

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

**“DISPOSITIVO COMPLEMENTARIO DE SEGURIDAD PARA
USUARIOS DE AUTOS COMPACTOS: REPOSACABEZAS”**

**TESIS:
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN DISEÑO**

**PRESENTA:
TANIA BEATRIZ TRUJILLO LEYVA**

**ASESOR DE TESIS:
M.A. VICTOR MANUEL CRUZ MARTÍNEZ**

HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA, DICIEMBRE DEL 2005

**“GRACIAS DIOS POR HABERME REGALADO LA VIDA,
POR LOS PADRES QUE ME DISTE, Y POR
HABER TERMINADO MI CARRERA”**



AGRADECIMIENTOS:

A mi asesor de tesis Victor Manuel Cruz Martínez, por el apoyo que me brindó en la realización de mi tesis.

Al D. Jorge Gil Tejeda por sus consejos académicos y su confianza en mí para realizar grandes cosas en la vida.

A todos mis profesores por su enseñanza a lo largo de mi carrera.

A todos los técnicos encargados de los talleres de diseño por brindarme su apoyo en la realización de este proyecto.



AGRADECIMIENTOS:

A mi madre por su sabiduría, comprensión y amor, ya que sin ella no hubiera sido lo que soy ahora.
“Gracias por ser mi mejor amiga”

A mi padre por ser una persona íntegra y recta, ya que sin su ejemplo día a día, no sería la profesionalista que soy hoy.

A mis hermanos por que son una parte muy importante de mi vida.

A mi abuela Antonia Rojas por ser una madre a lo largo de mi estancia en la universidad, a la cual dedico mi tesis.

A Antonio Hdez. Salinas, porque con su amor y conocimientos me apoyo en los momentos mas difíciles de mi carrera.

A todos mis amigos, y a los que se tuvieron que ir, por su cariño y apoyo.



ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	I
RESUMEN	II
MARCO TEÓRICO	III
PROBLEMA	
CONSECUENCIAS DEL PROBLEMA	
QUE SE HA HECHO AL RESPECTO	
OBJETIVOS	
ILUSTRACIONES Y TABLAS	IV
INTRODUCCIÓN	V
CAPITULO I : Antecedentes	1
1.1 LATIGAZO CERVICAL	1
1.1.1 Daños por alcance trasero	3
1.1.2 Daños por alcance frontal	4
1.2 REPOSACABEZAS	5
1.2.1 Historia del reposacabezas	5
1.2.2 Tipos de reposacabezas.....	7
1.2.3 Elementos que conforman el reposacabezas.....	10
1.2.3.1 La cabecera	10
1.2.3.2 Barras de anclaje	10
1.2.3.3 Pestañas de fijación	11
1.2.4 Posición del reposacabezas.....	12
1.2.4.1 Altura	12
1.2.4.2 Separación	14
1.2.4.3 Inclinación del asiento.....	16
1.2.4.4 Evaluación de los reposacabezas	17
1.2.4.4.1 Valoración del ICBC	17
1.2.4.4.2 Valoraciones del IIHS	18

1.3	FUNCIONAMIENTO DE UN REPOSACABEZAS	19
1.3.1	Que ocurre si no hay reposacabezas.....	20
1.4	LESIONES	21
1.4.1	Síndrome del Latigazo Cervical	26
1.4.2	Choque de caras cervicales a consecuencia del latigazo cervical	29
CAPITULO II:	Análisis del reposacabezas en autos compactos en México	32
2.1	AUTOMÓVILES COMPACTOS	32
2.1.1	Mercado de Ventas de Automóviles Compactos en México	33
2.1.2	Mercado de Ventas de Automóviles Compactos en Oaxaca.....	37
2.1.3	Gráficas comparativas de ventas en el mercado nacional de autos compactos y subcompactos.....	42
2.2	DESVENTAJAS DE SEGURIDAD EN AUTOMÓVILES COMPACTOS ...	43
2.2.1	Valoraciones en distintos diseños de reposacabezas en modelos de automóviles pequeños.....	44
2.2.1.1	Pruebas de choque para conocer la eficacia del reposacabezas	46
2.2.2	Medidas de los reposacabezas en autos compactos en México.....	47
2.3	DISEÑOS EN SISTEMAS PASIVOS Y ACTIVOS DEL REPOSACABEZAS	48
2.3.1	Diseño del reposacabezas de RENAULT.....	49
2.3.2	Reposacabezas activo de Saab (SAHR).....	50
2.3.3	Sistema activo de volvo (asiento WHIPS)	52
2.3.4	Asiento para vehículos ligeros del ETH	54
2.3.5	Aibargs para colisiones traseras	57
CAPITULO III :	Metodología experimental	58
3.1	VELOCIDADES EN LAS QUE SE PRESENTAN LOS CHOQUES POR ALCANCE	58
3.1.1	Limites de tolerancia	59

3.1.2	Criterio de lesión del cuello: NIC	59
3.2	MÉTODO DE ENSAYO	60
3.2.1	Asiento completo del conductor.....	60
3.2.2	Dummy	63
3.2.3	Sistemas de pruebas.....	65
3.2.3.1	Trineo	66
3.2.3.2	Sistema de rieles	67
3.2.4	Sistemas de medición.....	71
3.2.4.1	Gráfica de medición	72
3.2.4.2	Sistema electrónico	73
3.3	PRUEBAS EXPERIMENTALES	74
3.3.1	NORMAS ISO/ TC22 N 2071 e ISO/ TC22/ SC 10 Procedimientos de prueba de Colisión	76
3.3.1.1	Esquema previo de lesiones	76
3.3.1.2	Alcance trasero	77
3.3.1.3	Referencias normativas	77
3.3.1.4	Definiciones	77
3.3.1.4.1	HIC a (3ms)-valores	77
3.3.1.5	EQUIPO DE PRUEBAS	77
3.3.1.5.1	Pruebas track	77
3.3.1.5.2	Dispositivo de pruebas antropomórficas (ATD Anthropomorphic test device):	77
3.3.1.5.3	Objetos de pruebas	77
3.3.1.6	REQUISITOS	78
3.3.1.6.1	Dispositivo para las pruebas antropomórficas (Dummy)	78
3.3.1.6.2	Blancos cinematográficos	78
3.3.1.6.3	Temperatura de pruebas.....	78
3.3.1.6.4	Alineación del eje de la cabeza	79
3.3.1.7	PROCEDIMIENTO DE LAS PRUEBAS	79
3.3.1.7.1	Montaje del asiento en el trineo	79
3.3.1.7.2	Posición del ATD en el asiento.....	79

3.3.1.7.3	Las preparaciones de la prueba.....	80
3.3.1.7.3.1	Ajuste del reposacabezas.....	80
3.3.1.7.3.2	Puntos cinematográficos en el asiento.....	81
3.3.1.7.4	Posiciones de la cámara	81
3.3.1.8.	CONDICIONES DE PRUEBA	81
3.3.1.8.1	Velocidad de la prueba	81
3.3.1.8.2	Pulso de Deceleración/Aceleración	81
3.3.1.8.3	Dispositivos activos	81
3.3.1.9	GRABACIÓN DE DATOS	82
3.3.1.9.1.	Datos del dummy (ATD).....	83
3.3.1.9.2	Medidas a las post-pruebas	83
3.3.2	ANTROPOMETRÍA DE LA POBLACIÓN EN MÉXICO	83
3.4	FASE EXPERIMENTAL	84
3.4.1	GRÁFICAS DE DESCELERACIÓN / ACELERACIÓN	88
3.4.1.1	Curvas de deceleración / aceleración para choques de alcance trasero. (Ver DVD, “Pruebas dinámicas por alcance trasero”)	88
3.4.1.1.1	PRUEBA 1	88
3.4.1.1.2	PRUEBA 2	91
3.4.1.1.3	PRUEBA 3	93
3.4.1.1.4	PRUEBA 4	95
3.4.1.2	Curvas de deceleración / aceleración para choques de alcance frontal. (Ver DVD, “Pruebas dinámicas por alcance frontal”)	96
3.4.1.2.1	PRUEBA 1	96
3.4.1.2.2	PRUEBA 2	98
3.4.1.2.3	PRUEBA 3	99
3.4.1.2.4	PRUEBA 4	100
3.4.2	CURVAS GENERALES DE DECELERACIÓN/ACELERACIÓN	101
3.4.2.1	Curvas generales de deceleración/aceleración en choques por alcance trasero	101
3.4.2.2	Curvas general de deceleración/aceleración en choques por alcance frontal	105

3.4.3	TRAYECTORIAS RECORRIDAS EN CURVAS GENERALES DE DESCELERACIÓN / ACELERACIÓN	108
CAPITULO IV: Propuestas de diseño a partir de las deficiencias obtenidas en pruebas experimentales del reposacabezas		111
4.1	ANALISIS MATRICIAL APLICADO AL DISEÑO DEL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA AUTOS COMPACTOS	111
4.1.1	Matriz de evolución tecnológica	111
4.1.2	Análisis matricial de los distintos tipos de reposacabezas	113
4.1.2.1	Tipos de reposacabezas para la matriz de evaluación.....	113
4.1.3	Especificaciones de diseño	118
4.1.4	Propuestas de diseño	119
4.1.4.1	Modelo no. 1	119
4.1.4.2	Modelo no. 2	121
4.1.4.3	Modelo no. 3	122
4.1.5	Matriz de selección	123
CAPITULO V: Propuesta final de diseño del dispositivo complementario de seguridad: reposacabezas		125
5.1	PROTOTIPO	125
5.1.1	Modelo	125
5.2	MODELO TRIDIMENSIONAL EN COMPUTADORA	127
5.2.1	Modelo 3D en Rhinoceros	128
5.2.2	Planos constructivos	128
5.2.3	Manufactura de un prototipo volumétrico para el reposacabezas	128
5.2.4	Vaciado del molde en espuma de poliestireno.....	131
5.2.5	Características principales del prototipo volumétrico	133
5.2.6	Activación de mecanismos pasivos y funcionamiento del dispositivo complementario de seguridad (reposacabezas)	134

5.3	SISTEMAS DEL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA LOS DISTINTOS PERCENTILES EN MEXICO	136
5.3.1	Reposacabezas fijo para percentiles del 5 al 50 (media 1.484 m al 1.634m)	136
5.3.2	Reposacabezas ajustable para percentiles del 50 al 95 (media 1.634 m al 1.779 m)	137
CONCLUSIONES		140
APENDICE		142
	Planos constructivos del asiento con el reposacabezas inicial	143
	Planos constructivos dispositivo de seguridad reposacabezas	144
	Planos constructivos del asiento con el prototipo	145
BIBLIOGRAFIA		146
	“EL REPOSACABEZAS: El gran olvidado”	149
	Reglas ISO	150
	Paginas de consulta	152

 **RESUMEN**

La problemática principal para la realización de este trabajo, es la falta de interés y estudios en México acerca de las consecuencias en accidentes por alcance dentro de la ciudad, así como la falta de diseño en dispositivos de seguridad para evitar lesiones en este tipo de accidentes.

El objetivo principal de esta tesis, será el realizar un análisis de información sobre el reposacabezas (cabecera del asiento) en la actualidad y pruebas experimentales de los factores intrínsecos de choques dentro de la ciudad específicamente, ya que los accidentes en carretera presentan otras circunstancias y situaciones distintas a las que se presentan en zonas urbanas, esto con el fin de conocer las manifestaciones y consecuencias; a través de un análisis justificativo se conocen las características de los automóviles compactos ya que estadísticamente es el tipo de auto mas vendido en nuestro país.

A través de estos resultados obtenidos en la fase experimental y un análisis matricial se llegó a una propuesta de diseño, la cual pretende disminuir la lesividad en los usuarios de autos compactos en choques por alcance trasero y frontal principalmente.



MARCO TEÓRICO

PROBLEMA

En México no hay una disciplina la cual se enfoque a la seguridad de los usuarios de automóviles en general, por lo tanto, son escasos los estudios que se han realizado sobre las distintas lesiones que se sufren en accidentes de diferentes tipos.

Sin embargo, el mayor porcentaje de incidencia en lesionados se debe a accidentes automovilísticos, siendo motivo principal de un gran número de lesiones graves que afectan a los usuarios de automóviles. Se podría pensar que los accidentes automovilísticos se dan en las carreteras (por las características que tienen o las grandes distancias que se recorren), siendo esto algo erróneo. Según estudios realizados en distintos países, los accidentes dentro de la ciudad (zona urbana), tienen un índice alto en cuanto a accidentalidad se refiere.

Esto se debe a que no se toman las medidas necesarias de seguridad cuando se conduce a distancias cortas. Existen distintos elementos de seguridad dentro de un automóvil, los cuales se dividen en dispositivos de seguridad pasiva y seguridad activa. Los dispositivos de seguridad son los que se encuentran en contacto directo con la persona que esta dentro del automóvil, por lo cual son de gran relevancia para la integridad física de conductor y sus ocupantes. Estos elementos no tienen un uso adecuado, por lo que pueden llegar a ser agresivos o perjudiciales, en vez de realizar la función de seguridad.

CONSECUENCIAS DEL PROBLEMA

En nuestro país no se toman en cuenta las repercusiones que conllevan las lesiones que se sufren en accidentes automovilísticos dentro de la ciudad, ya que según análisis realizados por otros países como son España y Francia, esto afecta a una baja laboral, cuestiones monetarias en cuanto a su recuperación se refiere, un bajo rendimiento, entre otros.

En accidentes automovilísticos, principalmente en los choques por alcance trasero, se puede presentar el “síndrome del latigazo cervical” por las características del impacto; lesión que puede llegar a ser grave y costosa para las personas que lo sufran.

Este síndrome se presenta por el movimiento brusco del cuello con respecto al tronco de la persona que se encuentra fijo por el cinturón de seguridad; al momento de estar en movimiento el automóvil y hay un paro repentino el usuario continua con este movimiento sufriendo el impacto completamente en el cuello por estar su cuerpo estático, dañando principalmente a las cervicales, es por esto que el reposacabezas (cabecera del asiento) evita que el cuello tenga un estiramiento superior al que puede soportar, sin embargo la mayoría de los reposacabezas son insuficientes por sus características al momento del impacto.

Son dos las empresas (Volvo y Saab) que han tomado en cuenta este problema, realizando diseños de reposacabezas reduciendo las lesiones provocadas por el “síndrome del latigazo cervical”, sin embargo sus sistemas son muy sofisticados y reciben el nombre de “sistemas activos”, siendo muy costosa su fabricación, por lo que estos reposacabezas solo se encuentra en automóviles de lujo.

QUE SE HA HECHO AL RESPECTO

España es el pionero en cuanto a los estudios que se han realizado a dispositivos de seguridad pasiva, y se le da gran importancia a la realización de sistemas que ayuden a disminuir las lesiones provocadas en este tipo de accidentes. Siendo estos los principales: el cinturón de seguridad (cinturón Bohlin de tres puntos), reposacabezas (o apoyacabezas) y las bolsas de aire (opcionales).

Por las características de los automóviles compactos, los diseños existentes en este tipo de dispositivos son muy austeros; por lo que se presenta un mayor riesgo de lesión, siendo esto un gran inconveniente en México, ya que según las estadísticas el mayor número de automóviles vendidos en nuestro país son de este tipo.

OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo de tesis es hacer una investigación sobre los reposacabezas actuales en México, a través de un análisis de la información existente en otros países, así como pruebas experimentales sobre sus efectos y consecuencias, ya que se carece de esta información en este país, con el fin de realizar una propuesta de diseño que minimice las deficiencias de este dispositivo, realizando un prototipo volumétrico de un sistema pasivo-activo de seguridad (reposacabezas), el cual de forma ilustrativa muestre las características de este dispositivo. Este sistema pretende reducir las lesiones que se presentan al momento de un choque por accidentes de alcance trasero principalmente dentro de la ciudad, minimizando las consecuencias que conllevan estas lesiones para los que lo sufren.

ILUSTRACIONES Y TABLAS

CAPITULO I

- Fig. 1.1** Secuencias de movimientos durante una colisión por alcance
- Fig. 1.2** Los tres tipos de colisiones en un impacto vehicular
- Fig. 1.3** La fase de extensión (hiperextensión) del cuello sigue a la de retracción.
- Fig. 1.4** Movimientos en una colisión frontal.
- Fig. 1.5** Los vehículos antiguos no disponían de reposacabezas
- Fig. 1.6** Reposacabezas en modelos antiguos
- Fig. 1.7** Reposacabezas fijos
- Fig. 1.8** Reposacabezas ajustable
- Fig. 1.9** Reposacabezas abatible
- Fig. 1.10** Distintos diseños de cabeceras de los reposacabezas
- Fig. 1.11** Distintos modelos de barras de anclaje con una cierta inclinación.
- Fig. 1.12** Pestaña de fijación del reposacabezas (izda. con pestaña, dcha. sin pestaña)
- Fig. 1.13** Localización del punto H en un dummy
- Fig. 1.14** Reposacabezas demasiado bajo
- Fig. 1.15** Reposacabezas demasiado alejado
- Fig. 1.16** Condiciones de ajuste óptimo
- Fig. 1.17** Asiendo demasiado inclinado (aleja reposacabezas)
- Fig. 1.18** El reposacabezas compensa la inclinación típica del respaldo de 20-25 grados.
- Fig. 1.19** Criterio ICBC (Insurance Corporation British Columbia)
- Fig. 1.20** Zonas de evaluación
- Fig. 1.21** Diferencias entre un buen y un mal reposacabezas.
- Fig. 1.22** Fases del latigazo cervical sin reposacabezas.
- Fig. 1.23** Durante la retracción la parte superior está en flexión y la parte inferior en extensión.
- Fig. 1.24** Representación esquemática de los movimientos del ocupante.
- Fig. 1.25** Movimientos de flexión y extensión del cuello

Fig. 1.26 Radiografías donde se observa que el cuello adopta una forma de “S” primero y luego se extiende por completo, mientras el torso sufre una elevación.

Fig. 1.27 Radiografía del síndrome

Fig. 1.28 Región de las vértebras C5 y C6 que entra en contacto

Fig. 1.29 Mecanismo de lesión por choque entre caras

TABLAS

Tabla 1.1 Porcentaje de daño por impacto trasero frente a ΔV (según Kent)

Tabla 1.2 Porcentaje de daño por colisiones frontales frente a ΔV (según Kent)

Tabla 1.3 Normas de diseño en distintos países con respecto al reposacabezas

Tabla 1.4 Porcentajes de los diferentes tipos de reposacabezas con respecto a su posición

Tabla 1.5 Ajuste del reposacabezas y grado QFD, según Langwieder

Tabla 1.6 Escala AIS

Tabla 1.7 Ejemplos de lesiones según AIS para distintas partes del cuerpo.

Tabla 1.8 Clasificación QFT de lesiones de cuello.

Tabla 1.9 Porcentajes en días de los síntomas asociados del WAD

CAPITULO II

Fig. 2.1 Choque entre un vehículo grande y otro pequeño

Fig. 2.2 La estética no determina la eficacia del reposacabezas

Fig. 2.3 Izda. Volvo S70, en medio Saab 9-5. dcha. Hyundai Accent

Fig. 2.4 El diseño empleado por Renault ajusta al perfil del ocupante

Fig. 2.5 Principio de funcionamiento de reposacabezas activo

Fig. 2.6 Estructura interna

Fig. 2.7 Asiento de Saab con reposacabezas activo

Fig. 2.8 Movimiento del asiento

Fig. 2.9 Fases del reclinator en el asiento WHIPS (Volvo)

Fig. 2.10 Prototipo del ETH

Fig. 2.11 Mecanismos de ajuste automático del asiento

Fig. 2.12 Mecanismo de ajuste

Fig. 2.13 Sensor de distancia

TABLAS

- Tabla 2.1** Reporte de ventas de automóviles por Estado de diciembre 2003 (AMIA)
- Tabla 2.2** Reporte de ventas de automóviles compactos por Estado del mes de diciembre 2003 (AMIA)
- Tabla 2.3** Reporte de ventas de automóviles subcompactos por Estado, del mes de diciembre 2003 (AMIA)
- Tabla 2.4** Venta de automóviles de marzo y abril 2005 (SEAT).
- Tabla 2.5** Venta de automóviles de marzo y abril 2005 (NISSAN).
- Tabla 2.6** Venta de automóviles de marzo y abril 2005 (CHRYSLER).
- Tabla 2.7** Venta de automóviles del mes de Enero 2005 (RENAULT)
- Tabla 2.8** Venta de automóviles de mes de Febrero 2005 (RENAULT)
- Tabla 2.9** Venta de automóviles del mes de Marzo 2005 (RENAULT)
- Tabla 2.10** Gráfica comparativa de automóviles compactos en el mercado (RENAULT)
- Tabla 2.11** Gráfica comparativa de automóviles compactos en el mercado (RENAULT)
- Tabla 2.12** Gráfica comparativa de automóviles subcompactos en el mercado (RENAULT)
- Tabla 2.13** Estado de diseño en reposacabezas de automóviles pequeños o compactos.
- Tabla 2.14** Resultados de las pruebas realizadas a reposacabezas y asientos de 10 marcas de automóviles.
- Tabla 2.15** Medidas de reposacabezas y límites de extensión con respecto al toldo

CAPITULO III

- Fig. 3.1** Delta-V para una colisión con un vehículo grande y un pequeño
- Fig. 3.2** Asiento de Tsuru modelo 99
- Fig. 3.3** Izda. Reposacabezas del asiento, drcha. Barras de anclaje y pestaña de sujeción
- Fig. 3.4** Explosivo del asiento ocupado para pruebas de choque
- Fig. 3.5** Cuerpo completo con vestimenta del dummy
- Fig. 3.6** Cráneo y cuello ortopédico.
- Fig. 3.7** Distancia optima para el reposacabezas
- Fig. 3.8** Nivel optimo del reposacabezas
- Fig. 3.9** Calcomanías en los puntos críticos
- Fig. 3.10** Medidas del trineo utilizado para las pruebas de choque
- Fig. 3.11** Carros (Willson) para rieles 1500 C14

- Fig. 3.12** Montaje del trineo con el dummy
- Fig. 3.13** Mecanismo completo de rieles
- Fig. 3.14** Relación entre el esfuerzo aplicado y la deformación unitaria
- Fig. 3.15** Bandas elásticas colocadas en los rieles
- Fig. 3.16** Tope inicial con soporte para sensor 1
- Fig. 3.17** Tope final con soporte para el sensor 2
- Fig. 3.18** Gráfica de acrílico cuadrículada
- Fig. 3.19** Sistema de microcontrolador AT90s2313 con sensores de presencia
- Fig. 3.20** Conexión del sistema electrónico
- Fig. 3.21** Trineo de deceleración con todos los elementos que lo conforman
- Fig. 3.22** Las medidas en el asiento y posicionamiento del dummy, usando el maniquí de BioRID. Los blancos o puntos de referencia B1, B2 y P son optativos. T11 y T12 se designaron puntos importantes en la cabeza y TT1 es el punto que determina la velocidad de T1.
- Fig. 3.23** Puntos de referencia para medir curvas de deceleración / aceleración
- Fig. 3.24** Curva de deceleración por alcance trasero prueba 1.1
- Fig. 3.25** Curva de deceleración por alcance trasero prueba 1.2
- Fig. 3.26** Curva de deceleración por alcance trasero prueba 1.3
- Fig. 3.27** Curva de deceleración por alcance trasero prueba 1.4
- Fig. 3.28** Curva de deceleración por alcance trasero prueba 2.1
- Fig. 3.29** Curva de deceleración por alcance trasero prueba 2.2
- Fig. 3.30** Curva de deceleración por alcance trasero prueba 2,3
- Fig. 3.31** Curva de deceleración por alcance trasero prueba 2.4
- Fig. 3.32** Curva de deceleración por alcance trasero prueba 3.1
- Fig. 3.33** Curva de deceleración por alcance trasero prueba 3.2
- Fig. 3.34** Curva de deceleración por alcance trasero prueba 3.3
- Fig. 3.35** Curva de deceleración por alcance trasero prueba 3.4
- Fig. 3.36** Curva de deceleración por alcance trasero prueba 4.0
- Fig. 3.37** Curva de deceleración por alcance trasero prueba 4.1
- Fig. 3.38** Curva de deceleración por alcance frontal prueba 1.0
- Fig. 3.39** Curva de deceleración por alcance frontal prueba 1.1
- Fig. 3.40** Curva de deceleración por alcance frontal prueba 2.0
- Fig. 3.41** Curva de deceleración por alcance frontal prueba 3.0
- Fig. 3.42** Curva de deceleración por alcance frontal prueba 4.0

- Fig. 3.43** Curva de deceleración por alcance frontal prueba 4.1
Fig. 3.44 Curva general de deceleración por alcance trasero prueba 1.0
Fig. 3.45 Curva general de deceleración por alcance trasero prueba 2.0
Fig. 3.46 Curva general de deceleración por alcance trasero prueba 3.0
Fig. 3.47 Curva general de deceleración por alcance trasero prueba 4.0
Fig. 3.48 Curva general de deceleración por alcance trasero prueba 4.1
Fig. 3.49 Curva general de deceleración por alcance frontal prueba 1.0
Fig. 3.50 Curva general de deceleración por alcance frontal prueba 2.0
Fig. 3.51 Curva general de deceleración por alcance frontal prueba 3.0
Fig. 3.52 Curva general de deceleración por alcance frontal prueba 4.0
Fig. 3.50 Curva general de deceleración por alcance frontal prueba 2.0

TABLAS

- Tabla 3.1** Instrumentación normativa.
Tabla 3.2 Instrumentación opcional
Tabla 3.3 Medidas para la estructuración de las pruebas
Tabla 3.4 Corredor para el pulso de deceleración/aceleración
Tabla 3.5 Corredor para el pulso de deceleración/aceleración
Tabla 3.6 Estaturas y percentiles a distintos rangos de edad (Enrique Bonilla Rodríguez)
Tabla 3.7 Datos obtenidos de las pruebas por alcance trasero
Tabla 3.8 Delta-V en velocidad de alcance trasero
Tabla 3.9 Delta-V en velocidad de alcance frontal
Tabla 3.10 Comparativa de curvas deceleración/aceleración en choque por alcance trasero
Tabla 3.11 Comparativa de curvas deceleración/aceleración en choque por alcance frontal

CAPITULO IV

- Fig. 4.1** Reposacabezas fijos o integrados
Fig. 4.2 Reposacabezas ajustable
Fig. 4.3 Reposacabezas abatible
Fig. 4.4 Reposacabezas ajustable con huecos
Fig. 4.5 Reposacabezas ajustable con barras dobladas
Fig. 4.6 Reposacabezas ajustable con pestañas de fijación

- Fig. 4.7** Reposacabezas sistema electrónico
- Fig. 4.8** Reposacabezas activo SAHR
- Fig. 4.9** Asiento activo WHIPS
- Fig. 4.10** Asiento ETH (vehículos ligeros)
- Fig. 4.11** Propuesta No. 1 de reposacabezas en sus alternativas funcionales
- Fig. 4.12** Vista superior, y barras ajustables de reposacabezas
- Fig. 4.13** Propuesta No. 2 de reposacabezas con dos alternativas de uso
- Fig. 4.14** Propuesta No. 3 de un dispositivo pasivo en el reposacabezas

TABLAS

- Tabla 4.1** Matriz de evolución tecnológica para el dispositivo de seguridad (reposacabezas)
- Tabla 4.2** Matriz de resultados. Evaluación de reposacabezas en el mercado actual

CAPITULO V

- Fig. 5.1** Vista frontal y reposacabezas desplegado.
Vista trasero y ventosas en la almohadilla central
- Fig. 5.2** Representación esquemática del efecto de memoria de forma
- Fig. 5.3** Comportamiento del dispositivo con microperlas de poliestireno
- Fig. 5.4** Modelo 3D de la propuesta final
- Fig. 5.5** Modelo 3D desplegado de la propuesta final
- Fig. 5.6** Bloque de MDF para maquinado de molde
- Fig. 5.7** Computadora de la maquina fresadora
- Fig. 5.8** Cortador plano de ½ plg., y desbaste de la parte posterior del molde
- Fig. 5.9** Maquinado de acabado final con cortador de bola de ½ plg., parte posterior final del molde
- Fig. 5.10** Izq. superior maquinado de la parte central, dcha. superior corte de los laterales, izq. inferior maquinado de los ángulos negativos de la parte central, dcha. inferior parte frontal terminada con los laterales previamente maquinado
- Fig. 5.11** Sistema de ensamblaje “hembra y macho”
- Fig. 5.12** Forro de vinil plástico, y spray desmoldante
- Fig. 5.13** Prototipo volumétrico de espuma de poliestireno
- Fig. 5.14** Montaje del prototipo volumétrico con respecto a un dummy de percentil 50

- Fig. 5.15** Ilustración de la forma de activación y funcionamiento del mecanismo pasivo del dispositivo complementario de seguridad
- Fig. 5.16** Almohadilla central o elipse central de impacto con respecto al dummy
- Fig. 5.17** Ilustración de la forma de activación y funcionamiento de las ventosas de agarre en la almohadilla de choque
- Fig. 5.18** Prototipo volumétrico fijo
- Fig. 5.19** Prototipo volumétrico con inclinación con respecto al respaldo
- Fig. 5.20** Montaje del prototipo volumétrico con respecto a un dummy de percentil 95
- Fig. 5.21** Dispositivo ajustable con barras de ajuste, huecos y clip de fijación
- Fig. 5.22** Dispositivo inclinado con respecto al asiento



INTRODUCCIÓN

Los accidentes automovilísticos por alcance son muy frecuentes en nuestros días, ya que se han convertido en un problema constante en aquellas personas que los sufren; esto se ha corroborado a través de estadísticas de estos accidentes principalmente por impacto de alcance trasero.

Por estas estadísticas que se han dado en diferentes países podemos observar la magnitud de este problema, aunque no existen cifras exactas de lesiones, sin embargo se ha demostrado que las lesiones por latigazo cervical son numerosas, y esto tiene repercusiones en todo el mundo.

La Dirección General de Tráfico de España, país en el cual se le ha dado una real importancia a este problema, esto demuestran los siguientes datos: en el año de 1999 se produjeron 97,811 accidentes, de ellos, 13,189 por alcance trasero. Por fuente de la Dirección General de Tráfico, tenemos que en Inglaterra las lesiones de este tipo se duplicaron en menos de 10 años. Pasando de un 11% de afectados en accidentes en 1984 a un 23% en 1991. En Alemania, durante un período las lesiones de cuello fueron el segundo tipo de lesión más demandada, y estas lesiones pasaron de una proporción del 20% en 1969 al 35% en 1990. En Estados Unidos el esguince cervical es la lesión más grave referida en 30-40% de las reclamaciones a las aseguradoras, con un coste de 7 mil millones de dólares al año. En Québec (Canadá), se dan 5000 casos anualmente que representan al 20% de todas las reclamaciones a las compañías aseguradoras. En el estado de Victoria, en Australia, se daban entre 1982 y 1983, 106 reclamaciones por cada 100.000 habitantes. En Japón, dos estudios, de 1991 y 1994, indican que estas lesiones suman casi la mitad de todas las lesiones de accidentes.

Se buscaron datos estadísticos en nuestro país, careciendo de éstos, probablemente por falta de interés en este problema, o por ser México un país armador de automóviles y no diseñador de los sistemas de seguridad.

En México no existe información estadística sobre choques de alcance trasero específicamente, este trabajo se orienta principalmente en este tipo de accidentes, ya que es muy común dentro de zonas urbanas, sin embargo no se le ha dado la importancia que este problema tiene en nuestro país.

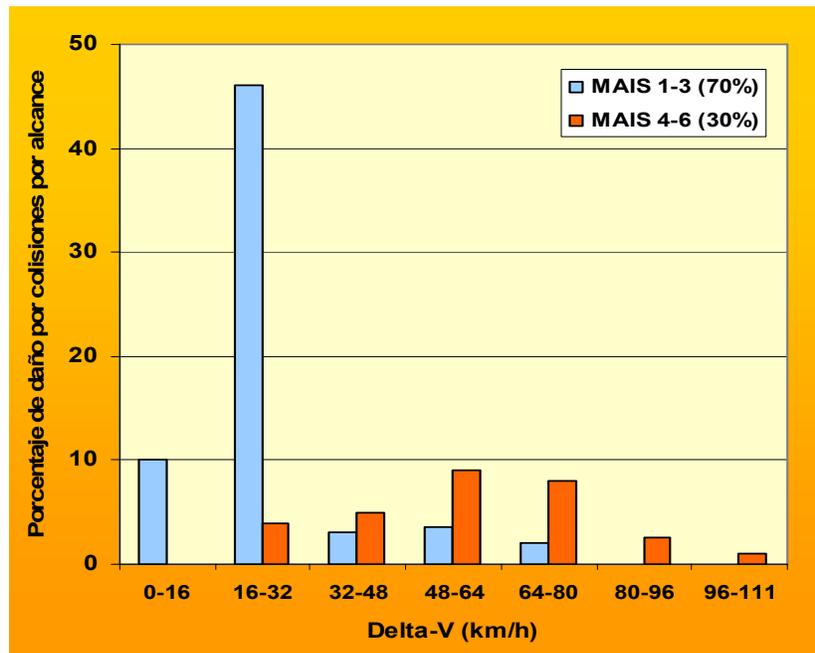
Hay una idea errónea en usuarios del automóvil, se ha comprobado con investigaciones que nos confirma la revista supermotor, la cual nos dice que: *“Siempre que se habla de la siniestralidad del tráfico, se piensa en accidentes ocurridos en carretera y a alta velocidad. Sin embargo, pocos se acuerdan de los que tienen lugar en las ciudades, cuando apenas se circula a 50 Km./h”*. Pues bien, este escenario es en el que se produce la inmensa mayoría de las colisiones por alcance trasero, el segundo tipo de siniestro más numeroso y del que se derivan lesiones cervicales a consecuencia del efecto denominado latigazo (Cerezo 2001).



Aunque efectivamente, no es alto el porcentaje de muerte en accidentes dentro de la ciudad, basándonos en la información de las compañías aseguradoras de automóviles, las cuales nos dicen en sus estadísticas que: *“el número de fallecidos por accidente de circulación debido a colisiones traseras por alcance es del 5%, sin embargo, las lesiones cervicales concurren en un 80% de los alcances traseros en los que se producen daños severos a los automovilistas”* (RACE 2001).

Como se observa en la tabla 1.1 aproximadamente el 70% de todo el daño causado por colisiones traseras viene de lesiones no graves mientras el 30% viene de lesiones graves.

Tabla 1.1 Porcentaje de daño por impacto trasero frente a ΔV (según Kent)
(Centro Zaragoza 2000)

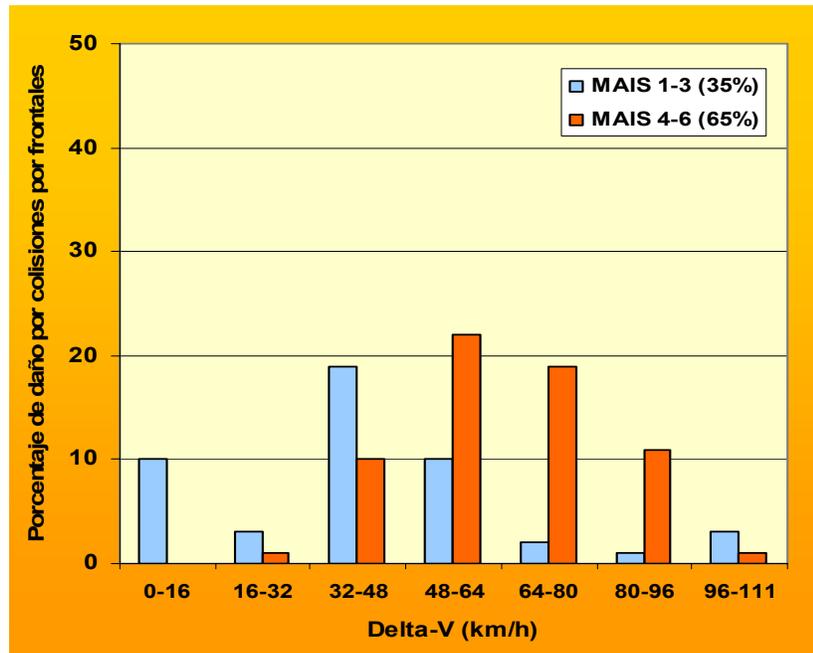


En las colisiones frontales y laterales ocurre lo contrario. Para las colisiones frontales la mayor contribución al daño proviene de lesiones graves a delta-v de 32-38 km/h (tabla 1.2). Como lo menciona el libro el Centro de Zaragoza, conjuntamente con la Dirección General de Tráfico en España, las investigaciones en Estados Unidos (Kent y col. 1999) también llaman la atención sobre la distribución del daño, entendido como el perjuicio físico causado por las lesiones, frente a la severidad del accidente en colisiones traseras.

En éstas ocurre que la mayoría del daño proviene de lesiones en dos categorías: graves (MAIS 4-6) y no graves (MAIS 1-3) y comparándolas frente a la severidad de la colisión, Kent y colaboradores (1999) indican que para las colisiones traseras el 10% de las lesiones no graves ocurren a delta-V de 0-16 km/h y el 46% a 16-32 km/h.

Las lesiones graves representan dos tercios del daño total en colisiones frontales y tres cuartos del daño en colisiones laterales, lo que marca una clara diferencia en el caso de las colisiones traseras.

Tabla 1.2 Porcentaje de daño por colisiones frontales frente a ΔV (según Kent) (Centro Zaragoza 2000)



El reposacabezas está diseñado precisamente para estos dos tipos de choques (trasero y frontal), por lo que tiene relevancia para exponer cada uno de ellos. El departamento de Seguridad Vial de RACE (Real Automóvil Club de España) confirma que el reposacabezas es uno de los elementos esenciales de seguridad pasiva en estos tipos de coche.



✘ CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 LATIGAZO CERVICAL

Cabe mencionar que el Centro Zaragoza ha recopilado información en diversos simposios, en los cuales el Consejo Internacional de Investigación sobre la Biomecánica del Impacto (IRCOBI) y el Congreso Mundial sobre los Desórdenes Asociados al Latigazo Cervical, han dado informes que han sido recapitulados en el escrito “El Reposacabezas” elaborado por el mismo, que son de gran relevancia para este trabajo, a continuación se presenta la hipótesis acerca de cómo sucede un accidente de este tipo en su primera fase:

“Cuando un coche es golpeado por detrás, el ocupante es acelerado hacia delante a través de la fuerza de interacción con el respaldo del asiento. En primer lugar, este empuje sobre la espalda del ocupante provoca una elevación y enderezamiento de la columna vertebral del mismo, que pierde su curvatura o lordosis habitual.

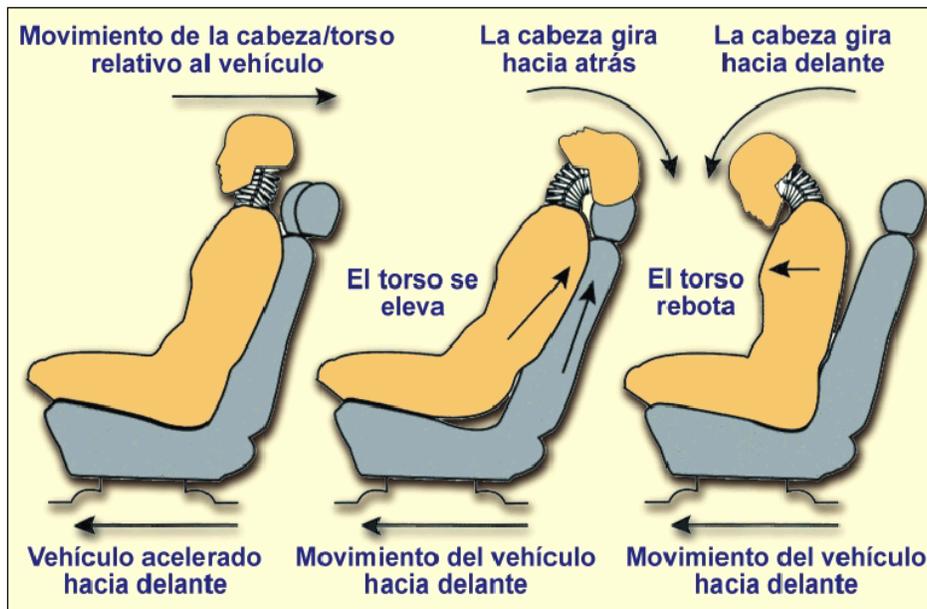


Fig. 1.1 Secuencias de movimientos durante una colisión por alcance (Centro Zaragoza 2000)

Este estiramiento de la columna induce unas fuerzas de compresión longitudinales a lo largo de la columna vertebral, que se propagan hasta las cervicales a lo largo de la columna vertebral, y afectan a todo el cuello.

El movimiento del torso hacia delante y hacia arriba hace girar las vértebras de la parte baja del cuello antes que las de la parte alta, de modo que todas las vértebras cervicales están inicialmente en una posición de flexión (ver fig. 1.1) ”.

Este movimiento global de la cabeza, que en su manifestación se asemeja al de un látigo, da a las lesiones resultantes su popularizado nombre (latigazo cervical).

Estos impactos son lo que pueden provocar el “latigazo del cuello”, como nos muestra la fig. 1.2, en los tres casos de colisiones existe un movimiento brusco o descontrolado del cuello, aunque no todos son muy frecuentes existen estadísticas que nos dice que el impacto más frecuente es del tipo trasero, por las distintas circunstancias en las que se presentan. Según RACE (2001) en los tres casos, si el reposacabezas está mal colocado o el vehículo no dispone de él se pueden ocasionar lesiones que, en un porcentaje muy elevado de los casos, afectarán al cuello.

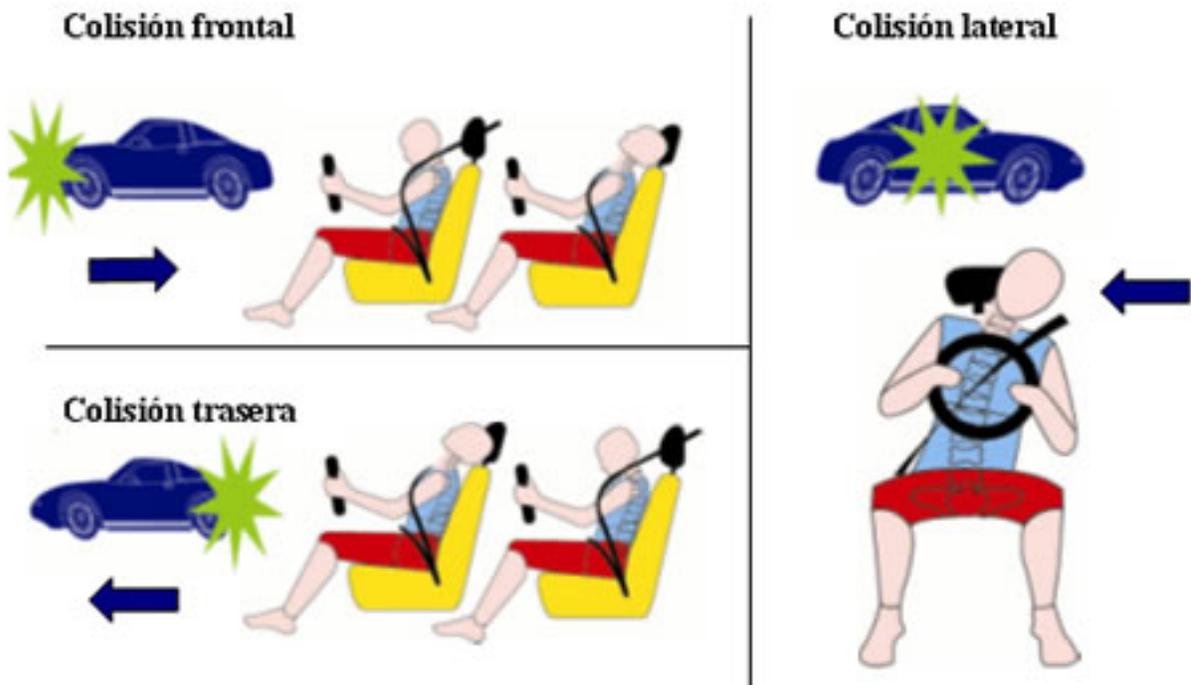


Fig. 1.2 Los tres tipos de colisiones en un impacto vehicular (RACE 2001)

Así como también investigaciones de la ICBC nos dice que las lesiones por latigazo cervical se asocian más frecuentemente a las colisiones por alcance que, precisamente, son el tipo de colisión más frecuente en zonas urbanas con intersecciones de semáforos. Las causas de las colisiones por alcance pueden estar relacionadas con el conductor, el vehículo, el entorno de la carretera o una combinación de las tres. Las colisiones por alcance ocurren principalmente debido a:

- a) Sistemas de frenos del vehículo defectuoso
- b) Mal estado de los neumáticos
- c) Actuación tardía sobre los frenos debido a una distracción del conductor
- d) Velocidad excesiva o maniobras erráticas debido a un comportamiento agresivo del conductor
- e) Malas condiciones del firme
- f) Características geométricas de la carretera incorrectas
- g) Información del conductor en la carretera insuficiente o inconsciente

En general estas son algunas de las causas del porque ocurren este tipo de accidentes, ya que el programa implantado por ICBC ha tratado de mejorar y así reducir el porcentaje tan elevado de este tipo de colisiones dentro de zonas urbanas.

1.1.1 DAÑOS POR ALCANCE TRASERO

En el caso de un choque trasero como nos dice un artículo en la revista motor-new, *el ocupante del vehículo embestido, se aproxima al respaldo del asiento y la cabeza se mueve violentamente hacia atrás*. Esto ha generado lesiones de tipo cervical e incluso el desnucamiento de las personas, aunque la mayoría no tiene en cuenta que si el reposacabezas está en una posición incorrecta, no solo será ineficaz, sino que puede aumentar el potencial de las lesiones que sufran.

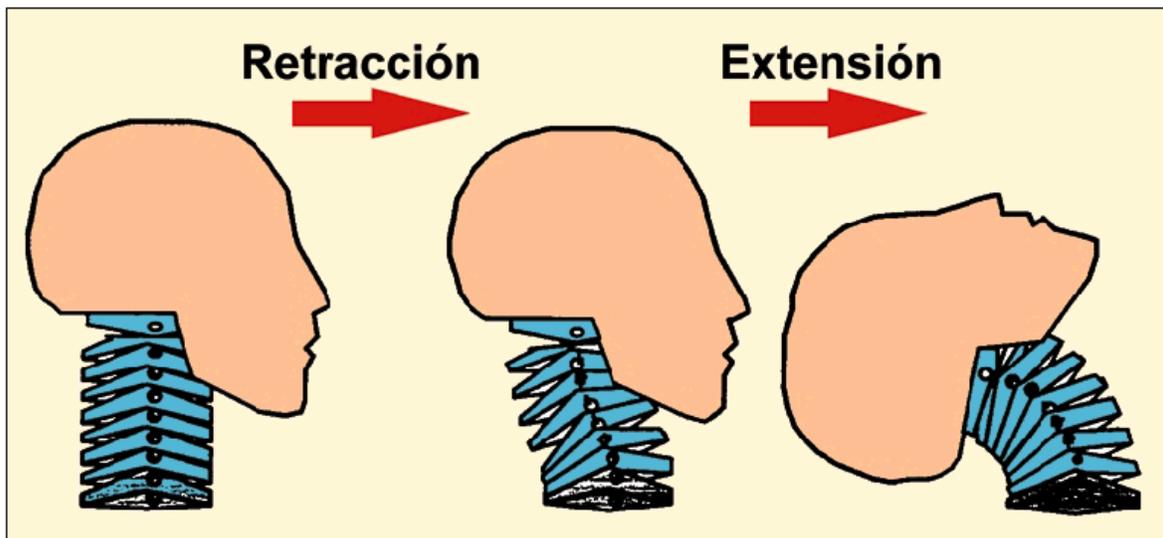


Fig. 1.3 La fase de extensión (hiperextensión) del cuello sigue a la de retracción (Centro Zaragoza 2000)

Cuando la cabeza por inercia va hacia atrás y se alcanza el punto máximo de retracción, si el apoyo de la cabeza se sigue retrasando, la cabeza comienza a girar; el retraso de la cabeza que era responsable de la flexión de las cervicales altas disminuye, y el movimiento de extensión desde las vértebras más bajas se transmite hacia las más altas, de modo que el conjunto de cabeza- cuello adopta una postura de extensión. Si esta extensión alcanza valores más allá de los permitidos por el movimiento involuntario del ocupante, se produce la hiperextensión del cuello (ver fig. 1.3).

“Este movimiento de hiperextensión puede verse agravado o favorecido por el efecto de trepada del ocupante sobre el respaldo del asiento y por el efecto de pivote de un reposacabezas demasiado bajo” (Centro Zaragoza 2000).

Como dato importante cabe mencionar el artículo de la revista “Súper motor & Viajes”, donde nos dice que el número de fallecidos por accidente de circulación debido a colisiones traseras por alcance es del 5%, sin embargo, las lesiones cervicales ocurren en un 80% de los alcances traseros en los que se producen daños severos a los automovilistas.

1.1.2 DAÑOS POR ALCANCE FRONTAL

En este caso como nos dice un artículo en la revista motor-new, al originarse una colisión frontal luego de que se produjo el movimiento de la cabeza hacia adelante, ésta retrocede al ser el tórax contenido por el cinturón de seguridad. En este último movimiento el reposacabezas sujeta la cabeza para evitar que se produzca el llamado “latigazo cervical”.

Como nos dice el Centro Zaragoza (2000), en colisiones frontales (fig. 1.4) también se pueden dar síntomas similares a los experimentados en colisiones traseras, son de menor riesgo los impactos frontales, podría explicarse posiblemente por el hecho de que los ocupantes del vehículo en la colisión frontal normalmente son conscientes del impacto inminente y tensan los músculos del cuello.

Esto disminuye el movimiento relativo entre la cabeza y el torso, reduciendo con ello los gradientes de presión transitorios en el canal espinal de la columna vertebral. Por otra parte, los músculos posteriores del cuello se resisten al movimiento de la cabeza hacia adelante también son más fuertes comparados con los músculos anteriores del cuello, y esto aumentaría más la diferencia en el riesgo de lesión entre las colisiones frontales y traseras.

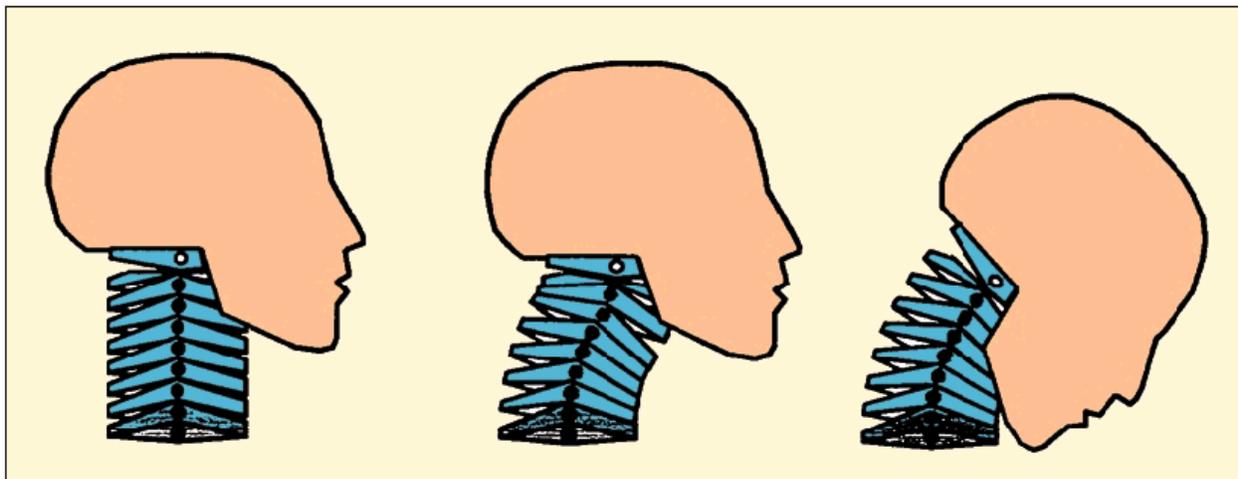


Fig. 1.4 Movimientos en una colisión frontal (Centro Zaragoza 2000)

1.2 REPOSACABEZAS

“El reposacabezas (cabecera del asiento de un automóvil) es un vital dispositivo de seguridad pasiva diseñado para contener el desplazamiento de la cabeza hacia atrás, tanto en los impactos traseros como frontales”. Esta definición encontrada en la revista motor-new, es una breve explicación de este dispositivo del cual se basa este trabajo; con esta otra definición según un artículo de motor-new permite conocer con más precisión este elemento de seguridad dentro del automóvil; *“El reposacabezas es un dispositivo de retención que se encuentra detrás y cerca de la cabeza en el momento de una colisión por detrás. Es una condición necesaria para reducir cualquier movimiento relativo entre la cabeza y el torso,...”* (Motor-new 2001).

1.2.1 HISTORIA DEL REPOSACABEZAS

El reposacabezas no surgió para realizar la función que en la actualidad ejerce este dispositivo, si no por otras situaciones ajenas las cuales se enuncian a continuación: *“En la armada americana en los años 20, cuando a algunos pilotos se les nublaban la vista al ser catapultados en los despegues desde portaaviones. La adición de un reposacabezas rígido en los asientos de los pilotos eliminó este problema. La aparente eficacia de esta simple medida ilustra la importancia de reducir cualquier movimiento diferencial brusco entre la cabeza y el torso.”*

Más adelante, a partir de esta observación, surgió la inquietud en la industria automotriz de poner atención a este elemento, ya que, como nos dice la revista motor-new: *“cuando surgió por primera vez se tomaba como un elemento de comodidad para los ocupantes”*, por lo que a mediados de los años 50, se propusieron reposacabezas acolchonados unidos a la parte alta del respaldo de los asientos del automóvil para prevenir o reducir el riesgo de lesiones por latigazo cervical en las colisiones por alcance.

Esto llevo a concientizar a los diferentes productores de vehículos para tomar desde una nueva perspectiva al reposacabezas, siendo esto posible en el año de 1969. A partir de estas fechas en específico se dio una cierta importancia a este elemento, pero por medio de un estudio sobre demandas de seguros por lesiones en colisiones traseras en el año de 1972, se observó que redujeron estas demandas cuando surgieron los primeros modelos en E.U. equipados con reposacabezas en serie (O’Neil y col. 1972).

Esta misma inquietud llevo al Instituto para la Investigación sobre Seguridad Vial (S.W.O.V.): *“encontró que los reposacabezas evitaban entre un 20 y 25% de las lesiones de cuellos.*

Esto estaba basado en una comparación del número de lesiones de cuello entre los vehículos modernos y los vehículos de principios de los años sesenta.

Los diseños antiguos, ver figura 1.5 y 1.6, como lo menciona el Centro Zaragoza (Instituto de Investigación sobre reparación de vehículos, S.A.) no eran adecuados para la mayoría de los ocupantes.

La Oficina Nacional para la Seguridad del Tráfico obligó a que todos los coches nuevos fabricados y puestos en venta tuviesen reposacabezas en los asientos delantero, por tal motivo en E.U. surge la norma FMVSS 202 americana. Donde surgen las especificaciones a cumplir en los reposacabezas.



Fig. 1.5 Los vehículos antiguos no disponían de reposacabezas (Centro Zaragoza 2000)

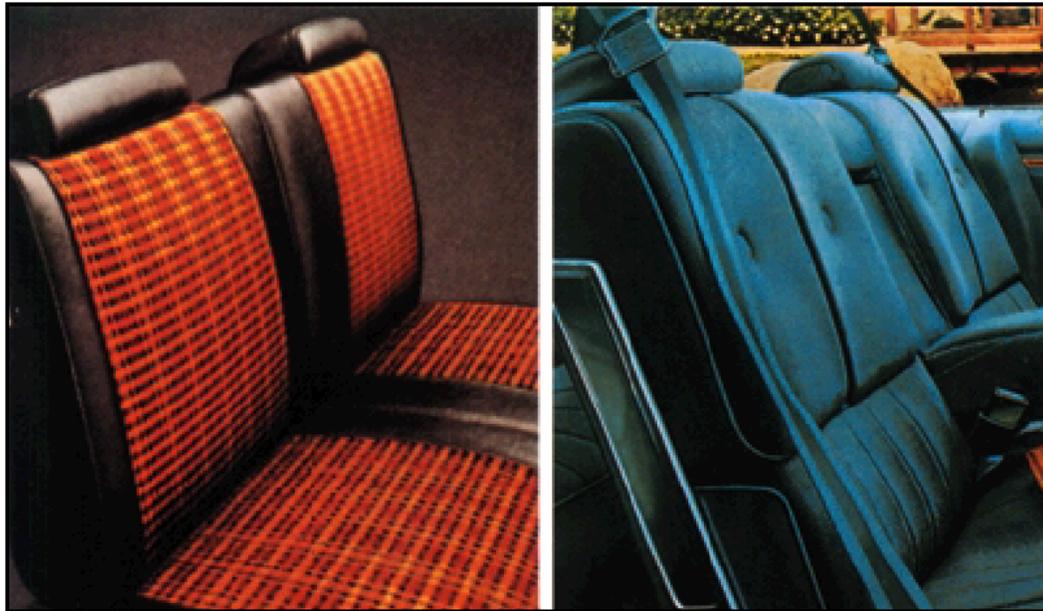


Fig. 1.6 Reposacabezas en modelos antiguos (Centro Zaragoza 2000)

Esto se hace notar por su importancia en otros países, implementando diversas normas respectivamente; ver tabla 1.3: “En Australia el gobierno incluyó la Norma de Diseño Australiana ADR 22 que se hizo efectiva en 1972. La norma canadiense (MVSR 202) se aplicaba originalmente sólo a vehículos turismo, pero se extendió a camiones ligeros y furgonetas.

Varios gobiernos europeos también introdujeron criterios de comportamiento para los reposacabezas en los años 70 (Comisión Económica Europea (ECE) 25; Naciones Unidas 1997. En 1978, la Comunidad Económica Europea hizo estos criterios obligatorios en los países de la comunidad (EEC 78/932; Consejo de las Comunidades Europeas, 1978)” (Centro Zaragoza 2000).

Tabla 1.3 Normas de diseño en distintos países con respecto al reposacabezas (Centro Zaragoza 2000)

ESPECIFICACIONES DE ALTURA PARA REPOSACABEZAS			
NORMA	ENTRADA EN VIGOR	Altura mínima sobre el punto de referencia	
		POSICIÓN BAJA	POSICIÓN ALTA
U.S. FMVSS 202	1969	NINGUNA	70 cm.
Australia ADR 22	1972	NINGUNA	70 cm.
Australia ADR 22 A	1975	70 cm.	NINGUNA
ECE 25	1972	65 cm.	70 cm.
EC 25	1992	70 cm.	75 cm.
EC 96/37	1998	75 cm.	80 cm.

Como se observa en la tabla 1.3, muchas de estas normas no tomaron en cuenta la distancia del reposacabezas a la cabeza, según el libro “El reposacabezas” es de vital importancia dentro de estas normas.

“Las distancias demasiado grandes respecto al reposacabezas aumentan el riesgo de lesión. Aunque no hay una definición exacta de la cuál es la separación correcta, la idea es que cuanto más cerca esté el reposacabezas de la parte de atrás de la cabeza, mejor. Generalmente la distancia mayor de 10 cm. se considera excesiva, por lo que futuras revisiones de los reglamentos deberían tener este hecho en cuenta” (Centro Zaragoza 2000).

1.2.2 TIPOS DE REPOSACABEZAS

Como se menciona anteriormente los reposacabezas en los coches antiguos eran ineficaces, ya que estos aparecían como una adaptación en el asiento del automóvil (ver figura 1.6). Por este motivo se mantenían fijos al asiento. Siendo un problema para las diferentes estaturas de los usuarios. Sin embargo, surgen los reposacabezas ajustables, siendo este otro problema a analizar por los expertos por tener fallas en cuanto a su función principal que es contener el movimiento de la cabeza con respecto al torso. Como siguiente innovación en este elemento se diseñaron los reposacabezas abatibles, ya que los ajustables cumplían tal vez con ajustarse algunas estaturas, sin embargo también deberían estar lo suficientemente cerca de la cabeza.

Existen diferentes estudios que se han hecho con respecto a estos tipos de reposacabezas; principalmente la investigación realizada por el Centro Zaragoza nos dice que los diseños de reposacabezas de los modelos de coche antiguo no eran adecuados para la mayoría de los ocupantes. En la posición mas baja la mayoría de los reposacabezas de los

vehículos de los años 70, no quedaban ni lo bastante altos, ni lo suficientemente cerca de la cabeza de los ocupantes, para ofrecer una protección adecuada en impactos por alcance.



Fig. 1.7 Reposacabezas fijos (Centro Zaragoza 2000)

Las especificaciones que no cumplen los reposacabezas fijos (fig. 1.7), y por las cuales no realizan su correcto funcionamiento son: (Lubin y Sehmer 1993)

- Mal diseño del reposacabezas y del asiento.
- Respaldo en una posición reclinada de forma que la cabeza quedaba lejos del reposacabezas.
- El conductor estaba inclinado hacia delante por una mala postura.

Al ver todos estos inconvenientes, se diseñaron los reposacabezas ajustables, surgiendo con estos más problemas a resolver.

Continúa este estudio diciendo que a principios de los 70 se empezó a detectar que la mayoría de los conductores dejaban sus reposacabezas ajustables en su posición más baja, donde no eran capaces de proteger a muchos ocupantes. Incluso en las posiciones altas muchos ocupantes no podían ajustar el reposacabezas a la altura conveniente para recibir una protección adecuada.

En una evaluación de la eficacia de los reposacabezas en los Estados Unidos tras su introducción obligatoria en 1969, se encontró que los reposacabezas reducían las lesiones de cuello en un 13% en total, y los reposacabezas fijos se encontraron más eficaces que los ajustables, con un 17% de eficacia de los primeros frente a un 10% de los segundos (Kahane 1982).

Esto se debe a que también este tipo de reposacabezas (ver fig. 1.8) no cumplen con las mismas especificaciones antes citadas, pero se encontró otro problema en específico que los conductores simplemente no habían ajustado el reposacabezas (Lubin y Sehmer 1993). El mal uso de los reposacabezas ajustables, radica en no encontrarse lo suficientemente cerca de la cabeza, por lo que tiene como consecuencia que este sistema sea inservible, y surgen los abatibles.



Fig. 1.8 Reposacabezas ajustable (Centro Zaragoza 2000)

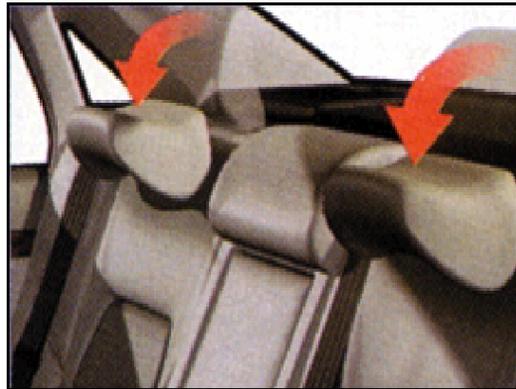


Fig. 1.9 Reposacabezas abatible (Centro Zaragoza 2000)

Cabe respaldar esta información con un estudio de observación sobre estos dos tipos de reposacabezas para conocer la eficiencia de cada uno de ellos, encontrado en un artículo en Canadian Family Physician realizado por Lubin y Sehmer (1993) donde proporcionan datos estadísticos, resultado de un estudio a 992 vehículos; cuántos tenían reposacabezas ajustable en su posición baja, cuántos tenían reposacabezas fijos, ajustables o de ningún tipo y qué proporción de conductores tenía el reposacabezas correctamente ajustado para sí mismo (Centro Zaragoza 2000).

Este estudio consistió en dos partes:

- Observación de 708 vehículos estacionados.
- Observación de 992 vehículos en movimiento.

Posición del reposacabezas según su tipo.

TIPO	POSICIÓN		
	CORRECTO (%)	INCORRECTO (%)	TOTAL
AJUSTABLE	285 (40.3)	409 (59.7)	694
FIJO	126 (67.4)	59 (32.6)	185
TOTAL	411 (46.3)	468 (53.7)	879

Tabla 1.4 Porcentajes de los diferentes tipos de reposacabezas con respecto a su posición (Centro Zaragoza 2000)

En la tabla 1.4, sólo el 46.3% de los conductores tenían reposacabezas ajustados correctamente. Sin embargo, el 67% de los vehículos con reposacabezas fijos lo llevaban bien ajustados. De los ajustables sólo el 40% estaban bien posicionados.

El reposacabezas bien ajustado, es aquel que se encuentre lo bastante alto y además que quede cerca por la parte de atrás del ocupante (Centro Zaragoza 2000).

1.2.3 ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL REPOSACABEZAS

El conjunto de elementos que constituyen un reposacabezas es muy simple y reducido, pero es importante conocer cada uno de ellos.

1.2.3.1 LA CABECERA

La cabecera es el elemento principal de este dispositivo, la cual se conforma de una estructura que le da rigidez, así como de un material blando (hule espuma) en su interior, el cual permite detener el movimiento de la cabeza del ocupante sin dañarlo al momento de choque, con un forro de tela en el exterior igual al asiento.

En realidad no se puede hablar específicamente de las características de la cabecera, ya que cada vehículo cuenta con diseños de reposacabezas, variando en formas y tamaños.

Como podemos ver en la figura 1.10 todos estos modelos varían estéticamente, sin embargo, deben estar estrechamente ligados al buen funcionamiento ya que, la forma debe ser la más óptima para que se acople perfectamente con la parte trasera de la cabeza del usuario, así como ser suficientemente alto para que pueda adaptarse a las estaturas de los diferentes usuarios.



Fig. 1.10 Distintos diseños de cabeceras de los reposacabezas (Centro Zaragoza 2000)

1.2.3.2 BARRAS DE ANCLAJE

Estas barras son las que permiten que la cabecera quede ensamblada directamente con el asiento del automóvil.

En el caso de reposacabezas fijos no tiene ninguna función específica, simplemente sirven para fijar la cabecera al asiento. Respecto a los reposacabezas ajustables y abatibles, estas barras modificarán su forma con respecto a los distintos modelos de vehículos.

Como menciona el Centro Zaragoza algunos modelos tratan de compensar el efecto de la inclinación del respaldo del asiento mediante barras de anclaje del reposacabezas que están “dobladas” hacia delante en un ángulo entorno a los 25 grados (ver fig. 1.11). Algunos reposacabezas fijos presentan una curvatura para ceñirse al contorno del ocupante lo más posible.



Fig. 1.11 Distintos modelos de barras de anclaje con una cierta inclinación (Centro Zaragoza 2000)

1.2.3.3 PESTAÑAS DE FIJACIÓN

Estas pestañas de fijación no se encuentran en todos los modelos de reposacabezas, ya que esto también depende mucho del diseño que se tenga en el vehículo, es necesario que los reposacabezas ajustables sean capaces de mantenerse fijos en la posición deseada, para que éste sea funcional.

Según estudios del Centro Zaragoza, aún quedan muchos reposacabezas que una vez situados en una posición alta, caen por su propio peso cuando se presionan con la espalda sobre el respaldo del asiento. Para evitar esto, los reposacabezas deben diseñarse con algún mecanismo fijador, como un “clip” que mediante una pestaña que encaja en la barra del anclaje del reposacabezas impide su deslizamiento (ver fig. 1.2). Esta pestaña se libera apretando el botón para poder situar el reposacabezas a la altura adecuada.

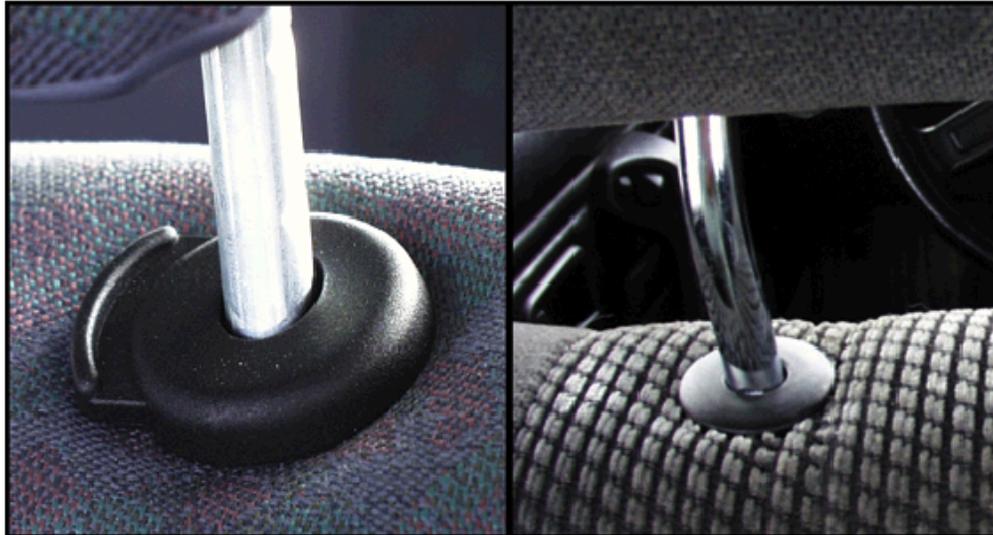


Fig. 1.12 Pestaña de fijación del reposacabezas (izda. con pestaña, dcha. sin pestaña)
(Centro Zaragoza 2000)

1.2.4 POSICIÓN DEL REPOSACABEZAS

Según un informe de la NHTSA la geometría del reposacabezas, específicamente la altura y separación por detrás de la cabeza del ocupante con respecto al reposacabezas, pueden tener una influencia significativa y severidad de las lesiones por latigazo cervical en las colisiones por alcance.

1.2.4.1 ALTURA

Es un factor importante en cuanto a la seguridad del conductor, esto se estima mediante estudios a partir de tablas antropométricas para determinar la altura de los reposacabezas, medida paralela al respaldo del asiento, desde el punto teórico de articulación de la pierna con la cadera (punto "H") deberían estar en el rango del 39-40% de la altura total del ocupante para estar correctamente colocado tras la cabeza del ocupante (Stewart 1980).

Para los usuarios en general, es difícil comprender la relación de la altura del reposacabezas con respecto al punto "H" (ver fig.1.13).

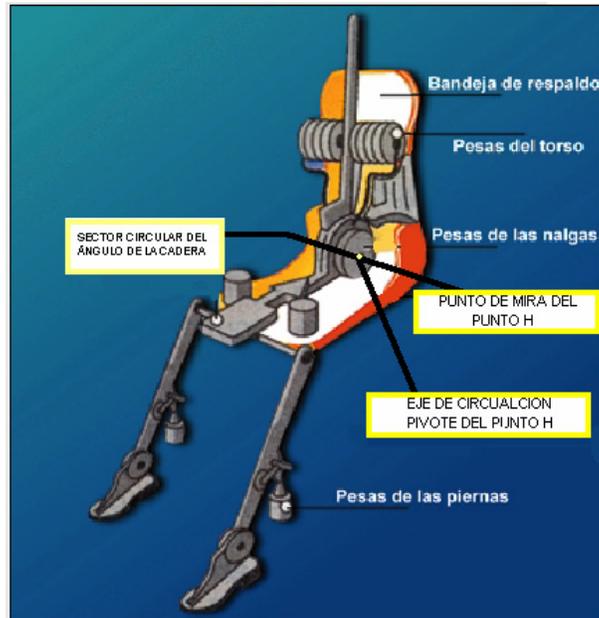


Fig. 1.13 Localización del punto H en un dummy
(Centro Zaragoza 2000)

Por este motivo se toma como referencia, que el centro del reposacabezas debe quedar a la altura del centro de gravedad de la cabeza, lo que se consigue aproximadamente cuando el borde superior del reposacabezas queda a la misma altura que la punta de la cabeza. Si la altura de reposacabezas queda al menos a la misma altura que el occipucio de la cabeza (aproximadamente a la altura de los ojos) se considera también correctamente ajustado en altura (Kaen 1982).

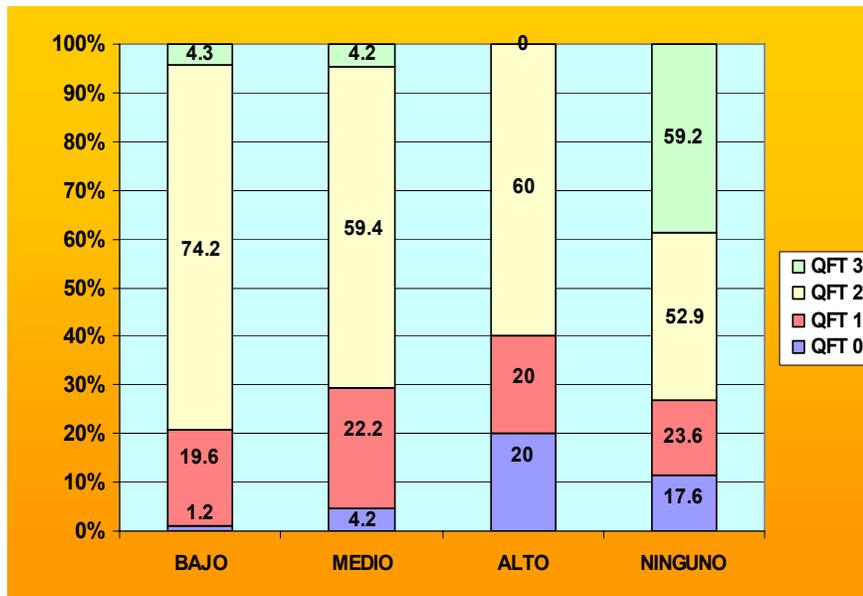
Si el reposacabezas se encuentra demasiado bajo, a la altura de la nuca del conductor (fig. 1.14), puede provocar lesiones aún más graves que si no se tuviera un reposacabezas, ya que al momento del choque golpearía con más fuerza la nuca del conductor.



Fig. 1.14 Reposacabezas demasiado bajo
(Centro Zaragoza 2000)

Langwieder k. en 1996 realizo un estudio sobre las diferentes posiciones del reposacabezas, en el cual tomo tres parámetros: baja, media y alta, en comparación con la falta total de reposacabezas, por medio de este estudio se obtuvo un resultado significativo: cuanto más baja es la posición del reposacabezas mayor es el porcentaje de lesiones graves del cuello QTF (Quebec Task Force).

Tabla 1.5 Ajuste del reposacabezas y grado QFT, según Langwieder (Centro Zaragoza 2000)



Langwieder concluye que es mejor no tener ningún reposacabezas que llevarlo demasiado bajo, sin embargo, una buena posición (es decir alta) del reposacabezas puede ayudar a evitar una mayor gravedad de lesión en las cervicales, comparado con un ajuste bajo.

1.2.4.2 SEPARACIÓN

Como se mencionó anteriormente la altura es un factor primordial para evitar lesiones en las colisiones por alcance (fig. 1.15), pero existe otro factor que es igual de importante para que el reposacabezas sea funcional, y es la separación que se tiene entre la parte de atrás de la cabezas con respecto al reposacabezas.

Como lo muestran algunos estudios que se han hecho, se debe de disminuir la distancia horizontal entre la cabeza y el reposacabezas, ya que esto reduce el movimiento de hiperextensión y retracción del cuello y, en consecuencia, se reduce la posibilidad de sufrir lesiones de impacto trasero.

Un grupo de expertos reunidos en Lyon en 1994 recomendó que los reposacabezas debieran estar tan cerca de la cabeza como fuese posible.



Fig. 1.15 Reposacabezas demasiado alejado
(Centro Zaragoza 2000)

Como lo menciona el Centro Zaragoza en su investigación del reposacabezas, nos dice que *“la altura del reposacabezas determina la localización del punto del contacto y la dirección de la fuerza aplicada sobre la cabeza, es muy importante a la hora de determinar el movimiento que tendrá la cabeza y las cervicales durante la colisión por detrás”*.

Dicho movimiento de la cabeza y cervicales también es sensible a la separación horizontal con respecto al reposacabezas. Para una altura de reposacabezas dada, la distancia horizontal determina dos parámetros principales: que el contacto entre la cabeza y reposacabezas se produzca antes o después en relación al contacto entre el torso y el respaldo del asiento y la cantidad de traslación y giro relativo entre la cabeza y la parte superior del torso.

Estos estudios se basan sólo en cinemática donde se observa que las separaciones horizontales menores de 10 cm. minimizan el desplazamiento y giro relativo de la cabeza respecto a la parte alta del torso puede llevar a una disminución de las lesiones cervicales. Esta información recabada nos lleva a decir que, la posición correcta es la combinación de un reposacabezas alto junto a una separación por detrás del reposacabezas pequeña puede ofrecer la mejor protección contra las lesiones por latigazo cervical en accidentes por alcance.

En investigaciones de la sociedad de seguros ICBC(Insurance Corporation of British Columbia) y el Instituto de investigaciones IIHS (Insurance Institute for Highway Safety), la posición ideal del reposacabezas (ver fig. 1.16) es aquella en la que el centro de gravedad del reposacabezas queda a la misma altura que el centro de gravedad de la cabeza (la parte superior de éste queda aproximadamente enrasada con la parte superior de la cabeza), y la distancia horizontal del reposacabezas con respecto a la parte posterior de la cabeza es de 4 cm. o menos. En ningún caso la altura del reposacabezas debe ser tal que su borde superior quede por debajo del nivel de los ojos, o que su separación por detrás sea mayor de 10 cm.

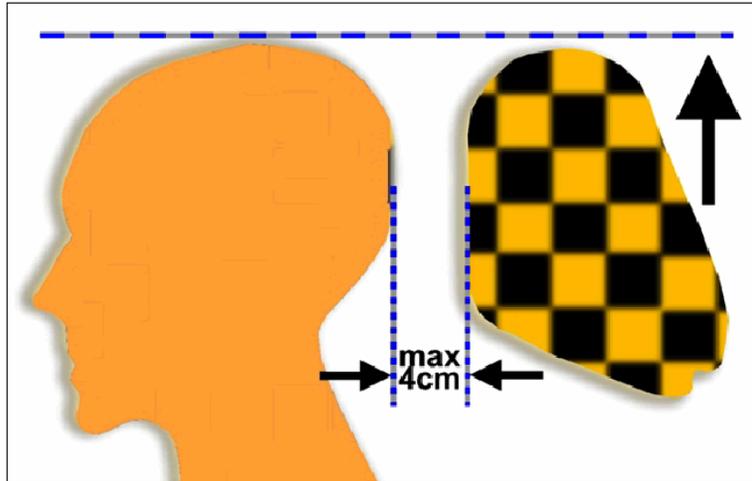


Fig. 1.16 Condiciones de ajuste óptimo
(Centro Zaragoza 2000)

1.2.4.3 INCLINACIÓN DEL ASIENTO

Sin dejar de darle importancia, la inclinación del asiento tiene una estrecha relación con el reposacabezas, ya que va unido al asiento del automóvil, y tiene este elemento también una gran influencia en cuanto a la funcionalidad del reposacabezas (ver fig. 1.17 y 1.18).

En algunas investigaciones que se han hecho mencionan como una característica importante del asiento, es el diseño de reposacabezas creados para seguir la línea marcada por el respaldo, que normalmente se reclina en un ángulo entorno a los 25° respecto a la vertical. Sin embargo, los ocupantes tienden a mantener sus cuellos en una posición vertical durante la conducción normal. Mientras que el torso puede estar reclinado entre 15° y 20° , la cabeza y cuello están verticales desde el nivel de los hombros.



Fig. 1.17 Asiento demasiado inclinado (aleja reposacabezas) (Centro Zaragoza 2000)



Fig. 1.18 El reposacabezas compensa la inclinación típica del respaldo de 20-25 grados

1.2.4.4 EVALUACIONES DE LOS REPOSACABEZAS

El centro Zaragoza junto con la Dirección General de Tráfico en España recopiló la siguiente información de los estudios realizados por la Sociedad de seguros ICBC, así como también los estudios que hizo por otra parte la IIHS (Instituto de Investigaciones para la Seguridad del Tráfico en EU.), la cuales citó como datos importantes para homologar la información compilada sobre la posición correcta de un reposacabezas.

1.2.4.4.1 VALORACIONES DE LA ICBC

“La entidad aseguradora Insurance Corporation of British Columbia (ICBC), desde 1992 publica una guía anual, en la cual compara diferentes modelos de automóviles dependiendo de algunas características básicas de seguridad.

Esta guía indica que para ser eficaz, el reposacabezas debe ser:

- Lo bastante alto:

La ICBC recomienda que la parte superior del reposacabezas, en su posición más baja, debería quedar como mínimo a la misma altura de la línea media del dispositivo de medición HRMC (Head Restraint Measuring Device), que representa el centro de gravedad de la cabeza de un hombre adulto de percentil 50.

- Lo bastante cerca:

Menos de 10 cm. desde la parte de atrás de la cabeza.

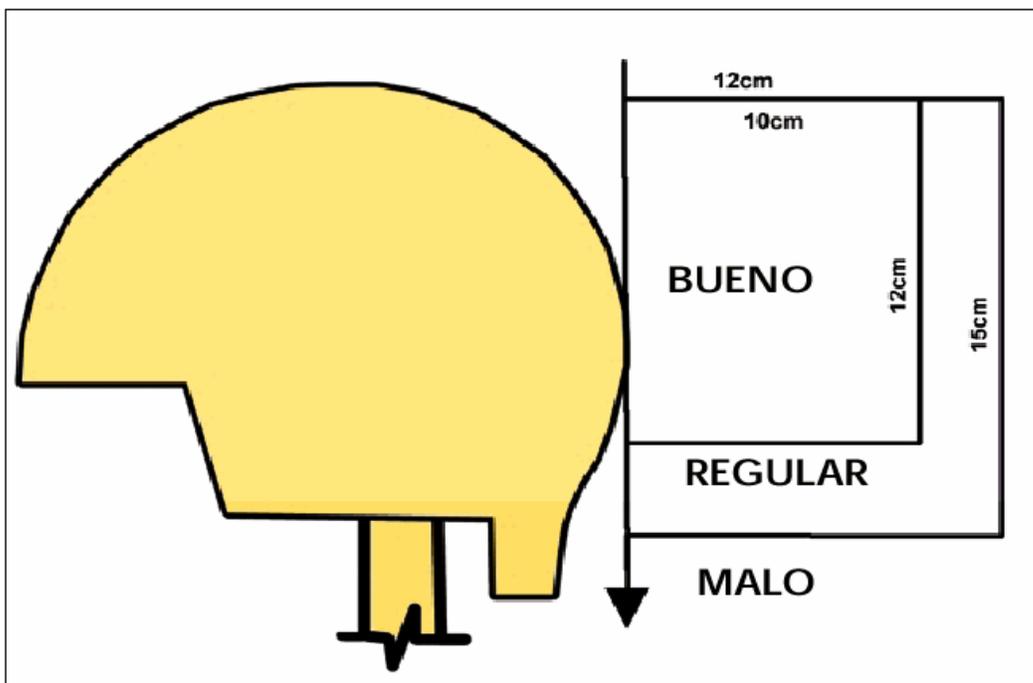


Fig. 1.19 Criterio ICBC (Insurance Corporation British Columbia)
(Centro Zaragoza 2000)

Las medidas de ICBC se toman con los reposacabezas ajustables en su posición más baja, ya que se ha comprobado que esta es la posición en la que la mayoría de los reposacabezas ajustables se dejan.” (Fig. 1.19)

1.2.4.4.2 VALORACIONES DE LA IIHS

“El Instituto de Investigación para la Seguridad del Tráfico en EU., también ha evaluado la geometría de distintos modelos de vehículos de diferentes ocasiones.

Las evaluaciones de reposacabezas de IIHS se basan también en dos criterios. El primero es la distancia vertical desde la punta de la cabeza de un hombre de tamaño medio hasta la punta del reposacabezas.

Se considera que un reposacabezas deberían estar al menos al mismo nivel que el centro de gravedad de las cabezas, o sea, alrededor de 9 cm. por debajo de la punta de la cabeza.

El segundo criterio es la distancia desde la parte de atrás de la cabeza de un hombre de tipo medio, hasta la parte frontal del reposacabezas. Cada reposacabezas evaluado se clasifica de acuerdo con cuatro zonas preestablecidas de antemano, definidas por las medidas de altura y separación horizontal del reposacabezas.

Según el IIHS cuanto más pequeña sea esta distancia, mejor y distancias mayores de 10 cm. se asocian con un riesgo mayor en un golpe por detrás. (Ver fig. 1.20)

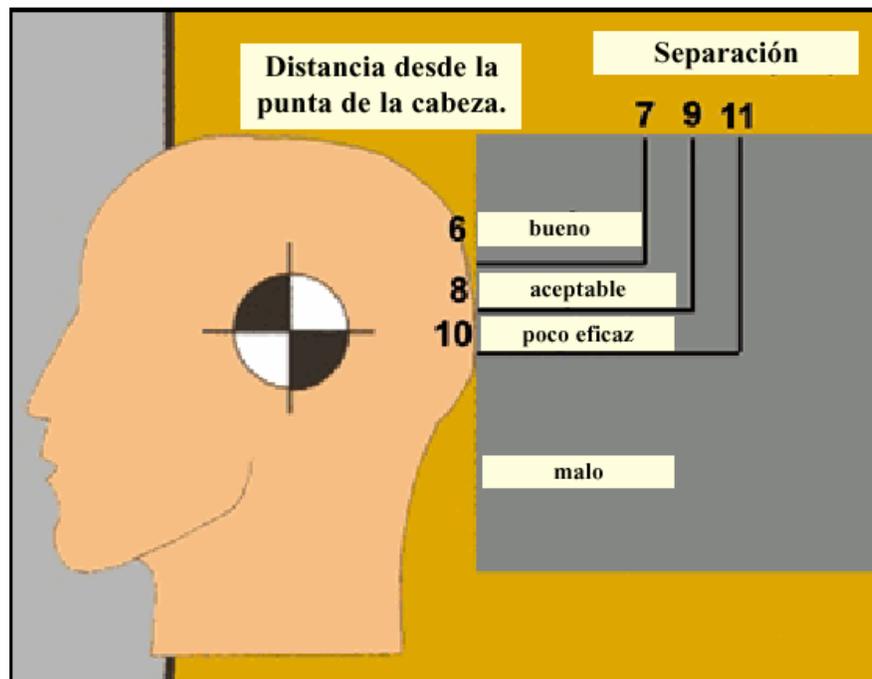


Fig. 1.20 Zonas de evaluación (Centro Zaragoza 2000)

Según estas evaluaciones, un reposacabezas es bueno si su geometría se coloca en las zona 1 sin ajuste; aceptable si cae en la zona 1 ajustándolo o en la zona 2 sin ajuste; poco eficaz si cae en la zona 2 tras ajustarlo o en la zona tres sin ajustarlo; y es malo si cae en la zona 4, independientemente del ajuste.”

LA PRIMERA CARACTERÍSTICA NECESARIA PARA QUE UN REPOSACABEZAS SEA EFICAZ ES UNA BUENA GEOMETRÍA.

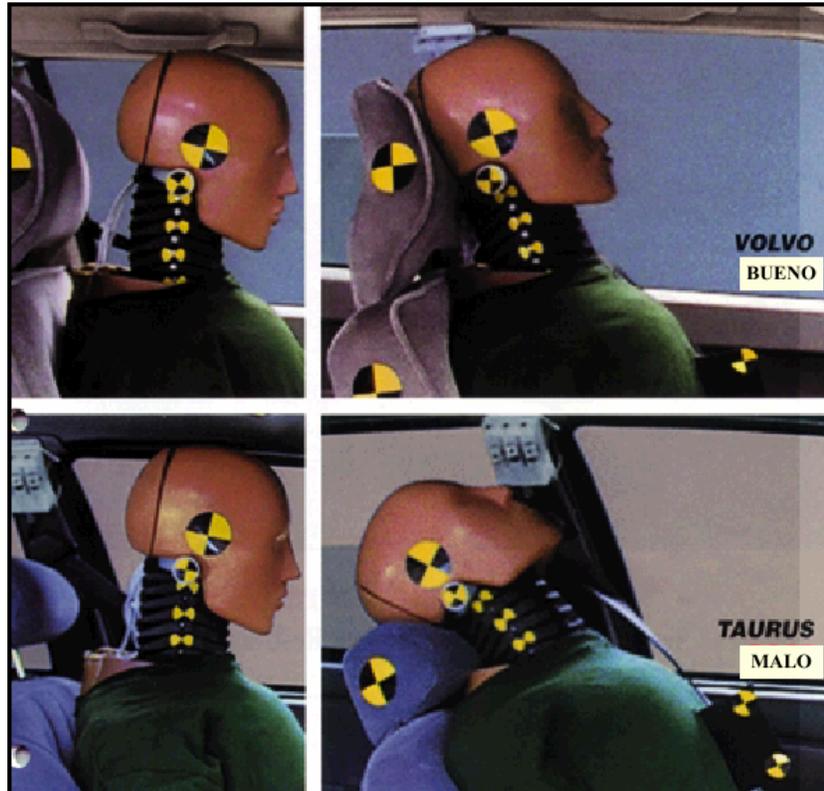


Fig. 1.21 Diferencias entre un buen y un mal reposacabezas (Centro Zaragoza 2000)

En esta ilustración se puede observar al momento de sufrir un choque por alcance, la gran diferencia que puede existir cuando se coloca en la posición correcta del reposacabezas y cuando éste no está bien colocado.

1.3 FUNCIONAMIENTO DE UN REPOSACABEZAS

Se ha comprobado que un reposacabezas, para ser eficaz, debe interactuar pronto con la cabeza en movimiento, antes de que se alcance el punto de máxima retracción del cuello (Svensson, M.Y. 1993).

Para su mayor efectividad, está estrechamente relacionado con el cinturón de seguridad, corroborando esta afirmación en un artículo de la revista “Pacocostas” donde nos dice que: *“Constituye el eslabón final de la cadena de sistemas de retención de los ocupantes formado*

por los cinturones, los airbags y los reposacabezas, y también funcionan en combinación con éstos, (...) el cinturón de seguridad es el elemento principal de este equipo, ya que sin él ni los airbags ni los reposacabezas, por sí solos, no sirven de casi nada” (RACE 2002).

Según el RACE (Real Automóvil Club de España), la función del reposacabezas es limitar el movimiento del cuello durante una colisión y reducir el riesgo de desnucamiento en el cuello, cervicales y columna vertebral. Más aún que en choques frontales, los reposacabezas son eficaces en accidentes por alcance trasero (cuando el automóvil es embestido por detrás), en los que el cuerpo y la cabeza se desplazan primero hacia atrás y luego hacia delante.

En el párrafo anterior se alude que el reposacabezas ofrece mayor protección en choques por alcance trasero, ya que para esto fue diseñado específicamente, por lo tanto, se puede interpretar que la función principal del reposacabezas es proteger en los impactos por alcance trasero evitando como ya se señaló anteriormente riesgos de desnucamiento de cuello, cervicales y columna vertebral. Por lo consiguiente su función secundaria es ofrecer protección contra el rebote en colisiones frontales y así como también, el reposacabezas evitará la colisión entre los ocupantes de las plazas delanteras y traseras en estos accidentes (Centro Zaragoza 2000).

Como se citó anteriormente sobre la correcta posición del reposacabezas, es un punto clave para que este dispositivo sea eficaz al momento del choque cuando tenga que interactuar directamente con el conductor.

El conocer el funcionamiento de este dispositivo es un punto significativo para conocer más a fondo sobre este trabajo. Sin embargo, sería de gran utilidad discernir que sucede cuando se carece de este dispositivo.

1.3.1 QUE OCURRE SI NO HAY REPOSACABEZAS (Soria 2001):

- Inicialmente, el respaldo del asiento empuja hacia delante el torso del ocupante. La cabeza permanece en la misma posición original.

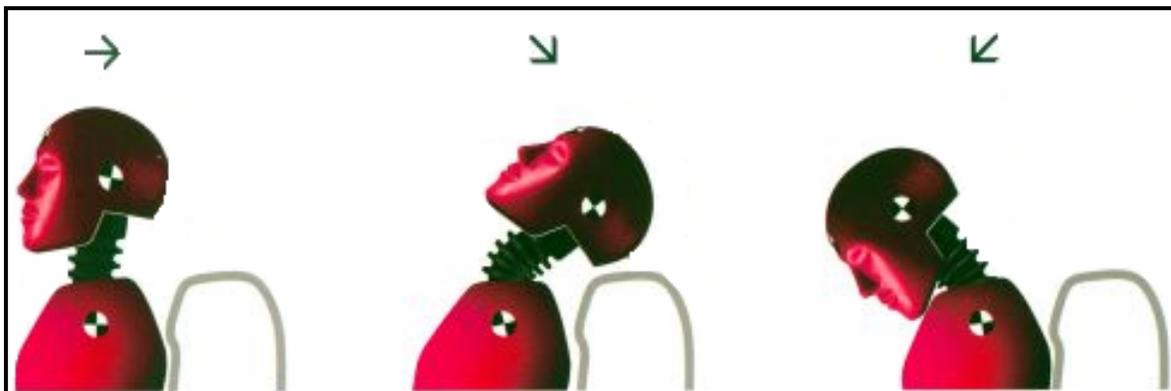


Fig. 1.22 Fases del latigazo cervical sin reposacabezas (Súper Motor 2001)

- Tras un primer desplazamiento relativo principalmente horizontal, la cabeza comienza a girar hacia atrás.
- Una vez se ha alcanzado la máxima extensión hacia atrás del cuello, la cabeza gira hacia delante y de modo aún más brusco, reproduciendo en conjunto un movimiento similar a un 'latigazo'.

Esto revalida la importancia del reposacabezas como primer paso para evitar las lesiones por latigazo cervical, en choques por alcance trasero principalmente.

1.4 LESIONES

El contenido de esta obra (El Reposacabezas) se está ocupando como la principal referencia como apoyo bibliográfico para la realización de este trabajo, donde encontramos diversas escalas de medición para lesiones ocurridas en colisiones por alcance trasero y frontal. Estas escalas son de gran utilidad para tener referentes para apoyar los procesos experimentales.

Existen dos nomenclaturas que representan distintas escalas de gravedad de lesión, según los siguientes criterios: La primera de ellas es a su nivel AIS: Abbreviated Injury Scale (Escala Abreviada de Lesiones). Esta escala es una forma de codificar la gravedad de las lesiones que se emplea frecuentemente para describir el estado de los que han sufrido un accidente de tráfico. También se suele emplear el término **MAIS**, que indica el máximo valor alcanzado en la escala AIS (Centro Zaragoza 2000). Se representa con una tabla de niveles de AIS según la severidad de lesión.

Tabla 1.6 Escala AIS (Centro Zaragoza 2000)

AIS	SEVERIDAD
0	NINGUNA
1	POCO GRAVE
2	MODERADA
3	GRAVE
4	MUY GRAVE
5	CRITICA
6	MORTAL

En la siguiente tabla nos muestra el nivel de AIS con respecto a lesiones o síntomas en cada una de las regiones afectadas al momento del impacto.

Tabla 1.7 Ejemplos de lesiones según AIS para distintas partes del cuerpo (Centro Zaragoza 2000)

AIS	CABEZA	TÓRAX	REGION ABDOMINAL Y PÉLVICA	COLUMNA	EXTREMIDADES
1	<i>Dolor de cabeza o inestabilidad.</i>	<i>Fractura de una costilla.</i>	<i>Laceración superficial de la pared abdominal.</i>	<i>Distensión sin fractura o dislocación.</i>	<i>Fractura de dedo.</i>
2	<i>Inconsciencia de menos de una hora.</i>	<i>Fractura de 2 ó 3 costillas.</i>	<i>Laceración o contusión del hígado, páncreas o riñón</i>	<i>Fractura que no indica lesiones en la médula.</i>	<i>Fractura simple de tibia o pelvis.</i>
3	<i>Inconsciencia durante 1-6 horas. Fractura con depresión.</i>	<i>Fractura de 4 o más costillas con neumotórax o hemotórax.</i>	<i>Laceración grave de páncreas o riñón</i>	<i>Vértebra rota con daño en el nervio.</i>	<i>Dislocación de rodilla o fractura de fémur.</i>
4	<i>Inconsciencia durante 6-24 horas. Fractura abierta.</i>	<i>Fractura de 4 ó más costillas con hemotorax o neumotorax. Contracción del pecho.</i>	<i>Laceración grave del hígado.</i>	<i>Síndrome medular incompleto.</i>	<i>Amputación o aplastamiento de la pelvis (cerrado)</i>
5	<i>Inconsciencia de más de 24 horas. Gran hematoma.</i>	<i>Laceración de la aorta.</i>	<i>Rotura de riñón, hígado o colon.</i>	<i>Tetraplegia.</i>	<i>Aplastamiento de la pelvis. (abierto)</i>

QFT: Québec Task Force. El grupo de trabajo de Québec (GTQ) es una comisión de expertos creada para analizar en profundidad los desórdenes asociados al latigazo cervical (tabla 1.7).

Como resultado de su trabajo estableció el siguiente criterio de clasificación de lesiones específicas del latigazo cervical según su gravedad.

Tabla 1.8 Clasificación QFT de lesiones de cuello (Centro Zaragoza 2000)

Grado	Presentación clínica
0	<i>Sin queja sobre el cuello. Sin signos físicos.</i>
1	<i>Quejas sobre dolor en el cuello, rigidez o sensibilidad solamente. Sin signos físicos.</i>
2	<i>Quejas en el cuello y signos músculo-esqueléticos. Rango de movimientos limitado, sensibilidad local.</i>
3	<i>Quejas en el cuello y signos neurológicos. Reflejo de los tendones disminuidos, deficiencias sensoriales.</i>
4	<i>Quejas en el cuello y fractura o dislocación.</i>

Esta clasificación es la que se emplea con más frecuencia en los estudios sobre latigazo cervical realizados a partir de 1995, mientras que los más antiguos emplean todavía la escala AIS de lesiones aplicada al cuello.

Según el Consejo Internacional de Investigación sobre la Biomecánica del Impacto (IRCOBI) y un Congreso Mundial sobre los Desórdenes Asociados al Latigazo cervical; las lesiones resultan del movimiento brusco entre la cabeza y el torso, y si se consigue reducir el movimiento, es improbable que las lesiones ocurran. Se han dado varias hipótesis sobre los mecanismos precisos que producen estas lesiones por latigazo cervical pero no están del todo comprendidos (Centro Zaragoza 2000).

“Este movimiento se genera en las colisiones por alcance entre vehículos cuando la parte superior del torso es empujada hacia delante por el respaldo del asiento, pero la cabeza no” (Langwieder K. 1981).

Según la obra “El reposacabezas”, Svensson (1993), los descubrimientos de Mertz y Patrick (1967,1971) y de McConnell y col. (1993), las lesiones en los tejidos del cuello se evitan en colisiones por detrás si se impide el desplazamiento entre la cabeza y el torso. Pero aún pueden ocurrir lesiones en una colisión trasera incluso si el cuello no supera el rango natural de movimiento angular hacia atrás de la cabeza (ver fig. 1.23).

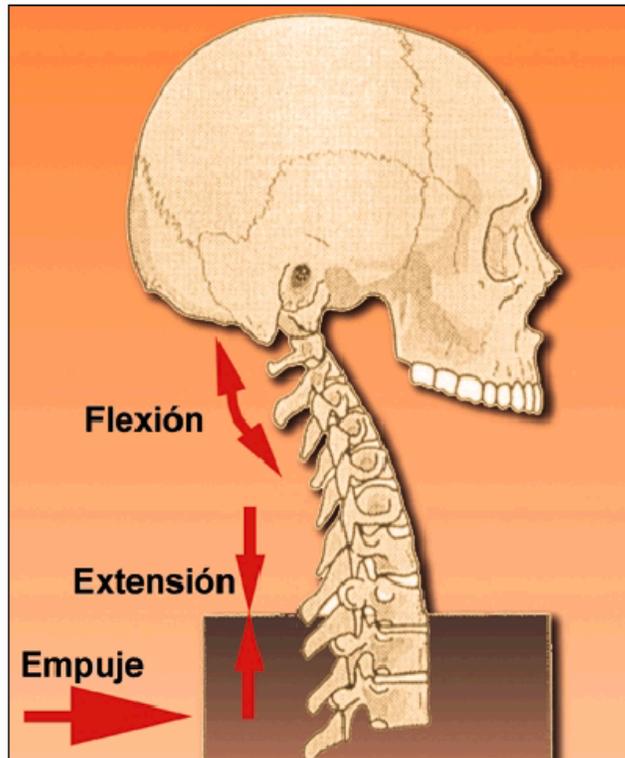


Fig. 1.23 Durante la retracción la parte superior está en flexión y la parte inferior en extensión (Centro Zaragoza 2000)

Descubrimientos como estos y otros similares significan que la lesión por “latigazo cervical” no es provocada principalmente por la hiperextensión el cuello, si no es probable que implique mecanismos más complejos de la zona cervical que causen daño en los nervios o en las articulaciones de las vértebras. Estos movimientos incluyen extensión de la parte baja de las cervicales y flexión al mismo tiempo de la parte alta, y fuerzas internas de compresión, de cizalla y momentos de giro en el cuello.

Desde un término físico, se citará una explicación sobre la cinemática del ocupante, esto es lo que probablemente lleva a las distintas lesiones que el conductor sufre al momento de un impacto.

“La cinemática es el análisis de los movimientos observados en las partículas o sistemas, independientemente de las causas que los provocan, constituye el objeto de estudio de la cinemática”.

La complejidad alcanzada por cualquier movimiento apreciado en la naturaleza resulta elevada y difícil de plantear sin recurrir a simplificaciones iniciales que aproximen dicho movimiento a una superposición de otros más sencillos y regidos por trayectorias susceptibles de ser expresadas mediante notaciones matemáticas. (Enciclopedia Hispánica, 1990)

De acuerdo al estudio que se hizo por el IRCOBI nos dice que la cinemática del ocupante de un vehículo que sufre un alcance por detrás se puede descomponer en tres tipos de movimientos (fig. 1.24):

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

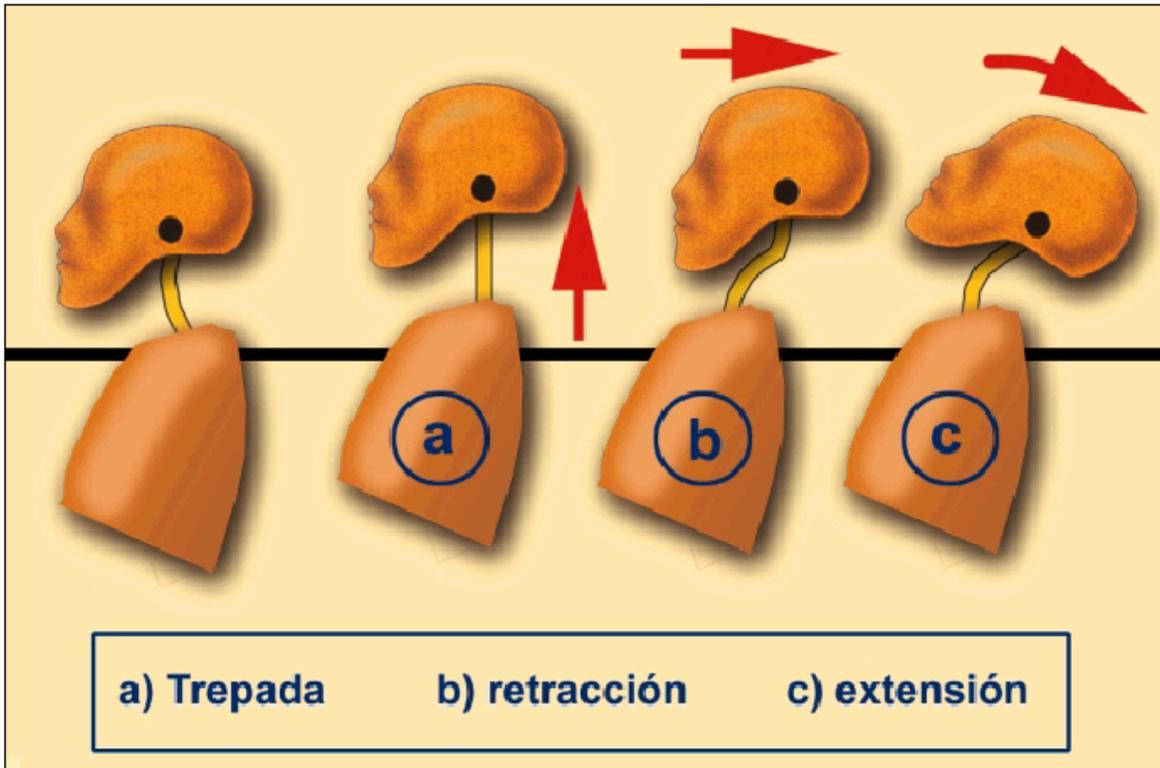


Fig. 1.24 Representación esquemática de los movimientos del ocupante
(Centro Zaragoza 2000)

Este comportamiento del ocupante durante el impacto no puede dividirse completamente en etapas aisladas en el tiempo ya que los movimientos a) y b), por ejemplo, pueden darse simultáneamente.

Este estudio nos permite ver más a detalle lo que sucede en un choque en milésimas de segundo, sin que el conductor se de cuenta de este proceso que puede provocar lesiones graves. Así es el sistema en donde surgen o provocan las lesiones en el conductor, por la forma en la que sucede este proceso es por el cual se presenta el “síndrome del latigazo cervical”, siendo este el más común en este tipo de sistemas de choque.

El cuello tiene dos tipos de movimientos naturales debido a la estructura que lo compone que es hacia delante y hacia atrás, en términos más técnicos empleados por GTQ son:

- Flexión del cuello: movimiento por el cual la cabeza gira de modo que la barbilla se acerca hacia el esternón.
- Extensión del cuello: es el momento opuesto al de flexión. La barbilla se aleja del esternón.

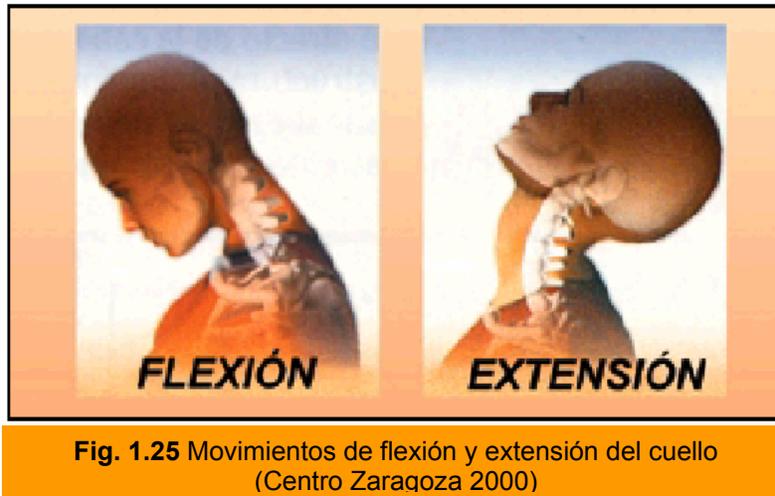


Fig. 1.25 Movimientos de flexión y extensión del cuello
(Centro Zaragoza 2000)

Como se pudo observar en el proceso de la cinemática del ocupante en un choque, estos movimientos no se dan de manera natural, rebasando los límites que tiene el ocupante de extensión, por la velocidad en la que se da este movimiento. Por lo que surge un tercer término, el cual se presenta en cambios bruscos en relación con colisiones por alcance trasero.

- Hiperextensión: movimiento de extensión cuya amplitud va más allá de los valores alcanzables de modo voluntario.

Para que ocurra este evento debe de existir un factor externo, el cual se presenta en la velocidad que se tenga al momento del impacto, ya que repercute directamente al cuello. A este otro factor se le da el término de:

- Delta-V (ΔV): Cambio de velocidad experimentado por un vehículo como consecuencia de una colisión. (Capítulo III)

Después de analizar cada uno de los factores implicados, se puede tener una idea visual de cómo es que se suscitan las lesiones al momento del impacto.

1.4.1 SÍNDROME DEL LATIGAZO CERVICAL

Este síndrome es la consecuencia que se tiene cuando se sufre un accidente por alcance trasero, como ya se ha mencionado anteriormente.

El síndrome del latigazo cervical ha sido estudiado plenamente por los expertos en la materia, del cual según Sara Soria (2001) las manifestaciones o síntomas asociados al latigazo cervical son:

- Micro-dolores, que incluso a veces son difíciles de identificar por el propio paciente, pero que conllevan a molestias y pueden interferir con determinadas actividades habituales.
- Lesiones musculares.
- Pequeñas hemorragias internas.
- En los casos extremos, hernias discales e incluso rotura de vértebras.

Algunos investigadores apuntan a la posibilidad de que un ligero estiramiento de los nervios situados en el cuello pueda causar la mayor parte de los síntomas del latigazo cervical (mareos, dolor en el cuello, migrañas, etc.) (Soria 2001).

Después de este preámbulo sobre el síndrome, desglosaré desde una perspectiva médica el origen de la causa de estas distintas manifestaciones en forma aún más amplia. Este síndrome también llamado “traumatismo por aceleración” según la página del portal de ortopedia, OrtoInfo, dice textualmente:

“Cuadro clínico de un traumatismo de la columna cervical pero que también puede resultar de una conmoción cerebral o de la concurrencia de ambos. El Síndrome del Latigazo Cervical es un traumatismo cerrado sobre el raquis cervical, por mecanismo lesional indirecto, con afectación exclusiva de partes blandas. Son las consecuencias de un movimiento brusco de aceleración o parada del tronco, que da lugar a una inclinación de la cabeza en sentido contrario, con la correspondiente flexión de la columna cervical.”

Continuando con la explicación del estudio del mismo artículo, donde se anota cómo se produce esta lesión y corroborando la intención de este trabajo, el cual se centra en esta problemática para tener referentes de mi investigación.

Otros estudios (Centro Zaragoza, 2000) que se han hecho nos dicen que el latigazo cervical es un mecanismo de transferencia de energía en el cuello debido a un proceso de aceleración-deceleración, que puede ocurrir como resultado de colisiones por alcance entre vehículos, aunque también puede ocurrir durante otro tipo de actividades o accidentes. El impacto puede provocar lesiones en los tejidos blandos o estructuras clínicas conocidas como desórdenes asociados al latigazo cervical o WAD (Whiplash-Associated Disorders).

En experimentos de Svensson (1993) en la Chalmer University of Techn., mostraron que el movimiento angular del cuello y de la cabeza se retrasan unas 30 milésimas de segundo respecto al desplazamiento en dirección longitudinal (retracción), lo que indica que la cabeza realiza un movimiento de traslación durante los primeros 30 milisegundos tras del choque. Después de 60 milisegundos la transición del movimiento de retracción al de extensión del cuello se había completado, y la cabeza alcanzaba su máxima velocidad de giro (velocidad angular) hacia atrás. Estos cambios en el volumen de la columna debidos a la curvatura en forma de S ocurren relativamente pronto en la secuencia de movimientos, antes d que haya hiperextensión.

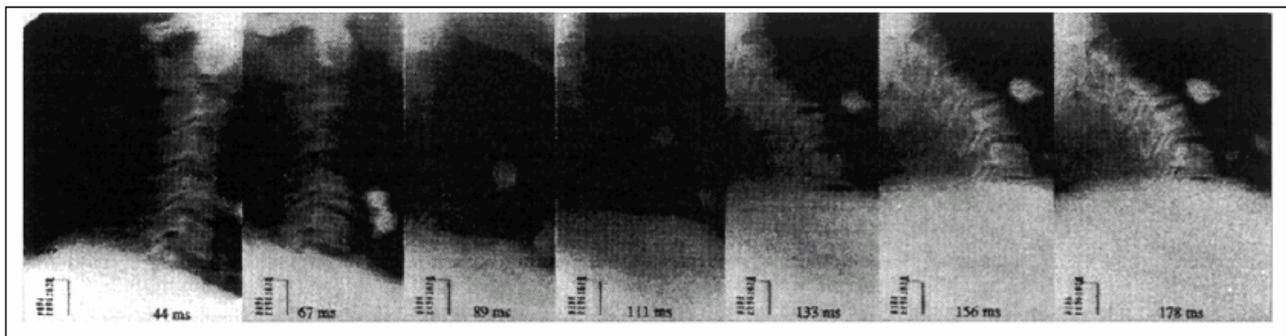


Fig. 1.26 Radiografías donde se observa que el cuello adopta una forma de “S” primero y luego se extiende por completo, mientras el torso sufre una elevación (Centro Zaragoza 2000)

El parámetro crítico no es tanto la cantidad de movimiento del cuello relativo al torso sino la rapidez con la que el cuello adopta la forma de “S”.

En experimentos de Kaneoka y col. (1999) realizados con voluntarios, la curvatura en forma de S del cuello alcanzó su valor máximo en el impacto.

Según el grupo de trabajo de Québec, la mayoría de las personas con desórdenes asociados al latigazo cervical padecer un problema de tipo benigno que se resuelve espontáneamente en días o en unas pocas semanas, y que requiere poco tratamiento.

<i>SÍNTOMAS ASOCIADOS A LOS WAD</i>		
<i>SÍNTOMA</i>	<i>PRESENTACIÓN (DE 0 A 11 DIAS)</i>	<i>PREVALENCIA DE LOS SINTOMAS TRAS 6 MESES</i>
<i>DOLOR DE CUELLO</i>	<i>88-10%</i>	<i>29-66%</i>
<i>RIGIDEZ DEL CUELLO</i>	<i>70%</i>	<i>25%</i>
<i>DOLOR DE CABEZA</i>	<i>54-66%</i>	<i>15-43%</i>
<i>DOLOR DE HOMBRO</i>	<i>40-42%</i>	<i>17%</i>
<i>PARESTESIA DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES</i>	<i>13-62%</i>	<i>38%</i>
<i>DEBILIDAD</i>	<i>18%</i>	<i>0%</i>
<i>DISFAGIA</i>	<i>16%</i>	<i>6-13%</i>
<i>VISUAL</i>	<i>8-21%</i>	<i>5-13%</i>
<i>AUDITIVO</i>	<i>4-18%</i>	<i>0-4%</i>
<i>VERTIGO</i>	<i>17-25%</i>	<i>DESCONOCIDO</i>

FUENTE: SPITZER Y COL. 1995

Tabla 1.9 Porcentajes en días de los síntomas asociados del WAD (Centro Zaragoza 2000)

La tabla superior muestra de una manera muy concisa los principales síntomas que se tienen cuando se ha sufrido el síndrome del latigazo cervical WAD, con algunas otras manifestaciones.,

Otras quejas manifiestas por los pacientes son:

- Trastornos de sueño.
- Mala memoria.
- Crujidos o “clicks” en el cuello.
- Sensación de inestabilidad en el cuello.
- Fatiga.
- Cambios de humos.
- Dolor de mandíbula.



Fig. 1.27 Radiografía del síndrome (Centro Zaragoza 2000)

1.4.2 CHOQUE DE CARAS CERVICALES A CONSECUENCIA DEL LATIGAZO CERVICAL

El síndrome del Latigazo cervical, es la lesión más común en las cervicales como ya se ha mencionado antes, sin embargo existen numerosas carencias en cuanto a como detectar este tipo de lesión específicamente, y como esta descrito en el tema anterior de una forma general, sus manifestaciones y síntomas de este problema; existe estudios aún con más precisión de cual es el mecanismo de las vértebras cervicales cuando se presenta el latigazo.

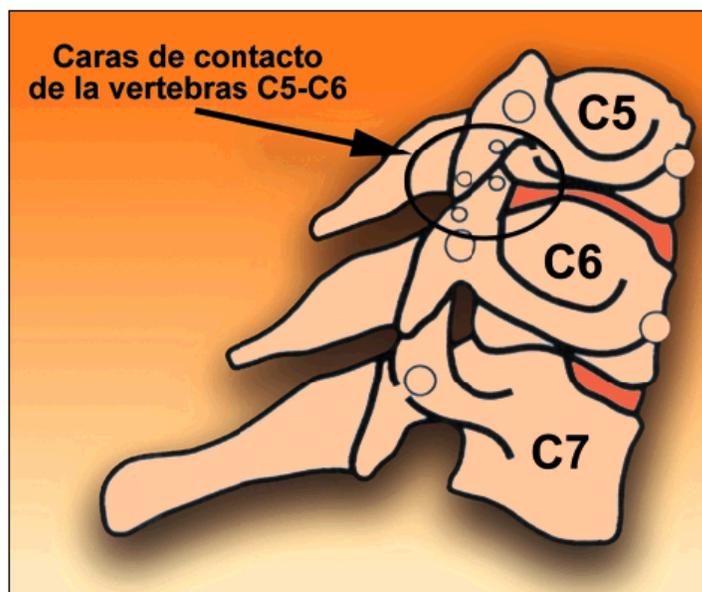


Fig. 1.28 Región de las vértebras C5 y C6 que entra en contacto (Centro Zaragoza 2000)

En el congreso de la Whiplash-Associated Disorders, en Canadá Kaneoka K, Ono K., (1999) surgió una hipótesis la cual no dice que: cuando la cabeza se mueve hacia atrás con respecto del pecho, las superficies de las vértebras cervicales pueden dañarse en puntos en los que las caras se rozan entre sí (fig. 1.28). El primer efecto del respaldo del asiento es provocar un estiramiento de la columna vertebral a la altura del tórax, lo que produce fuerzas de compresión axiales sobre la columna y altera las interacciones entre las cervicales bajas, facilitando un giro anormal de las mismas que tiene como consecuencia el contacto entre las caras posteriores de las vértebras cervicales (Kaneoka y col. 1999). Los ligamentos longitudinales anteriores del cuello se estiran durante este movimiento.

Las caras de la zona posterior de las cervicales tienen una gran densidad de nervios. Cuando el cuello está sometido a las fuerzas del choque, aparece una compresión desigual en las caras anterior y posterior de la unión entre las vértebras C5 y C6, que combinada con un movimiento de deslizamiento entre las vértebras debido a las fuerzas cortantes, produce un pellizco de los tejidos contenidos en la articulación, provocando sinovitis varias horas tras la lesión (Ono y col. 1997). Esta hipótesis explicaría los típicos dolores de cuello o molestias alrededor del cuello tras estos accidentes, así como el retraso en la aparición de los síntomas y su larga duración, debido al lento proceso de curación.

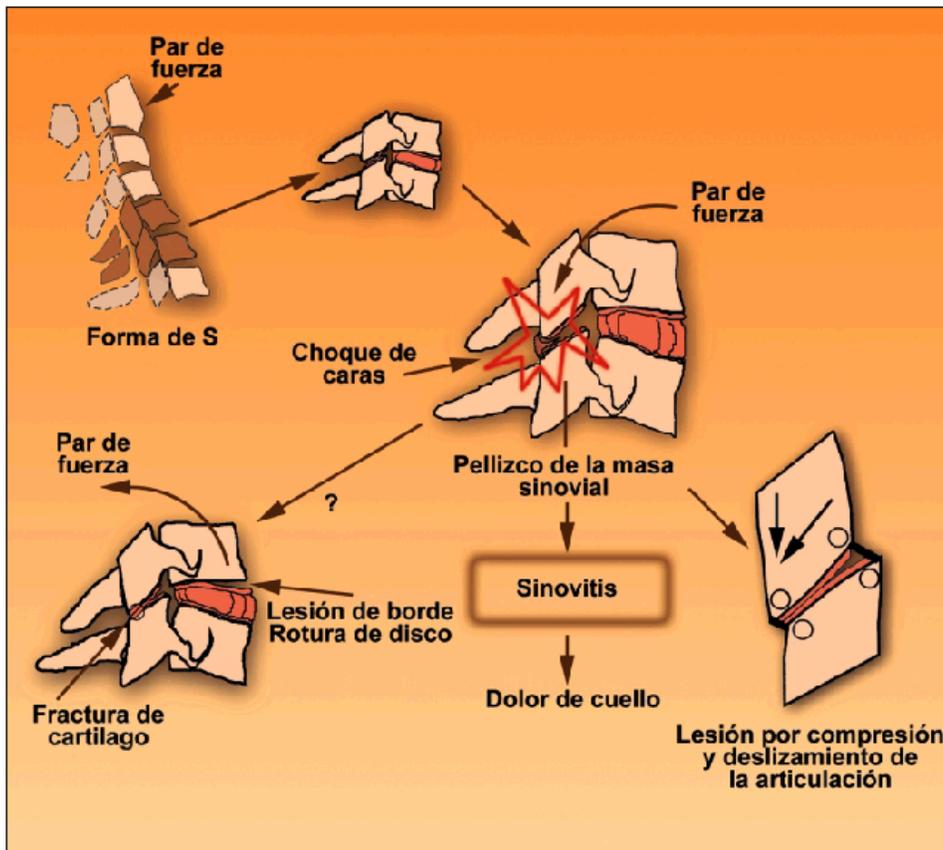


Fig. 1.29 Mecanismo de lesión por choque entre caras (Centro Zaragoza 2000)

También existen otras hipótesis sobre este mismo tema, en las cuales esta misma obra nos dice que las investigaciones recientes en Suecia por los expertos en la materia, que sugieren que se pueden producir daños en los nervios que llegan a la columna vertebral (Svensson y col. 1993).

Como ya se menciona cuando un ocupante mueve su cabeza hacia atrás con respecto al torso, la forma del cuello cambia y es ahí cuando suceden este tipo de mecanismos de lesión.

☼ CAPÍTULO II

ANÁLISIS DE REPOSACABEZAS DE AUTOS COMPACTOS EN MÉXICO

2.1 AUTOMÓVILES COMPACTOS

Este trabajo esta dirigido a realizar un dispositivo de seguridad (reposacabezas) para automóviles compactos principalmente, por lo que se realizo un análisis de campo a las distintas agencias de venta de automóviles en la ciudad de Oaxaca, con el fin de conocer sobre el automóvil compacto; así como demostrar a través de estadísticas de ventas, que este tipo de automóvil es el de mayores ventas en nuestra ciudad, y quizás en nuestro país.

No hay una definición específica para automóviles compactos, sin embargo hay ciertas características que los colocan en esta clasificación de autos. Según Claudia López y Jorge Cobían gerentes de las agencias de autos Renault y NISSAN respectivamente, mencionaron que los automóviles compactos tienen ciertas características como lo son:

- ☼ Dimensiones pequeñas (con respecto al resto de los automóviles existentes).
- ☼ Son de cuatro cilindros.
- ☼ Tienen una diversidad de presentación como los son: austeros, dos puertas, cuatro puertas, entre otros.
- ☼ Precios accesibles.
- ☼ Bajos costes en cuanto a mantenimiento se refiere.
- ☼ Consumen poca gasolina con respecto a otros automóviles.
- ☼ Entre otras.

Existe otra clasificación automóviles llamados subcompactos, que en realidad la variación con respecto a las características anteriores son mínimas, el motivo por el cual se llaman subcompactos es porque están mejor equipados y por la adición de otros accesorios, o simplemente por el estilo que tiene el mismo automóvil; este tipo de automóvil se incluirán en este análisis por sus características similares a los automóviles compactos, y específicamente en cuanto a dispositivos de seguridad se refiere.

Edgar Garza gerente de ventas de la empresa automotriz SEAT en Oaxaca, señalo que el elevado número de ventas de automóviles compactos, este tipo de vehículos son los que más se importan a nuestro país, por sus características que tienen estos autos, están dirigidos al segmento de mercado más amplio que existen en nuestro país.

En un artículo de la revista Dw-World.de afirman que el mercado de coches compactos va ganando importancia en Alemania. Ratificando esta afirmación por medio de un estudio publicado por el Instituto B&D Forecast, especializado en el sector automotriz.

Este estudio comienza diciendo que: “*se augura un futuro prometedor para el mercado de automóviles compactos y minis*”.

También nos dice que las tendencias registradas en la demanda obedecen a un cambio de las costumbres de vida. Cada vez crece más el número de personas que viven en las grandes metrópolis y que recorren distancias menores para llegar al trabajo o para satisfacer sus necesidades. Para las distancias mayores utilizan o el tren o el avión que ofrece actualmente precios muy competitivos. Además el constante incremento de los precios del petróleo ha incrementado el interés por este tipo de vehículos. Por lo mismo los compactos dejarán de ser poco a poco los "patitos feos". Los compactos modernos cumplen con los altos estándares de seguridad y a pesar de su tamaño el conductor no tiene que prescindir de la velocidad, como lo demuestra el Mini de BMW.

La conclusión de este estudio dice que los expertos esperan que la oferta de compactos se multiplique y que abarque todas las áreas, desde los cabrios, hasta los deportivos y todo terreno.

Para tener una visión más amplia sobre este tema, en la revista semanal del motor, hay un artículo de la Onda regional, con el nombre de “Estudio de la OCU sobre automóviles compactos”.

Este estudio realizado por la OCU (Organización de Consumidores y Usuarios) donde analizaron 23 automóviles pertenecientes a la categoría de los denominados compactos a la venta en España. Ya que la circunstancia de que este segmento concentra el mayor volumen de ventas en ese país.

En el estudio se ha analizado versiones diesel y gasolina en sólo tres casos (Peugeot 307, Volkswagen Golf y Nissan Almera), sin que la OCU explique por qué se ha seguido tal criterio. El trabajo analiza parámetros como la seguridad pasiva, impresiones al volante (OCU afirma que se basa en la opinión de conductores y especialistas, sin dar mayores explicaciones), calidad de vida a bordo, consumo y costo (adquisición y recorriendo 20.000 kilómetros en un año).

Las conclusiones del estudio realizado por la OCU indican que, salvo 3 casos (Kia Rio, Daewoo Lanos y Auto Vaz 110, es decir la nueva denominación de los modelos rusos Lada), los automóviles analizados igualan o superan la calificación global de aceptables, aportando buenas prestaciones mecánicas y de habitabilidad tanto en ciudad como en carretera.

2.1.1 MERCADO DE VENTAS DE AUTOMÓVILES COMPACTOS EN MÉXICO

En nuestro país (México), según Dexi Argüelles (2004) las cifras revelan el incremento en todos los segmentos: subcompactos 64.5%, compactos 29.4%, lujo 5.2% y deportivos 0.9.

El ranking en ventas lo lidera General Motors que entregó al público 21.818 vehículos, seguida por Nissan con 18.063 unidades, Ford y Volkswagen, con 14.973 y 13.841 automotores vendidos respectivamente.

La Asociación de la Industria Automotriz (AMIA) es una asociación civil constituida, por voluntad propia de las empresas fabricantes de vehículos establecidos en nuestro país, el 3 de enero de 1951. Con el propósito de tener una representación exclusiva para este sector industrial. Se investigó a través de la AMIA la venta de automóviles compactos, en el mercado nacional (tabla 2.1), y se encontraron tablas donde existe un reporte de ventas de automóviles en los diferentes estados del país. Estos datos dejaron ver que la venta de automóviles compactos en nuestro país es elevado.

Tabla 2.1 Reporte de ventas de automóviles por Estado de diciembre 2003 (AMIA 2003)

ESTADOS DE MÉXICO	COMPACTOS	DE LUJO	DEPORTIVOS	SUBCOMPACTOS	TOTAL AUTOS
AGUASCALIENTES	341	59	3	855	1,258
BAJA CALIFORNIA	420	98	6	453	977
CAMPECHE	154	7	1	384	546
CHIAPAS	389	31	2	955	1,377
CHIHUAHUA	776	125	17	900	1,818
COAHUILA	785	156	13	1,502	2,456
COLIMA	180	11	1	293	485
DISTRITO FEDERAL	7,196	1,400	236	14,829	23,661
DURANGO	270	18	1	520	809
GUANAJUATO	702	121	13	1,530	2,366
GUERRERO	288	23	7	1,183	1,501
HIDALGO	383	24	4	925	1,336
JALISCO	1,362	339	42	3,301	5,044
MÉXICO	2,319	264	55	7,051	9,689
MICHOACÁN	766	78	18	1,493	2,355
MORELOS	457	39	6	1,121	1,623
NAYARIT	105	10	3	213	331
NUEVO LEÓN	1,527	467	36	2,904	4,934
OAXACA	342	20	9	896	1,267
PUEBLA	826	129	28	2,124	3,107
QUERÉTARO	407	61	13	888	1,369
QUINTANA ROO	407	41	8	863	1,319
SAN LUIS POTOSÍ	482	50	8	1,017	1,557
SINALOA	716	120	7	901	1,744
SONORA	718	84	8	946	1,756
TABASCO	580	66	9	1,242	1,897
TAMAULIPAS	975	116	9	1,557	2,657
TLAXCALA	120	8	2	311	441
VERACRUZ	1,029	107	26	2,973	4,135
YUCATÁN	412	105	3	961	1,481
ZACATECAS	139	9	2	375	525
TOTAL AUTOMÓVILES	25,573	4,186	596	55,466	85,821

Tabla 2.2 Reporte de ventas de automóviles compactos por Estado del mes de diciembre (AMIA 2003)

ESTADOS DE MÉXICO	TIPO "A"															TIPO "B"
	DAIMLERCHRYSLER	FORD MOTOR CO.	GENERAL MOTORS	HONDA	MERCEDES BENZ	MITSUBISHI	NISSAN	PEUGEOT	RENAULT	SEAT	TOYOTA	VOLKSWAGEN	DAIMLERCHRYSLER	FORD MOTOR CO.	GENERAL MOTORS	TOTAL COMPACTOS
AGUASCALIENTES	12	10	70	10	1	0	64	9	15	1	6	99	25	4	15	341
BAJA CALIFORNIA	25	25	41	14	0	2	82	0	0	0	0	108	68	26	29	420
CAMPECHE	7	9	26	5	0	0	33	0	0	0	0	46	19	4	5	154
CHIAPAS	20	18	55	11	0	0	47	0	0	0	0	193	26	7	12	389
CHIHUAHUA	61	19	62	16	0	11	165	5	19	1	16	223	145	8	25	776
COAHUILA	43	80	88	26	0	5	110	14	9	0	18	189	144	14	45	785
COLIMA	7	6	18	5	0	8	55	0	0	0	0	51	22	5	3	180
DISTRITO FEDERAL	307	283	1,354	471	4	94	946	119	301	24	140	2,233	431	199	290	7,196
DURANGO	20	15	54	5	0	0	30	0	0	0	0	74	56	1	15	270
GUANAJUATO	29	37	141	30	1	8	62	9	15	0	10	220	72	19	49	702
GUERRERO	7	28	41	9	0	0	69	8	0	1	0	90	21	5	9	288
HIDALGO	19	37	84	15	0	0	39	8	0	5	0	101	29	19	27	383
JALISCO	50	85	146	59	0	19	267	20	41	2	80	335	150	56	52	1,362
MÉXICO	289	137	546	18	2	12	304	14	71	3	66	506	188	70	93	2,319
MICHOACÁN	32	21	97	25	0	12	125	6	25	0	11	302	66	17	27	766
MORELOS	7	19	102	16	0	3	76	7	20	1	0	173	17	5	11	457
NAYARIT	4	5	20	2	0	0	25	0	0	0	0	28	14	1	6	105
NUEVO LEÓN	88	70	137	62	0	16	218	42	35	9	68	473	211	24	74	1,527
OAXACA	20	31	54	8	0	5	79	5	13	4	0	87	31	1	4	342
PUEBLA	92	31	177	32	0	14	87	7	20	4	32	219	78	9	24	826
QUERÉTARO	14	31	43	9	0	2	69	13	17	2	12	123	49	11	12	407
QUINTANA ROO	35	17	74	4	0	0	51	6	14	2	0	109	70	9	16	407
SAN LUIS POTOSÍ	33	18	85	17	0	5	63	3	21	2	0	140	67	12	16	482
SINALOA	93	35	80	42	0	0	148	0	10	0	0	162	81	12	53	716
SONORA	43	37	48	12	0	0	206	0	0	0	0	176	118	16	62	718
TABASCO	44	38	69	11	0	8	136	9	29	4	0	151	63	6	12	580
TAMAULIPAS	71	45	99	28	0	10	160	0	27	1	0	311	148	15	60	975
TLAXCALA	10	6	11	6	0	0	13	0	0	2	0	49	19	2	2	120
VERACRUZ	40	71	177	39	0	20	218	14	25	2	13	253	105	23	29	1,029
YUCATÁN	29	30	66	12	0	6	63	4	20	1	22	92	36	16	15	412
ZACATECAS	13	11	38	9	0	0	18	0	0	0	0	19	20	2	9	139
TOTAL AUTOMÓVILES	1,564	1,305	4,103	1,028	8	260	4,028	322	747	71	494	7,335	2,589	618	1,101	25,573

Tabla 2.3 Reporte de ventas de automóviles subcompactos por estado, del mes de diciembre 2003 (AMIA 2003)

ESTADOS DE MÉXICO	TIPO "A"		TIPO "B"											
	VOLKSWAGEN	DAIMLERCHRYSLER	FORD MOTOR CO.	GENERAL MOTORS	MINI	MITSUBISHI	NISSAN	PEUGEOT	RENAULT	SEAT	SMART	VOLKSWAGEN	TOYOTA	TOTAL SUBCOMPACTOS
AGUASCALIENTES	4	9	80	347	0	0	235	34	11	31	0	103	1	855
BAJA CALIFORNIA	4	31	74	110	3	1	129	0	0	0	0	101	0	453
CAMPECHE	0	28	65	118	0	0	107	0	0	28	0	38	0	384
CHIAPAS	10	64	125	242	0	0	210	0	0	10	0	294	0	955
CHIHUAHUA	1	32	99	292	0	0	272	17	10	44	0	130	3	900
COAHUILA	0	72	224	415	2	0	377	117	29	21	0	243	2	1,502
COLIMA	0	24	39	82	0	3	102	0	0	0	0	43	0	293
DISTRITO FEDERAL	196	498	1,127	4,090	52	25	3,894	283	487	701	7	3,456	13	14,829
DURANGO	0	42	60	156	0	0	132	0	0	0	0	130	0	520
GUANAJUATO	4	67	194	545	7	7	289	49	16	29	0	319	4	1,530
GUERRERO	39	16	152	222	0	0	205	35	0	66	0	448	0	1,183
HIDALGO	1	31	159	309	0	0	197	30	0	58	0	140	0	925
JALISCO	14	125	477	896	10	1	1,002	65	55	204	5	437	10	3,301
MEXICO	10	227	1,242	2,621	0	4	1,350	51	116	213	1	1,209	7	7,051
MICHOACAN	6	93	172	519	4	2	339	25	28	26	0	277	2	1,493
MORELOS	86	40	80	241	0	3	193	24	27	36	0	391	0	1,121
NAYARIT	1	17	21	72	0	0	61	0	0	0	0	41	0	213
NUEVO LEON	8	97	323	684	11	2	658	163	24	192	2	737	3	2,904
OAXACA	2	42	80	195	0	2	330	15	14	51	0	165	0	896
PUEBLA	7	142	193	640	7	2	473	33	60	142	0	424	1	2,124
QUERETARO	3	27	120	253	0	3	256	51	15	37	0	121	2	888
QUINTANA ROO	0	62	108	341	0	0	190	15	5	47	0	95	0	863
SAN LUIS POTOSI	1	31	92	320	0	1	193	21	17	53	0	288	0	1,017
SINALOA	4	45	130	307	0	0	282	0	7	36	0	90	0	901
SONORA	6	46	153	263	0	0	385	0	0	0	0	93	0	946
TABASCO	3	27	192	273	0	3	422	36	29	51	0	206	0	1,242
TAMAULIPAS	7	65	137	536	0	1	543	0	18	44	0	206	0	1,557
TLAXCALA	0	34	57	55	0	0	62	0	0	46	0	57	0	311
VERACRUZ	4	115	440	969	3	1	941	66	29	133	3	269	0	2,973
YUCATAN	2	72	165	343	0	0	160	31	19	32	0	137	0	961
ZACATECAS	0	10	61	211	0	0	62	0	0	0	0	31		375
AUTOMÓVILES	423	2,231	6,641	16,667	99	61	14,051	1,161	1,016	2,331	18	10,719		55,466

Las tablas anteriores se desglosan de forma particular las distintas marcas que hay en nuestro país, conociendo las unidades que son vendidas de automóviles compactos y subcompactos para realizar una valoración de las marcas que tienen mayor demanda en el mercado.

Se observa que el número de automóviles compactos fue de 25,573 y automóviles subcompactos es de 55,466 de un total de 85,821 automóviles, esto quiere decir que en nuestro país los vehículos pequeños son los más vendidos con respecto a otro tipo de automóviles, como son de lujo, deportivos, camionetas, etc. Siento los automóviles grandes los que obtienen las mejores calificaciones en estudios hechos por expertos en cuanto a seguridad se refiere, hay un gran campo de estudio en el diseño de sistemas de seguridad en automóviles pequeños.

Siendo Volkswagen la empresa líder en el mercado con la venta de este tipo de automóviles. Con el mayor numero de autos vendidos en las tablas anteriores.

2.1.2 MERCADO DE VENTAS DE AUTOMÓVILES COMPACTOS EN OAXACA

Se realizó una investigación de campo a las agencias automotrices que existen en la ciudad de Oaxaca, empresas tales como: SEAT, NISSAN, CHRYSLER, RENAULT, estas agencias proporcionaron datos porcentuales respecto a la venta de autos compactos del año de 2005.

Se realizo esta investigación en otras agencias como: PEUGEOT, FORT MOTOR, VOLKSWAGEN empresas las cuales no quisieron proporcionar estos mismos datos por distintas circunstancias.

Dos empresas más fueron entrevistadas como: HONDA Y MITSUBISHI, sin embargo no se incluirán dentro de esta investigación ya que estas empresas no manejan automóviles compactos en su gama.



Automotriz Rioja S.A. de C.V., SEAT
Gerente de ventas Edgar Fco. Garza Ancira.

Tabla 2.4 Venta de automóviles de marzo y abril 2005 (SEAT 2005)

MODELO	AUTOS COMPACTOS	AUTOS SUBCOMPACTOS	OTROS	TOTAL
LEON			2%	2%
TOLEDO			1%	1%
ALAMBRA			1%	1%
IBIZA	42%			42%
CORDOBA		44%		44%
				100%

En la tabla sobresale el porcentaje de ventas en estos dos modelos de autos compactos y subcompactos, como podemos ver es una diferencia amplia con respecto al resto de los automóviles.



Autos Mexicanos S.A. de C.V., NISSAN
Gerente de ventas Jorge Cobián Güizar

Tabla 2.5 Venta de automóviles de marzo y abril 2005 (NISSAN 2005)

MODELO	AUTOS COMPACTOS	AUTOS CARGA	LUJO Y SEMI-LUJO	TOTAL
TSURU	107			
PLATINA	42			53%
SENTRA			20	7%
TITAN		81		29%
SEMI-LUJO			9	3%
LUJO			24	8%
				100%

En el caso de NISSAN podemos ver que el porcentaje de autos compactos, es mayor al 50%, se interpreta que esta empresa vende más de la mitad de sus automóviles en la gama de compactos.

Siendo el Tsuru el que mayor venta tiene en la ciudad de Oaxaca, el gerente de ventas menciona que este modelo tiene una gran venta en el resto de la República.



Automotriz Antequera S.A. de C.V., CHRYSLER
Gerente de Ventas Guillermo Álvarez

Tabla 2.6 Venta de automóviles de marzo y abril 2005 (CHRYSLER 2005)

MODELO	AUTOS COMPACTOS	AUTOS SUB-COMPACTOS	CAMIONETAS	LUJO	TOTAL
ATOS	20%				20%
VERNA		8.33%			
STRATUS		8.33%			
NEON		8.33%			25%
MINI BANS			10%		10%
OTROS				45%	45%
					100%

CHYSLER solo tiene como auto compacto al modelo ATOS, este modelo fue aceptado rápidamente desde su introducción al mercado, también se maneja una amplia gama de modelos en automóviles sub-compactos. Obteniendo excelentes resultados en sus ventas actuales, ya que son un poco menos de la mitad en toda su gama.



Renault Oaxaca, S.A. de C.V.
Gerente General Claudia López

Tabla 2.7 Venta de automóviles del mes de Enero 2005 (RENAULT 2005)

MODELO	COMPACTOS	SUB-COMPACTOS	DEPOR-TIVOS	LUJO	FURGO-NETAS	TOTAL
MÉGANE HATCHBACK	218					
MÉGANE SEDÁN	460					54.7%
CLIO		988				20.8%
REANULT SPORT			54			2.4%
SCÉNIC II				118		5.3%
LAGUNA				22		1%
KANGOO					347	15.8%
						100%

La empresa RENAULT, tiene ventas lo suficientemente altas con relación a los automóviles compactos y sub-compactos, esto con respecto a otras empresas, ya que con un promedio del 70% en ventas se observa que esta gama de autos, la empresa es beneficiada ampliamente.

Tabla 2.8 Venta de automóviles de mes de Febrero 2005 (RENAULT 2005)

MODELO	COMPACTOS	SUB-COMPACTOS	DEPOR-TIVOS	LUJO	FURGO-NETAS	TOTAL
MÉGANE HATCHBACK	178					
MÉGANE SEDÁN	373					55.7%
CLIO		788				21.5%
REANULT SPORT			36			2%
SCÉNIC II				88		5%
LAGUNA				9		0.6%
KANGOO					264	15.2%
						100%

Tabla 2.9 Venta de automóviles del mes de Marzo 2005 (RENAULT 2005)

MODELO	COMPACTOS	SUB-COMPACTOS	DEPOR-TIVOS	LUJO	FURGO-NETAS	TOTAL
MÉGANE HATCHBACK	175					
MÉGANE SEDÁN	391					64.3%
CLIO		1178				18.6%
REANULT SPORT			47			2.2%
SCÉNIC II				84		4%
LAGUNA				21		1%
KANGOO					207	9.9%
						100%

Datos proporcionados por la empresa con respecto a la venta de estos tres meses, que se obtienen con las ventas por producto en el informe de abril 2005:

- Se entregaron importantes flotillas de Kangoo.
- Sedán mantiene el promedio del año pasado sin lograr repetir las 500 ventas de noviembre y diciembre.

- En febrero el Clio tuvo resultado en 8 meses pero en marzo fue su mejor mes históricamente impulsado por Campus.

- Las ventas de Renault Sport están divididas en partes iguales entre Mégane Sport y Clio Team.

Existe una variedad amplia de versiones en el modelo de Mégane (bicuerpo, tricuerpo, monovolumen, break, cupé, cabriolet y hasta se pueden mencionar algunos prototipos deportivos), este modelo de la Renault es el automóvil compacto que se puede encontrar en diferentes presentaciones, por lo cual es un automóvil que puede satisfacer a un gran número de clientes.

Definiciones de las versiones que se manejan más en nuestro país de automóviles compactos y subcompacto:

HATCHBACK Y CUPÉ:

Los coupés y "hatchback" de dos puertas usualmente se basan en un sedán correspondiente de cuatro puertas. La mayoría de los coupés actualmente en el mercado son compactos o de tamaño mediano, mientras que la mayoría de "hatchback" son compactos.

Los coupés y "hatchback" económicos en general usan motores de cuatro cilindros muy eficientes que pueden rendir de 30 a 40 mpg, pero que pueden hacer que la aceleración sea lenta. (Auto motriz, 2005)

BICUERPO Y TRICUERPO:

El bicuerpo se compone de dos partes solamente, el habitáculo del automóvil (parte interior donde se encuentran los usuarios), y el compartimiento del motor. Por otra parte el tricuerpo como su nombre lo dice el automóvil se compone de tres partes principalmente, el habitáculo, compartimiento del motor, así como también en la parte trasera la cajuela. (Renault, 2005)

AUSTEROS Y DE LUJO:

El automóvil austero es de la gama más sencilla en autos compactos y subcompactos, se maneja con dos o de tres puertas (cajuela), sus componentes de modo manual, e interiores sencillos. En comparación con los automóviles compactos y subcompactos de lujo, son de cuatro o cinco puertas (cajuela), y cuenta con equipamiento especial, puede ser que el auto cuente con un sistema eléctrico, con aire acondicionado o sistemas de seguridad. (Nissan, 2005)

2.1.3 GRÁFICAS COMPARATIVAS DE VENTAS EN EL MERCADO NACIONAL DE AUTOS COMPACTOS Y SUBCOMPACTOS

Claudia López (gerente general) de la agencia automotriz RENAULT, proporciono gráficas comparativas de la competencia en autos compactos y subcompactos, estas gráficas se realizan en la sesión del consejo directivo del mes de abril 2005.

Tabla 2.10 Gráfica comparativa de automóviles compactos en el mercado (RENAULT 2005)

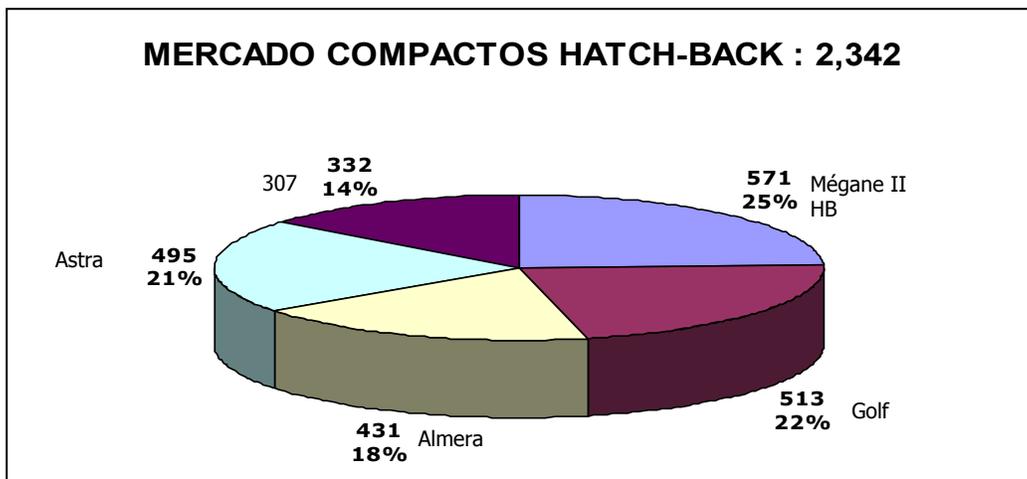


Tabla 2.11 Gráfica comparativa de automóviles compactos en el mercado (RENAULT 2005)

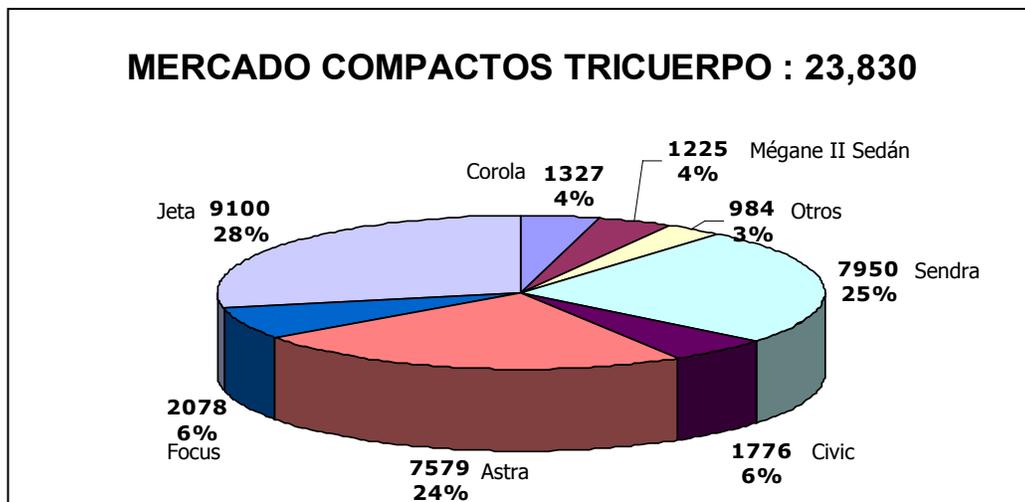
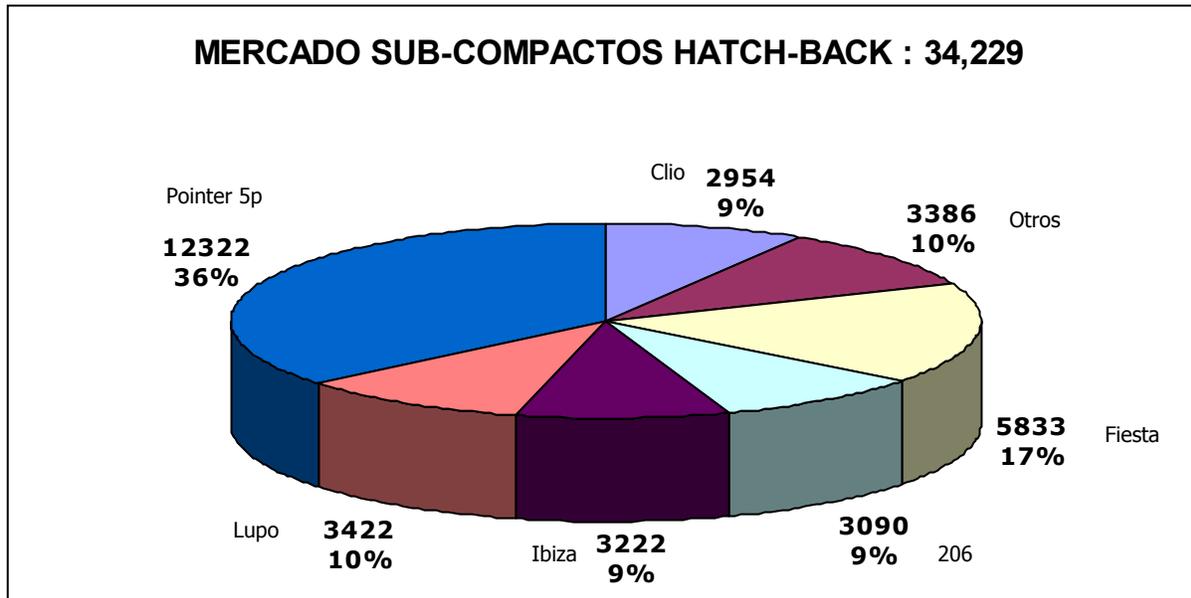


Tabla 2.12 Gráfica comparativa de automóviles subcompactos en el mercado (RENAULT 2005)



Datos que dejan ver que existe una gran competitividad con respecto a la venta de automóviles compactos en el mercado nacional, porque son los automóviles que se están expandiendo en diferentes países.

2.2 DESVENTAJAS DE SEGURIDAD EN AUTOMÓVILES COMPACTOS

Un factor que influye en la gravedad de lesiones al momento de un impacto trasero, es el tipo de vehículo implicado al momento del choque. Según Kahane (1982), Olson (1990) y Ono (1993) la posición y geometría del respaldo del asiento y el reposacabezas del vehículo golpeado, la absorción de energía de la carrocería varía entre esta misma, el vehículo y los modelos de coches, influenciando la aceleración del coche. Los automóviles compactos salen seriamente dañados en comparación con los coches pesados, según se observan los estudios hechos por suecos y alemanes con distintos tipos de modelos de coches.

Los vehículos más ligeros necesitan mejores sistemas de retención que los vehículos más pesados. Los ocupantes de un vehículo ligero están en desventaja en una colisión con un vehículo mayor debido a la proporción de masas, que causa aceleraciones mayores y un cambio de velocidad más grande durante el impacto en el vehículo más ligero (fig. 2.1). Por eso los vehículos ligeros y pequeños deben tener unos compartimientos de pasajeros más rígidos, además de sistemas de retención muy eficaces capaces de ofrecer a sus ocupantes un nivel de seguridad comparable al de los otros vehículos.

Siendo este el punto primordial en el cual se centran principalmente los objetivos de este trabajo, ya que como se ha demostrado en estudios realizados por expertos los automóviles compactos no han sido objeto de estudio en el ámbito de diseño en cuanto a seguridad se refiere. En la investigación de campo anterior, se observa que el mayor número de personas en nuestro país (México), prefieren este tipo de automóviles, esto quiere decir, que también este

gran número de personas tengan un alto riesgo en cuanto a lesiones de este tipo se refiere por falta de un mejor diseño en los sistemas de seguridad en sus autos.

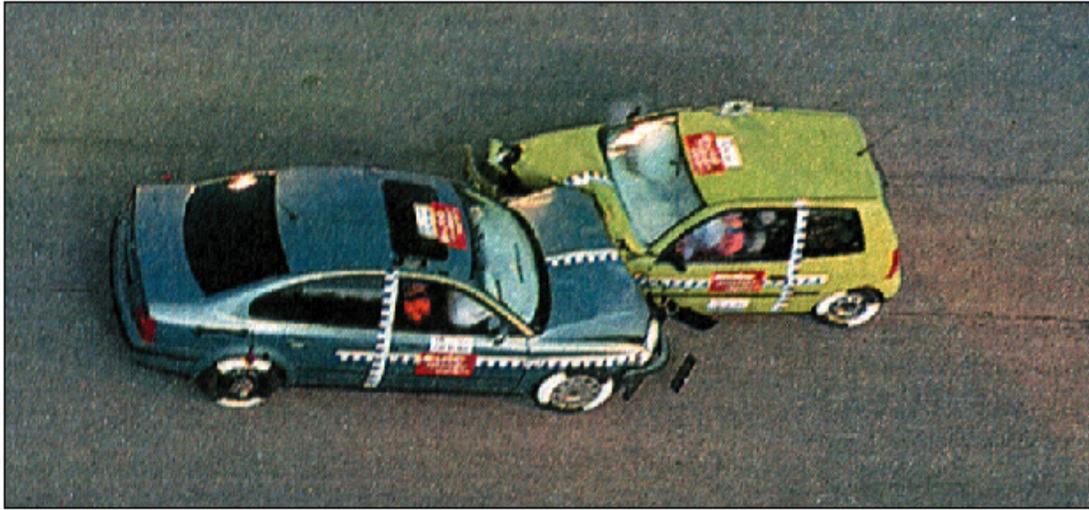


Fig. 2.1 Choque entre un vehículo grande y otro pequeño (Centro Zaragoza 2000)

2.2.1 VALORACIÓN EN DISTINTOS DISEÑOS DE REPOSACABEZAS EN MODELOS DE AUTOMÓVILES PEQUEÑOS

En el libro de “El reposacabezas” (Centro Zaragoza 2000), se analizó un estudio que se hace a diferentes marcas y modelos de automóviles pequeños o compactos, este estudio lo realiza la ICBC (Insurance Corporation of British Columbia) en el año de 1999, para calificar a cada uno de los reposacabezas en estos autos, como bueno, malo y regular.

Según las mediciones del ICBM para estos vehículos, el 40% quedaron fuera de la zona de “buenos” reposacabezas. Las alturas de los reposacabezas en su posición baja variaron desde los más de 18 cm. hasta los 3.4 cm. por debajo de la cabeza del ocupante. Las alturas de los reposacabezas extendidos variaron entre los 14.3 cm. por debajo de la cabeza hasta alturas por encima de la misma. Las distintas horizontales varían entre 0.5 y 10.5 cm. Muchos de los reposacabezas medidos en los modelos recientes no están dentro de los parámetros apuntados por las investigaciones para la protección óptima en colisiones por alcance.

En la siguiente tabla se muestra un extracto de resultados obtenidos para algunos de los modelos de vehículos analizados por la ICBC, en lo que se refiere a reposacabezas (Nota: muchos de los vehículos no son muy comerciales por lo que son exclusivos de otros países, pero se incluyen a modo ilustrativo del estado de diseño de los reposacabezas en general) (Centro Zaragoza 2000).

Tabla 2.13 Estado de diseño en reposacabezas de automóviles pequeños o compactos (Centro Zaragoza 2000)

MARCA Y MODELO	DISEÑO
Bmw Z3	Bueno
Chevrolet Metro	Bueno
Tagle Talon	Regular
Ford Aspire	Regular
Ford Escort	Regular
Ford Escort ZX2	Malo
Geo Metro	Bueno
Honda Civic del Sol	Bueno
Hyundai Accent	Regular
Hyundai Elantra	Regular
Hyundai Tiburón	Regular
Mazda Miata (MX-5)	Regular
Mercedes – Benz SL	Regular
Mercedes – Benz SLK	Bueno
Mercedes Benz SLK 230	Bueno
Nissan 200SX	Malo
Nissan 240SX	Malo
Nissan Sentra	Regular
Pontiac Firefly	Bueno
Porsche (all models)	Bueno
Subaru Forester	Regular
Subaru Impreza	Regular
Subaru Impreza (2.5RS)	Regular

Subaru Impresa (Outback)	Regular
Subaru Outback Spor	Regular
Suzuki Esteem	Bueno
Suzuki Swift	Bueno
Toyota Corolla	Bueno
Toyota Paseo	Bueno
Toyota Teruel	Bueno
VW Beetle	Bueno
VW New Jetta	Bueno
Volkswagen Golf	Regular
Volkswagen Jetta	Regular

2.2.1.1 PRUEBAS DE CHOQUE PARA CONOCER LA EFICACIA DEL REPOSACABEZAS

Siendo los españoles expertos en este campo de estudios, han realizaron pruebas de choque a la mayoría de los fabricantes de automóviles del mundo, con la finalidad de obtener datos que reflejen la deficiencia del reposacabezas, mismo que no han acatado sus recomendaciones, excepto dos fabricantes de automóviles (Volvo y Saab). Esto se demuestra por los estudios que ha efectuado la Real Automóvil Club de Cataluña (RACC) en el año de 2001, llamado "Nivel de protección de los sistemas de reposacabezas y asientos" a través del "ESTUDIO EUROTTEST 2001".

Según Sara Soria (2001) en el informe se evaluaron 11 automóviles, aunque en realidad son más, por ejemplo, el resultado obtenido por el Golf IV se puede hacer extensivo a otros modelos de Volkswagen, Seat y Skoda. Y el del Astra, al resto de modelos de Opel con reposacabezas similares.

En la prueba de protección contra la lesión por latigazo, la colisión se hizo a 15 km/h. (equivalente al choque de un vehículo a 30 km/h. contra otro parado). El respaldo del asiento se situó con un ángulo de 25 grados respecto al torso. El ajuste de la longitud, la altura y la dureza del asiento se llevó a su posición media. Los reposacabezas se estudiaron con regulación óptima (borde superior a la altura de la coronilla e inclinado hacia adelante al máximo) y defectuosa (lo más bajo posible e inclinados al máximo hacia atrás).

La primera conclusión del estudio fue rotunda: para prevenir las lesiones del efecto latigazo, los reposacabezas activos son muy superiores a los tradicionales. La razón se encuentra en que estos dispositivos se desplazan hacia adelante al producirse el impacto, amortiguando el

movimiento hacia atrás de la cabeza. Sólo cinco (Volvo, Ford, Saab, Nissan y Opel) de los 11 modelos disponían de sistemas activos. Una proporción que se reduce a poco más del 30% si se consideran todos los automóviles que se venden en Europa. Teniendo en cuenta todos estos factores, sólo uno de los asientos obtuvo la valoración general de muy bueno. Fue el del Volvo V70 que, incluido en el resto de modelos del constructor sueco, destaca por ser activo en su conjunto. Ello es posible gracias al sistema denominado WHIPS (Whiplash Protection Study) que, gracias a una bisagra en la parte inferior del respaldo, permite que éste se mueva hacia atrás. De esta forma, se reduce la aceleración hacia adelante del torso en caso de choque y minimiza el riesgo de lesiones. Además, el reposacabezas de Volvo no es ajustable. Esto evita que se produzca una regulación defectuosa, lo que, como demostraron las pruebas, empeora su eficacia (tabla 2.14).

Del resto de carros analizados, la mayoría aprobó con holgura el estudio, aunque el Fiat Brava, el Renault Mégane y el Mercedes Clase A fueron los peores. Ninguno contaba con reposacabezas activos” (Eurotest RACC Club 2001).

Tabla 2.14 Resultados de las pruebas realizadas a reposacabezas y asientos de 10 marcas de automóviles (Súper Motor 2001)

COCHES ANALIZADOS	MEJORA (*)	PROTECCIÓN FRENTE AL LATIGAZO CERVICAL	ESTABILIDAD DEL ASIENTO	VALORACIÓN
MERCEDES CLASE A	Sistema activo	Bien	Muy bien	Bien
OPEL ASTRA	Geometría	Bien	Satisfactorio	Bien
RENAULT MODUS	Geometría	Satisfactorio	Bien	Bien
FORD FOCUS C-MAX	Geometría	Bien	Satisfactorio	Satisfactorio
TOYOTA COROLLA VERSO	Nuevo modelo	Satisfactorio	Bien	Satisfactorio
BMW SERIE 1	Nuevo modelo	Satisfactorio	Bien	Satisfactorio
GOLF V	Sistema activo	Satisfactorio	Bien	Satisfactorio
FORD FIESTA	Geometría	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
VW POLO CON REPOSACABEZAS 'CONTI CURA PLUS'	Accesorio	Satisfactorio	Suficiente	Satisfactorio
VW POLO	Fijación de reposacabezas	Suficiente	Suficiente	Suficiente

2.2.2 MEDIDAS DE LOS REPOSACABEZAS EN AUTOS COMPACTOS EN MÉXICO

Se realizó una investigación de campo en la ciudad de Oaxaca, la cual consistió en tomar medidas de los reposacabezas, la altura de estos y del origen del asiento hacia el toldo de cada uno de los modelos compactos de venta en México.

El objetivo es obtener la media de la altura que tienen los reposacabezas con respecto al toldo, y así poder realizar las distintas propuestas de diseño con respecto a estas medidas.

Tabla 2.15 Medidas de reposacabezas y límites de extensión con respecto al toldo

MARCA	REPOSACABEZAS	LIMITE AL TOLDO
IBIZA (Seat)	17 cm.	35 cm.
CORDOBA (Seat)	20 cm.	40 cm.
TSURU (Nissan)	23 cm.	44 cm.
PLATINA (Nissan)	20 cm.	40 cm.
ATOS (Chrysler)	20 cm.	44 cm.
VERNA (Chrysler)	20 cm.	44 cm.
STRATUS (Chrysler)	16 cm.	41 cm.
NEON (Chrysler)	20 cm.	40 cm.
CLIO (Renault)	20 cm.	40 cm.
POINTER (Volkswagen)	18 cm.	40 cm.
LUPO (Volkswagen)	18 cm.	40 cm.
KA (FORD)	18 cm.	44 cm.
FIESTA (FORD)	20 cm.	40 cm.
CHEVY (Chevrolet)	20 cm.	44 cm.
CORSA (Chevrolet)	19 cm.	40 cm.
MEDIA	19 cm.	41 cm.

2.3 DISEÑOS EN SISTEMAS PASIVOS Y ACTIVOS DEL REPOSACABEZAS

Según el Centro Zaragoza (2000), lo que cuenta a la hora de determinar si un reposacabezas es mejor o peor, es si realmente puede cumplir su función de sujetar la cabeza con eficacia en caso de colisión. En este sentido, son dos los parámetros geométricos que determinan la calidad de un reposacabezas: la altura y la proximidad del reposacabezas respecto a la cabeza del ocupante.

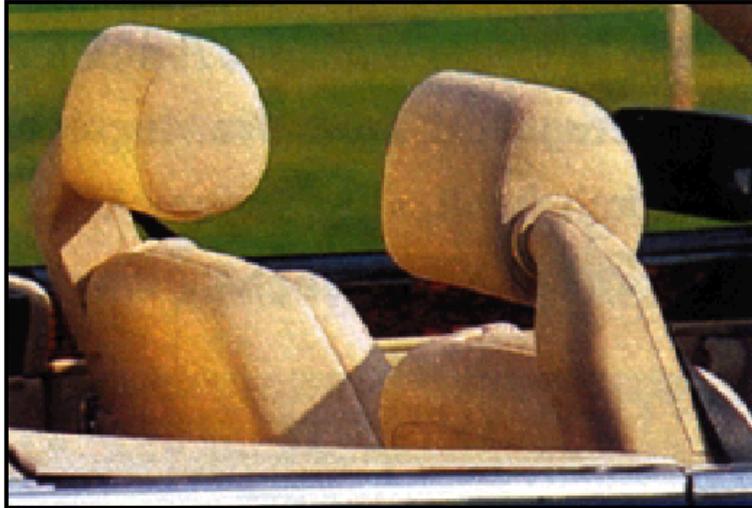


Fig. 2.2 La estética no determina la eficacia del reposacabezas (Centro Zaragoza 2000)

Cada modelo de automóviles varía en cuanto a formas, colores y materiales se refiere, esto se debe a que cada empresa cuenta con un equipo que se encarga de realizarlos. Sin embargo, no siempre lo que se ve “bonito” puede ser la mejor opción para los ocupantes de un automóvil, lo ideal sería que sean tanto estéticos como funcionales, dándole prioridad a la funcionalidad en el reposacabezas.



Fig. 2.3 Izda. Volvo S70, en medio Saab 9-5. dcha. Hyundai AFCENT (Centro Zaragoza 2000)

Como podemos observar en la ilustración pueden variar los diseños en el reposacabezas en cuanto a su estética. Son muy pocos los diseños de reposacabezas que cumplen estos dos parámetros estética y funcionalidad en conjunto. Saab es una de las empresas principales en las que a través de su diseño establece que la estética no se pelea con lo funcional, y se complementan de una forma óptima para el conductor.

2.3.1 DISEÑO DEL REPOSACABEZAS DE RENAULT

Un diseño innovador es el desarrollo reciente por el Departamento de Ingeniería para la Seguridad de Renault (fig. 2.4). Se ha hecho atendiendo a requisitos de diseño basados en tres

directrices principalmente: seguridad pasiva, confort, y visibilidad (o seguridad activa del reposacabezas). En cuanto a la seguridad pasiva son tres los parámetros que se han considerado más importantes: la altura del reposacabezas que tiene para acomodarse a la talla de las personas más altas, un ajuste vertical del reposacabezas que siga una línea curvada y una distancia antero-posterior del reposacabezas con la cabeza que sea mínima.



Fig. 2.4 El diseño empleado por Renault ajusta al perfil del ocupante (Centro Zaragoza 2000)

Las medidas de confort incluyen la proximidad del reposacabezas relativa a la cabeza y un ajuste fácil del reposacabezas. Para conseguir esto se ha optado por un diseño partido del reposacabezas, de modo que la parte más delantera del reposacabezas se puede abatir como si fuese una puerta con las bisagras en el borde superior del reposacabezas (Centro Zaragoza 2000).

En cuanto a los reposacabezas que se ajustan horizontalmente, Renault y otros con mecanismos abatibles similares, es necesario asegurarse de que al ajustarlo en el plano horizontal, queda lo bastante sujeto para reducir el movimiento hacia atrás de la cabeza, aunque un ajuste demasiado “duro” lo haría incómodo para el usuario y podría invita a dejarlo sin ajustar.

2.3.2 REPOSACABEZAS ACTIVO DE SAAB (SAHR)

En una de las publicaciones norteamericanas “Journal of Trauma”, aparece publicado el reposacabezas activo de Saab denominado SAHR (Saab Active Head Restraint), en el cual nos dice que este dispositivo reduce el riesgo de daños en las cervicales ante un impacto recibido por la parte posterior del vehículo en un 75%. Estos datos se basan en un estudio comparativo entre los modelos anteriores de Saab como los son el Saab 900 y Saab 9000 (reposacabezas estándar) con respecto a los nuevos Saab 9-3 y 9-5 equipados con SAHR.

El reposacabezas activo (fig. 2.5) fue fabricado por Delphi Interior and Lighting Systems, el cual lo puso al mercado con el nombre de sistema Pro-tech, sin embargo se ha desarrollado con la

marca sueca Saab, que ha sido la primera en aplicarlo en sus vehículos con el nombre de reposacabezas SAHR. Este sistema fue introducido en 1997 como el primer sistema activo en reposacabezas (Mi coche 2002).



Fig. 2.5 Principio de funcionamiento de reposacabezas activo (Centro Zaragoza 2000)

El reposacabezas SAHR va montado sobre una placa de presión en el respaldo del asiento mediante un mecanismo de unión basado en un dispositivo de muelles (ver fig. 2.6). Cuando el asiento empuja al ocupante hacia delante con más fuerza de la que el muelle puede resistir, la placa se mueve atrás dentro del asiento. Esto induce en el reposacabezas un movimiento que le fuerza a subir hacia arriba y hacia delante, sujetando así la cabeza antes de que el movimiento relativo entre la cabeza y el torso se haga importante (Saab 2002).

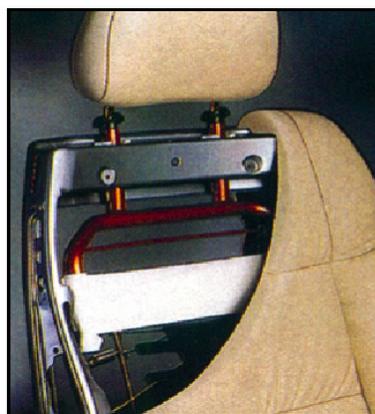


Fig. 2.6 Estructura interna (Centro Zaragoza 2000)

Cuando la fuerza ejercida por el ocupante sobre el asiento disminuye, el muelle devuelve la placa a su posición original. Esta placa móvil, junto con otras medidas estructurales, también suaviza el empuje del respaldo del asiento. Esto, además de disminuir aún más la distancia de separación entre la cabeza y el reposacabezas en el impacto, tienen otros efectos beneficiosos en el movimiento de la columna vertebral durante el impacto. Otros aspectos de diseño son un almohadillado bastante firme del reposacabezas, así como la parte baja del asiento incluye una estructura amortiguadora que asegura un apoyo bien contemporizado de la parte baja del cuerpo para ayudar al ocupante a mantener la misma posición durante el proceso de impacto (Centro Zaragoza 2001).

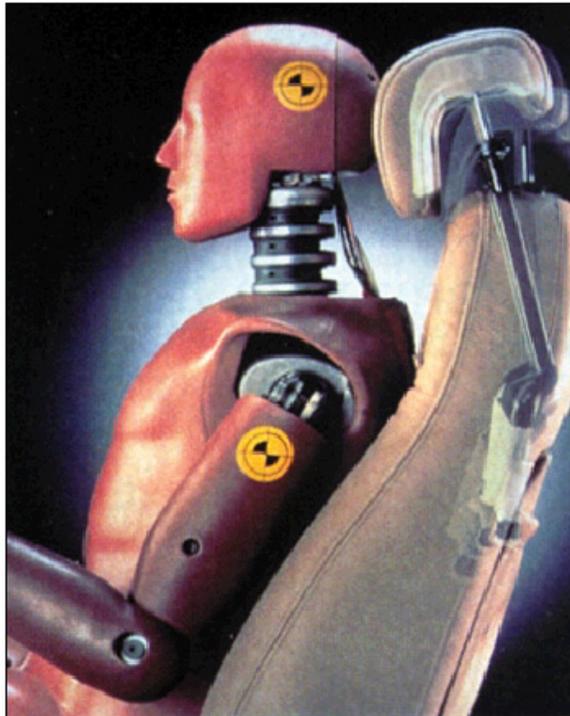


Fig. 2.7 Asiento de Saab con reposacabezas activo (Saab 2002)

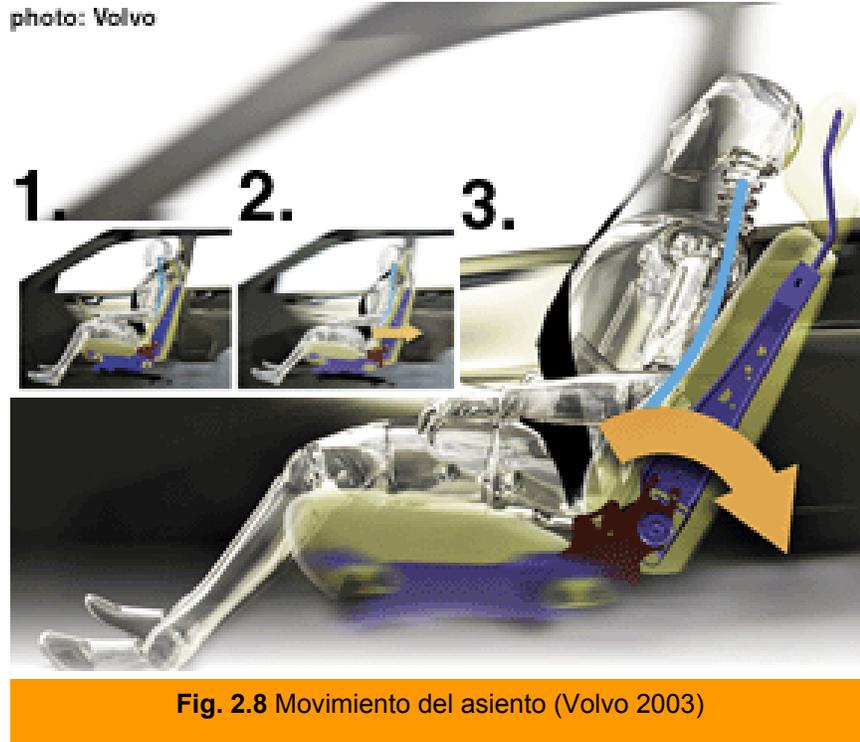
Los resultados de ensayos realizados por Saab (Wiklund, 1998), se observó que el asiento con el reposacabezas activo limitaba el movimiento de la cabeza y el cuello al mínimo (fig. 2.7).

2.3.3 SISTEMA ACTIVO DE VOLVO (ASIENTO WHIPS)

Según Sweden en uno de sus artículos coloca a Saab y Volvo como pioneros en la protección contra las lesiones del cuello en caso de colisión por detrás (latigazo cervical).

Irvine, CA (2003) nos dice que WHIPS (Whiplash Protection Study) de Volvo fue introducido en 1999. Un examen del equipo de investigación del accidente de tráfico de Volvo demuestra que el asiento WHIPS reduce lesiones a corto plazo por 33 % de lesiones y a largo plazo de 54%. Estudios recientes en Estados Unidos apoyan estos resultados, así como el Instituto del Seguro para la Seguridad Vial (IIHS) comparó asientos en los modelos anteriores

con respecto a WHIPS, Volvo ha conseguido el grado más alto para la seguridad del apoyo para la cabeza por el IIHS en cada uno de sus modelos desde 1995.



La base para este diseño está conformado por un mecanismo reclinador en la parte del asiento del vehículo que sirve de unión entre el respaldo y la banqueta del asiento. Los asientos de Volvo llevan dos reclinadores, uno a cada lado. La función básica del reclinador es facilitar el ajuste del ángulo de inclinación del respaldo (ver fig. 2.9). En el reclinador del nuevo asiento Whips se ha añadido una función activa por la colisión.

En un impacto trasero de suficiente severidad el reclinador WHIPS se activa y controla el movimiento del respaldo. Este movimiento ocurre en dos fases:

La primera fase es esencialmente un movimiento de transición hacia atrás del respaldo, la cual permite que el ocupante se hunda en el respaldo, reduciendo así la distancia entre la cabeza y el reposacabezas, así como también iniciar un movimiento hacia atrás del respaldo sin llevar el reposacabezas más lejos de la cabeza, y por último limitar la aceleración del ocupante, al permitir al respaldo moverse hacia atrás de una forma controlada como se observa en la figura 2.8.

La segunda fase consiste en una inclinación hacia atrás del respaldo del asiento, el propósito es reducir la aceleración y absorbe la energía del ocupante de una forma suave y controlada de modo que reduzca su rebote hacia adelante tras el impacto (Centro Zaragoza 2000).

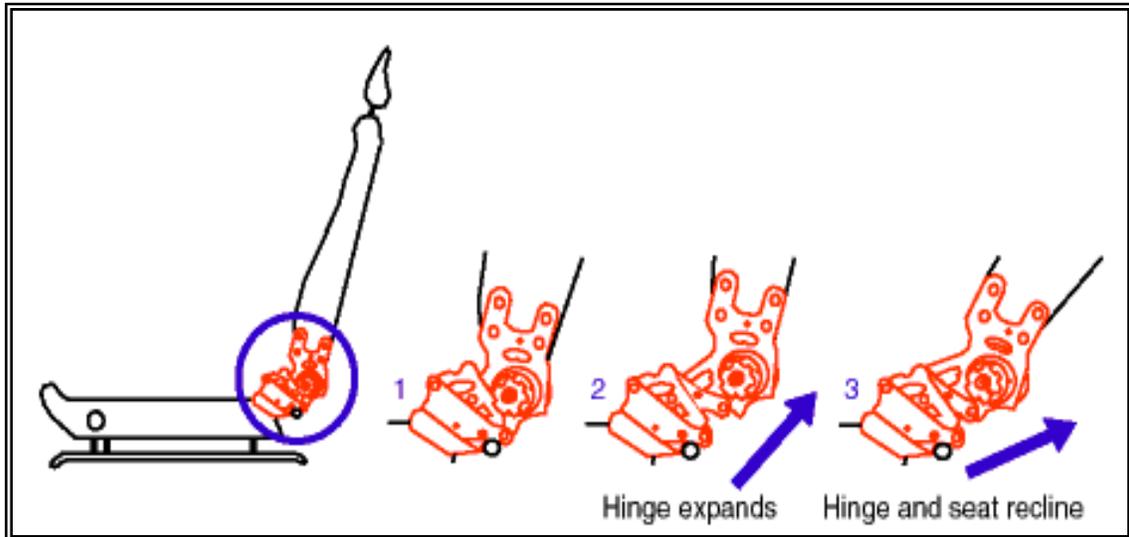


Fig. 2.9 Fases del reclinator en el asiento WHIPS (Volvo 2003)

En artículo publicado en la revista Mi coche (2001) publicada en la web, se han hecho estudios a distintos sistemas de seguridad, estudios que son realizados por RACE a distintos modelos actuales del segmentos medio.

Los resultados muestran importantes diferencias, en cuanto a la protección frente al latigazo cervical y la estabilidad del asiento. Únicamente el sistema “activo” de Volvo, denominado WHIPS, obtiene la máxima valoración de “muy bueno”.

“La diferencia entre un sistema activo y pasivo es que el primero dispone de algún tipo de mecanismo móvil destinado a aumentar la protección frente a lesiones” (RACE 2001)

2.3.4 ASIENTO PARA VEHÍCULOS LIGEROS DEL ETH

Como se ha puntualizado anteriormente los vehículos ligeros necesitan mejores sistemas de retención que los coches convencionales. Por lo tanto los vehículos ligeros no sólo deben tener un habitáculo más rígido sino que también deben tener sistemas de retención más eficaces, capaces de ofrecer a sus ocupantes un nivel de seguridad comparable al de los vehículos convencionales.

Por este motivo principalmente la Universidad de Zurcú y el Instituto Federal Suizo de Tecnología (ETH) han desarrollado un concepto de asiento para coche para ofrecer una protección mejorada en impactos por alcance (Dippel y col. 1997).

El asiento diseñado por el ETH incorpora un mecanismo de ajuste del reposacabezas controlado automáticamente que garantiza una distancia relativamente pequeña y bien definida entre la cabeza del ocupante y el reposacabezas.



Fig. 2.10 Prototipo del ETH (Centro Zaragoza 2000)

El diseño propuesto por el ETH (fig. 2.10), al ocupante sólo se le permite el control de un único parámetro: la posición del asiento respecto al eje longitudinal del vehículo. El resto de ajuste se realiza automáticamente. Si el asiento se desplaza longitudinalmente hacia adelante o hacia atrás también la altura y el ángulo de la base del asiento cambian. Además de eso, la distancia entre la base del asiento y el respaldo cambia para permitir que las personas más altas tengan un mejor apoyo de los muslos.

El ajuste horizontal y el ajuste vertical final del reposacabezas se controlan electrónicamente. Sólo si esta adaptación se hace automáticamente puede asegurarse que el reposacabezas estará en la posición correcta la mayor cantidad de veces posible. El ajuste horizontal reduce la distancia inicial entre la cabeza y reposacabezas en una colisión por alcance; el ajuste vertical garantiza que la cabeza tiene el suficiente apoyo y se evita la hiperextensión y hace falta un ajuste vertical para permitir un soporte continuo de toda la línea que define el contorno de la cabeza y el cuello del ocupante (Dippel y col. 1997).



Fig. 2.11 Mecanismos de ajuste automático del asiento (Centro Zaragoza 2000)

En el diseño propuesto por el ETH el cinturón pasa por una ranura de guía en el asiento, y se monta sobre la estructura del vehículo detrás del asiento, lo que significa que el respaldo sólo tiene que soportar las fuerzas causadas por un cambio más bien pequeño de dirección del cinturón.

La geometría del mecanismo de ajuste horizontal en el asiento del ETH (fig. 2.12) se basa en un paralelogramo con el reposacabezas en una de las barras del paralelogramo, de modo que la orientación del reposacabezas permanece constante aunque se traslada vertical y horizontalmente (Centro Zaragoza 2000).

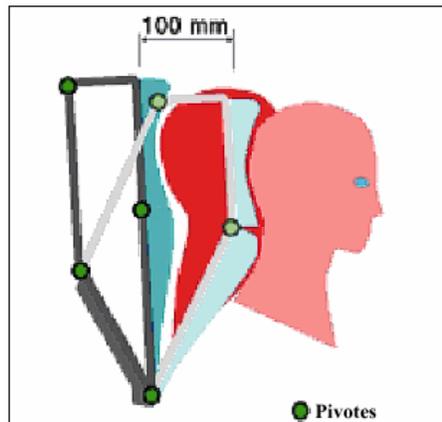


Fig. 2.12 Mecanismo de ajuste (Centro Zaragoza 2000)

Como se ven en la figura 2.13 un sensor en el reposacabezas mide la distancia hasta la parte de atrás del cráneo, y un controlador electrónico procura mantener una distancia constante de aproximadamente 40 mm. El rango de ajuste es de 100 mm. Si el sensor no detecta ningún objeto delante del reposacabezas, el sistema se parará en lugar de moverse hacia la posición más avanzada.

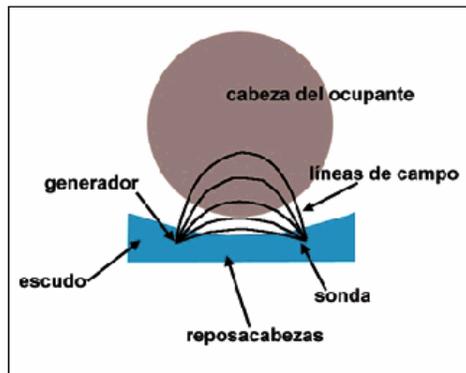


Fig. 2.13 Sensor de distancia
(Centro Zaragoza 2000)

El asiento fue diseñado para soportar una velocidad de colisión en bando de pruebas de 33.3 km/hr. Los niveles de aceleración de las distintas partes del cuerpo están influenciados principalmente por las características de rigidez de los almohadillos de espuma (Centro Zaragoza 2000).

2.3.5 AIBARGS PARA COLISIONES TRASERAS

BSRS Restraint Systems está lanzando al mercado un airbag (bolsa de aire) para protección en colisiones por alcance. En una colisión de este tipo, un airbag localizado dentro del respaldo del asiento se infla. El airbag también se despliega desde lo alto del asiento del vehículo para dar apoyo a la cabeza y cuello del ocupante. El fabricante de este sistema afirma que reduce la velocidad relativa entre la cabeza, cuello y torso, minimizando las lesiones y el rebote del ocupante (Centro Zaragoza 2000).

● CAPÍTULO III

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.1 VELOCIDADES EN LAS QUE SE PRESENTAN LOS CHOQUES POR ALCANCE

En la revista Mi coche (2001) nos reafirman la siguiente información, “*muchos usuarios de vehículos tienen la idea errónea de la siniestralidad del tráfico; ya que la mayoría piensan que los accidentes ocurridos en carretera y a alta velocidad son los de mayores consecuencias, restándole importancia a los accidentes que ocurren en zonas urbanas (dentro de la ciudad), cuando apenas se circula a 50km/hr. Sin embargo, ahí es donde se producen la mayoría de las colisiones por alcance trasero*”.

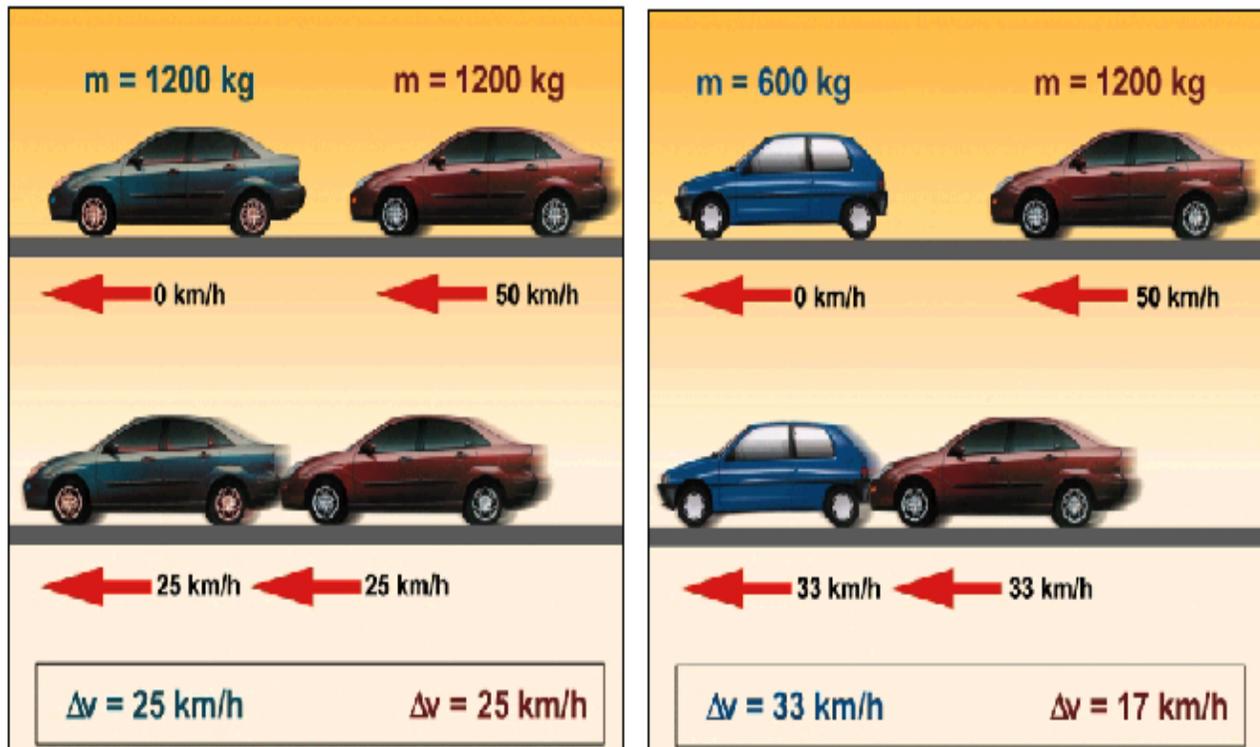


Fig. 3.1 Delta-V para una colisión con un vehículo grande y un pequeño (Centro Zaragoza 2000)

Esta información se puede respaldar con las estadísticas proporcionadas por RACE la cual nos dice que: *“este tipo de colisiones son el segundo tipo de siniestro más numeroso y del que se derivan lesiones cervicales a consecuencia de efecto denominado latigazo”*

En las distintas pruebas realizadas por expertos, se utilizan diferentes variantes para la medición de los factores implicados en un choque por alcance.

Un factor importante es el Delta V (ϵV), es una variable que mide el cambio de velocidad experimentado por un vehículo como consecuencia de una colisión.

Hay distintos efectos en un choque por alcance, esto depende del tamaño del automóvil y la velocidad se ve afectada al momento del choque.

Como se observa en la siguiente ilustración (fig. 3.1), cuando dos automóviles son del mismo tamaño, la variante o Delta V (ϵV) no presenta ninguna variación al momento del choque entre estos dos vehículos. En el segundo caso si el choque por alcance trasero es de un automóvil de mayores dimensiones hacia uno pequeño, Delta V incrementa por el vehículo que es más pesado, y el impacto es mayor para el vehículo pequeño.

En un análisis con datos sobre accidentes de las compañías de seguros en Alemania, Langwieder y col (1999) señalan que, generalmente, los accidentes con un cambio de velocidad pequeño (ϵV de hasta 15 km/h) son los que dominan en la muestra estudiada, con un proporción del 53%. Los de severidad media (ϵV 16-25 km/h) se observaron en el 35% de los casos, mientras que los valores mayores (ϵV mayor que 25 km/h) sólo ocurrieron en el 11% de los casos.

3.1.1 LIMITES DE TOLERANCIA

Como se menciona en temas anteriores aunque se han realizado muchos estudios de biomecánica sobre la columna cervical, para conocer a ciencia cierta los efectos que producen los impactos a poca velocidad sobre el cuello.

En los estudios que se realizan con respecto a la magnitud de la colisión con potencial lesivo es más sencillo de entender, según Severy y col. (1995) indicaron que los accidentes con vehículos de masas similares con un cambio de velocidad de 13 a 15 km/h no producían lesiones. Otros expertos como McConnell y col. (1993) encontraron voluntarios expuesto a impactos traseros con cambios de velocidad entre 3 y 8 km/h, parecían estar en el umbral de lesiones cervicales suaves causaban síntomas transitorios.

Otros investigadores como West y col (1993), tras someter a voluntarios a impactos traseros con velocidades variando entre 4 y 13 km/h, concluyendo que con un soporte adecuado podían aguantarse impactos con una velocidad equivalente contra barrera mayor de 8 Km./h, sin lesiones. Szabo y col. (1994) llegaron a resultados parecidos. Sin embargo, se observaron voluntarios en impactos similares, con cambios de velocidad de 4 y 8 Km./h han encontrado que entre el 30% y el 40% de los sujetos examinadas sintieron molestias de corta duración (Brault y col. 1998).

3.1.2 CRITERIO DE LESIÓN DEL CUELLO: NIC

Se ha descrito las fases en una lesión por latigazo cervical, a pesar de numerosos ensayos con voluntarios sigue faltando un criterio bien definido y globalmente aceptado para determinar el potencial de lesión de una colisión trasera por alcance.

En el libro “Reposacabezas” nos dice que los investigadores suecos han desarrollado un modelo matemático para tratar de predecir el riesgo de lesión en humanos, basándose en los resultados obtenidos en los experimentos con cerdos. Este criterio de lesión recibe el nombre de “Criterio de lesión en el cuello” denominado NIC (acrónimo inglés procedente de la expresión Neck Injury Criterion).

3.2 MÉTODO DE ENSAYO

Para poder precisar él o los problemas que tiene un reposacabezas, fue necesario llegar a una fase experimental, donde se realizaron simulaciones del proceso en un choque por alcance.

Los ensayos técnicos se realizaron en la Universidad Tecnológica de la Mixteca; las pruebas siguieron el protocolo para simular impactos traseros en las pruebas realizadas por el RACE (realizados en las instalaciones de pruebas de choque que el club de automovilistas alemán, el ADAC (Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V.)) con las exigencias del programa de EuroNCAP (European New Car Assessment Programme).

Se utilizó el asiento completo (automóvil compacto Tsuru) del conductor con su respectivo reposacabezas, donde fue adaptado a un trineo de impactos sobre unos rieles, apoyándose este mecanismo en un sistema electrónico.

Los ejercicios de impacto fueron realizados tomando en cuenta los tres niveles de severidad de impacto que toma la EuroNCAP:

- Severidad leve: Impacto a 10 Km./h y 6 g de punta de deceleración
- Severidad media: Impacto a 16 Km./h y 10 g de punta de deceleración
- Severidad alta: Impacto a 25 Km./h y 16 g de punta de deceleración

Las pruebas consisten en conocer los puntos de falla en el reposacabezas, esto a través de un dummy con un cuello y cráneo ortopédico, el cual permite simular los movimientos de las vértebras cervicales al momento del choque.

Se realiza una inspección con el trineo de impacto estático para comprobar el ajuste correcto del reposacabezas en relación con el tamaño máximo que puede llegar a tener el ocupante del asiento, así como asegurar el cinturón de seguridad al dummy para su correcto funcionamiento. Además, de observar si el reposacabezas puede anclarse correctamente a distintas alturas tanto en su posición vertical como horizontal, y así poder colocarlo en su posición correcta (mencionada anteriormente). El asiento se ajusta en un ángulo de 25°, y el reposacabezas se ajusta correctamente en función al percentil del Dummy.

3.2.1 ASIENTO COMPLETO DEL CONDUCTOR

Las pruebas fueron realizadas con un asiento completo de un Tsuru 99' (fig. 3.2), esto con base a la investigación de campo que se realizó en la ciudad de Oaxaca, ya que en este estado el Tsuru tiene ventas lo suficientemente altas a comparación con otras marcas.



Fig. 3.2 Asiento de Tsuru modelo 99

Este asiento cuenta con un reposacabezas ajustable, el cual permite que el reposacabezas tenga un ajuste vertical a través de las barras de anclaje (rectas), con una forma prismática y con un almohadillado en su interior (fig. 3.3). En la parte frontal se tiene una forma elevada para que se ajuste al cráneo del conductor. El diseño del reposacabezas no necesita una inclinación en las barras de anclaje ya que la forma en la que fue diseñada compensa esta inclinación. Para lograr un óptimo ajuste, y no caiga el reposacabezas por su propio peso en su posición más alta este reposacabezas cuenta con una pestaña diseñada para encajarse en la barra de anclaje e impedir su deslizamiento.



Fig. 3.3 Izda. Reposacabezas del asiento, dcha. Barras de anclaje y pestaña de sujeción

Este asiento tiene diversas formas, en el respaldo se presenta una pequeña curvatura en la parte superior, esto con la intención de que el conductor adopte confortablemente su espalda, con el asiento inclinado con un ángulo establecido del respaldo (25° aprox.). En la parte baja del asiento hay una inclinación hacia el vértice de unión con el respaldo, esto es para una mayor comodidad para colocar los pies en los pedales.

Así como el reposacabezas tiene una forma de un trapecio desde una vista frontal, así como volumen a través de un ovalo irregular. El asiento tiene un peso aproximado de 17.200 Kg.

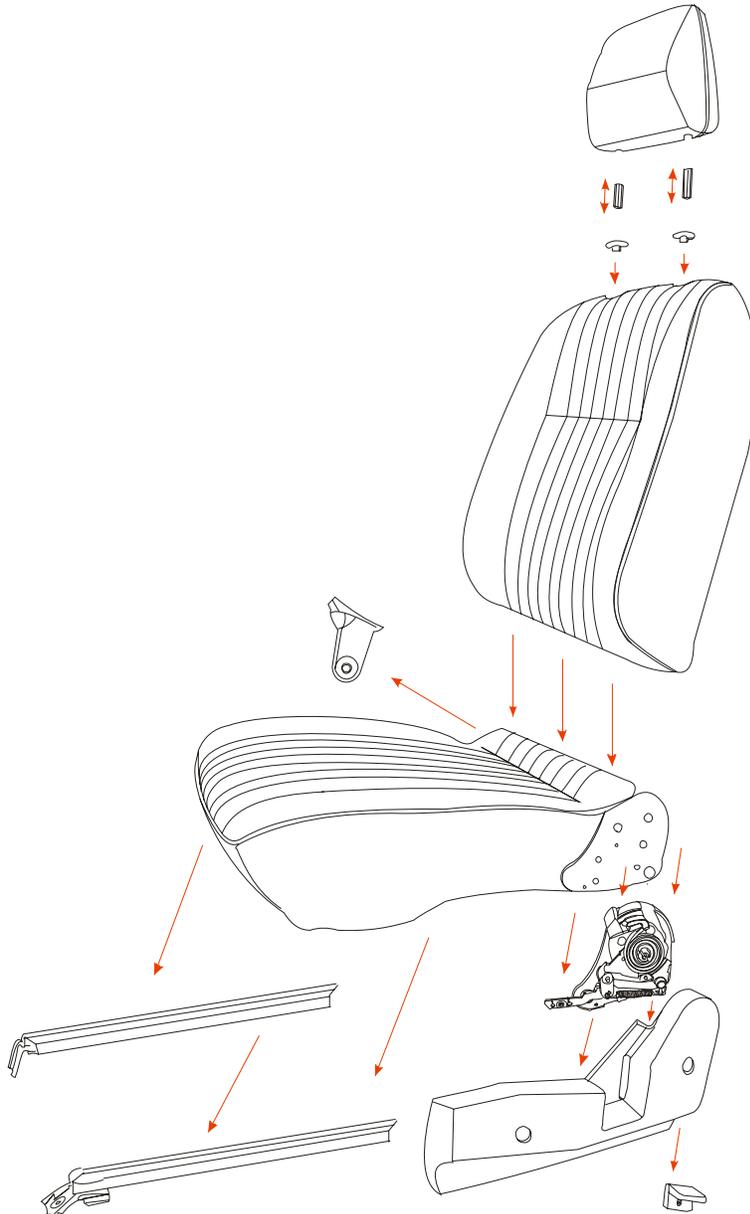


Fig. 3.4 Explosivo del asiento ocupado para pruebas de choque

3.2.2 DUMMY

El dummy se realizo a partir de un maniquí de aparador; por falta de recursos y tecnología adecuada con la que cuentan los dummies en la actualidad (como son Gybrid III, BioRID y el HRDM) se busco la funcionalidad y perfecta movilidad en la parte del cuello del dummy, sin contar con las simulaciones de sus extremidades.

Se realizo una observación en diferentes conductores y un análisis ergonómico de la forma correcta de sentarse de una persona manejando, una vez que se hizo esta observación se paso a la fase de corte en extremidades y cintura. Se le dio un ángulo en la parte de las rodillas con respecto a los pedales, así como una cierta inclinación del tronco con respecto a la inclinación del asiento de 25° (fig. 3.5).



Fig. 3.5 Cuerpo completo con vestimenta del dummy

El maniquí está fabricado con fibra de vidrio, por tal motivo en las uniones de los respectivos cortes se realizó con el mismo material. Este maniquí tiene las dimensiones y formas de un hombre de percentil medio, este dummy en el interior es hueco, por lo que se colocó peso en su interior para lograr la correspondencia con un humano. (Nota: por falta de recursos el dummy no cuenta con sus brazos). Donde comienza el cuello del maniquí se adaptaron dos placas de forma paralela, unidas a través de soldadura por medio de dos barras de acero con una separación de 10 cm. para fijar el cuello y cráneo ortopédico (fig. 3.6) de tal forma que se mantuviera unido al cuerpo en las pruebas de choque, teniendo un libre movimiento para simular los movimientos reales de un cuello.



Fig. 3.6 Cráneo y cuello ortopédico.

El cráneo y cuello (fig. 3.6) están diseñados por PREMIUM MEDICAL en la ciudad de México. Están diseñados con las medidas del esqueleto de un hombre de percentil medio, para que conjuntamente con el cuerpo se simule a un humano.

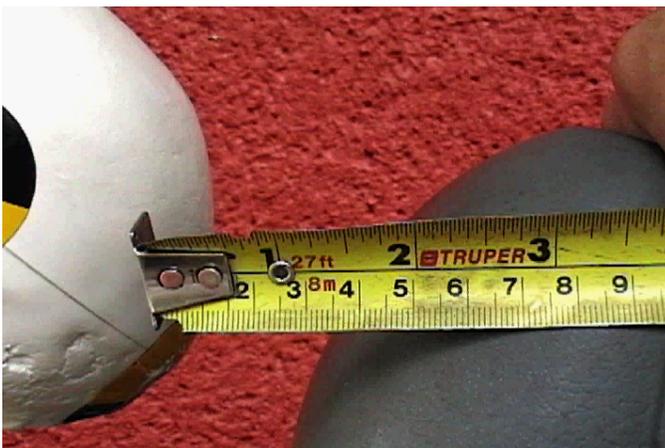


Fig. 3.7 Distancia óptima para el reposacabezas



Fig. 3.8 Nivel óptimo del reposacabezas

La posición correcta para realizar la fase experimental en condiciones óptimas, es colocar el cráneo a cuatro centímetros del punto central del reposacabezas, así como la parte superior del reposacabezas a nivel de los ojos. (Ver fig. 3.7 y 3.8)

Las calcomanías para señalar los puntos críticos fueron colocadas en los puntos de posible impacto como son: la parte frontal superior de la cabeza, en la parte superior trasera del cráneo o bien la parte que tiene un contacto directo con el reposacabezas, así como en la parte media de los laterales. En la parte del pecho del dummy se coloca un punto por el contacto directo con el cinturón de seguridad.



Fig. 3.9 Calcomanías en los puntos críticos

3.2.3 SISTEMAS DE PRUEBAS

Este sistema es muy sencillo y funciona de forma manual, se realizó un mecanismo donde se colocaron el asiento de conductor junto con el dummy, adaptado al trineo, en el mismo se fijó el cinturón de seguridad; este trineo se desplazó simulando a un automóvil en velocidades bajas (por ser un estudio en zonas urbanas), para este propósito se le adaptaron cuatro juegos de carros Willcom (fig. 3.11) al trineo (cada juego se conforma por dos ruedas a través de valeros).

Se utilizó dos rieles 1500 en forma paralela, donde correrán los carros siguiendo una misma dirección. Al final de los rieles se encuentra un tope donde se detiene súbitamente el riel al momento del impacto.

El sistema funciona a través de unas bandas elásticas que reciben al trineo, y con esa fuerza es expulsado a cierta velocidad, la cual se pueden calcular a través de un sistema electrónico.

3.2.3.1 TRINEO

En una placa calibre $\frac{3}{4}$ " , con dimensiones de 1.80 m de largo y 0.60 m de ancho, se le adaptaron a través de soldadura unos ángulos de solera para sujetar el sillón y mantenerlo fijo a la superficie, en la parte frontal se soldó otro placa calibre de $\frac{1}{8}$ " con dimensiones de 40 cm de largo por 40 cm de ancho como apoyapies para el dummy , simulando la parte donde están los pedales del automóvil.

De forma simétrica y a distancias exactamente iguales se hicieron cuatro orificios con una broca de 1" , para colocar el tornillo de cada uno de los carros en forma vertical. Los carros se fijaron a través de cuatro tuercas para cada uno de ellos.

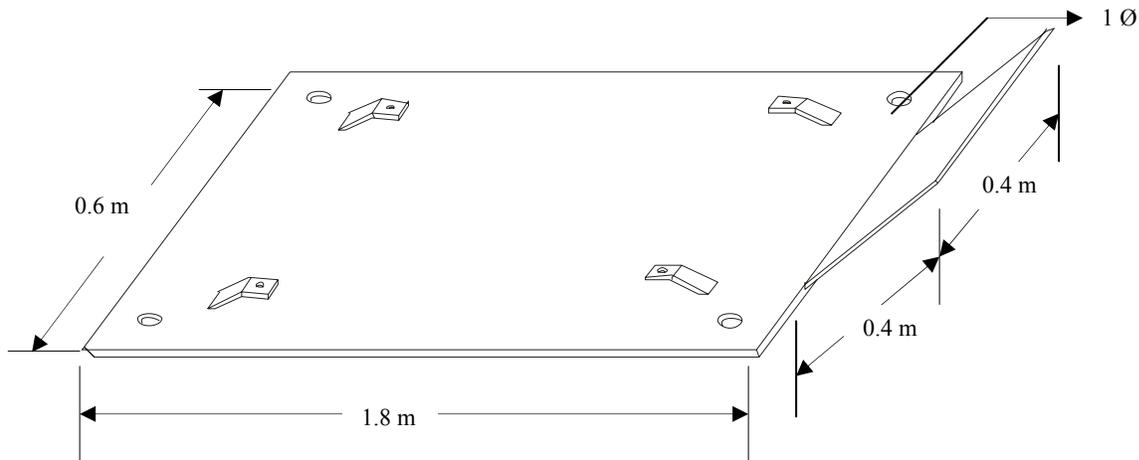


Fig. 3.10 Medidas del trineo utilizado para las pruebas de choque

Con los ángulos de solera se puede fijar el asiento con tornillo de $\frac{1}{2}$ " , así como se fijan también a la placa directamente los carros willson.

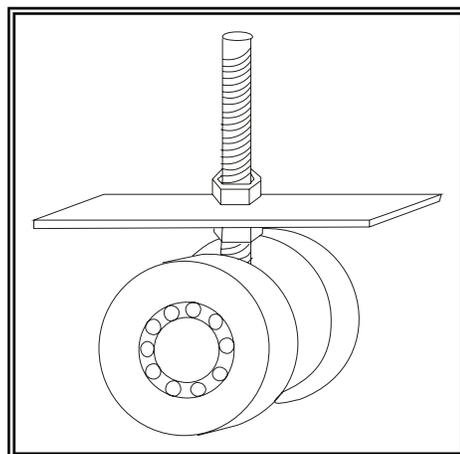


Fig. 3.11 Carros Willson para rieles 1500 C14

El trineo se conforma por dos piezas más de solera para sujetar el mecanismo del cinturón de seguridad. Los dispositivos de seguridad pasiva en la actualidad son el reposacabezas conjuntamente con el cinturón de seguridad, por este motivo es importante colocarlos al momento de las pruebas. En la siguiente figura se observa el trineo en su conjunto con todos los elementos antes mencionados.



Fig. 3.12 Montaje del trineo con el dummy

3.2.3.2 SISTEMA DE RIELES

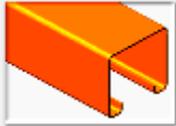
Para este sistema se necesita que los carros corran en una misma línea para alcanzar ciertas velocidades y realizar las pruebas de choque.

Para esto se requieren perfiles, que cumplan la función de rieles, en los cuales se deslice el trineo para realizar las pruebas.

Hay dos modelos de perfiles para este sistema:

PERFIL	IMAGEN	CALIBRE	LARGO (m)	Kg/m	Kg/pzas.	Pzas./atado
1400		18	6.00	1.300	7.800	12

En este caso se utilizaron dos rieles perfil 1500, calibre 14 de seis metros de largo, con un peso de 18.000 kg. (Nota: los carros están diseñados para este tipo de riel específicamente).

PERFIL	IMAGEN	CALIBRE	LARGO (m)	Kg/m	Kg/pzas.	Pzas./atado
1500		14	6.00	3.000	18.000	4
		16	6.00	2.500	15.000	4

Debido a que este perfil era el más adecuado para el correcto funcionamiento en el movimiento del trineo por sus características; los rieles se soldaron con cinco trozo de tubular cuadrado de 1/2" cada 2m de distancia, con una separación entre los rieles de 55 cm.

En la siguiente ilustración se puede ver como esta conformado este sistema, con el trineo incorporado.

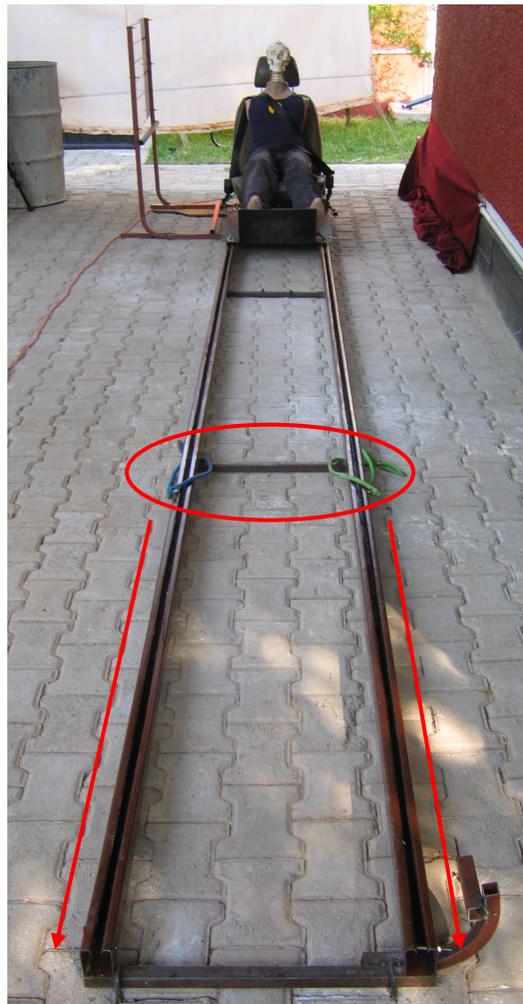


Fig. 3.13 Mecanismo completo de rieles

El mecanismo que se utiliza es sencillo, ya que esta conformado por dos bandas elásticas a 2 m de distancia del inicio de los rieles. Cuando el trineo es empujado al inicio de los rieles, las ligas tienen un estiramiento en 2 m de distancia (fig. 3.13).

Este mecanismo trabaja con el principio físico que consistente en que las bandas se deforman al presionarlas o estirarlas, recuperando la antigua forma al cesar la presión (no confundir con plasticidad).

En este caso, durante los ensayos se tomaron medidas de las ligas, para ajustarlas a una misma distancia en cada una de las pruebas, esto con el fin de que se pueda obtener resultados lo mas preciso posible, ya que al realizar las pruebas existe un desgaste en las ligas, el cual se debe de tomar en cuenta para el estiramiento que se quiere obtener.

Para entender este principio según S. Gil en el libro de “FÍSICA I”, si un material es sometido a tracción (como en este caso) es decir si el mismo es solicitado de sus extremos en direcciones opuestas, la longitud del mismo aumenta y eventualmente si la fuerza es demasiado grande, suele romperse.

En la figura se muestra una curvatura típica de la deformación con respecto al esfuerzo:

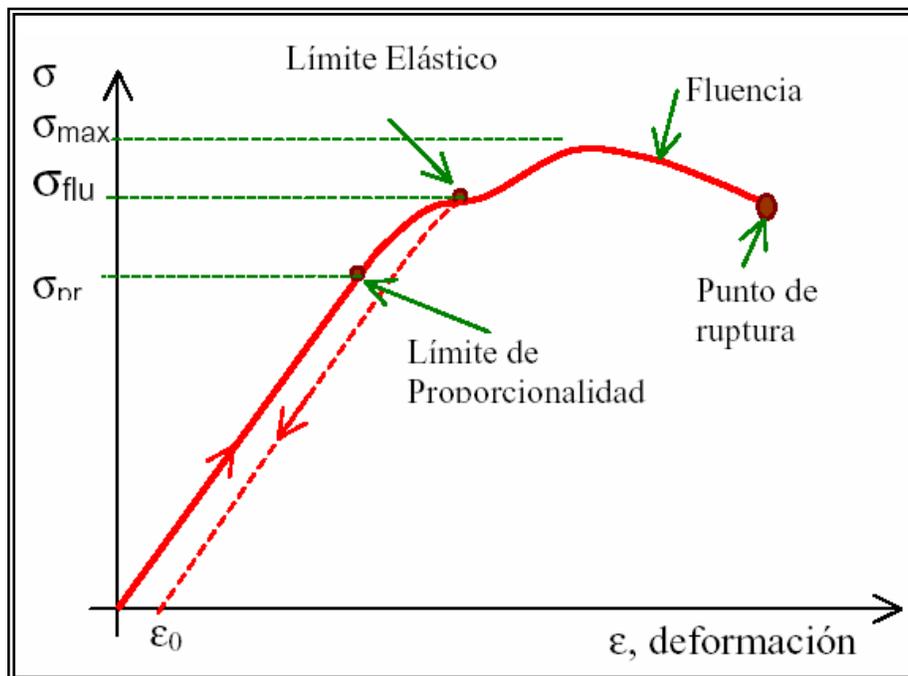


Fig. 3.14 Relación entre el esfuerzo aplicado y la deformación unitaria (UNSAM 2003)

Al principio del estiramiento, la deformación es proporcional al esfuerzo, es zona de validez de la Ley de Hooke. Esto ocurre hasta que el esfuerzo aplicado alcanza un valor llamado “Límite de proporcionalidad” (σ_{pr}). Si el material es sometido hasta este valor de esfuerzo, al suprimir el mismo, el material retoma su forma original sin sufrir deformación permanente.

Más allá del Límite de proporcionalidad, la gráfica se desvía de la recta y no existe una relación sencilla entre σ y ϵ . Sin embargo, hasta el límite elástico, el objeto regresará a su longitud original si se remueve la fuerza aplicada, es decir los esfuerzos aplicados no producen deformaciones permanentes (caracterizada por el valor de deformación residual ϵ_0) en el material. Más cuantitativamente, por lo general se requiere que hasta el límite elástico $\epsilon_0 < 10^{-4}$.

La zona desde el origen hasta el límite elástico se llama zona elástica. Si el objeto se somete a un esfuerzo más allá del límite elástico, entra a la región plástica y no regresará a su longitud original al retirar la fuerza aplicada, sino que quedará permanentemente deformado, ya que el material presenta efectos de histéresis. Si el esfuerzo continúa incrementándose más allá del límite elástico, se alcanza la ruptura. Entre el límite elástico y el punto de ruptura, a menudo existe una zona de fluencia donde el material se deforma fácilmente, sin necesidad de aumentar el esfuerzo (región plana de la curva) (UNSAM 2001).



Fig. 3.15 Bandas elásticas colocadas en los rieles

Cuando el trineo es lanzado por las bandas elásticas debe de tener un tope fijo en los rieles para simular el impacto, se soldó un tope con un pedazo de tubular cuadrado de 1/2", con un ángulo de calibre X, para absorber el impacto al momento del choque. Para evitar que se deformen las barras en el tope, se colocaron gomas en la barra para que amortigüe el golpe. En sus extremos se colocó tubular cuadrado a 90° para soportar los sensores de presencia que tocará a su paso el trineo.

Las ligas se midieron en cada uno de los ensayos, ya que con la constante deformación de éstas, se presenta un desgaste el cual modifica sus dimensiones iniciales, por ello se ajustaron con el fin de obtener resultados más precisos. El ajuste se realizó a partir de abrazaderas de presión, que contienen un tornillo en los extremos de las ligas, lo cual facilita el ajuste de las mismas en cada uno de los ensayos.



Fig. 3.16 Tope inicial con soporte para sensor 1



Fig. 3.17 Tope final con soporte para el sensor 2

3.2.4 SISTEMAS DE MEDICIÓN

En los ensayos realizados por investigadores, tal como el RACE, cuentan con tecnología de punta y sistemas de medición muy sofisticados. Los sistemas utilizados trabajan por medio de sensores que se encuentran en el interior del dummy (simulaciones al cuerpo humano) en puntos estratégicos. Donde se pueden medir las fuerzas de todas las extremidades y de partes importantes en un impacto.

Un dummy de este tipo recibe el nombre de BioRID (Biofidelic Rear Impact Dummy) realizado por un consorcio entre la Universidad de Chalmers (Suecia), el fabricante de sistemas de retención para el automóvil Autoliv y los constructores Saab y Volvo tiene un costo aproximado de \$1,000,000 de dólares.

Por este motivo mis sistemas de medición son limitados pero funcionales, ya que cuento con un **microcontrolador AT90s2313 de ATMEL**, el cual indica el tiempo exacto en el que el trineo tarde en recorrer los rieles.

En las pruebas realizadas por RACE utilizan una gráfica que por medio de una cámara, se puede ver la distancia recorrida por la cabeza y cuello del dummy, tomando datos por medio de coordenadas; se realizó esta gráfica de medición para este trabajo.

Las pruebas se grabaron con dos cámaras de video, una se instalo frente a la gráfica de medición de forma fija y la segunda cámara captó el movimiento del trineo desde el inicio hasta el choque final.

Se realizaron dos pruebas: alcance trasero y alcance frontal. Para ambas se utilizaron los mismos sistemas y mecanismos, solo se invirtió el inicio y final de los rieles.

3.2.4.1 GRÁFICA DE MEDICIÓN

En este caso se utilizo una gráfica similar a las pruebas de RACE, fue hecha con acrílico transparente de 3mm de grosor, sobre el cual se samblasteo una cuadrícula de 40 x 40 cm. por cuadro, y después con vinil rojo de 1 cm. de ancho se realizo otra cuadrícula más pequeña de 20 x 20 cm. por cuadro.

Esta gráfica de acrílico esta soportada a través de una estructura realizada con tubular cuadrado de $\frac{1}{2}$ " , que esta fija por medio de tornillos de 1" de largo por $\frac{1}{2}$ " de grosor. Al principio de las pruebas se fijo la estructura a los rieles con la intención de mantenerla lo mas cerca posible en el punto de choque, sin embargo se tuvo que hacer de forma independiente porque al momento del choque la gráfica se movía y no permitía obtener datos precisos.



Fig. 3.18 Gráfica de acrílico cuadrículada

3.2.4.2 SISTEMA ELECTRÓNICO

Existen diferentes sistemas de sensores en el mercado para medir la velocidad, sin embargo el costo es elevado. Por tal motivo este sistema fue realizado por el Ingeniero electrónico Ricardo Cueva; realizando un sistema de microcontrolador AT90s2313 con sensores de presencia para conocer el tiempo en que recorre el trineo la distancia de los rieles.

Según en el libro de física general del Instituto Fermin Naudeau la velocidad es la variación de la posición de una partícula en una determinada cantidad de tiempo, es decir, es cuánto varió la posición de la partícula en un lapso de tiempo.

La velocidad es una magnitud vectorial, es decir, tiene un módulo y una dirección. El módulo define el "tamaño" que tiene la velocidad, mientras que la dirección define hacia donde apunta esa velocidad. Por esto principio se utilizó la fórmula: $V = d/t = \text{km/h}$

El sistema electrónico está compuesto por los siguientes elementos:

● Características del microcontrolador:

El AT90S2313 de ATMEL es un microcontrolador 8 bits de baja potencia CMOS basado en la arquitectura del AVR RISC, ejecuta la mayoría de las instrucciones en un solo ciclo de reloj, el AT90S2313 alcanza los rendimientos de procesamiento que acercan a 1 MIPS por un megahertz.

El AT90S2313 proporciona las siguientes características: 2KBytes de memoria flash programable In-System, 128 Bytes de EEPROM, 128 Bytes de SRAM, 15 líneas de entrada/salida para fines generales, 32 registros de funcionamiento, Reloj/Contador, interrupciones internas y externas, una UART para la comunicación serial, y un puerto serial SPI.

La interfase serial SPI permite reprogramar la memoria Flash en el sistema (sin retirar el dispositivo del circuito) combinando esta característica con la arquitectura mejorada RISC de 8 bits, el AT90S2313 es un poderoso microcontrolador que proporciona una solución flexible y económica para muchas aplicaciones de control tal como la presentada a continuación.

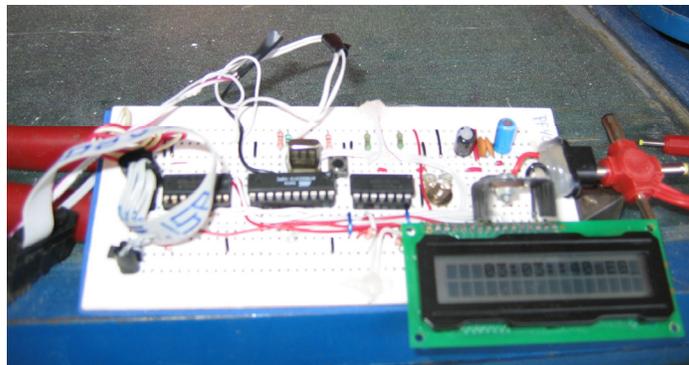


Fig. 3.19 Sistema de microcontrolador AT90s2313 con sensores de presencia

● Implementación del cronometro

Se implementa un cronometro por medio del microcontrolador utilizando dos interruptores mecánicos al accionarlos nos indican el inicio y final de la cuenta finalmente el resultado se despliega en un visualizador de cristal liquido (LCD).

El interruptor (sensor) 1, se encuentra conectado a la interrupción externa 0 (INT0) del microcontrolador, este al detectar el cambio lógico de 1 a 0 en el interruptor indica que se inicia el cronómetro y la cuenta del contador de 8 bits que reside en el microcontrolador, éste lleva la cuenta de milésimas de segundo, segundos y minutos. (Fig. 3.20)

Al parar el cronometro el interruptor (sensor)2 que se encuentra conectado a la interrupción externa 1 (INT1) del microcontrolador se acciona y cambia su nivel lógico de 1 a 0, este cambio lo reconoce el microcontrolador como el final de la cuenta del cronometro, finalmente se acondiciona la cuenta del contador de 8 bits y se muestra en el visualizador de cristal liquido.

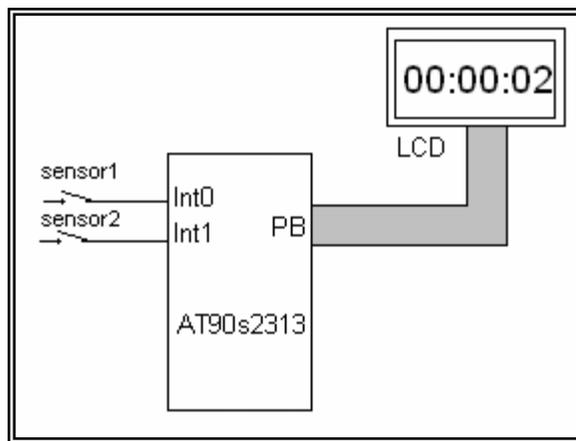


Fig. 3.20 Conexión del sistema electrónico
(Cuevas 2005)

3.3 PRUEBAS EXPERIMENTALES

Las pruebas de choque están basadas en sendas recomendadas elaboradas por ISO (internacional Standards Organization):

- ISO/ TC22 N 2071
- ISO/ TC22/ SC 10

Mediante las cuales se realizaron pruebas dinámicas de alcance trasero y frontal; la prueba dinámica consistió en representar a un vehículo a distintas velocidades que alcanza a otro que se encuentra detenido. En este caso las pruebas no se realizaron con vehículos completos, sino se realizaron sobre un “trineo de deceleración” sobre una plataforma móvil; en el trineo se instalo un asiento de un automóvil compacto con su respectivo reposacabezas. La plataforma se acelera hasta la velocidad deseada, y se frena bruscamente con un tope fijo en el mecanismo de las guías o rieles siguiendo una curva de deceleración.

Sobre el trineo se fija el asiento, en el que se instala un muñeco antropomórfico o dummy (sujeto al cinturón de seguridad de tres puntos), que representa las características físicas (peso y dimensiones) de un hombre adulto medio. Con respecto al dummy habitualmente utilizado en colisiones frontales, el muñeco del presente estudio dispone de un "cuello" modificado debidamente para recoger información de interés en colisiones por alcance trasero.

El asiento se instala sobre sus guías o rieles, las cuales van atornilladas al trineo respetando su inclinación original en el vehículo. La inclinación del respaldo se ajusta utilizando una "plantilla" especial formando 25° con respecto a la vertical. Longitudinalmente, el asiento se coloca sobre sus guías en la posición intermedia. Si existe regulación de altura, o cualquier otra regulación, también se selecciona para los ensayos la posición intermedia.

Las pruebas fueron realizadas en un ajuste óptimo del reposacabezas: parte superior del reposacabezas a la misma altura que la parte superior de la cabeza del dummy; reposacabezas tan cerca de la cabeza como sea posible.

La composición de todos los elementos que componen el trineo de deceleración, se realizó con respecto a las normas ISO/ TC22 N 2071 e ISO/ TC22/ SC 10 como se muestra en la figura 3.21.



Fig. 3.21 Trineo de deceleración con todos los elementos que lo conforman

3.3.1 NORMAS ISO/ TC22 N 2071 e ISO/ TC22/ SC 10 Procedimientos de prueba de Colisión

El proyecto recibe el nombre de: "El Proyecto #5 activo"

El procedimiento de la prueba se ha desarrollado por ETH (Grupo activo en las Mecánicas de Accidentes), GDV (Institute para el Vehículo), y Autoliv (Autoliv Alemania).

Los autores: M. Muser (Zurich), H. Zellmer (Elmshorn), F. Walz (Zurcí), con la colaboración de W. Hell y K. Langwieder (Munich).

El procedimiento de la prueba se ha armonizado con el documento 'A procedimiento de prueba de choque en un trineo para impactos de alcance trasero por K. Steiner y H. Steffan, TU Graz.

3.3.1.1 ESQUEMA PREVIO DE LESIONES

La mayoría de los reposacabezas de los automóviles en la actualidad son capaces de minimizar las lesiones severas del cuello.

Sin embargo, las lesiones de cuello de los tejido suaves menores de un 1 grado de severidad lesión AIS, todavía ocurre en proporciones grandes. En muchos países, el número de lesiones suave del tejido están aumentando. La mayoría de personas con tales lesiones pequeñas en el cuello tiene una pronta recuperación sin los síntomas antes dichos. Algunas víctimas, sin embargo, sufren un deterioro serio que dura muchos años incluso después de un evento "menor", en velocidades bajas también llamadas el "impacto por alcance trasero. Estas lesiones son difíciles a diagnosticar - incluso un examen médico cuidadoso no revela a menudo ningún razón visible de un desorden en el cuello - y se malinterpretan a menudo las complejidades involucradas. Lo que conlleva a situaciones legales o a disputas relacionadas con las aseguradoras es más común..

Se ha mostrado en la literatura científica pertinente que:

- Las lesiones en tejido suaves del cuello ocurren predominantemente en el automóvil cuando es golpeado en impactos por alcance trasero, y son menos frecuentes en impactos frontales y en impactos laterales.
- Los estudios sobre el asiento y reposacabezas para reducir las lesiones más comunes han avanzado con el paso del tiempo.
- La geometría del reposacabezas reveló que la mayoría de automóviles actuales tienen calificaciones de "aceptable" o incluso de "pobres" en cuanto su eficacia se refiere. Esta limitación es en parte debido a la falta de normas y procedimientos en las pruebas.
- Muchas organizaciones (los fabricantes de automóviles o asientos, las universidades e investigadores del accidente) se han interesado en la eficacia del asiento y sus sistemas de retención, por esto han realizado sus propios procedimientos en pruebas dinámicas.
- En la actualidad ningún dispositivo de prueba antropomórfica era conveniente para la espina biomecánica durante bajas velocidades en choques de impacto trasero; en la actualidad existen distintos tipos de dummy para estas pruebas con un cuello (TRIDneck).
- Se analizó que la mayoría de las lesiones del cuello ocurridas en alcance trasero ocurre durante una delta-v de 10 a 15 km/h para el automóvil que es golpeado.

3.3.1.2 ALCANCE TRASERO

Durante el procedimiento de las prueba se simula una velocidad baja por choque de alcance trasero que resulta de una delta-v del automóvil que es golpeado a 15km/h.

El propósito principal es la comparación de sistemas de asiento y reposacabezas frente a condiciones normales con respecto al potencial de protección y riesgo que están asociados a las lesiones leves en el tejido del cuello.

El procedimiento se diseña para el quincuagésimo percentil de persona/dummy masculino, este percentil también beneficia a otro grupo (por ejemplo quinto percentil en la mujer) de personas.

3.3.1.3 REFERENCIAS NORMATIVAS

El procedimiento de las pruebas esta perfilado en parte bajo las normas siguientes y prácticas recomendadas:

- SAE J 826: El punto - H- máquina
- SAE J211/1: Instrumentación Electrónica
- SAE las: Pautas en el Cálculo de Lesiones
- ECE-R 94 Posicionamiento de Dummys

3.3.1.4 DEFINICIONES

3.3.1.4.1 HIC a (3ms)-valores,

Se calcula el criterio de la lesión en el cuello y los 3 valores excedente valuados en milisegundos según la SAE J1727.

3.3.1.5 EQUIPO DE PRUEBAS

3.3.1.5.1 Pruebas track

La pruebas se realizan en un trineo de deceleración en el cual se disminuyó la velocidad usando un sistema de frenando adecuado o un trineo hidráulicamente acelerado (el sistema de HyGe). En este caso un tope en la parte final de las guías.

3.3.1.5.2 Dispositivo de pruebas antropomórficas (ATD Anthropomorphic test device):

Un dispositivo de pruebas BioRID o un muñeco antropomórfico que ofrece biofidelidad similar. (El biofidelity 572 E (Híbrido III) quincuagésimo percenties un dummy masculino con norma TRIDNeck)

3.3.1.5.3 Objetos de pruebas

Los asientos de vehículos en choques por alcance trasero deben estar de acorde a las normales como lo descrito en la sección 3.3.1.6.

3.3.1.6 REQUISITOS

3.3.1.6.1. Dispositivo para las pruebas antropomórficas (Dummy)

El ATD (Anthropomorphic test device) se compone con lo descrito en las tablas 3.1 y 3.2. El dummy del ATD está provisto con un dispositivo electrónico para medir el tiempo T_k del primer contacto de la cabeza respecto al reposacabezas.

Tabla 3.1 Instrumentación normativa (ISO 2001)

POSICIÓN	MEDIDAS	EJES	FILTROS
Cabeza	Aceleración	x/y/z	CFC 1000 ¹
Cuello superior	Fuerza	x/z	CFC 1000
	Momento del torque	y	CFC 600
Parte baja del cuello	Aceleración	x	CFC 180
Pecho	Aceleración	x/y/z	CFC 180
Pelvis	Aceleración	x/y/z	CFC 1000

Tabla 3.2 Instrumentación opcional (ISO 2001)

POSICIÓN	MEDIDAS	EJES	FILTROS
Cabeza	Aceleración rotativa	y	CFC 1000
Cuello superior	Fuerza	Y	CFC 1000
	Momento del torque	x/z	CFC 600
Parte baja del cuello	Fuerza	x/y/z	CFC 1000
	Momento del torque	x/y/z	CFC 600

3.3.1.6.2 Blancos cinematográficos

Se montarán los blancos cinematográficos a un lado de la cabeza en la situación del choque, para filmar el movimiento que sufre la cabeza para determinar la rotación de la misma. Un segundo juego de blancos cinematográficos en la vértebra torácica se montará para permitir determinación la velocidad y rotación de esta vértebra.

Así como otro juego se montará en un brazo de movimiento para seguir la línea que lleva el trineo al momento del choque.

3.3.1.6.3 Temperatura de pruebas

La temperatura ambiente durante la prueba será $20 \pm 5^\circ$ Celsius.

3.3.1.6.4 Alineación del eje de la cabeza

El posicionamiento del dummy debe ajustarse de tal forma que, que su posición final, el eje x de la cabezas tenga una aceleración horizontal a $\pm 1^\circ$.

3.3.1.7 PROCEDIMIENTO DE LAS PRUEBAS

3.3.1.7.1 Montaje del asiento en el trineo

Se apoya en el trineo los mecanismos de ajuste del asiento, donde se adaptará tal que la referencia designada de la posición del asiento para el 50 percentil del ocupante masculino se reproduce con las especificaciones del fabricante.

En casos donde tales características técnicas no están disponibles, el asiento se montará en el trineo y será ajustado de tal manera que:

- Las dimensiones A y B (Fig. 3.22) se mantienen. El ángulo de la rampa del asiento será $12^\circ \pm 1^\circ$.
- La línea del torso será de 25° con respecto a la vertical.
- El ajuste con respecto a la altura de asiento estará en su posición más baja.
- El ajuste del ángulo de asiento está en la posición más baja.
- Los lordosis se apoyarán en la retractación máxima

Las dimensiones A y B así como la línea del torso y ángulo de rampa de asiento se documentarán en un protocolo. En el caso de que exista una documentación proporcionada por el fabricante que especifica la referencia de la posición del asiento será parte del protocolo.

3.3.1.7.2 Posición del ATD en el asiento

El ATD se posiciona según los procedimientos usados en las pruebas de impacto frontal (el cf. ECE R-94). Los pies se posicionarán en el ángulo de apoyapies del trineo, y los talones referente la plataforma del suelo.

El ATD usa un sistema de cinturón de seguridad de tres puntos de la manera correcta sin estar muy ajustado al dummy. El sistema del cinturón no ejercerá una fuerza completamente sobre el dummy durante la prueba antes de la fase del rebote, es decir el dummy tendrá en la fase de rebote, la misma posición al trineo como él que tenía antes de las pruebas.

Tabla 3.3 Medidas para la estructuración de las pruebas (ISO 2001)

DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN	DISPOSITIVO DE PRUEBA	DIMENSIÓN
A*	Distancia vertical suelo punto-H	H-punkt máquina	(275 + 15) mm
B	Distancia horizontal toepan punto-H	H-punkt máquina	(850±100) mm
C	Distancia vertical punto-H/blanco T4	ATD	(100 ± 5) mm
α	Ángulo de apoyapies - suelo		40° - 45°
ϵ	Ángulo de la pelvis	ATD	25° + 2°

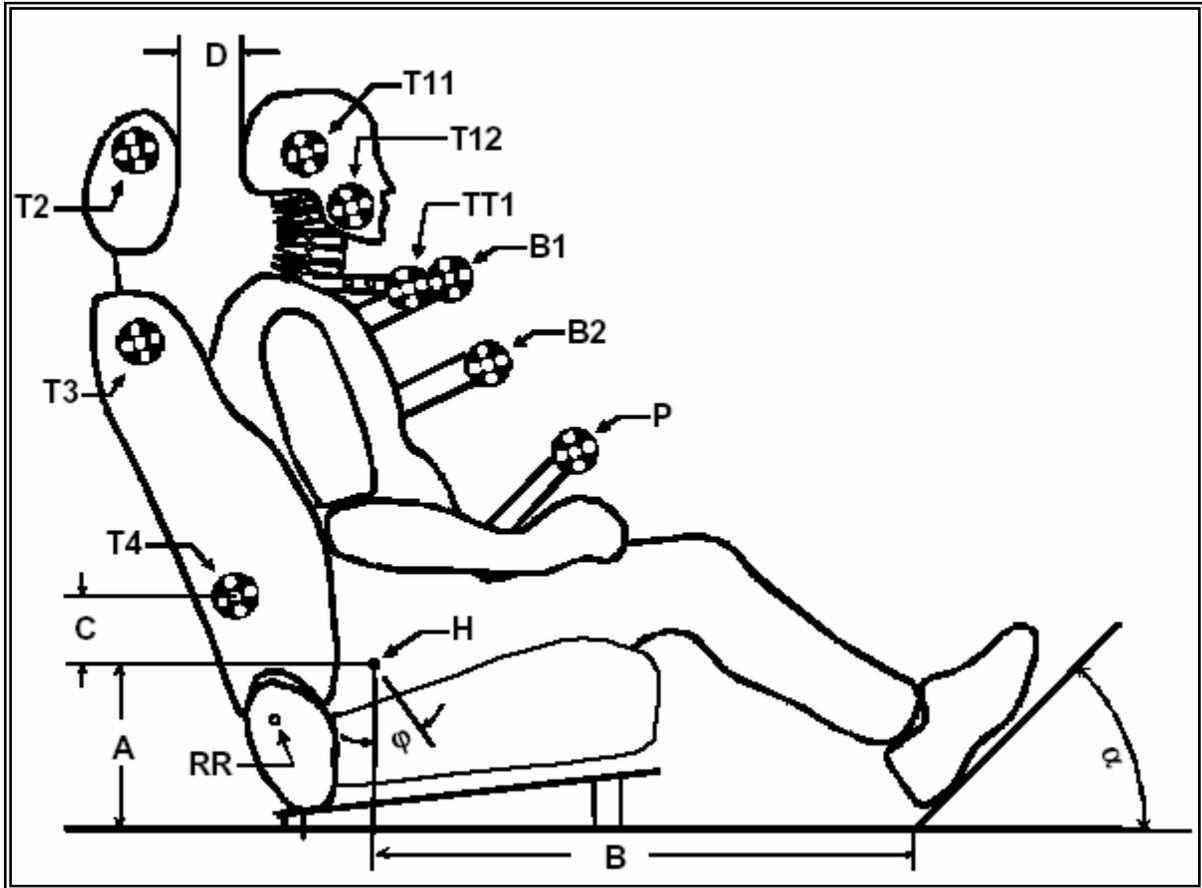


Fig. 3.22 Las medidas en el asiento y posicionamiento del dummy, usando el maniquí de BioRID. Los blancos o puntos de referencia B1, B2 y P son optativos. T11 y T12 se designaron puntos importantes en la cabeza y TT1 es el punto que determina la velocidad de T1 (ISO 2001)

3.3.1.7.3 LAS PREPARACIONES DE LA PRUEBA

3.3.1.7.3.1 Ajuste del reposacabezas

El reposacabezas y la posición del asiento se ajustarán respecto a las especificaciones designada por el fabricante.

Si tales características técnicas no están disponibles, un reposacabezas ajustable se debe colocar verticalmente hasta su borde superior alineado con la parte superior de la cabeza. La posición entre la cabeza y reposacabezas debe ser la más cercana, es decir normalmente la posible posición más alta designada, se seleccionará de acuerdo a la persona. Si el reposacabezas es ajustable en la dirección horizontal, se traerá a la posición respecto a la distancia horizontal más pequeña entre la parte de atrás de la cabeza y la superficie del reposacabezas.

3.3.1.7.3.2. Puntos cinematográficos en el asiento

Para un análisis cinematográfico subsecuente, los puntos cinematográficos siguientes se aplicarán al asiento:

T2: en la cara lateral del refrenamiento de cabeza, a la misma altura como el c.g. de cabeza.

T3: en el resto de la parte de atrás, a la misma altura de la juntura del hombro.

T4: en el resto de la parte de atrás, según la figura 1 pariente al punto- H.

3.3.1.7.4 Posiciones de la cámara

Primera cámara: la cámara debe de estar de forma estacionaria y de forma lateral al asiento y al dummy durante la fase de deceleración/aceleración en la prueba.

Segunda cámara: montado en el trineo, la exhibición de vista lateral el torso, cabeza, y el refrenamiento de cabeza.

Se determina la parte del asiento, reposacabezas, y el cuerpo por la parte superior del dummy será visible en el film/video durante un intervalo de tiempo (mucho tiempo sería de 400 ms) después del choque del trineo en el proceso de deceleración / aceleración (t_0).

3.3.1.8 CONDICIONES DE PRUEBA

3.3.1.8.1 Velocidad de la prueba

La velocidad de la prueba será 16 ± 1 Km./h. La velocidad de la prueba se medirá inmediatamente antes del impacto que usa un dispositivo de la medida conveniente. En el caso de aceleración (el principio de HyGe) del trineo, la velocidad de la prueba se medirá inmediatamente después de que la fase de aceleración cuando se haya completado.

3.3.1.8.2 Pulso de Deceleración/Aceleración

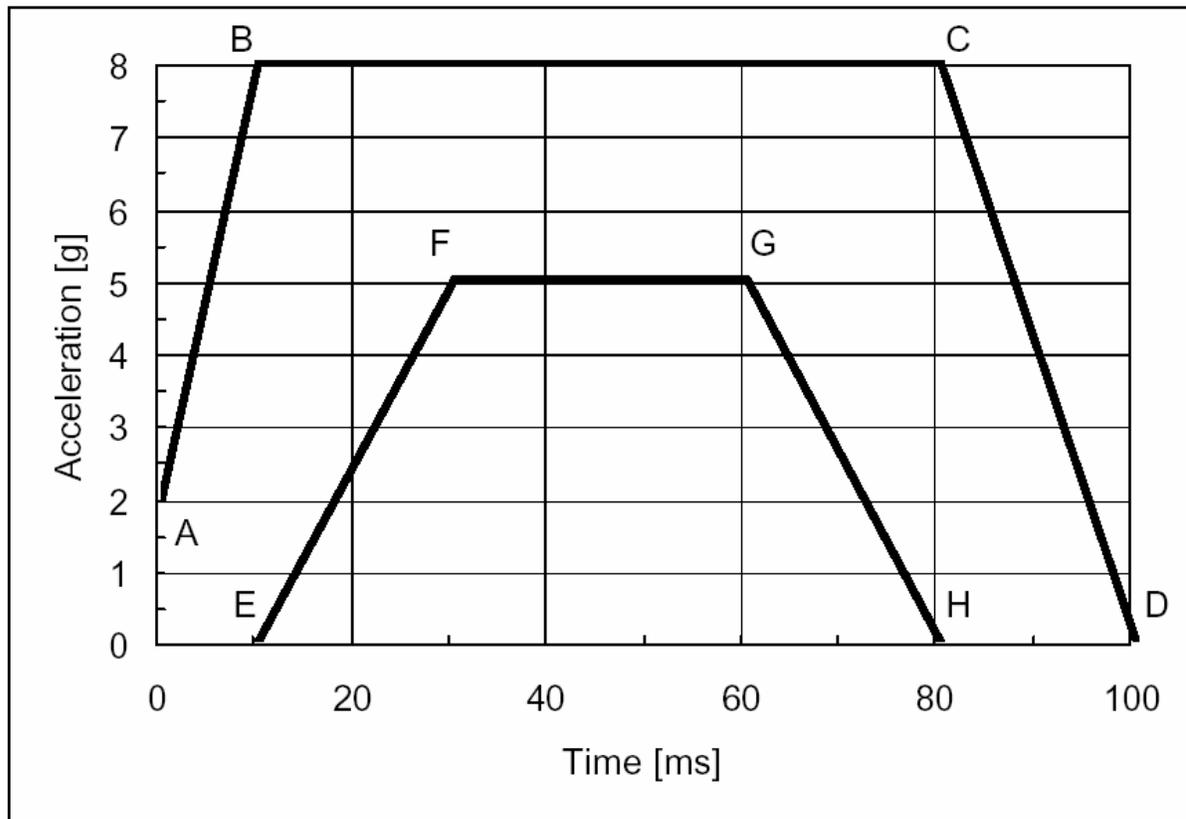
Tabla 3.4 Corredor para el pulso de deceleración/aceleración (ISO 2001)

PUNTO	TIEMPO (ms)	A(g)	PUNTO	TIEMPO (ms)	A(g)
A	0	2	E	10	0
B	10	8	F	30	5
C	80	8	G	80	5
D	100	0	H	60	0

3.3.1.8.3 Dispositivos activos

Se instalarán los dispositivos sensoriales que requieren un signo del gatillo para desplegar durante la colisión, tal despliegue ocurre bajo las mismas condiciones como en el vehículo designado.

Tabla 3.5 Curvas del corredor para el pulso de deceleración/aceleración (ISO 2001)



Si se activan tales dispositivos electrónicamente, la unidad del gatillo puede montarse en el trineo. Como una alternativa, el punto del gatillo puede especificarse como un retraso de tiempo con respecto al t_0 . En este caso, el fabricante demostrará que el tiempo del gatillo corresponde al tiempo del gatillo en que se mediría el vehículo designado bajo las circunstancias de la colisión igual a aquéllos simulados por la prueba del trineo descrita aquí. Esto puede demostrarse por ejemplo por una prueba del trineo con un corredor de tolerancia de narrower para el historial del tiempo/aceleración en que se ponen los niveles g para B y C (Fig. 3.5) de 6.5 g y para F y G a 5.5 g, respectivamente.

La configuración de activado y el estado del dispositivo electrónico de las prueba se documentará en el protocolo de la prueba.

3.3.1.9 GRABACIÓN DE DATOS

Los datos de estas medidas se grabarán según SAE J211/1. Los datos serán considerados en un tiempo para la evaluación hasta el punto de c.g. de la cabeza, el punto cinematográfico (T1) los alcances y las posiciones X_0 durante la fase del rebote, es decir su posición muestra la posición horizontal (x -) coordenada del trineo como al principio de la fase de la deceleración/aceleración.

3.3.1.9.1. Datos del dummy (ATD)

Las medidas descritas en las tablas 3.4 y 3.5, los parámetros de deceleración/aceleración del trineo se grabarán electrónicamente como una función de tiempo. Se grabarán los datos durante un mínimo de 400 ms después del ataque de deceleración/aceleración del trineo (el t_0).

Donde las aceleraciones del multiaxial son moderadas, las aceleraciones resultantes se calcularán, y se calcularán los valores de 3-ms-excedente, HIC, y NIC. Los momentos de torque en el cuello se documentarán sin cualquier corrección aplicada.

El análisis de la película se usará para determinar los valores siguientes:

- Máximo magnitud del movimiento posterior de los puntos cinematográficos T1 a través de T4 (las coordenadas horizontal y vertical).
- Velocidad del trineo en T1 en la fase de choque al momento de $X(T1) = x_0$ (sobre cf.).
- Velocidad del trineo en el segmento del cuello de la parte más baja visible en la fase de choque cuando $X(\text{Neck}) = x_0$ (sobre cf.).
- La flexión máxima y la extensión orientada de la cabeza al tórax, puntos de tiempo a que estos máximos se alcanzan.

3.3.1.9.2 Medidas a las post-pruebas

Después de la prueba, las coordenadas de los puntos cinematográficos T2 se determinarán a través de T4.

3.3.2 ANTROPOMETRÍA DE LA POBLACIÓN EN MÉXICO

Se realizó un análisis sobre los percentiles en la población en México, con el propósito de obtener estos datos, los cuales servirán como punto de referencia para conocer cuál es la altura óptima del reposacabezas en nuestro país; la tabla 3.6 desglosa las distintas estaturas y percentiles de acuerdo con rangos de edad, en este caso se tomará a partir de los 19 años, ya que en México se permite conducir un vehículo a partir de los 18 años; se tomó como un máximo de edad 62 años (Bonilla-Rodríguez 1993).

A través de la siguiente tabla se conocerá la media en cuanto a cada uno de los percentiles de la población, esto con la finalidad de que el diseño a proponer abarque todos los percentiles posibles para una mayor eficiencia.

Tabla 3.6 Estaturas y percentiles a distintos rangos de edad (Bonilla 1993)

RANGO DE EDAD (años)	MEDIDA	VALOR (m)		PERCENTILES (m)				
		MAX.	MIN.	5	25	50	75	95
19 - 22	Estatura sin zapatos (E20)	1.973	1.382	1.477	1.571	1.635	1.699	1.793
23 - 26	Estatura sin zapatos (E20)	1.890	1.478	1.510	1.602	1.664	1.727	1.819
27 - 30	Estatura sin zapatos (E20)	1.775	1.463	1.477	1.566	1.627	1.688	1.778
31 - 34	Estatura sin zapatos (E20)	1.811	1.415	1.465	1.564	1.632	1.699	1.799
35 - 38	Estatura sin zapatos (E20)	1.815	1.526	1.516	1.591	1.643	1.695	1.771
39 - 42	Estatura sin zapatos (E20)	1.778	1.466	1.459	1.544	1.602	1.659	1.744
43 - 46	Estatura sin zapatos (E20)	1.746	1.536	1.493	1.566	1.616	1.666	1.739
47 - 50	Estatura sin zapatos (E20)	1.798	1.514	1.560	1.633	1.683	1.732	1.805
51 - 54	Estatura sin zapatos (E20)	1.674	1.463	1.511	1.565	1.602	1.638	1.692
55 - 58	Estatura sin zapatos (E20)	1.834	1.456	1.471	1.585	1.663	1.741	1.855
59 - 62	Estatura sin zapatos (E20)	1.727	1.513	1.454	1.550	1.616	1.682	1.779
	MEDIA	1.801	1.473	1.484	1.576	1.634	1.693	1.779

3.4 FASE EXPERIMENTAL

Se realizaron dos tipos de pruebas principalmente que son:

- Prueba dinámica de alcance trasero
- Prueba dinámica de alcance frontal

Cada una de las pruebas se realizó a cuatro velocidades diferentes, en este caso se realizó de forma ascendente. Y de cada una de las pruebas en velocidad, se realizaron cuatro veces cada una para obtener un promedio y reducir el rango de error (ver DVD, "Pruebas de impacto").

El cambio de velocidades que se realizó a cada una de las pruebas, se logró reduciendo la longitud de las bandas elásticas, ya que a menor longitud mayor es la velocidad del trineo de deceleración.

Las pruebas por alcance trasero fueron las de mayor importancia, como se observa en las tablas 3.7 y 3.8 ya que son en las que se presentan el mayor número de lesiones en las cervicales (ver DVD, "Pruebas dinámicas por alcance trasero").

Tabla 3.7 Datos obtenidos de las pruebas por alcance trasero

	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (Km/h)	AJUSTE	ALCANCE	COORDENADAS
PRUEBA 1	2.15	5.50	9.208	Óptimo	Trasero	I5,L5
	2.16	5.50	9.165	Óptimo	Trasero	G4,M5
	2.20	5.50	9.000	Óptimo	Trasero	G4,I5,L5
	2.17	5.50	9.126	Óptimo	Trasero	G4,J5.M6
	2.17		9.125			F3
PRUEBA 2	2.00	5.50	9.899	Óptimo	Trasero	G5,J4,M5
	2.08	5.50	9.518	Óptimo	Trasero	G5,L5,N5
	2.05	5.50	9.658	Óptimo	Trasero	J5,N5
	2.08	5.50	9.518	Óptimo	Trasero	G5,K5,N5
	2.05		9.648			F3
PRUEBA 3	1.28	5.50	15.469	Óptimo	Trasero	J5,K4,M5
	1.27	5.50	15.591	Óptimo	Trasero	G5,M4,P5
	1.23	5.50	16.099	Óptimo	Trasero	H5,O4,Q4
	1.19	5.50	16.639	Óptimo	Trasero	G4,K5,O5
	1.24		15.950			G4
PRUEBA 4	0.20	5.50	98.990	Óptimo	Trasero	C5,H3,J4,G3
	0.50	5.50	39.599	Óptimo	Trasero	F5,K3,L4
	0.90	5.50	21.999	Óptimo	Trasero	F5,K3,L4
	0.70	5.50	28.285	Óptimo	Trasero	
	0.575		47.218			E3

Los resultados obtenidos en alcance frontal (tabla 3.9), son de menor impacto ya que se puede estar alerta y resistencia al momento del choque (ver DVD, “Pruebas dinámicas por alcance frontal”).

Se realizaron a velocidades como se establecen en las normas antes descritas, siendo de 10 a 15km/h el rango de velocidad (algunas lesiones se producen a velocidades de 8 Km./h), así como de 20 a 90 Km./h para observar el comportamiento del reposacabezas en impactos extremos.

Tabla 3.8 Delta-V en velocidad de alcance trasero

	TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	DELTA- V (Km/h)
PRUEBA 1	2.15	9.208	4.604
	2.16	9.165	4.582
	2.20	9.000	4.500
	2.17	9.126	4.563
MEDIA	2.17	9.125	4.563
PRUEBA 2	2.00	9.899	4.950
	2.08	9.518	4.759
	2.05	9.658	4.829
	2.08	9.518	4.759
MEDIA	2.05	9.648	4.824
PRUEBA 3	1.28	15.469	7.735
	1.27	15.591	7.796
	1.23	16.099	8.050
	1.19	16.639	8.320
MEDIA	1.24	15.950	7.975
PRUEBA 4	0.20	98.990	49.450
	0.50	39.599	19.800
	0.90	21.999	10.999
	0.70	28.285	14.142
MEDIA	0.575	47.218	23.609

Tabla 3.9 Delta-V en velocidad de alcance frontal

	TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	DELTA- V (Km/h)
PRUEBA 1	2.37	8.431	4.215
	2.40	8.326	4.163
	2.46	8.120	4.060
	2.38	8.395	4.197
MEDIA	2.40	8.318	4.159
PRUEBA 2	1.42	14.068	7.034
	1.50	13.319	8.160
	2.00	9.989	4.995
	1.55	12.891	6.446
MEDIA	1.61	12.566	7.783
PRUEBA 3	1.17	17.078	8.539
	1.15	17.373	8.686
	1.17	17.078	8.539
	1.15	17.373	8.686
MEDIA	1.16	17.225	8.614
PRUEBA 4	0.14	142.714	71.357
	0.15	133.200	66.600
	0.15	133.200	66.600
	0.14	142.714	71.357
MEDIA	0.145	137.957	68.978

En las pruebas por alcance frontal se realizaron en un rango de 8 a 15 km/hr, para observar el comportamiento al momento del impacto, así como también una prueba se realizó a velocidades mayores de 130 a 140 Km./h, velocidades que se presentan en carreteras fuera de la ciudad.

3.4.1 GRÁFICAS DE DESCELERACIÓN / ACELERACIÓN

En las siguientes gráficas se muestran distintos comportamientos que se observaron al momento de las distintas pruebas de choque, ya que a través de curvas llamadas “curvas de deceleración / aceleración”, podemos observar el comportamiento al momento del impacto; estas curvas se obtienen a través del moviendo que tiene la cabeza al rebotar con el punto crítico del reposacabezas.

Para cumplir con el objetivo se tomaron los puntos críticos del dummy (fig. 3.23), que se encuentra en las sienes del cráneo respecto al punto medio del reposacabezas (punto directo de contacto al momento del choque, ver fig. 3.18). Se obtuvieron los datos necesarios a través de la gráfica de acrílico cuadrículada colocada en la parte lateral del trineo.

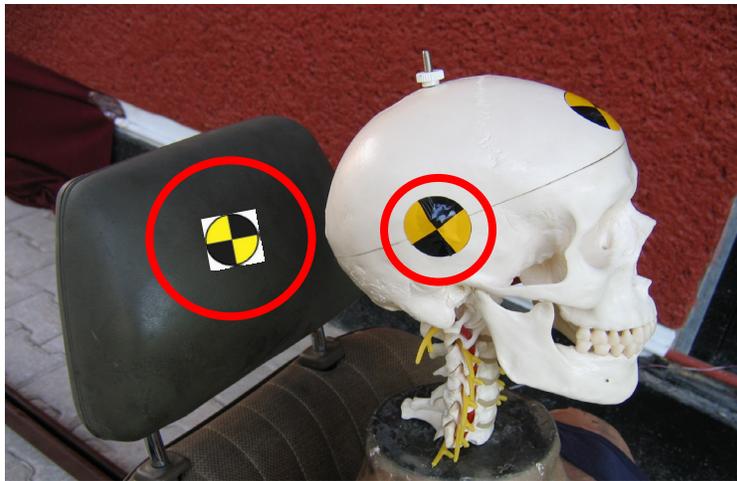


Fig. 3.23 Puntos de referencia para medir curvas de deceleración / aceleración

3.4.1.1 Curvas de deceleración / aceleración para choques de alcance trasero. (Ver DVD, “Pruebas dinámicas por alcance trasero”)

Estas curvas en general, son de mayor importancia para conocer las deficiencias que presenta el reposacabezas al momento de un choque por alcance, y como se menciono anteriormente, las pruebas por alcance trasero son de mayor relevancia.

3.4.1.1.1 PRUEBA 1: ensayos a una distancia de 5.50 m, y velocidad media de 9.125 km/hr.

Las velocidades en las que se realizaron los cuatro ensayos específicamente se pueden consultar en la tabla 3.7.

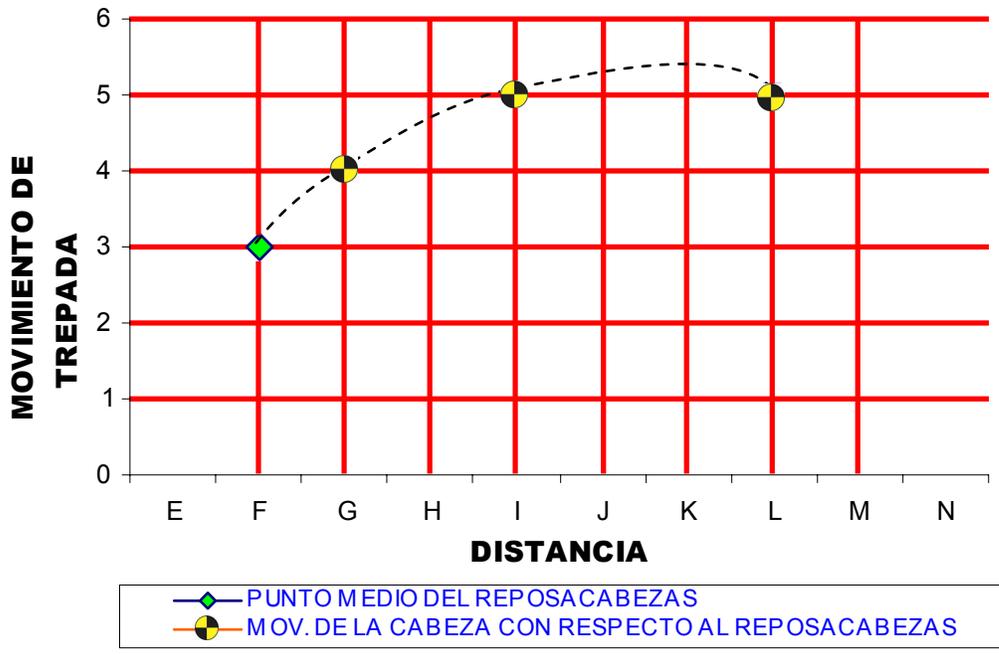


Fig. 3.24 Curva de deceleración por alcance trasero prueba 1.1

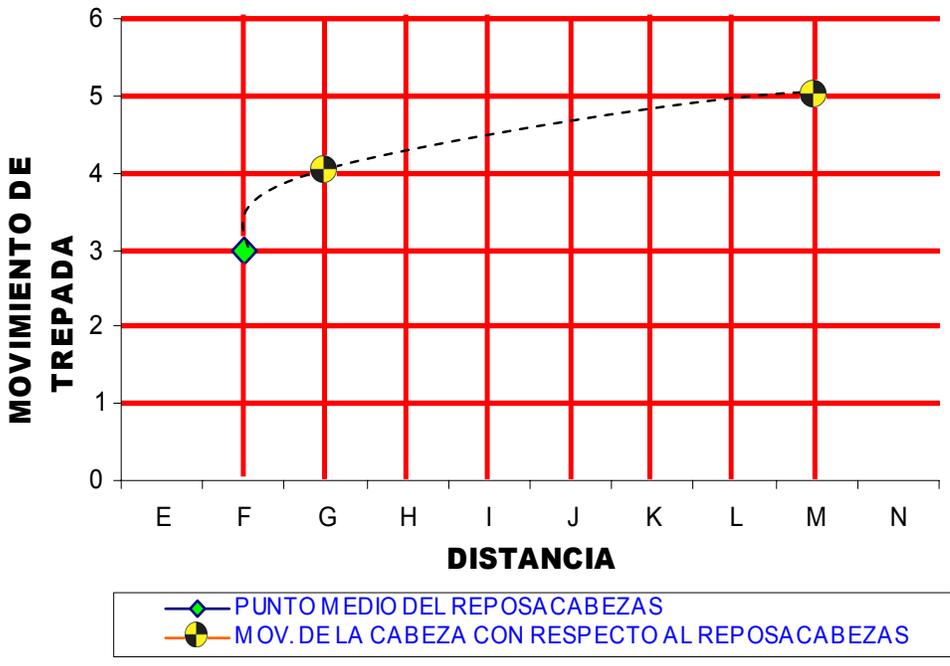


Fig. 3.25 Curva de deceleración por alcance trasero prueba 1.2

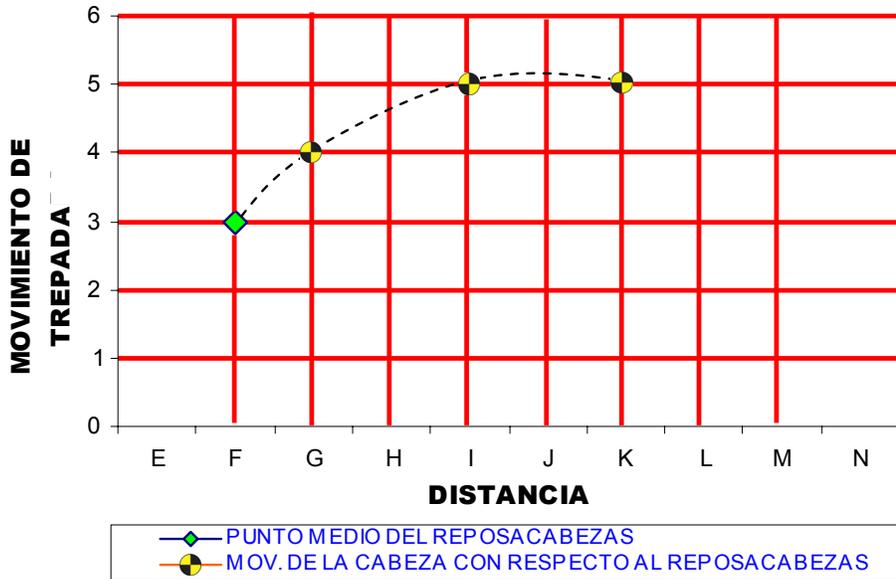


Fig. 3.26 Curva de deceleración por alcance trasero prueba 1.3

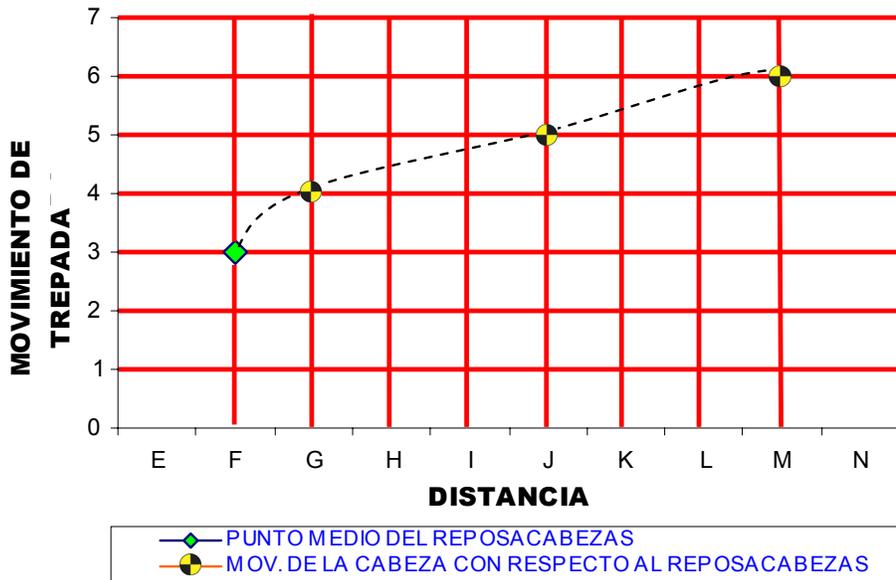


Fig. 3.27 Curva de deceleración por alcance trasero prueba 1.4

Se realizaron cuatro ensayos con velocidades considerables en zonas urbanas, en las cuales se observa un comportamiento, donde se presentan curvas constantes con pequeñas variaciones respecto unas de otras; se obtiene un comportamiento en estas curvas, el cual muestra el movimiento de flexión y extensión por la cinemática del ocupante, ya que estos movimientos llegan a rebasar los límites de extensión del cuello, por la velocidad que se da en este movimiento, es corta la distancia que recorre la cabeza.

Como se observa en las cuatro gráficas existe un movimiento con respecto al reposacabezas, esto puede causar pequeñas molestias al ocupante después del choque, sin embargo no es perjudicial. Reafirmando con esto la información antes analizada por expertos, donde demuestran estas gráficas que el reposacabezas disminuye la excesiva extensión del cuello, sin embargo no evita esta extensión que puede provocar pequeñas lesiones, esto lo hace deficiente por el movimiento brusco que aún presenta el cuello a estas velocidades tan bajas (fig. 3.24, 3.25, 3.26 y 3.27).

3.4.1.1.2 PRUEBA 2: ensayos a una distancia de 5.50 m, y velocidad media de 9.648 Km./hr.

Las velocidades en las que se realizaron los cuatro ensayos específicamente se pueden consultar en la tabla 3.7.

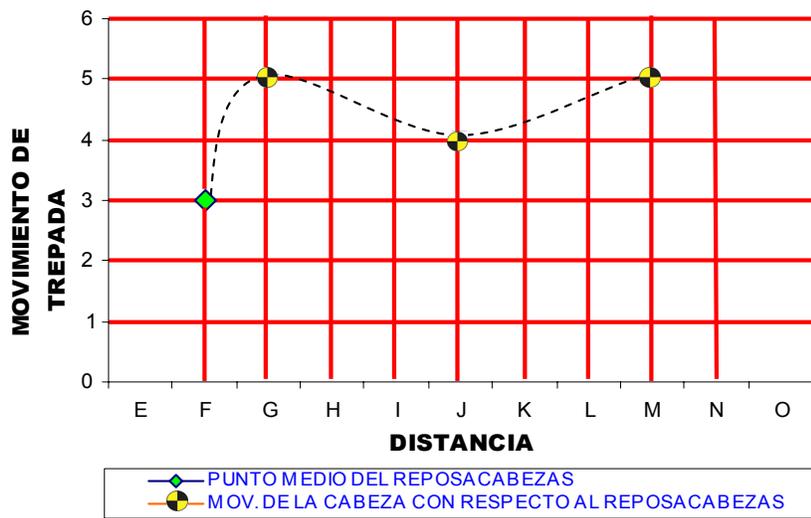


Fig. 3.28 Curva de deceleración por alcance trasero prueba 2.1

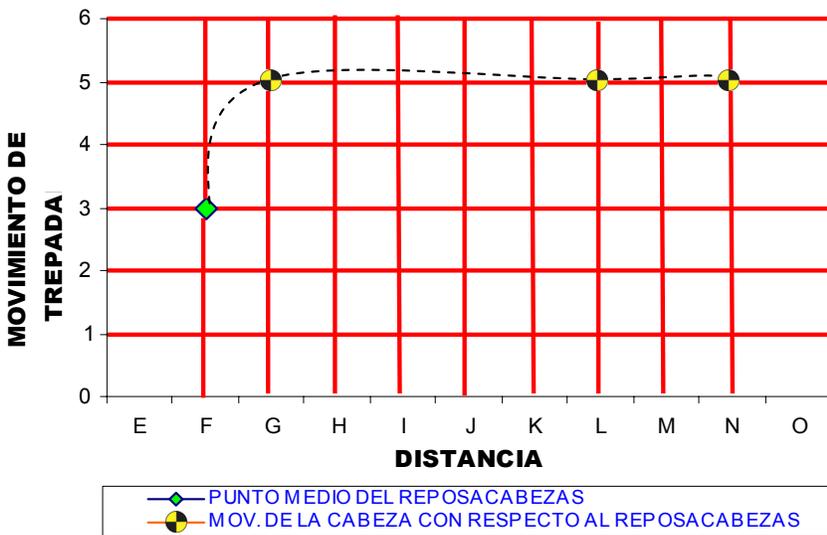


Fig. 3.29 Curva de deceleración por alcance trasero prueba 2.2

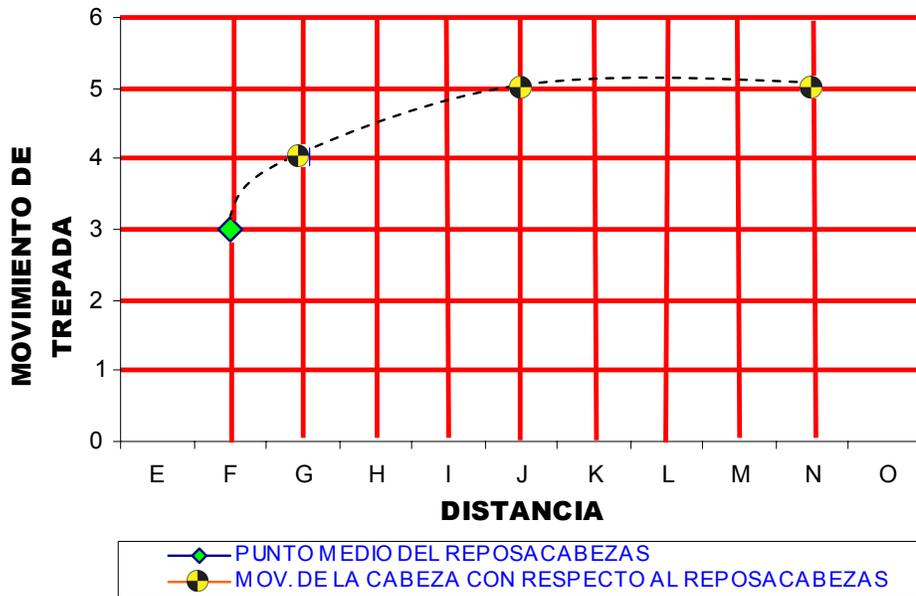


Fig. 3.30 Curva de deceleración por alcance trasero prueba 2.3

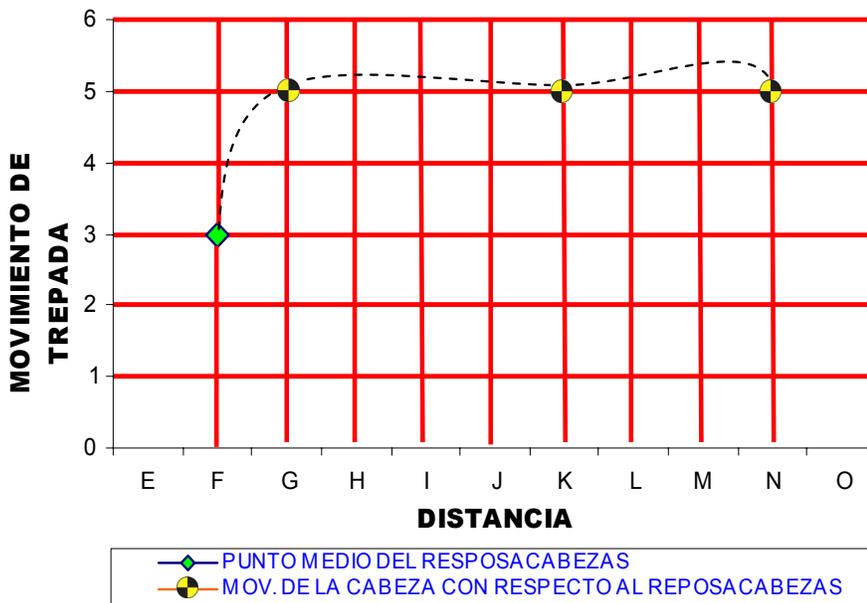


Fig. 3.31 Curva de deceleración por alcance trasero prueba 2.4

Estas gráficas se obtuvieron en las pruebas por alcance trasero numero dos, a una velocidad media de 9.648 km/hr, obtenida en la tabla 3.7; las cuales muestran que al aumentar la velocidad del trineo, se tiene un mayor movimiento, siendo más perjudicial para el ocupante.

Como podemos observar en cada una de las gráficas el comportamiento que se tienen en las curvas, es también de flexión y extensión, y en este caso en específico la amplitud va más allá

de los valores alcanzables de modo voluntario. Esto se puede observar claramente con la simbología de las gráficas, ya que el punto de la posición del reposacabezas es rebasado por el movimiento de la cabeza, es ahí donde se presenta el cambio a hiperextensión del cuello; se puede ver claramente en este caso que la única función que tiene el reposacabezas es evitar un posible desnucamiento, sin minimizar las consecuencias del golpe como lo es la hiperextensión que se tiene por el impacto (fig. 3.28, 3.29, 3.30 y 3.31).

3.4.1.1.3 PRUEBA 3: ensayos a una distancia de 5.50 m, y velocidad media de 15.950 Km./h.

Las velocidades en las que se realizaron los cuatro ensayos específicamente se pueden consultar en la tabla 3.7.

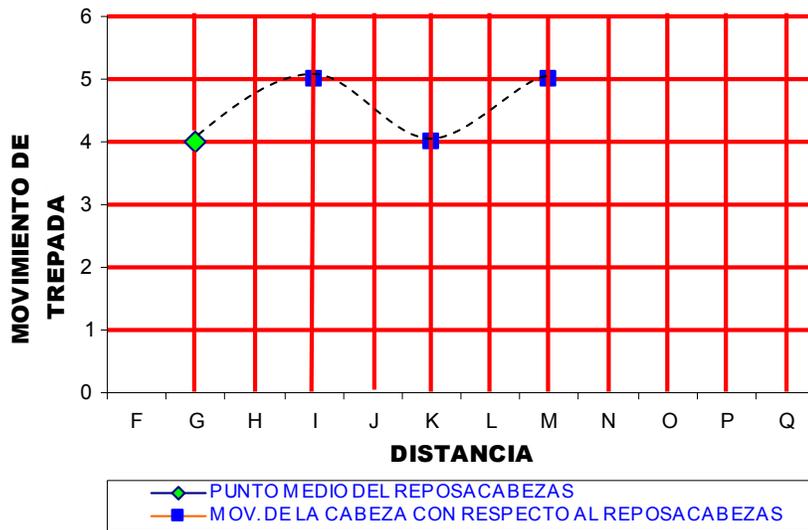


Fig. 3.32 Curva de deceleración por alcance trasero prueba 3.1

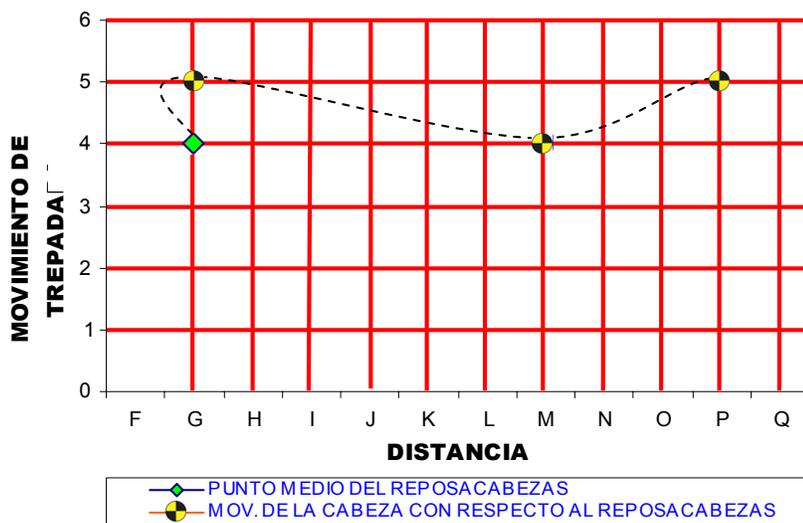


Fig. 3.33 Curva de deceleración por alcance trasero prueba 3.2

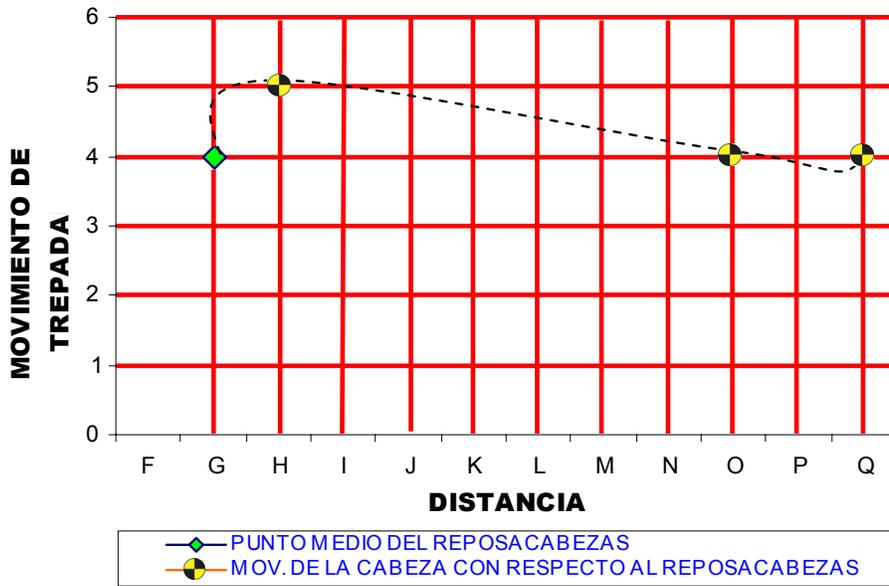


Fig. 3.34 Curva de deceleración por alcance trasero prueba 3.3

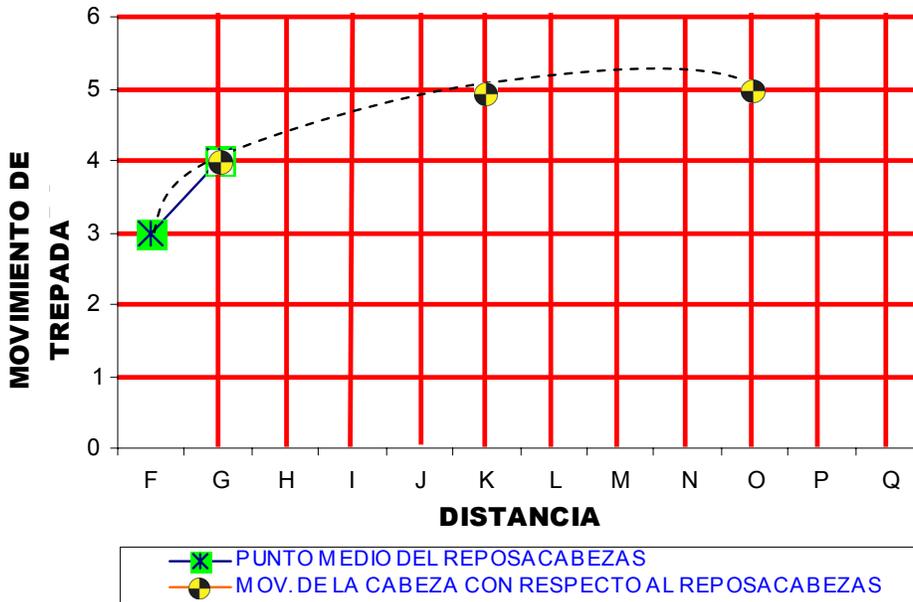


Fig. 3.35 Curva de deceleración por alcance trasero prueba 3.4

Estas gráficas, se realizaron a una velocidad media de 15.950 km/hr, como se explicó en el capítulo anterior la Delta V en un choque varía con la velocidad, este comportamiento se presenta a 15 km/hr, cuando es impactado el automóvil, obteniendo un comportamiento más severo en el conductor.

Como se observa en las cuatro gráficas de la tercera prueba, se componen de tres movimientos principalmente; esto se da en la curva en uno de sus puntos, representando a la cabeza cuando

va hacia delante con respecto al punto de referencia del reposacabezas, este es un movimiento de trepada o ramping, seguido de un movimiento de traslación sin giro de la cabeza hacia atrás, el cual se presenta como una retracción del cuello, y por ultimo un giro puro de la cabeza hacia atrás conocida como extensión del cuello; en la extensión es donde se observa con mas precisión la ineficiencia del reposacabezas pasivo específicamente, (para entender de forma ilustrativa este comportamiento ver capítulo I “lesiones”) (fig. 3.32, 3.33, 3.34 y 3.35).

3.4.1.1.4 PRUEBA 4: ensayos a una distancia de 5.50 m, y velocidad media de 47.218 Km./h.

Las velocidades en las que se realizaron los cuatro ensayos específicamente se pueden consultar en la tabla 3.7.

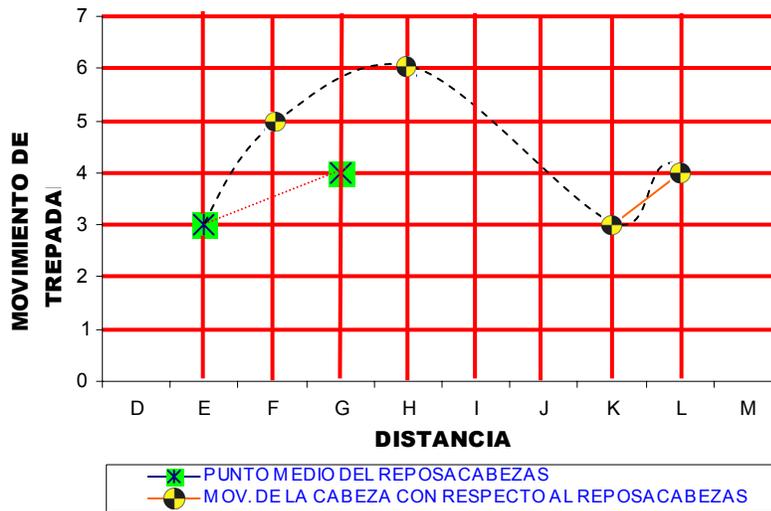


Fig. 3.36 Curva de deceleración por alcance trasero prueba 4.0

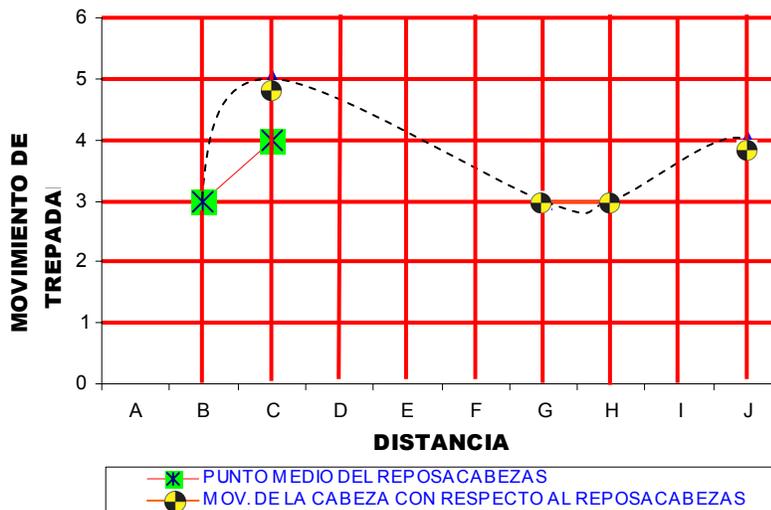


Fig. 3.37 Curva de deceleración por alcance trasero prueba 4.1

La última prueba se realizó a velocidades máximas que rebasan los límites permitidos dentro de la ciudad, para observar el comportamiento del reposacabezas, con la intención de hacerlo de modo ilustrativo, ya que en este caso la media es de 47.218 Km./h, con una velocidad mínima de 28.285 Km./h y una velocidad máxima de 98.990 Km./h.

Como se observa en las gráficas las curvas de movimiento presentan irregularidades marcadas en cuanto a la cabeza y cuello del ocupante. Existen los movimiento que se presentaron en las pruebas 1, 2 y 3, pero con más peligro de desnucamiento por los movimientos tan bruscos que se tienen (fig. 3.36 y 3.37).

En ambas gráficas existe un desplazamiento en el reposacabezas, el cual se da por el impacto tan grande que se tiene entre la cabeza del ocupante y el dispositivo de retención pasivo, lo que provoca un mayor impacto en la cervicales, teniendo el riesgo de lesiones que afecten a la columna vertebral directamente, según los antecedentes antes descritos por información del centro Zaragoza.

3.4.1.2 Curvas de deceleración / aceleración para choques de alcance frontal. (Ver DVD, "Pruebas dinámicas por alcance frontal")

Estas curvas en general, son de mayor importancia para conocer las deficiencias que presenta el reposacabezas al momento de un choque por alcance, como ya se menciono las pruebas por alcance trasero son las de mayor importancia por sus características, sin embargo las pruebas por alcance frontal son el siguiente accidente que puede provocar lesiones, y permite demostrar las deficiencias en el reposacabezas.

3.4.1.2.1 PRUEBA 1: ensayos a una distancia de 5.55 m, y velocidad media de 8.318 km/hr.

Las velocidades en las que se realizaron los cuatro ensayos específicamente se pueden consultar en la tabla 3.9.

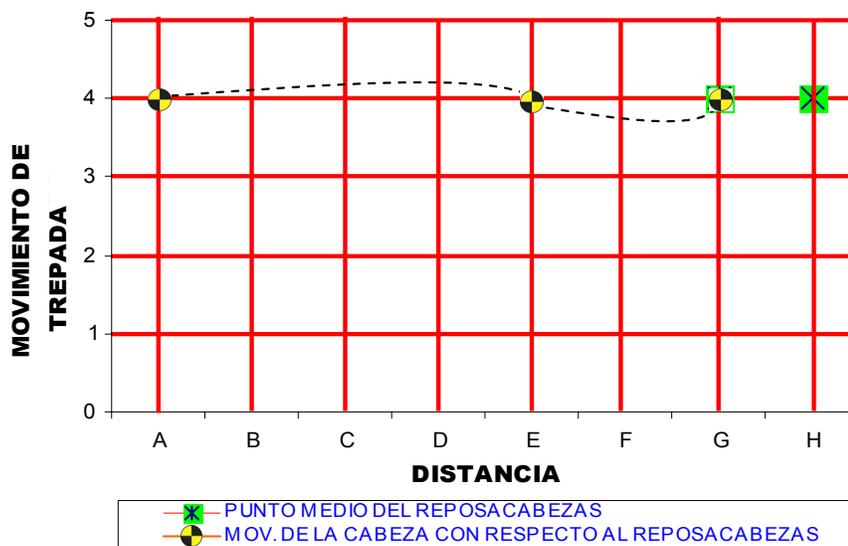


Fig. 3.38 Curva de deceleración por alcance frontal prueba 1.0

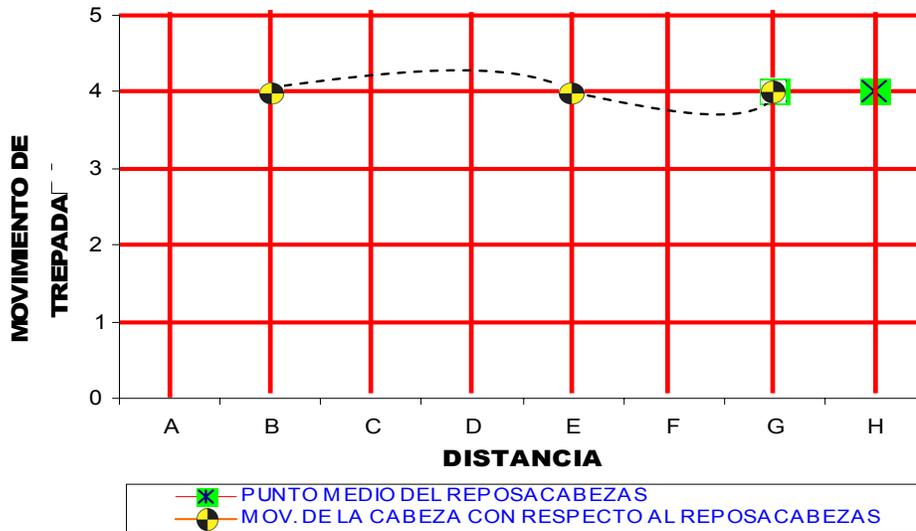


Fig. 3.39 Curva de deceleración por alcance frontal prueba 1.1

Como se menciona en capítulos anteriores, en el comportamiento que presenta el choque por alcance frontal, existen distintos factores que influyen en el comportamiento de la cabeza con respecto al reposacabezas; por lo que las curvas de comportamiento son constantes en su trayectoria recorrida, esto es por que a velocidades bajas el movimiento que se presenta es mínimo, y por lo tanto las lesiones son menores a las que se presentan en las curvas por alcance trasero.

Como se observa en las curvas de deceleración a una velocidad media de 8.318 Km./h, el movimiento de la cabeza es en forma semirrecta, por lo que existe un flexión y extensión permitidos en el cuello, esto también porque el conductor es alertado por ser el impacto de frente, y reacciona tensando los músculos del cuello, acción que no permite un estiramiento de hiperextensión de las vértebras (fig. 3.38 y 3.39).

3.4.1.2.2 PRUEBA 2: ensayos a una distancia de 5.55 m, y velocidad media de 8.318 Km./h.

Las velocidades en las que se realizaron los cuatro ensayos específicamente se pueden consultar en la tabla 3.9.

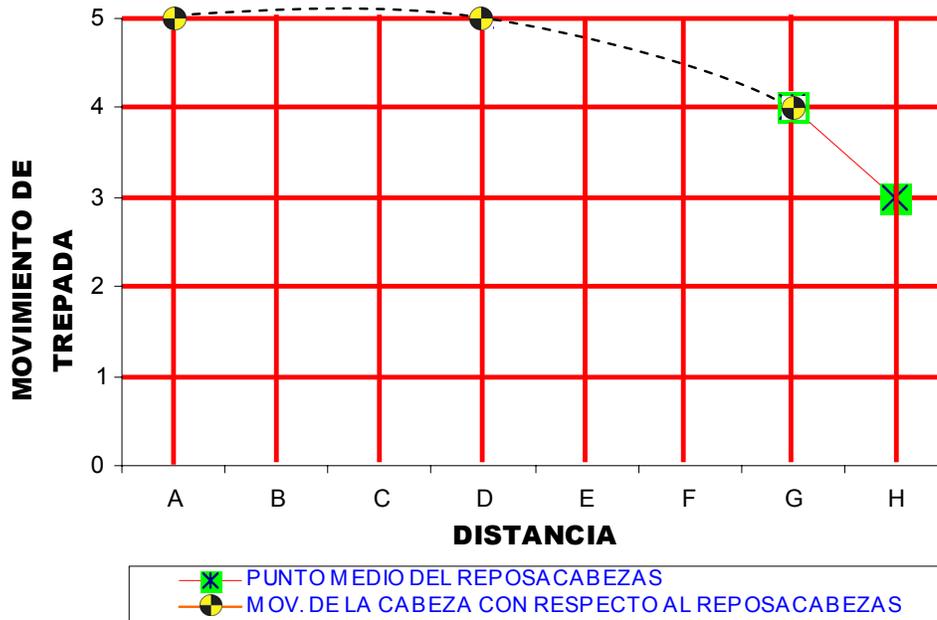


Fig. 3.40 Curva de deceleración por alcance frontal prueba 2.0

Se efectuó a una velocidad media de 12.566 Km./h, en este caso se realizaron los cuatro ensayos, y todos presentaron la misma curva de deceleración, es por ello que solo es una gráfica, donde se observa el comportamiento de esta prueba.

El movimiento que se presenta es de flexión y extensión del cuello, sin embargo se va a presentar el tercer comportamiento que se conoce como hiperextensión, ya que por el impacto hay un rebote con el reposacabezas, provocando un movimiento de extensión del cuello cuya amplitud va más allá de los valores permitidos de modo voluntario, esto se puede observar claramente en la gráfica cuando la línea del movimiento pasa por encima del reposacabezas, teniendo una pequeña tendencia de regresión al finalizar el rebote; en este caso hay una relación directa, de la cabeza con el reposacabezas, al momento de regresar en el impacto uno con otro (fig. 3.40).

3.4.1.2.3 PRUEBA 3: ensayos a una distancia de 5.55 m, y velocidad media de 17.225 Km./h.

Las velocidades en las que se realizaron los cuatro ensayos específicamente se pueden consultar en la tabla 3.9.

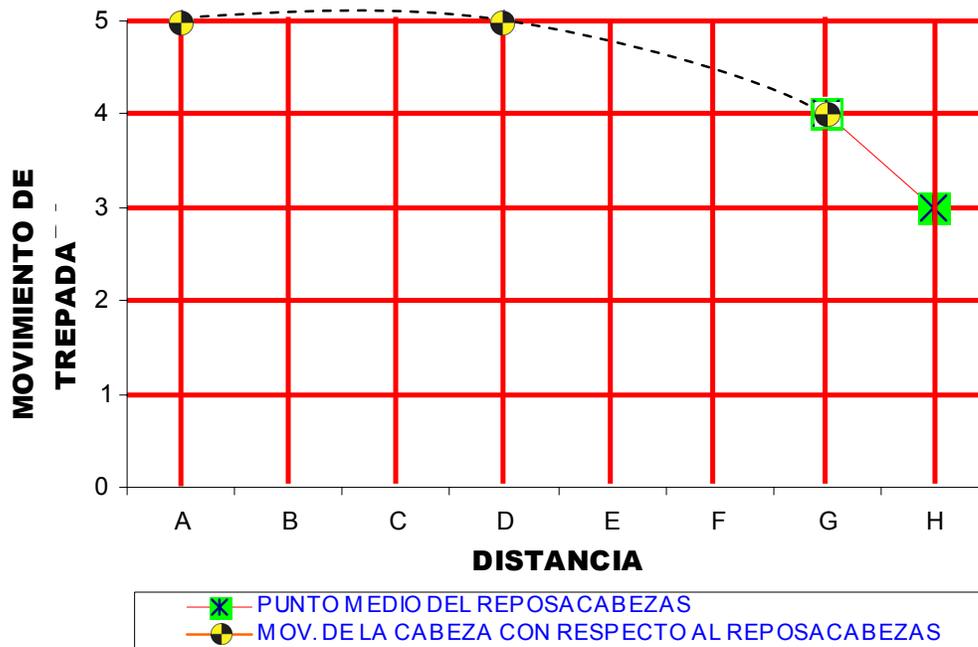


Fig. 3.41 Curva de deceleración por alcance frontal prueba 3.0

En este caso la curva presenta el movimiento de flexión y extensión a una distancia amplia recorrida por la cabeza, la cual permite que el reposacabezas tenga un movimiento continuo con la misma.

Este comportamiento es el que ocasiona a consecuencia que esta distancia provoque un rebote, ya que por las características del reposacabezas no puede en el caso del choque por alcance frontal evitar esta conducta o obtener un nivel de retención necesario evitando este desplazamiento, esto debido a la velocidad en la que se presenta esta prueba, siendo una velocidad media de 17.225 Km./h que aun con estas limitantes puede influir en pequeñas molestias al que lo sufre (fig. 3.41).

3.4.1.2.4 PRUEBA 4: ensayos a una distancia de 5.55 m, y velocidad media de 17.225 Km./h.

Las velocidades en las que se realizaron los cuatro ensayos específicamente se pueden consultar en la tabla 3.9.

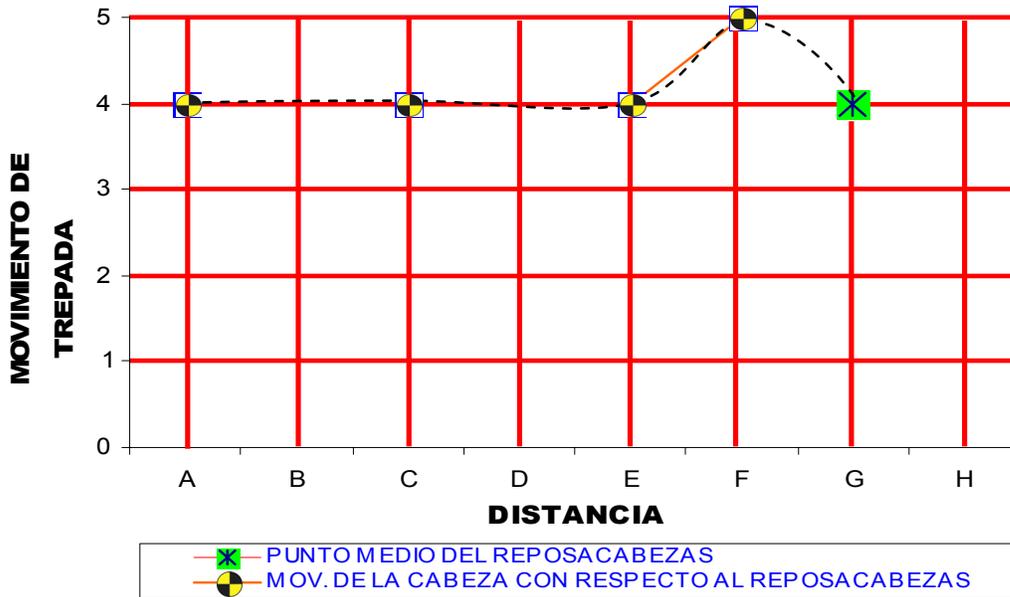


Fig. 3.42 Curva de deceleración por alcance trasero frontal 4.0

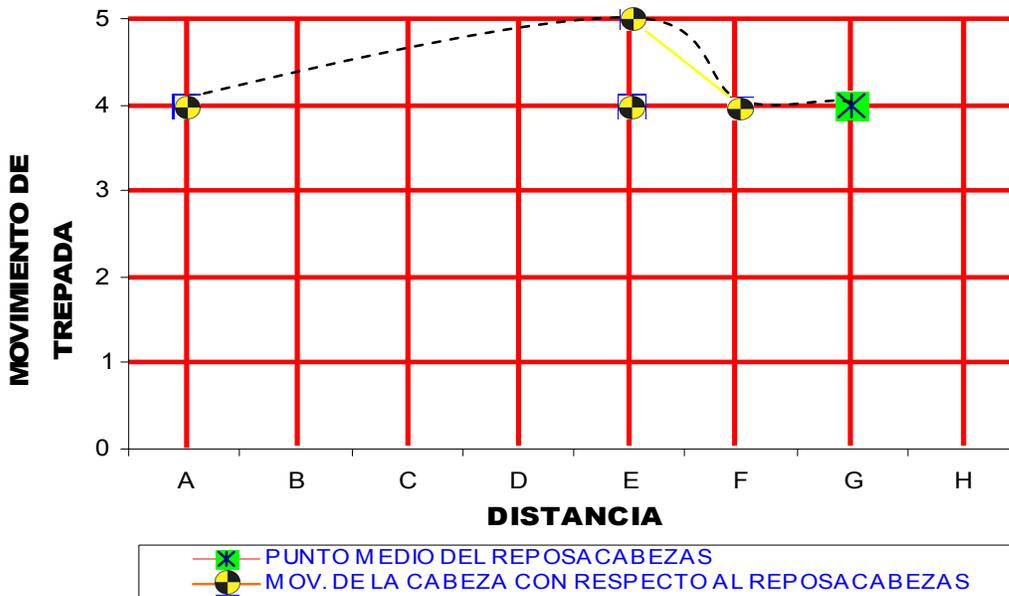


Fig. 3.43 Curva de deceleración por alcance trasero frontal 4.1

En velocidades tan altas, como con las que se realizó estos ensayos, el comportamiento del reposacabezas ante estos impactos es nulo, ya que cuando se trata de alcance frontal, el primer movimiento que se presenta hacia delante es el de mayor impulso, lo que provoca el intenso rebote con el reposacabezas, el cual carece de un sistema de retención, esto provoca que la cabeza alcance una flexión extrema, este desplazamiento se observó en la curva en esta prueba, la cual hace que el rebote sea demasiado fuerte, es ahí donde se presentan las lesiones, esto debido a que siendo un dispositivo sólido, el cual no tiene una distribución de esta energía del choque, todo el impacto recae directamente contra la cabeza, es ahí donde se encuentra la falla principal del reposacabezas ante impactos por alcance frontal (fig. 3.42 y 3.43).

3.4.2 CURVAS GENERALES DE DECELERACIÓN/ACELERACIÓN

De acuerdo a cada uno de los ensayos de las pruebas tanto en choque por alcance trasero como frontal, se realizaron las siguientes gráficas donde se mostrará la curva resultante de los cuatro ensayos respectivamente; para el análisis en forma general.

3.4.2.1 Curvas generales de deceleración/aceleración en choques por alcance trasero

Las siguientes pruebas se realizaron en un trayecto de 5.50 m. a una velocidad media de 9.125 km/hr, y la curva fue constante en cada uno de los ensayos como se puede observar en la siguiente gráfica.

Al realizar una unión de los puntos que recorre la cabeza con respecto al reposacabezas, podemos observar que todos los puntos críticos siguen una misma curva, por las características en las que se presenta el choque.

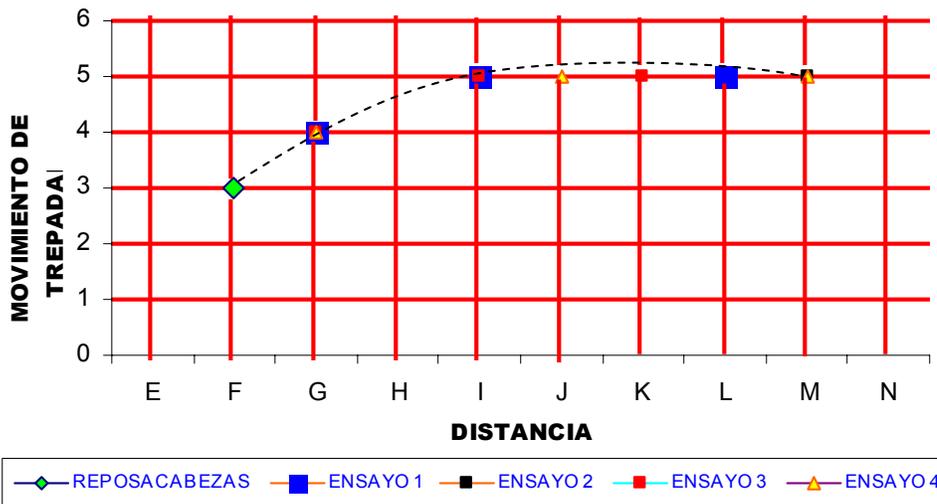


Fig. 3.44 Curva general de deceleración por alcance trasero prueba 1

Lo que podemos concluir de esta primera gráfica general, es que el reposacabezas evita una extensión prolongada, sin embargo no evita el impulso que toma la cabeza al tener un

comportamiento de flexión, encontrando una deficiencia de retención del dispositivo pasivo, en un choque con velocidades tan bajas como en estos ensayos experimentales (fig. 3.44).

Curva general realizada en un trayecto de 5.50 m. a una velocidad media de 9.648 Km./h.

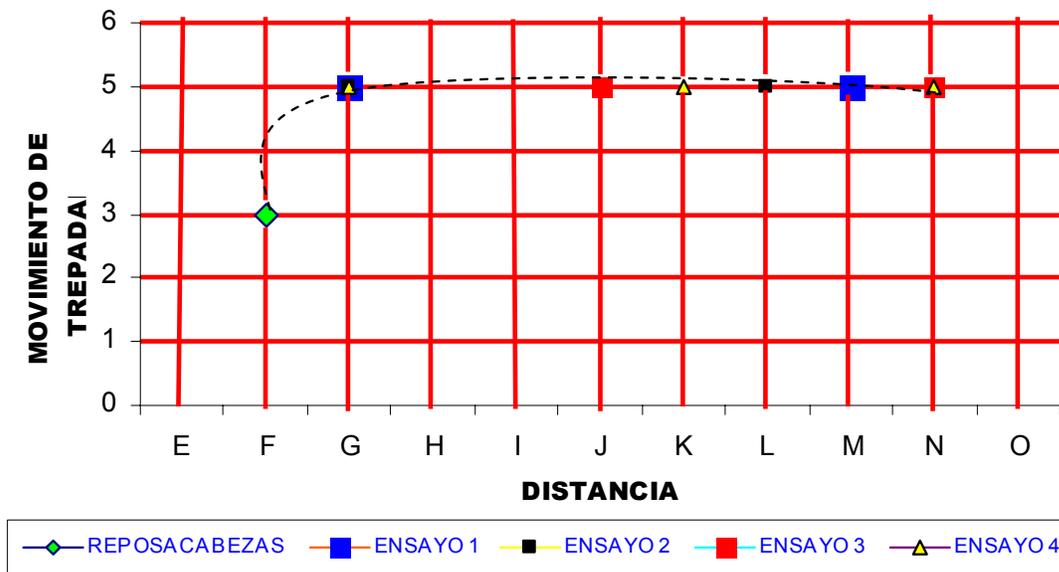


Fig. 3.45 Curva general de deceleración por alcance trasero prueba 2

En el caso de esta gráfica general, podemos observar que la velocidad aumenta y se presenta en todos los ensayos un comportamiento de hiperextensión en el conductor, debido a que sobrepasa los límites de extensión, pasando por encima del reposacabezas (fig. 3.45).

La curva nos ayuda a conocer la importancia en cuanto al ajuste del reposacabezas se refiere, ya que en la curva podemos observar claramente que la cabeza puede llegar a sobrepasar el reposacabezas como se explicó en capítulo I.

Con este comportamiento si se tuviese el reposacabezas demasiado bajo, se puede presentar un desnucamiento inevitablemente, y presentarse lesiones fatales para el conductor, lo cual puede llegar e incluso a la muerte.

Esto nos lleva a concluir que hay una deficiencia en algunos diseños de reposacabezas, esto debido a que son pequeños o estrechos para evitar este desnucamiento, así como también que son insuficiente en percentiles 95.

Curva general realizada en un trayecto de 5.50 m. a una velocidad media de 15.950 km/hr.

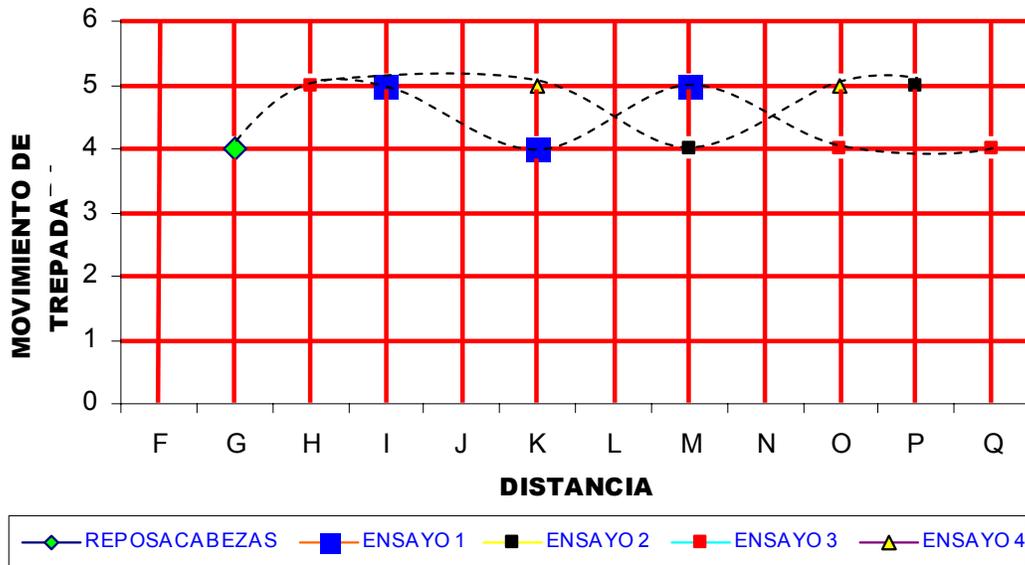


Fig. 3.46 Curva general de deceleración por alcance trasero prueba 3

En estas curvas generales a velocidades altas, se presentan los tres movimientos como son: trepada, retracción y extensión (mencionados anteriormente), se tienen curvas con comportamiento parecido, con un desplazamiento entre ellas, sin embargo siguen presentando la misma trayectoria; el juego que tiene el cuello es suficiente para provocar lesiones graves, ya que estos movimientos son repetitivos, debido a que el reposacabezas pasivo actual no contiene algún dispositivo que permita tener la cabeza lo suficientemente inmobilizado para que no afecte directamente a la columna vertebral (fig. 3.46).

La prueba No. 4 fue realizada a altas velocidades en el cual no se obtuvieron velocidades constantes, y la variación fue mayor, ya que esta última prueba se realizó a velocidades que rebasan los límites especificados para las pruebas del latigazo cervical.

La prueba 4.0 se realizó en una trayectoria de 5.50 m y a velocidades entre 21 Km./h a 28 Km./h.

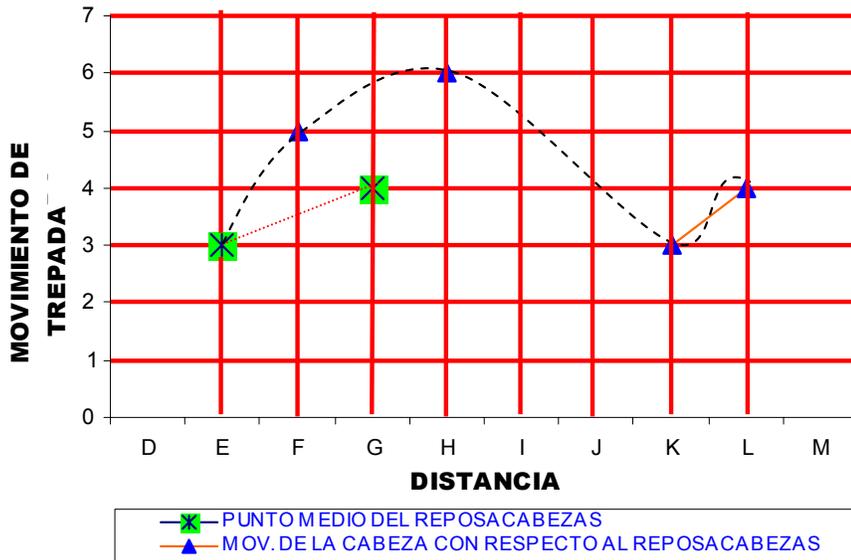


Fig. 3.47 Curva general de deceleración por alcance trasero prueba 4

Esta prueba 4.1 se realizó en una trayectoria de 5.50 m y a velocidades entre los 40 km/hr a 98 km/hr.

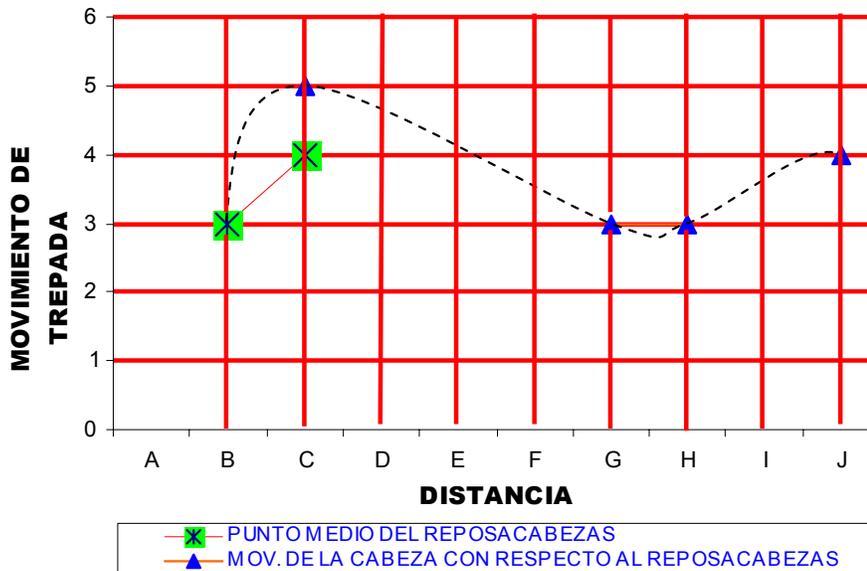


Fig. 3.48 Curva general de deceleración por alcance trasero prueba 4.1

Las curvas generales a velocidades extremas como se realizó en los ensayos de la prueba cuatro, presentan dos gráficas ya que las velocidades en las que se hizo varían; el fin principal de estas pruebas es específicamente conocer el comportamiento del reposacabezas en el caso de velocidades que sobrepasan los límites permitidos dentro de la ciudad (zonas urbanas).

La conclusión a la que se ha llegado es que el reposacabezas queda completamente inutilizado en este tipo de choques, ya que no evitan las lesiones que provocan estos choques. Esto se puede observar claramente en la trayectoria recorrida de la cabeza completamente irregular. (fig. 3.47 y 3.48).

3.4.2.2 Curvas general de deceleración/aceleración en choques por alcance frontal

Las siguientes pruebas se realizaron en un trayecto de 5.55 m. a una velocidad media de 17.225 Km./h, y la curva fue constante en cada uno de los ensayos como se puede observar en la siguiente grafica.

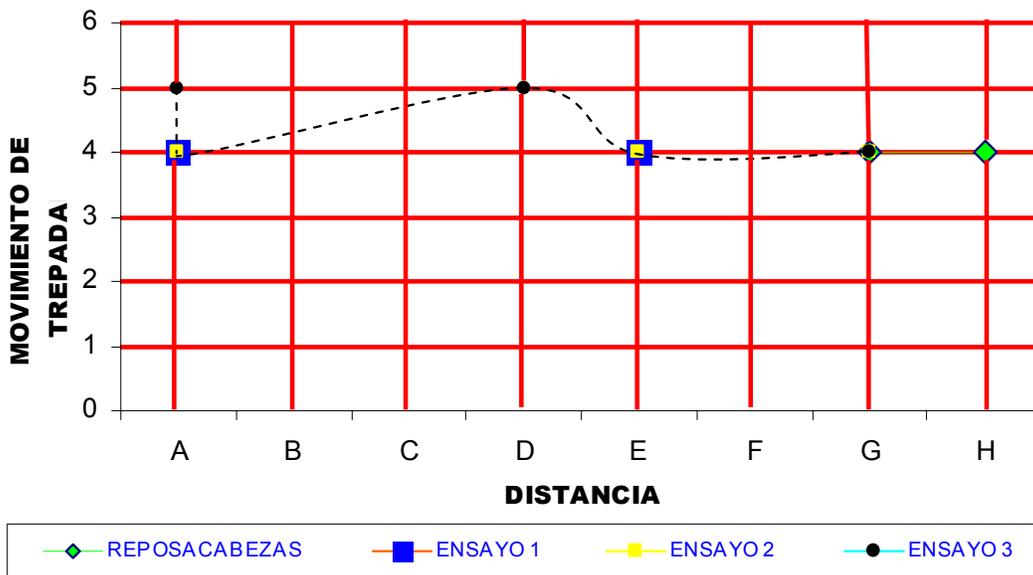


Fig. 3.49 Curva general de deceleración por alcance frontal prueba 1

La trayectoria que presenta la grafica general por alcance frontal, a la generada en choque por alcance trasero presenta una clara diferencia, ya que como observamos en esta gráfica específicamente en la curva de deceleración, el movimiento de la cabeza con respecto al reposacabezas es casi lineal, esto permite que no se presente ninguno movimiento brusco al momento del impacto que pueda dañar al ocupante o presentar molestia posteriores al choque.

Otro factor que influye en este tipo de choques, y por el cual no se tienen consecuencias graves para el ocupante, es que al momento de presentarse este choque, el mismo ocupante se alerta al ver el choque de frente, tensando los músculos del cuello evitando algún movimiento brusco; y como se puede ver en la gráfica esta recta es debido a que la velocidad en las que se presenta es baja (fig. 3.49).

Esta prueba se realizó en una trayectoria de 5.50 m y una velocidad media de 12.566 Km./h.

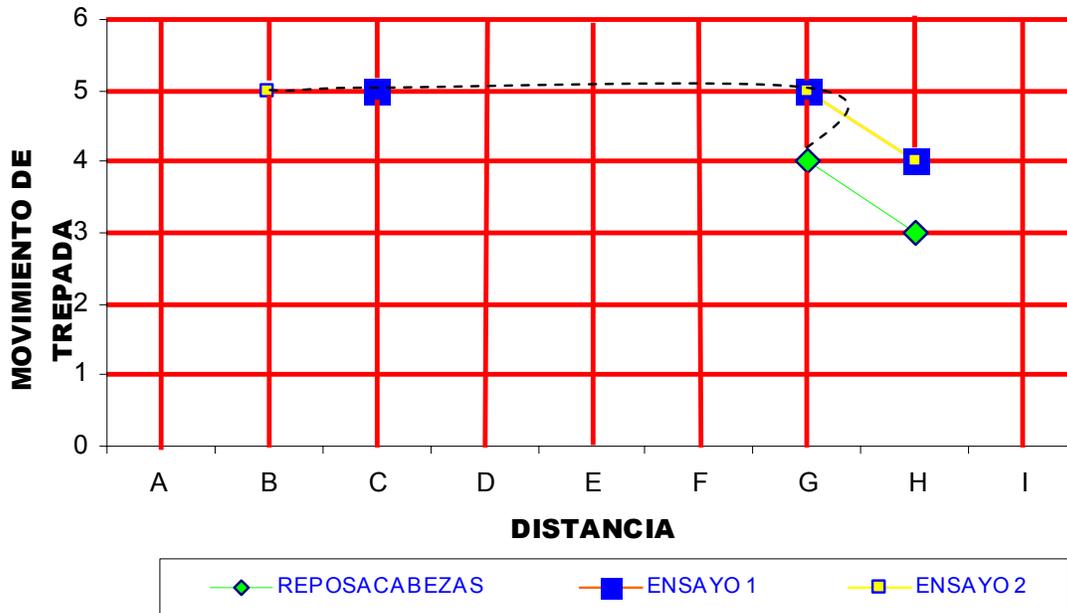


Fig. 3.50 Curva general de deceleración por alcance frontal prueba 2

En la gráfica podemos observar que el movimiento de la cabeza con respecto al reposacabezas es casi lineal, pero en este caso, se presenta el rebote, el cual es un golpe directo entre la cabeza y el reposacabezas, este es el punto específico en este tipo de pruebas frontales, ya que la deficiencia que presenta el dispositivo pasivo al momento del rebote, es lo que provoca lesiones leves al conductor, según lo publicado en la revista motor new.

Como se observa en la gráfica los puntos de la cabeza con el reposacabezas, es el mismo, ya que la cabeza con el impacto es la que provoca el movimiento de éste en conjunto con el asiento, por la fuerza que provoca la velocidad que se tiene de deceleración en el cuerpo del conductor (fig. 3.50).

Las siguientes pruebas se realizaron en un trayecto de 5.55 m. a una velocidad media de 17.225 Km./h.

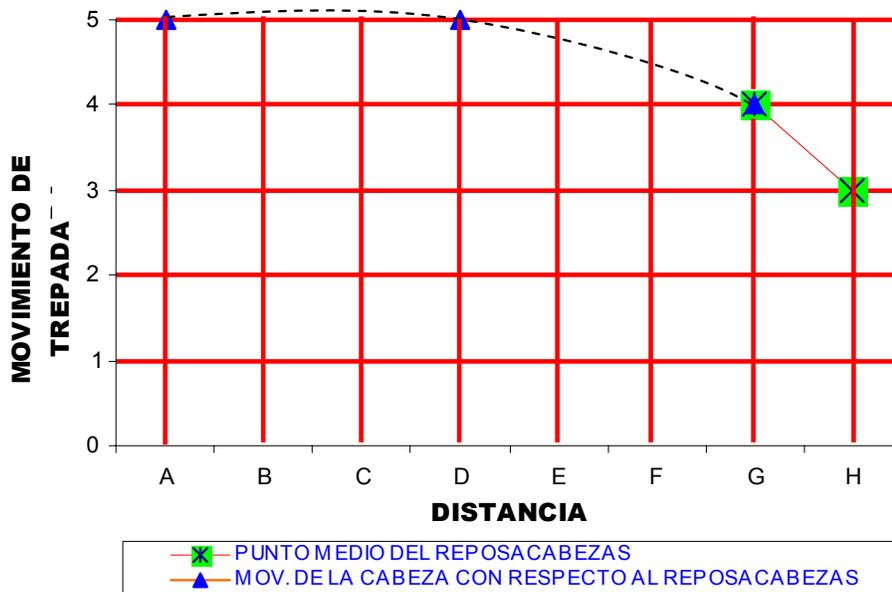


Fig. 3.51 Curva general de deceleración por alcance frontal prueba 3

Esta es la única gráfica que se presenta en los ensayos, por tener curvas y puntos de choque similares. Es por esto que es la misma grafica presentada anteriormente, redundando en que presenta el movimiento de flexión y extensión a una distancia amplia recorrida por la cabeza, la cual permite que el reposacabezas tenga un movimiento continuo con la misma (fig. 3.51).

Este comportamiento es la consecuencia de que la distancia provoque un rebote, ya que por las características del reposacabezas no puede en el caso del choque por alcance frontal evitar esta conducta o obtener un nivel de retención necesario evitando este desplazamiento

Las siguientes pruebas se realizaron en un trayecto de 5.55 m. a una velocidad media de 137.957 Km./h.

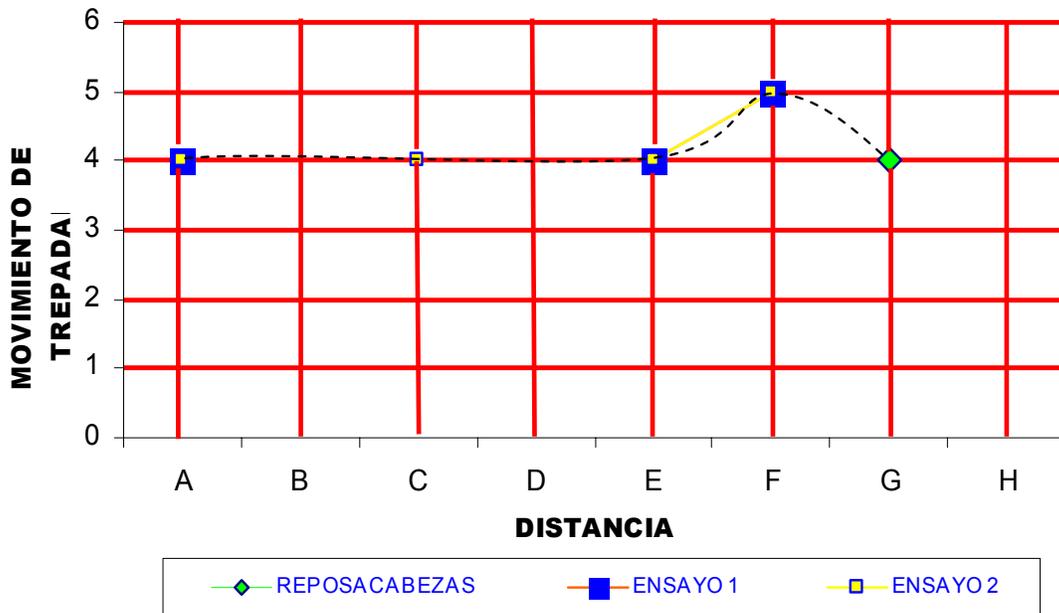


Fig. 3.52 Curva general de deceleración por alcance frontal prueba 4

En este caso se presentan las mismas características y puntos de choque en esta gráfica, ya que solo se realizaron dos gráficas anteriormente por cada uno de los ensayos realizados, por ello que las curvas son iguales, como ya se explicó anteriormente el desplazamiento es muy largo y se presenta solo en velocidades excesivas (fig. 3.52).

Podemos concluir que en cada una de las pruebas, ya sean de choque por alcance trasero o frontal, existe un movimiento brusco de la cabeza con respecto al reposacabezas, sin embargo, en las pruebas de choque trasero se observan curvas más variables que en el caso del frontal, debido a que estudios antes realizados por el RACE (2000) afirman el mayor porcentaje de lesiones por latigazo cervical se presentan en choques por alcance trasero.

En este caso en las pruebas que se realizaron para este trabajo, se pudo notar este fenómeno mayormente en este tipo de choques, corroborando los datos antes escritos.

3.4.3 TRAYECTORIAS RECORRIDAS EN CURVAS GENERALES DE DESCCELERACIÓN / ACCELERACIÓN

En la siguiente tabla se extrae la distancia que recorre la cabeza del dummy con respecto a la velocidad el tiempo, y la delta $-v$, en las curvas generales.

Tabla 3.10 Comparativa de curvas deceleración/aceleración en choque por alcance trasero

	TIEMPO (s)	DELTA- V (Km/h)	VELOCIDAD (Km/h)	CURVAS D/A (cm)
PRUEBA 1	2.15	4.604	9.208	53.08
	2.16	4.582	9.165	61.80
	2.20	4.500	9.000	49.22
	2.17	4.563	9.126	68.33
MEDIA	2.17	4.563	9.125	58.28
PRUEBA 2	2.00	4.950	9.899	73.12
	2.08	4.759	9.518	82.28
	2.05	4.829	9.658	72.80
	2.08	4.759	9.518	74.00
MEDIA	2.05	4.824	9.648	75.55
PRUEBA 3	1.28	7.735	15.469	50.28
	1.27	7.796	15.591	84.00
	1.23	8.050	16.099	85.60
	1.19	8.320	16.639	77.60
MEDIA	1.24	7.975	15.950	74.37
PRUEBA 4	0.20	49.450	98.990	84.00
	0.50	19.800	39.599	82.30
	0.90	10.999	21.999	80.80
	0.70	14.142	28.285	80.80
MEDIA	0.575	23.609	47.218	81.975

A mayor velocidad de impacto, las distancias que recorre la cabeza son muy amplias, y mayor es el impacto en la zona de las cervicales, ya que este movimiento se realiza con el tronco del dummy en forma fija por la fuerza que ejerce el cinturón de seguridad. (Ver DVD “Pruebas de impacto”)

Tabla 3.11 Comparativa de curvas deceleración/aceleración en choque por alcance frontal

	TIEMPO (s)	DELTA- V (Km/h)	VELOCIDAD (Km/h)	CURVAS D/A (cm)
PRUEBA 1	2.37	4.215	8.431	51.99
	2.40	4.163	8.326	43.33
	2.46	4.060	8.120	43.33
	2.38	4.197	8.395	51.99
MEDIA	2.40	4.159	8.318	47.66
PRUEBA 2	1.42	7.034	14.068	58.62
	1.50	8.160	13.319	58.62
	2.00	4.995	9.989	58.62
	1.55	6.446	12.891	58.62
MEDIA	1.61	7.783	12.566	58.62
PRUEBA 3	1.17	8.539	17.078	46.90
	1.15	8.686	17.373	51.99
	1.17	8.539	17.078	46.90
	1.15	8.686	17.373	51.99
MEDIA	1.16	8.614	17.225	49.44
PRUEBA 4	0.14	71.357	142.714	55.23
	0.15	66.600	133.200	46.56
	0.15	66.600	133.200	46.56
	0.14	71.357	142.714	55.23
MEDIA	0.145	68.978	137.957	50.89

En el caso de los resultados obtenidos en los choques por alcance frontal, son menores con respecto a la tabla 3.10, ya que como se menciona anteriormente este tipo de choque tiene factores que hacen que no sea tan perjudicial como el trasero.

CAPÍTULO IV

PROPUESTAS DE DISEÑO A PARTIR DE LAS DEFICIENCIA OBTENIDAS EN PRUEBAS EXPERIMENTALES DEL REPOSACABEZAS

4.1 ANALISIS MATRICIAL APLICADO AL DISEÑO DEL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA AUTOS COMPACTOS

Es necesaria una técnica industrial para diseñar las distintas propuestas que resuelvan la problemática descrita, es por esto que se realiza a través de un análisis matricial que parte de las deficiencias y características obtenidas de la información básica y pruebas experimentales, con el fin de encontrar la mejor solución o propuesta de diseño para realizar el dispositivo complementario de seguridad reposacabezas.

4.1.1 MATRIZ DE EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA

La matriz de evolución tecnológica nos permite relacionar cuatro tipos de tecnología con los componentes del producto al que se quiere llegar, permitiendo conocer la tecnología y elementos que usaremos para la realización del dispositivo de seguridad. (Ver tabla 4.1)

Nomenclatura:

-  Tecnología actual: Se toma en este punto al mejor producto de esta línea, cumpliendo el mayor número de especificaciones y siendo un producto completamente funcional.
-  Tecnología competitiva: En el mercado existen distintos diseños de este producto donde el concepto que manejan es similar, es decir, que se basan en la satisfacción del cliente principalmente.
-  Tecnología análoga: Actualmente la tendencia en la diversificación del diseño es muy amplia, en este caso la tecnología análoga cumple con que el producto tenga los elementos principales o básicos sin la búsqueda de mejoras en el mismo.
-  Tecnología nueva: Las tendencia sobre el diseño actualmente, es utilizar materiales inteligentes, así como tecnología más precisa por medio de la electrónica, es una completa innovación a lo que ya existe permitiendo utilizar otros elementos que hayan sido propuesto para el producto final.

-  TSA. Arquitectura total del producto.
-  SS. Subsistemas.
-  PP. Piezas o partes.
-  DPP. Piezas o partes detalladas.

DISPOSITIVO DE SEGURIDAD	Tecnología actual Sistema pasivo	Tecnología competitiva Ajustable, fijo y abatible	Tecnología análoga Accesorios de seguridad	Tecnología Nueva Sistema activo
TSA Dispositivo de seguridad (confort)	60%	20%	15%	5%
SS Forma elemental en punto de impacto	20%	20%	0%	60%
PP Estructuras y ajuste óptimo	20%	30%	10%	40%
DPP Zona de distribución y absorción del impacto	0%	0%	0%	100%

Tabla 4.1 Matriz de evolución tecnológica para el dispositivo de seguridad (reposacabezas)

Los resultantes que arroja la matriz e investigaciones previas sobre el reposacabezas, determinaron el desarrollo de este producto el cual partirá de una innovación tanto incremental (I) como modular (M) (ver tabla 1.33), esto quiere decir que la tecnología actual es básica para crear este diseño; así como de forma modular, es decir que se comenzará de la arquitectura total del producto para llegar a la pieza o partes detalladas, en este caso el DPP es la innovación principal de este dispositivo, ya que esta directamente relacionada con el impacto y el contacto con la cabeza del conductor; considerando que el punto principal es determinar especificaciones elementales para la máxima protección del usuario.

4.1.2 ANÁLISIS MATRICIAL DE LOS DISTINTOS TIPOS DE REPOSACABEZAS

Es análisis se realiza a través de los distintos modelos y marcas existentes en el mercado, en este caso se investigaron los distintos tipos de reposacabezas que se conocen en la actualidad; para realizar la matriz necesitamos conocer de una forma general las características de cada uno de estos tipos, así como las características que debe tener una reposacabezas para cumplir con la función para lo cual fue diseñado.

En la siguiente matriz de resultados se colocaron los modelos de reposacabezas actuales, este análisis se realizó con 10 tipos, y estos a su vez se dividieron en dos grupos: sistema pasivo en 6 tipos y en el sistema activo 4 tipos. Los tipos de reposacabezas se relacionaron con una columna en la cual se describieron brevemente las funciones y características generales, las cuales son 17 principalmente. A través de esta comparativa se llegó dos resultados, los porcentajes para conocer la mejor competencia, así como los porcentajes en de las características principales.

4.1.2.1 TIPOS DE REPOSACABEZAS PARA LA MATRIZ DE EVALUACIÓN

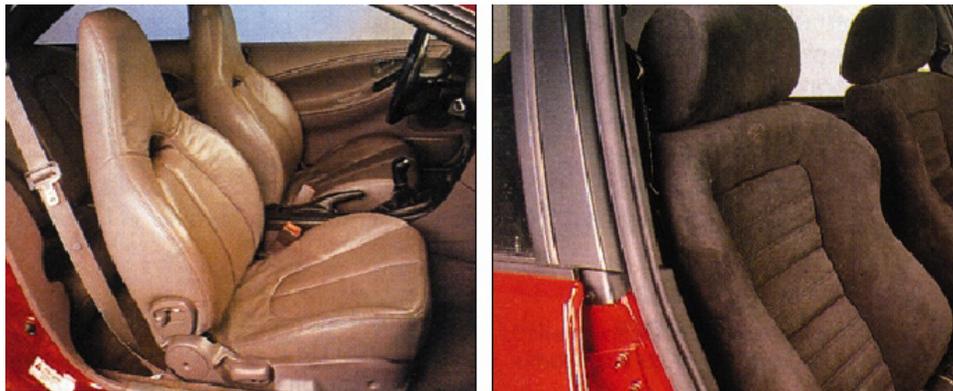


Fig. 4.1 Reposacabezas fijos o integrados (Centro Zaragoza 2000)

Los reposacabezas fijos como su nombre lo dice, se encuentran fijos al asiento, ya sea en una sola pieza con el asiento, o de dos piezas unidas por medio de barras de anclaje; hay distintos diseños de reposacabezas como se muestra en la figura 4.1.



Fig. 4.2 Reposacabezas ajustable (Centro Zaragoza 2000)

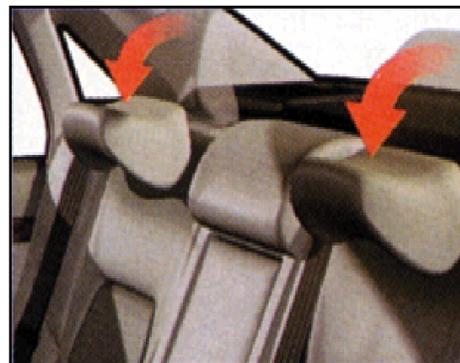


Fig. 4.3 Reposacabezas abatible (Centro Zaragoza 2000)

Con el problema de los reposacabezas fijos, al no abarcar las distintas alturas de los conductores, y no estar lo suficientemente altos, surgen los reposacabezas ajustables, los cuales cuentan con barras que permiten el deslizamiento del reposacabezas para su ajuste. (Fig. 4.2)

Como siguiente innovación en este elemento se diseñaron los reposacabezas abatibles, ya que los ajustables cumplían tal vez con ajustarse algunas estaturas, sin embargo también deberían estar lo suficientemente cerca de la cabeza. (Fig. 4.3)



Fig. 4.4 Reposacabezas ajustable con huecos (Centro Zaragoza 2000)



Fig. 4.5 Reposacabezas ajustable con barras dobladas (Centro Zaragoza 2000)

En el caso de reposacabezas fijos estas barras son las que permiten que la cabecera quede ensamblada directamente con el asiento del automóvil, no tienen ninguna función especial, simplemente sirven para fijar la cabecera al asiento; respecto a los reposacabezas ajustables y abatibles, estas barras modificaron su forma con respecto a los distintos modelos de vehículos, y su función es el deslizamiento del reposacabezas. (Fig. 4.4)

Algunos modelos tratan de compensar el efecto de la inclinación del respaldo del asiento mediante barras de anclaje del reposacabezas que están “dobladas” hacia delante en un ángulo entorno a los 25 grados. (Fig. 4.5)

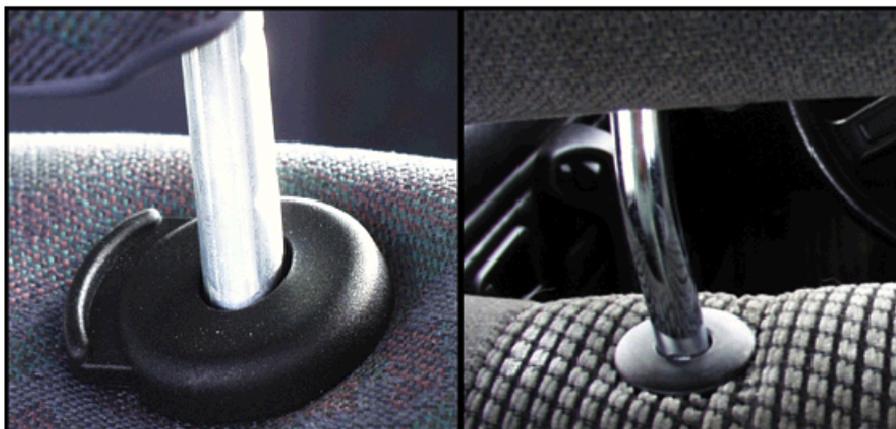


Fig. 4.6 Reposacabezas ajustable con pestañas de fijación (Centro Zaragoza 2000)

La pestaña de fijación con un mecanismo, como un “clip” que mediante una pestaña que encaja en la barra del anclaje del reposacabezas impide su deslizamiento. Esta pestaña se libera apretando el botón para poder situar el reposacabezas a la altura adecuada, ya que es necesario que los reposacabezas ajustables sean capaces de mantenerse fijos en la posición deseada, para que éste sea funcional. (Fig. 4.6)

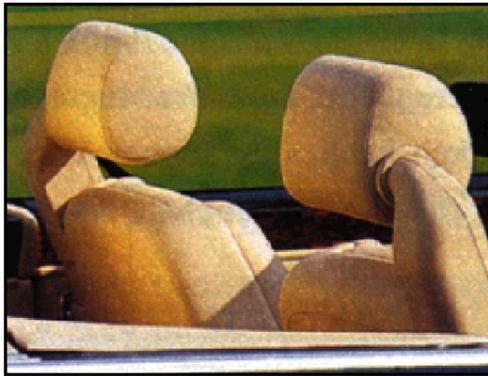


Fig. 4.7 Reposacabezas sistema electrónico (Centro Zaragoza 2000)



Fig. 4.8 Reposacabezas activo SAHR (Saab 2002)

El mecanismo de este reposacabezas, se compone por un sistema electrónico, a través de sensores que permiten ajustar automáticamente el reposacabezas, en cuanto altura, aproximación e inclinación con respecto a la cabeza. (Fig. 4.7)

El reposacabezas SAHR (fig. 4.8) va montado sobre una placa de presión en el respaldo del asiento mediante un mecanismo de unión basado en un dispositivo de muelles. Cuando el asiento empuja al ocupante hacia delante con más fuerza de la que el muelle puede resistir, la placa se mueve atrás dentro del asiento. Esto induce en el reposacabezas un movimiento que le fuerza a subir hacia arriba y hacia delante, sujetando así la cabeza antes de que el movimiento relativo entre la cabeza y el torso se haga importante.



Fig. 4.9 Asiento activo WHIPS (Volvo 2003)



Fig. 4.10 Asiento ETH (vehículos ligeros) (Centro Zaragoza 2000)

La base para este diseño está conformado por un mecanismo reclinador en la parte del asiento del vehículo que sirve de unión entre el respaldo y la banqueta del asiento. Los asientos de Volvo llevan dos reclinadores, uno a cada lado. La función básica del reclinador es facilitar el ajuste del ángulo de inclinación del respaldo (fig. 4.9).

En el diseño propuesto por el ETH (fig. 4.10), al ocupante sólo se le permite el control de un único parámetro: la posición del asiento respecto al eje longitudinal del vehículo. El resto de ajuste se realiza automáticamente. Si el asiento se desplaza longitudinalmente hacia adelante o hacia atrás también la altura y el ángulo de la base del asiento cambian. Además de eso, la distancia entre la base del asiento y el respaldo cambia para permitir que las personas más altas tengan un mejor apoyo de los muslos.

Una vez que se conocen todos los tipos existentes en el mercado de reposacabezas se crea una matriz de evaluación (tabla 4.2), la cual se dividió principalmente en dos grupos, basándose en el tipo de seguridad al que pertenecen; seguridad pasiva (elementos de retención y seguridad integrados al habitáculo del automóvil) y seguridad activa (su función se efectúa a través de algún sistema que se activa al momento de un accidente).

Este trabajo está enfocado a la seguridad pasiva principalmente, ya que se pretende realizar un diseño en relación con los ya existentes para que cumpla con la mayor parte de especificaciones que se necesitan para este dispositivo logrando que sea un sistema pasivo-activo.

Esto debido a que se basa principalmente en automóviles compactos, donde el tipo de seguridad en reposacabezas es pasivo, principalmente por costos, ya que los sistemas actuales de seguridad activa son basados en sistemas muy avanzados y que su fabricación es realizada a un alto costo, por lo que las marcas que realizan este tipo de reposacabezas activos lo hacen para automóviles de lujo.

A través del tiempo se han realizado muchos cambios a los distintos tipos de reposacabezas para mejorar su eficacia al momento de que se efectúa el latigazo cervical, sin embargo, todavía se puede realizar un diseño más completo y funcional, en el cual se puedan implementar mejoras que logren reducir el movimiento brusco del cuello del conductor al momento del impacto, y con esto disminuir las lesiones que se producen.

En la matriz se evaluaron todos los tipos de reposacabezas incluyendo a los que pertenecen al sistema activo, con la finalidad de tomar en cuenta sus características para implementarlas al diseño a realizar. Ya que este tipo de reposacabezas activos son los mejores en la actualidad con respecto a seguridad. Sin embargo como se mencionó anteriormente no se realizará este tipo de sistema, por costo así como no se cuenta con la tecnología adecuada para realizarlo, sin embargo su evaluación es de gran relevancia.

En este caso se tomará como base para las propuestas de diseño el cual cumple con la mayoría de las especificaciones de seguridad tanto pasiva como activa, en este caso se toma el de mayor porcentaje.

	MODELOS/ FUNCIONES Y CARACTERÍSTICAS	Seguridad pasiva						Seguridad activa				REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA MEJOR COMPETENCIA	%
		Reposacabezas fijos o integrados	Reposacabezas ajustable	Reposacabezas abatibles	Reposacabezas ajustables con huecos	Reposacabezas ajustables con barras de anclaje	Reposacabezas ajustables con pestañas de fijación	Asiento WHIPS (Volvo)	Reposacabezas activo (SAHR)	R. ajustable electrónicamente	Asiento ETH (Vehículos ligeros)		
1	ALTURA ÓPTIMA	X						X			X	XXX	30
2	AJUSTE ÓPTIMO	X		X		X		X	X		X	XXXXXXXX	70
3	SEPARACIÓN ÓPTIMA	X		X		X		X	X		X	XXXXXXX	60
4	BUENA GEOMETRÍA			X	X	X		X	X			XXXXXXX	60
5	ESTÉTICA		X	X	X			X	X			XXXXXX	50
6	CONFORT	X		X	X	X	X	X				XXXXXXXX	70
7	FUNCIONAL	X			X	X	X	X	X		X	XXXXXXXXXX	80
8	EFICACIA AL MOMENTO DEL CHOQUE	X		X			X	X	X		X	XXXXXXXX	70
9	COMPENSACIÓN DEL EFECTO DE LA INCLINACIÓN DEL RESPALDO	X	X	X		X		X	X		X	XXXXXXXXXX	80
10	FIJOS EN LA POSICIÓN DESEADA	X					X	X				XXXX	40
11	VISIBILIDAD	X	X		X	X	X		X		X	XXXXXXXXXX	80
12	BUENA ABSORCIÓN DE LA ENERGÍA DEL CHOQUE				X							XX	20
13	ADAPTACIÓN A DISTINTOS PERCENTILES		X		X	X		X	X		X	XXXXXXX	60
14	BAJOS COSTOS	X	X		X	X	X					XXXXXX	50
15	REDUCE LA ACELERACIÓN DEL OCUPANTE	X		X				X	X			XXXXXX	50
16	MINIMIZA EL MOVIMIENTO RELATIVO DEL CUERPO AL CHOQUE			X				X	X			XXXX	40
17	MINIMIZA EL REBOTE HACIA ADELANTE	X	X	X				X	X			XXXXXXX	60
% DE LA MEJOR COMPETENCIA		70	35	59	47	56	35	82	70	70	47		

Tabla 4.2 Matriz de resultados. Evaluación de reposacabezas en el mercado actual

En la matriz, los parámetros que abarcan la mayoría de los reposacabezas son la funcionalidad, compensación en la inclinación del asiento, y la visibilidad del conductor.

Entre los de mejor competencia son los reposacabezas fijos en cuanto a seguridad pasiva se refiere, por abarcar el 70% de las características de un buen reposacabezas y con un 82% el asiento WHIPS con un sistema activo.

4.1.3 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

Después de conocer acerca de los reposacabezas, las deficiencias que estos tienen a través de pruebas experimentales, y un análisis matricial, se puede llegar a desglosar una serie de especificaciones que se requieren para realizar un diseño, que contenga estas características, las cuales permitan que sea un diseño eficaz, eficiente y funcional.

AJUSTE ÓPTIMO

- Altura optima (lo más alto o a la altura de los ojos)
- Separación de 4 cm. como máximo
- Fijo en la posición deseada
- Adaptación a distintos percentiles

BUENA GEOMETRIA

- Estética
- Confort
- Visibilidad
- Compensación al efecto de la inclinación del respaldo

EFICACIA AL MOMENTO DEL CHOQUE

- Distribución de la energía negativa generada en el choque
- Reducción de la aceleración del ocupante
- Fiabilidad

FUNCIONALIDAD

- Minimizar el movimiento relativo del cuerpo (con respecto al cinturón de seguridad)
- Minimizar el rebote hacia delante

BAJOS COSTOS

Materiales inteligentes
Tecnología
Producción en serie
Mantenimiento
Durabilidad

4.1.4 PROPUESTAS DE DISEÑO

Para la realización de las propuestas de diseño, se deben de tomar en cuenta todos los análisis antes descritos, lo cual llevará a propuestas que cumplan con estas especificaciones, con el fin de obtener la mejor propuesta, para un análisis posterior.

4.1.4.1 Modelo No. 1

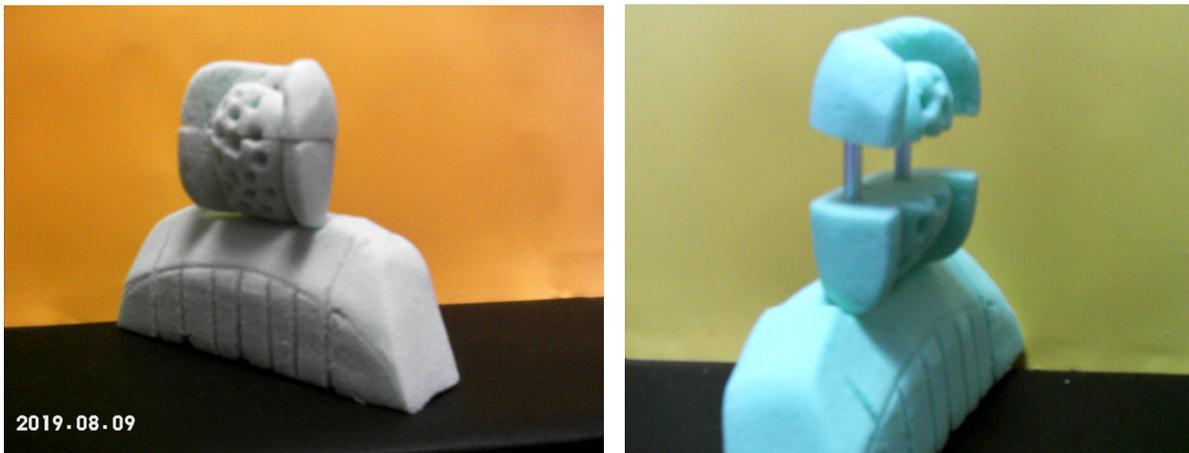


Fig. 4.11 Propuesta No. 1 de reposacabezas en sus alternativas funcionales

Esta conformado por un reposacabezas con forma de almohadilla ovalada y con gran volumen en el centro, creando un mecanismo pasivo el cual pueda actuar como punto de presión generando anomalía en el material, el cual se acopla a la forma del cuello y cabeza para protegerlas del choque directo en la cervicales. De esta manera los laterales del reposacabezas actúan como habitáculo reduciendo el movimiento del latigazo en el impacto.



Fig. 4.12 Vista superior, y barras ajustables de reposacabezas

Se propone un material termosensible de acuerdo a un artículo de la empresa Nicolin, este acolchonado es de un material de origen natural "látex". Su agradable y suave textura adapta a la perfección el cuello, evitando la aparición de puntos de presión sobre la piel. Su estructura interna de células abiertas permite la ventilación en el interior del equipo proporcionando durabilidad.

Esta propuesta tiene ambas alternativas de un reposacabezas, el ser un reposacabezas fijo para percentiles de 5 a 50, así como adaptarse por medio de dos barras como reposacabezas ajustables únicamente en casos necesarios como son los percentiles 95.

Este diseño propone un conjunto de cuatro tipos de reposacabezas en uno, el reposacabezas fijo se encuentra unido con el asiento de tal forma que tiene manera de que la almohadilla proteja tanto a personas bajas como de un percentil medio, así como el reposacabezas ajustable toma la función de un reposacabezas con hueco en el centro lo que nos permite que aún siendo tan alto tengamos visibilidad al momento de manejar; estas dos alternativas conjuntamente con un ángulo en el reposacabezas evite la función de abatibilidad, así como compensación con el asiento del conductor.

4.1.4.3 Modelo No. 2

Esta segunda propuesta esta ligada por distintos aspectos con la propuesta No. 1, ya que también se enfoco a cubrir distintos tipos de reposacabezas en un solo diseño, siendo este el caso, ya que como se menciono anteriormente la forma dinámica de este diseño, permite que en su estado normal (ver fig. 4.13 izq.) realice su función para personas con percentiles de 5 a 50, así como en su segunda alternativa (desplegado) podemos observar que se enfoca directamente a percentiles máximos (95), así como adoptando la función del reposacabezas con huecos para evitar obstruir la visibilidad al conductor por la altura que llega a tener. Este diseño cuenta también con un ángulo de posición con respecto al asiento para compensar la inclinación que tiene el asiento con respecto a cada conductor.

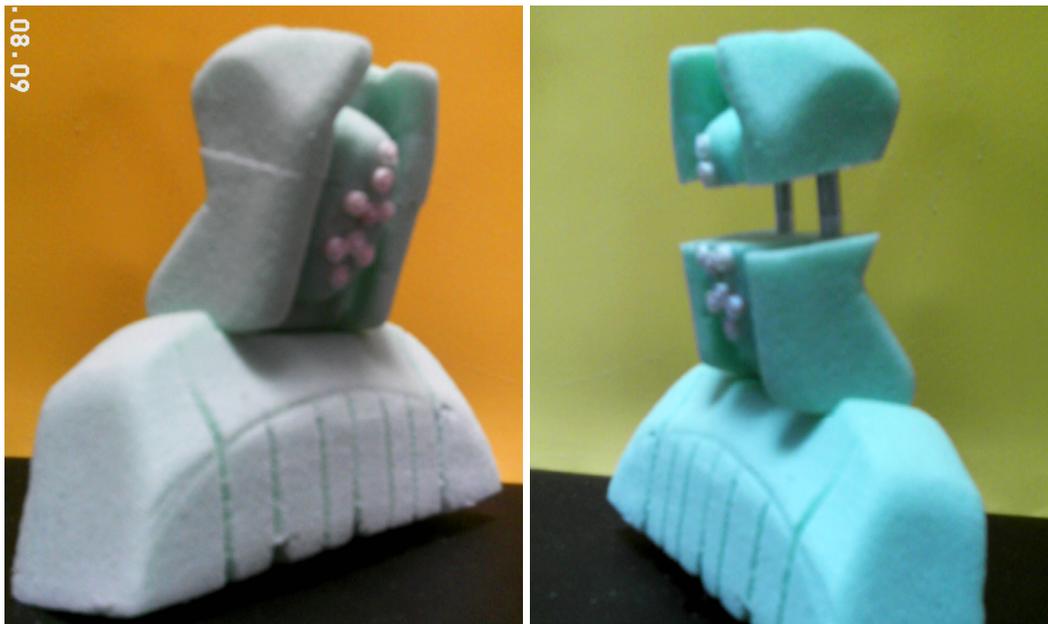


Fig. 4.13 Propuesta No. 2 de reposacabezas con dos alternativas de uso

Esta segunda propuesta esta ligada por distintos aspectos con la propuesta No. 1, ya que también se enfoco a cubrir distintos tipos de reposacabezas en un solo diseño, siendo este el caso, ya que como se menciono anteriormente la forma dinámica de este diseño, permite que en su estado normal (ver fig. 4.13) realice su función para personas con percentiles de 5 a 50, así como en su segunda alternativa (desplegado) podemos observar que se enfoca directamente a percentiles máximos (95), así como adoptando la función del reposacabezas con huecos para evitar obstruir la visibilidad al conductor por la altura que llega a tener. Este diseño cuenta también con un ángulo de posición con respecto al asiento para compensar la inclinación que tiene el asiento con respecto a cada conductor.

En cuanto al material propuesto, son microperlas de poliestireno, las cuales por sus características especiales, y la forma en la que se presenta este plástico, son aptas para adoptar formas que en este caso puedan proteger tanto a la cabeza como el cuello de lesiones graves, disminuyendo el movimiento relativo que existe al momento del impacto, lo que provocaba lesiones principalmente en las cervicales.

4.1.4.3 Modelo No. 3



Fig. 4.14 Propuesta No. 3 de un dispositivo pasivo en el reposacabezas

La propuesta No.3 se basa en formas curvas, las cuales permiten un movimiento dinámico al momento de actuar el dispositivo pasivo en el centro del reposacabezas. El mecanismo principal de este dispositivo se encuentra en el centro, ya que al momento del choque, la energía negativa generada por el impacto se concentra en este punto; este dispositivo tiene como propuesta un material inteligente mejor conocido como “smart materials”, el cual es un material desarrollado con alta tecnología espacial, el cual se adapta gradualmente a temperatura, forma y peso del cuello y cabeza, denominado “material viscolástico”. Según un reportaje de la Tienda HOME, el material viscolástico se desarrolló en la NASA con propiedades únicas e innovadoras para aliviar la presión del cuerpo. Este material se podría decir que tiene efecto curativo por el hecho de aliviar presión en zonas delicadas e inflamadas.

El material viscolástico actuará conjuntamente con el termal-memory (memoria inteligente), que actúa únicamente por presión, teniendo la ventaja de adaptarse a cada persona, y con la desventaja de que el individuo se hundirá más o menos en función a su peso. El núcleo del Termal-memory es de P-32, combinado con el material viscolástico conformado por dos capas, la primera capa está conformada por el material viscolástico y la segunda por Fly-Ver, HR-35, ELC-35 o 100% latex, esta capa es la que se encarga de dar la firmeza necesaria.

Por las características que presenta este material al momento del choque la cabeza se impactará directamente a la almohadilla viscolástica, que por su forma protegerá para librar de presión la cabeza, (como el impacto en la zona cervical) protegiendo esta zona de la concentración de toda la energía negativa del choque, la parte superior de la almohadilla bajará a proteger la parte superior de la cabeza, y los laterales a cubrir el cuello; como se ha mencionado este material dispersa esta presión, así como volver fácilmente a su forma original, y el tiempo de durabilidad es muy amplia.

4.1.5

MATRIZ DE SELECCIÓN

			<p>Asiento WHIPS (Volvo)</p> 	<p>CONCEPTO</p>
+	+	+	ALTURA OPTIMA	CRITERIOS
I	+	+	AJUSTE OPTIMO	
+	I	+	SEPARACIÓN OPT.	
+	+	I	BUENA GEOMETRÍA	
+	II	II	ESTÉTICA	
+	+	+	CONFORT	
+	+	+	FUNCIONAL	
+	+	II	EFICACIA AL MOMENTO DE CHOQUE	
II	II	+	COMPENSACIÓN CON INLINACIÓN ASIENTO	
+	+	I	FIJOS EN LA POSICIÓN DESEADA	
I	+	+	VISIBILIDAD	
+	+	+	ABSORCIÓN DE LA ENERGÍA DEL CHOQUE	
I	+	+	ADAPTARSE ADISTINTOS PERCENTILES	
I	+	+	BAJOS COSTOS	
+	+	+	REDUCE ACELERACIÓN DEL OCUPANTE	
I	+	I	MINIMIZA EL MOV. RELATIVO AL CHOQUE	
I	+	I	MINIMIZA EL REBOTE HACIA ADELANTE	
I	I	I	FIABILIDAD	
+	+	+	MANTENIMIENTO	
I	+	+	DURABILIDAD	

11	16	13	POSITIVOS	RESULTADOS
8	2	5	NEGATIVOS	
1	2	2	IGUAL	

SIMBOLOGÍA PARA LA MATRIZ DE SELECCIÓN	
+	<i>Cumple con el criterio</i>
-	<i>No cumple con el criterio</i>
=	<i>Se mantiene igual</i>

En la matriz de selección obtuvimos como resultado, que el modelo No. 2 es el que satisface la mayoría de los criterios tomados para la propuesta final de este proyecto, esto a través de una evaluación con respecto al asiento WHIPS (Volvo), siendo este modelo el mejor en el mercado actual, con un sistema activo.

Esto es de gran relevancia, ya que al compararse un sistema activo con respecto a la propuesta con sistema pasivo-activo pretende estar al mismo nivel.

❖ CAPÍTULO V

PROPUESTA FINAL DE DISEÑO DEL DISPOSITIVO COMPLEMENTARIO DE SEGURIDAD REPOSACABEZAS

5.1 PROTOTIPO

El desarrollo de un prototipo va implícito en varias etapas de diseño, en este caso se realizaron cuatro propuestas de diseño en bocetos, de los cuales se realizaron las tres mejores propuestas en modelos a escala con espuma de poliestireno, para que posteriormente por medio de herramientas matriciales se eligiera a la mejor propuesta, y una vez realizado este análisis matricial realizar el prototipo volumétrico.

5.1.1 MODELO



Fig. 5.1 Vista frontal y reposacabezas desplegado.
Vista trasero y ventosas en la almohadilla central

Según Matellanes Lina, Cuevas J. y asoc. los materiales y estructuras inteligentes son uno de los puntos de la comunidad científica de todo el mundo de gran interés dadas las peculiares características de estos sistemas; de acuerdo a esta clase de materiales inteligentes, se dividen en tres tipos diferentes, dentro de los cuales se encuentran los materiales con memoria de forma; el efecto de memoria de forma puede describirse como la capacidad de un material para cambiar la forma debido a la aplicación de un estímulo externo.

Una clase de estos materiales son los polímeros con memoria de forma, son poliméricos con la capacidad de recordar su forma original. Este efecto está relacionado con la combinación de la estructura y la morfología del polímero junto con el proceso y tecnología de programación de inclusión de la forma empleada.

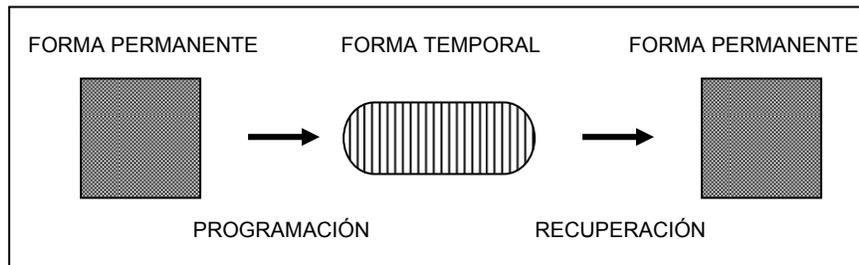


Fig. 5.2 Representación esquemática del efecto de memoria de forma (UNAM 2003)

En este caso se propone utilizar específicamente microperlas de poliestireno, según Cañamero A, este es un plástico que se obtiene por un proceso denominado polimerización, que consiste en la unión de muchas moléculas pequeñas para lograr moléculas muy grandes. La sustancia obtenida es un polímero y los compuestos sencillos de los que se obtienen se llaman monómeros.

Hay distintos criterios o rasgos comunes que se presentan en los llamados materiales con memoria de forma:

- Estos materiales, de manera intrínseca o embebida, presentan sensores de reconocimiento y medida de la intensidad del estímulo ante el que reaccionará el material.
- A su vez presentan “actuadores”, embebidos o intrínsecos, que responden ante dicho estímulo.
- Para controlar la respuesta de una forma predeterminada presentan mecanismos de control y selección de la respuesta.
- El tiempo de respuesta es corto.
- Material de bajo costo.
- El sistema regresa a su estado original tan pronto como el estímulo cesa.

El mecanismo o sistema propuesto es un sistema activo-pasivo que actuará de tal forma que cuando se presione la almohadilla central donde se distribuirá la energía del impacto, los laterales aumentarán su volumen, cubriendo tanto la cabeza como el cuello del ocupante, para reducir el impacto y el moviendo generado como se muestra en la figura siguiente.

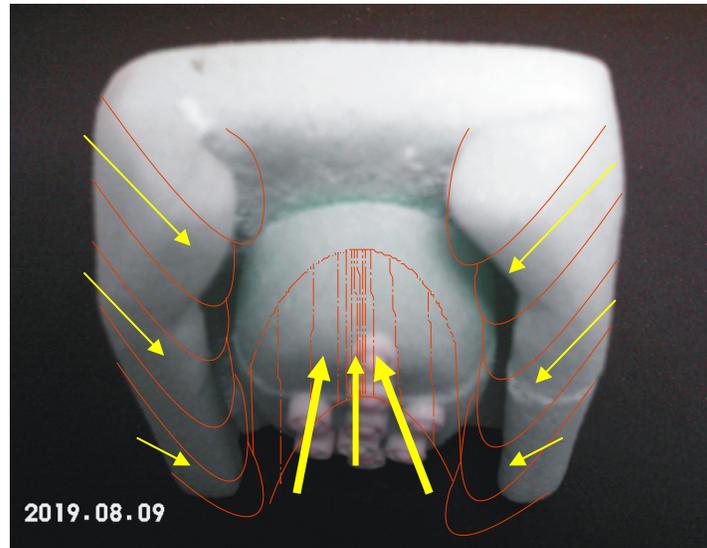


Fig. 5.3 Comportamiento del dispositivo con microperlas de poliestireno

Para aumentar la eficacia de este dispositivo, la almohadilla de impacto contiene distribuidas estratégicamente ventosas de retención (ver fig. 5.1, derecha inferior), estas puntos de distribución del choque, funcionan como las ventosas en los pulpos, con un mecanismo de retención, el movimiento hacia el fondo de la almohadilla y la forma que adoptan las ventosas al momento del impacto permiten inmovilizar la cabeza del conductor impidiendo el rebote.

Este dispositivo como antes se menciona, cuenta con una alternativa, la cual permite que este reposacabezas sea funcional para los diferentes percentiles de la población de mexicana, en este caso, el mecanismo de barras de ajuste está dirigido a los percentiles máximos en este caso 95. Las barras cuentan con una textura en la parte superior lo cual permite que no se juegue la parte superior del reposacabezas y quede totalmente fijo, aumentando su eficacia al momento del choque.

Todo lo anterior conjuntamente con la forma que tiene, reduce espacios desperdiciados, elimina material innecesario, y proporciona dinamismo a la geometría del reposacabezas, así como un habitáculo que protege la cabeza y el cuello antes y después del choque.

5.2 MODELO TRIDIMENSIONAL EN COMPUTADORA

Se realiza un modelo virtual, con el fin de crear un prototipo que tenga distintas funciones, tales como observación del mismo, dimensiones, y para la su manufactura.

5.2.1 MODELO 3D EN RHINOCEROS

Se realizó la propuesta final para el dispositivo de seguridad (reposacabezas) en el Rhinoceros, es un programa en el cual se pueden realizar un modelo físico a través de distintas herramientas para modelar proyectos con precisión para renderizado, animaciones, ingeniería, análisis y fabricación. Esto con el objetivo de realizar un prototipo tridimensional, para poder observar su forma y volumen.

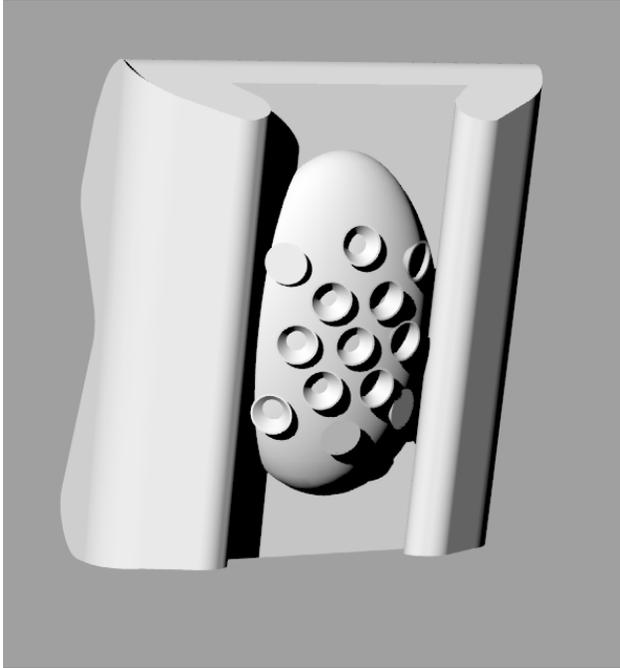


Fig. 5.4 Modelo 3D de la propuesta final

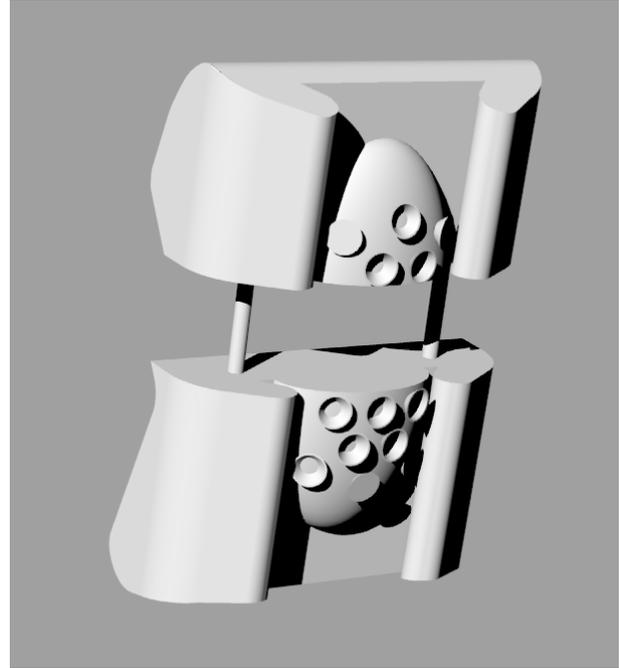


Fig. 5.5 Modelo 3D desplegado de la propuesta final

5.2.2 PLANOS CONSTRUCTIVOS

Se presentan los planos, con las medidas reales que se tomarán en cuenta para la realización del prototipo, ya que estas medidas se hicieron de acuerdo a los distintos análisis realizados anteriormente con el objeto de cumplir con las normas establecidas en el diseño de los reposacabezas pasivos. Los planos se desglosarán de acuerdo a las distintas vistas, en este caso principalmente frontal, lateral y superior. (APÉNDICE)

5.2.3 MANUFACTURA DE UN PROTOTIPO VOLUMÉTRICO PARA EL REPOSACABEZAS

A través del modelado que se realizó en el programa Rhinoceros, se exportó este archivo con conexión a "iges", una vez que se hizo la conversión del archivo, se importa al programa VICI CAD, el cual ayuda a simular un maquinado, y a poder realizarlo de forma real en la máquina fresadora de control numérico (que se tienen en el taller de metales en la UTM).

El objetivo principal de maquinar un molde para vaciado en escala real, es para conocer el diseño final que se esta proponiendo; el molde se realizo a partir de dos bloques de madera MDF de ½ plg. de grosor , medidas de 31cm x 34cm x 6.35cm.



Fig. 5.6 Bloque de MDF para maquinado de molde

Para realizar un maquinado en la fresadora de control numérico se marca un punto de partida al bloque, este punto es una guía para comenzar a maquinar sobre el bloque, este punto se marca tanto en el bloque como en el prototipo 3D, se hace un programa numérico, el cual lo reconoce la fresadora, este programa es procesado en la computadora de la fresadora, se coloca la herramienta adecuada para el corte que se realizará en el bloque.



Fig. 5.7 Computadora de la maquina fresadora

En la primera parte del maquinado, se realiza la parte posterior del molde, (ver DVD, "Maquinado del molde"); para realizar este maquinado se coloca un cortador vertical plano AAV medidas de $\frac{1}{2}$ " x $\frac{1}{2}$ ", esta herramienta servirá para hacer un desbaste del molde.

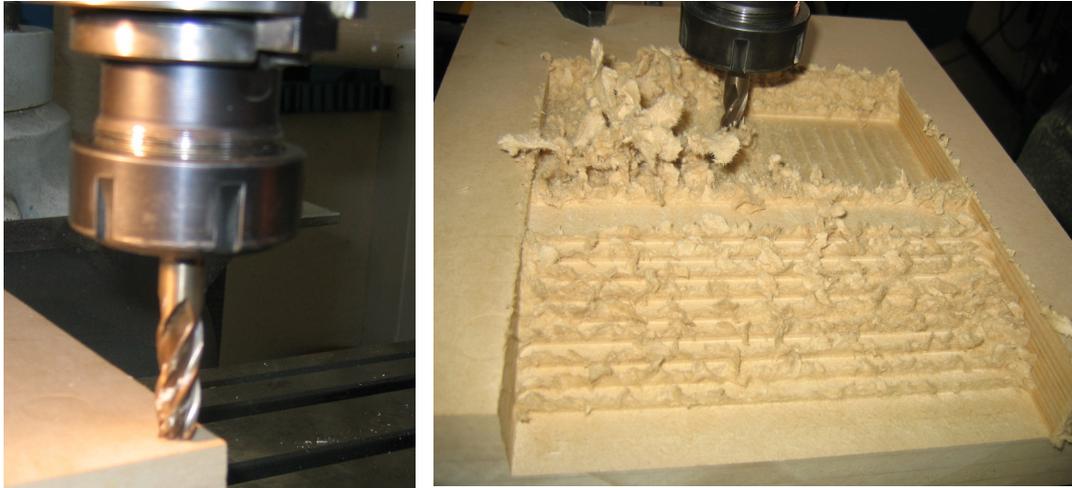


Fig. 5.8 Cortador plano de $\frac{1}{2}$ plg., y desbaste de la parte posterior del molde

El acabado final, se realiza con la finalidad de dejar una superficie lisa y libre de material, ya que para el vaciado de cualquier material es necesario esta superficie para poder desmoldar el molde, después de realiza el vaciado.

El acabado final se realiza con un cortador vertical de punta redonda AAV medidas de $\frac{1}{2}$ " x $\frac{1}{2}$ ", el maquinado es más lento, así como preciso, para dejar un acabado fino, como se ve en las siguientes figuras.

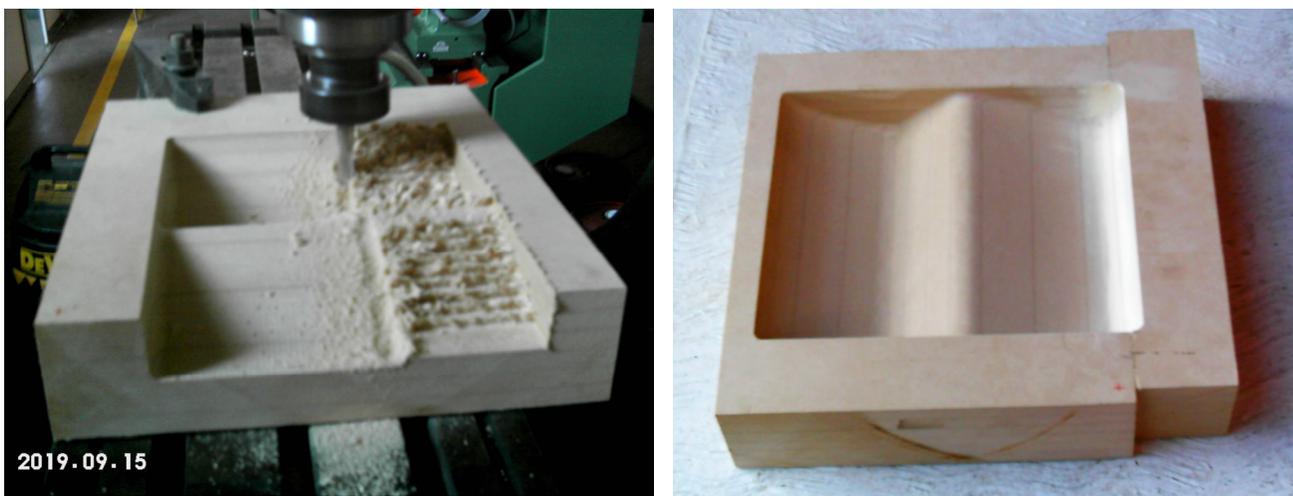


Fig. 5.9 Maquinado de acabado final con cortador de bola de $\frac{1}{2}$ plg., parte posterior final del molde

Para la segunda etapa del maquinado o la parte frontal del molde (ver DVD “Maquinado del molde”), se hará el maquinado en tres partes, ya que la parte frontal, conlleva a dos ángulos negativos, los cuales no puede maquinar la fresadora, como primer paso se maquina la parte central del bloque, con acabado final, una vez terminado, se realizaron dos cortes muy preciso, en los laterales del bloque de madera, para posteriormente maquinar los laterales de forma vertical de la parte central ya maquinada, esto con el objeto de obtener los ángulos negativos.

Una vez que se finaliza con el maquinado de estos ángulos, se realiza el maquinado de los laterales cortados, para disminuir tiempos y obtener más precisión, estas dos partes fueron unidas con dos prensas para realizar el maquinado de los laterales al mismo tiempo.



Fig. 5.10 Izda. superior maquinado de la parte central, dcha. superior corte de los laterales, izda. inferior maquinado de los ángulos negativos de la parte central, dcha. inferior parte frontal terminada con los laterales previamente maquinado

5.2.4 VACIADO DEL MOLDE EN ESPUMA DE POLIESTIRENO

Una vez que se obtiene el molde, se colocaran a los extremos guías para ensamblar las caras para proceder al vaciado, ya que el molde debe estar perfectamente alineado, esto se hace a través de un sistema de ensamblaje, según Javier Arías este sistema es el más utilizado, siendo una unión sencilla, y fácil de deshacer. Está compuesto por dos elementos, el macho y la hembra, esta última es la que se queda incrustada y es el macho el que se saca. En este caso se realizo de $\frac{1}{4}$ plg. y el material que se utilizo es madera maciza.

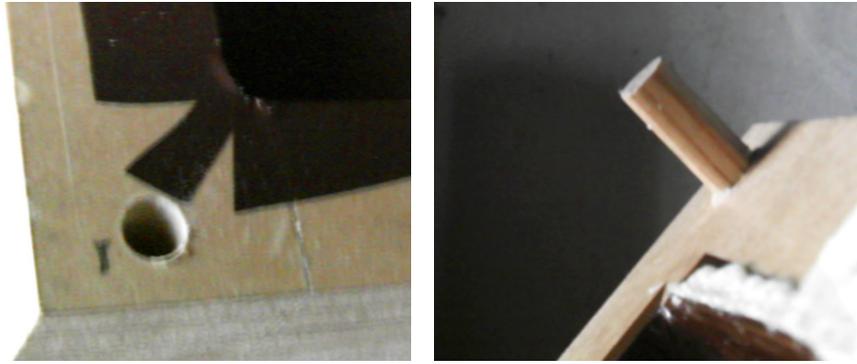


Fig. 5.11 Sistema de ensamblaje "hembra y macho"

Se necesitará de una textura completamente lisa y flexible para desmoldar; se utilizó vinil para forrar la parte interna del molde y spray desmoldante.

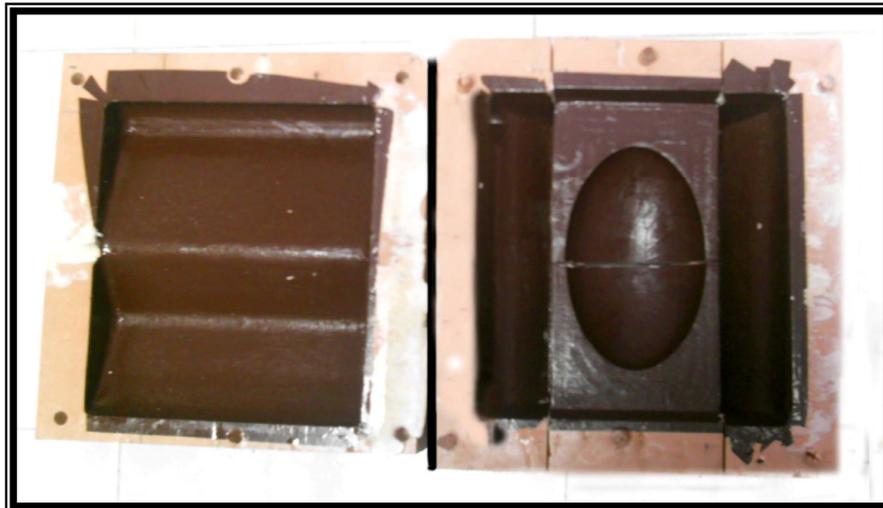


Fig. 5.12 Forro de vinil plástico, y spray desmoldante

Con este sistema de ensamblaje se unieron todas las piezas, se realizó un orificio de entrada a un lado de $\frac{1}{2}$ plg., se colocaron cuatro prensas para evitar que saliera el material.

El vaciado se realizó con espuma de poliestireno (EPS), según Promexpo (2005) es un plástico de estructura rígida celular que contiene hasta un 98% de aire encapsulado; con propiedades que dependen fundamentalmente de la densidad e influencias por la calidad del moldeo (grado de fusión).

La transformación del poliestireno expansible se lleva a cabo en tres etapas:

- a).- Llenado de molde
- b).- Calentamiento
- c).- Enfriamiento

Se vacía en el molde la composición A y B perfectamente revueltas, este compuesto, se calienta a una temperatura entre 100°C y 120°C, generalmente con vapor saturado. En esta operación el compuesto líquido de espuma de poliestireno se expanden, y al encontrarse en un espacio cerrado, determinado por el molde, se sueldan entre si, tomando la forma deseada.

El ciclo de moldeo generalmente consta de tres pasos: llenado de molde, calentamiento y enfriamiento; y el tiempo en que se lleva a cabo depende del vapor de agua, densidad y espesor de la pieza moldeada, entre otros factores.

El prototipo volumétrico se realizo principalmente con este material, por sus características ya que puede tomar la forma que desee en cuestión de minutos, así como el costo de este material es económico.



Fig. 5.13 Prototipo volumétrico de espuma de poliestireno

5.2.5 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROTOTIPO VOLUMÉTRICO

Como se ha mencionado capítulos anteriores este diseño pretende adaptarse a los distintos percentiles del 5 al 95 (media 1.484 m al 1.779 m), por ser un reposacabezas que adopta los seis tipos existentes en el mercado, ya que su diseño en conjunto conforma una diversidad de funciones, las cuales permiten que sea eficaz al momento del impacto, así también se realizo una innovación en cuando la pieza o parte detallada (DPP) en el dispositivo, ya que la parte central donde se encuentra el contacto directo con la cabeza, en comparación de los reposacabezas existentes toda la energía negativa del impacto se concentra en todo el elemento (no existe una distribución de energía), en este diseño se distribuye a partir de la elipse central hacia los laterales, que toma la función del habitáculo de la cabeza, lo cual pretende disminuir el movimiento brusco de la cabeza con respecto a las cervicales del cuello.

El diseño de las ventosas en la parte central de la elipse, por su estructura al momento del impacto evitará el rebote posterior.

5.2.6 ACTIVACIÓN DE MECANISMOS PASIVOS Y FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO COMPLEMENTARIO DE SEGURIDAD (REPOSACABEZAS)

El reposacabezas montado en el asiento de pruebas, con respecto a la cabeza del dummy, se encuentra en la posición correcta (ver fig. 5.14), lo más alto y lo suficientemente cerca para realizar su función al momento del impacto, el reposacabezas no es estorboso con esta cercanía, esto se debe a que no tiene un contacto directo con todo el reposacabezas, por la forma del mismo ya que cuenta con una almohadilla central (elipse central de impacto), esto es por la forma y la inclinación que presenta el dispositivo, evitando distracción al momento de manejar.



Fig. 5.14 Montaje del prototipo volumétrico con respecto a un dummy de percentil 50

El funcionamiento principal radica, en el hundimiento de la almohadilla central al momento del impacto, distribuyendo la energía negativa a los laterales donde se distribuirán las microperlas de poliestireno protegiendo a la cabeza y cervicales; por las características de este material la reacción es inmediata. Así como al mismo tiempo de este hundimiento, las ventosas toman una forma proporcionando un agarré a la cabeza evitando el rebote.

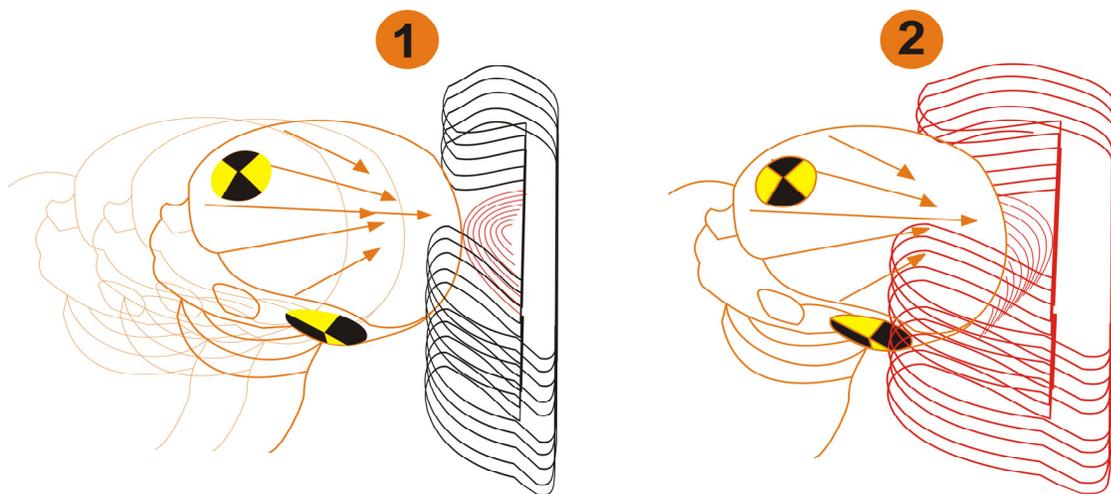


Fig. 5.15 Ilustración de la forma de activación y funcionamiento del mecanismo pasivo del dispositivo complementario de seguridad

Las microperlas de poliestireno es el material propuesto para este diseño, como se menciona anteriormente se encuentra entre los “smart materials” o bien materiales inteligentes, los cuales actúan a una reacción externa, en este caso el choque directo de la cabeza con el dispositivo, ya que la característica principal de este material es su autonomía, un fácil manejo, seguro y un bajo costo, el material es el ideal para la creación del dispositivo de seguridad para autos compactos por ser el mercado más bajo en costos se refiere.



Fig. 5.16 Almohadilla central o elipse central de impacto con respecto al dummy

La almohadilla de choque esta diseñada a partir de ventosas para disminuir el rebote que se presenta al momento del impacto, este rebote en ocasiones puede ocasionar daños graves a las cervicales, es por esto que se adapto un diseño de forma, teniendo como resultado una función de agarre, esto a través de las ventosas (la forma que tienen las ventosas en los pulpos le proporciona un perfecto agarre a los tentáculos) su forma y flexibilidad permite que funcione.

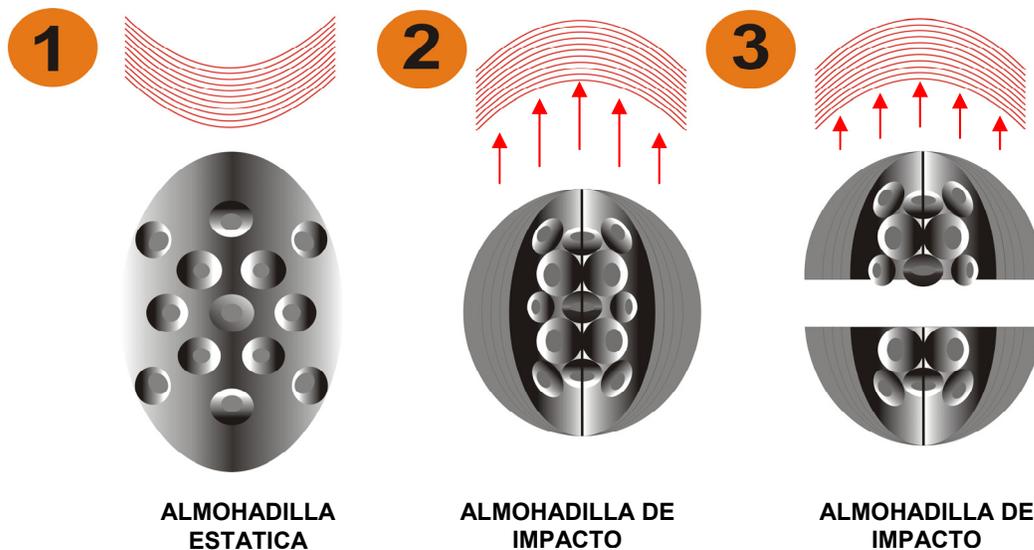


Fig. 5.17 Ilustración de la forma de activación y funcionamiento de las ventosas de agarre en la almohadilla de choque

Al momento de presionar succiona de tal manera que permite un agarre perfecto, en el caso de la almohadilla de agarre, las ventosas no actuarán individualmente haciendo esta succión, ya que la mayoría de los usuarios tienen cabello en la parte posterior de la cabeza, por lo tanto no es una superficie lisa que permita este agarre, sin embargo las ventosas en conjunto de formas pueden proporcionar su sistema de agarre en mayor proporción, atrapando la cabeza con el conjunto de todas, disminuyendo el rebote de la cabeza (ver fig. 5.17).

5.3 SISTEMAS DEL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA LOS DISTINTOS PERCENTILES EN MÉXICO

La diversidad de diseños existentes en reposacabezas de todo tipo de automóviles es muy amplia, ya que no existe un estándar en cuanto a la altura de los usuarios se refiere; por este motivo se diseñaron diferentes sistemas, para que estos puedan cumplir lo mejor posible con su función.

Es por esto que este dispositivo se enfoca principalmente a los usuarios de autos compactos, que por las características del mismo, se puede enfocar al diseño de este conjunto de reposacabezas, logrando conjuntar distintos sistemas en uno solo.

5.3.1 REPOSACABEZAS FIJO PARA PERCENTILES del 5 al 50 (media 1.484 m al 1.634 m)

En México por las estadísticas anteriormente analizadas, la media en nuestro país es el percentil 50, para el cual se utiliza el dispositivo de seguridad en su opción de reposacabezas fijo, ya que se realizó un análisis ergonómico con respecto a los reposacabezas existentes.



Fig. 5.18 Prototipo volumétrico fijo

Este sistema es eficaz en este tipo de usuarios, ya que no necesita ajuste, y se encuentra lo más alto y cerca de la cabeza del usuario, esto gracias a que no necesita un sistema independiente como lo es la abatibilidad ya que cuenta con un ángulo que compensa la inclinación del

asiento, así puede realizar su función eficazmente, evitando ser un elemento de peligro al momento del impacto (ya que si se encuentra demasiado bajo o alejado puede desnucarse al usuario), el mayor número de usuarios no ajustan su reposacabezas, por tal motivo se pensó en diseñar un reposacabezas que no necesite de ajuste, y que permanezca en su forma pasiva y se active su mecanismo al momento del impacto.

Este sistema fijo, pretende realizar la función de proteger tanto la cabeza como el cuello al momento del impacto como se menciona anteriormente.



Fig. 5.19 Prototipo volumétrico con inclinación con respecto al respaldo

5.3.2 REPOSACABEZAS AJUSTABLE PARA PERCENTILES del 50 al 95 (media 1.634 m al 1.779 m)

Un problema muy común entre los distintos diseños de reposacabezas en automóviles compactos, es que la mayoría no son funcionales para los percentiles 95 (estatura máxima aprox. en México), algunos tipos en su ajuste no proporcionan las posiciones óptimas para proteger al momento del choque.

En la siguiente figura como se observa, se adoptó al dummy para que alcanzará el percentil máximo (95), y pudiese colocar el reposacabezas ajustable.

En la siguiente figura como se observa, se adoptó al dummy para que alcanzará el percentil máximo (95), y pudiese colocar el reposacabezas ajustable.

Para realizar también la función en estos casos este diseño propone que sea ajustable solo en estos casos, de acuerdo a un análisis con respecto al tope de los toldos en automóviles compactos, se dejó un margen de 10 cm. al tope, eso me permite desplegar el reposacabezas hasta 30 cm. ; la altura es lo suficientemente alta para este tipo de usuario, así como no es estorboso o obstaculiza la visibilidad, ya que al momento de ser desplegado toma la función de los reposacabezas con huecos, lo que permite que no exista distracción al momento de conducir, esto debido a que el ajuste se hace a la mitad de dispositivo, también cuenta con clip's interiores de fijación en la parte superior lo cual lo hace mas seguro en su ajuste.



Fig. 5.20 Montaje del prototipo volumétrico con respecto a un dummy de percentil 95



Fig. 5.21 Dispositivo ajustable con barras de ajuste, huecos y clip de fijación

El funcionamiento es el mismo en los dos casos, el despliegue del reposacabezas no altera la función de la elipse central de impacto, ni los laterales al momento del impacto, ya que en este caso el funcionamiento se realizará de forma independiente tanto arriba como abajo, siendo igual de eficaz que en el otro caso. (Fig. 5.21)

Al igual existe el ángulo de abatibilidad con respecto al asiento, esto con la finalidad de compensar la inclinación del mismo. Las barras de ajuste siguen el mismo ángulo del dispositivo, con su respectivos clips de fijación, para evitar un deslice que no permita ser completamente eficaz al momento de la activación del dispositivo.



Fig. 5.22 Dispositivo inclinado con respecto al asiento

CONCLUSIONES

Este trabajo se realizó a través de análisis exhaustivo, sobre los distintos factores en accidentes automovilísticos tanto en México como en otros países, por falta de información sobre estos temas en nuestro país, se analizaron estudios realizados por otros países (siendo España el que realiza estudios sobre estos temas en específico), ya que este tema es de gran relevancia para todos los usuarios de automóviles en general.

Con este trabajo de tesis, se puede aportar información y datos que pueden ayudar a diseñar otros dispositivos de seguridad (reposacabezas) en México; cada uno de los datos está respaldado y justificado, por lo que se resolvió el problema en cuanto a falta de información sobre este tema, ya que todo está basado en reposacabezas actuales en nuestro país con respecto a la población y los distintos percentiles de usuarios de autos compactos específicamente, obteniendo estos datos a través de pruebas experimentales.

Enfocando principalmente este trabajo a los accidentes ocurridos dentro de la ciudad (zonas urbanas) por sus características, las cuales difieren de los accidentes en carretera, ya que en nuestro país no se le ha dado la importancia que tiene por los efectos que provocan estos accidentes. Así como las consecuencias que se tienen en choque por alcance trasero principalmente, ya que provoca lesiones que dañan directamente al cuello o vértebras cervicales que se encuentran directamente conectadas a la columna vertebral, a este tipo de lesión se le llama “síndrome del latigazo cervical”.

Por lo que este trabajo se enfocó a diseñar un dispositivo complementario de seguridad para usuarios de autos compactos (reposacabezas), el cual con su sistema pasivo-activo pretende disminuir este tipo de lesiones, llegando hasta un prototipo volumétrico, que muestra la multifuncionalidad del dispositivo.

El proceso que se llevó a cabo para llegar al prototipo final, consistió en primera instancia, en conocer todo sobre los diseños existentes de reposacabezas desde su origen hasta llegar a lo que se ha hecho en cuanto a diseño de estos dispositivos. Llegando a la conclusión que son pocos fabricantes de automóviles los que han tomado en cuenta todos los factores intrínsecos al momento del choque, ya que la mayoría de reposacabezas existentes son pasivos, por lo que no cuentan con un sistema que se active al momento del impacto, sin embargo los reposacabezas que cuentan con sistemas activos, por sus características son muy costosos, y solo se encuentran en automóviles de lujo.

Se realizó una recopilación de información, así como un análisis de campo para justificar el porqué este trabajo está enfocado principalmente a automóviles compactos, llegando a datos que confirman que son los de mayor venta en nuestro país, esto debido a que por sus características son lo que mejor se adoptan a los usuarios en México.

Para conocer el comportamiento de los reposacabezas existentes en el mercado en este tipo de autos, se realizaron pruebas experimentales de choque simulando los accidentes que se presentan de dos formas: alcance trasero y alcance frontal. Estas pruebas se realizaron por medio de mecanismos tales como trineo de aceleración/deceleración, rieles, sistema de microcontrolador AT90s2313 con sensores, dummy entre otros elementos, que se adaptaron de acuerdo a las reglas **ISO/TC22 N 2071 Y ISO/TC22/SC10** establecidas para estas pruebas por La Organización Internacional para la Estandarización (ISO), una vez realizadas estas pruebas se pudo conocer el comportamiento del reposacabezas al momento del impacto.

Una vez obtenidos todos estos datos, se puede conocer a grandes rasgos las fallas o deficiencias que presenta este dispositivo, confirmando que el reposacabezas no cumple al 100% con la función para lo cual fue diseñado, que en este caso es el latigazo cervical; con este punto se pudo cumplir uno de los objetivos de la tesis, ya que se obtuvo información de gran relevancia, para realizar un diseño adecuado que cubra las deficiencias que tienen en la actualidad los reposacabezas.

Por medio de un análisis matricial aplicado al diseño de este dispositivo, se pudo analizar todos los tipos existentes de reposacabezas en la actualidad, para conocer las especificaciones que debe de cumplir un reposacabezas para ser totalmente funcional al momento del impacto. Una vez realizado este análisis, se paso a la etapa de bocetaje, el cual se hace a nivel de lápiz y papel, conformando propuestas que con su forma y materiales pretende cumplir con la función de proteger al usuario del “síndrome del latigazo cervical”, se realizaron tres modelos a escala sobre los diseños propuestos para este dispositivo, planteando que se realicen con materiales inteligentes también llamados “smart intelligent”, para obtener un sistema pasivo-activo.

Después de que se presentaron los modelos propuesta, se opto por el que cumple el mayor numero de especificaciones, el cual pretende tomar las características funcionales de cada uno de los tipos existentes de reposacabezas, con lo cual se logro que por su geometría la propuesta final abarque seis tipos de reposacabezas en su diseño, que son: reposacabezas fijo, ajustable, abatible, con hueco (visibilidad), con barras de ajuste, y clip's de sujeción.

Este diseño cumple todas las funciones que realiza cada uno de estos reposacabezas por separado, esto con la pretensión de ser un dispositivo multieiciente, que no necesite que el usuario se adapte a él, sino que el dispositivo se adapte al usuario, así como que se active solo al momento del impacto, volviendo a su forma normal una vez que este finalice (esto se logrará por medio del material inteligente propuesto).

Se realizo el maquinado del molde (con bloques formados con MDF en la fresadora de control numérico) para obtener un prototipo volumétrico, que mostrará en conjunto con el asiendo y el dummy su forma y su multieiciencia, en espuma de poliestireno (Ver fotos en el capítulo V).

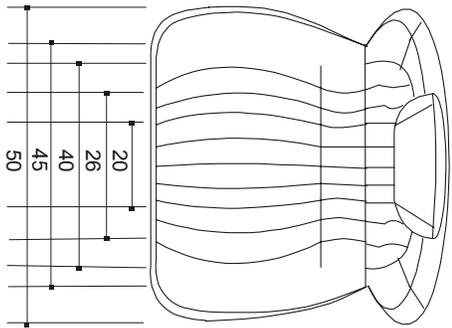
En el futuro se sugiere realizar un prototipo real, del cual se pueda demostrar su funcionamiento ante el choque tanto por alcance trasero como el frontal por medio de pruebas experimentales, esto con el fin de que la propuesta de diseño quede completamente justificada de acuerdo a los datos que su obtengan. En este caso no se pudo llegar a realizar más que un prototipo que ilustrase a este dispositivo, esto debido a falta de recursos económicos que fueron necesarios para su realización.

 **APÉNDICE**

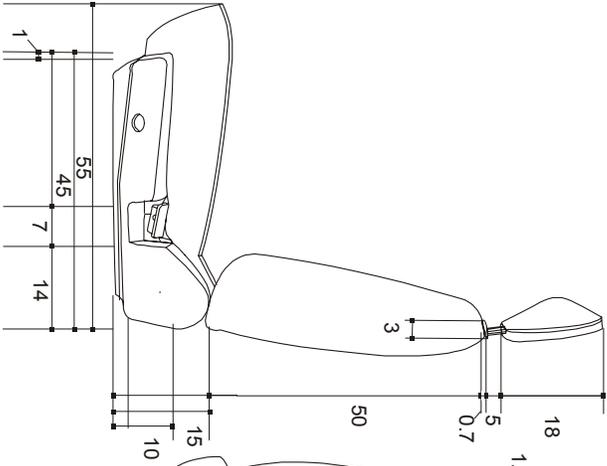
**PLANOS CONSTRUCTIVOS
DEL ASIENTO
CON EL REPOSACABEZAS INICIAL**

Esc. 1:100
Acot. CM

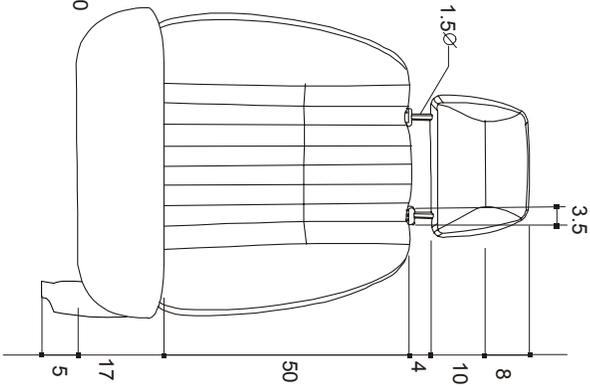
Vista Superior



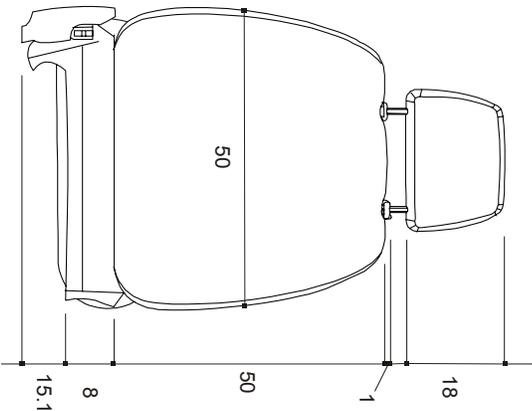
Vista Lateral Derecha



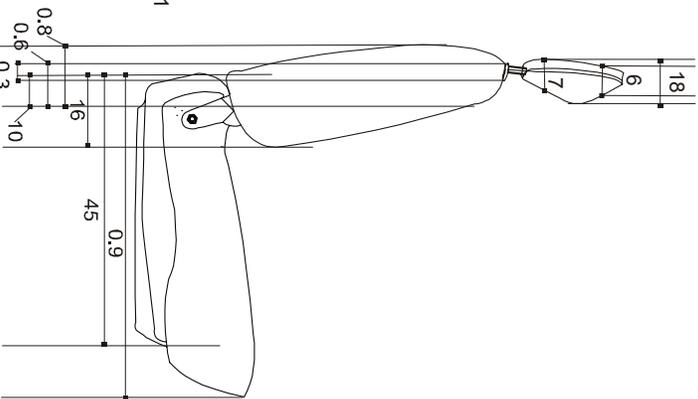
Vista Frontal



Vista Trasera

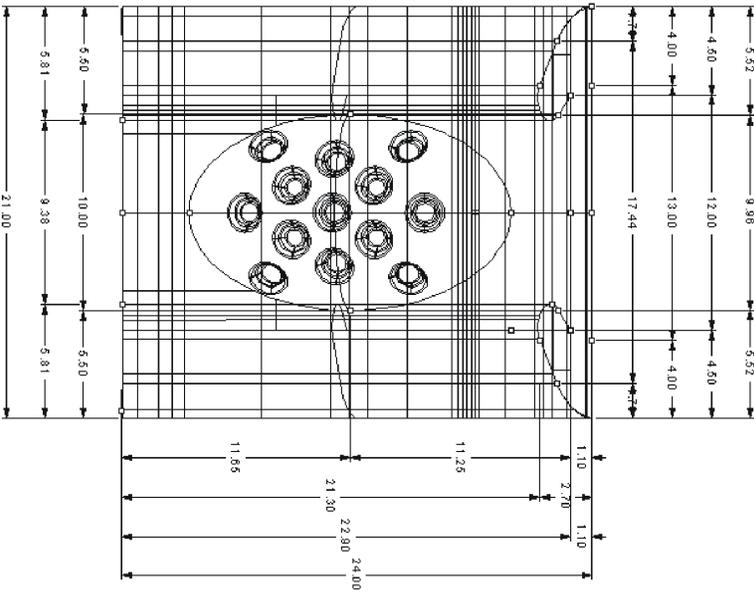
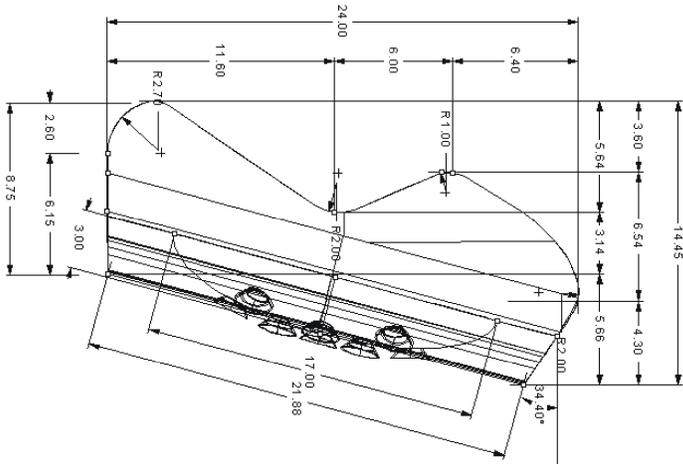
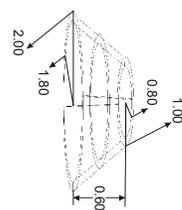
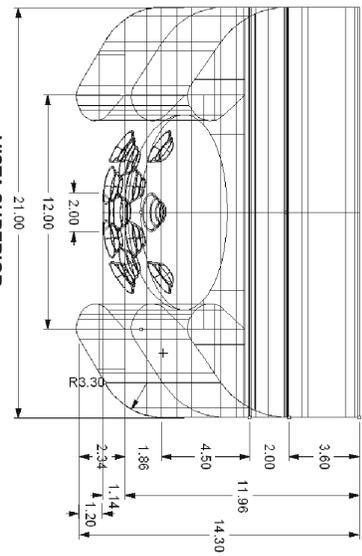


Vista Lateral Izquierda

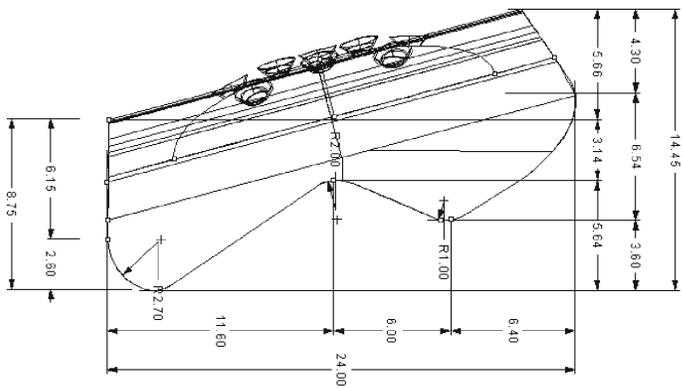


PLANOS CONSTRUCTIVOS
DISPOSITIVO DE SEGURIDAD
(REPOSACABEZAS)

ESC. 1: 30
ACOT. CM



VISTA FRONTAL

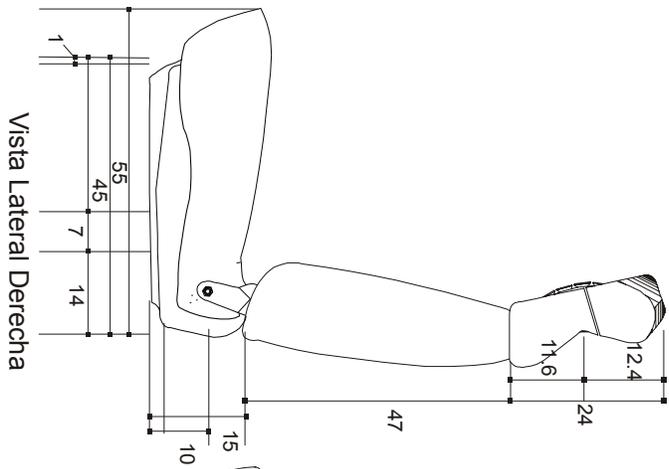
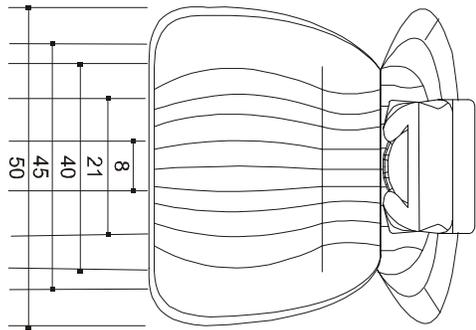


VISTA LATERAL IZQUIERDA

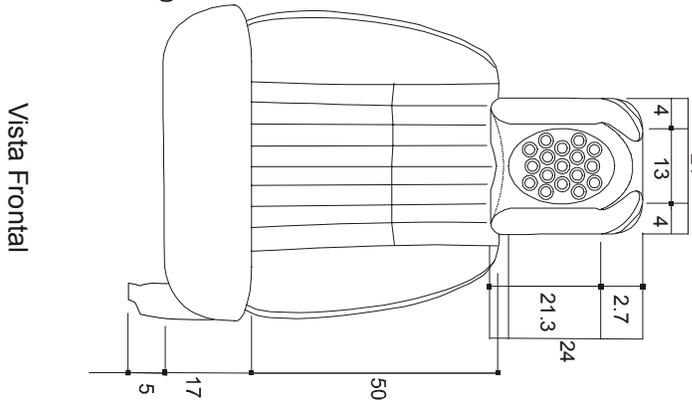
**PLANOS CONSTRUCTIVOS
DEL ASIENTO
CON EL PROTOTIPO**

Esc. 1:100
Acot. CM

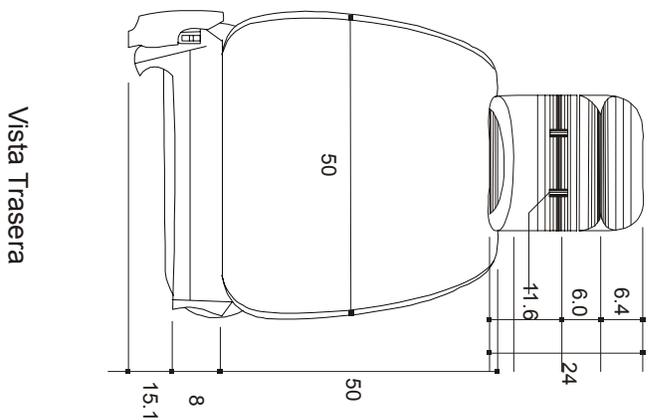
Vista Superior



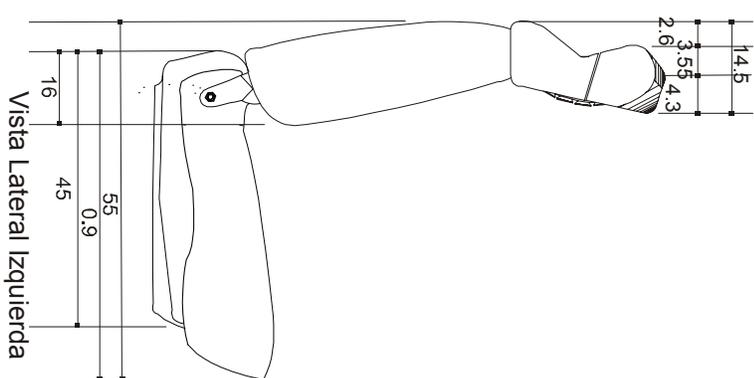
Vista Lateral Derecha



Vista Frontal



Vista Trasera



Vista Lateral Izquierda

BIBLIOGRAFÍA

ADAC (Allgemeiner Deutscher Automobil- club e.V.), EuroNCAP (European New Car Assessment Programme) y Seguridad Vial de RACE, “Latigazo cervical”, Revista: Mi coche, Euroncap, 2002.

AMIA (Asociación Mexicana de la Industria Automotriz), “Reportaje de ventas en la ciudad de México”, Automotive Intelligence, diciembre 2003.

Cañamero A., “Poliestireno”, en El rincón de la ciencia, No. 15, Feb. 2002.

Cerezo Félix, “Seguridad”, Revista: Motor & viajes, España, Art. 193, 31-03-2001..

Claudia López, Gerente General, Renault Oaxaca, S.A. de C.V., “RENAULT”, Av. Universidad 143, Col. Ex – Hacienda Candían, C.P. 97125, Oaxaca, 2005.

Cuevas Ricardo, Ingeniero electrónico, “Sistema de microcontrolador AT90s2313 e presencia”, UTM (Universidad Tecnológica de la Mixteca), 2005.

Dossier de Prensa: Eurotest RACC Club (Real Automóvil club de Cataluña), ESTUDIO EUROTTEST 2001, “Nivel de protección de los sistemas de reposacabezas y asientos”, Barcelona, 15 febrero 2001.

Dw-World.de, “Baratos y con porvenir”, Revista: Dw-World.de, Art. 6, 02-03-2005.

Edgar Fco. Garza Ancira, Gerente de Ventas, Automotriz Rioja, S.A. de C.V., “SEAT”, Av. Universidad 801-B Col. Ex – Hacienda Candían, C.P. 68130, Oaxaca, 2005.

Enciclopedia Hispánica, Macropedia, Barcelona, TOMO 2, 1990.

Enrique Bonilla Rodríguez, “Antropometría de poblaciones de la ciudad de México”, en La técnica antropométrica aplicada al diseño industrial, 1993.

Firma Saniticed, Reportaje: “Origen y propiedades del viscoelástico”, Revista: Tienda HOME, 2005.

Guillermo Álvarez, Gerente de Ventas, Automotriz Antequera S.A. de C.V., “CHRYSLER”, Av. Universidad 553, Col. Ex – Hacienda Candían, C.P. 68130, Oaxaca, 2005.

Guillermo M. Martínez, “Áreas de la ergonomía”, Revista: La teja (ERGOTEMA), Art. 29, 2002.

Invine CA, “El sistema de protección de Volvo Whiplash (AZOTES)”, Junio 30, 2003.

Javier Arias Díaz, “Sistemas de ensamblaje”, Revista: web bricolaje, 28-04-2002.

Jesús Mondus, “Para no jugarnos el cuello”, en RACE, 2001.

Jorge Cobian Güizar, Gerente de Ventas, Autos Mexicanos, S.A. de C.V. , “NISSAN”, Av. Universidad esquina privada Las Águilas 143, Col. Ex – Hacienda Candían, C.P. 68130, Oaxaca, 2005.

Motor-New, "Seguridad: conociendo los sistemas del automóvil", en www.motornew.net, 2001.

Monovolumen, Conferencia Internacional de Wikimedia, en Francfort, 8 de agosto 2005-10-27.

Onda Regional, "Estudios de la OCU (Organización de Consumidores y Usuarios) sobre automóviles compactos", Revista: Onda Regional, 2004.

OrtoInfo, "Síndrome del latigazo cervical", en www.OrtoInfo.com, 2002.

Promexpo, "Poliestireno", en www.promexpo.com.mx, 2005.

RACC Club, "Seguridad activa", en Eurotest RACC Club, 23-09-2003.

RACE (Real Automóvil Club de España) y la Dirección General de Tráfico de España, Seguridad vial, Septiembre 2003.

RACE (Real Automóvil Club de España), "Latigazo cervical", Revista: Mi coche, EUROCAP, España, 27-04-2001.

Rating Guidelines, "Side Impact test program", IIHS (Insurance Intitute for Highway Safety, Julio 2004.

Saab, "Alojamiento principal activo de Saab", en Lanzamiento de Prensa, Oct.-25-2002.

Sara Soria, "Reposacabezas", Revista: Súper Motor, España, 24-03-2001.

Seguridad Vial RACE (Real Automóvil Club de España), "Tres claves para la supervivencia", Revista: Pacocostas, Art. 18, España 2002.

S. Gil, "Introducción a la teoría de la elasticidad", en Elasticidad, FISICA I, UNSAM, 2003.

UNAM, "Materiales y estructuras inteligente", en Plásticos Universales No. 85, Panorama UNAM, 2003.

“EL REPOSACABEZAS: El gran olvidado”

Por: Centro Zaragoza (Instituto de Investigaciones sobre reparación de vehículos S.A.)

Patrocinado por: UNESPA (Unión Española de Identidades aseguradoras y reaseguradoras)

Colaboración de: Dirección General de Tráfico (Ministerio del Interior)

Deposito legal: Z-447-2000

España, 2000

Bendjellal, F. y Steyer, C. Development of head restraint for occupant protection in rear end collisions. Traffic Safety and Auto Engineering Stream of the World Congress on Whiplash-Associated Disorders, Vancouver, Canadá; 1999: 513-520

Böstrom, O., Svensson, MY., Aldman, B. (1996). “A new neck injury criterion candidate-based on injury findings in the cervical spinal ganglia after experimental sagittal whiplash. SAE 1996-13-0009, Proc. Int. IRCOBI Conf. pp. 123-136.

Dippel C, Muser MH, Walz F, Niederer P, Kaeser R. “Neck injury prevention in rear-impact crashes”. Conferencia del IRCOBI, 1997. Eichberger A, Steffan H, Geigl B, Svensson M, Bostm o, Leinzinger PE, Darok M. “evaluation of the applicability of the Neck Injury Criterion (NIC) in rear end impacts on the vasis of human subject tests. Ponencias de la Conferencia del IRCOBI, Göteborg, Suecia, 1998; 321-333.

Jakobsson, L., Lundell, B., Norin, H., Isaksson-Hellman, I., “WHIPSVolvo’s whiplash protection study”. Traffic Safety and Auto Engineering Stream of the World Congress on Whiplash-Associated Disorders, Vancouver, Canadá; 1999: 521-538.

Kahane, C.J. (1982): “An Evaluation of Headrestraints - FMVSS 202”. Informe técnico de la NHTSA, DOT HS-806 108, USA. Kaneoka K., Ono k., Inami S., Hayashi K. “Motion Analysis of Cervical Vertebrae During Simulated Whiplash Loading”. Traffic Safety and Auto Engineering Stream of the World Congress on Whiplash-Associated Disorders, Vancouver, Canadá; 1999: 152-160.

Kent RW. Jones MB., Nordhagen RP. Seating design and occupant protection in rear-impacted vehicles. ISATA Magazine, issue no 7, June 1999.

Langwieder K., Hell w.,: “Neck Injuries in Car Accidents - Causes, problems and solutions”. Vverband der Schdenversicherer e.V., München, 1996.

Langwieder K., y col.: “Comparative studies of neck injuries of car occupants in frontal collisions in the United States and in the Federal Republic of Germany”. 25th Stapp Car Crash Conference, 8-10 septiembre, 1981.

Langwieder, K., Hell, W., Walz, F. Occurrence of reported cervical spine injuries in car accidents and improved safety standards for rear-end impacts. Traffic Safety and Auto Engineering Stream of the World Congress on Whiplash-Associated Disorders, Vancouver, Canadá; 1999: 451-470

Lubin S., Sehmer J. “Are automobile head restraints used effectively?”. Canadian Family Physician vol 39: Jul. 1993.

McConnell, W.E., Howard, R.P., Guzman, H.M., Bomar, J.B., Raddin, J H., Benedict, J.V., Smith, L.H., Hatsell, C.P., (1993): Analysis of Human Test Subject Responses to Low Velocity Rear End Impacts. SP-975, SAE No. 930889, pp. 21-30.

Olsson, I., Bunketorp, O. Carlsson, G., Gustafsson, C., Planath, I., Norin, H., Ysander, L.: (1990) "an in-Depth Study of Neck Injuries in Rear End Collisions". Conferencia del IRCOBI en Lyon, Francia.

O'Neil B. : " Automobile head restraints—frequency of neck injury claims in relation to the presence of head restraints". Am J Public Health. 1972 Mar; 62(3):399-406.

Ono K, Kaneoka k. Motion Analysis of Human Cervical Vertebrae During Low Speed Rear Impacts by the Simulated Sled. Conferencia internacional del IRCOBI, Hannover, 1997: 223-237.

Severy, D.M.; Mathewson, J.J.; Bechtol, C.O. "Controlled automobile rear-end collisions, an investigation of related engineering and medical phenomena". Canadian Services Medical Journal. 7:727-759.

Stewart, J.R. (1980) "Statistical Evaluation of the Effectiveness of FMVSS 202: head restraints, task 3 report." Highway Safety Research Center. Preparado para el U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington, D.C.

Svensson, M.Y. (1993a): "Neck Injuries in Rear-End Car Collisions –Sites and Biomechanical Causes of the Injuries, Test Methods and Preventive Measures". Dept. of Injury Prevention, Chalmers University of Techn., S- 412 96 Göteborg, Suecia, ISBN 91-7032-878-1.

Svensson, M.Y., Aldman, B., Lövsund, P., Hansson, H.A., Seeman, T., Suneson, A., Örtengren T. (1993b). "Pressure effects in the spinal canal during whiplash extension motion- a possible cause of injury to the cervical spinal ganglia". Conferencia sobre la Biomecánica de los Impactos, 189-200. Lyon, Francia: IRCOBI.

West, D.H., Gough, J.P.; Harper, G.T.K. "Low speed rear-end collision testing using human subjects" Accident Reconstruction Journal. Mayo/junio; 1993.

Wiklund K, Larsson H. "Saab Active Head Restraint (SAHR)-seat design to reduce the risk of neck injuries in rear impacts". SAE 980297.

REGLAS ISO

ISO/TC22 N 2071 / ISO/TC22/SC10 TEST DE PROCEDIMIENTOS EN LOS DAÑOS EN EL CUELLO Y LA COLUMNA CERVICAL EN PRUEBAS DE CHOQUE EN COLISIONES

El Grupo activo en las Mecánicas del Accidente
La universidad de Zürich y ETH Zürich,
Gloriastrasse 35 CH-8092 Zürich
Suiza

GDV Instituto para el Vehículo
La seguridad,
Leopoldstr. 20 D-80802 München
Alemania

El procedimiento de la prueba de impacto, proyecto 5 activo, 05/2001, página 1 de 12, Autoliv
Alemania,
Otto Hahn Str. 4 D-25337 Elmshorn
Alemania

La universidad de Tecnología
El depto. de Mecánicas,
Kopernikusgasse 24
Un-8010 Graz
Austria

El procedimiento de la prueba se ha desarrollado por ETH, GDV, y Autoliv.
Los autores: M. Muser (Zurich), H. Zellmer (Elmshorn), F. Walz (Zurich).
Con la colaboración de W. Hell y K. Langwieder (Munich)
El procedimiento de la prueba se ha armonizado con el documento 'A', procedimiento de prueba
de trineo de aceleración/deceleración para las pruebas de impactos de alcance traseros por
K. Steiner y H. Steffan, TU Graz.

PÁGINAS DE CONSULTA

<http://www.automotriz.net/>

<http://www.chrysler.com.mx/>

<http://www.dgt.es/enterate/noticias/reposacabezas.htm>

<http://www.dw-world.de/dw/article/0,1564,1506842,00.html>

http://www.ergoprojects.com/contenido/articulo.php?id_articulo=29

<http://www.fip.unam.mx/>

<http://www.lacapital.com.>

<http://la-plaza.com/vdc/latigazo/protocolo.htm>

<http://www.latiendahome.com/reportajes/colchones-viscolasticos.html>

<http://www.micoche.com>

<http://www.micoche.com/euroncap/>

<http://www.motor-news.net/>

<http://www.nissan.com.mx/>

http://www.ondaregionalmurcia.es/programas/revista_motor/motor115.htm

<http://www.OrtoInfo.com>

<http://www.pacocostas.com/svial18d.html>

<http://www.plastunivers.com/Tecnica/Hemeroteca/ArticuloCompleto.asp?ID=291>

<http://www.racc.es/>

<http://www.renault.com.mx/>

<http://www.seat-mexico.com.mx>

<http://www.seguridadvial.org>

<http://www.seguridadvial.org/HTML/informes.html>

http://www.seguridadvial.org/HTML/race_opina.html

<http://www.supermotor.com/revista/2001/03/106061.html>

<http://www.supermotor.com/revista/actualidad/2001/03/106060.html>

<http://www.transporte.cu/ignicion/cd2002/sistemas.htm>