

# **MANUAL MULTIMEDIA DE REPARACION DE CARROCERIAS AUTOPORTANTES**

**CARLOS EDUARDO GUALDRON BLANCO  
EDINSON ALFREDO LUNA GOMEZ**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA  
2009**

# **MANUAL MULTIMEDIA DE REPARACION DE CARROCERIAS AUTOPORTANTES**

**CARLOS EDUARDO GUALDRON BLANCO  
EDINSON ALFREDO LUNA GOMEZ**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Mecánico**

**Director  
ISNARDO GONZALEZ JAIMES  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2009**

## DEDICATORIA

*Este logro lo dedico a mi madre, mi esposa y mi hija por ser mi apoyo material y espiritual, en cada momento de mi vida y que en los momentos difíciles siempre creyeron en mí y no me dejaron desfallecer hasta conseguir este título.*

*De igual manera le dedico este logro a mi abuelita Flor que se fue a descansar en la paz del Señor con el sueño de verme Ingeniero.*

*Por ultimo a todos mis compañeros y amigos que compartieron mi vida universitaria y que hicieron cada dificultad una anécdota mas.*

*Carlos Eduardo*

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo de grado fue desarrollo y culminado gracias a los conocimientos entregados por nuestro director de proyecto Ing. Isnardo Gonzalez, además por creer en nosotros y ser muy paciente por todo el tiempo que tomo culminar este proyecto.

Agradecemos de igual manera a los profesores Jabib Quiroga, Nestor D'croz, Omar Gelvez y Abel Parada, que en el transcurso de la carrera nos dieron sus conocimientos, su amistad y en momentos difíciles nos tendieron una mano, para poder culminar esta Carrera.

Para terminar, agradecemos al Diseñador Industrial Eulises Orduz por su ayuda para desarrollar el manual multimedia.

## CONTENIDO

|                                                       | pág. |
|-------------------------------------------------------|------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                                   | 1    |
| <b>1. FUNDAMENTOS DE LA CARROCERIA AUTOPORTANTE</b>   | 3    |
| 1.1 TIPOS DE CARROCERIAS                              | 3    |
| 1.1.1 Carrocería con chasis independiente.            | 4    |
| 1.1.2 Carrocería con chasis-plataforma.               | 5    |
| 1.1.3 Carrocería autoportante.                        | 6    |
| 1.2 ELEMENTOS DE UNA CARROCERIA AUTOPORTANTE          | 7    |
| 1.2.1 Elementos exteriores.                           | 7    |
| 1.2.2 Elementos interiores.                           | 8    |
| 1.3 FABRICACIÓN DE UNA CARROCERÍA AUTOPORTANTE        | 8    |
| 1.3.1 Elaboración de prototipos y ensayos.            | 8    |
| 1.3.2 Fase de fabricación.                            | 10   |
| 1.4 EXIGENCIAS DE LA CARROCERÍA AUTOPORTANTE          | 12   |
| 1.4.1 Aerodinámica.                                   | 12   |
| 1.4.2 Necesidades estructurales.                      | 16   |
| 1.4.3 Seguridad.                                      | 17   |
| 1.5 COMPORTAMIENTO ANTE UNA COLISIÓN                  | 18   |
| 1.5.1 Transmisión de fuerzas.                         | 21   |
| 1.5.2 Análisis de una colisión tipo.                  | 21   |
| 1.5.3 Tipos de daños.                                 | 24   |
| 1.6 ESTABILIDAD DE MARCHA EN LOS VEHÍCULOS            | 24   |
| 1.6.1 Efectos de la deriva sobre los neumáticos.      | 24   |
| 1.6.2 Modificaciones de la geometría de la dirección. | 28   |
| 1.6.3 Estabilidad de marcha del vehículo.             | 29   |

|                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2. ACCIDENTALIDAD VIAL NACIONAL</b>                                              | <b>31</b> |
| 2.1 COMPOSICIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR.                                               | 31        |
| 2.1.1 Clases de vehículos.                                                          | 31        |
| 2.1.2 Edades de los vehículos.                                                      | 32        |
| 2.1.3 Mantenimiento Vehicular.                                                      | 32        |
| 2.2 LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL                                                    | 32        |
| <b>3. REPARACIÓN DE LA CARROCERÍA AUTOPORTANTE</b>                                  | <b>34</b> |
| 3.1 METODOS Y EQUIPOS PARA EL DIAGNOSTICO<br>DE UNA CARROCERIA COLISIONADA          | 34        |
| 3.1.1 Inspección visual.                                                            | 34        |
| 3.2 DAÑABILIDAD Y REPARABILIDAD EN CARROCERIAS                                      | 36        |
| 3.3 MATERIALES                                                                      | 37        |
| 3.4 DETECCIÓN DE ABOLLADURAS                                                        | 40        |
| 3.5 ELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA APROPIADA                                            | 41        |
| 3.6 CASO PRÁCTICO DE REPARACIÓN                                                     | 44        |
| 3.7 ESTIRAJE Y CONFORMACIÓN DE UNA CARROCERÍA CON<br>DEFORMACIONES EN SU ESTRUCTURA | 49        |
| 3.7.1 Normas básicas para el enderezado de carrocerías.                             | 49        |
| 3.7.2 Sistemas y equipos de estiraje.                                               | 50        |
| 3.7.3 Caso práctico de estiraje.                                                    | 64        |
| 3.7 PROTECCIÓN Y SEGURIDAD                                                          | 76        |
| <b>4. ESTRUCTURA Y NAVEGACION DEL MANUAL MULTIMEDIA</b>                             | <b>83</b> |
| 4.1 REQUERIMIENTOS                                                                  | 83        |
| 4.1.1 Requerimientos de uso.                                                        | 83        |
| 4.1.2 Requerimientos de función.                                                    | 83        |
| 4.1.3 Requerimientos estructurales                                                  | 84        |
| 4.1.4 Requerimientos del sistema                                                    | 84        |
| 4.2 DIAGRAMACIÓN Y DISTRIBUCIÓN                                                     | 85        |
| 4.2.1 Manejo del Color.                                                             | 86        |
| 4.2.2 Menú y submenús.                                                              | 87        |

|           |                                                                                |           |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.3       | NAVEGACION                                                                     | 88        |
| 4.4       | ELEMENTOS IDENTIFICATIVOS DEL MANUAL<br>MULTIMEDIA                             | 92        |
| 4.4.1     | Layout de las páginas.                                                         | 92        |
| 4.4.2     | Accesibilidad.                                                                 | 92        |
| 4.4.3     | Elementos multimedia.                                                          | 93        |
| 4.5       | CONTENIDOS DEL MANUAL MULTIMEDIA DE<br>REPARACIÓN DE CARROCERIAS AUTOPORTANTES | 93        |
| 4.5.1     | Módulo I: Carrocería del Automóvil.                                            | 93        |
| 4.5.2     | Módulo II: Reparación de carrocerías autoportantes.                            | 94        |
| 4.5.3     | Módulo III: Seguridad del vehículo.                                            | 96        |
| 4.5.4     | Módulo IV: Accidentalidad vial nacional.                                       | 96        |
| <b>5.</b> | <b>CONCLUSIONES</b>                                                            | <b>97</b> |
|           | <b>BIBLIOGRAFÍA</b>                                                            | <b>98</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                        | <b>pág.</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Figura 1. Carrocería del automóvil                                                     | 3           |
| Figura 2. Bastidor de vehículo de carga                                                | 4           |
| Figura 3. Vehículo con chasis-plataforma                                               | 5           |
| Figura 4. Carrocería autoportante (desprovista de elementos móviles)                   | 6           |
| Figura 5. Elaboración de prototipos                                                    | 9           |
| Figura 6. Transporte de carrocería en planta                                           | 10          |
| Figura 7. Línea de ensamble con soldadura                                              | 11          |
| Figura 8. Ensamble del motor                                                           | 11          |
| Figura 9. Aerodinámica en el vehículo                                                  | 12          |
| Figura 10. Túnel de aire                                                               | 13          |
| Figura 11. Superficie frontal o de contacto del vehículo                               | 13          |
| Figura 12. Efecto de las fuerzas aerodinámicas sobre el<br>comportamiento del vehículo | 15          |
| Figura 13. Cuerpos huecos en los elementos estructurales de una<br>carrocería          | 17          |
| Figura 14. Seguridad pasiva en vehículos                                               | 17          |
| Figura 15. Zonas de deformación controlada                                             | 19          |
| Figura 16. Volumen central de un automóvil                                             | 20          |
| Figura 17. Fuerzas involucradas en una colisión                                        | 20          |
| Figura 18. Colisión frontal                                                            | 22          |
| Figura 19. Secuencia de colisión frontal, cambio brusco de velocidad                   | 22          |
| Figura 20. Secuencia de colisión frontal, efecto bisagra de los largueros              | 23          |
| Figura 21. Secuencia de colisión frontal, desalineamiento                              | 23          |
| Figura 22. Secuencia de colisión frontal, desviación de los largueros<br>traseros      | 24          |
| Figura 23. Efecto de deriva que sufren los neumáticos de un vehículo                   | 25          |

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 24. Efectos en la estabilidad del vehículo                   | 26 |
| Figura 25. Modificación en los ángulos de la dirección del vehículo | 29 |
| Figura 26. Inspección general del vehículo                          | 35 |
| Figura 27. Equipos de inspección del vehículo                       | 35 |
| Figura 28. Reparación de una carrocería (Daño total)                | 36 |
| Figura 29. Detección de deformaciones mediante el lijado de la zona | 40 |
| Figura 30. Detección de deformaciones con la palma de la mano       | 41 |
| Figura 31. Caja personal de herramientas                            | 42 |
| Figura 32. Diferentes tipos de tases                                | 42 |
| Figura 33. Equipo de tracción                                       | 43 |
| Figura 34. Método de reparación mecánica                            | 44 |
| Figura 35. Hundimiento en el capó trasero                           | 44 |
| Figura 36. Tratamiento mecánico con tas y martillo                  | 45 |
| Figura 37. Trabajo con tas y lima                                   | 45 |
| Figura 38. Eliminación de la pintura                                | 46 |
| Figura 39. Corrección con tas y martillo                            | 46 |
| Figura 40. Estiramientos residuales                                 | 46 |
| Figura 41. Aplicación de tratamiento térmico                        | 47 |
| Figura 42. Aplicación de calor con el electrodo de cobre            | 47 |
| Figura 43. Rápido enfriamiento con una gamuza empapada en agua      | 47 |
| Figura 44. Conformado de deformaciones con electrodo de carbono     | 48 |
| Figura 45. Eliminación de marcas superficiales mediante abrasivos   | 48 |
| Figura 46. Lijado de la superficie trabajada                        | 49 |
| Figura 47. Banco de estiraje móvil                                  | 51 |
| Figura 48. Bancada elevadora Tótem de Spanesi                       | 52 |
| Figura 49. Detalle del montaje de los raíles                        | 52 |
| Figura 50. Bancada empotrada de raíles                              | 53 |
| Figura 51. Pocillos de anclaje para empotrar en el hormigón         | 53 |
| Figura 52. Diversos modos de utilizar los pocillos de anclaje       | 54 |
| Figura 53. Esquema de una mordaza de anclaje universal              | 54 |

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 54. Diferentes tipos de mordazas                               | 55 |
| Figura 55. Funciones básicas de los gatos                             | 56 |
| Figura 56. Escuadra tipo L                                            | 57 |
| Figura 57. Torres de tiro System 5000 de Celette                      | 58 |
| Figura 58. Torres de tiro del sistema Chief EZ Liner II               | 59 |
| Figura 59. Cadenas de estiraje                                        | 60 |
| Figura 60. Pinza estándar                                             | 61 |
| Figura 61. Pinza para tracción                                        | 61 |
| Figura 62. Pinza de tijera                                            | 61 |
| Figura 63. Media luna                                                 | 62 |
| Figura 64. Placas perforadas                                          | 62 |
| Figura 65. Accesorio de tracción manual para torretas Mcpherson       | 62 |
| Figura 66. Ganchos universales de tracción                            | 63 |
| Figura 67. Cabezas de goma                                            | 63 |
| Figura 68. Tirantes                                                   | 64 |
| Figura 69. Polea de reenvío                                           | 64 |
| Figura 70. Golpe delantero de un Renault 12                           | 65 |
| Figura 71. Lavado del vehículo                                        | 65 |
| Figura 72. Montaje del vehículo en la bancada                         | 65 |
| Figura 73. Desmontaje de piezas                                       | 66 |
| Figura 74. Vehículo desprovisto de todos sus accesorios               | 66 |
| Figura 75. Montaje de mordazas de anclaje                             | 66 |
| Figura 76. Tirón inicial a la traviesa superior                       | 67 |
| Figura 77. Desmontaje de complementos y accesorios                    | 67 |
| Figura 78. Montaje de equipo de control para determinar deformaciones | 67 |
| Figura 79. Galgas de nivel                                            | 68 |
| Figura 80. Instalación de mordazas                                    | 68 |
| Figura 81. Montaje de eslinga como medida de seguridad                | 69 |
| Figura 82. Proceso de estiraje                                        | 69 |
| Figura 83. Cambio de posición del tiro                                | 70 |

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 84. Alivio de tensiones con martillo                              | 70 |
| Figura 85. Desmontaje del semieje                                        | 70 |
| Figura 86. Aplicación de tiro puntual en la suspensión                   | 71 |
| Figura 87. Desmontaje del frente del vehículo                            | 71 |
| Figura 88. Deformación en la parte posterior del larguero                | 72 |
| Figura 89. Instalación de mordazas en el larguero                        | 72 |
| Figura 90. Repasado con palanca de desabollar y martillo                 | 72 |
| Figura 91. Posicionamiento del larguero                                  | 73 |
| Figura 92. Eliminación de una zona del larguero para sustitución parcial | 73 |
| Figura 93. Presentación de la zona del larguero a cambiar                | 74 |
| Figura 94. Soldadura de la unión del larguero                            | 74 |
| Figura 95. Unión entre el larguero y la traviesa                         | 74 |
| Figura 96. Soldadura de la tapa del larguero                             | 75 |
| Figura 97. Acabado de la junta con soldadura blanda                      | 75 |
| Figura 98. Montaje de accesorios para comprobación de ajustes            | 76 |
| Figura 99. Soldadura final de todas las piezas                           | 76 |
| Figura 100. Equipos de protección de la vista y la cara                  | 77 |
| Figura 101. Equipos de protección contra ruidos excesivos                | 77 |
| Figura 102. Equipos para la protección de las manos                      | 78 |
| Figura 103. Protección personal del chapista en operaciones de corte     | 79 |
| Figura 104. Protección personal en proceso de soldadura                  | 79 |
| Figura 105. Ambiente en la ejecución de la soldadura                     | 80 |
| Figura 106. Protección en aplicación de soldadura                        | 81 |
| Figura 107. Aplicación de soldadura por puntos de resistencia            | 81 |
| Figura 108. Distribución de los elementos de la página                   | 85 |
| Figura 109. Identificación de los colores de cada modulo                 | 86 |
| Figura 110. Identificación de los colores en el contenido del modulo 4   | 86 |
| Figura 111. Encabezados de cada modulo                                   | 87 |
| Figura 112. Menú y submenús del modulo 1                                 | 88 |
| Figura 113. Menú de acceso al manual multimedia                          | 89 |

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| Figura 114. Pagina al acceder al modulo 1           | 89 |
| Figura 115. Pagina al acceder al modulo 2           | 90 |
| Figura 116. Pagina al acceder al modulo 3           | 90 |
| Figura 117. Pagina al acceder al modulo 4           | 91 |
| Figura 118. Botón de inicio en cada modulo          | 91 |
| Figura 119. Esquema de los elementos de cada página | 92 |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                                    | <b>pág.</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Tabla 1. Coeficientes para la evaluación aerodinámica de un vehículo               | 14          |
| Tabla 2. Efecto directo e indirecto de las fuerzas aerodinámicas sobre el vehículo | 15          |
| Tabla 3. Accidentalidad por tipo de vehículo                                       | 31          |
| Tabla 4. Edad del parque automotor                                                 | 32          |
| Tabla 5. Protección y seguridad                                                    | 78          |
| Tabla 6. Medidas de Protección y Seguridad en Soldadura por Puntos                 | 82          |

## GLOSARIO

**ABRASIÓN:** desgaste de la superficie de un cuerpo provocado por las partículas de otro cuerpo, generalmente más duro, llamado abrasivo.

**ACOPLAR:** juntar una cosa con otra colocándolas de modo que no quede espacio entre ellas o que sea el menor espacio posible.

**ACCESIBILIDAD:** es la disposición fácil o difícil de acceso a una determinada pieza, para su montaje y desmontaje.

**ACRITUD:** Endurecimiento del acero, al ser trabajado en frío.

**ACUMULAR:** alimentar la cantidad o el número de ciertas cosas reunidas en un sitio.

**AIRBAGS:** consiste en un dispositivo que activa, en milésimas de segundo, una bolsa de aire oculta en el volante cuando se produce una colisión frontal a cierta velocidad.

**ALINEAR:** disponer dos o más cosas en línea recta.

**APLANAR:** allanar, alisar una superficie.

**ATEMPERAR:** calentar una pieza para aumentar su temperatura.

**AUTOPORTANTE:** tipo de carrocería formada por un conjunto de piezas unidas entre sí mediante puntos de soldadura.

**BANCADA:** equipo donde se puede fijar el vehículo y montar los sistemas de diagnóstico, y también trabajos de estiraje y conformación de las deformaciones, así como su control durante y después de la reparación.

**BATIR:** golpear repetidamente un objeto para desplazar el material hacia la zona deseada.

**CHAPA:** lámina delgada y uniforme de acero, aluminio o de plástico, que se emplea para el revestimiento de las diferentes estructuras de la carrocería.

**CONFIGURAR:** conformar, dar forma a una cosa.

**CONFORMAR:** dar forma a una pieza, dar a un objeto su propia forma, o una forma deseada.

**CONTRAER:** reducir el volumen de un cuerpo por disminución de la distancia que media entre las partículas que lo constituyen.

**DAÑABILIDAD:** son los daños que se producen en el vehículo cuando es sometido a pruebas de impacto a baja velocidad, en la fase de diseño de impacto leve.

**DESBARBAR:** eliminar con abrasivos las rebabas y los excedentes de material de una pieza.

**EMBAZAR:** saturar un abrasivo con el material que se pretende lijar; así pierde parte de su efectividad.

**ESTIRAMIENTO:** alargamiento producido por efecto de una tracción que ocasiona un aumento de superficie en detrimento de la sección.

**INDICES ACCIDENTALES:** La accidentalidad vial se mide a través de índices, estos son la relación entre dos valores, y la proporción más usual es el número de víctimas con relación a la cantidad de kilómetros recorridos por los vehículos de una zona específica.

**MAGNITUD:** tamaño de una cosa. Todo lo que puede aumentar o disminuir.

**RECALCADO:** operación contraria al estirado; es decir, aumento de la sección de una pieza a costa de disminuir su longitud.

**RECOGER:** acción mediante la cual se devuelve a la chapa estirada su configuración original mediante tratamiento térmico.

**REPARABILIDAD:** son las posibilidades de reparación, evaluadas después de que un vehículo es sometido a pruebas de impacto a baja velocidad, en la fase de diseño de un automóvil en particular.

**RESISTENCIA:** propiedad que tienen los cuerpos de soportar las acciones de los agentes mecánicos, físicos o químicos sin romperse, deformarse o ser atacados por ellos.

**RETRACCIÓN:** acción o efecto de encogerse.

**SEGURIDAD PASIVA:** es la que reduce al máximo los daños que se pueden producir cuando el accidente es inevitable, y actúan sin intervención del usuario.

**SUAVIZADO:** eliminación de pequeñas tensiones.

**SUFRIR:** soportar con tases, palancas, etc., por la parte opuesta de la chapa, los golpes que se producen para conformarla.

**TASADORES DE DAÑOS:** personas encargadas de evaluar los daños ocasionados en vehículos colisionados.

**TENSAR:** someter a tensión, poner una cosa tensa.

## RESUMEN

### **TÍTULO:**

**MANUAL MULTIMEDIA DE REPARACION DE CARROCERIAS AUTOPORTANTES \***

### **AUTORES:**

Carlos Eduardo Gualdrón Blanco.

Edinson Alfredo Luna Gomez. \*\*

### **PALABRAS CLAVES:**

Carrocería Autoportante, Reparación de carrocerías, Seguridad en vehículos, Accidentalidad en vehículos.

### **DESCRIPCIÓN:**

El objeto de este proyecto es el estudio de la protección en casos de accidente que ofrece las carrocerías de los vehículos modernos de pasajeros, y esta es la carrocería autoportante, conocer y describir los sistemas de seguridad que nos ofrecen los vehículos con este tipo de carrocería, y de igual importancia recopilar las posibles técnicas de reparación y de sustitución de estos componentes tan fundamentales del automóvil, el desarrollo de esta información será plasmada en una manual multimedia que permita un fácil acceso y un manejo interactivo por medio de herramientas web utilizando la filosofía de un sitio.

El diseño del manual y su contenido se hizo en base a investigaciones realizadas con autores calificados en el ámbito de la reparación de carrocerías y aseguradoras.

El resultado es un manual multimedia de fácil acceso que permite al usuario solucionar dudas y conocer más técnicas de reparación de carrocerías, como también la seguridad que nos brindan estos vehículos de última generación y además un análisis de como Colombia se presenta a nivel internacional en el escenario de la accidentalidad vial. Estas características hacen que el manual multimedia sea una herramienta muy útil tanto para estudiantes, técnicos y profesionales de esta área, ya que muestra de una manera sencilla y específica cada uno de los procedimientos de reparación de carrocerías, facilitando más tiempo para el análisis y comprensión de causas y posibles soluciones para su pronta reparación.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Isnardo Gonzalez.

## **SUMMARY**

### **TITLE:**

**MULTIMEDIA MANUAL OF REPAIR OF AUTOPORTANTES BODY \***

### **AUTHORS:**

Carlos Eduardo Gualdrón Blanco.

Edinson Alfredo Luna Gómez. \*\*

### **KEY WORDS:**

Bodywork freestanding, Body repair, Security vehicles, Vehicle accidents.

### **DESCRIPTION:**

The object of this project is the study of the protection in cases of accident that offers the bodies of the modern vehicles of passengers, and this is the autoportante body, to know and to describe the security systems that offer the vehicles to us with this type of body, and equal importance of compiling the possible techniques of repair and substitution of these so fundamental components of the automobile, the development of this information will be shaped in a multimedia manual that allows to a easy access and an interactive handling by means of tools Web using the philosophy of a site.

The content and design manual its, became on the basis of investigations made with described authors in the scope of the repair of bodies and insuring companies.

The result is a manual multimedia readily accessible that allows the user to solve doubts and to know more techniques repair of bodies, in addition, the security that offer these vehicles of last generation, also includes an analysis of Colombia and their international image in the scene of the index of road accidents.

These characteristics allow to the manual multimedia to be a very useful tool for students, technicians and professionals of this area, cause it shows of a simple way and it specifies each one of the procedures of repair of bodies, facilitating more time for the analysis and understanding of causes and possible solutions for quick repair.

---

\* Degree Work.

\*\* Physical-Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Isnardo Gonzalez.

## INTRODUCCIÓN

Las carrocerías de los automóviles modernos son compendios de descubrimientos tecnológicos que han ido evolucionando con sorprendente rapidez durante el último siglo. Estos componentes del automóvil están constituidos por una gran variedad de materiales de diversa naturaleza, perfectamente dispuestos y diseñados para poder combinar conceptos tan diferentes como la estética, el confort y la seguridad, entre otros.

De esta manera se puede afirmar que la carrocería es el componente del automóvil que más ha evolucionado desde su origen, no sólo en el diseño sino en otros conceptos más importantes, como es el de su seguridad pasiva, llegando incluso a una determinada sofisticación, por lo que cada vez más se impone añadir el concepto de reparabilidad a los ya mencionados. Debemos recordar que las carrocerías están expuestas a golpes y deformaciones que, aunque en ocasiones no son de gran intensidad, pueden y deben ser reparadas con la tecnología disponible y sin que ésta entrañe una insalvable complejidad.

¿Cómo reparar una carrocería moderna?, ¿qué riesgos entraña?, ¿es posible que una vez reparada se recupere también el nivel de seguridad pasiva original?; estas son las preguntas que indudablemente los conductores se plantean y que las aseguradoras también se cuestionan, conscientes de la responsabilidad que conlleva reparar un elemento de seguridad tan importante. Una mejor forma de salir de dudas era investigar y crear una herramienta que manejara toda esta información de una manera sencilla. Así se desarrolla este manual multimedia que nos muestra a fondo las carrocerías de los vehículos modernos (autoportantes) y nos indica la posible reparabilidad de sus componentes, definiendo los métodos y la tecnología más adecuada para reparar eficazmente.

Además, enfocar el desarrollo de este manual como una herramienta útil para los sectores periciales, reparadores y aseguradores, que tienen que decidir y actuar sobre este importantísimo componente del automóvil, mostrando a este manual, como una referencia válida y accesible para todos los que se mueven alrededor del mundo de la reparación de carrocería: profesionales de talleres, fabricantes y distribuidores de vehículos y de equipos y productos de reparación, tasadores de daños, profesores y alumnos de las escuelas de formación profesional, etc.

Es importante recalcar la importancia que fue sistematizar los conocimientos adquiridos de los distintos talleres especializados de la ciudad, de igual manera fueron una guía significativa, para la bibliografía utilizada y el orden que se le dio al contenido del manual multimedia.

La descripción del contenido de estas memorias es el siguiente:

El capítulo uno tiene como fin presentar los conceptos fundamentales de la carrocería autoportante, el comportamiento y la seguridad que nos entrega estos tipos de carrocerías frente a una colisión, a continuación, en el capítulo dos se muestra de una manera general como esta Colombia a nivel de accidentalidad vial.

El capítulo tres hace una reseña muy general al contenido propio de la multimedia “MMRCA” referido a la reparación de piezas en la carrocería autoportante, las pautas a tener en cuenta en el momento de la reparación, la protección y seguridad y se muestra un caso práctico de reparación.

El capítulo cuatro muestra las características de la multimedia tales como la presentación (pantalla de inicio, pantallas de módulos), los diferentes temas de contenido y la forma de cómo acceder a cada uno.

## 1. FUNDAMENTOS DE LA CARROCERÍA AUTOPORTANTE

### 1.1 TIPOS DE CARROCERÍAS

Todo automóvil moderno se encuentra constituido por dos partes claramente diferenciadas: la parte mecánica y la carrocería.

Figura 1. Carrocería del automóvil.



Fuente: <http://www.motor.com.co/>

La parte mecánica está formada por elementos tales como el motor, la transmisión, la dirección, los órganos de la suspensión, el depósito de combustible, entre otros.

La carrocería puede definirse como el armazón del vehículo, formado generalmente por planchas metálicas unidas entre sí, que constituye el apoyo de los elementos mecánicos y cuyo interior se destina a habitáculo para los pasajeros o las mercancías.

A través de los tiempos la carrocería ha ido evolucionando de una manera progresiva, de acuerdo con los sistemas adoptados en su fabricación. Todo ello ha dado lugar a nuevos diseños, estructuras más rígidas pero a la vez más ligeras, a nuevos sistemas de unión y a nuevos sistemas anticorrosión.

En este aspecto cabe destacar la existencia de tres sistemas diferentes: carrocería con chasis independiente, carrocería con chasis-plataforma y carrocería autoportante.

**1.1.1 Carrocería con chasis independiente.** Es el sistema más antiguo de los empleados en el automóvil y el más sencillo conceptualmente; es, además, la técnica utilizada hasta la aparición de la carrocería autoportante.<sup>1</sup>

Figura 2. Bastidor de vehículo de carga.



Fuente: <http://www.dinatrans.com/>

Actualmente se emplea en los vehículos todo-terrenos e industriales, así como en aquellos cuya carrocería es de materia plástica reforzada con fibras.

Los armazones o bastidores propiamente dichos están constituidos, en líneas generales, por dos vigas longitudinales o largueros de longitud variable, unidos entre sí por una serie de travesaños dispuestos transversalmente o en diagonal. Su estructura, geometría y características están condicionadas por el tipo de vehículos a que vayan destinados, existiendo una clara diferencia entre los bastidores de los vehículos industriales y los de los turismos todo-terrenos.

En cuanto a las principales características de este tipo de construcción, cabe destacar las siguientes:

- ✓ El bastidor es el elemento estructural por excelencia, encargado de soportar los esfuerzos estáticos y dinámicos a que se ve sometido el vehículo.

---

<sup>1</sup> CASTRO VICENTE de, Miguel. Carrocería y Pintura. Barcelona: CEAC, 1996. 422 p.

- ✓ El bastidor es el soporte de todos los órganos mecánicos. A dicho conjunto, bastidor más elementos mecánicos, es a lo que muchos autores denominan chasis.
- ✓ El chasis puede rodar sin carrocería.
- ✓ La carrocería tiene su propio piso.
- ✓ La carrocería constituye un elemento independiente, que se monta y desmonta del chasis en todo su conjunto. Va atornillada al chasis a través de uniones elásticas.
- ✓ Dificultad para obtener sistemas con centros de gravedad bajos que mejoran la estabilidad del vehículo.

**1.1.2 Carrocería con chasis-plataforma.** Es una concepción parecida a la del chasis independiente, pues la plataforma es un chasis aligerado que lleva el piso unido por soldadura. Este tipo de estructura estaba pensada para pequeñas furgonetas o vehículos turismos destinados a circular por malos caminos.<sup>2</sup>

Figura 3. Vehículo con chasis-plataforma.



Fuente: <http://www.renault4.co.uk/>

Sus características principales son:

- ✓ La plataforma es un chasis aligerado. Los largueros y los travesaños se encuentran contruidos por piezas plegadas de chapa, con un espesor superior al del resto.
- ✓ La plataforma soporta los órganos mecánicos y el piso.

---

<sup>2</sup> CASTRO VICENTE de, Miguel. Carrocería y Pintura. Barcelona: CEAC, 1996. 422 p.

- ✓ La plataforma puede circular sin carrocería.
- ✓ La carrocería es independiente y se une a la plataforma por medio de tornillos o soldadura.
- ✓ Es un tipo de construcción prácticamente en desuso.

**1.1.3 Carrocería Autoportante.** Es la carrocería adoptada por la mayoría de los automóviles livianos actuales. Está formada por un gran número de piezas de chapa, unidas entre sí mediante puntos de soldadura por resistencia eléctrica y soldadura al arco. No obstante, dispone de ciertas piezas unidas con tornillos como puertas, portones, capós y aletas delanteras. Incluso, existen varios modelos que llevan atornillados los frentes y, en algunos casos, las aletas traseras.<sup>3</sup>

La carrocería autoportante está diseñada para que los esfuerzos se repartan uniformemente a lo largo de ella, con el fin de que absorba los impactos y aumente, así, la seguridad de los pasajeros.

Figura 4. Carrocería autoportante (desprovista de elementos móviles).



Fuente: <http://www.motor.com.co/>

Sus características principales son:

- ✓ Está formada por un número muy elevado de piezas, que varían de un modelo a otro.
- ✓ Soporta todos los conjuntos mecánicos y se auto-soporta a sí misma.
- ✓ Los elementos atornillados participan en menor medida en la distribución de esfuerzos.

---

<sup>3</sup> CASTRO VICENTE de, Miguel. Carrocería y Pintura. Barcelona: CEAC, 1996. 422 p.

- ✓ Las piezas que deben soportar los mayores esfuerzos se construyen en chapas de mayor grosor.
- ✓ Son estructuras más ligeras, pero a la vez más rígidas, estables y flexibles.
- ✓ Son más económicas y precisas, debido al alto grado de automatización existente en su fabricación, lo cual permite la producción de grandes series.
- ✓ Mayor facilidad de reparación por el hecho de llevar atornilladas las piezas que, por lo general, resultan dañadas con mayor frecuencia. Esto hace que se puedan sustituir o desmontar fácilmente y en menos tiempo.

## **1.2 ELEMENTOS DE UNA CARROCERÍA AUTOPORTANTE**

La carrocería autoportante es la más universal y de la que disponen prácticamente la totalidad de los vehículos turismos, es, por tanto, a la que el taller reparador deberá hacer frente en la mayoría de los casos.

No obstante, en este caso el tema es un poco más complicado, pues no todas las carrocerías disponen del mismo tipo ni del mismo número de piezas, y éstas pueden presentarse de forma independiente o agrupada formando conjuntos. Sin embargo, sí habrán de conocerse perfectamente las principales y más representativas. Además, se presenta otro pequeño problema, y es el hecho de que a muchas piezas se les da distinto nombre en función de las distintas zonas geográficas. Por ejemplo, para las piezas de chapa dispuestas verticalmente, portadoras de las bisagras de las puertas, según la posición que ocupen, se dan las siguientes denominaciones: pilar, poste, pie o columna.

Las piezas que componen este tipo de carrocerías se agrupa en elementos exteriores y elementos interiores.

**1.2.1 Elementos exteriores.** Como su nombre indica, son los que conforman la carrocería exterior, todos ellos perfectamente visibles sin necesidad de desmontar ningún accesorio o pieza.

La mayoría suelen ser elementos con una función más estética que otra cosa, como las puertas, las aletas, los capós, etc., cuya misión principal es cerrar huecos y determinar la línea externa de la carrocería.

Existen también elementos estructurales como los pilares y los estribos, cuya función es soportar cargas y distribuir los esfuerzos.

**1.2.2 Elementos interiores.** Los elementos interiores son la mayoría de las partes que conforman la carrocería. Casi todos suelen quedar ocultos por las piezas exteriores, los accesorios y los tapizados y guarnecidos que recubren o revisten la carrocería.

La mayor parte de ellos suelen ser elementos estructurales, cuya principal misión es soportar los esfuerzos estáticos debidos al propio peso del vehículo y de los pasajeros, y los esfuerzos dinámicos generados por su movimiento (aceleraciones, frenadas, entradas en curva, etc.). Un estudio de estos esfuerzos es el presentado por Thomas D. Gillespie.<sup>4</sup>

### **1.3 FABRICACIÓN DE UNA CARROCERÍA AUTOPORTANTE**

En sus orígenes, el automóvil fue una obra artesanal de personas geniales que confiaban la construcción de un vehículo a su intuición sin el estudio y la aplicación de unas técnicas determinadas. Hoy en día se enmarca en una gran industria donde es precisa la intervención de personas especializadas en diseño, fabricación y comercialización para obtener un producto fiable.

La aparición en el mercado de un nuevo vehículo va respaldada por un trabajo de varios años en el que se han puesto en juego una serie de medios humanos, técnicos y económicos, la mayor parte de ellos aplicados a la concepción, diseño y desarrollo de su carrocería.

**1.3.1 Elaboración de prototipos y ensayos.** Como fase previa a la fabricación en serie, se elaboran maquetas a escala del proyecto, que son sometidas a pruebas y experimentaciones en el túnel de viento para determinar su comportamiento aerodinámico.

Dichas maquetas están construidas con materiales que pueden ser modificados fácilmente, como arcilla o yeso; de este modo, sobre ellas se pueden ir realizando las correspondientes modificaciones hasta que se logre una carrocería de forma aerodinámica estable.

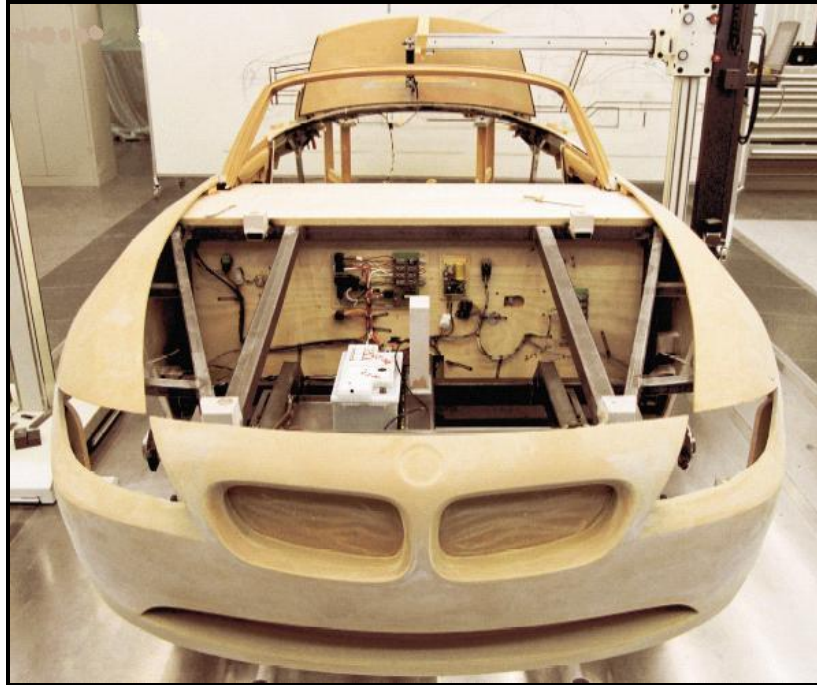
Cuando se han llevado a cabo todas estas pruebas, se pasa a la elaboración de los prototipos de la carrocería que se pretende crear, teniendo siempre presentes necesidades de varios órdenes. Por una parte, las piezas tienen que estar diseñadas con un gran conocimiento de los procesos de fabricación en serie pues han de ser compatibles con los equipos industriales de que se disponga en fábrica; por otra parte, se ha de pensar en la facilidad de reparación y en la rapidez con que ésta pueda hacerse, pues con ello se está valorando el nuevo producto.

---

<sup>4</sup> GILLESPIE, Thomas D. Fundamentals of vehicle dynamics. New York: SAE, 1992. 670 p.

La elaboración de los prototipos es un trabajo muy delicado, que requiere de personal muy especializado, el cual construirá las carrocerías prácticamente de forma artesanal.

Figura 5. Elaboración de prototipos.



Fuente: <http://www.ulsab-avc.org/>

Una vez que se hayan montado los conjuntos mecánicos, montaje que posiblemente requerirá modificaciones, se estará en condiciones de realizar pruebas de todo tipo.

En pistas de prueba especialmente concebidas para reproducir las condiciones que un conductor se puede encontrar en las carreteras, se ensayan estos prototipos para estudiar el comportamiento de todos y cada uno de sus componentes en condiciones reales. Para ello, se los somete a una serie de pruebas especiales, que permitirán juzgar la fiabilidad del vehículo, comprobar su resistencia, experimentar soluciones nuevas y descubrir defectos eventuales.

Un nuevo concepto es el de prototipo rápido en el cual se utiliza la tecnología CIM (Computer Integrated Manufacturing), que permite la realización de una gran variedad de pruebas antes de la manufactura propia del prototipo reduciendo así considerablemente la cantidad de prototipos requeridos. Un análisis a fondo de este prototipo es el presentado por Salvador Capuz Rizo.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> CAPUZ RIZO, Salvador. Introducción al proyecto de producción. México: Alfaomega. 1999. p 103 – 136.

Una vez que se hayan realizado todas esas pruebas y efectuado los ajustes y retoques necesarios, se estará en condiciones de pasar a la fabricación en serie del modelo definitivo.

**1.3.2 Fase de fabricación.** Finalmente, se pasa a la fabricación propiamente dicha, la cual supone un último esfuerzo antes de poner el vehículo en el mercado. Esto, lógicamente, implica la readaptación de todo el proceso, instalaciones y personal, al nuevo producto.

Figura 6. Transporte de carrocería en planta.



Fuente: <http://www.kalipedia.com/>

Dentro de fábrica y a grandes rasgos habrá que prestar atención a factores tales como:

- ✓ Estudio, diseño y construcción del utillaje y herramientas necesarias para el estampado de las nuevas piezas de chapa.
- ✓ Adaptación de los «soportes» para el transporte de la nueva carrocería a lo largo de la fábrica.
- ✓ Adecuación de la línea de ensamblaje a la nueva carrocería, lo que implica intercambiabilidad de utillaje de los robots, así como la reprogramación de los mismos en función del nuevo trabajo.
- ✓ Adecuación del proceso de pintura, tanto en las primeras fases (lavado y desengrasado), como en las cadenas de pintura donde se efectúa la aplicación final del color y del barniz de forma automática y donde es preciso su reprogramación en función de los requerimientos de la nueva carrocería.

Figura 7. Línea de ensamble con soldadura



Fuente: <http://www.automotriz.net/planta-gm-brasil/>

- ✓ Por último, en la línea de montaje es donde, partiendo de muchas piezas que hasta ahora estaban dispersas, se obtendrá el vehículo definitivo.

Figura 8. Ensamble del motor



Fuente: <http://www.automotriz.net/planta-gm-brasil/>

Lógicamente, esto implica la adaptación de dicha línea y la formación del personal que en ella trabaja según las nuevas necesidades.

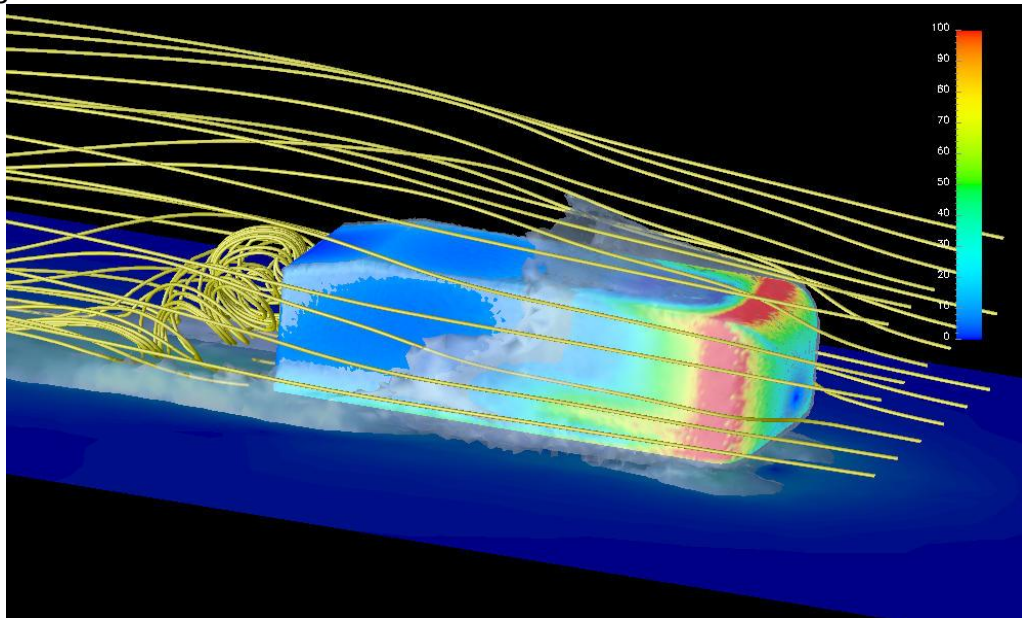
Finalmente, y una vez que el vehículo está construido y listo para la venta, queda una última etapa por cubrir, la de su lanzamiento comercial. Etapa ya desligada de todos los condicionantes técnicos tratados, pero no por ello menos importante.

## 1.4 EXIGENCIAS DE LA CARROCERÍA AUTOPORTANTE

Las carrocerías autoportantes deben responder a una serie de características que pueden resumirse en las siguientes:

**1.4.1 Aerodinámica.** Los vehículos, al moverse a través del aire, crean perturbaciones aerodinámicas. Las fuerzas y presiones que se producen afectan a su comportamiento.

Figura 9. Aerodinámica en el vehículo.



Fuente: <http://venus.ceride.gov.ar/twiki/bin/view/Cimec/>

Desde este punto de vista, el diseño de la carrocería debe ser tal que la resistencia del aire a la penetración del vehículo sea mínima y tenga gran estabilidad a elevadas velocidades y con viento lateral.

Las numerosas zonas del vehículo que son rodeadas por el aire delimitan una serie de comportamientos que es necesario conocer para aprovecharlos o anularlos. Para ello, se realizan estudios aerodinámicos del vehículo o de

su maqueta en túneles de aire, que no son más que circuitos por donde circula aire forzado que se hace incidir sobre el objeto de estudio.<sup>6</sup>

Figura 10. Túnel de aire.



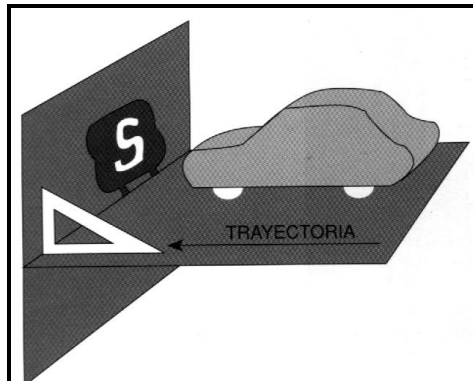
Fuente: <http://www.turbulencia.com>

El principal problema radica en la invisibilidad del aire, por ello estas instalaciones disponen de sofisticados y precisos sistemas de medición que combinan la electrónica y el láser y, también, medios más sencillos aunque no menos ingeniosos, como hebras de lana pegadas a la carrocería o chorros de humo orientables.

Con el estudio aerodinámico de la carrocería se pretende mejorar la penetración de la misma en el aire, reduciendo al máximo el efecto negativo de las fuerzas que se oponen al avance. Esto permite economizar energía y perfeccionar el comportamiento y rendimiento de los vehículos.

Los dos principales elementos que contribuyen a la obtención de estos resultados son la reducción de la superficie frontal y la fluidez de las formas.

Figura 11. Superficie frontal o de contacto del vehículo.



Fuente: GILLESPIE, Thomas D. Fundamentals of vehicle dynamics.

---

<sup>6</sup> ALONSO PEREZ, José. Técnicas del Automóvil. Madrid: Paraninfo. 1993. p 452 - 485.

La forma de evaluar la eficacia aerodinámica de un vehículo es mediante una serie de coeficientes, como los indicados en la tabla adjunta:

Tabla 1. Coeficientes para la evaluación aerodinámica de un vehículo.

| Fuerzas      | Coeficientes de fuerzas          | Características                                                                                                               |
|--------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Arrastre     | Coeficiente de arrastre (Cx)     | Caracteriza la resistencia al avance, marcando la facilidad de penetración en el aire.                                        |
| Sustentación | Coeficiente de sustentación (Cz) | Regula el comportamiento en ruta e influye en el Cx.<br>positivo (avión) => deslastrado<br>negativo (automóvil) => adherencia |
| Deriva       | Coeficiente de deriva (Cy)       | Influye en la estabilidad del vehículo, sobre todo cuando sopla viento lateral.                                               |

Fuente: GILLESPIE, Thomas D. Fundamentals of vehicle dynamics.

Los valores numéricos de los citados coeficientes carecen de significación física absoluta; si bien, su interés reside en la comparación que permiten realizar entre unos vehículos y otros. El principal de todos es el «coeficiente de arrastre o de resistencia (Cx)». Su valor medio oscila entre 0,29 y 0,45. Un dato más significativo que dicho coeficiente es el producto de multiplicar la superficie frontal del vehículo por el Cx, pues ese valor expresa realmente la resistencia al avance del vehículo. Es preciso que ese producto sea lógicamente lo más bajo posible.

Todas estas fuerzas, que pueden denominarse aerodinámicas, van a motivar unos efectos negativos sobre la circulación del vehículo, que se ponen de manifiesto de forma directa o indirecta. Los efectos directos son debidos a la acción directa de las fuerzas sobre el vehículo y los indirectos se deben a que dichas fuerzas se encuentran aplicadas en un punto, denominado centro de presión (c.d.p.), el cual no va a coincidir con el centro de gravedad del vehículo (c.d.g.), donde están aplicadas las fuerzas de inercia y de gravedad. Esta falta de coincidencia crea unos pares de fuerzas que originan unos giros indeseables sobre la carrocería.

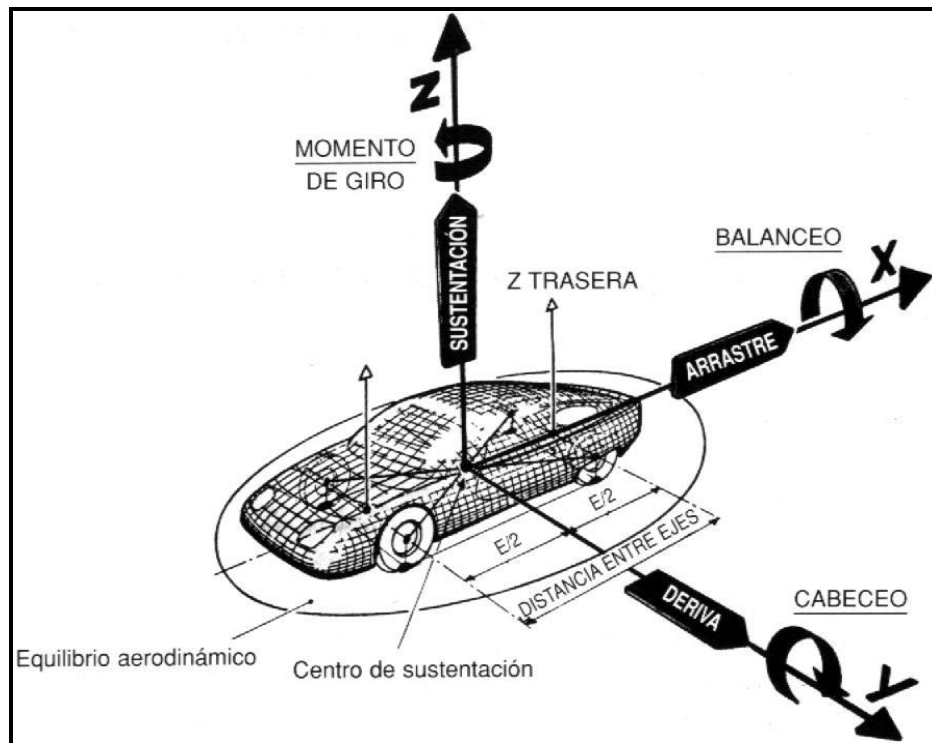
Tabla 2. Efecto directo e indirecto de las fuerzas aerodinámicas sobre el vehículo.

| Fuerzas      | Efecto directo                                                                                         | Efecto indirecto            |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Arrastre     | Se opone al avance del vehículo.<br>Interviene aproximadamente en un 30% en el consumo de combustible. | Cabeceo                     |
| Sustentación | Hace perder adherencia al vehículo.<br>Contribuye a la pérdida de transmisión de potencia.             | Cabeceo                     |
| Deriva       | Motiva el desplazamiento lateral del vehículo.                                                         | Balanceo<br>Momento de giro |

Fuente: GILLESPIE, Thomas D. Fundamentals of vehicle dynamics.

De todos estos coeficientes y fuerzas dependen, entre otros factores; la velocidad máxima, consumo de combustible, adherencia en el suelo, estabilidad de la trayectoria, tensiones ejercidas sobre la carrocería.

Figura 12. Efecto de las fuerzas aerodinámicas sobre el comportamiento del vehículo.



Fuente: GILLESPIE, Thomas D. Fundamentals of vehicle dynamics.

Aparte de todo esto, los estudios de los túneles de aire y las cámaras también permiten observar los fenómenos acústicos para así poder eliminar los ruidos y silbidos aerodinámicos.

**1.4.2 Necesidades estructurales.** La resistencia de una carrocería está directamente relacionada con la resistencia de las piezas que la componen, y la resistencia de estas últimas depende de tres factores fundamentales: el material de que están fabricadas, el espesor y la forma.<sup>7</sup>

- ✓ Material. Cada material tiene unas propiedades físicas y mecánicas determinadas, que lo hacen más o menos idóneo para una función concreta, dependiendo fundamentalmente del tipo de requerimiento a que se encuentre sometido.

Un factor que hay que tener en cuenta también, es la ligereza del material, pues cuanto menor sea la masa de la carrocería menor será la energía que se ha de disipar para una velocidad dada.

Generalmente las carrocerías están fabricadas en chapa de acero, pero determinados modelos incorporan aluminio, hasta el punto de existir carrocerías fabricadas íntegramente con este material, que aporta, entre otras propiedades, su ligereza y capacidad de deformación.

- ✓ Espesor. Para un material determinado, la carga que aguanta una pieza fabricada con él dependerá directamente de su sección útil y, por lo tanto, de su espesor. Por esta razón, no todas las piezas que forman una carrocería tienen el mismo espesor, sino que existe una clara diferencia entre aquellos elementos estructurales que van a soportar los mayores esfuerzos, como largueros, traviesas, pilares, y otro tipo de piezas, como capós, puertas, aletas, etc. Las primeras suelen tener espesores del orden de 1,2 - 2,5 mm, mientras que las segundas de 0,7 - 0,8 mm.
- ✓ Forma. Para un material y una sección útil determinados, la resistencia dependerá también de la forma de la pieza. Su forma, y sobre todo la geometría que presente su sección, marcarán su capacidad para soportar carga. Por esta razón, las piezas se estampan con formas más o menos complejas y dotadas de dobleces y nervios con el fin de aumentar su rigidez.

Asimismo, el ensamblaje de todas las piezas para formar la carrocería da lugar a multitud de cuerpos huecos o «cajones», como, por ejemplo, el estribo bajo puertas, pilares, montantes, etc.

Este tipo de sección permite aumentar de forma importante la rigidez de la carrocería, sin necesidad de incrementar su peso.

---

<sup>7</sup> DANNER, Max. La moderna reparación de carrocerías. Madrid: MAPFRE. 2003. 384 p.

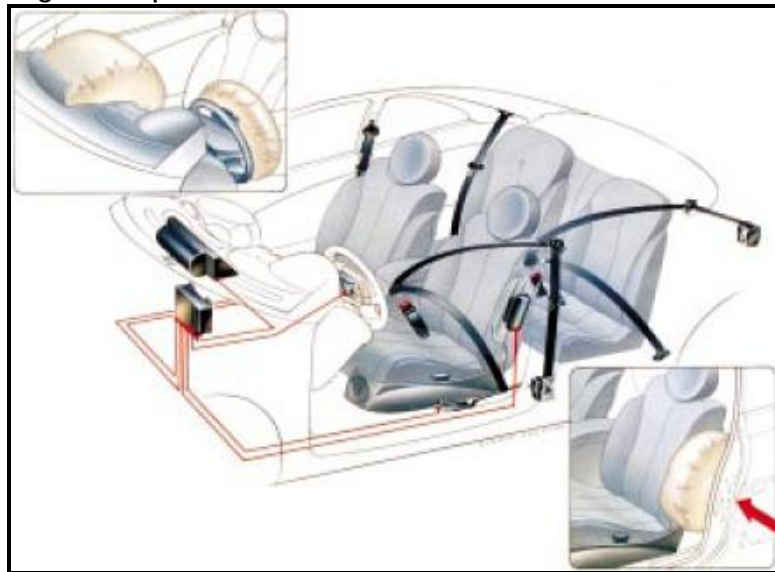
Figura 13. Cuerpos huecos en los elementos estructurales de una carrocería.



Fuente: <http://www.km77.com>

**1.4.3 Seguridad.** La carrocería es un elemento importante de seguridad pasiva, ya que en caso de colisión deberá proteger a los ocupantes absorbiendo la mayor cantidad de energía posible.

Figura 14. Seguridad pasiva en vehículos



Fuente: <http://www.motor.com.co/>

Desde el punto de vista de la seguridad estructural, el diseño de todas las carrocerías se basa en el mismo principio: disipar deceleraciones superiores a las que el cuerpo humano puede soportar. Para este fin existen tres zonas claramente diferenciadas en lo relativo a su comportamiento ante una colisión:

- ✓ Una zona central, o célula de seguridad, formada por el habitáculo de pasajeros. Es la zona más rígida del vehículo y debe ser, en la medida de lo posible, indeformable para evitar daños a los pasajeros.
- ✓ Dos zonas extremas (frontal y trasera) fácilmente deformables, cuya misión es proteger la zona central, transformando la energía cinética de la colisión en energía de deformación, y evitando de este modo su transmisión al interior del vehículo.

Ahora bien, el que las secciones extremas sean fácilmente deformables no quiere decir que lo hagan de cualquier manera, sino programada y progresivamente, canalizando los daños.

Los fabricantes han adoptado diversas soluciones encaminadas a lograr carrocerías autoportantes seguras. En este sentido, puede decirse que la seguridad pasiva de una carrocería autoportante presta especial atención a tres aspectos fundamentales: deformación programada, antiintrusión de la mecánica y protecciones laterales.

De esta manera la Federación Internacional del Automóvil, FIA, junto con la asociación técnica Europe NCAP (Programa de cumplimiento de normas de los autos nuevos) han establecido, un sistema de pruebas para los vehículos nuevos y han validado los exámenes hechos previamente por otros laboratorios para establecer un ranking mundial de la seguridad.<sup>8</sup>

NCAP ha establecido nuevos parámetros de choques y análisis, más severos que los usuales y está buscando que haya un patrón mundial para todos los laboratorios y exámenes a fin de que la seguridad no sea algo acomodado a cada país, sino un beneficio mundial.

Al comienzo, estas auditorias externa e independiente, crearon muchas resistencias entre los fabricantes de automóviles, sobre todo entre aquellos cuyos vehículos salieron mal en los exámenes. Pero ante la seriedad de Ncap y sus progresos, así como su decisión irrevocable de seguir adelante en estos estudios a nombre de los consumidores, han motivado que ahora sean tenidos en cuenta como el estándar para ser medidos en este campo.

## **1.5 COMPORTAMIENTO DE UNA CARROCERÍA AUTOPORTANTE ANTE UNA COLISIÓN**

Para proceder a la reparación de una carrocería que haya sufrido daños en su estructura es preciso tener en cuenta una serie de aspectos relacionados

---

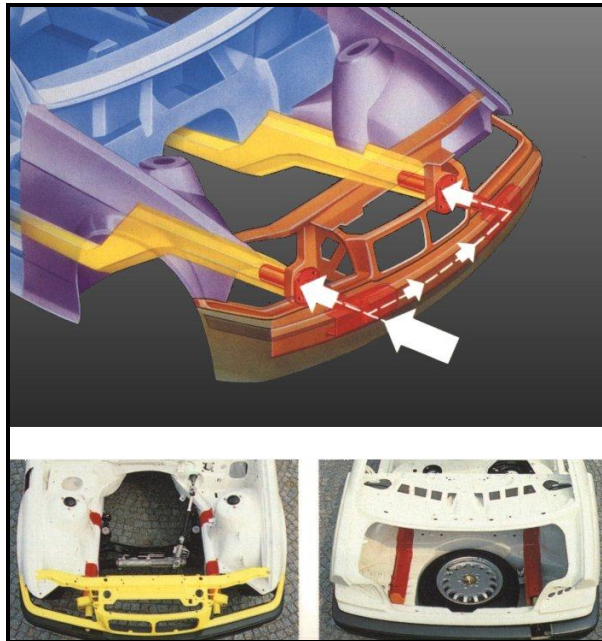
<sup>8</sup> [http:// www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)

con su comportamiento ante una colisión, a fin de plantear la reparación de forma correcta y restituir las condiciones de seguridad originales.

Por ello, es preciso recordar que:

- ✓ La carrocería autoportante añade una máxima resistencia con un mínimo peso, pues todas las piezas que la constituyen participan en la distribución de esfuerzos. No obstante, los principales elementos que soportan los grandes esfuerzos son: largueros, traviesas, pases de ruedas y pilares.\*

Figura 15. Zonas de deformación controlada.



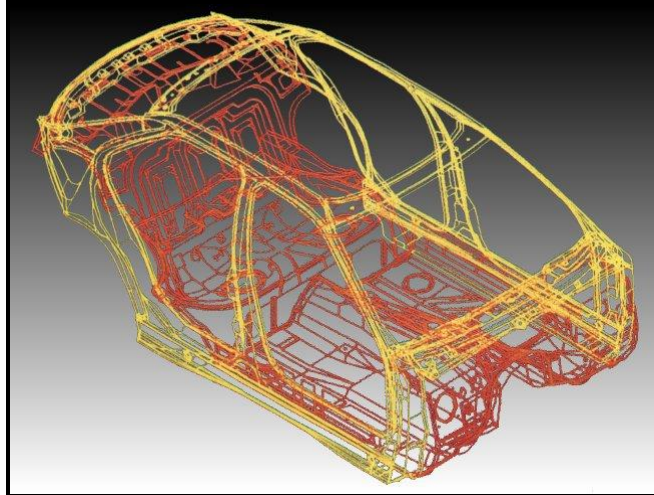
Fuente: CALVO MARTIN, Jesús. Técnicas del Automóvil.

- ✓ La resistencia de la carrocería se consigue con la combinación de la forma de las piezas, el material de que están construidas y el espesor de la chapa.
- ✓ La carrocería autoportante está vertebrada alrededor de un núcleo de máxima resistencia en el volumen central, protegido por zonas de deformación progresiva en las partes delantera y trasera. De este modo, en caso de colisión se absorbe la energía cinética del choque y se distribuyen las fuerzas de impacto, preservando en la medida de lo posible el habitáculo de pasajeros.
- ✓ La sección central es una zona muy rígida, reforzada y resistente al desalineamiento.

---

\* Una descripción de estos elementos se puede observar en el manual multimedia de reparación de carrocerías autoportantes.

Figura 16. Volumen central de un automóvil.

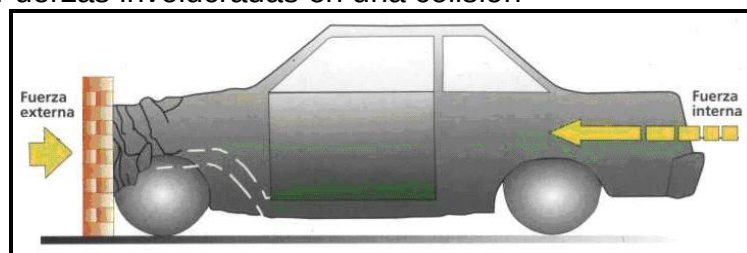


Fuente: <http://www.motor.com.co/>

- ✓ El bastidor o parte inferior de la carrocería es siempre más resistente que la parte superior.
- ✓ El diseño de los largueros hace que ante una colisión frontal o trasera sus puntas tiendan a desviarse hacia abajo. De este modo, en el caso de los largueros delanteros, tratarán de arrastrar debajo del vehículo los conjuntos mecánicos, evitando así que se incrusten en el habitáculo de pasajeros.
- ✓ Ante una colisión de cierta importancia, llega el momento en que cada sección se encuentra afectada por su propia fuerza interna, comportándose en cierto modo de forma individual.

Una colisión puede definirse como un golpe entre dos o más cuerpos que sucede en un intervalo de tiempo relativamente corto y durante el cual el movimiento de uno o varios de los cuerpos varía bruscamente.<sup>9</sup>

Figura 17. Fuerzas involucradas en una colisión



Fuente: ALONSO PEREZ, José Manuel. Técnicas del Automóvil.

<sup>9</sup> CASTRO VICENTE de, Miguel. Carrocería y Pintura. Barcelona: CEAC, 1996. 422 p.

Los daños que recibe un vehículo involucrado en una colisión son el resultado de la combinación de dos fuerzas:

- ✓ Fuerza externa: ejercida por el vehículo u objeto contra el que colisiona.
- ✓ Fuerza interna: generada por la inercia propia del vehículo en cuestión.

La inercia es la tendencia que tiene un cuerpo en movimiento a seguir en movimiento, y un cuerpo parado a permanecer parado, cuando actúa sobre él una fuerza externa. Se hace presente en forma de fuerza, tanto más grande cuanto más brusco haya sido el cambio de movimiento que la ha motivado, y mayor la masa del vehículo. Por tanto, es necesario conocer las fuerzas involucradas en una colisión, si se quiere llevar a cabo una buena reparación del vehículo siniestrado.

**1.5.1 Transmisión de fuerzas.** La magnitud de estas fuerzas y su posible transmisión en varias direcciones motivarán unos daños más o menos complejos, que requerirán de un proceso de reparación específico. El diseño estructural del vehículo es el responsable de esa transmisión de fuerzas a través de la carrocería, y de la mayor parte de sus desviaciones verticales hacia arriba o hacia abajo.

La dirección del impacto con relación a la dirección de circulación del vehículo es la causante de la mayoría de las deformaciones laterales (hacia ambos lados).

Se pone de manifiesto cuando están involucrados en la colisión dos o más vehículos que circulan en direcciones diferentes, o cuando la posición del vehículo no está alineada con la dirección de desplazamiento (deslizamiento en suelo helado, etc.).

**1.5.2 Análisis de una colisión tipo.** Para analizar la evolución de una colisión se toma a continuación, como ejemplo, una colisión frontal tipo. En el caso de una colisión trasera o lateral puede emplearse un razonamiento similar. Si se trata de un vuelco, el vehículo se va golpeando con el suelo y con los objetos que encuentre a su paso, pudiendo considerarse el vuelco, por tanto, como una serie de colisiones que ocurren sucesivamente.

Para analizar la evolución de una colisión frontal, se puede emplear como ejemplo un vehículo que colisiona con un objeto estacionario; en este caso un muro. Si la colisión se produjera con otro tipo de objetos o entre dos vehículos, el comportamiento sería similar, variando únicamente la magnitud de los daños.

Figura 18. Colisión frontal



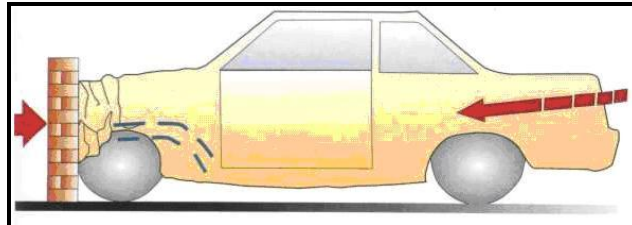
Fuente: <http://www.motor.com.co/>

Para analizar la evolución de una colisión frontal, se puede emplear como ejemplo un vehículo que colisiona con un objeto estacionario; en este caso un muro. Si la colisión se produjera con otro tipo de objetos o entre dos vehículos, el comportamiento sería similar, variando únicamente la magnitud de los daños.

La secuencia de la colisión podría ser la siguiente:

1. En el momento del impacto la zona del vehículo en contacto con la fuerza externa experimenta un cambio brusco de velocidad, pudiendo llegar a detenerse si la magnitud de dicha fuerza es lo suficientemente importante. El resto del vehículo continúa hacia adelante debido a su impulso.

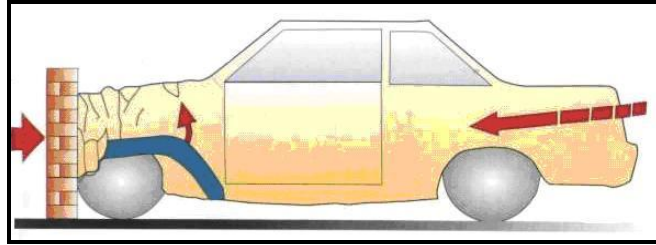
Figura 19. Secuencia de colisión frontal, cambio brusco de velocidad.



Fuente: ALONSO PEREZ, José Manuel. Técnicas del Automóvil.

2. La parte frontal del vehículo continúa arrugándose progresivamente, se empiezan a desviar los largueros. Generalmente, las puntas de los largueros tienden a desviarse hacia abajo y las botellas de la suspensión a levantarse, debido al efecto bisagra de los largueros y a la reacción de los órganos de la suspensión. El resto del vehículo aún continúa su movimiento hacia adelante.

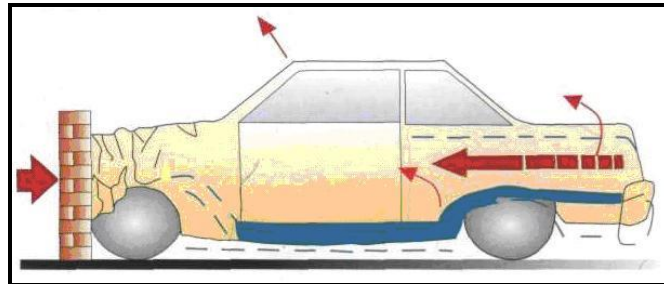
Figura 20. Secuencia de colisión frontal, efecto bisagra de los largueros.



Fuente: ALONSO PEREZ, José Manuel. Técnicas del Automóvil.

3. La sección frontal llega a detenerse por completo y la central y trasera continúan hacia delante, comenzando a actuar de forma independiente.

Figura 21. Secuencia de colisión frontal, desalineamiento.



Fuente: ALONSO PEREZ, José Manuel. Técnicas del Automóvil.

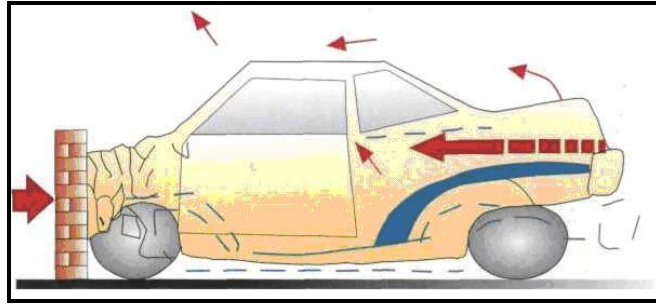
La transmisión de fuerzas tratará de desplazar al pilar delantero hacia atrás; esto da lugar a un pequeño giro del mismo sobre su parte inferior, debido a la solidez de dicha parte, al estar unida al estribo y al piso. Esto motivará un descolgamiento de las puertas.

La parte inferior de la sección central resiste la deformación, y produce una desviación hacia arriba de la luna posterior y del techo.

Este desalineamiento se pone de manifiesto en las áreas débiles de la carrocería: el techo, donde aparece la clásica arruga en la zona lateral, a la altura del pilar central, y en los huecos de puertas que se comprimen y provocan la expulsión de dichas puertas.

4. La siguiente sección que se detiene es la central. El movimiento hacia delante de la sección trasera acentúa los efectos descritos anteriormente. Ésta ahora actúa de forma independiente afectada por su propia fuerza interna, pudiendo, en casos, llegar a provocar una ligera desviación hacia arriba de los largueros traseros. Éste es el típico caso de un maletero sobrecargado.

Figura 22. Secuencia de colisión frontal, desviación de los largueros traseros.



Fuente: ALONSO PEREZ, José Manuel. Técnicas del Automóvil.

**1.5.3 Tipos de daños.** El anterior análisis pone de manifiesto la existencia de dos tipos de daños: directos e indirectos.

- ✓ Daños directos. Son los más acusados. Están situados en la zona inmediata al área de impacto y ocasionan el plegado y doblado de la estructura en dicha zona, así como otros desalineamientos en la misma sección que ha sufrido la colisión.
- ✓ Daños indirectos. Son menos visibles y pueden localizarse lejos de la zona del impacto. Son causados por el desalineamiento entre secciones que no han estado en contacto con la fuerza exterior.

Conocer la diferencia entre los dos tipos de daños, así como el modo en que se han producido es muy importante desde el punto de vista de la reparación, pues, mediante un tratamiento adecuado, se podrán corregir estas averías.

## 1.6 ESTABILIDAD DE MARCHA EN LOS VEHÍCULOS

**1.6.1 Efectos de la deriva sobre los neumáticos.** Cuando un vehículo toma una curva a pequeña velocidad, la trayectoria de las ruedas es la marcada por el conductor en el mecanismo de la dirección, pues no intervienen fuerzas externas y las pequeñas variaciones de trayectoria debidas a la disposición de la geometría de la dirección, quedan absorbidas por la elasticidad de los neumáticos; pero cuando este mismo vehículo toma la curva a mayor velocidad, la trayectoria seguida queda modificada por la actuación de fuerzas perturbadoras debidas a la velocidad, empuje del motor, resistencia a la marcha, etc.<sup>10</sup>

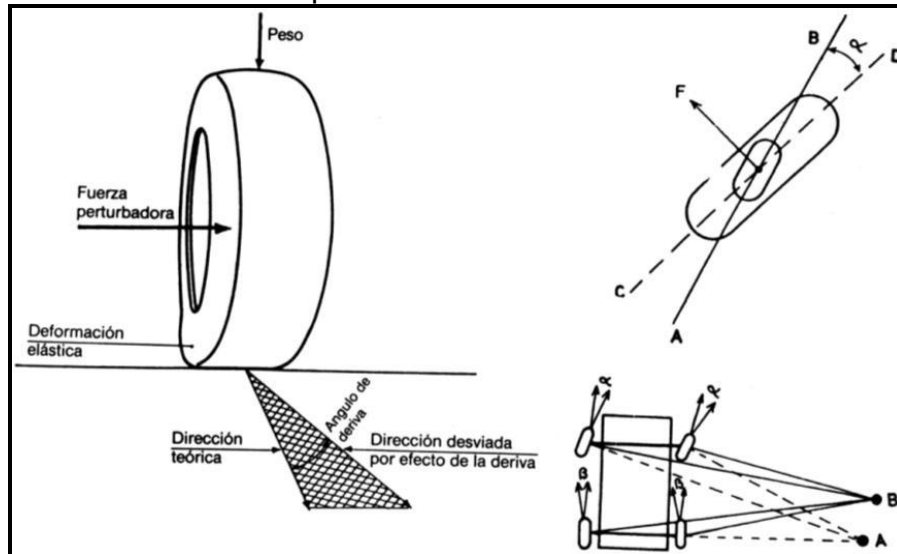
La fuerza centrífuga, aplicada en cada una de las ruedas, hace variar la trayectoria seguida por ellas en un cierto desplazamiento, llamado deriva del neumático.

---

<sup>10</sup> ALONSO PEREZ, José. Técnicas del Automóvil. Madrid: Paraninfo. 1993. p 452 - 485.

Esta deriva es el resultado de la deformación elástica lateral del neumático, bajo el efecto de una fuerza perturbadora, que puede crearse también en la marcha rectilínea del vehículo, aunque en menor grado.

Figura 23. Efecto de deriva que sufren los neumáticos de un vehículo.



Fuente: ALONSO PEREZ, José Manuel. Técnicas del Automóvil.

El ángulo de deriva del neumático (Fig. 23), es el ángulo formado por el plano horizontal del eje de dirección teórica del neumático y el eje de la dirección efectiva. Esta deriva aumenta para un incremento del peso que descansa sobre la rueda y disminuye con el aumento de la presión de inflado y la sección del neumático.

El efecto que produce una fuerza lateral  $F$  (Fig. 23) aplicada a los neumáticos de un vehículo (generada por viento lateral, por ejemplo), hace aparecer una tendencia a desviarlos de la trayectoria marcada por el conductor y, en consecuencia, se produce un retorcimiento de la superficie de contacto del neumático con el suelo, que hace a la rueda seguir la dirección A-B, en lugar de la C-D marcada por el eje de simetría del neumático. El ángulo formado por el eje de la dirección real que sigue la rueda y el de la dirección impuesta por el conductor, es el ángulo de deriva del neumático.

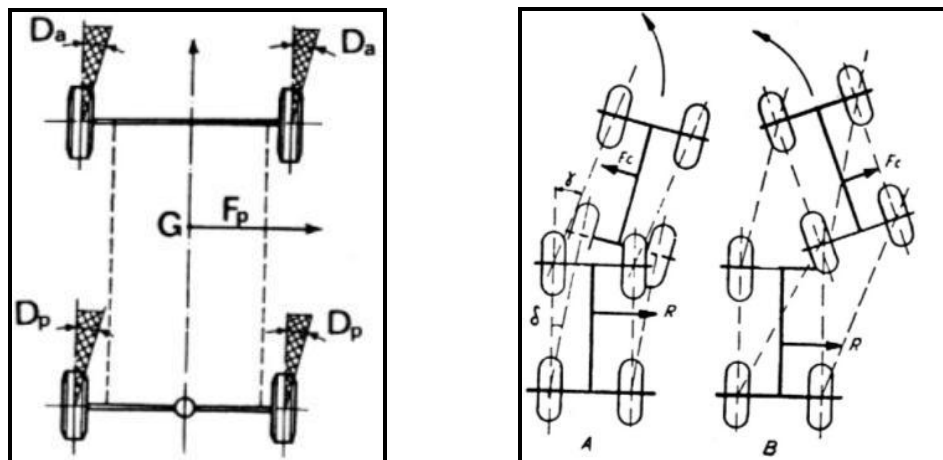
Aunque la rueda es desviada de su trayectoria, a causa de este retorcimiento del neumático no se pierde el contacto con el suelo y se crea una reacción que se opone a la fuerza perturbadora, dando estabilidad al vehículo. Cuanto mayor sea el retorcimiento del neumático, mayor ángulo de deriva se forma, pudiendo llegar el caso en que, al no poder retorcerse más, comienza a arrastrarse, perdiendo adherencia y produciéndose el derrape del vehículo.

Cuando un vehículo toma una curva a cierta velocidad, se pone de manifiesto la acción de la fuerza centrífuga, cuyo valor depende del peso del vehículo, de su velocidad y del radio de la curva. Bajo esta acción, las ruedas se desvían de su orientación unos ciertos ángulos, lo que hace que el centro de giro A se desplace a B. Los valores de estos ángulos de deriva dependen de la situación del centro de gravedad del vehículo con respecto a los ejes de ruedas. Si está más cerca de la parte trasera del vehículo, se carga más peso sobre las ruedas traseras y el ángulo de deriva de ellas es mayor que el de las delanteras. En este caso, el vehículo tiende a virar cada vez más, diciéndose de él que es sobrevirador. Por el contrario, si el centro de gravedad está más cercano a las ruedas delanteras, la mayor parte del peso se carga sobre ellas, con lo que el ángulo de deriva es mayor en estas ruedas que en las traseras y el vehículo tiene tendencia a abrirse en la curva, llamándose a este vehículo infravirador.

En el primer caso (sobrevirador), el conductor tiene que accionar el volante de la dirección en sentido contrario a la curva para corregir la trayectoria; en el segundo (infravirador), deberá corregir la trayectoria girando la dirección en el mismo sentido de la curva, lo que supone una mayor estabilidad de este vehículo.

El ángulo de deriva producido por los neumáticos aparece también por efecto del viento lateral, marchando el vehículo en línea recta, pues las ruedas están sometidas a unos esfuerzos similares a los que aparecen en las curvas, como consecuencia de la fuerza centrífuga. En este caso, los efectos de deriva en los neumáticos hacen que el conductor tenga que orientar las ruedas lo suficiente, para compensar el ángulo de deriva formado y conseguir que el vehículo se desplace en línea recta.

Figura 24. Efectos en la estabilidad del vehículo.



Fuente: ALONSO PEREZ, José Manuel. Técnicas del Automóvil.

Si sobre un vehículo (Fig. 24) suponemos aplicada la fuerza perturbadora  $F_p$ , en su centro de gravedad, se genera una deriva  $D_a$  en las ruedas delanteras y otra  $D_p$  en las traseras, que dependen fundamentalmente del peso que descansa sobre ellas, lo que a su vez es función de la posición del centro de gravedad  $G$ .

En la figura 24 pueden verse los casos de vehículo infravirador A y sobrevirador B sometidos a la acción del viento lateral. Este se aplica al vehículo con una fuerza  $R$  que hace aparecer la deriva en los neumáticos y, como consecuencia de ella, en el caso del vehículo infravirador A, como las ruedas delanteras tienen más deriva que las traseras, se inicia un viraje hacia la derecha; pero inmediatamente aparece una fuerza centrífuga  $F_c$  que se opone a la fuerza  $R$ , por lo cual, hay una tendencia a la estabilización del vehículo.

En el caso sobrevirador B, como las ruedas traseras tienen más deriva, el viraje se inicia hacia la izquierda y, en este caso, la fuerza centrífuga  $F_c$  que aparece, se suma a la  $R$  de acción del viento lateral, acentuando la desviación del vehículo de su trayectoria, por lo que éste resulta menos estable que el anterior.

Así, pues, la condición para que un vehículo resulte más estable es hacerlo infravirador y, así, el ángulo de deriva es mayor en las ruedas delanteras, lo que puede conseguirse acercando más el centro de gravedad a la parte delantera del vehículo o aumentando la presión de los neumáticos en las ruedas traseras.

De lo expuesto hasta aquí se comprende que la presión de inflado de un neumático no sólo depende del peso que cargue sobre él, sino también de las condiciones sobreviradoras o infraviradoras del vehículo; por eso, para un peso dado, si se inflan excesivamente los neumáticos delanteros, se disminuye en ellos el ángulo de deriva, que puede llegar a ser menor que el de las ruedas traseras, en cuyo caso el vehículo resulta sobrevirador. Si, por el contrario, son los traseros los que se inflan excesivamente, las condiciones infraviradoras del vehículo pueden resultar excesivas, teniendo el conductor que ejercer un gran esfuerzo en el volante de la dirección, cuando se manifiesta el viento lateral o la fuerza centrífuga en las curvas. Por estas causas, cuando se aumente la presión de inflado en un eje, deberá aumentarse también en la misma proporción la del otro, para no modificar las condiciones infraviradoras del vehículo. No obstante, si se quiere aumentar esta condición, basta con bajar  $0,1 \text{ kg/cm}^2$  la presión en las ruedas delanteras y subir la misma cantidad en las traseras. En caso de querer disminuir el infravirado, debe realizarse lo contrario.

Los neumáticos radiales, debido a su gran rigidez, dan poca deriva y, por ello, la trayectoria seguida por el vehículo en curva difiere menos de la impuesta por el sistema de dirección. Al mismo tiempo, debido a su mayor rigidez de construcción, son más difíciles de deformar por efectos del viento lateral y el vehículo equipado con ellos resulta más estable, lo mismo que ocurre al aumentar el ancho de la banda de rodadura. De aquí la conveniencia de usar neumáticos radiales para circular a grandes velocidades.

Debido a las distintas características de los neumáticos radiales con respecto a los diagonales, cuando se monten ambos en el mismo vehículo, deberán tenerse en cuenta las siguientes normas:

1. Los neumáticos de la ruedas de un mismo eje deberán ser de la misma clase (diagonales o radiales) y, dentro de ella, de la misma rigidez, para que los ángulos de deriva sean iguales, pues, en caso contrario, se producirían frotamientos de uno de ellos con pérdida de adherencia y, en consecuencia, derrape.
2. Si se montan neumáticos radiales en un eje y en el otro diagonales, estos últimos deben montarse en el eje delantero, para que sea mayor el ángulo de deriva en este eje, pues en caso contrario el vehículo resultará sobrevirador. No obstante, es conveniente en estos casos aumentar un poco la presión de inflado en los neumáticos delanteros ( $0,2 \text{ kg/cm}^2$ ), para disminuir el ángulo de deriva en ellos y evitar que el vehículo sea excesivamente infravirador.

**1.6.2 Modificaciones de la geometría de la dirección.** Como se ha visto, el ángulo de deriva que se forma en un neumático es mayor cuanto más peso cargue sobre él. De esta manera, cuando el vehículo toma una curva, el efecto de la fuerza centrífuga hace que el peso se sobrecargue sobre la rueda exterior, descargándose de la interior del mismo eje, con lo que la deriva será menor en esta, al aplicársele menos peso, compensándose de esta manera las diferencias de radio de giro de ambas ruedas; pero, al mismo tiempo, al deslastrarse esta rueda, hace que se deslice lateralmente hacia el exterior de la curva, produciéndose el derrape.<sup>11</sup>

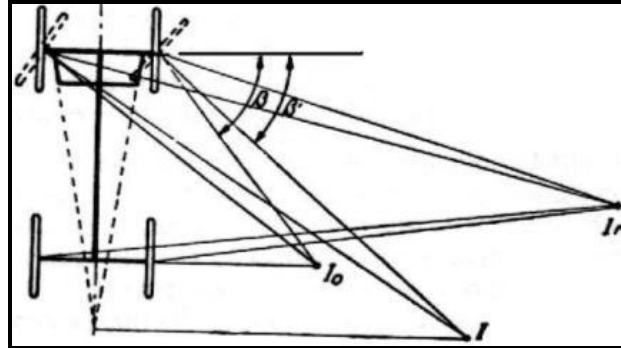
Para evitarlo (Fig. 25) se reduce el ángulo de orientación  $\beta$  dado a la rueda interior (para el mismo de la exterior) actuando en la longitud e inclinación de los brazos de acoplamiento, cuyas prolongaciones se cortan ahora a cierta distancia por detrás del puente trasero, tal como muestra la figura. Así, el centro teórico de viraje se ha trasladado de  $I_0$  a  $I$ , mientras que el centro

---

<sup>11</sup> ALONSO PEREZ, José. Técnicas del Automóvil. Madrid: Paraninfo. 1993. p 452 - 485.

instantáneo de rotación puede tomar, debido a la deriva, una posición como la  $I_r$ .

Figura 25. Modificación en los ángulos de la dirección del vehículo.



Fuente: ALONSO PEREZ, José Manuel. Técnicas del Automóvil.

**1.6.3 Estabilidad de marcha del vehículo.** Se dice que un automóvil posee una buena estabilidad de marcha, cuando se mantiene sobre su trayectoria a pesar de las fuerzas perturbadoras que tiendan a desviarlo, es decir que, si un factor perturbador tiende a desviarlo, el vehículo reacciona en forma que tiende a mantenerse sobre la trayectoria impuesta.

Uno de los temas más estudiados por los constructores de vehículos, es el referente a la estabilidad de marcha del mismo, tanto en recta, como en curva, o sometido a viento lateral. Para conseguir la mayor estabilidad, el fabricante diseña los mecanismos buscando que el centro de gravedad quede lo más bajo posible con respecto al suelo y procurando dar el ancho de vía adecuado a las características del vehículo. Algunas veces, incluso, se acoplan separadores en las ruedas para aumentar la distancia entre ellas y, por tanto la vía, con lo que aumenta la estabilidad del vehículo.

También con el mismo fin se diseñan las suspensiones (muelles, ballestas, barras de torsión, amortiguadores, etc.), con una dureza determinada para que, resultando confortables, tengan la suficiente rigidez para oponerse a los balanceos del vehículo, en cuyo trabajo son ayudadas por las barras estabilizadoras, o a los cabeceos del mismo.

El diámetro de las ruedas, además de calcularse para que den el desarrollo más conveniente para el vehículo, también se tiene en cuenta en la suspensión y la estabilidad, lo mismo que ocurre con los neumáticos, en cuanto se refiere a su clase (diagonales o radiales), presiones de inflado, sección, etc.

El reparto de pesos influye también, pues de ello resulta el vehículo infravirador o sobrevirador y, por eso, se tiende a desplazar la mayor parte

del peso a la parte delantera, para que el vehículo resulte infravirador, porque es más estable en curva y bajo la acción de viento lateral. Cuando el mayor peso recae en la parte trasera, se les da a estos neumáticos una mayor presión de inflado y, actualmente, una inclinación negativa de estas ruedas, que disminuye la deriva de los neumáticos en gran proporción, pudiendo resultar así el vehículo casi infravirador. Con relación al peso que recae sobre las ruedas delanteras, deberá efectuarse la desmultiplicación en la dirección, pues a mayor peso le corresponde una mayor dificultad para mover las ruedas.

El peso total del vehículo y sus dimensiones también ejercen influencia sobre su estabilidad, pues, aunque a primera vista pueda parecer que los vehículos de gran peso son más estables, no es así, ya que a mayor peso le corresponde una mayor fuerza centrífuga en las curvas, lo que hace aumentar el empuje que tiende a sacarlo de la carretera.

Referente al sistema de propulsión, resulta más estable el vehículo de tracción delantera, puesto que en él, la tracción se efectúa desde delante y las ruedas son directrices al mismo tiempo, por lo que en curva, siguen siempre la dirección de la misma y el empuje tiene el mismo sentido de la orientación, mientras que en los de propulsión trasera, las ruedas motrices no son orientables y, por ello, el empuje tiende a sacar el vehículo de la curva (por manifestarse siempre en línea recta), a cuya acción se opone la adherencia transversal de los neumáticos de las ruedas directrices, orientados en el sentido de la curva.

La carrocería influye también en la estabilidad del vehículo, sobre todo cuando se aplica al mismo el viento lateral; por esta causa, la forma de las carrocerías, además de responder a estudios referentes a la penetración en la marcha, espacio interior para pasajeros, etcétera, se diseñan procurando reunir las máximas condiciones de estabilidad.

Se comprende, pues, que cualquier sistema mecánico del vehículo, además de efectuar una misión concreta en el mismo, contribuye y ayuda a otros sistemas en su trabajo correspondiente. Por ello, antes de modificar las características de un mecanismo cualquiera, deberá tenerse en cuenta que al hacerlo quedan alteradas otras. Por ejemplo, para mejorar la estabilidad de un vehículo, pueden acortarse los muelles de suspensión y poner unos amortiguadores más duros. De esta manera, se baja la carrocería y, con ella, el centro de gravedad, modificando al mismo tiempo la inclinación de la rueda con respecto al suelo, todo lo cual supone una mayor estabilidad del vehículo pero, al mismo tiempo, una mayor dureza de la suspensión, que puede llegar a resultar molesta para los pasajeros. De ello podemos deducir si en un vehículo contiene aumentar la rigidez de la suspensión para ganar en estabilidad.

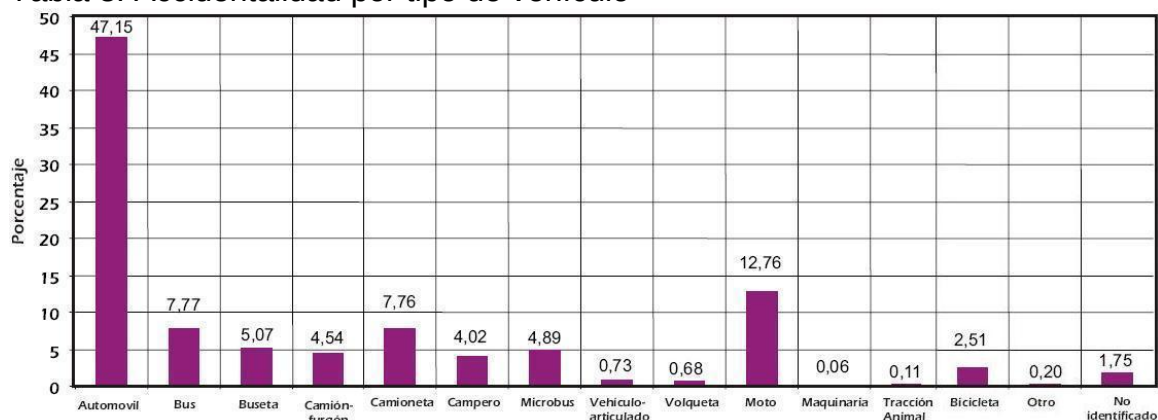
## 2. ACCIDENTALIDAD VIAL NACIONAL

### 2.1 COMPOSICIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR.

El parque automotor colombiano está conformado por 3'634.328 vehículos a marzo del 2007, de los cuales la mayor parte son automóviles, seguidos por las motocicletas, los camiones, los buses y otros.

**2.1.1 Clases de vehículos.** Podemos observar las diferentes clases de vehículos, y la manera en que están vinculados a los accidentes de tránsito. Llama la atención como algunas clases de vehículos tienen una mayor proporción de víctimas fatales que otras, siendo entonces los automóviles los que generan una mayor proporción de accidentes.

Tabla 3. Accidentalidad por tipo de vehículo



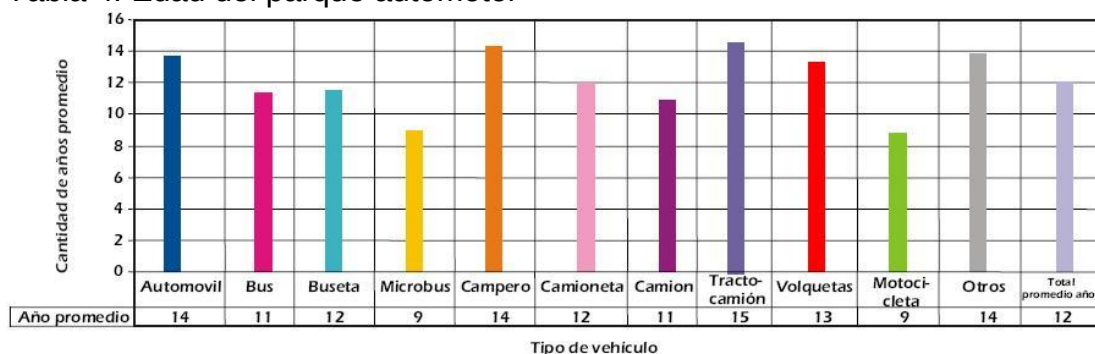
Fuente: FERNANDEZ MEJIA, Francisco José. Accidentalidad vial en Colombia 2007.

En la Tabla 3, se muestra la accidentalidad de cada tipo de vehículos, con el fin de observar no solo cuantos accidentes tiene cada tipo de vehículos, sino cual es el tipo de vehículos más peligroso, esto es el que tenga más accidentes por vehículo.

Se concluye que el parque automotor colombiano tiene una edad promedio demasiado alta, que aun a la falta de mantenimiento adecuado, generan alto riesgo de fallas mecánicas, sobretodo en los vehículos pesados.

### 2.1.2 Edad de los vehículos

Tabla 4. Edad del parque automotor



Fuente: FERNANDEZ MEJIA, Francisco José. Accidentalidad vial en Colombia 2007.

Como se puede observar en la Tabla 4, la edad promedio del parque automotor colombiano es extremadamente alta, pues el promedio total es de 12 años, lo que implica que tenemos una alta proporción de vehículos que han cumplido su vida útil, y que son altamente propensos a sufrir averías y a tener accidentes. Además si a esta circunstancia, le añadimos que el mantenimiento que reciben los vehículos no es el más adecuado, y que la calidad del parque automotor tampoco es la mejor, nos encontramos entonces con una de las causas más importantes de los miles de accidentes de tránsito que ocurren en el país.

**2.1.3 Mantenimiento Vehicular.** El mal estado del vehículo es causante del 10.2% de los accidentes de tránsito en el país. Este dato es muy revelador, pues muestra como el mantenimiento que se les presta a los vehículos no es el adecuado. De esta forma se concluye que es necesario un análisis mas profundo, con el fin de revisar el cumplimiento de los requisitos exigidos por la ley para cada uno de los talleres reparadores, y así mismo se requiere evaluar si es necesario aumentar el grado de exigibilidad en las revisiones que se realizan, y en exigir las a todo el parque automotor.<sup>12</sup>

## 2.2 LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL.

Los índices globales de accidentalidad vial son alarmantes. Según el Banco Mundial, cada año mueren 1,17 millones de personas y más de 10 millones de personas resultan heridas en accidentes de tránsito en el mundo. En la actualidad la accidentalidad vial constituye la novena causa de mortandad en el mundo, y se prevé que en un plazo de 20 años sea la tercera causa.

<sup>12</sup> FERNANDEZ MEJIA, Francisco José. Accidentalidad vial en Colombia 2007. Bogota: Fondo de Prevención Vial. 2007

Adicionalmente el 70% de estas muertes ocurren en países en desarrollo, el 60% de estas muertes involucran a peatones, y el 35% de estos peatones muertos son niños. La mayoría de las víctimas en países en desarrollo no son ocupantes de vehículos motorizados. Lo más grave de todo esto es que aunque un gobierno le dedicase todo el presupuesto requerido, y contase con todas las condiciones favorables, siempre continuará existiendo una probabilidad alta de tener víctimas por la accidentalidad vial.

Al comparar la situación de la accidentalidad vial en Colombia con otros países similares en condiciones socio-económicas, está dentro de los estándares normales, pero las diferencias con los países más desarrollados al respecto son 18.6 veces más altos que en Australia, que tiene el índice más bajo con solo 2.17 muertos por cada 1.000 kilómetros de vía, y el índice de muertos por cada millón de vehículos es 19.3 veces más alto que el de Noruega, quien tiene el índice más bajo con solo 119.5 muertos por cada millón de vehículos.

La situación entonces de la accidentalidad vial en Colombia al compararla con la de otros países, es una posición rezagada con Latinoamérica, y completamente atrasada con los países en desarrollo.

Comparativamente con los países asiáticos, estamos en condiciones muy similares, pues estos tienen una media de 26.41 muertos por cada 10.000 vehículos y con respecto a los países africanos, si estamos mejor, pues estos tienen un índice de 86.03 muertos por cada 10.000 vehículos.

De todas maneras de este análisis se desprende igualmente que los esfuerzos realizados en otros países para controlar la accidentalidad vial han dado resultados positivos, y que si se puede hacer gestión para reducir progresivamente la accidentalidad vial en nuestro país.

### 3. REPARACIÓN DE LA CARROCERÍA AUTOPORTANTE

#### 3.1 METODOS Y EQUIPOS PARA EL DIAGNOSTICO DE UNA CARROCERIA COLISIONADA

El objetivo de realizar un diagnostico de la carrocería está en determinar con la mayor exactitud posible, el alcance de los daños sufridos. De esta manera, no sólo se podrán especificar las piezas a reparar o a sustituir, sino que, además, el profesional se podrá hacer una idea global bastante aproximada del proceso de reparación a seguir, sin interrupciones innecesarias.<sup>13</sup>

**3.1.1 Inspección visual.** En este primer examen, se realiza una inspección de aquellos daños más visibles en la carrocería. La importancia de este primer análisis reside en la determinación o no de posibles daños estructurales a través de los signos externos de la carrocería.

En este paso, el profesional se centrará en la detección de pliegues y arrugas, que serán tanto más acusados cuanto más se haya deformado el elemento en cuestión. El mal ajuste de algunas piezas amovibles, como puertas, capós o aletas puede ser detectado prestando atención a la regularidad de las dimensiones de sus líneas de separación y holguras.

De la misma forma, la existencia de pintura saltada en algún punto de la carrocería, de selladores cuarteados o del agrietamiento de las masillas o selladores pueden delatar la existencia de daños más serios, que pudieran afectar a elementos estructurales de la carrocería.

El vehículo también puede presentar el desplazamiento de los elementos mecánicos, que se detecta fijándose especialmente en aquellas zonas que pudieran tener cierto brillo, donde se situaban originalmente sus anclajes, es preciso tener en cuenta que algunos de estos daños podrían quedar ocultos bajo los guarnecidos, asientos y demás accesorios, de forma que, en muchos casos, habrá que desmontar algunos de estos elementos para una correcta inspección.

Todos estos indicios podrían recomendar la realización de una medición más detallada del vehículo con los equipos adecuados, concretando, de esta manera y con total exactitud, la existencia o no de daños estructurales, que obligarían a su reparación en la bancada mediante operaciones de estiraje.

---

<sup>13</sup> CROUSE, W. H. y ANGLIN, D. I. Reparación y pintado de carrocerías del automóvil. Barcelona: Marcombo. 1986. p 188 – 245.

Figura 26. Inspección general del vehículo.



Fuente: <http://moodle.student.cnwl.ac.uk/>

Si bien la inspección visual es la fase inicial en el diagnóstico de una carrocería ya que ayuda a detectar gran parte de las deformaciones y los posibles daños estructurales es necesario, en determinados casos, recurrir a una serie de útiles y herramientas que nos ayuden a determinar con la mayor exactitud posible, la existencia o no de deformaciones y de daños estructurales.

Figura 27. Equipos de inspección del vehículo.



Compás de varas



Galgas de nivel



Medidor de nivel



Alineador

Fuente: <http://www.mapfre.com/>

Las principales herramientas utilizadas para la inspección son:

- Compás de varas
- Galgas de nivel
- Medidor de nivel
- Alineador

La correcta determinación del conjunto de daños que sufre un vehículo permite, tanto al reparador como al perito, formarse una idea global del proceso de reparación, reduciendo, de esta forma, los riesgos de seguir un proceso incorrecto, que podría llevar a un incremento innecesario en el tiempo de la reparación.

### 3.2 DAÑABILIDAD Y REPARABILIDAD EN CARROCERIAS

El diseño y la fabricación de los vehículos han experimentado una notable evolución desde diferentes puntos de vista.

Conceptos como la dañabilidad o reparabilidad se han comenzado a considerar en la fase de diseño del vehículo, con la finalidad de aportar soluciones que minimicen la magnitud y transmisión de los daños causados en un accidente, facilitándose, además, la reparación; teniendo en cuenta ambos conceptos en la fase de diseño del vehículo, el resultado final es un automóvil donde no sólo los daños ocurridos son escasos, sino que, además, se reparan con una relativa facilidad.<sup>14</sup>

- ✓ **Reparabilidad en Carrocerías.** La reparación de la carrocería a un precio razonable es posible a causa de un factor de diseño (casi cada accesorio de la carrocería es fácilmente reemplazable).

Figura 28. Reparación de una carrocería (Daño total).



Fuente: <http://www.mapfre.com/>

---

<sup>14</sup> DANNER, Max. La moderna reparación de carrocerías. Madrid: MAPFRE. 2003. 384 p.

La mayoría del daño en un choque no daña la estructura fundamental, esto significa que la reparación de la parte exterior del vehículo es la forma primaria de un trabajo de reparación.

Por esto es necesario conocer los diferentes accesorios de la carrocería, así como su correcto desmontaje y montaje.

También se hace preciso el estudio de la chapa de acero, las herramientas para su reparación, los tratamientos térmicos y mecánicos requeridos.

De igual forma se debe tener cuenta que para la fabricación actual de las carrocerías de automóviles se parte de una serie de piezas, generalmente mecánicas, con unas dimensiones, geometría y espesores determinados. Para conformar la carrocería se procede al ensamblaje de todas las piezas entre si.

El diseño de las piezas, su posición y el método de ensamblaje deben dar en su conjunto una respuesta fiable a las necesidades estructurales, aerodinámicas y de deformación. Estos factores son determinantes en la concepción de cualquier carrocería.

El sistema de ensamblaje empleado en la fabricación de piezas que presentan una unión fija, es generalmente la soldadura por puntos de resistencia, apoyada en casos muy concretos por la soldadura de hilo continuo, en consecuencias son técnicas que el reparador debe conocer y aplicar cuando corresponda.

### **3.3 MATERIALES**

El material empleado tradicional y en mayor cantidad en la fabricación de carrocerías es la chapa de acero, aunque ha ido cediendo terreno paulatinamente en favor de otros materiales alternativos, fundamentalmente plástico y aluminio. Esta circunstancia se debe a las óptimas propiedades que estos materiales presentan para determinadas aplicaciones.

Si bien actualmente la mayoría de las carrocerías están construidas íntegramente en chapa de acero, existen carrocerías heterogéneas que combinan varios de estos materiales, e incluso carrocerías fabricadas íntegramente en aluminio.

La tendencia en el empleo de materiales para la fabricación de carrocerías futura es difícil de predecir; el tiempo marcará el camino.

Aunque se han empezado a utilizar muchos materiales nuevos en la industria del automóvil debido a los desarrollos técnicos, la chapa de acero sigue

siendo, con gran ventaja, el material más importante de los utilizados en carrocería. Una característica especialmente importante de este material, a la hora de reparar daños, es que se puede restablecer su forma sin que pierda su fuerza y resistencia, siempre y cuando no se haya estirado excesivamente.

Cuando se vaya a efectuar una reparación, habrá que tener presente una serie de particularidades relacionadas con las características y el comportamiento frente a los esfuerzos de dicho material; de este modo, se pueden establecer los siguientes fundamentos.<sup>15</sup>

- ✓ Las deformaciones se producen como consecuencia de esfuerzos ejercidos sobre la zona deformada, por lo que es necesario aplicar otros esfuerzos para conseguir su conformación.
- ✓ El acero, al ser trabajado en frío, sufre un endurecimiento denominado «acritud». Por ejemplo, si una tira de metal se dobla reiteradamente, se observará que la zona doblada se endurece. Pues bien, las piezas al ser embutidas (en frío) presentan zonas de distinta curvatura y, por lo tanto, de diferente dureza; la resistencia que ofrecerán a cualquier cambio es proporcional al grado de curvatura. Una superficie más o menos lisa, como un techo o un paño de puerta, es fácilmente deformable, mientras que una superficie curvada, como el borde de un techo o una aleta, resulta más difícil de deformar. Esto se debe tener en cuenta a la hora de aplicar los esfuerzos en la reparación.
- ✓ Si un panel deformado presenta un doblez, éste se ha producido más allá de su límite elástico, endureciéndose la zona. La reparación debe iniciarse por estas zonas que han sobrepasado el límite elástico, pues al recuperarse éstas, parte de las colindantes habrán recuperado también sus contornos originales.
- ✓ La presión ejercida con el tas es directamente proporcional a la magnitud de la deformación y a la resistencia de la zona que hay que reparar.
- ✓ Es importante destacar que una mala aplicación de los esfuerzos puede provocar más deformaciones de las que se intentan corregir, y aumenta innecesariamente los tiempos de reparación.
- ✓ Se trata de buscar en cada golpe el efecto deseado. El golpeteo seguido e incontrolado no produce ningún efecto beneficioso.

---

<sup>15</sup> VILLEGGER, Yvon. Reparación de carrocerías, técnica y práctica. Barcelona: CEAC. 1990. p 15 – 134.

- ✓ El golpeteo directo del martillo sobre el tas a través de la chapa produce su estiramiento. Se aprovechará este efecto allí donde resulte conveniente.
- ✓ Deben eliminarse las tensiones generales de la chapa antes de repasar con el tas y el martillo.
- ✓ El alivio de tensiones en las reparaciones no debe efectuarse con herramientas punzantes que puedan provocar estiramientos puntuales. Es conveniente no dar grandes golpes, sino un mayor número de golpes pequeños. En el caso de que se produzca un error, será más fácil corregirlo.
- ✓ Es imprescindible elegir la herramienta adecuada para cada operación; una mala elección complicará la reparación.
- ✓ Si la abolladura está cerca de un nervio o quebranto hundido, se ha de aliviar en primer lugar la tensión del nervio y, a continuación, reducir la deformación de fuera adentro.
- ✓ Cuando la deformación del panel es consecuencia, a su vez, de la deformación de la estructura, es imprescindible conformar en primer lugar dicha estructura y posteriormente la deformación del panel, que se verá, de este modo, reducida.
- ✓ Las distancias grandes entre el tas y el punto de impacto del martillo son poco eficaces, debido a que una gran proporción del efecto del impacto es absorbida por la elasticidad del material.
- ✓ Siempre que se golpee fuera del daño, deben recordarse dos reglas:
  1. Comenzar a golpear con el martillo en las protuberancias más alejadas de la depresión. A partir de ahí, ir avanzando hacia la depresión, alternando los golpes en las protuberancias de uno y otro lado.
  2. No golpear nunca en las zonas que se encuentran por debajo del nivel original, únicamente atacar las protuberancias.
- ✓ Como norma general, no se desmontarán las piezas para la conformación de las abolladuras.
- ✓ Para devolver la forma original a paneles con deformaciones importantes, se puede combinar la tracción de gatos con el uso del martillo.
- ✓ Elegir los puntos correctos para la fijación del equipo de tracción

resultará fundamental para el éxito del enderezado. Se deberá sujetar el equipo a la zona de mayor deformación.

- ✓ Si una chapa ha sido estirada, bien como consecuencia de una colisión, bien como resultado de una mala conformación, únicamente se le podrán restaurar sus dimensiones originales con la aplicación de tratamientos térmicos.
- ✓ El calentamiento sólo debe utilizarse en casos concretos, con estiramiento de material.
- ✓ Cualquier abolladura con estiramiento que aparezca en un panel se trabajará como si no tuviera tal estiramiento; posteriormente, éste se tratará con el proceso térmico adecuado.
- ✓ Los revestimientos protectores que traen las chapas de acero se eliminarán única y exclusivamente en los casos en que sea necesario, utilizando para ello un abrasivo adecuado y limitando la zona de lijado al mínimo imprescindible.

### 3.4 DETECCIÓN DE ABOLLADURAS

La detección de una abolladura no suele ser difícil, mediante una apreciación visual o a través del tacto. El empleo de un taco de lijado y del peine de siluetas también facilita su detección, de esta forma la localización de una abolladura se detecta más fácilmente en colores oscuros mediante una apreciación visual. En el caso de pequeñas deformaciones, hay que jugar con la luz y con los reflejos que ésta produce sobre la chapa.

Figura 29. Detección de deformaciones mediante el lijado de la zona



Fuente: AVENDAÑO, Luis. Iniciación a los plásticos.

Una forma de facilitar la detección visual de pequeñas deformaciones es la utilización de un pliego de lija fino. Con él se lija suavemente la zona que hay que repasar. Las partes en las que desaparezca la pintura serán zonas altas; en las zonas en que el lijado sea ligero serán zonas correctas y en las que se note la ausencia de lijado serán zonas bajas.

Cuando, por necesidades de la reparación, se tiene que eliminar la pintura y la magnitud de la abolladura es pequeña, se hace prácticamente imposible su detección por medio de la vista y es necesario emplear otros medios.

Figura 30. Detección de deformaciones con la palma de la mano



Fuente: AVENDAÑO, Luis. Iniciación a los plásticos.

Mediante el tacto se detectan pequeñas deformaciones con y sin pintura. Es conveniente utilizar la mano contraria a la que se usa para golpear, pues ésta suele encontrarse menos sensible al tacto.

Para una correcta detección de la deformación por medio del tacto, es necesario pasar la mano varias veces y en distintos planos por la zona deformada y determinar así las zonas altas y bajas para su posterior corrección.

### **3.5 ELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA APROPIADA**

La elección de la herramienta apropiada al trabajo que se va a realizar es una cuestión fundamental para obtener buenos resultados. Dicha elección, en el repaso de paneles de chapa estará condicionada por dos factores fundamentales: el tipo de deformación y la zona en la que ésta se encuentra (geometría y accesibilidad).

Para la elección de la herramienta deben tenerse en cuenta unas normas generales:

- ✓ Los martillos han de tener la zapata con aristas poco marcadas y con una forma semejante a la de la zona que hay que reparar. Los paneles con curvatura hacia afuera pueden conformarse con un martillo plano.
- ✓ La curvatura de las herramientas ha de ser mayor que la que tengan los paneles de chapa de acero en la zona que se va a reparar. De este modo,

se evitará el efecto muelle al golpear y la marca de sus aristas sobre la chapa.

Figura 31. Caja personal de herramientas



Fuente: <http://www.serrapedragosa.com/>

- ✓ Los tases con superficies grandes y planas tienen limitadas sus aplicaciones al trabajo de paneles amplios, como puertas, techos, capós, costados laterales, etc.

Figura 32. Diferentes tipos de tases.

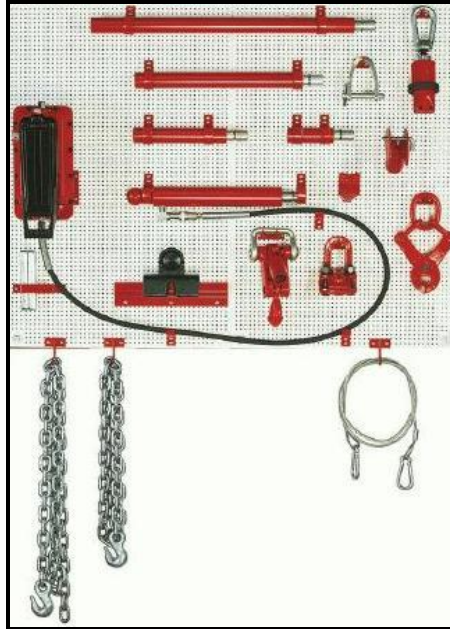


Fuente: <http://www.elchapista.com/>

- ✓ Si la chapa tiene buena accesibilidad por su parte interior, puede emplearse el extremo en punta del martillo para «picar» pequeñas deformaciones.
- ✓ Los mazos de madera o goma se emplearán en trabajos que precisen golpes poco contundentes, como en superficies más o menos planas y no muy resistentes.

- ✓ En los casos en que han quedado reducidas la longitud o la anchura de un panel, será preciso utilizar antes de nada un equipo de tracción para estirar la zona y aliviar las tensiones.

Figura 33. Equipo de tracción.

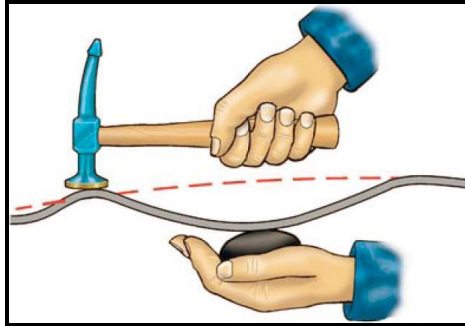


Fuente: <http://www.angelfire.com>

- ✓ Es de vital importancia elegir los puntos de fijación del equipo de tracción correctamente.
- ✓ Siempre que sea posible, para la aplicación de tratamientos térmicos, se utilizará el electrodo de cobre; cuando su aplicación sea posible se recurrirá al lápiz de carbono y, en último lugar, al soplete oxiacetilénico.

El tratamiento mecánico de la chapa, también conocido como «trabajo en frío», es un proceso de conformación que consiste en someter la zona dañada a unos esfuerzos mecánicos apropiados, con el fin de corregir las deformaciones existentes.

Figura 34. Método de reparación mecánica



Fuente: CALVO MARTIN, Jesús. Mecánica del Automóvil.

Este método se basa en el uso selectivo y el manejo correcto de martillos, tases, palancas, limas de repasar, trachas, equipos de tracción, etc.

### 3.6 CASO PRÁCTICO DE REPARACIÓN

Seguidamente se muestra la reparación de una abolladura, indicando paso a paso el método seguido para proceder a su reparación. Se han obviado las operaciones complementarias de desmontaje y montaje de accesorios.

El caso a presentar es una reparación de una abolladura con estiramiento.\*

Figura 35. Hundimiento en el capó trasero.



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

- Pieza: Capó trasero del Renault Megane
- Material: Acero convencional (acero suave o dulce)
- Espesor: 0,8 mm
- Daños que presenta: Fuerte hundimiento en su mitad trasera derecha
- Accesibilidad: Normal, tras el desmontaje de guarnecidos y accesorios

---

\* Este caso práctico fue seguido por los autores en el Taller Mundial de Colisiones.

Descripción del proceso:

1. Después del desmontaje de los guarnecidos y accesorios necesarios para poder trabajar sobre la pieza, se aplica, en primer lugar, un tratamiento mecánico con tas y martillo de repasar. El manejo de estas herramientas proporciona la energía de conformación necesaria para corregir las zonas más deformadas.

Figura 36. Tratamiento mecánico con tas y martillo.



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

2. El resto de las deformaciones, de menor magnitud, se tratarán con tas y lima de repasar, debido a que esta herramienta no estira el material y reparte más uniformemente el batido.

Figura 37. Trabajo con tas y lima.



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3. La pintura puede encubrir pequeñas deformaciones puntuales. Con el fin de detectarlas adecuadamente, resulta conveniente eliminarla, operación que se realiza con un disco de baja abrasión de nylon expandido.

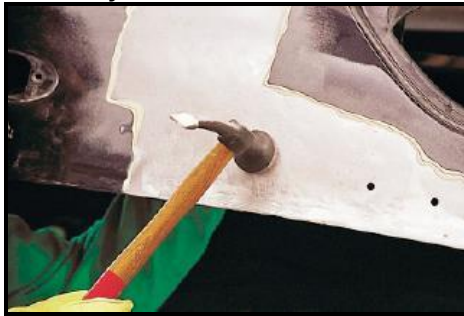
Figura 38. Eliminación de la pintura.



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

4. Las pequeñas deformaciones que puedan existir se corrigen con tas y martillo de repasar.

Figura 39. Corrección con tas y martillo.



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

5. Después del tratamiento mecánico, persisten estiramientos residuales que mantienen floja la chapa.

Figura 40. Estiramientos residuales.



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

6. Para completar la reparación, se hace necesaria la aplicación de un tratamiento térmico, que debe realizarse con el tipo de electrodo más adecuado a las características del daño.

Figura 41. Aplicación de tratamiento térmico.



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

7. Todos los estiramientos puntuales se corregirán aplicando calor con el electrodo de cobre, haciéndose coincidir el punto de aplicación con el centro de los abultamientos o de las zonas hundidas. La cantidad de calor necesaria para subsanar la deformación dependerá, en cada caso, del grado de estiramiento del material, del espesor de la chapa y de la configuración de la zona.

Figura 42. Aplicación de calor con el electrodo de cobre



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

8. Mediante un rápido enfriamiento, empleando una gamuza empapada en agua, se restablecerá el espesor original de la zona.

Figura 43. Rápido enfriamiento con una gamuza empapada en agua.



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

9. El electrodo de carbono es más eficaz para conformar deformaciones con poco estiramiento que abarquen zonas amplias. Se aplicará siguiendo un recorrido en espiral, enfriando a continuación, para retraer la chapa. Una vez concluido el tratamiento térmico, en determinados casos, se requiere un aplanado de la zona con lima de repasar para eliminar las tensiones creadas por las dilataciones y contracciones del material.

Figura 44. Conformado de deformaciones con electrodo de carbono.



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

10. Las marcas superficiales originadas en los tratamientos térmicos podrán eliminarse rápidamente mediante los medios abrasivos adecuados.

Figura 45. Eliminación de marcas superficiales mediante abrasivos.



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

11. Finalmente, el lijado de toda la superficie trabajada con una máquina excéntrica rotativa, empleando un disco de grano P100, proporcionará un buen aspecto superficial, dando por concluida la reparación en el área de carrocería.

Figura 46. Lijado de la superficie trabajada.



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

### **3.7 ESTIRAJE Y CONFORMACIÓN DE UNA CARROCERÍA CON DEFORMACIONES EN SU ESTRUCTURA**

En líneas generales, el principio de la reparación en bancada consiste en aplicar sobre la carrocería una serie de fuerzas de dirección similar a las que provocan las deformaciones, pero de sentido contrario. Con ello, se persigue contrarrestar el efecto de las fuerzas de deformación, es decir, corregir los daños de la estructura.<sup>16</sup>

Por esta razón, las bancadas deben disponer, además de un sistema de medida y control, de un sistema de fijación y amarre que permita inmovilizar sólidamente al vehículo, para poder aplicar sobre él las tracciones necesarias, y de un equipo de estiraje con el cual aplicarlas.

**3.7.1 Normas básicas para el enderezado de carrocerías.** Para el enderezado de las carrocerías se tendrán presentes las siguientes recomendaciones:

- ✓ Efectuar una diagnosis previa de los daños sufridos y examinar detalladamente todo el vehículo, para detectar también posibles deformaciones en zonas alejadas de la de impacto producidas por transmisión de daños.
- ✓ Pensar antes de actuar. Hacer un esquema de la deformación y organizar el estiraje.
- ✓ No desmontar ni cortar ningún elemento relacionado directamente con la deformación antes de realizar el estiraje.

---

<sup>16</sup> CASTRO VICENTE de, Miguel. Carrocería y pintura. Barcelona: CEAC. 1996. 422 p.

- ✓ No desmontar las lunas parabrisas antes del estiraje, pues al ir pegadas se comportan como un elemento estructural más.
- ✓ Trabajar con estiramientos combinados para lograr una conformación integral y disminuir el número de tiros a realizar.
- ✓ Repartir los grandes esfuerzos a realizar y no aplicarlos sobre un único punto siempre que sea posible.
- ✓ Efectuar el tiro en la misma dirección pero en sentido contrario a como se produjo la deformación.
- ✓ Estirar lentamente y observar cómo evoluciona la carrocería.
- ✓ Controlar continuamente el proceso de enderezamiento, realizando las comprobaciones que sean precisas.
- ✓ No aplicar calor durante el enderezado.
- ✓ Efectuar una última medición, una vez conformada la carrocería.
- ✓ Adoptar durante el trabajo las medidas de protección y seguridad adecuadas.

**3.7.2 Sistemas y equipos de estiraje.** Dentro de este grupo, encontramos los bancos de estiraje o trabajo y las mordazas de amarre.

✓ **Bancos de estiraje.**

Existen dos tipos fundamentales de bancos de estiraje: móviles y fijos.

- **Bancos móviles:** son bancos sobre ruedas, que pueden llevarse al lugar del taller donde sean necesarios. Suelen ser de forma rectangular, de gran estabilidad frente a la torsión, contruidos con perfiles de acero en U o doble T de gran sección, soldados con arco eléctrico.

Figura 47. Banco de estiraje móvil.



Fuente: <http://www.angelfire.com/>

Sobre la cara superior del bastidor van soldadas, también al arco, unas placas de palastro planas y con su cara perfectamente cepillada, cuya misión es servir de apoyo al resto de soportes desmontables o al medidor correspondiente, y constituyen el plano de referencia para el trabajo. Dichas placas suelen ir perforadas con taladros pasantes, en función del tipo de soportes que vayan a recibir.

Durante el trabajo es necesario frenar las ruedas para evitar que pueda rodar, lo que podría causar un accidente.

Sobre este banco se monta el medidor y las mordazas de anclaje, y se acoplan también al mismo las escuadras de estiraje. Para montar el vehículo sobre estas bancadas es preciso elevarlo, lo cual se realiza usualmente con un elevador convencional, llevando allí el banco de trabajo.

Este tipo de bancos pueden acoplarse con elevadores de tijera o columna, lo cual permitirá establecer una altura cómoda de trabajo.

- **Bancos fijos:** este tipo de bancos o, de forma más global, bancadas ocupan un puesto fijo en el taller, y no pueden moverse una vez que se hayan instalado.

Dentro de este grupo se encuentran las bancadas elevadoras y las bancadas fijas al suelo propiamente dichas.

Figura 48. Bancada elevadora Tótem de Spanesi.

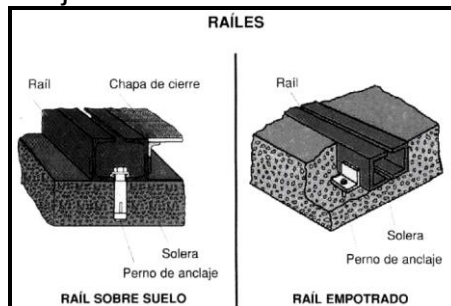


Fuente: <http://www.spanesi.es>

- **Bancadas elevadoras:** este banco de trabajo esta montado sobre un elevador de cuatro columnas. Una vez subido el vehículo, se retiran las plataformas de rodadura y se prosigue el trabajo igual que en cualquier otro tipo de bancada, con la ventaja de que se puede colocar a diferentes alturas a gusto del usuario. Dentro de este grupo se encuentran, entre otras, varios modelos de Celette, Chief, Spanesi, Ko-rek.
- **Bancadas fijas al suelo:** estas bancadas pueden ser mediante un sistema de raíles o de pocillos. El sistema de raíles es una concepción modular en la que el bastidor está formado por unos raíles empotrados en el suelo de hormigón o montados sobre el suelo, pero rellenos de hormigón. También existen modelos desmontables en acero sin hormigón.

Como se observa en la figura 49, los raíles son unas vigas huecas, con una ranura longitudinal. Los gatos para el estiraje suelen estar montados sobre patines móviles, dotados de una cubeta semiesférica para recibir el pie del gato y un anclaje rápido para la cadena. Estos patines se inmovilizan con unas cuñas de bloqueo en las ranuras de los raíles.

Figura 49. Detalle del montaje de los raíles.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

Las mordazas para la fijación del vehículo se montan sobre unos soportes adecuados, que también van fijados a los raíles por cuñas de bloqueo.

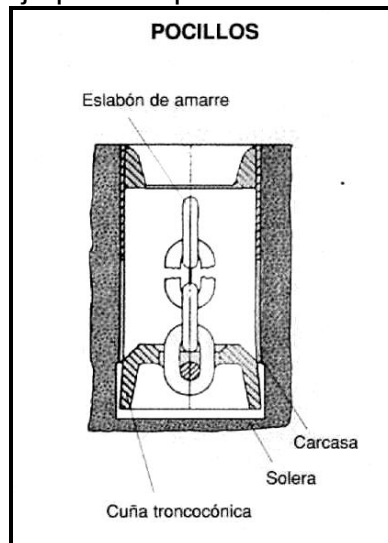
Figura 50. Bancada empotrada de raíles



Fuente: <http://www.spanesi.es>

El otro sistema consiste en unos pocillos metálicos empotrados en unos agujeros cilíndricos en el hormigón del suelo del taller. La carcasa de estos pocillos lleva unas hendiduras, lo que hace que se aplique contra la pared del hormigón al tirar de la cuna ubicada en su fondo. Según la importancia de la superficie de la plataforma de trabajo, puede haber mayor o menor número de pocillos.<sup>17</sup>

Figura 51. Pocillos de anclaje para empotrar en el hormigón.

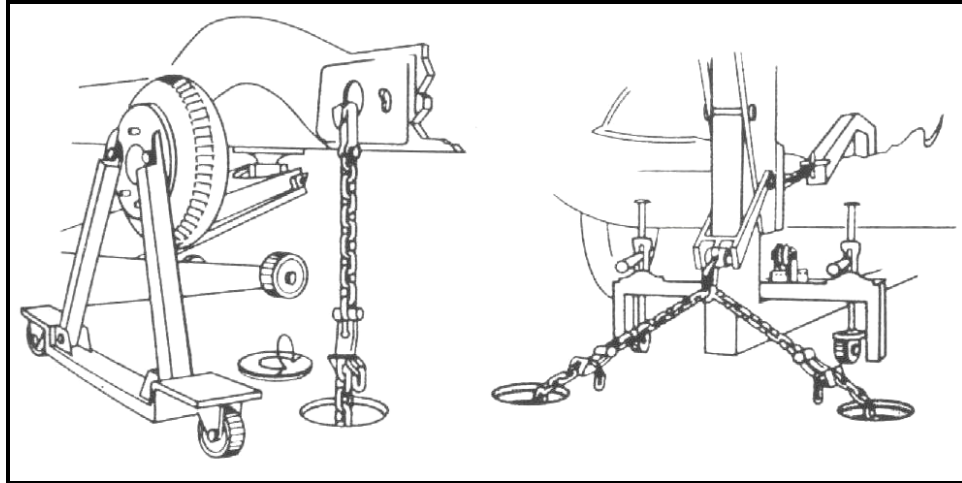


Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

<sup>17</sup> GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación. Barcelona: CEAC. 2002. 110 p.

Los zócalos de los gatos de estiraje y las cadenas de inmovilización se anclan directamente a los pocillos, pueden conseguirse esfuerzos de tracción o empuje en distintos sentidos.

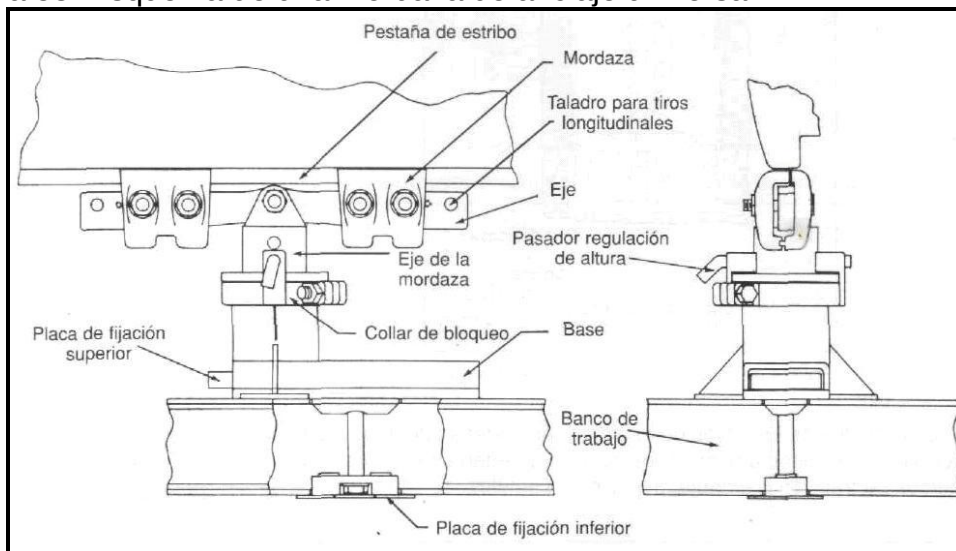
Figura 52. Diversos modos de utilizar los pocillos de anclaje.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

- **Mordazas de anclaje:** El sistema universal de anclaje de las carrocerías autoportantes se realiza por medio de mordazas robustas y de potente apriete, que permitirán un rápido anclaje de los vehículos al actuar sobre las pestañas de los estribos. Las mordazas de anclaje, en número de cuatro, suelen ubicarse en las esquinas de la sección central del vehículo.

Figura 53. Esquema de una mordaza de anclaje universal.



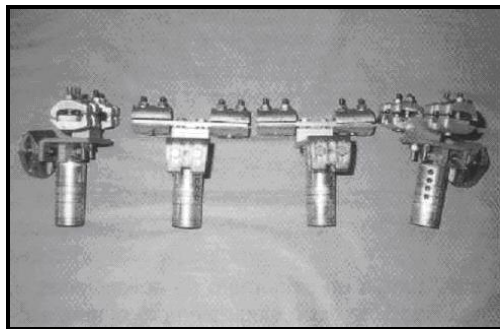
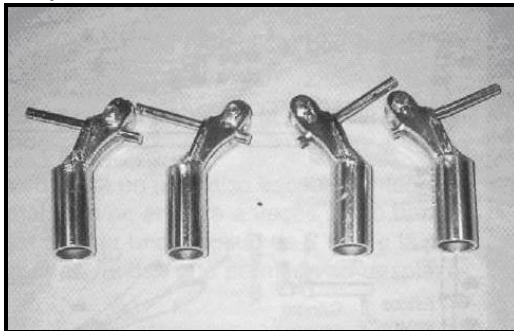
Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

Cada fabricante diseña sus mordazas en función del banco de trabajo sobre el que van a ir montadas. No obstante, existen determinados modelos de vehículos que precisan de mordazas de anclaje especiales, debido a la inexistencia de las pestañas de estribo como tales. Tal es el caso de determinados modelos de Mercedes y BMW, que precisan mordazas de pasador para su fijación a los orificios de anclaje del gato elevador de que disponen en sus estribos.<sup>18</sup>

Igualmente sucede en determinados modelos Honda, Acura y Rover, que disponen únicamente de dos pequeñas pestañas, una en posición vertical y otra horizontal, en los extremos de sus estribos. En estos casos se precisa de mordazas con una doble disposición de las pinzas, vertical y horizontal.

Independientemente del tipo de mordazas a emplear, a la hora de anclar el vehículo habrá que tener muy presente que los puntos donde se amarren las mordazas van a permanecer fijos, y que no es posible ninguna evolución de los mismos. Razón por la cual habrá que cerciorarse de que dichos puntos no estén fuera de cotas.

Figura 54. Diferentes tipos de mordazas.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

<sup>18</sup> GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación. Barcelona: CEAC. 2002. 110 p.

### ✓ Gatos de estiraje.

Los gatos empleados en la reparación de carrocerías utilizan la energía hidráulica para su funcionamiento y emplean aceite como fluido de trabajo. Su principio de funcionamiento se basa en el teorema de Pascal.

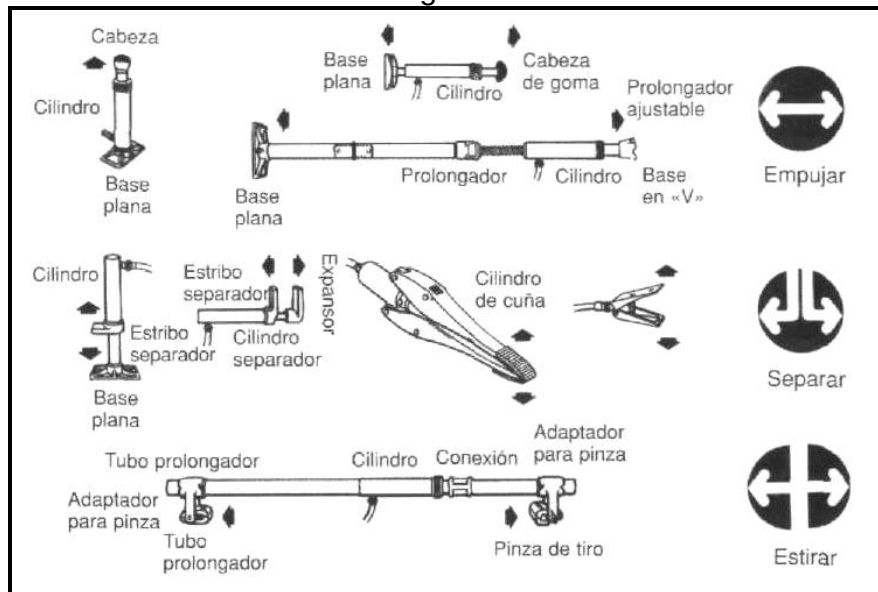
Las unidades más sencillas están constituidas por los siguientes elementos:

- Un generador de presión, consistente en una bomba hidráulica portátil, con depósito de aceite incorporado, que permite obtener elevadas presiones de trabajo. Su accionamiento puede ser manual o neumático.
- Una tubería flexible cuya misión es transmitir la presión del elemento generador al receptor.
- Un gato hidráulico, que es el receptor de la presión y el que la aplicará directamente sobre la carrocería.

Dependiendo de su función de trabajo, pueden ser de varios tipos:

- De empuje.
- De tracción.
- De expansión.

Figura 55. Funciones básicas de los gatos.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

El empleo de los gatos abarca un sinnúmero de aplicaciones, y, dada su variedad y versatilidad, se debe elegir siempre el más adecuado para cada trabajo. Deben estar siempre listos y en buen estado de conservación, para lo cual es preciso tener en cuenta:

- Mantener el gato hidráulico con sus accesorios lejos del fuego o de un calor excesivo.
- El gato está concebido para suministrar un esfuerzo que se ejerce sobre su eje; ésta deberá ser, por tanto, la dirección normal de trabajo.
- No sobrecargar el gato.
- No hacer salir todo el pistón
- No coger o tirar nunca del aparato sujetándolo por la manguera flexible.
- Evitar el contacto de la manguera con objetos pesados o cortantes.

✓ **Escuadras y torres de estiraje.**

- **Escuadras tipo L:** comprende una unidad hidráulica, combinada con un sistema mecánico articulado, compuesto por dos brazos en forma de «L», de ahí su nombre. Las hay de diferentes tipos y con diferentes equipamientos.

Figura 56. Escuadra tipo L



Fuente: <http://www.angelfire.com/>

Este utillaje consta básicamente de:

- Unidad de potencia, generalmente hidráulica, que puede ser accionada a mano o neumáticamente.

- Un gato hidráulico encargado de transmitir la potencia al sistema mecánico articulado.
- El sistema mecánico consiste en una falsa escuadra integrada por un brazo horizontal, que se emplea a veces como bancada, y que puede llegar a tener una longitud de 3 metros. En la parte inferior se acoplan unas ruedas que permiten su desplazamiento.
- El brazo vertical, que forma la falsa escuadra, va fijado mediante una articulación al brazo horizontal. Su longitud oscila entre 1,5 y 2 metros. Al brazo vertical se sujetan las cadenas de estiraje con las que se pueden conseguir diferentes ángulos y posiciones de tracción, dependiendo del trabajo a realizar.

Existen también escuadras no articuladas, accionadas por medio de un cilindro hidroneumático. La tracción mediante polea es directa sin variación de ángulo de tiro. Son de gran movilidad y rápido acoplamiento a la parte exterior de la bancada, y consiguen tracciones concretas y puntuales.

- **Torres de estiraje:** Las torres de estiraje pueden estar unidas a la bancada, como en la bancada Chief EZ Liner II o Tótem de Spanesi. Suelen ser tres las unidades que se montan en la bancada, pudiendo funcionar simultáneamente, bien por medio de una unidad hidráulica autónoma, o bien por bombas independientes de accionamiento neumático.

Figura 57. Torres de tiro System 5000 de Celette



Fuente: <http://www.celette-na.com/>

Figura 58. Torres de tiro del sistema Chief EZ Liner II



Fuente: <http://www.chiefautomotive.com/>

También existen torres de estiraje acopladas al suelo de gran movilidad, pues disponen de ruedas para su desplazamiento. Para el trabajo se anclan normalmente por medio de cadenas a raíles incrustados en el suelo; hay otros modelos que pueden acoplarse también a los bancos de trabajo. Se pueden acoplar tantas como sea necesario siempre que se tengan bombas de accionamiento en cantidad suficiente. Las torres de estiraje permiten aplicar potencias importantes y mantienen el ángulo de tiro constante durante la tracción. Son ideales para tracciones en la parte superior del vehículo.<sup>19</sup>

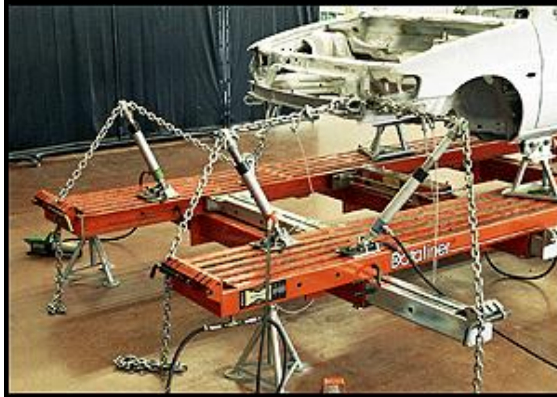
#### ✓ Cadenas.

Uno de los elementos más importantes a la hora de realizar las tracciones de estiraje son sin duda las cadenas, que actúan como elemento de enlace entre las fuerzas aplicadas desde los sistemas hidráulicos y mecánicos hasta la carrocería que se está reparando. Para su utilización se han de tener muy en cuenta ciertas consideraciones:

---

<sup>19</sup> VILLEGER, Yvon. Reparación de carrocerías, técnica y práctica. Barcelona: CEAC. 1990. p 15 – 134.

Figura 59. Cadenas de estiraje.



Fuente: <http://www.autocity.com/>

- Usar la cadena apropiada para cada tipo de trabajo, dependiendo de las fuerzas que deben ser aplicadas.
- La norma práctica más idónea es utilizar siempre las cadenas homologadas por el fabricante del equipo.
- Tener en cuenta que las cadenas empleadas en este tipo de trabajos son de diferente material y tratamiento que las convencionales.
- Si se partiera un eslabón, rechazar la cadena y sustituirla por otra; no intentar nunca repararlo mediante soldadura.

Existen también en el mercado juegos de eslingas textiles que pueden sustituir a las cadenas en las operaciones de estiraje. Presentan la ventaja sobre éstas de no marcar las piezas de chapa, y únicamente debe tenerse la precaución de emplear manguitos de protección adecuados para evitar cortes en las mismas que provocarían su deterioro.

#### ✓ **Mordazas y accesorios.**

El último elemento de unión entre la carrocería y los esquemas de estiraje son las mordazas y sus diferentes accesorios, en un número tan amplio que es posible elegir en cada momento el más adecuado. A continuación se enumeran algunos de estos útiles y su posible utilización.

- Pinza estándar, indicada para usar sobre una amplia zona de chapa.

Figura 60. Pinza estándar.



Fuente: <http://www.angelfire.com/>

- Pinza para tracción en ángulo recto, que permite tracciones perpendiculares a la posición de la chapa.

Figura 61. Pinza para tracción.



Fuente: <http://www.angelfire.com/>

- Pinzas de tijera autoamordazantes, que amordazan al tensar el tiro de modo proporcional a la fuerza.

Figura 62. Pinza de tijera.



Fuente: <http://www.angelfire.com/>

- Media luna, esencial para realizar tracciones dobles, repartiendo la fuerza en áreas ampliamente dañadas.

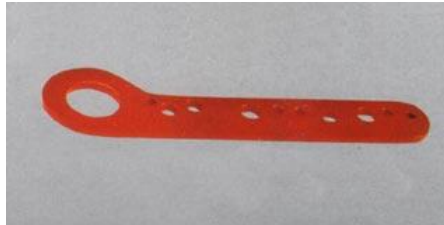
Figura 63. Media luna.



Fuente: <http://www.mapfre.com/>

- Placas perforadas para la fijación al chasis o en el interior de aletas abolladas.

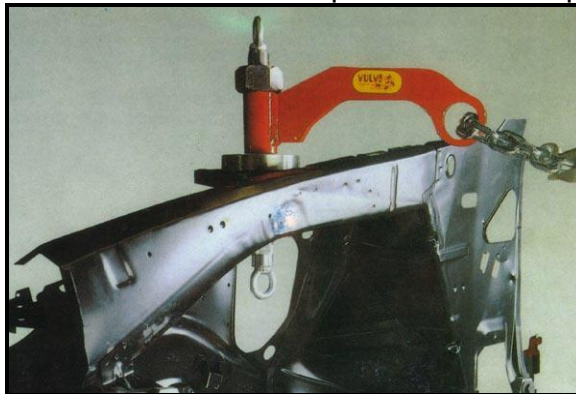
Figura 64. Placas perforadas.



Fuente: <http://www.angelfire.com/>

- Accesorio de tracción manual para las torretas Mcpherson. Es adaptable a todos los tipos de botellas, y permite una orientación perfecta de la tracción, así como una aplicación del esfuerzo al nivel de la fijación de la suspensión.

Figura 65. Accesorio de tracción manual para torretas Mcpherson.



Fuente: <http://www.angelfire.com/>

- Ganchos universales de tracción para su utilización en grandes daños. Los hay de diferentes amplitudes, para poder realizar tiros de piezas como faldones; los que disponen de pinza facilitan la tracción en la dirección de la chapa, aunque ésta no sea accesible directamente.

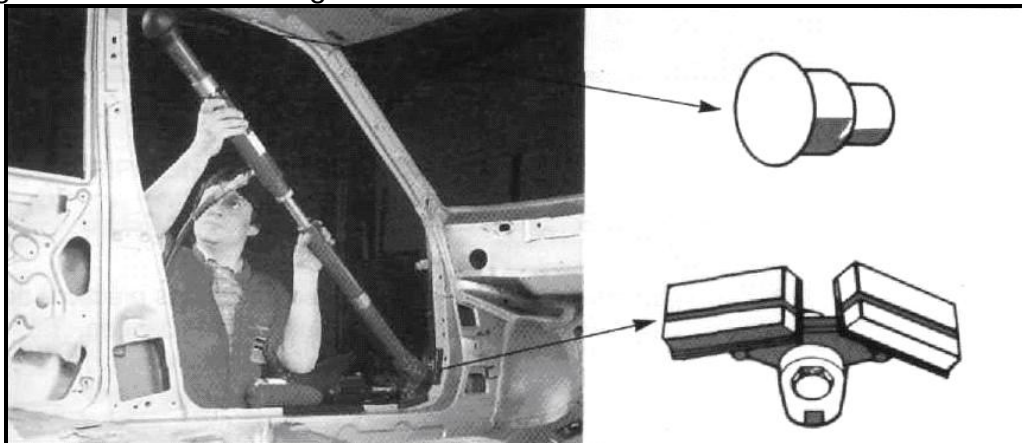
Figura 66. Ganchos universales de tracción.



Fuente: <http://www.mapfre.com/>

- Cabezas de goma para no dañar parte de la carrocería no afectada. Pueden ser de cabeza esférica y de cabeza de cuña en ángulo para adaptarse a las esquinas y ángulos de la carrocería.

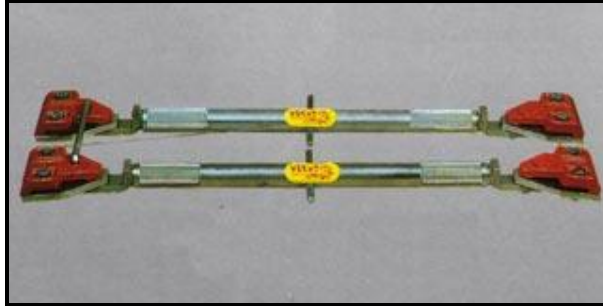
Figura 67. Cabezas de goma.



Fuente: <http://www.mapfre.com/>

- Tirantes para evitar descuadramientos en huecos de puertas.

Figura 68. Tirantes.



Fuente: <http://www.angelfire.com/>

- Polea de reenvío, complemento de los sistemas de estiraje, que se utiliza para realizar tiros hacia abajo y orientar las tracciones.

Figura 69. Polea de reenvío.



Fuente: <http://www.angelfire.com/>

**3.7.3 Caso práctico de estiraje.** A continuación se muestran paso a paso un caso práctico de estiraje, sobre un golpe delantero.<sup>20</sup>

- Vehículo: Renault 12
- Tipo de golpe: Golpe frontal centrado sobre el lado izquierdo del vehículo.
- Sistema de control/medición: Galgas de nivel.
- Operación realizada: Conformación de la carrocería en bancada, sustitución de accesorios diversos, capó delantero, aleta delantera izquierda, frente, traviesa inferior y sección parcial de larguero delantero izquierdo, por ultimo reparación de larguero-pase de rueda delantero izquierdo.

<sup>20</sup> GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación. Barcelona: CEAC. 2002. p 105 – 216.

Figura 70. Golpe delantero de un Renault 12.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

Descripción del proceso:

1. Antes de proceder a la reparación propiamente dicha, es recomendable lavar el vehículo, para evitar que la suciedad pueda ocultar o enmascarar la existencia de pequeños daños.

Figura 71. Lavado del vehículo.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

2. A continuación se sube el vehículo en la bancada con la ayuda de un cabrestante.

Figura 72. Montaje del vehículo en la bancada.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

3. Se desmontan las piezas que puedan entorpecer la reparación y no afectan a la conformación general de toda la estructura; en este caso, capó, paragolpes, rejilla frontal, faros y pilotos.

Figura 73. Desmontaje de piezas.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

4. Aspecto del vehículo desprovisto de todos sus accesorios, listo para comenzar el proceso de conformación.

Figura 74. Vehículo desprovisto de todos sus accesorios.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

5. Las cuatro mordazas de anclaje, se amarran a las pestañas de los estribos.

Figura 75. Montaje de mordazas de anclaje.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

6. Se da un pequeño tirón a la travesía superior, para liberar pequeños accesorios y elementos mecánicos que hayan quedado aprisionados.

Figura 76. Tirón inicial a la travesía superior.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

7. Se desmontan los complementos y accesorios mecánicos estrictamente necesarios para no entorpecer la reparación; en este caso, radiador, canalizadores, etc.

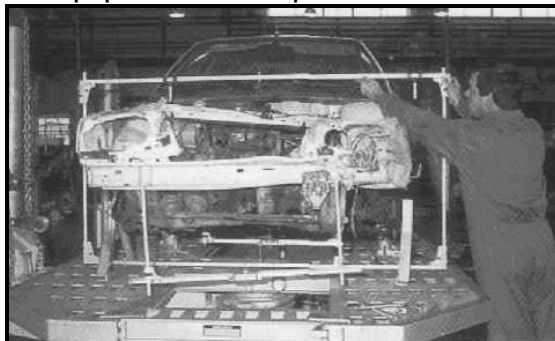
Figura 77. Desmontaje de complementos y accesorios.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

8. A continuación se coloca el equipo de control para determinar las deformaciones sufridas por el vehículo en su estructura.

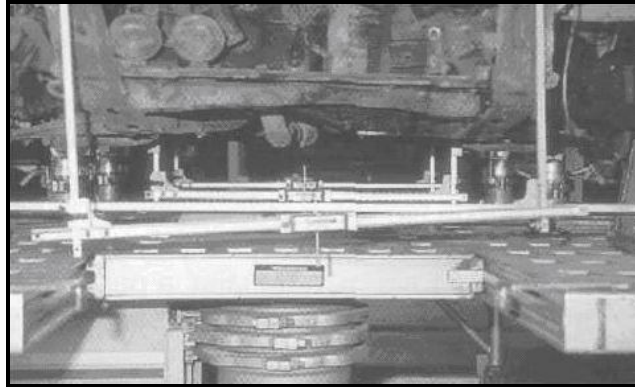
Figura 78. Montaje de equipo de control para determinar deformaciones.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

9. Detalle de las galgas de nivel, mostrando las deformaciones de la estructura; en este caso, la compresión y desviación hacia arriba del larguero delantero izquierdo.

Figura 79. Galgas de nivel.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

10. Una vez comprobadas las deformaciones y a tenor de las mismas, se colocan sobre el vehículo las mordazas sobre las que se aplicarán los tiros; en este caso se colocan dos para repartir los esfuerzos y evitar las tracciones muy puntuales.

Figura 80. Instalación de mordazas.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

11. Como medida de seguridad, debe colocarse una eslinga fijada a las cadenas de tracción y abrazada a la carrocería. De este modo, en caso de rotura de las cadenas o bien de que una mordaza se suelte o desgarre la chapa, se evitará que el conjunto salga despedido, pudiendo causar algún daño grave al operario.

Figura 81. Montaje de eslinga como medida de seguridad.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

12. El proceso de estiraje se realiza de forma progresiva y siguiendo continuamente la evolución de la conformación. Para ello, debe prestarse atención a las arrugas y pliegues de la chapa y a las galgas de nivel.

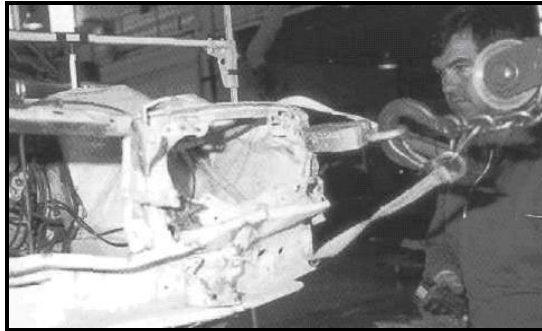
Figura 82. Proceso de estiraje.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

13. Una vez realizada la primera conformación y si no se han recuperado por completo todas las deformaciones, puede ser necesario variar la posición de tiro para realizar trabajos puntuales; en este caso, se efectúa un segundo tiro para trabajar la parte alta del pase de rueda.

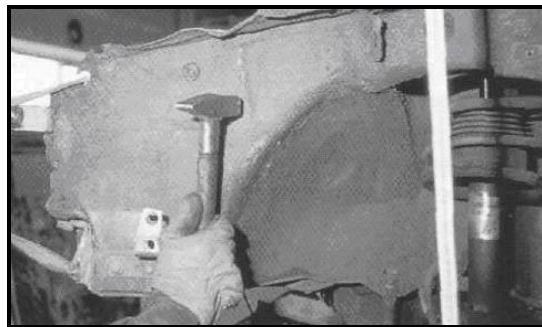
Figura 83. Cambio de posición del tiro.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

14. Cuando se han corregido las arrugas del pase y antes de soltar el tiro, se golpeará la zona con un martillo para aliviar las tensiones internas del material.

Figura 84. Alivio de tensiones con martillo.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

15. En ciertas ocasiones, se hace necesario desmontar el semieje correspondiente, para poder corregir el posicionamiento de la botella de la suspensión.

Figura 85. Desmontaje del semieje.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

16. Aunque en el proceso general de estiraje se ha llevado a su sitio en gran parte la botella de suspensión, se ha hecho preciso dar un pequeño tiro puntual, por medio del útil adecuado, directamente sobre la misma, para dejarla ubicada en su posición correcta.

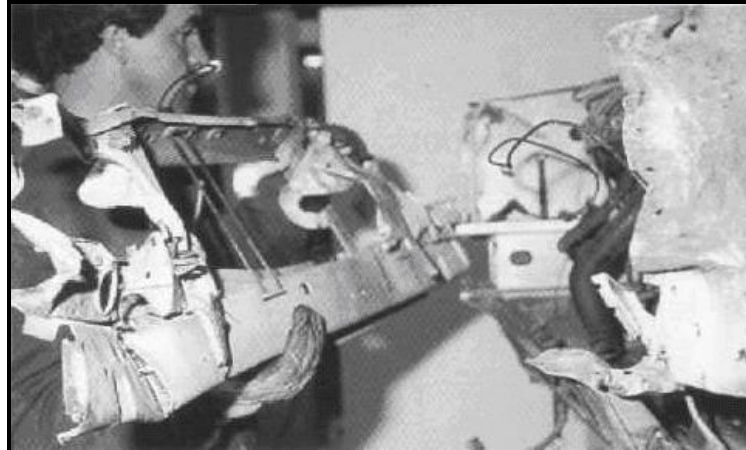
Figura 86. Aplicación de tiro puntual en la suspensión.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

17. Una vez conformada toda la estructura, se procede a retirar el frente del vehículo para poder trabajar adecuadamente las deformaciones que presenta el larguero.

Figura 87. Desmontaje del frente del vehículo.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

18. Deformación en la parte posterior del larguero y que ha sido recogida en un punto fusible del mismo.

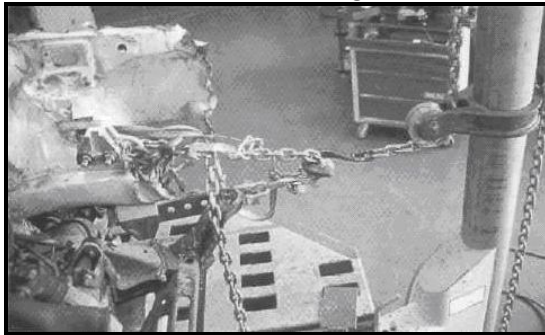
Figura 88. Deformación en la parte posterior del larguero.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

19. Para proceder a corregir las arrugas del larguero, se colocan dos mordazas sobre el mismo; una en su parte superior y otra en la inferior.

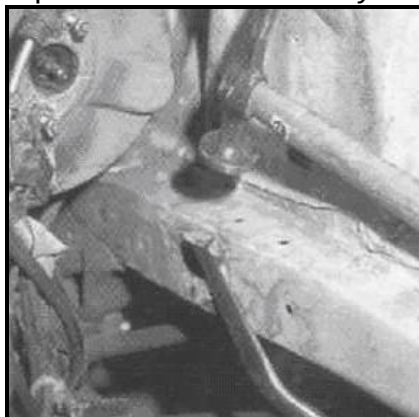
Figura 89. Instalación de mordazas en el larguero.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

20. La arruga se repasa por medio de la palanca de desabollar y el martillo de repasar, manteniendo en todo momento el larguero en tensión.

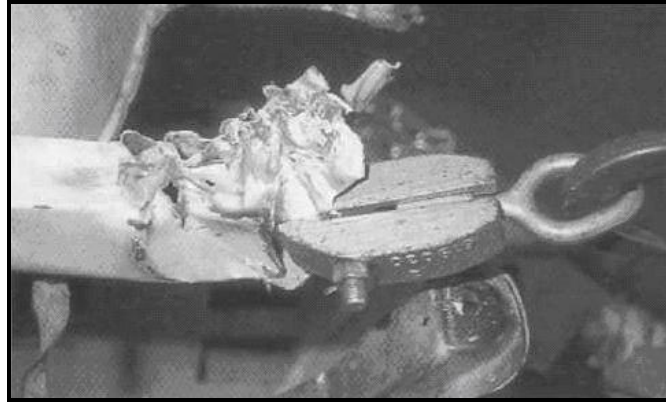
Figura 90. Repasado con palanca de desabollar y martillo.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

21. El larguero se posiciona, en la medida de lo posible, en su ubicación correcta; si bien, conseguir esto implicaría eliminar las arrugas de su tercio anterior.

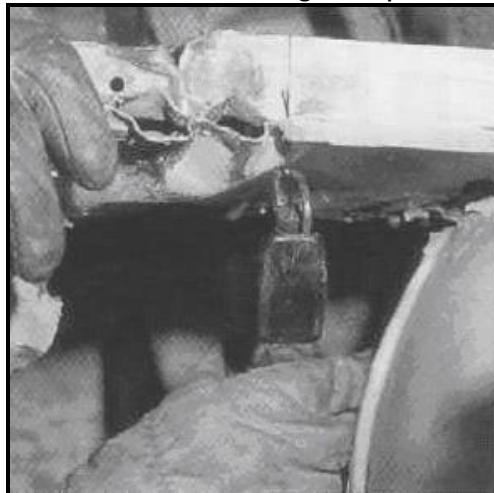
Figura 91. Posicionamiento del larguero.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

22. Una vez conformada toda la carrocería, y debido a la magnitud de las arrugas que el larguero presenta en su tercio anterior, se procede a su sustitución parcial, eliminándose dicha zona.

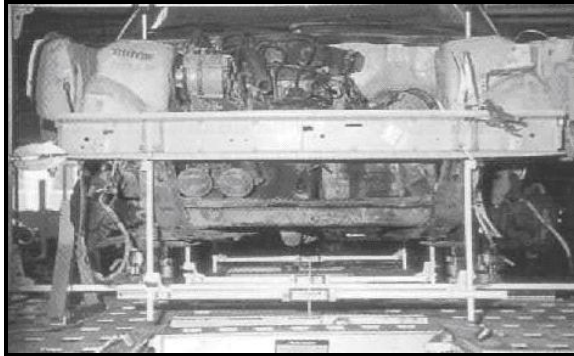
Figura 92. Eliminación de una zona del larguero para sustitución parcial.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

23. Se presenta sobre la carrocería el trozo de larguero nuevo y la traviesa inferior, comprobándose cuidadosamente su correcta ubicación.

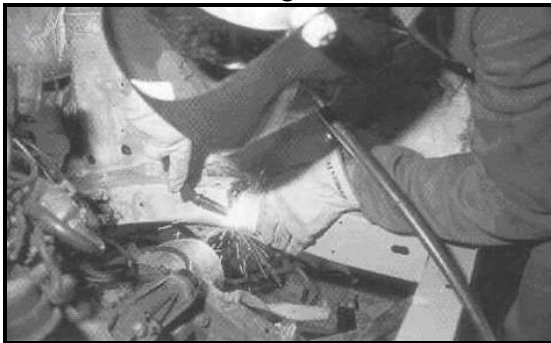
Figura 93. Presentación de la zona del larguero a cambiar.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

24. A continuación, se procede a soldar la línea de unión del larguero mediante soldadura MIG a cordón discontinuo.

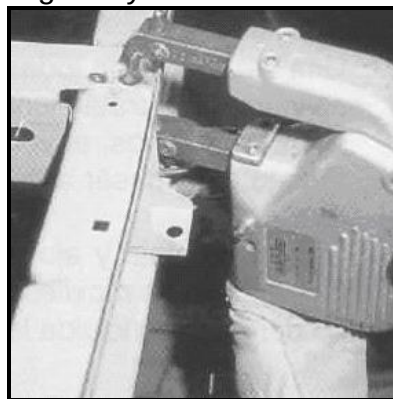
Figura 94. Soldadura de la unión del larguero.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

25. La unión entre el larguero y la travesa inferior se realiza con soldadura por puntos de resistencia.

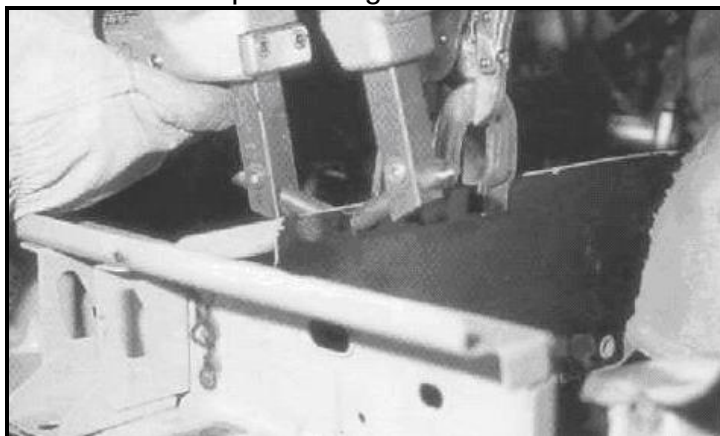
Figura 95. Unión entre el larguero y la travesa.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

26. Finalmente, se suelda la tapa del larguero mediante soldadura por puntos de resistencia, protegiéndose previamente la cara interna de las pestañas con imprimación al cinc.

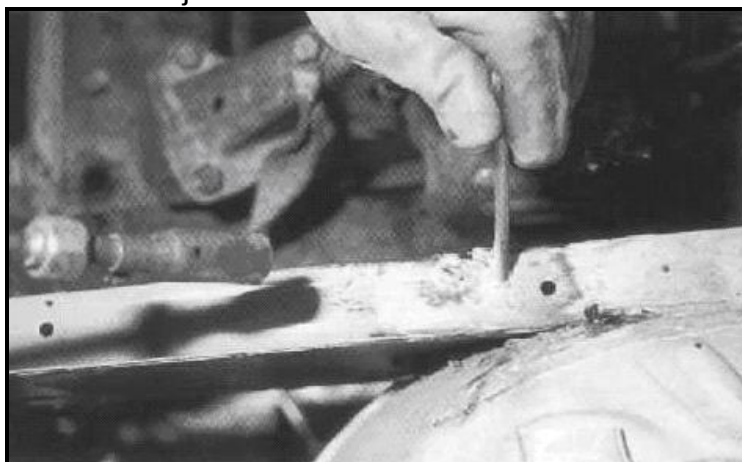
Figura 96. Soldadura de la tapa del larguero.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

27. El acabado de la junta de unión en la sección parcial se realiza con la aplicación de soldadura blanda de estaño-plomo.

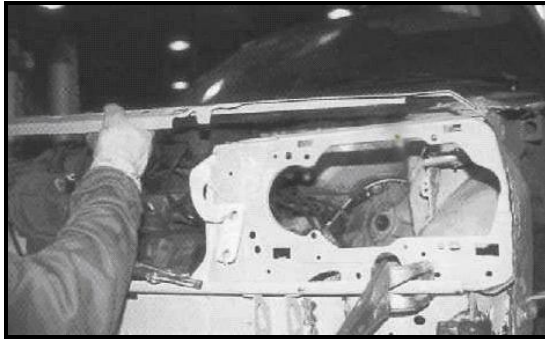
Figura 97. Acabado de la junta con soldadura blanda.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

28. Se montan el resto de piezas como chapas portafaros, travesa superior, etc. de forma provisional, comprobándose el ajuste de las mismas con los elementos adyacentes.

Figura 98. Montaje de accesorios para comprobación de ajustes.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

29. Una vez soldadas todas las piezas y aplicados los tratamientos anticorrosivos necesarios, el vehículo quedará listo para pasar a la zona de pintura. Con el montaje y ajuste final de todas las piezas móviles y accesorios, se dará por concluida la reparación.

Figura 99. Soldadura final de todas las piezas.



Fuente: GIL, Hermógenes. Carrocería: Verificación y Reparación.

### 3.8 PROTECCIÓN Y SEGURIDAD

Las operaciones de corte y desgrapado, al igual que el resto de las actividades que se realizan en un taller de reparación de chapa, encierran unos riesgos que es preciso conocer para adoptar las medidas necesarias en materia de seguridad e higiene con el fin de prevenir posibles accidentes.<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> RODELLAR LISA, Adolfo. Seguridad e higiene en el trabajo. Barcelona: Marcombo. 1988. p 75 – 148.

Las operaciones de corte y desgrapado que se llevan a cabo para la sustitución de piezas que presentan una unión fija se pueden realizar, como se ha visto, manual o mecánicamente.

Figura 100. Equipos de protección de la vista y la cara.



Fuente: <http://www.mapfre.com/>

Con el empleo del cincel manual es frecuente que se produzcan golpes en las manos. Para evitar o disminuir los efectos de este riesgo es necesario utilizar guantes de trabajo y acoplamientos en salvamanos al cincel.

Con frecuencia, las rebabas producidas en los cinceles, como consecuencia del continuo golpeteo del martillo, salen desprendidas a gran velocidad y se pueden incrustar en las partes del cuerpo desprotegidas. Para evitarlo, conviene repasar periódicamente los cinceles en el esmeril y utilizar gafas o pantallas de protección facial. Asimismo, es preciso mantener su filo en óptimas condiciones de corte.

Figura 101. Equipos de protección contra ruidos excesivos



Fuente: <http://www.mapfre.com/>

Tabla 5. Protección y seguridad

| Zonas potencialmente lesivas | Riesgos          | Medidas de prevención y protección      |
|------------------------------|------------------|-----------------------------------------|
| Manos                        | Cortes           | Guantes de trabajo                      |
| Ojos                         | Esquirlas        | Gafas de seguridad<br>Pantalla facial   |
| Oídos                        | Ruidos excesivos | Tapones auditivos<br>Cascos atenuadores |

Fuente: RODELLAR LISA, Adolfo. Seguridad e higiene en el trabajo.

Por otra parte, el cincel neumático es una herramienta muy rápida, versátil y de fácil manejo, pero de uso limitado debido al alto nivel de ruido que produce. La exposición continuada a ruidos de una determinada intensidad puede disminuir la capacidad auditiva hasta causar sordera, también puede afectar al sistema nervioso, provocando alteraciones en el comportamiento. En estos casos es necesario el empleo de equipos de protección personal como cascos y tapones auditivos.

Figura 102. Equipos para la protección de las manos



Fuente: <http://www.mapfre.com/>

Es imprescindible el empleo de guantes de trabajo durante todas las operaciones para evitar cortes en las manos por rebabas o aristas. No hay que olvidar que los espesores de las chapas son muy pequeños.

Figura 103. Protección personal del chapista en operaciones de corte.



Fuente: <http://www.mapfre.com/>

Figura 104. Protección personal en proceso de soldadura.



Fuente: <http://www.mapfre.com/>

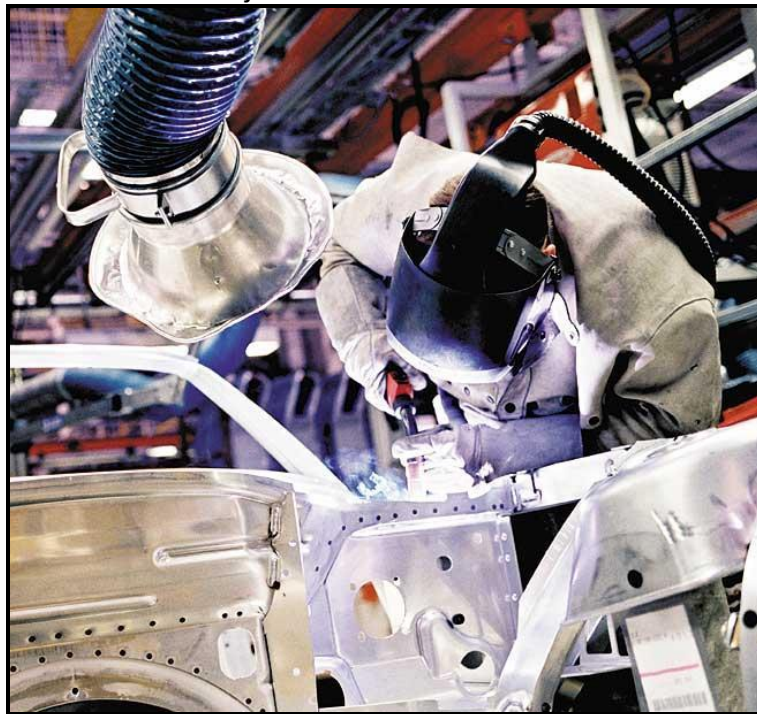
Como se ha indicado, la soldadura por puntos de resistencia se basa en dos efectos: en el calor generado por la resistencia que las chapas que se van a soldar oponen al paso de la corriente eléctrica y en la presión ejercida por los electrodos sobre la chapa. Por lo tanto, los principales riesgos derivados de su empleo son las quemaduras y los eléctricos.

Para realizar un trabajo de calidad y exento de riesgos, hay que regular adecuadamente la intensidad de corriente, evitando así un exceso de material fundido, que se proyectaría fuera de la junta, debido a la presión de los electrodos.

Por la misma razón, es recomendable una limpieza previa de la zona de contacto de los electrodos, así como la ausencia de separación entre las chapas que se van a unir.

No obstante, dado que las salpicaduras se producen inevitablemente, es necesario que el operario se proteja los ojos y la cara con gafas o pantalla facial transparente, así como el interior del vehículo y sus vidrios.

Figura 105. Ambiente en la ejecución de la soldadura.



Fuente: <http://www.mapfre.com/>

El trabajo continuo de la máquina provoca el calentamiento de los electrodos; si éstos no disponen de refrigeración propia, es recomendable tener un cubo de agua en el puesto de trabajo para refrigerarlos periódicamente antes de

que se calienten; así mejora la soldadura y disminuyen los riesgos de quemaduras.

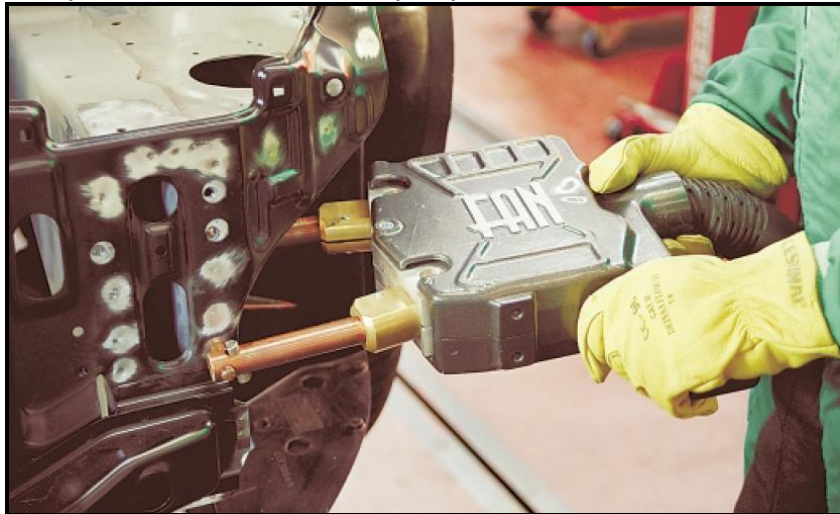
Figura 106. Protección en aplicación de soldadura.



Fuente: <http://www.mapfre.com/>

Los equipos de soldadura por puntos de resistencia poseen una fuente de alimentación conectada a 220 Voltios. Este voltaje, o incluso menores, pueden causar quemaduras grandes o muerte por electrocución. Por consiguiente, es conveniente:

Figura 107. Aplicación de soldadura por puntos de resistencia.



Fuente: <http://www.mapfre.com/>

- ✓ Evitar el contacto con la piel, o de ropas mojadas con partes metálicas en tensión, trabajar con los guantes y la ropa seca.
- ✓ Conectar la máquina a un cuadro eléctrico con diferencial y toma de tierra.

- ✓ Mantener los cables y enchufes en perfectas condiciones.
- ✓ Revisar periódicamente el estado de aislamiento de la máquina.
- ✓ No sobrecargar la máquina por encima de su factor de trabajo.
- ✓ Desconectar el equipo antes de trabajar en su mantenimiento.

Otro aspecto importante es el hecho de que las grandes intensidades con que trabajan estas máquinas originan un campo magnético que puede alterar el funcionamiento de marcapasos y relojes digitales.

Tabla 6. Medidas de Protección y Seguridad en Soldadura por Puntos.

| SOLDADURA POR PUNTOS. MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Empleo de gafas y pantallas faciales para evitar proyecciones.</li> <li>✓ Refrigeración conveniente de los electrodos.</li> <li>✓ Empleo de guantes para evitar quemaduras.</li> <li>✓ Mantenimiento de cables y enchufes.</li> <li>✓ Conexión con diferencial y toma de tierra.</li> <li>✓ Evitar las sobrecargas.</li> <li>✓ No sobrepasar el factor de trabajo.</li> <li>✓ Aislamiento correcto.</li> </ul> |

Fuente: RODELLAR LISA, Adolfo. Seguridad e higiene en el trabajo.

## **4. ESTRUCTURA Y NAVEGACION DEL MANUAL MULTIMEDIA**

El manual multimedia esta constituido por módulos todos diseñados con una interfaz grafica que le brinda al usuario la posibilidad de interactuar en un ambiente agradable, como una pagina web, conformado además por texto didácticamente diseñado, con gráficos que ayudan a aumentar la motivación y colores suaves que no cansan la vista del usuario.

### **4.1 REQUERIMIENTOS**

**4.1.1 Requerimientos de uso.** La aplicación tendrá 2 tipos de usuario, el primero será el encargado de montar los contenidos en la multimedia y actualizar los contenidos de ser necesario, utilizando el programa de Macromedia Dreamweaver, y el segundo, el usuario normal (el estudiante o profesional que consulta el manual multimedia).

Los controles (botones, menús, metáforas, iconos) son sencillos, expresivos, suficientemente legibles, fáciles de asimilar y recordar.

La resolución de la multimedia se acopla a las diferentes resoluciones de pantalla de los monitores, desde 800x600 hasta cualquier otra mayor a esta, y en todas las páginas internas de la multimedia, se tienen enlaces para volver a la página de inicio.

### **4.1.2 Requerimientos de función.**

- ✓ Resaltar el nombre del módulo en el cual se encuentre el usuario.
- ✓ Describir los contenidos de la página (área o sección) en el titulo de la ventana del navegador reflejando la ubicación de la página en la estructura de navegación.
- ✓ Las imágenes y animaciones del sitio posee la suficiente calidad y legibilidad, brindando una función estética y expresiva, para atraer la atención del usuario sobre ciertos contenidos.
- ✓ La página de inicio cuenta con un mapa o índice de contenidos del sitio.
- ✓ En estructuras jerárquicas se colocan enlaces para retroceder al nivel inmediatamente superior.
- ✓ En estructuras lineales se colocan enlaces para volver al inicio de la secuencia.

**4.1.3 Requerimientos estructurales.** Se utilizan estructuras de navegaciones jerárquicas, lineales o secuenciales, de esta forma se aprovecha las zonas de alta jerarquía informativa de la página para los contenidos de mayor relevancia.

Las páginas contarán con un área para menús, un área de información y un área de identificación de cada módulo. La redacción de todos los contenidos informativos de la página será gramaticalmente correcta, buscando claridad en la información y en la exposición de los contenidos.

- ✓ **Requerimientos Técnico – Productivos:** La multimedia se montará en un servidor local, no se trabajaran contenidos dinámicos ni se utilizaran bases de datos. La aplicación fue diseñada utilizando los últimos estándares web y cumpliendo con los requerimientos de accesibilidad.
- ✓ **Requerimientos Formales:** La interfase gráfica es coherente con el tema que se quiere proyectar y adecuada para el tipo de usuario al que se dirige la multimedia.

Se utilizan metáforas en los iconos que funcionan como enlaces para hacer su navegación intuitiva y funcional. Se hacen relaciones de elementos y funciones similares y un contraste entre elementos diferentes.

La composición, la diagramación y el uso del color se busco, para que favorezcan la legibilidad. En el uso del color se tuvo en cuenta, como un recurso para la navegación diferenciando zonas o áreas, estableciendo jerarquías y definiendo la funcionalidad.

La página de inicio y las páginas interiores tienen una diferenciación clara entre ellas, utilizando el mejor texto legible (tipo de fuente, tamaño y color).

**4.1.4 Requerimientos del sistema.** Para empezar a usar el CD “MANUAL MULTIMEDIA DE REPARACION DE CARROCERIAS AUTOPORTANTES” primero se debe contar con un computador con los siguientes requerimientos mínimos:

- ✓ **Hardware.** Procesador Pentium de 200 Mhz, 256 Mb de memoria RAM, espacio disponible de 50 Mb en le disco duro, un monitor de 256 colores con capacidad para mostrar una resolución de 800 x 600 píxeles, y una unidad de CD-ROM.
- ✓ **Software.** Windows 2000 o superior, Internet Explorer 4.0 o superior, Macromedia Dreamweaver 4 (solo para el usuario que desee modificar el material), y Macromedia Flash 5 (solo para el usuario que desee modificar el material).

## 4.2 DIAGRAMACIÓN Y DISTRIBUCIÓN

Es importante resaltar que para la diagramación se partió de un ancho dinámico que se adapte a las diferentes resoluciones de pantalla, la distribución esta formada por 2 columnas: zona de menú y la zona de contenidos, la primera tiene un ancho fijo y la segunda crece de acuerdo al ancho de la pantalla.

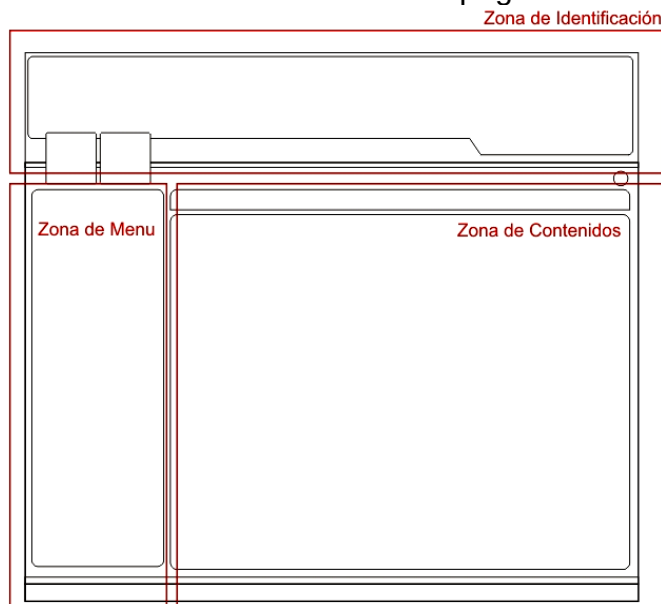
Se tuvo como prioridad la distribución del contenido del sitio (arquitectura de la información) obteniendo un esquema de como se van a disponer los elementos en la pagina (layout), enlaces, texto, logo, y encabezado, como se observa en la figura 108.

En la parte superior se destinó una zona para la identificación de cada módulo, la cual esta conformada con una imagen que identifica el contenido; también se identifica claramente el nombre de la multimedia “Manual Multimedia de Reparación de Carrocerías Autoportantes”.

Esta distribución de dos columnas es la adecuada cuando se necesita manejar grandes cantidades de información, imágenes y animaciones.

Después de definir la estructura de la pagina (layout) se eligieron los colores, tipografía, imágenes y efectos a utilizar en cada zona, como se muestra en la figuras 114 a 117.

Figura 108. Distribución de los elementos de la página.



Fuente: Los autores.

**4.2.1 Manejo del Color.** El color es un elemento importante al utilizar el concepto de usabilidad y navegación de un portal web o una multimedia, en este caso se escogieron cuatro colores que van a identificar cada uno de los módulos:

- Verde: Carrocería del automóvil.
- Azul: Reparación de Carrocerías Autoportantes.
- Beige: Seguridad del Vehículo.
- Naranja: Accidentalidad vial nacional.

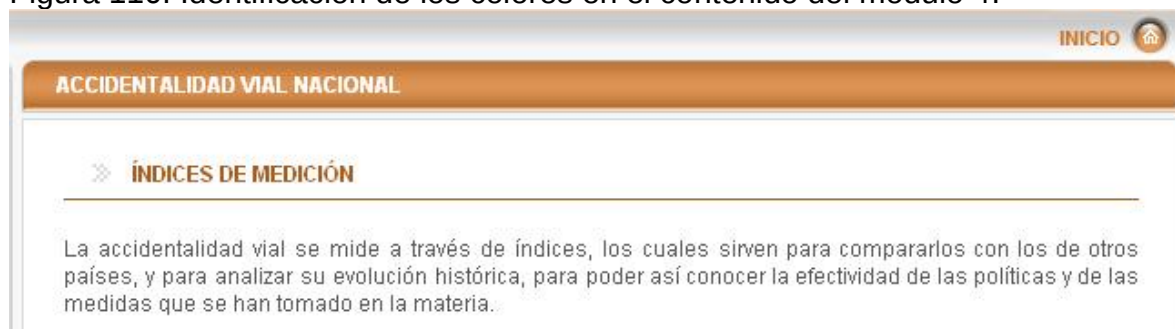
Figura 109. Identificación de los colores de cada modulo.



Fuente: Los autores.

Cada color con sus diferentes tonalidades es utilizado en la presentación de los contenidos de cada capítulo, en títulos, subtítulos, tablas y otros elementos identificativos.

Figura 110. Identificación de los colores en el contenido del modulo 4.



Fuente: Los autores.

A las imágenes que conforman el encabezado se les aplicó un filtro con el color representativo del módulo para crear una coherencia entre el menú, el encabezado y los contenidos de la multimedia.

Figura 111. Encabezados de cada modulo.



Fuente: Los autores.

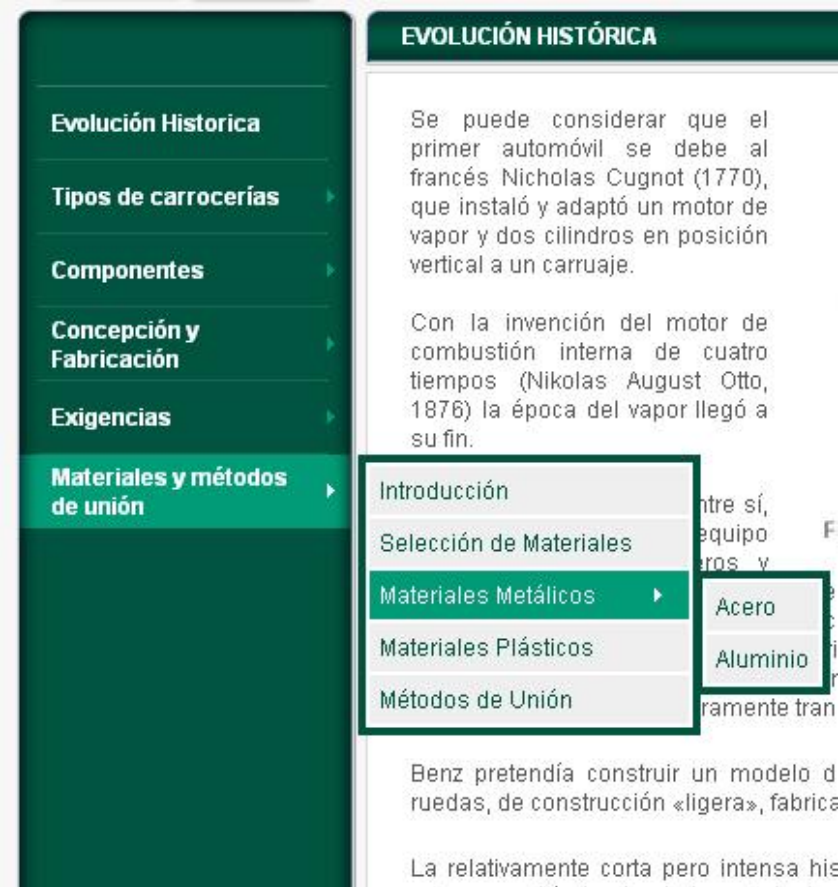
**4.2.2 Menú y submenús.** El menú de navegación esta colocado en un lugar prominente y visible, este menú es de tipo desplegable y muestra hasta 3 niveles de navegación directa.

Los elementos que componen los diferentes menús se encuentran lo suficientemente agrupados permitiendo un fácil reconocimiento y a la vez minimizando los tiempos de respuesta del usuario cuando desea ubicar o dirigirse a determinado contenido.

Se mantiene una navegación coherente a través del menú y se establece claramente la sección el la cual se encuentra el usuario, acompañando este titulo de sección con un submenú auxiliar que permite desplazarse en los diferentes temas de la sección.

En los enlaces de texto se diferencian claramente los estados de estos permitiendo así una mayor orientación del usuario.

Figura 112. Menú y submenús del modulo 1.



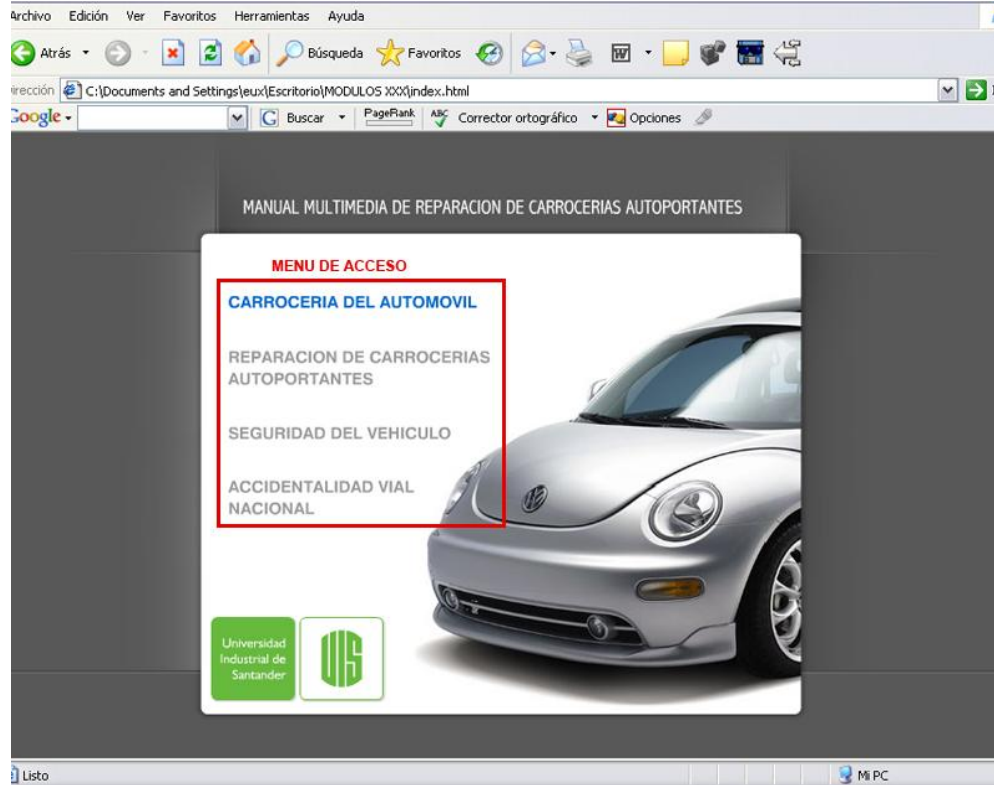
Fuente: Los autores.

### 4.3 NAVEGACION

Según esta estructura se tiene unas zonas bien definidas e identificables por el usuario, la navegación tiene una estructura lineal con jerarquía, la cual permite mostrar contenidos de forma lineal con la opción de volver o cambiar de sección en cualquier momento.

Dentro de esta estructura lineal la multimedia inicia con un intro animado en flash el cual muestra una imagen representativa de cada capítulo con su respectivo título, al finalizar este intro aparece un menú con los cuatro módulos que componen la multimedia, desde este menú podemos acceder directamente a cualquiera de ellos.

Figura 113. Menú de acceso al manual multimedia.



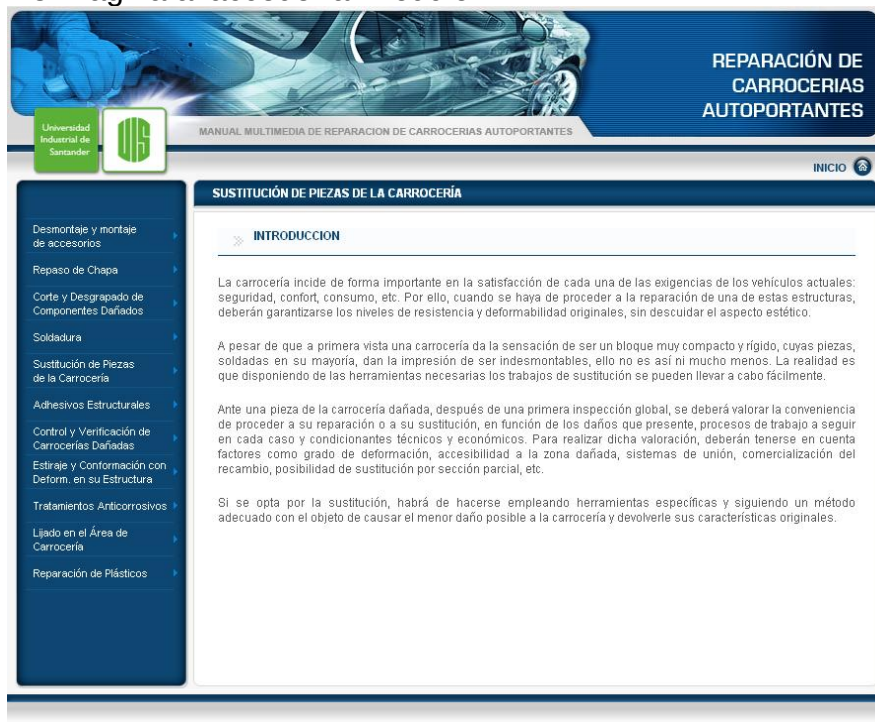
Fuente: Los autores.

Figura 114. Pagina al acceder al modulo 1.



Fuente: Los autores.

Figura 115. Pagina al acceder al modulo 2.



Fuente: Los autores.

Figura 116. Pagina al acceder al modulo 3.



Fuente: Los autores.

Figura 117. Pagina al acceder al modulo 4.



Fuente: Los autores.

Para facilitar la navegación, se ubicó en un lugar visible un botón que permite desde cualquiera de los módulos regresar al menú principal y desde este podemos acceder a otro módulo.

Esta estructura de navegación impide navegar entre los módulos (la idea es evitar confusiones al usuario), para que sea necesario volver al menú principal.

Figura 118. Botón de inicio en cada modulo.



Fuente: Los autores.

## 4.4 ELEMENTOS IDENTIFICATIVOS DEL MANUAL MULTIMEDIA

**4.4.1 Layout de las páginas.** Se aprovechan las zonas de alta jerarquía informativa de la página para contenidos de mayor relevancia como es la columna principal en la cual se muestran todos los contenidos de la multimedia.

**4.4.2 Accesibilidad.** El tamaño tipo de fuente utilizada para los contenidos y para los elementos del menú es arial con un tamaño de 11 píxeles para los textos, tamaño que permite una buena legibilidad y al ser una fuente del sistema se garantiza que todos los usuarios verán la misma versión.

El alto contraste entre el texto y el fondo facilita la lectura; para los títulos se incrementó a 12 píxeles el tamaño de la fuente y se utilizó el color característico de la sección para diferenciarlo de los textos normales.

El sitio es compatible con los diferentes navegadores y se visualiza correctamente con las diferentes resoluciones de pantalla.

Los usuarios pueden disfrutar todos los contenidos del sitio sin tener que descargar e instalar programas adicionales.

Figura 119. Esquema de los elementos de cada página.



Fuente: Los autores.

El bajo peso de la página es un factor muy importante en la navegabilidad; esto se logró con una buena optimización del color, las imágenes, y los fondos que conforman la página; también es importante resaltar la utilización de CSS en la conformación de diferentes elementos que reducen considerablemente el peso en general del portal.

**4.4.3 Elementos multimedia.** La calidad de la imágenes esta optimizada y tienen resolución de 72 dpi, además el formato utilizado fue JPGE.

Se utilizaron imágenes de formato GIFS animados para ilustrar algunos contenidos y animaciones flash, también se incluyeron algunos videos en el modulo 3.

## **4.5 CONTENIDOS DEL MANUAL MULTIMEDIA DE REPARACIÓN DE CARROCERIAS AUTOPORTANTES**

### **4.5.1 Módulo I: Carrocería del Automóvil**

- ✓ **Antecedentes**
- ✓ **Tipos de carrocerías**
  - Introducción
  - Carrocería con chasis independiente
  - Carrocería con chasis-plataforma
  - Carrocería autoportante
- ✓ **Elementos que componen una carrocería autoportante**
  - Introducción
  - Elementos exteriores
  - Elementos interiores
- ✓ **Concepción y fabricación de una carrocería autoportante**
  - Introducción
  - Estudio del mercado
  - Definición de características
  - Realización
- ✓ **Exigencias de la carrocería autoportante**
  - Aerodinámica
  - Necesidades estructurales
  - Seguridad
- ✓ **Materiales y métodos de unión empleados en la fabricación de carrocerías**
  - Introducción
  - Selección de materiales
  - Materiales metálicos

Material es plásticos  
Métodos de unión

#### **4.5.2 Módulo II: Reparación de carrocerías autoportantes**

##### ✓ **Desmontaje y montaje de accesorios**

Introducción

Puertas

Capó delantero

Portón trasero

Capó trasero

Paragolpes

Guarnecido de techo

##### ✓ **Repaso de chapa**

Introducción

Definiciones

Herramientas para la reparación de chapa de acero

Bases fundamentales para la reparación de chapa de acero

Detección de abolladuras

Elección de la herramienta apropiada

Tratamiento mecánico de la chapa

Tratamiento térmico de la chapa

##### ✓ **Corte y desgrapado de componentes dañados**

Introducción

Herramientas Manuales

Herramientas Neumáticas

Herramientas Eléctricas

Protección y Seguridad

##### ✓ **Soldadura**

Introducción

Soldadura por puntos de resistencia

Soldadura de hilo continuo bajo gas protector (MIG/MAG)

Soldadura oxiacetilénica

Soldadura blanda

##### ✓ **Sustitución de piezas de la carrocería**

Introducción

Sustitución de piezas

Sustitución por sección parcial

##### ✓ **Adhesivos estructurales**

Introducción

Aplicación de adhesivos en el automóvil

Características de las uniones pegadas

Adhesivos estructurales  
Unión con adhesivos  
Combinaciones con elementos mecánicos de unión  
Protección y seguridad  
Caso práctico de aplicación

✓ **Control y verificación de carrocerías dañadas**

Introducción  
Comportamiento de una carrocería autoportante ante una colisión  
Fuerzas involucradas en una colisión  
Análisis de una colisión tipo  
Diagnostico previo  
La bancada

✓ **Estiraje y conformación de una carrocería con deformaciones en su estructura**

Principios básicos del estiraje  
Normas básicas para el enderezado de carrocerías  
Sistemas y equipos de estiraje  
Casos prácticos de estiraje  
Protección y seguridad

✓ **Tratamientos Anticorrosivos**

Introducción  
El fenómeno de la corrosión  
Procedimientos empleados contra la corrosión en el automóvil  
Protección anticorrosiva en fabricación  
Protección anticorrosiva en reparación  
Protección y Seguridad

✓ **Lijado en el Área de Carrocería**

Introducción  
Conocimiento de los Abrasivos  
Herramientas y Equipos  
Recomendaciones  
Protección y Seguridad

✓ **Reparación de Plásticos**

Plásticos más Utilizados en el Automóvil  
Identificación de Plásticos  
Tratamiento de Deformaciones  
Reparación de Termoplásticos  
Reparación de Termoestables  
Protección y Seguridad

#### **4.5.3 Módulo III: Seguridad del vehículo**

- ✓ **Sistemas de seguridad**

- Introducción

- Seguridad activa

- Seguridad Pasiva

- ✓ **Pruebas de choque**

- Introducción

- Prueba de impacto frontal

- Prueba de impacto lateral

- Prueba de impacto a peatones

- Prueba del poste

- Los Dummies

- ✓ **Estándar de seguridad para vehículos con carrocería autoportante**

- Superminis

- Automóviles familiares pequeños

- Automóviles familiares grandes

- Automóviles ejecutivos

#### **4.5.4 Módulo IV: Accidentalidad vial nacional**

- ✓ **Indices de Medición**

- ✓ **Las Fuentes de información en el país**

- ✓ **Datos Globales**

- Evolución

- Los costos de la accidentalidad vial

- Incremento de la población

- Causas

- Sexo y edad

- Distribución por áreas

- Clases de Accidente

- ✓ **La experiencia internacional**

- ✓ **Conclusiones**

## 5. CONCLUSIONES

- ✓ Se elaboro la herramienta multimedia **MANUAL MULTIMEDIA DE REPARACIÓN DE CARROCERIAS AUTOPORTANTES**, la cual facilita el conocimiento del vehículo, muestra las posibilidades de reparación de los diferentes componentes de la carrocería autoportante, de igual manera describir los sistemas de seguridad que nos ofrecen los vehículos con este tipo de carrocería, y un análisis de la accidentalidad vial nacional.
- ✓ Los diferentes capítulos y apartados tratan de abarcar aquellos conocimientos genéricos, que ayuden a situarse al lector, y los aspectos concretos que puedan servir al más meticulouso de los profesionales de la reparación. La simple lectura del título de cada sección proporciona una idea bastante aproximada de hasta qué punto se ha profundizado en el tema. Se estudia la carrocería y cada uno de sus componentes, los sistemas de unión, el material de que están contruidos, los daños que pueden presentar, los equipos y productos que se deben utilizar y cómo hacerlo, los preparativos y la verificación post-reparación, la seguridad del automóvil y la accidentalidad vial en Colombia.
- ✓ Hubiera sido muy fácil haber investigado apoyados en la técnica «pura y dura». Eso nos hubiera proporcionado un manual, probablemente más extenso, manejando conceptos de gabinete de ingeniería, pero muy alejado de las necesidades cotidianas de la mayoría. Por eso se tuvo extremo cuidado en la redacción y los apoyos gráficos.
- ✓ Se sistematizo conocimientos de talleres especializados, que permitieron una importante ayuda para cada uno de los casos prácticos y contenidos mostrados en el manual multimedia.
- ✓ En todo el contenido se manejo un texto fácil, que evitara en lo posible los tecnicismos y, si no se explica su significado. Pues como se preveo que las personas que se acercarían a este manual serían muy heterogéneas, hemos escrito para que todos, lleguen hasta donde lleguen, obtengan un conocimiento válido y útil en sí mismo.
- ✓ La información gráfica que acompaña a los textos tiene la validez para ayudar a comprenderlos y a hacerlos más digeribles y, en el caso de la descripción de los procesos, incluso si éstos no existiesen.

## BIBLIOGRAFÍA

**ALONSO PEREZ, José Manuel.** Técnicas del Automóvil. Madrid: Paraninfo. 1993. p 452 - 485.

**AVENDAÑO, Luis.** Iniciación a los plásticos. Barcelona: Centro Español de Plásticos. 1992. 150 p.

**CALVO MARTIN, Jesús.** Mecánica del Automóvil. Zaragoza: Reverte. 1997. 250 p.

**CAPUZ RIZO, Salvador.** Introducción al proyecto de producción. México: Alfaomega. 1999. p 103 – 136.

**CASTRO VICENTE de, Miguel.** Carrocería y pintura. Barcelona: CEAC. 1996. 422 p.

**CROUSE, W. H. y ANGLIN, D. I.** Reparación y pintado de carrocerías del automóvil. Barcelona: Marcombo. 1986. p 188 – 245.

**CENTRAL MOTOR HYUNDAI.** Entrevista con Jefe de Taller. Bucaramanga, 06 de Junio de 2006.

**DANNER, Max.** La moderna reparación de carrocerías. Madrid: MAPFRE. 2003. 384 p.

**FERNANDEZ MEJIA, Francisco José.** Por el respeto a la vida y a la vía. [documento consecutivo en línea]. Ministerio de Transporte Republica de Colombia. Estadísticas Sector Transporte. [citado 2002-01]. Disponible en: <[http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Biblioteca/documentos/PDF/diagnostico\\_Colombia.pdf](http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Biblioteca/documentos/PDF/diagnostico_Colombia.pdf)>.

**FERNANDEZ MEJIA, Francisco José.** Accidentalidad vial en Colombia 2007. [documento consecutivo en línea]. Fondo de Prevención Vial. [Citado 2008-07]. Disponible en: <<http://www.fonprevial.org.co/index1.php?op=cat&f=2&idCa=5&idS=101>>.

**GIL, Hermógenes.** Carrocería: Verificación y Reparación. Barcelona: CEAC. 2002. p 105 – 216.

**GIL, Hermógenes.** Electromecánica para el carroceros. Barcelona: CEAC. 2001. p 55 – 92.

**GILLESPIE, Thomas D.** Fundamentals of vehicle dynamics. New York: SAE. 1992. 670 p.

**LIESA, Francisco y BILURBINA, Luis.** Adhesivos industriales. Barcelona: Marcombo. 1998. p 25 – 49.

**LOBJOIS, Charles.** Uniones y soldaduras. Barcelona: CEAC. 2004. 245 p.

**MOSLEY, Max.** Test Procedures [Procedimientos de Prueba]. European New Car Assessment Programme [Programa Europeo de cumplimiento de normas de autos nuevos]. [citado 2002-01]. Disponible en: <[http://www.euroncap.com/content/test\\_procedures/introduction.php](http://www.euroncap.com/content/test_procedures/introduction.php)>.

**MUNDIAL DE COLISIONES.** Entrevista con Jefe de Taller. Bucaramanga, 15 de Septiembre de 2004.

**NIGRO N., DELIA J., STORTI M., FRANCK G.** Análisis aerodinámico de un automóvil mediante CFD. Santa Fe (Argentina): Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería CIMEC. 2004.

**RODELLAR LISA, Adolfo.** Seguridad e higiene en el trabajo. Barcelona: Marcombo. 1988. p 75 – 148.

**VILLEGER, Yvon.** Reparación de carrocerías, técnica y práctica. Barcelona: CEAC. 1990. p 15 – 134.

**WONG, J. Y.** Theory of ground vehicles. Ottawa: Carleton University. 2001. p 203 – 292.