



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## **EXTENSIÓN LATACUNGA**

### **DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MINIVAN, EN UN  
VEHÍCULO MINI AUSTIN DE PROPIEDAD DE LA FLORÍCOLA  
VIBRAFLOWERS”**

**LUIS FELIPE SALGUERO GARZÓN  
ISRAEL FERNANDO TRÁVEZ BRAZALES**

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del  
grado de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ  
AÑO 2014**

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

### **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

NOSOTROS:                      LUIS FELIPE SALGUERO GARZÓN  
   ISRAEL FERNANDO TRÁVEZ BRAZALES

#### **DECLARAMOS QUE:**

El proyecto de grado denominado: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MINIVAN, EN UN VEHÍCULO MINI AUSTIN DE PROPIEDAD DE LA FLORÍCOLA VIBRAFLOWERS" ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondientes cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Marzo del 2014.

---

Luis F. Salguero G.  
C.I. 050295265-8

---

Israel F. Trávez B.  
C.I. 050326315- 4

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS- ESPE

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**CERTIFICADO**

Ing. Guido Torres (DIRECTOR)

Ing. Germán Erazo (CODIRECTOR)

**CERTIFICAN**

Que el trabajo titulado " DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MINIVAN, EN UN VEHÍCULO MINI AUSTIN DE PROPIEDAD DE LA FLORÍCOLA VIBRAFLOWERS" realizado por LUIS FELIPE SALGUERO GARZÓN E ISRAEL FERNANDO TRAVÉS BRAZALES, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.

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

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a los señores: LUIS FELIPE SALGUERO GARZÓN E ISRAEL FERNANDO TRAVÉS BRAZALES, que lo entreguen al ING. JUAN CASTRO CLAVIJO, en su calidad de Director de la Carrera de Ingeniería Automotriz.

Latacunga, Marzo del 2014.

---

Ing. Guido Torres  
DIRECTOR

---

Ing. Stalin Mena  
CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

## **AUTORIZACIÓN**

Nosotros: LUIS FELIPE SALGUERO GARZÓN  
ISRAEL FERNANDO TRÁVEZ BRAZALES

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución, del trabajo: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MINIVAN, EN UN VEHÍCULO MINI AUSTIN DE PROPIEDAD DE LA FLORÍCOLA VIBRAFLOWERS" cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Marzo del 2014.

---

Luis F. Salguero G.  
C.I. 050295265-8

---

Israel F. Trávez B.  
C.I. 050326315- 4

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo con mucho amor a quienes son pilar fundamental de la persona en la cual me he convertido.

### **A mis padres:**

Salomé y Felipe, porque de ustedes aprendí uno de los valores más grandes, la humildad, porque han sido mi soporte y me han amado sin importar mis errores, porque formaron mi carácter y personalidad, porque a pesar de la distancia nunca me abandonaron y permanecieron en mi corazón, por su preocupación y sobre todo porque han sido y serán siempre el motor de mi vida.

### **A mis hermanos:**

Que han sido mis compañeros de vida y de aventuras; Rolando como un ejemplo, el que me ha enseñado muchas cosas desde pequeño hasta el día de hoy y Diana como mi segunda madre tú me cuidaste, ayudaste y me enseñaste como ser una mejor persona día a día, a los dos por compartir conmigo penas y alegrías porque vinimos de un mismo vientre y estaremos juntos siempre.

### **A mis Sobrinos:**

A Gonzalito y Felipito, que con su llegada a mi vida me dieron una de las alegrías más grandes que una persona puede sentir.

### **A mi familia:**

En especial a mis tíos Adela y Blas y a mis primos toda la generación del 2002 que me acogieron cuando lo necesitaba que creyeron en mi brindándome su apoyo y cariño.

Y al resto de familiares que siempre estuvieron cerca aconsejándome y cuidándome.

A mis abuelitos Simona y Moisés, en especial a mi abuelito que desde el jardín apoyó mis estudios.

### **A mis amigos:**

Porque ellos son un pilar más para poder culminar esta etapa de mi vida, con ellos hemos pasado y compartido momentos buenos y malos.

**Felipe Salguero.**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, la Sra. Susana Brazales y el Sr. Fernando Trávez que son las personas a quien debo todo lo que soy ahora, porque con sus consejos han hecho que me supere en la vida. A ellos que no han hecho más que apoyarme en cualquier situación que se me ha presentado. A Ellos que simplemente han creído siempre en mí.

A toda mi familia que siempre ha estado pendiente de mi beneficio personal.

A mis dos Abuelitas que son ejemplos de superación y éxito en la vida.

Israel.

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios, por bendecirme para poder llegar hasta donde he llegado.*

*A Mis Padres y Hermanos, por su amor, apoyo incondicional y por todo lo que me han enseñado durante toda mi vida.*

*A mis familiares que me han ayudado siempre y me han dado el impulso para cumplir todos mis objetivos.*

*A mis Profesores, por su ayuda y guía en el desarrollo de la carrera y a los directores que han contribuido en el desarrollo del presente proyecto.*

*Finalmente agradecer a todas aquellas personas que de alguna manera hicieron posible la culminación de mis estudios y de este proyecto y que no las menciono muchas gracias.*

**Felipe Salguero**

## **AGRADECIMIENTO**

A DIOS que ha sido guía para poder llegar a culminar mi carrera estudiantil, a Él le debo todos los logros de mi vida.

A mis padres Susana y Fernando. A Ellos que de una manera desinteresada me han dado todo su cariño y apoyo para llegar a cumplir una más de mis metas.

A mi hermana Alejandra que siempre ha estado pendiente de mi bienestar universitario.

A la Universidad de la Fuerzas Armadas- ESPE- Latacunga por darme la oportunidad de enrolarme en sus filas y alcanzar una meta más en mi vida profesional.

A mis amig@s en general que me han apoyado cada momento de mi vida.

Israel.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  |       |
|--|-------|
| PORTADA .....  | i     |
| DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....                             | ii    |
| CERTIFICADO.....   | iii   |
| AUTORIZACIÓN.....  | iv    |
| DEDICATORIA.....   | v     |
| AGRADECIMIENTO.....  | vii   |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS.....  | ix    |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....  | xiii  |
| ÍNDICE DE TABLAS.....  | xvii  |
| ÍNDICE DE ECUACIONES.....  | xviii |
| RESUMEN.....   | 1     |
| ABSTRACT .....   | 2     |
| CAPÍTULO I.....  | 3     |
| EL PROBLEMA .....  | 3     |
| 1.1 ANTECEDENTES .....   | 3     |
| 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                             | 3     |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA A<br>RESOLVER ..... | 4     |
| 1.4 OBJETIVOS .....  | 4     |
| 1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....                                      | 4     |
| 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                                 | 4     |
| 1.5 ÁREA DE INFLUENCIA .....                                     | 5     |
| 1.6 DESCRIPCIÓN RESUMIDA DEL PROYECTO .....                      | 5     |
| 1.7 METAS.....   | 6     |
| 1.8 HIPÓTESIS .....  | 6     |
| CAPÍTULO II.....   | 7     |
| FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....  | 7     |
| 2.1. EL MINI AUSTIN.....   | 7     |

|                                       |   |    |
|---------------------------------------|---|----|
| 2.2.                                  | CARACTERÍSTICAS DEL MINI AUSTIN.....          | 11 |
| 2.2.1.                                | MOTOR.....                                    | 11 |
| 2.2.2.                                | ENCENDIDO .....                               | 11 |
| 2.2.3.                                | DIRECCIÓN.....                                | 12 |
| 2.2.4.                                | FRENOS .....                                  | 12 |
| 2.2.5.                                | TRANSMISIÓN .....                             | 12 |
| 2.2.6                                 | DIMENSIONES DE FÁBRICA. ....                  | 13 |
| 2.2.7                                 | PESOS.....                                    | 15 |
| 2.3.                                  | PARTES DE LA REPOTENCIACIÓN DEL MOTOR.....    | 15 |
| 2.3.1.                                | LOS PISTONES .....                            | 15 |
| 2.3.2.                                | LOS ANILLOS.....                              | 16 |
| 2.3.3.                                | EL CARBURADOR.....                            | 19 |
| 2.3.4.                                | AVERÍAS DEL CARBURADOR. ....                  | 23 |
| 2.3.5.                                | BUJÍAS. ....                                  | 26 |
| 2.3.6.                                | SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DEL MOTOR.....       | 29 |
| 2.3.7                                 | SISTEMA DE TRANSMISIÓN.....                   | 35 |
| 2.3.8.                                | SISTEMA DE FRENOS .....                       | 36 |
| 2.3.9.                                | SISTEMA DE SUSPENSIÓN .....                   | 38 |
| 2.4.                                  | CONCEPTOS PARA EL DISEÑO.....                 | 40 |
| 2.4.1                                 | ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS .....           | 41 |
| CAPÍTULO III .....                    |   | 43 |
| DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA MINIVAN..... |   | 43 |
| 3.1.                                  | INTRODUCCIÓN .....                            | 43 |
| 3.2.                                  | PARÁMETROS DE DISEÑO .....                    | 45 |
| 3.3.                                  | DETERMINACIÓN DE CARGAS.....                  | 47 |
| 3.4.                                  | SELECCIÓN Y CONFIGURACIÓN DE MATERIALES. .... | 51 |
| 3.5.                                  | ANÁLISIS DE TENSIONES .....                   | 59 |
| CAPÍTULO IV .....                     |   | 67 |
| REPOTENCIACIÓN DEL MOTOR.....         |   | 67 |

|                             |  |     |
|-----------------------------|--|-----|
| 4.1.                        | DIAGNÓSTICO PRELIMINAR ANTES DE DESARMAR EL MOTOR..... | 67  |
| 4.2                         | DESARMADO DEL MOTOR.....                               | 68  |
| 4.2.1                       | DESARMADO DE LOS COMPONENTES EXTRAS DEL MOTOR.....     | 68  |
| 4.2.2                       | DESPIECE DEL CABEZOTE.....                             | 70  |
| 4.2.3.                      | DESMONTAJE DEL BLOCK. ....                             | 72  |
| 4.3                         | RECTIFICACIÓN DE LAS PARTES.....                       | 80  |
| 4.3.1                       | CONTROL DEL BLOCK.....                                 | 80  |
| 4.3.2                       | CONTROL DEL CIGÜEÑAL.....                              | 81  |
| 4.3.3                       | PLANITUD DE LA CULATA.....                             | 83  |
| 4.3.4                       | PROCESOS DE RECTIFICACIÓN.....                         | 83  |
| 4.4                         | TRATAMIENTO DE LAS PARTES RECTIFICADAS. ....           | 86  |
| 4.5.                        | ENSAMBLAJE DEL MOTOR.....                              | 87  |
| 4.5.1                       | ARMADO DE LA CULATA.....                               | 87  |
| 4.5.2.                      | ENSAMBLAJE DEL BLOQUE CILINDROS.....                   | 88  |
| 4.5.3.                      | ENSAMBLAJE DEL CABEZOTE CON EL BLOCK.....              | 98  |
| 4.5.4                       | ARMADO DE LOS ELEMENTOS EXTERNOS DEL MOTOR.....        | 99  |
| 4.6                         | SISTEMA DE SUSPENSIÓN Y FRENOS Y EMBRAGUE.....         | 100 |
| 4.7.                        | MONTAJE DEL MOTOR.....                                 | 104 |
| 4.8                         | PRUEBA DE POTENCIA EN EL DINAMOMETRO. ....             | 105 |
| 4.9                         | DIAGRAMA DE PROCESO. ....                              | 109 |
| CAPÍTULO V.....             |  | 110 |
| CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE..... |  | 110 |
| 5.1                         | CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE.....                            | 110 |
| 5.1.1                       | CONSTRUCCIÓN DE LOS MOLDES DE LAS PIEZAS.....          | 110 |
| 5.1.2                       | CONSTRUCCIÓN DE LAS PIEZAS.....                        | 112 |
| 5.2.                        | CORTE DE LA CARROCERÍA.....                            | 115 |
| 5.2.1                       | CORTE DE DIVISIÓN INTERIOR.....                        | 115 |
| 5.2.2                       | CORTE.....   | 116 |

|  |     |
|--|-----|
| 5.3 SELLADO DE LA PARTE POSTERIOR .....              | 117 |
| 5.3.1 DESMONTAJE Y PREPARACIÓN DE LA PUERTA .....    | 117 |
| 5.4 UNIÓN DE LAS DOS PARTES DE LA CARROCERÍA.....    | 121 |
| 5.4.1 COLOCACIÓN DE LAS EXTENSIONES .....            | 122 |
| 5.4.2 SELLADO CON LA FIBRA DE VIDRIO .....           | 123 |
| 5.4.3 REFORZAMIENTO DE EL PISO .....                 | 124 |
| 5.4.4 CUBRIMIENTO DE LA LA PARTE BAJA DEL PISO ..... | 124 |
| 5.4.5 PASO FINAL DEL PISO.....                       | 125 |
| 5.5 PUERTA POSTERIOR .....                           | 125 |
| 5.6 CHAPISTERÍA Y PINTURA .....                      | 127 |
| 5.6.1 CHAPISTERÍA .....                              | 127 |
| 5.6.2 PINTURA.....                                   | 129 |
| 5.7 ACABADOS.....                                    | 130 |
| 5.7.1 COLOCACIÓN DE LAS VENTANAS. ....               | 130 |
| 5.7.2 TAPIZADO.....                                  | 130 |
| 5.8. DIAGRAMA DE PROCESO.....                        | 134 |
| CAPÍTULO VI.....                                     | 135 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....                 | 135 |
| 6.1. CONCLUSIONES. ....                              | 135 |
| 6.2. RECOMENDACIONES.....                            | 136 |
| BIBLIOGRAFÍA.....                                    | 137 |
| ANEXOS.....  | 139 |
| ANEXO A .....  | 140 |
| ANEXO B .....  | 141 |
| ANEXO C .....  | 155 |
| ANEXO D .....  | 158 |
| ANEXO E.....   | 168 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1.1: Minivan Original .....  | 5  |
| Figura 2.1: El Mini .....   | 8  |
| Figura 2. 2: Mini de 1961 .....   | 9  |
| Figura 2. 3: Mini cooper 1990.....  | 10 |
| Figura 2. 4: Mini Cooper actual .....   | 10 |
| Figura 2.5: Dimensiones originales del vehículo mini 1000. ....   | 13 |
| Figura 2. 6: Medidas mini 1000 .....  | 14 |
| Figura 2.7: Marcha Lenta.....   | 20 |
| Figura 2.8: Aceleración.....  | 21 |
| Figura 2.9: Marcha normal.....  | 21 |
| Figura 2.10: Arranque en frio.....  | 22 |
| Figura 2.11: Armado del radiador.....   | 29 |
| Figura 2. 12: Armado del radiador.....  | 37 |
| Figura 2.13: Partes del sistema de suspensión .....   | 40 |
| Figura 2. 14: Modelo CAD de una pieza y el mismo modelo subdividido<br>en piezas pequeñas (elementos). ....     | 42 |
| Figura 3.1: Representación de un automóvil mediante superficies<br>estructurales simples. ....                  | 43 |
| Figura 3.2: Distribución de cargas de flexión en las superficies<br>estructurales simples de un automóvil. .... | 45 |
| Figura 3.3: Distribución y puntos de aplicación de las cargas.....  | 46 |
| Figura 3.4: Distribución de las cargas en la MINIVAN. ....  | 47 |
| Figura 3.5: Cargas en los bordes y extremos de cada una de las SSSs.....  | 49 |
| Figura 3.6: Modelado 3D de la carrocería dela MINIVAN.....  | 53 |
| Figura 3.7: Asignación de cargas y sujeciones de la MINIVAN.....  | 62 |
| Figura 3.8: Mallado de la estructura de la MINIVAN.....   | 63 |
| Figura 3.9: Distribución del esfuerzo de Von Mises en la estructura<br>de la MINIVAN. ....                      | 64 |
| Figura 3.10: Distribución de desplazamientos resultantes en la estructura<br>de la MINIVAN. ....                | 65 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 3.11: Distribución del factor de seguridad en la de la MINIVAN.....   | 66 |
| Figura 4.1: Motor Mini Austin.....   | 68 |
| Figura 4.2: Carburador y distribuidor del Mini Austin.....   | 68 |
| Figura 4. 3: Bomba de gasolina y taques. ....  | 69 |
| Figura 4.4: Filtro de lubricación.....   | 70 |
| Figura 4.5: Desmontaje del cabezote. ....  | 70 |
| Figura 4. 6: Paredes de la cámara de combustión con exceso de carbonilla<br>y fugas de aceite por los asientos de válvulas. .... | 71 |
| Figura 4.7: Desmontaje de las válvulas. ....   | 71 |
| Figura 4.8: Desmontaje del embrague. ....  | 72 |
| Figura 4.9: Disco de embrague usado. ....  | 72 |
| Figura 4.10: Desmontaje del piñón de transmisión.....  | 73 |
| Figura 4.11: Verificación del juego axial del cigüeñal. ....   | 73 |
| Figura 4.12: Carbonilla en la cabeza del pistón. ....  | 74 |
| Figura 4.13: Verificación de medida del pistón. ....   | 74 |
| Figura 4.14: Verificación de juego axial del pistón. ....  | 75 |
| Figura 4.15: Señalamiento de las tapas de biela y bancada. ....  | 75 |
| Figura 4.16: Extracción del conjunto biela-pistón. ....  | 76 |
| Figura 4.17: Medición de holgura de rin 0.061” ..... 76  | 76 |
| Figura 4.18: Bomba de aceite y verificación de la misma. ....  | 77 |
| Figura 4.19: Cadena de distribución y piñones.....   | 78 |
| Figura 4.20: Desmontaje del cigüeñal.....  | 79 |
| Figura 4.21: Árbol de levas y triángulo de seguridad. ....   | 80 |
| Figura 4.22: Toma de medidas de los cilindros. ....  | 84 |
| Figura 4.23: Toma de medidas de los cilindros. ....  | 85 |
| Figura 4.24: Lavado de las partes del motor. ....  | 87 |
| Figura 4.25: Armado de la culata. ....   | 88 |
| Figura 4.26: Restauración del bloque motor. ....   | 88 |
| Figura 4.27: Armado del conjunto biela manivela.....   | 89 |
| Figura 4.28: Pulido del cigüeñal. ....   | 90 |
| Figura 4.29: Montaje del árbol de levas.....   | 90 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 4.30: Colocación de los cojinetes. ....                         | 91  |
| Figura 4.31: Cigüeñal.....   | 92  |
| Figura 4.32: Cigüeñal.....   | 92  |
| Figura 4.33: Comprobación del torque. ....                             | 93  |
| Figura 4.34: Comprobación de la luz de aceite.....                     | 94  |
| Figura 4.35: Proceso de colocación del conjunto biela-pistón.....      | 95  |
| Figura 4.36: Bomba de aceite. ....                                     | 95  |
| Figura 4.37: Colocación del triángulo de seguridad .....               | 96  |
| Figura 4.38: Sincronización de la distribución .....                   | 97  |
| Figura 4.39: Montaje de la tapa.....                                   | 97  |
| Figura 4.40: Ajuste de los pernos del cabezote.....                    | 98  |
| Figura 4.41: Ensamblaje del motor .....                                | 99  |
| Figura 4.42: Sub chasis delantero y posterior. ....                    | 100 |
| Figura 4.43: Barra de la dirección.....                                | 101 |
| Figura 4.44: Sub chasis delantero y trasero .....                      | 102 |
| Figura 4.45: Sistema de frenos circuito delantero.....                 | 103 |
| Figura 4.46: Montaje del motor. ....                                   | 104 |
| Figura 4.47: Montaje del Vehículo en el dinamómetro. ....              | 105 |
| Figura 4.48: Calibración del dinamómetro. ....                         | 106 |
| Figura 4.49: Prueba de potencia 1.....                                 | 106 |
| Figura 4.50: Prueba de potencia 2.....                                 | 107 |
| Figura 4.51: Tabla de valores de la prueba 2. ....                     | 107 |
| Figura 4.52: Resultados finales de las pruebas en el dinamómetro. .... | 108 |
| Figura 5.1: Techo del vehículo.....                                    | 111 |
| Figura 5.2: Laterales de la carrocería.....                            | 111 |
| Figura 5.3: Molde del techo del vehículo. ....                         | 112 |
| Figura 5.4: Limpieza y aplicación del Gelcoat. ....                    | 113 |
| Figura 5.5: Medición y corte de la fibra de vidrio .....               | 113 |
| Figura 5.6: Aplicación de la resina en la fibra de vidrio.....         | 113 |
| Figura 5.7: Colocación del refuerzo y cubrimiento con resina. ....     | 114 |
| Figura 5.8: Segunda capa de fibra de vidrio. ....                      | 115 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 5.9: Pieza terminada.....   | 115 |
| Figura 5.10: Corte de la pared posterior .....                           | 116 |
| Figura 5.11: Corte del compacto del vehículo. ....                       | 116 |
| Figura 5.12: Carrocería cortada.....                                     | 117 |
| Figura 5.13: Puerta del baúl. ....                                       | 118 |
| Figura 5.14: Pulido de los bordes externos e internos. ....              | 118 |
| Figura 5.15: Preparando de la tapa.....                                  | 119 |
| Figura 5.16: Tapa posterior del parabrisas. ....                         | 119 |
| Figura 5.17: Cubrimiento interno de las tapas .....                      | 120 |
| Figura 5.18: Cubrimiento externo de las tapas.....                       | 120 |
| Figura 5.19: Parte posterior sellada.....                                | 121 |
| Figura 5.20: Colocación de las extensiones .....                         | 122 |
| Figura 5.21: Piezas en fibra.....  | 122 |
| Figura 5.22: Sellado .....   | 123 |
| Figura 5.23: Refuerzo.....   | 123 |
| Figura 5.24: Refuerzo del piso de la carrocería. ....                    | 124 |
| Figura 5.25: Piso de la MINIVAN.....                                     | 125 |
| Figura 5.26: Limpieza y recubrimiento de la MINIVAN. ....                | 125 |
| Figura 5.27: Puerta posterior.....                                       | 126 |
| Figura 5.28: Ceja de la puerta posterior .....                           | 126 |
| Figura 5.29: Construcción de la ceja en la puerta .....                  | 127 |
| Figura 5.30: Masillado de la carrocería.....                             | 128 |
| Figura 5.31: Remoción de los accesos de masilla.....                     | 128 |
| Figura 5.32: Aplicación de la capa de pintura.....                       | 129 |
| Figura 5.33: Aplicación de la capa de pintura.....                       | 129 |
| Figura 5.34: Aplicación de la capa de pintura.....                       | 130 |
| Figura 5.35: Asientos tapizados. ....                                    | 131 |
| Figura 5.36: Tapizado de las puertas.....                                | 131 |
| Figura 5.37: Presentación del tablero dela MINIVAN. ....                 | 132 |
| Figura 5.38: Presentación del compartimiento posterior del vehículo..... | 132 |
| Figura 5.39: Presentación exterior de la MINIVAN.....                    | 133 |



## ÍNDICE DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 2.1: Especificaciones del motor. ....                                   | 11  |
| Tabla 2.2 Especificaciones del encendido. ....                                | 11  |
| Tabla 2.3. Especificaciones la transmisión. ....                              | 12  |
| Tabla 2.4: Dimensiones originales del vehículo Mini 1000. ....                | 13  |
| Tabla 2.5: Medidas MINI 1000.....   | 14  |
| Tabla 2.6: Pesos mini 1000. ....  | 15  |
| Tabla 2.7: Estado de las bujías.....  | 28  |
| Tabla 2.8. Sistema de refrigeración.....                                      | 30  |
| Tabla 2.9. Sistema de frenos.....   | 37  |
| Tabla 3.1: Propiedades mecánicas del acero AISI 4130.....                     | 52  |
| Tabla 3.2: Configuración y asignación de materiales. ....                     | 53  |
| Tabla 3.3 Configuración de las cargas y restricciones del modelo 3D. ....     | 59  |
| Tabla 3.4: Configuración de las cargas y restricciones del modelo 3D. ....    | 59  |
| Tabla 3.5 Parámetros de configuración de la malla. ....                       | 63  |
| Tabla 4.1: Medidas de presiones en los cilindros ....                         | 67  |
| Tabla 4.2: Medidas de los cilindros en las prueba de conicidad.....           | 81  |
| Tabla 4.3: Medidas de los cilindros en la prueba de ovalización.....          | 81  |
| Tabla 4.4: Diferencia de medidas en los muñones de biela (ovalización). ....  | 82  |
| Tabla 4.5: Diferencia de medidas en los muñones de bancada (ovalización)..... | 82  |
| Tabla 4.6: Medidas finales de los muñones de biela +30. ....                  | 82  |
| Tabla 4.7: Medida de los muñones de bancada +40. ....                         | 82  |
| Tabla 4.8: Fallas en la culata.....   | 86  |
| Tabla 4.9: Valores de los diferentes tipos de plastigage. ....                | 93  |
| Tabla 4. 10: Potencia original del vehículo.. ....                            | 108 |

## ÍNDICE DE ECUACIONES

|  |    |
|--|----|
| Ec. 1 Momento respecto al eje posterior .....              | 47 |
| Ec. 2 Momento respecto al eje delantero .....              | 48 |
| Ec. 3 Reaccion del momento respecto al eje posterior ..... | 48 |
| Ec. 4 Reaccion del momento respecto al eje delantero.....  | 48 |
| Ec. 5 Viga transversal baja (delantera) .....              | 48 |
| Ec. 6 Viga transversal baja (posterior) .....              | 49 |
| Ec. 7 Panel de ala interior frontal izquierda.....         | 49 |
| Ec. 8. Panel de ala interior frontal derecho.....          | 49 |
| Ec. 9 Panel de cuarto posterior izquierdo .....            | 50 |
| Ec. 10 Panel de cuarto posterior derecho .....             | 50 |
| Ec. 11 Panel para el suelo.....                            | 51 |
| Ec.12 Ecuación de deflexión.....                           | 65 |

## **RESUMEN**

La necesidad de la empresa “Vibraflowers” de realizar un proyecto que mejore el desempeño laboral, comercial, y el deseo de nosotros por contribuir con la sociedad, nos ha llevado al diseño y construcción de la Minivan, teniendo en cuenta las normas de seguridad para el rediseño y las prestaciones que va a desempeñar el vehículo dentro de la empresa. El proyecto pretende darle a la empresa un vehículo modificado y personalizado, para ello se requerirán los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Automotriz, y la asistencia del programa computacional de diseño y simulaciones SolidWorks 2013. Se diseñó la carrocería del vehículo para garantizar el desempeño fiable en su ambiente de trabajo y bajo condiciones de funcionamiento como son aceleraciones, frenadas bruscas a velocidades considerables, cargas en el compartimiento posterior del vehículo. Previamente a la construcción, se realizó el análisis estructural de esfuerzos de la carrocería mediante el software antes mencionado, el cual simuló y determinó que el rediseño y la construcción de la carrocería alargada es factible. Después del análisis que realizó el software se seleccionó los materiales de construcción fibra de vidrio y acero AISI 4130, los mismos que nos garantizaran la seguridad del automotor. Adicionalmente se repararon cada uno de los sistemas del motor y los sistemas auxiliares del vehículo.

## **ABSTRACT**

The "Vibraflowers" enterprise necessity of having a project to improve the labor, business performance, and our desire to contribute with the society, has led to the design and construction of the Minivan, taking into account the safety standards for the redesign and performance that will play the vehicle inside the company. The aim of the project is to give the company a modified and customized vehicle for that the acquired knowledge in the Automotive Engineering career will be required, and the assistance of the computer program design and simulations SolidWorks 2013 as well. The body of the vehicle is designed to ensure reliable performance in its work environment and under operating conditions such as acceleration, sudden braking at considerable speeds, and loads in the rear compartment of the vehicle. Before erecting, structural stress analysis of the body was performed using the aforementioned software, which pretends to determine that the redesign and the construction materials of the elongated body are feasible. After the analysis, perform software construction materials fiberglass and steel AISI 4130 was selected, they guarantee the safety of the auto motor. Additionally every one of the main and auxiliary systems of the vehicle was repaired.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 ANTECEDENTES**

La Minivan es un automotor que cuenta con un motor de combustión interna ,será utilizado para diferentes actividades desarrolladas dentro y fuera de la empresa “Vibraflowers”, equipado con una cajuela amplia. Además el automotor realizará tareas de control de personal, transporte de insumos para la empresa, y actividades que requieran del servicio oportuno de la Minivan.

En el proyecto investigativo se diseñará y construirá la carrocería y el habitáculo posterior, considerando aspectos de diseño solicitados por el jefe de campo de la empresa.

Finalmente se comprobará la factibilidad de diseño de automotores según peticiones exclusivas de terceras personas sin afectar la ergonomía del auto, analizando su funcionamiento bajo análisis de esfuerzos a los que se los someterá, y verificar su viabilidad y factibilidad técnica para satisfacer las necesidades.

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La florícola Vibraflowers no posee una política adecuada y bien manejada de marketing, lo cual significa un retraso en el crecimiento productivo y económico de la empresa, debido a esto, nosotros estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz pretendemos reutilizar, restaurar y rediseñar un vehículo Mini Austin que se encuentra inservible en las instalaciones de la empresa, el cual mejorara los estándares de ventas y producción.

Por este motivo consideramos conveniente la implementación de la Minivan que brinde una alternativa óptima de marketing dentro de la empresa.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA A RESOLVER**

La implementación de la Minivan en la empresa “Vibraflowers” constituye un paso estratégico de crecimiento de la empresa.

Para los estudiantes de la facultad de Ingeniería Automotriz de la Escuela Politécnica del Ejército, es de gran importancia la vinculación con la sociedad para satisfacer los requerimientos técnicos de la industria en nuestro país y ser entes de desarrollo, es ventajoso que se den este tipo de proyectos de diseño de manera que se abre una brecha para el desarrollo de automotores personalizados, lo que puede llegar a constituir una forma de empleo particular.

Con el proyecto a desarrollarse la floristería quedará prácticamente asistida por la Minivan en varios campos como por ejemplo, transporte de insumos, y actividades que de acuerdo a sus necesidades requieran este vehículo.

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Construir una Minivan a partir de un vehículo Mini Austin para la empresa “VIBRAFLOWRES”.

#### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a. Diseñar la carrocería de la Minivan de acuerdo a los análisis realizados en SolidWorks.
- b. Ensamblar el automotor completamente e implantarlo en las actividades de la empresa.
- c. Reparar los sistemas automotrices del vehículo.

- d. Construir un vehículo personalizado con los requerimientos de la florícola VIBRAFLOWERS.

## 1.5 ÁREA DE INFLUENCIA

- **DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA**

El desarrollo de este proyecto tendrá impacto en el área de diseño mecánico, análisis computacional y sistemas automotrices, con la finalidad de conocer el proceso en el diseño y construcción de un vehículo personalizado.

- **EMPRESA VIBRAFLOWERS**

En la provincia de Cotopaxi, ciudad Latacunga, en la parroquia Belisario Quevedo, la empresa florícola “VIBRAFLOWERS”, nos facilitará el vehículo para la construcción de la MINIVAN.

## 1.6 DESCRIPCIÓN RESUMIDA DEL PROYECTO

La Minivan-Austin es un vehículo que posee un habitáculo posterior, el automotor será utilizado para el transporte y actividades que la empresa demande, esta se diseñó para mejorar el Marketing de florícola.



**Figura 1.1: Minivan Original**

**Fuente:** Austin Van recuperado de [http://www.minicoop.us/1971\\_Austin\\_Van/1971\\_Austin\\_Van\\_2.htm](http://www.minicoop.us/1971_Austin_Van/1971_Austin_Van_2.htm).

La Minivan fue construida por primera vez en Inglaterra en 1960 y su último año de producción fue 1982 y basándonos en esas características diseñaremos y construiremos una Minivan a partir de un mini Austin.

Antes de iniciar la fase de construcción se diseñará y simulará la carrocería en el software SolidWorks, en este programa computacional se pretende simular todos los esfuerzos a los que la carrocería del vehículo será sometida, y a partir de este estudio se seleccionarán los materiales y parámetros de construcción.

En la construcción de la Minivan se modificará la longitud de la carrocería según las dimensiones de la Minivan original, se construirá una puerta posterior para mayor facilidad en la utilización del habitáculo posterior.

Además se repotenciarán cada uno de los sistemas automotrices que posee el vehículo, incluido el motor de combustión interna.

### **1.7 METAS**

- Diseño de carrocería y selección de los materiales, en el periodo de dos meses.
- Realizar la simulación para la determinación de materiales a utilizar en la fase de construcción, en un tiempo de dos semanas.
- Construcción y ensamblaje de la Minivan, en un lapso de tres meses.
- Repotenciación del motor del vehículo, en un lapso de dos meses.
- Repotenciación y montaje de todos los sistemas del vehículo, en un tiempo de dos meses
- Realizar pruebas de funcionamiento del vehículo, en un periodo de 2 semanas.

### **1.8 HIPÓTESIS**

El diseño y construcción de una Minivan a partir de un vehículo mini Austin para actividades de la florícola, contribuirá a elevar los estándares de marketing de la empresa Vibraflowers.



## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1.EL MINI AUSTIN.

El mini, un pequeño auto que cautivó a toda Gran Bretaña y gran parte del mundo en los últimos 40 años, tiene una historia tan rica como para haber sido considerado el auto inglés del siglo XX.

La década de los cincuenta fue muy difícil para Europa. La reconstrucción luego de la Segunda Guerra Mundial había obligado a las diferentes casas automotoras crear modelos más económicos, durables y compactos acorde a los nuevos tiempos. Para Gran Bretaña, la urgencia era mayor debido al poco éxito en cuanto a propuestas de locomoción. En una medida de urgencia, las fábricas Morris y Austin decidieron crear en conjunto un conglomerado que pudiera satisfacer sus necesidades: la British Motor Corporation (BMC) (Espacio latino,)<sup>1</sup>.

La nueva marca tenía como principal objetivo la construcción de un auto pequeño, económico, de acorde a las necesidades de entonces. Alec Issigonis, entonces Jefe de Ingenieros de la BMC, tuvo a cargo tal tarea. Ya estaba listo el motor preparado por la misma fábrica tiempo atrás, y la idea que guardaba desde hacía años acerca de este auto, hizo que el nuevo modelo estuviera listo en poco tiempo.

En 1957 se presentó el primer prototipo. Luego de varias modificaciones se lanzó una versión más definida un año después, pero se requería aligerar la potencia del motor porque el coche tenía algunos defectos en su manejo. Así, el 26 de agosto

---

<sup>1</sup>Espacio latino, 2002-2003. El arte hecho automóvil. Recuperado de <http://autosclasicos.espaciolatino.com/historias/mini.htm>

de 1959, la British Motor Corporation por fin lanzó al mercado el Austin Seven y el Morris Mini Minor, o simplemente Mini(Espacio latino)<sup>2</sup> .



**Figura 2.1: El Mini**

**Fuente:** Espacio latino, 2002-2003.

Luego de varias presentaciones, donde el pequeño auto obtuvo las más diversas opiniones, un ingeniero llamado John Cooper presentó un proyecto a Issigonis para adaptar al Mini un motor deportivo. El motor fue elevado de 850 a 997 cc, era de doble carburación y como le dio algunos retoques naciendo así el Mini Cooper, el más famoso de todos, en 1961. Luego de dos años y 24860 unidades producidas, el Mini de John Cooper había alcanzado el éxito que tanto se había esperado con el primer modelo, no solo en ventas, sino en las competencias siendo múltiple ganador del Rally de Montecarlo con la versión de 998 cc, tal vez el Mini Cooper más exitoso de todos (Espacio latino)<sup>3</sup> .

En 1964 se presentó el Mini Cooper S de 970, 1071 y 1275 cc, más potentes que sus predecesores. (Los tres partes de la membresía del Cooper MkI). La versión más popular fue la de 1275 cc, produciéndose más de 40000 unidades; mientras

---

<sup>2</sup>Espacio latino, 2002-2003. El arte hecho automóvil. Recuperado de <http://autosclasicos.espaciolatino.com/historias/mini.htm>

<sup>3</sup>Espacio latino, 2002-2003. El arte hecho automóvil. Recuperado de <http://autosclasicos.espaciolatino.com/historias/mini.htm>

que las versiones de 970 (976 unidades entre 1964 y 1965) y 1071 (4031 en 1964) no alcanzaron las ventas esperadas (Espacio latino)<sup>4</sup>.

En la segunda mitad de 1967 se reemplazaron todos los modelos por la nueva gama MkII, con algunos cambios pero sin el éxito de los MkI. En 1968 finalizó la producción del Mini Cooper de 998 cc, con más de 55000 unidades en su haber. Así finalizaba la era de oro de los Minis, no sin antes lanzar una tercera generación llamada Cooper MkIII, aunque sólo duró hasta 1971 (Espacio latino)<sup>5</sup>.



**Figura 2. 2: Mini de 1961**

**Fuente:** Espacio latino, 2002-2003.

Pero no sólo Cooper fue el único fabricante de Minis. Durante las siguientes dos décadas, una infinidad de Minis fueron construidas por una multitud de fabricantes en las más variadas versiones. Desde Gran Bretaña hasta Australia, pasando por Italia y hasta en Uruguay, más de 5 millones de Minis fueron esparcidos por el mundo entero (Espacio latino)<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup>Espacio latino, 2002-2003. El arte hecho automóvil. Recuperado de <http://autosclasicos.espaciolatino.com/historias/mini.htm>

<sup>5</sup>Espacio latino, 2002-2003. El arte hecho automóvil. Recuperado de <http://autosclasicos.espaciolatino.com/historias/mini.htm>

<sup>6</sup>Espacio latino, 2002-2003. El arte hecho automóvil. Recuperado de <http://autosclasicos.espaciolatino.com/historias/mini.htm>

En 1990 se producen 1000 unidades del llamado Cooper RSP (Rover Special Products), un coche que alcanzaba los 150 km/h. En 1991, este modelo fue reemplazado por uno con un motor más moderno electrónicamente; y aunque con ligeros cambios, esta versión perduró hasta el 2000, donde cesó su producción para siempre (Espacio latino)<sup>7</sup>.



**Figura 2. 3: Mini Cooper 1990**

**Fuente:** Espacio latino, 2002-2003

El nuevo milenio significó la verdadera nueva generación del Mini. Por primera vez el auto ha sido modificado en su totalidad, pero cuidando siempre el espíritu del modelo original. En el 2002, la versión S era un 1.6 litros capaz de andar hasta los 218 km/h, causando furor entre los antiguos y nuevos fanáticos. Hoy, el nuevo Mini Cooper tiene el protectorado de BMW, con lo que se asegura un largo futuro. Un digno representante de uno de los autos más populares de la historia (Espacio latino)<sup>8</sup>.



**Figura 2. 4: Mini Cooper actual**

**Fuente:** Espacio latino, 2002-2003.

---

<sup>7</sup>Espacio latino, 2002-2003. El arte hecho automóvil. Recuperado de <http://autosclasicos.espaciolatino.com/historias/mini.htm>

<sup>8</sup>Espacio latino, 2002-2003. El arte hecho automóvil. Recuperado de <http://autosclasicos.espaciolatino.com/historias/mini.htm>

## 2.2. CARACTERÍSTICAS DEL MINI AUSTIN.

### 2.2.1. MOTOR

**Tabla 2.1: Especificaciones del motor.**

| Motor                  |            |
|------------------------|------------|
| Tipo de motor          | 99h        |
| Diámetro interior      | 64.58 mm   |
| Carrera                | 76.2 mm    |
| Numero de cilindros    | 4          |
| Cilindrada             | 998 cc.    |
| Relación de compresión | 8,3:1      |
| Orden de encendido     | 1, 3, 4, 2 |
| Juego de taques (frío) | 0,30 mm    |
| Velocidad de ralentí   | 750 rpm    |

Fuente: Hynes,s.f .Owners Workshop Manual.

### 2.2.2. ENCENDIDO

**Tabla 2.2 Especificaciones del encendido.**

|                                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|
| Separación de contactos del ruptor | 0,36 a 0,40 mm  |
| <b>Bujías</b>                      | N-9Y            |
| <b>Separación de electrodos</b>    | 0,64 mm         |
| <b>Reglaje de encendido</b>        |                 |
| <b>Estático</b>                    | 4o antes de PMS |
| <b>Estroboscopio a 1000 rpm</b>    | 7o antes de PMS |

Fuente: Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin.

### 2.2.3. DIRECCIÓN

Mecánica de piñón y cremallera con una capacidad de giro de 8.6 m. (Owners Workshop Manual.)<sup>9</sup>.

### 2.2.4. FRENOS

Tambor y balatas delanteras.

Tambor y balatas traseras.

Válvula reguladora freno tren trasero.

Bomba de freno 850 doble circuito.

### 2.2.5. TRANSMISIÓN

**Tabla 2.3. Especificaciones la transmisión.**

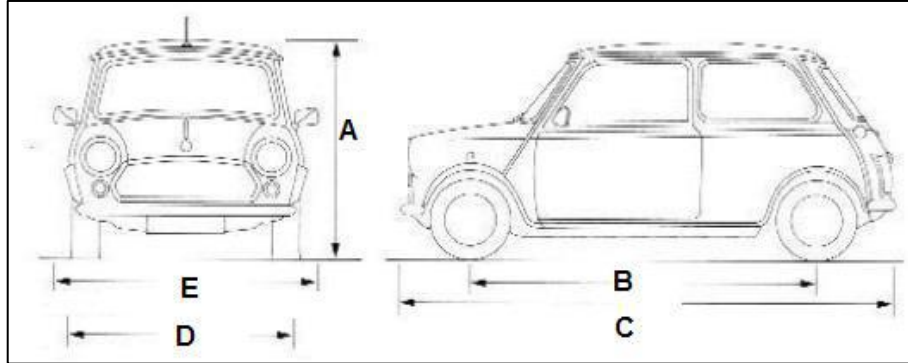
| Relación de marchas Sincronizada | Relación de marchas Sincronizada |
|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Primera</b>                   | 12,13:1                          |
| <b>Segunda</b>                   | 7,63:1                           |
| <b>Tercera</b>                   | 4,93:1                           |
| <b>Cuarta</b>                    | 3,44:1                           |
| <b>Reversa</b>                   | 12,19:1                          |

**Fuente:** Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin.

---

<sup>9</sup>Hynes, s.f. Owners Workshop Manual.

## 2.2.6 DIMENSIONES DE FÁBRICA.



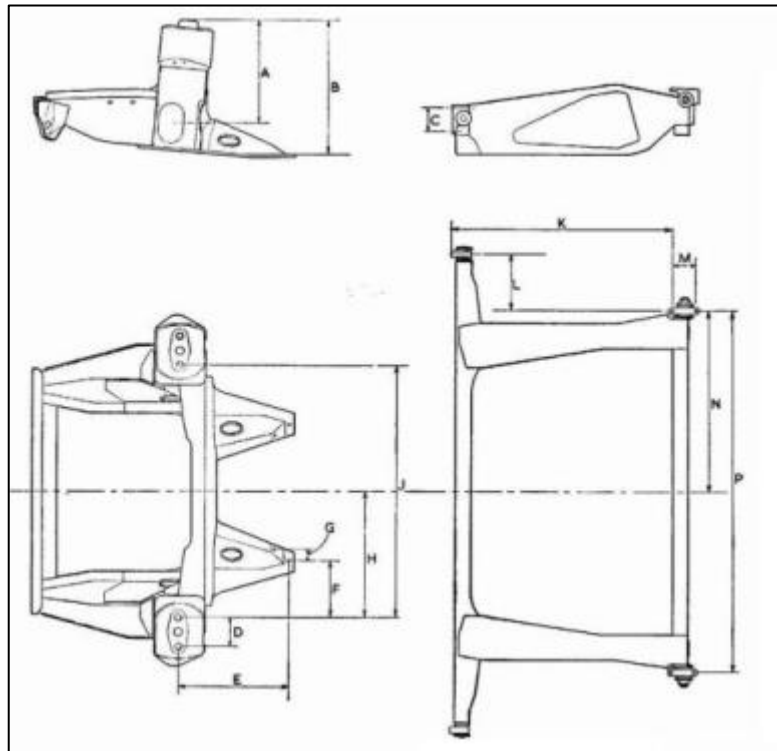
**Figura 2.5: Dimensiones originales del vehículo mini 1000.**

**Fuente:** Hynes,s.f .Owners Workshop Manual.

**Tabla 2.4: Dimensiones originales del vehículo Mini 1000.**

| LETRA | DIMENSIÓN | DESCRIPCIÓN                           |
|-------|-----------|---------------------------------------|
| A     | 1.35 m    | Altura total (peso sin carga)         |
| B     | 2.04 m    | Distancia entre ejes                  |
| C     | 3.05 m    | Longitud total                        |
| D     | 1.41 m    | Anchura total                         |
| E     | 1.58 m    | Anchura Total(Incluido retrovisores ) |

**Fuente:** Hynes,s.f .Owners Workshop Manual.



**Figura 2. 6: Medidas mini 1000**

**Fuente:** Hynes, s.f .OwnersWorkshop Manual.

**Tabla 2.5: Medidas MINI 1000.**

|          |                      |          |                      |
|----------|----------------------|----------|----------------------|
| <b>A</b> | 276.62 mm. +1.6 -0   | <b>H</b> | 346.08 mm. 0.800 mm. |
| <b>B</b> | 374.45 mm. +1.6 -0   | <b>J</b> | 692.55 mm. 0.254 mm. |
| <b>C</b> | 57.15 mm. 0.254 mm.  | <b>K</b> | 598.88 mm. 0.800 mm. |
| <b>D</b> | 76.20 mm. 0.254 mm.  | <b>L</b> | 152.40 mm. 0.254 mm. |
| <b>E</b> | 259.56 mm. 0.800 mm. | <b>M</b> | 57.15 mm. 0.254 mm.  |
| <b>F</b> | 139.7 mm. 0.254 mm.  | <b>N</b> | 488.75 mm. 0.800 mm. |
| <b>G</b> | 38.10 mm.            | <b>P</b> | 977.50 mm. 0.254 mm. |

**Fuente:** Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin.



## 2.2.7 PESOS.

**Tabla 2.6: Pesos mini 1000.**

|  |         |
|--|---------|
| Peso descargado aproximado (depósito de combustible) | 115 Kg  |
| Peso bruto del vehículo                              | 1050 Kg |
| Carga máxima sobre el eje trasero                    | 510 Kg  |

**Fuente:** Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin.

## 2.3. PARTES DE LA REPOTENCIACIÓN DEL MOTOR.

Todos los minis, utilizan el motor THE BMC denominado serie A, que es de 4 cilindros en línea, está montado en forma transversal y con la caja incorporada al mismo flujo de aceite.

Tanto el block como la culata (o tapa de cilindros) son de hierro fundido y todas las culatas tienen dos válvulas por cilindro en línea que son accionadas por balancines desde el eje de levas montado en el costado trasero del block.

### 2.3.1. LOS PISTONES

El pistón es muy interesante puesto que con este componente se puede modificar un motor, con relativo bajo presupuesto obteniendo grandes beneficios. Este componente es de los que más sufre desgaste en un motor por su gran actividad<sup>10</sup>.

En general son iguales pero con la variación en la parte superior, cuando se instalan en su posición original con respecto al cilindro, reducen el espacio en la

---

<sup>10</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

cámara de combustión, aumentando ligeramente la relación de compresión, lo cual aumenta la potencia del motor.

Cuando aumentamos el diámetro del pistón original instalando uno más grande obtendremos más cilindrada y mucho más potencia, solo tenemos que modificar las cabezas y el block.

### **2.3.2. LOS ANILLOS**

Los aros son piezas circulares de sección generalmente rectangular, que se adaptan en el émbolo o pistón a una ranura practicada en él y que sirve para hacer estanca o hermética o aislada la cámara del pistón o émbolo sobre las paredes del cilindro. A continuación trataremos sobre las funciones de los anillos, materiales de construcción, influencia en el buen funcionamiento del motor, importancia de su correcta selección e instalación.

Estos anillos reducen las fugas de los cilindros a un mínimo en condiciones reales de funcionamiento y proporcionan un control máximo de aceite.

Los anillos están fabricados con aleaciones de hierro dúctil (X) cromo (KC) y molibdeno (K) con estas letras podrán identificar de que material están fabricados los juegos, esto es importante para la adecuada selección de los anillos a utilizar en motores re anillados o rectificadas.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

### **a. Anillo Superior.**

El sellado seguro de la compresión permite obtener el máximo de la fuerza producida por el motor. Los anillos o aros superiores son fabricados para lograr un asentamiento instantáneo y superior para que el sellado del cilindro (émbolo) sea óptimo. Los juegos de anillos superior son de alta calidad son revestidos con molibdeno, cromo o plasma-molibdeno para mejorar su rendimiento en condiciones exigentes.

Estos materiales permiten que los anillos mantengan su integridad de sellado en presiones extremas y altas RPM.<sup>12</sup>

### **b. Segundo Anillo.**

El segundo anillo está fabricado de hierro S.A.E.-J929A lo que proporciona una durabilidad excelente y un superior control del aceite.

La función primordial del segundo anillo es el control del aceite, el diseño del anillo con una cara cónica le permite funcionar como una raspadora, reduciendo de esta manera la posibilidad de que el aceite pase a la cámara de combustión.

El diseño especial de éste segundo anillo permite una ruta de escape para los gases de combustión residuales, reduciendo así, la presión entre los anillos y manteniendo el anillo superior asentado en su ranura.

Sin esta ruta de escape, la presión atrapada levantaría el anillo superior causando vibraciones y reduciendo el sellado en altas revoluciones.<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

<sup>13</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

### **c. Anillo de control de aceite SS-50U.**

El anillo o aro de aceite es de acero inoxidable SS-50U, es de construcción robusta en forma de caja para eliminar la vibración y la deformación en motores de altas RPM.

Los expansores SS-50U se fabrican en acero inoxidable electro pulido para obtener una superficie suave y resistente a la corrosión. Este diseño único permite, a los anillos o aros, mantener una presión constante en condiciones de alta temperatura y también ajustarse a las paredes de los cilindros o émbolos aun cuando estos estén gastados y deformados.

Los rieles de aceite cromado son pre-asentados en la fábrica permitiendo la distribución de aceite tan pronto se enciende el motor, provee un control de aceite máximo y permite una ruta de retorno excelente en el barrido del aceite. El cuidadoso proceso y una correcta instalación de los anillos depende de cada mecánico, recuerde sin embargo que el uso del expansor de anillos es indispensable para evitar la deformación de estos, no usar esta herramienta producirá atascamiento del anillo en la ranura del pistón.

Otro punto importante es la posición de la parte superior (top) marcada en los anillos, no tomar esto en consideración hará que su trabajo quede mal efectuado, y por último tome muy en cuenta la distribución de la separación entre las puntas de los anillos indicados por el fabricante, lubríquelos con aceite antes de instalarlo.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

### 2.3.3. EL CARBURADOR

Los motores a gasolina o de explosión requieren para su funcionamiento, la dosis precisa de aire y gasolina en una proporción determinada por las necesidades y características del motor.

Esta dosificación es proporcionada por el carburador, que mediante diversos sistemas, es capaz de entregar dicha mezcla de manera precisa y para todos los regímenes de operación.

Actualmente los motores prescindieron del carburador pero tienen un sistema de inyección de combustible que permite una mejor y más exacta dosificación del combustible.

El funcionamiento de un carburador se basa en el fenómeno de la succión que genera un flujo de aire cuando pasa por un capilar lleno de líquido.

Así entonces, el aire que aspira el motor se hace pasar por un tubo en el que existe uno o más capilares (surtidores) con gasolina a nivel constante, de esta manera el aire que pasa por dicho tubo, se mezcla con gasolina en la dosis permitida por el diseño del surtidor.

Dependiendo del tamaño y diseño del motor, se requerirán uno o más surtidores para entregar la dosis exacta de combustible en todos los regímenes de giro del motor, algunos motores incluso utilizan dos o más carburadores.

Existen varias marcas de carburadores y casi todos se diferencian únicamente en la disposición de los sistemas y mecanismos, algunos ejemplos son Solex, Weber y Zenith entre otros.<sup>15</sup>

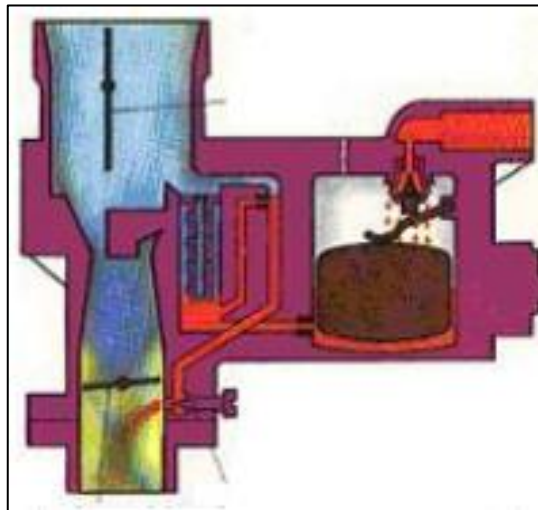
---

<sup>15</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

El único carburador que utiliza un sistema distinto aunque el mismo principio que los anteriores, es el Carburador SU.

#### a. **Marcha Lenta.**

Un circuito especial, denominado de ralentí. Vierte la gasolina directamente más abajo de la mariposa, única zona en la que existe una depresión suficiente (en amarillo) para pulverizar la gasolina.<sup>16</sup>



**Figura 2.7: Marcha Lenta**

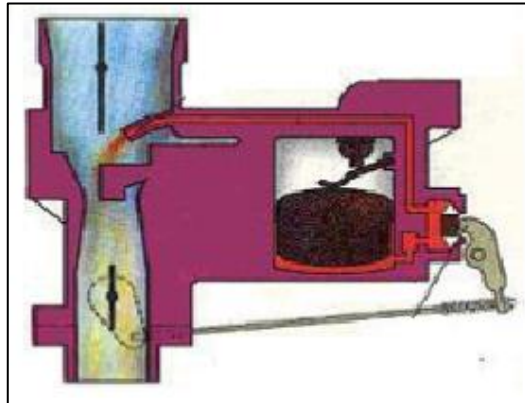
**Fuente:** Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin.

#### b. **Aceleración.**

El aumento de gasolina requerido en esta fase se consigue a través de una bomba de aceleración, de membrana, accionada directamente por el acelerador mediante varillas adecuadas.<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

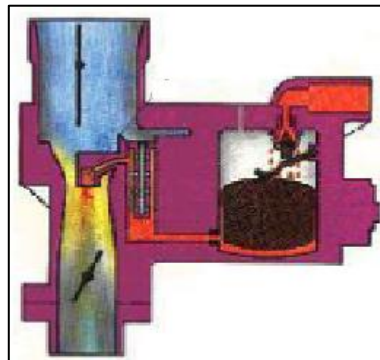


**Figura 2.8: Aceleración.**

**Fuente:** Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin.

### c. **Marcha Normal.**

La depresión (en amarillo) se ha desplazado en el difusor, lo cual provoca la aspiración de la gasolina del surtidor principal, su mezcla con aire, así como su pulverización y ulterior vaporización.<sup>18</sup>



**Figura 2.9: Marcha normal.**

**Fuente:** Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin.

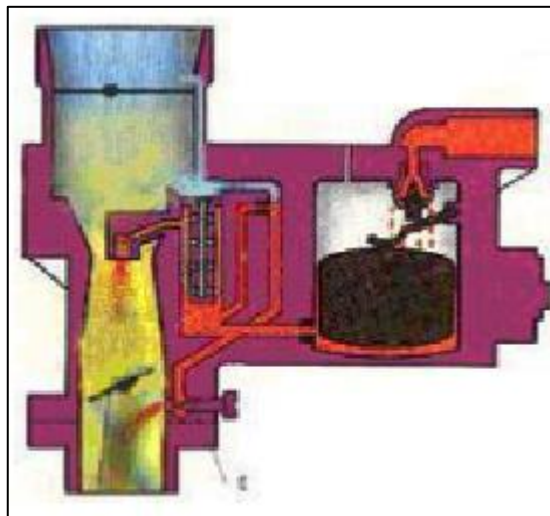
---

<sup>17</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

<sup>18</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

#### d. Arranque en Frío.

El sistema de arranque en frío o estárter consiste en una mariposa la cual reduce la cantidad de aire aspirado o actuando sobre los surtidores con el fin de aumentar la cantidad de gasolina que proporcionan.<sup>19</sup>



**Figura 2.10: Arranque en frío.**

**Fuente:** Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin.

#### e. Relación aire/combustible.

Es el número que expresa la cantidad, en masa o en volumen, de aire aspirado por un motor de combustión para una cantidad unitaria de combustible. Dicha relación es función del combustible, del tipo de motor, de su regulación y de la carburación. El valor ideal o teórico de tal relación es el correspondiente a la relación estequiometría. Cuando se trata de gasolina comercial, dicha relación está comprendida entre 14,7 y 15,1 (es decir, unos 15 Kg. de aire por cada kilogramo de gasolina). Pero esto ocurre en condiciones teórica o ideales, que

---

<sup>19</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.



no considera la mayor o menor rapidez con que se desarrolla efectivamente la combustión. Con una relación aire/combustible más baja que la estequiometría (inferior a 14,7 para la gasolina) no todo el combustible podrá quemarse y una parte quedará sin quemar o parcialmente quemado, con formación de CO y HC.

Hay que recordar que la combustión nunca es completa, independiente de la relación aire combustible, puesto que la reacción nunca se desarrolla en condiciones ideales. Por lo general, en un motor automovilístico de encendido por chispa, la variación de la relación aire/combustible se produce sólo entre las mezclas ricas. Los valores de la relación estequiometría aire/combustible depende de la composición química del carburante y, esencialmente, de la proporción de las cantidades, en peso.<sup>20</sup>

#### **2.3.4. AVERÍAS DEL CARBURADOR.**

##### **a. Carburador inundado.**

Es muy común que el vaso o cuba del carburador se inunde o rebalse por una falla en la válvula que corta el paso de combustible y que es accionada por un flotador que mantiene el nivel constante.

Se nota porque la cuba o vaso se ve húmedo por el exterior, se siente mucho olor a bencina, y el motor se ahoga en ralentí. Esta falla se puede deber a una suciedad que impide el cierre de la válvula o un desgaste en el asiento de esta.

Si no se tiene filtro de bencina entonces la falla se debe a esto y la solución es colocar un filtro en la manguera que trae la bencina desde la bomba a la cuba y limpiar o colocar una válvula nueva.

---

<sup>20</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

Para sacar la válvula debes sacar el porta filtro de aire, desconectar la manguera de la bencina y soltar los tres tornillos que fijan la tapa de la cuba a esta. En la tapa se encuentran, el flotador y la válvula.

Sacando el pasador del flotador se puede sacar este, para dejar descubierta la válvula que se suelta con una llave punta corona o un alicate de punta. Revisar, limpiar y montar la válvula limpia o nueva.

Algunas veces el flotador puede estar perforado y así no podría flotar para cerrar la válvula, pero esta falla es poco común.<sup>21</sup>

#### **b. Surtidor pegado o falseado.**

A veces, al sacar el motor o cuando los soportes del motor están rotos, la cabeza del surtidor se golpea en la carrocería y se dobla, impidiendo el movimiento del mecanismo del chupete que facilita las partidas en frío.

Otras veces la deformación es tan grande que el movimiento de la aguja es impedido completamente y el motor, si es que llega a partir, cuando se quiere acelerar se detiene. La solución es sacar el carburador, desarmarlo y cambiar todas las piezas en mal estado.

---

<sup>21</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

**c. Falta de aceite en pozo.**

A veces por descuido, el pozo del amortiguador se queda sin aceite y le movimiento del pistón producto de la succión del motor es muy brusco, con lo que las aceleraciones y desaceleraciones son levemente irregulares. Rellenar con aceite fluido SAE 10 o 20 hasta 1.5 cm. del borde.<sup>22</sup>

**d. Aguja torcida o falseada.**

A veces por descuido en alguna reparación o revisión la aguja del carburador se tuerce o se falsea su sección, con lo que es muy difícil lograr una buena carburación.

Los síntomas son muy similares a los que se presentan cuando hay alguna falla en el surtidor pero la reparación es más fácil, puesto que solo se requiere soltar la campana, sacar el pistón y cambiar la aguja soltándola del tornillo de fijación.<sup>23</sup>

**e. Eje de la mariposa de aceleración con juego.**

Esta falla se presenta por desgaste del eje y su guía producto del uso. Se nota en que la velocidad de ralentí se acelera por entradas indebidas de aire y porque se escucha un silbido a través de la holgura del eje, al acercar el oído al carburador con el motor funcionando.

Su reparación requiere del rectificado de la guía en un taller especializado de carburadores y la colocación de un eje de sobre medida.

---

<sup>22</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

<sup>23</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

#### **f. Filtro de aire sucio.**

Esta fallase presenta por falta de atención en el mantenimiento. El filtro de aire se debe cambiar al menos cada 5.000 Km., pero depende también de las condiciones del ambiente en las que circula el vehículo.

Se nota en que el carburador entrega una mezcla excesivamente rica y no es posible disminuir el paso con la tuera del surtidor.<sup>24</sup>

#### **g. Carburador sucio.**

Esta falla se presenta por falta de mantenimiento. Un carburador sucio hace que la dosificación de la mezcla sea irregular y el giro del motor sea inestable en todos los regímenes. Desarmar el carburador cuidando de no dañar la aguja y limpiar con un solvente adecuado.

### **2.3.5. BUJÍAS.**

Existen diferentes tipos de bujías que van desde 1, 2,3 y 4 electrodos. El uso de 2 electrodos o más incrementara la vida útil de la bujía, pero solo será recomendado por el fabricante del vehículo.

En nuestro caso elegimos las bujías de electrodos múltiples, que en lugar de contar con un único electrodo de masa, tiene varios. La chispa no salta en todos los electrodos sino que la hace entre el central y el de masa más cercano, de forma que, a medida que se va gastando uno, salta la chispa al otro. Tienen una duración

---

<sup>24</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

mayor que las bujías de electrodo único, pero la calidad de combustión es inferior y el nivel de emisiones, más alto.<sup>25</sup>

**a. Bujías de Cobre.**

El interior del electrodo central está realizado en cobre, lo que, gracias a la conductividad del calor de este material, permite un funcionamiento de la bujía a temperaturas más frías. Evita el autoencendido y cuenta con una vida útil más larga que las que tienen el electrodo de níquel.

**b. Bujías de Platino.**

Los dos electrodos de la bujía están cubiertos por una pequeña placa de platino, con lo que se consigue una excelente resistencia al desgaste y al engrasamiento. La vida útil de las bujías de platino es mucho mayor que las convencionales, pudiendo durar entre 60 y 100 mil Km. (100 y 160 mil millas). Tienen a generalizarse en el futuro.

**c. Bujías de Electrodo Múltiple.**

En lugar de contar con un único electrodo de masa tiene varios. La chispa no salta en todos los electrodos sino que la hace entre el central y el de masa más cercano, de forma que, a medida que se va gastando uno, salta la chispa al otro. Tienen una duración mayor que las bujías de electrodo único, pero la calidad de combustión es inferior y el nivel de emisiones, más alto.

---

<sup>25</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

**Tabla2.7: Estado de las bujías.**

| ESTADO   | CAUSA   | FOTO  |
|--|---|---|
| <p><b>Normal:</b> El aislador está cubierto ligeramente de impurezas de un color entre gris y marrón tostado. Las bujías son las adecuadas. Los escasos depósitos se quitan con facilidad.</p> |   |    |
| <p><b>Con Carbonilla:</b> El extremo está cubierto de carbón de color negro opaco aterciopelado o, si el coche utiliza gasolina sin plomo, de una tonalidad brillante.</p>                     | <p>Exceso de gasolina en la mezcla, recorridos cortos o circulación excesiva con el ahogador puesto. Comprobar el estado del filtro del aire, podría estar demasiado sucio</p>  |    |
| <p><b>Sobrecalentamiento Leve:</b> El extremo de encendido se encuentra cubierto de un polvo amarillento.</p>  | <p>Se debe a un reglaje de encendido con demasiado avance, una mezcla pobre de gasolina o un combustible con octanaje demasiado bajo. También puede haber problemas en el distribuidor.</p>                                   |   |
| <p><b>Sobre Excesivo:</b> Aislador y electrodo con muchos residuos, aspecto de coliflor, con esponjosidades y costras.</p>   | <p>Se está produciendo un sobrecalentamiento importante y debe corregirse cuanto antes. Si el aislador aparece partido (como en la imagen), la situación es urgente y debe solucionarse de inmediato.</p>                     |  |
| <p><b>Engrasada:</b> El extremo de encendido y el aislador están cubiertos de hollín grasiento, aceitoso y brillante.</p>  | <p>Puede Existir un problema de consumo de aceite debido a desgaste en los anillos o en las guías de válvulas. El posible fallo de encendido se elimina temporalmente montando unas bujías con un grado térmico superior.</p> |  |

**Fuente:** Freeservers, s.f, Técnica bujías. Recuperado de <http://www.clubr9.4t.com/bujias/bujias%203.html>

### 2.3.6. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DEL MOTOR

El sistema de refrigeración del mini es del tipo por agua. Consiste entonces en un radiador presurizado, bomba de agua y termostato. Los minis de los años 80s, venían además con un vaso expensor.

En este sistema, el ventilador es fijo al eje de la bomba de agua, que por intermedio de una polea es movido por la misma correa del alternador que trae el giro del cigüeñal.

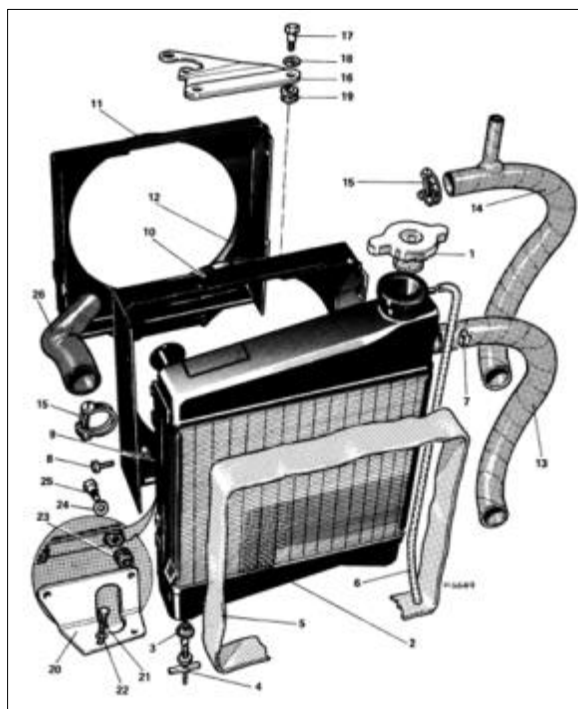


Figura 2.11: Armado del radiador.

Fuente: Hynes, s.f .OwnersWorkshop Manual.

**Tabla 2.8.Sistema de refrigeración.**

| <b>Partes del sistema de refrigeración</b> |   |
|--|---|
| 1 Tapa de llenado.                         | 14 Manguito inferior (Refrigerante caliente). |
| 2 Radiador.                                | 15 Abrazadera.                                |
| 3 Adaptador de grifo de drenaje.           | 16 Base de montaje superior.                  |
| 4 Grifo de drenaje o el enchufe.           | 17 Perno.                                     |
| 5 Empaque protector.                       | 18 Lavadora.                                  |
| 6 Tubo de desfogue.                        | 19 Sello de goma.                             |
| 7 Anillo de retención.                     | 20 Base de montaje Inferior.                  |
| 8 Tornillo de fijación de la base.         | 21 Perno.                                     |
| 9 Tuerca.                                  | 22 Arandela.                                  |
| 10 Cowl (de una pieza).                    | 23 Sello de goma.                             |
| 11 Cowl (de dos piezas).                   | 24 Arandela.                                  |
| 12 Cowl (de dos piezas tipo).              | 25 Perno.                                     |
| 13 Manguera inferior (Refrigerante frio).  | 26 Manguera superior.                         |

**Fuente:**Hynes,s.f .Owners Workshop Manual.

El radiador va montado al lado izquierdo del conductor y no al frente como la mayoría de los vehículos con motor delantero.

La tapa del termostato está ubicada en la parte más alta de la culata y al lado del radiador, por donde sale la manguera que lleva el agua caliente del motor a la parte alta del radiador, que es de columnas verticales.

De la parte baja del radiador sale por otra manguera, el agua refrigerada que retorna al bloque para recircular nuevamente. La tapa del radiador esta tarada a una presión de 13 libras, que hace que el agua pueda llegar a casi 120° C sin hervir y permitir trabajar al motor hasta esa temperatura sin riesgo alguno.



La mayoría de los otros motores se fundiría si el agua llegara a esa temperatura, puesto que las tapas de radiador no lo permitirían. El termostato va ubicado en la tapa correspondiente a la salida de la culata y abre dependiendo del modelo entre los 72° C y 82° C.

El mantenimiento del sistema se reduce a una revisión del nivel del líquido refrigerante y una inspección visual de posibles fugas.

El líquido utilizado en el sistema de refrigeración debe ser un refrigerante especialmente preparado con aditivos que eviten las incrustaciones de sedimento, el óxido y el congelamiento y que contenga algún componente lubricante.

El funcionamiento del sistema de refrigeración del mini es eficiente, siempre y cuando se mantengan las condiciones originales del auto. Las fallas en el sistema están asociadas principalmente a pérdidas indebidas de líquido, fallas en la bomba, falla en el termostato y suciedad en el circuito.

Todas estas fallas se presentan con un aumento fuera de lo normal de la temperatura de funcionamiento.<sup>26</sup>

Esta temperatura debe ser controlada siempre, en el reloj marcador si existe o en atención a cualquier anormalidad o fuga de presión en el circuito, cuando no exista reloj. Eventualmente, un motor puede funcionar incluso con alguna fisura en la culata o bloque.

---

<sup>26</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

#### **a. Perdidas de líquido.**

Las fugas se pueden presentar en las mangueras superior o inferior del radiador, en la manguera de paso alternativo, en la bomba de agua y su empaquetadura, en el radiador, en la tapa del radiador, en el circuito del vaso expensor, en la tapa del termostato, en la válvula del circuito de calefacción, en los sellos de agua del bloque o en la empaquetadura de culata.

- Si la fuga en una manguera, es producto de un aflojamiento de las abrazaderas, bastaría con reapretarlas o cambiarlas pues es posible que se hayan vencido.
- Si la fuga es producto de una fisura en una manguera entonces no queda más que cambiarla, una fuga en la manguera superior del radiador no requiere trabajos extras para su extracción, pero una fuga en la manguera inferior, requiere sacar el radiador por completo, una fuga en la manguera de paso alternativo requiere sacar el radiador y la bomba de agua.
- Debe tenerse especial cuidado en instalar las mangueras originales, o alternativas de calidad superior y que cumplan con los diámetros y curvaturas adecuados, a fin de evitar estrangulamientos por presión o posición de agua y cambiar su empaquetadura, es necesario retirar el radiador, aflojar la correa del alternador, sacar las aspas del ventilador y soltar los cuatro pernos que fijan la bomba al bloque.
- Para acceder al termostato, es necesario soltar la manguera superior del radiador y sacar la tapa del termostato soltando los tres pernos o tuercas que la fijan al bloque, cambiando siempre la empaquetadura por una nueva.

- Una fuga en el radiador requiere de su reparación en un taller especializado. Verificar siempre el estado de la tapa del radiador y el buen funcionamiento de las dos válvulas.
- Una fuga en los sellos de agua del bloque requiere de la colocación de sellos nuevos, para lo cual se deben sacar los que presenten fallas, perforándolos y metiendo un desatornillador con el que se hace palanca. La colocación de sellos nuevos es a presión, presentando el sello nuevo en su alojamiento y golpeándolo con un martillo en el centro para que se expanda y asiente correctamente en el bloque.
- Una fuga en la empaquetadura de culata es siempre importante. Si la fuga es solo hacia el exterior y no afecta al funcionamiento del motor, puede esperar para su reparación por algún tiempo, pero si se sospecha de una fuga hacia los cilindros producto de humos blancos en el escape o dificultades para partir en frío, conviene efectuar un cambio de empaquetadura y revisión de las caras de la culata y bloque por si existiese alguna deformación.

#### **b. Fallas en la bomba.**

La bomba de agua puede presentar tres fallas, rotura del sello anti fuga, desgaste de los rodamientos o rotura de las aspas interiores.

- Cuando se rompe el sello de la bomba, se presenta una fuga constante de líquido refrigerante en la parte inferior de la bomba.
- Cuando existe desgaste de rodamientos, se presenta un ruido de bolas proveniente de la bomba con el motor funcionando y se verifica con

el motor apagado y moviendo el eje de la bomba hacia arriba y abajo con la mano.

- La rotura de las aspas interiores se verifica, con el motor caliente si se tiene termostato, cuando al sacar la tapa del radiador no se ve movimiento en el líquido dentro del radiador al acelerar el motor.

Para su verificación y reparación, es necesario soltar las mangueras, el soporte superior e inferior del radiador, sacar el radiador, soltar la correa del alternador, sacar las aspas del ventilador y cambiar la bomba por una nueva.

#### **c. Falla en el termostato.**

El termostato presenta solo dos fallas, generalmente asociadas a suciedad en el sistema. Puede quedar permanentemente cerrado, con lo que impide el paso del refrigerante al radiador y el motor se recalienta rápidamente. Si se tiene en buen estado la bomba de agua, se verifica con el motor caliente, cuando al sacar la tapa del radiador no se ve movimiento en el líquido dentro del radiador. La otra falla, menos común, es que el termostato quede permanentemente abierto, con lo que el motor demora mucho en tomar temperatura. Para la reparación de esta falla solo basta con cambiar el termostato que está debajo de la tapa correspondiente.

#### **d. Suciedad en el circuito.**

Esta falla es muy común en la mayoría de los minis, producto del paso de los años y el relleno del circuito con agua de la llave. Se verifica por el color café de óxido en el líquido refrigerante dentro del radiador y su reparación consiste en desincrustar lavando el circuito, además de una limpieza del radiador.

#### **e. Deficiencias del sistema.**

Las principales anomalías que podrían afectar o reducir la capacidad del sistema de refrigeración, se pueden dividir en deficiencias externas y deficiencias por componente.

En las deficiencias externas se pueden incluir las fallas en la puesta a punto del motor y las propias del motor. Cuando existe una mala carburación, ya sea por mezcla pobre o mezcla rica, el motor tiende a calentarse más de lo normal. Lo mismo ocurre cuando se lleva el encendido muy avanzado o retrasado.

Cuando existe una falla de motor, ya sea un mal calaje de la distribución, un exceso de compresión por carboncillo, autoencendido o detonación, fisura en la culata o bloque, también se ve afectado el rendimiento del sistema de refrigeración.

Por lo que siempre es bueno verificar primero la puesta a punto, la carburación y el buen estado del motor antes de efectuar alguna reparación mayor.

En las deficiencias por componentes se pueden incluir todas las modificaciones efectuadas al sistema, que hacen que disminuya su capacidad original de refrigeración. Entre estas podemos encontrar, colocación de aspas de ventilador de menor capacidad, colocación de polea de ventilador de mayor diámetro, colocación de bombas de agua de bajo flujo.

### **2.3.7 SISTEMA DE TRANSMISIÓN.**

#### **a. Caja de Cambios.**

La caja de cambios está formada por engranes de diferente tamaño, cuando se mueve la palanca para hacer un cambio, está deslizando un sincronizador de un engrane pequeño a uno más grande o viceversa y de esto depende el

desplazamiento del vehículo. La caja de cambios sirve para administrar las revoluciones del motor y darle mayor desplazamiento para esto se vale de sincronizadores y engranes y de la misma forma funciona el cambio de reversa.<sup>27</sup>

#### **b. Disco de Embrague.**

El Embrague es un disco como el que mostramos en la fotografía, pero este solo no serviría de nada si no formara parte de un set. El set está compuesto de lo siguiente: disco de embrague, plato de embrague y rulimán.

### **2.3.8. SISTEMA DE FRENOS**

En forma original, todos los minis antes de 1986 (cuando el grupo Rover tomó el control de Mini) y obviamente a excepción de los modelos Cooper incluyendo la versión "S" y las versiones GT de Clubman, utilizaban como método de frenado el sistema de tabores con balatas tanto delanteros como traseros y en circuito simple como doble.

Este sistema de frenado si bien es eficiente y útil para motores 850 sufre de desregulación temprana y por lo tanto se debe recurrir casi mensualmente a "regular" los frenos.<sup>28</sup>

---

<sup>27</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

<sup>28</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

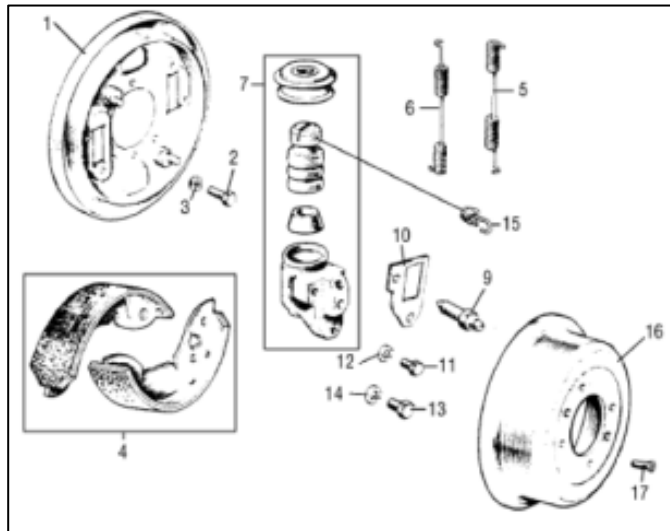


Figura 2. 12: Armado del radiador.

Fuente: Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin.

Tabla 2.9.Sistema de frenos.

| Partes del sistema de frenos                 |  |
|--|--|
| 1.Plato del Tambor de freno                  | 10 .Empaque para el cilindro             |
| 2.Perno de sujeción                          | 11. Perno corto de la rueda del cilindro |
| 3.Arandela del resorte                       | 12 .Arandela del resorte                 |
| 4.Zapatras de freno                          | 13 .Perno largo de la rueda del cilindro |
| 5.Muelle de la zapata                        | 14 .Arandela de resorte                  |
| 6.Muelle de la zapata                        | 15 .Resorte de la zapata al cilindro     |
| 7.Rueda del cilindro del plato               | 16 .Tambor de freno                      |
| 8.Kit de reparación de la rueda del cilindro | 17 .Tornillo del tambor de freno         |
| 9.Neplo                                      |  |

Fuente: Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin.

### **2.3.9. SISTEMA DE SUSPENSIÓN**

La definición más certera que encontramos para un sistema de suspensión es la de sistema de comunicación entre la superficie del suelo y el chasis del carro, siendo este último el encargado de acomodar tanto la mayor parte del peso como el fin último del vehículo, los pasajeros.

Para lograr dicha finalidad estos componentes deben ir entre el bastidor o carrocería y los ejes donde van las ruedas.

Todos los sistemas de suspensión de automóviles provienen del intento de la ingeniería para satisfacer los siguientes requisitos, no siendo alguno más importante que otro sino aportando todos alguna característica del compromiso final deseado.

En un sistema de suspensión se distinguen siempre dos elementos, el mecanismo geométrico y el conjunto amortiguador - resorte. Por ello, es posible distinguir su aporte particular al vehículo:<sup>29</sup>

#### **a. Barraje – Mecanismo.**

Su función es la de garantizar que el recorrido de la suspensión (compresión /extensión) afecte de la manera necesaria la posición de cada llanta en un espacio tridimensional, esto es, en 6 grados de libertad. Esto quiere decir que sea cual sea el mecanismo escogido, ha de ser diseñado considerando su efecto en el camber, caster, convergencia, ángulo de Kingpin y radio de slip. A su vez, siendo la suspensión un elemento dinámico, es la encargada de transmitir las fuerzas ejercidas por el pavimento sobre el vehículo, permitiendo al

---

<sup>29</sup>Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.



diseñador tomar decisiones sobre la orientación de dichas fuerzas, sea a través de los amortiguadores (recorrido de suspensión) o a través de los mecanismos.

Es con este criterio que se puede evitar que un auto tenga la tendencia a clavarse en una frenada o a levantarse en un fuerte arrancón. De una forma general, es el mecanismo el encargado de determinar el comportamiento de las llantas sobre el suelo, entendiendo por comportamiento las fuerzas desarrolladas por las mismas (desempeño) y su duración.

#### **b. Paquete Dinámico.**

Con él se hace referencia al conjunto amortiguador y resorte, encargados respectivamente de la absorción de energía en cambios de posición y de hacer que el vehículo retorne a una posición predeterminada bajo cualquier perturbación.

Es en este conjunto en donde radica la sensación percibida por los pasajeros en su andar por cualquier tipo de terreno.

El tipo de suspensión que hemos utilizado en el proyecto es el mismo sistema de suspensión que viene de fábrica en estos vehículos que básicamente, se trata de una suspensión con cuatro ruedas independientes, en las que constituyen unos anillos de goma de forma especial y unos conos, que trabajan simultáneamente a compresión y cortadura.



**Figura 2.13: Partes del sistema de suspensión**

**Fuente:** Rodríguez C y Velasco A, 2009. Diseño y construcción de una limusina a partir del vehículo marca mini Austin.

## 2.4. CONCEPTOS PARA EL DISEÑO.

La Ingeniería asistida por computador (CAE, del inglés: Computer AidEngineering) es la aplicación de programas computacionales de ingeniería para evaluar componentes o ensambles. Contiene simulación, validación y optimización de productos y herramientas de manufactura. La aplicación principal de CAE, usada en ingeniería civil, mecánica, aeroespacial, y electrónica, se trata de FEA al lado del Diseño Asistido por Computador (CAD).

Para resolver un problema de análisis estructural es necesario hacer tanto un estudio matemático, para determinar las cargas y esfuerzos que afectan al mecanismo, como un estudio computacional, para determinar las dimensiones y el material a utilizar en la construcción del mismo. Este trabajo se centrará exclusivamente en el análisis.

Computacional, con el cual se analizará si el mecanismo diseñado puede resistir los esfuerzos a los que está sometido, además de determinar la deformación física que pudiera ocurrir a causa esos esfuerzos.

Para esto se realizará el estudio mediante el software SolidWorks, para la modelización del mecanismo, y SolidWorks Simulation, para el análisis estructural del mismo. Este software utiliza la técnica llamada análisis de elementos finitos para realizar los cálculos.<sup>30</sup>

#### **2.4.1 ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS**

El análisis de elementos finitos (FEA por sus siglas en inglés: Finite Element Analysis) es una técnica de simulación por computador usada en ingeniería. Usa una técnica numérica llamada Método de elementos finitos (FEM).

En este análisis, el objeto o sistema se representa por un modelo geoméricamente similar que consta de múltiples regiones simplificadas y conectadas. Ecuaciones de equilibrio, junto con consideraciones físicas aplicables así como relaciones constitutivas, se aplican a cada elemento, y se construye un sistema de varias ecuaciones. El sistema de ecuaciones se resuelve para los valores desconocidos usando técnicas de álgebra lineal o esquemas no lineales, dependiendo del problema. Siendo un método aproximado, la precisión de los métodos FEA puede ser mejorada refinando la discretización en el modelo, usando más elementos y nodos.<sup>31</sup>

---

<sup>30</sup>Garcés g. Manuel A, 2012. Diseño y construcción del sistema de suspensión para un vehículo tipo formula student. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

<sup>31</sup>Garcés g. Manuel A, 2012. Diseño y construcción del sistema de suspensión para un vehículo tipo formula student. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Automotriz. ESPE sede Latacunga. Facultad de Ingeniería Automotriz. Cotopaxi, Ecuador.

### a. Método de elementos finitos.

El Método de elementos finitos es una técnica numérica fiable para analizar los diseños de ingeniería. Este método sustituye los problemas complejos por múltiples problemas simples. Divide el modelo en múltiples partes pequeñas de formas sencillas denominadas "elementos".

Los elementos comparten puntos comunes denominados "nodos", el comportamiento de estos elementos es conocido bajo todas las situaciones de soporte y carga posibles. El movimiento de cada nodo se describe por completo mediante conversiones en las direcciones X, Y Z, denominado grados de libertad (GDL). El análisis que utiliza FEM se denomina Análisis de elementos finitos (FEA).<sup>32</sup>

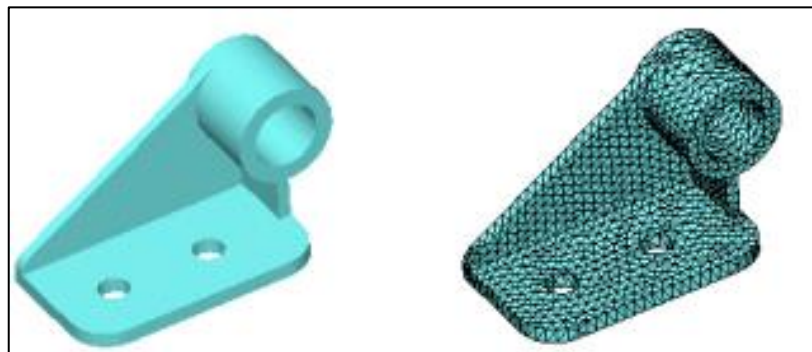


Figura 2. 14: Modelo CAD de una pieza y el mismo modelo subdividido en piezas pequeñas (elementos).

Fuente: Biblioteca SolidWorks .2013.

---

<sup>32</sup>Modelo CAD de una pieza y el mismo modelo subdividido en piezas pequeñas (elementos) recuperado de Biblioteca SolidWorks .2013.

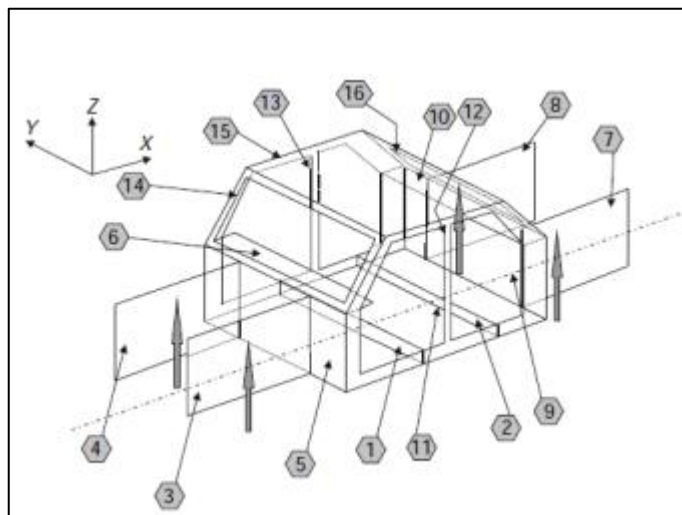
## CAPÍTULO III

### DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA MINIVAN

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

La estructura del chasis y carrocería de los diferentes automóviles sedán varían según el tipo, tamaño, la disposición del vehículo y los particulares métodos de diseño y ensamblaje de los diferentes fabricantes. Sin embargo, la naturaleza de la construcción integral de los vehículos dicta también que existen similitudes.

Por lo tanto, de acuerdo con algunos autores (Referencia Bibliográfica), la estructura de cualquier automóvil sedán puede ser representado por superficies estructurales simples (SSSs), como se muestra en la figura 3.1.<sup>33</sup>



**Figura 3.1: Representación de un automóvil mediante superficies estructurales simples.**

**Fuente:** David A, Crolla.2009. Automotive Engineering.Inglaterra.Elsevier

<sup>33</sup> David A, Crolla.2009. Automotive Engineering.Inglaterra.Elsevier

El sedán estándar de la figura 3.1 consiste en una "caja cerrada" habitáculo, que comprende el piso, techo, marcos laterales, mamparas delanteras y traseras y parabrisas. Por motivos de simplicidad, todas estas superficies se supone que son planas.

Las cargas de la suspensión, en la parte delantera y trasera, se aplican en paneles rígidos en voladizo unidos a los extremos del compartimiento. Estos son una representación simplificada de los paneles de las alas interiores. Las barras representan los rieles inferiores (por ejemplo, para el montaje del motor) y las bridas de la parte superior. Para mantener el modelo simple, las cargas de la torre de suspensión se introducen directamente en los paneles en voladizos.

Las 16 SSSs en un automóvil estándar son las siguientes:<sup>34</sup>

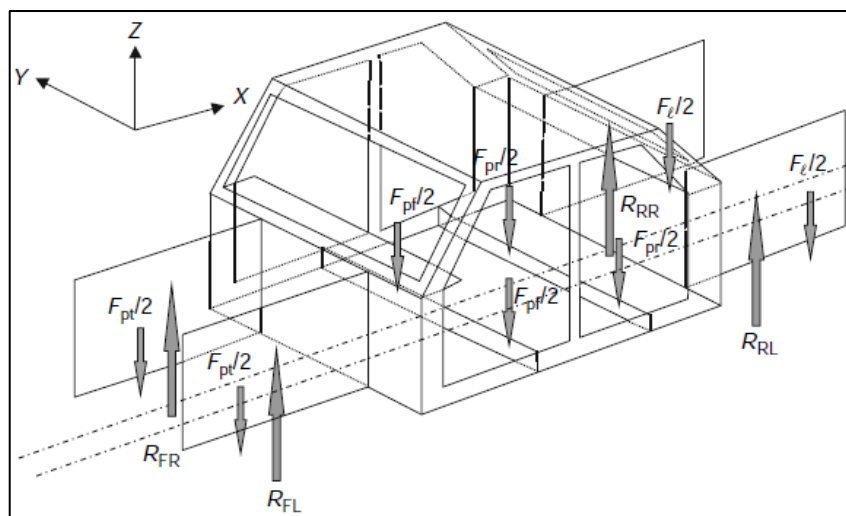
1. Viga transversal del piso (delantero) que lleva a los pasajeros delanteros.
2. Viga transversal del piso (posterior) que lleva a los pasajeros traseros.
3. y 4. Paneles laterales interiores que llevan el tren de potencia y el apoyo de la suspensión delantera.
5. Panel transversal entre los pasajeros y el compartimento del motor.
6. Repisa frontal.
7. y 8. Paneles laterales posteriores que llevan las cargas de equipaje y el apoyo de la suspensión trasera.
9. Panel detrás de los asientos traseros.
10. Repisa posterior.
11. Panel del piso
12. y 13. Marcos laterales de la izquierda y de la derecha.
14. Marco del parabrisas.
15. Panel de la cubierta.
16. Marco de la ventana posterior.

---

<sup>34</sup> David A, Crolla.2009. Automotive Engineering.Inglaterra.Elsevier

Estas SSSs son suficientes para soportar los casos fundamentales de cargas de flexión y torsión.

Los principales esfuerzos que pueden ocasionar la falla de la estructura de un vehículo son los de flexión y en la figura 3.2 se muestra la distribución de las principales cargas que generan flexión en la estructura y los sitios de aplicación.



**Figura 3.2:** Distribución de cargas de flexión en las superficies estructurales simples de un automóvil.

**Fuente:** David A, Crolla.2009. Automotive Engineering.Inglaterra.Elsevier.

Solo las cargas más importantes como las del tren de potencia ( $F_{pt}$ ), pasajeros y asientos delanteros ( $F_{pf}$ ), los pasajeros y asientos traseros ( $F_{pr}$ ) y el equipaje ( $F_l$ ) son considerados para el análisis, y este procedimiento se empleará en el presente capítulo para determinar la distribución de cargas en el Mini Austin alargado.<sup>35</sup>

### 3.2. PARÁMETROS DE DISEÑO

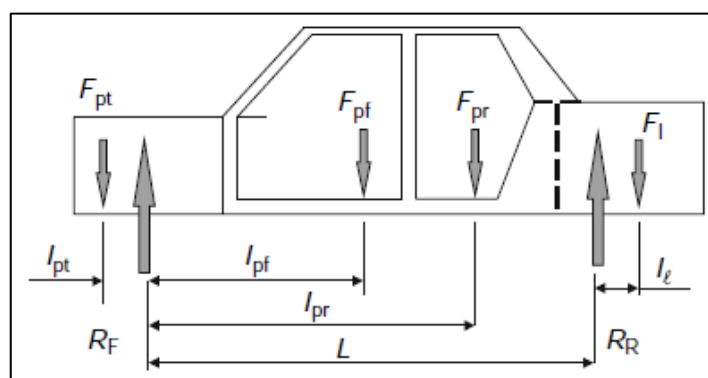
A continuación se describen los diferentes parámetros que influyen en el diseño del Mini Austin alargado:

- Longitud que se alargó el vehículo: 0.30 m.

<sup>35</sup> David A, Crolla.2009. Automotive Engineering.Inglaterra.Elsevier

- Distancia en ejes de ruedas: 2.35 m (del vehículo alargado)
- Material de la carrocería: Fibra de vidrio estructural reforzada de 4 mm de espesor.
- Material del piso: Fibra de vidrio estructural reforzada de 3 mm de espesor.
- Material de los tubos de sujeción y refuerzo de las partes alargadas: Acero AISI 4130.
- Peso bruto del vehículo: 10500 N.
- Peso aproximado del tren de potencia ( $F_{pt}$ ): 1500 N.
- Peso aproximado de los pasajeros y asientos delanteros ( $F_{pf}$ ): 2500 N.
- Peso de la carga máxima permisible en el sitio de los asientos posteriores ( $F_{pr}$ ): 2500 N.
- Peso de la carga máxima permisible en el sitio del portaequipaje ( $F_l$ ): 2000 N
- Factor de seguridad mínimo admisible: 3.0

La distribución y puntos de aplicación de cada una de las cargas arriba mencionadas se indican en la figura 3.3.



**Figura 3.3: Distribución y puntos de aplicación de las cargas.**

**Fuente:** Fuente: David A, Crolla.2009. Automotive Engineering.Inglaterra.Elsevier



### 3.3. DETERMINACIÓN DE CARGAS

Para determinar las cargas que se generan en las diferentes SSSs de la estructura del vehículo se realiza un diagrama análogo al de la figura 3.3 pero aplicado al Mini Austin alargado, donde su estructura es considerada como una viga simplemente apoyada y los soportes son los ejes frontal y posterior (figura 3.4).

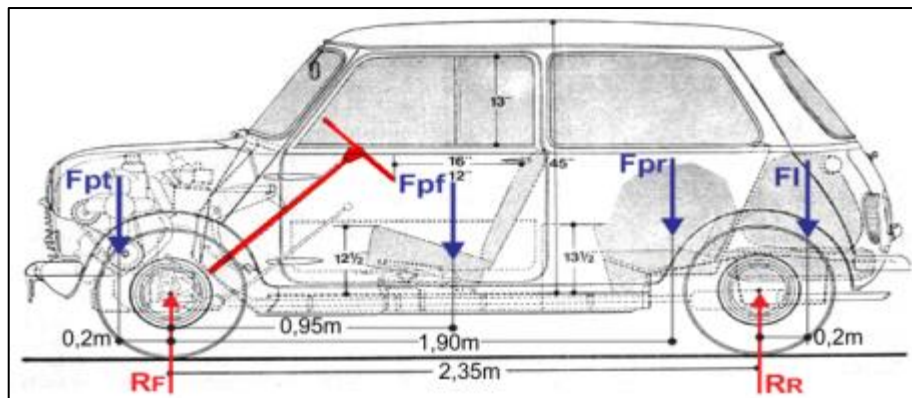


Figura 3.4: Distribución de las cargas en la MINIVAN.

Fuente: David A. Crolla.2009. Automotive Engineering.Inglaterra.Elsevier.

Por lo tanto la reacción en la suspensión delantera ( $R_F$ ) se obtiene aplicando momentos alrededor de la suspensión posterior.

La Ec. 1 corresponde a la sumatoria de momentos desde RF

$$R_F = \frac{F_{pt}(L+l_{pt})+F_{pf}(L-l_{pf})+F_{pr}(L-l_{pr})-F_l l_l}{L} \quad \text{Ec. 1}$$

Remplazando los valores se obtiene:

$$R_F = \frac{1500(2,35 + 0,2) + 2500(2,35 - 0,95) + 2500(2,35 - 1,9) - 2000 \cdot 0,2}{2,35}$$

$$R_F = 3425,53 \text{ N}$$

De manera semejante se determina la reacción en la suspensión posterior ( $R_R$ ) aplicando momentos alrededor de la suspensión delantera.

La Ec. 2 corresponde a la sumatoria de momentos desde RF

$$R_R = \frac{F_{pf}l_{pf} + F_{pr}l_{pr} + F_l(L+l_l) - F_{pt}l_{pt}}{L} \quad \text{Ec. 2}$$

Remplazando los valores se obtiene:

$$R_R = \frac{2500 \cdot 0,95 + 2500 \cdot 1,9 + 2000(2,35 + 0,2) - 1500 \cdot 0,2}{2,35}$$

$$R_R = 5074,47 \text{ N}$$

En consecuencia las reacciones a cada lado de las suspensiones delantera y posterior viene dado por:

$$R_{FL} = \frac{R_F}{2} = 1712,77 \text{ N} \quad \text{Ec.3}$$

$$R_{RL} = \frac{R_R}{2} = 2537,23 \text{ N} \quad \text{Ec.4}$$

A partir del diagrama del cuerpo libre de cada una de las SSSs del vehículo en vista explosionada que se muestra en la figura 3.5 se determina las cargas en los bordes y extremos que aseguran que todas las SSSs estén en equilibrio. Estas cargas de bordes y extremos están indicadas por las fuerzas de P1 a P13.

Utilizando la simetría longitudinal y resolviendo las fuerzas verticales en la viga transversal del piso delantero (1) se obtiene (Ec. 5):

$$P_1 = \frac{F_{pf}}{2} = 1250 \text{ N} \quad \text{Ec. 5}$$

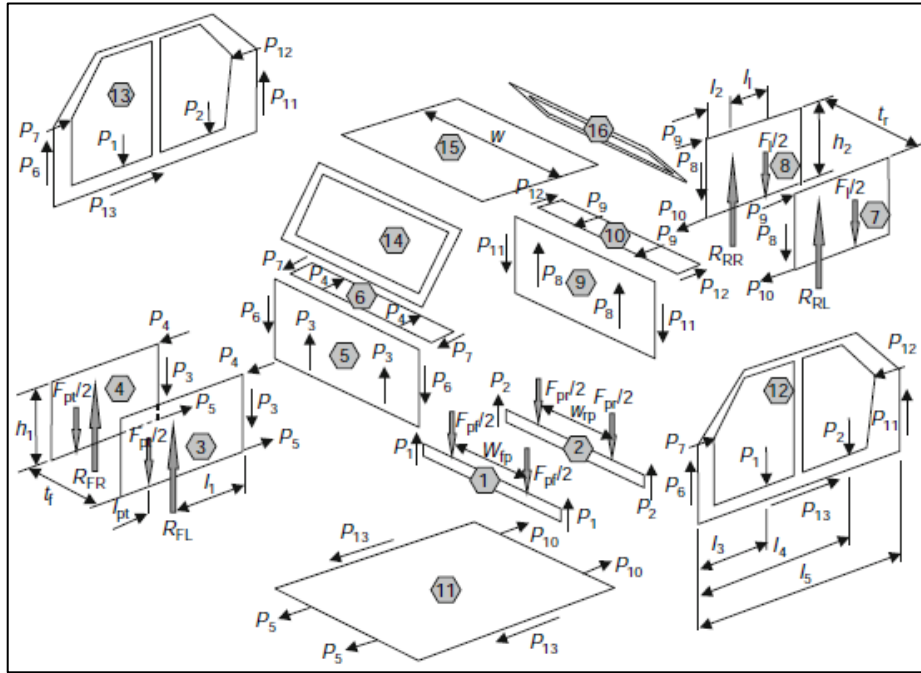


Figura 3.5: Cargas en los bordes y extremos de cada una de las SSSs.

Fuente: David A, Crolla.2009. Automotive Engineering.Inglaterra.Elsevier.

De forma semejante se encuentra las cargas que actúan en la viga transversal del piso posterior (2) (Ec. 6).

$$P_2 = \frac{F_{pr}}{2} = 1250 \text{ N} \quad \text{Ec. 6}$$

Resolviendo las fuerzas verticales para el panel lateral izquierdo delantero (3) se obtiene (Ec. 7):

$$P_3 = R_{FL} - \frac{F_{pt}}{2} \quad \text{Ec. 7}$$

$$P_3 = 1712,77 - \frac{1500}{2} = 962,77 \text{ N}$$

Aplicando momentos alrededor de la esquina inferior trasera de los paneles laterales delanteros (3) se tiene (Ec. 8):

$$P_4 = \frac{\left\{ R_{FL} l_1 - \frac{F_{pt}(l_1 + l_{pt})}{2} \right\}}{h_1} \quad \text{Ec. 8}$$

$$P_4 = \frac{\left\{ 1712,77 \cdot 0,2 - \frac{500(0,36+0,2)}{2} \right\}}{0,65} = 302,45 \text{ N}$$

Donde  $l_1$  es la distancia desde el eje de la suspensión delantera al panel transversal entre los pasajeros y el compartimento del motor y  $h_1$  es la altura promedio de los paneles laterales delanteros.

Resolviendo las fuerzas horizontales en los paneles laterales (4) resulta:

$$P_5 = P_4 = 302,45 \text{ N}$$

Aplicando la simetría y resolviendo las fuerzas verticales en el panel transversal entre los pasajeros y el compartimento del motor (5) se obtiene:

$$P_6 = P_3 = 962,77 \text{ N}$$

Por simetría y resolviendo las fuerzas horizontales de la repisa frontal (6) se encuentra que:

$$P_7 = P_4 = 302,45 \text{ N}$$

Resolviendo las fuerzas verticales para el panel lateral izquierdo posterior (7) se obtiene (Ec. 9):

$$P_8 = R_{RL} - \frac{F_l}{2} \quad \text{Ec. 9}$$

$$P_8 = 2537,23 - \frac{2000}{2} = 1537,23 \text{ N}$$

Aplicando momentos alrededor de la esquina inferior frontal de los paneles laterales traseros (7) se encuentra que (Ec. 10):

$$P_9 = \frac{\left\{ R_{RL} l_2 - \frac{F_l(l_1+l_2)}{2} \right\}}{h_2} \quad \text{Ec. 10}$$

$$P_9 = \frac{\left\{ 2537,23 \cdot 0 - \frac{2000(0,2+0)}{2} \right\}}{0,6} = -333,33 \text{ N}$$

Donde  $l_2$  es la distancia desde el eje de la suspensión posterior al panel transversal detrás de los asientos traseros y  $h_2$  es la altura promedio de los paneles laterales posteriores.

Resolviendo las fuerzas horizontales en los paneles laterales posteriores (7) y (8) se tiene:

$$P_{10} = P_9 = -333,33 \text{ N}$$

Por simetría y resolviendo las fuerzas verticales en el panel detrás de los asientos traseros (9) se encuentra que:

$$P_{11} = P_8 = 1537,23 \text{ N}$$

Aplicando la simetría y resolviendo las fuerzas horizontales en la repisa posterior (10) se obtiene:

$$P_{12} = P_9 = 333,33 \text{ N}$$

Finalmente resolviendo las fuerzas horizontales en el panel de piso (11) se encuentra que (Ec. 11):

$$2P_{13} = 2(P_{10} - P_5) \quad \text{Ec. 11}$$

$$P_{13} = -333,33 - 302,45 = -635,78 \text{ N}$$

### 3.4. SELECCIÓN Y CONFIGURACIÓN DE MATERIALES.

La parte alargada del vehículo fue fabricada con el mismo tipo de material y espesor que la estructura original, es decir: Fibra de vidrio estructural reforzada de 3 mm de espesor para el piso y de 4 mm de espesor para la carrocería. Las

propiedades físicas y mecánicas de la fibra de vidrio estructural reforzada se muestran en el Anexo C.

Debido a las fuertes solicitaciones a las que estará sometida la estructura del Mini Austin, el piso de la parte alargada de la carrocería fue reforzada con tubos de acero AISI 4130 de 1¾ plg de diámetro y 3 mm de espesor.

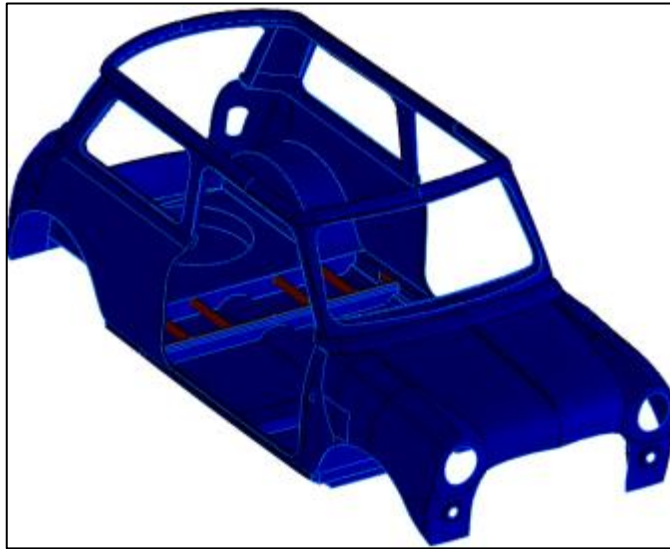
La aleación AISI 4130 contiene cromo y molibdeno como agentes de reforzamiento, el contenido nominal de carbono es de 0.30% por lo que la aleación es excelente en la fusión y soldabilidad de estructuras y sus aplicaciones típicas incluyen la fabricación de estructuras en la ingeniería de aeronaves y en tubos para aplicación automotrices. Las propiedades mecánicas mínimas que tiene el acero AISI 4130 se muestran en la tabla siguiente:

**Tabla 3.1: Propiedades mecánicas del acero AISI 4130.**

| <b>Nombre de propiedad</b> | <b>Valor</b> | <b>Unidades</b>   | <b>Tipo de valor</b> |
|----------------------------|--------------|-------------------|----------------------|
| Módulo elástico            | 2.05e+011    | N/m <sup>2</sup>  | Constante            |
| Coefficiente de Poisson    | 0.285        | NA                | Constante            |
| Modulo cortante            | 8e+010       | N/m <sup>2</sup>  | Constante            |
| Densidad                   | 7850         | Kg/m <sup>3</sup> | Constante            |
| Límite de tracción         | 5.6e+008     | N/m <sup>2</sup>  | Constante            |
| Limite elástico            | 4.6e+008     | N/m <sup>2</sup>  | Constante            |
| Conductividad térmica      | 42.7         | W/(m.K)           | Constante            |
| Calor específico           | 477          | J/(kg.K)          | Constante            |

**Fuente:** Librería de materiales de SolidWorks Simulation

Con la aplicación de los diferentes comandos para coquizar, así como de los comandos para crear y editar operaciones de superficies, se modelaron en tres dimensiones las diferentes superficies que forman parte del Mini Austin alargado como se muestra en la figura 3.6.



**Figura 3.6: Modelado 3D de la carrocería dela MINIVAN.**

**Fuente:** Base de datos de SolidWorks Simulation

La configuración y asignación de los materiales y espesores a cada una de las superficies que forman parte de la estructura del vehículo se presenta en la tabla siguiente:

**Tabla 3.2: Configuración y asignación de materiales.**

| <b>Propiedades</b>                                      | <b>Componentes</b>   |
|---|--|
| Nombre: <b>GlassFiberReinforce<br/>d</b>                | <b>Conjunto de superficies<br/>1(Escala4[10])(&amp;Chasis<br/>frame 1D),</b>                 |
| Tipo de modelo: <b>Isotrópico elástico<br/>lineal</b>   | <b>Conjunto de superficies<br/>2(Escala4[2])(&amp;Chasis<br/>frame 1D),</b>                  |
| Criterio de error <b>Desconocido</b><br>predeterminado: | <b>Conjuntodesuperficies<br/>3(Superficie-<br/>Recortar29[2])(&amp;Chasis<br/>frame 1D),</b> |
| Límite elástico: <b>137 N/mm<sup>2</sup></b>            | <b>Conjunto de superficies<br/>4(Superficie-</b>   |
| Límite de tracción: <b>127 N/mm<sup>2</sup></b>         |  |
| Límite de <b>155 N/mm<sup>2</sup></b><br>compresión:    |  |
| Módulo elástico: <b>72400 N/mm<sup>2</sup></b>          |  |

|   |   |
|---|---|
| <p>Coeficiente de <b>0.2</b></p> <p>Poisson:</p> <p>Densidad: <b>1940 g/cm<sup>3</sup></b></p> <p>Módulo cortante: <b>3100 N/mm<sup>2</sup></b></p> | <p><b>Recortar28)(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjunto de superficies 5(Superficie-Plano7[2])(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies 6(Superficie-Plano7[1])(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies 9(Superficie-Plano16)(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies 10(Superficie-Extruir8)(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies 12(Superficie-Plano15)(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies 13(Superficie-Extruir12)(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies 14(Superficie-Plano6[2])(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies15(</b></p> |
|---|---|



|  |   |
|--|---|
|  | <p><b>Superficie-<br/>Plano6[1])(&amp;Chasis<br/>frame 1D),<br/>Conjuntodesuperficies<br/>16(Superficie-<br/>Extruir11)(&amp;Chasis<br/>frame 1D),<br/>Conjuntodesuperficies<br/>18(Superficie-<br/>Extruir19)(&amp;Chasis<br/>frame 1D),<br/>Conjuntodesuperficies<br/>19(Superficie-<br/>Plano14)(&amp;Chasis frame<br/>1D),<br/>Conjuntodesuperficies<br/>20(Superficie-<br/>Recortar29[1])(&amp;Chasis<br/>frame 1D),<br/>Conjuntodesuperficies<br/>21(Superficie-<br/>Recortar31)(&amp;Chasis<br/>frame 1D),<br/>Conjuntodesuperficies<br/>23(Superficie-<br/>Plano13)(&amp;Chasis frame<br/>1D),<br/>Conjuntodesuperficies<br/>25(Escala4[9])(&amp;Chasis<br/>frame 1D),<br/>Conjuntodesuperficies26(</b></p> |
|--|---|

|  |  |
|--|--|
|  | <p><b>Superficie-<br/>Plano12&gt;(&amp;Chasis frame<br/>1D),<br/>Conjuntodesuperficies<br/>27(Escala4[7])(&amp;Chasis<br/>frame 1D),<br/>Conjuntodesuperficies<br/>28(Escala4[13])(&amp;Chasis<br/>frame 1D),<br/>Conjuntodesuperficies<br/>29(Superficie-<br/>Extruir18&gt;(&amp;Chasis<br/>frame 1D),<br/>Conjuntodesuperficies<br/>31(Superficie-<br/>Recortar38&gt;(&amp;Chasis<br/>frame 1D),<br/>Conjuntodesuperficies<br/>32(Superficie-<br/>Recortar41&gt;(&amp;Chasis<br/>frame 1D),<br/>Conjuntodesuperficies<br/>33(Escala4[12])(&amp;Chasis<br/>frame 1D),<br/>Conjuntodesuperficies<br/>34(Superficie-<br/>Plano11&gt;(&amp;Chasis frame<br/>1D),<br/>Conjuntodesuperficies<br/>35(Superficie-<br/>Recortar39&gt;(&amp;Chasis</b></p> |
|--|--|

|  |  |
|--|--|
|  | <p>frame 1D),</p> <p><b>Conjuntodesuperficies 37(Escala4[6])(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies 38(Escala4[11])(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies 39(Superficie-Plano9)(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies 40(Escala4[8])(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies 41(Escala4[5])(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies 42(Escala4[4])(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies 43(Escala4[3])(&amp;Chasis frame 1D)</b></p> |
| <b>Datos de curva:N/A</b>  |  |
| <p>Nombre: <b>AISI 4130 Acero recocido a 865C</b></p> <p>Tipo de modelo: <b>Isotrópicoelástico lineal</b></p> <p>Criterio de error: <b>Tensión máxima de</b></p> | <p><b>Conjuntodesuperficies 7(Superficie-Extruir17[4])(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies 8(Superficie-</b></p>  |

|  |  |
|--|--|
| <p>predeterminado: <b>von Mises</b></p> <p>Límiteelástico: <b>460 N/mm<sup>2</sup></b></p> <p>Límite de tracción: <b>560 N/mm<sup>2</sup></b></p> <p>Móduloelástico: <b>205000 N/mm<sup>2</sup></b></p> <p>Coefficiente de <b>0.285</b></p> <p>Poisson:</p> <p>Densidad: <b>7850 g/cm<sup>3</sup></b></p> <p>Módulocortante: <b>80000 N/mm<sup>2</sup></b></p> | <p><b>Extruir15&gt;(&amp;Chasis frame1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies 11(Superficie- Extruir17[3])(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies 17(Superficie- Extruir17[2])(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies 22(Superficie- Extruir17[1])(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies 24(Superficie- Barrer8&gt;(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies 30(Superficie- Barrer9&gt;(&amp;Chasis frame 1D),</b></p> <p><b>Conjuntodesuperficies 36(Superficie- Extruir16&gt;(&amp;Chasis frame 1D)</b></p> |
| <b>Datos de curva:N/A</b>  |  |

Fuente: Base de datos de SolidWorks Simulation.

### 3.5. ANÁLISIS DE TENSIONES

En base a lo indicado en la figura 3.5 se asignaron las sujeciones en los soportes de la suspensión delantera y posterior del modelo 3D; para luego configurar y asignar las diferentes cargas calculadas en la sección 3.3 y 3.4 de acuerdo con lo indicado en la tabla 3.3 y 3.4 y en las direcciones y puntos de aplicación mostrados en la figura 3.7.

**Tabla 3.3 Configuración de las cargas y restricciones del modelo 3D.**

| Nombre de sujeción              | Imagen de sujeción |                 | Detalles de sujeción   |                |
|---------------------------------|--------------------|-----------------|--|----------------|
| <b>Fijo-1</b>                   |                    |                 | Entidades: <b>2 arista(s)</b><br>Tipo: <b>Geometría fija</b> |                |
| <b>Fuerzas resultantes</b>      |                    |                 |  |                |
| Componentes                     | X                  | Y               | Z  | Resultante     |
| <b>Fuerza de reacción(N)</b>    | <b>-1271.53</b>    | <b>0.013504</b> | <b>4121.76</b>   | <b>4313.43</b> |
| <b>Momento de reacción(N·m)</b> | <b>0.154881</b>    | <b>-5.53036</b> | <b>-0.370315</b>   | <b>5.54491</b> |

Fuente: Base de datos de SolidWorks Simulation.

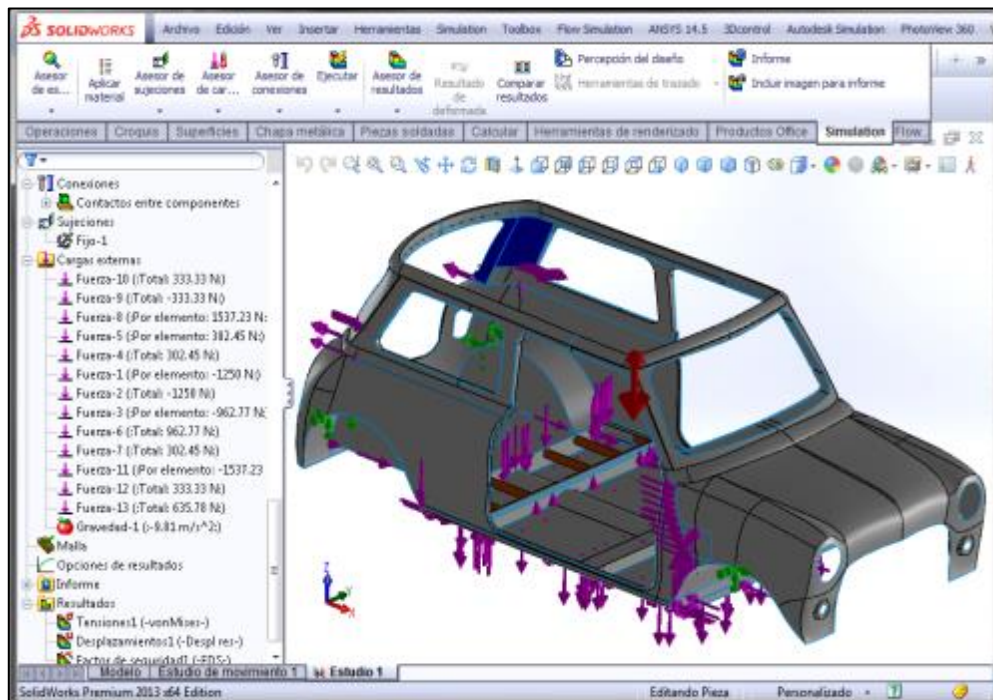
**Tabla 3.4: Configuración de las cargas y restricciones del modelo 3D.**

| Nombre de carga  | Detalles de carga   |
|------------------|---|
| <b>Fuerza-10</b> | Entidades: <b>2 arista(s), 1 plano(s)</b><br>Referencia: <b>Right Plane</b><br>Tipo: <b>Aplicarfuerza</b><br>Valores: <b>---, ---, 333.33 N</b><br>Momentos: <b>---, ---, --- N·m</b> |
| <b>Fuerza-9</b>  | Entidades: <b>2 cara(s), 1 plano(s)</b><br>Referencia: <b>Right Plane</b><br>Tipo: <b>Aplicarfuerza</b><br>Valores: <b>---, ---, 333.33 N</b><br>Momentos: <b>---, ---, --- N·m</b>   |

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>Fuerza-8</b> | <b>Entidades:</b> 1 cara(s), 1 plano(s)<br><b>Referencia:</b> Front Plane<br><b>Tipo:</b> Aplicarfuerza<br><b>Valores:</b> ---, ---, 1537.23 N<br><b>Momentos:</b> ---, ---, --- N·m  |
| <b>Fuerza-5</b> | <b>Entidades:</b> 1 cara(s)<br><b>Tipo:</b> Aplicarfuerza normal<br><b>Valor:</b> 302.45 N  |
| <b>Fuerza-4</b> | <b>Entidades:</b> 2 arista(s), 1 plano(s)<br><b>Referencia:</b> Right Plane<br><b>Tipo:</b> Aplicarfuerza<br><b>Valores:</b> ---, ---, 302.45 N<br><b>Momentos:</b> ---, ---, --- N·m |
| <b>Fuerza-1</b> | <b>Entidades:</b> 1 cara(s), 1 plano(s)<br><b>Tipo:</b> Aplicarfuerza normal<br><b>Valor:</b> -1250 N   |
| <b>Fuerza-2</b> | <b>Entidades:</b> 2 cara(s)<br><b>Tipo:</b> Aplicarfuerza normal<br><b>Valor:</b> -1250 N   |
| <b>Fuerza-3</b> | <b>Entidades:</b> 1 cara(s), 1 plano(s)<br><b>Referencia:</b> Front Plane<br><b>Tipo:</b> Aplicarfuerza<br><b>Valores:</b> ---, ---, -962.77 N<br><b>Momentos:</b> ---, ---, --- N·m  |
| <b>Fuerza-6</b> | <b>Entidades:</b> 2 arista(s), 1 plano(s)<br><b>Referencia:</b> Front Plane<br><b>Tipo:</b> Aplicarfuerza<br><b>Valores:</b> ---, ---, 962.77 N<br><b>Momentos:</b> ---, ---, --- N·m |
| <b>Fuerza-7</b> | <b>Entidades:</b> 1 cara(s), 1 plano(s)<br><b>Referencia:</b> Right Plane   |

|                   |   |
|-------------------|---|
|                   | <b>Tipo:</b> Aplicarfuerza<br><b>Valores:</b> ---, ---, 302.45 N<br><b>Momentos:</b> ---, ---, --- N·m  |
| <b>Fuerza-11</b>  | <b>Entidades:</b> 1 cara(s), 1 plano(s)<br><b>Referencia:</b> Front Plane<br><b>Tipo:</b> Aplicarfuerza<br><b>Valores:</b> ---, ---, -1537.23 N<br><b>Momentos:</b> ---, ---, --- N·m |
| <b>Fuerza-12</b>  | <b>Entidades:</b> 2 cara(s), 1 plano(s)<br><b>Referencia:</b> Right Plane<br><b>Tipo:</b> Aplicarfuerza<br><b>Valores:</b> ---, ---, -333.33 N<br><b>Momentos:</b> ---, ---, --- N·m  |
| <b>Fuerza-13</b>  | <b>Entidades:</b> 2 cara(s), 1 plano(s)<br><b>Referencia:</b> Right Plane<br><b>Tipo:</b> Aplicarfuerza<br><b>Valores:</b> ---, ---, 635.78 N<br><b>Momentos:</b> ---, ---, --- N·m   |
| <b>Gravedad-1</b> | <b>Referencia:</b> Front Plane<br><b>Valores:</b> 0 0 -9.81<br><b>Unidades:</b> SI  |

Fuente: Base de datos de SolidWorks Simulation



**Figura 3.7:** Asignación de cargas y sujeciones de la MINIVAN.

**Fuente:** Base de datos de SolidWorks Simulation

Con la aplicación de los diferentes comandos para croquizar, así como de los comandos para crear y editar operaciones de superficies, se modelaron en tres dimensiones las diferentes superficies que forman parte del Mini Austin alargado para posteriormente ejecutar su análisis de tensiones mediante SolidWorks Simulation.

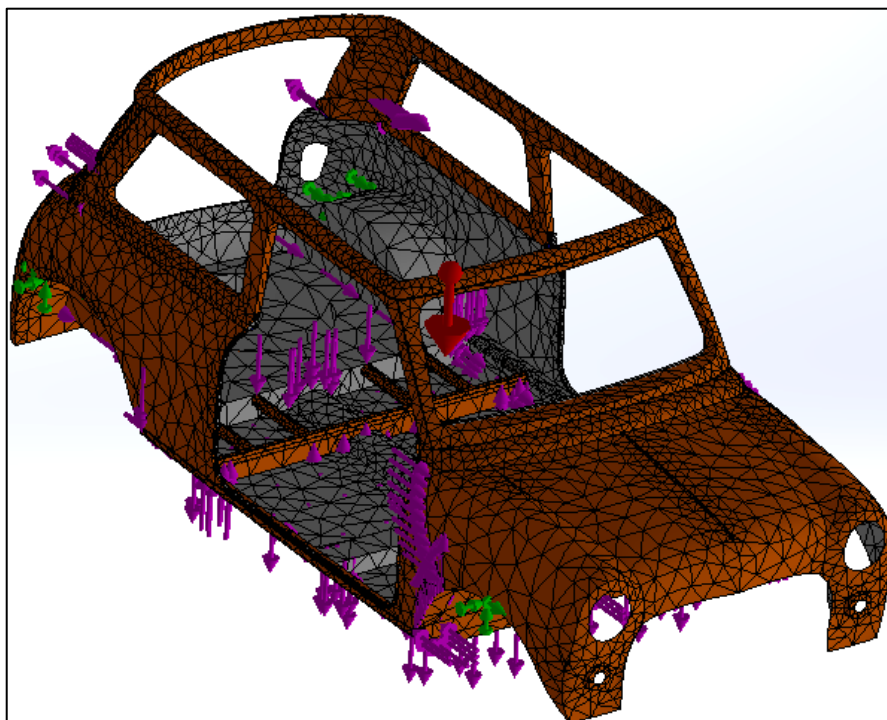
Una vez asignadas las cargas y las sujeciones se procede a configurar el tamaño y tipo de malla adecuada para el modelo del Mini Austin alargado de acuerdo como se indica en la tabla 3.5 y dando como resultado el modelo mallado mostrado en la figura 3.8.



**Tabla 3.5 Parámetros de configuración de la malla.**

|  |  |
|--|--|
| Tipo de malla                              | Malla con elementos SHELL de superficies |
| Mallador utilizado:                        | Malla basada en curvatura                |
| Verificación jacobiana para el vaciado     | Activar                                  |
| Tamaño máximo de elemento                  | 120 mm                                   |
| Tamaño mínimo del elemento                 | 39.9996 mm                               |
| Calidad de malla                           | Elementos cuadráticos de alto orden      |
| Número total de nodos                      | 33611                                    |
| Número total de elementos                  | 16343                                    |
| Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss): | 00:00:21                                 |

**Fuente:** Base de datos de SolidWorks Simulation.



**Figura 3.8: Mallado de la estructura de la MINIVAN.**

**Fuente:** Base de datos de SolidWorks Simulation.

Una vez mallado el modelo se ejecuta su estudio de diseño, mediante el cual se obtienen los resultados mostrados a continuación.

De la distribución del esfuerzo de Von Mises mostrado en la figura 3.9 se determina que el esfuerzo máximo alcanza un valor de 26.752Mpa y se genera en el punto medio de la viga transversal del piso que lleva a los pasajeros delanteros, sin embargo este esfuerzo es menor que los límites de elásticos del acero AISI 4130 (460 Mpa) y de la fibra de vidrio reforzada (137 MPa).

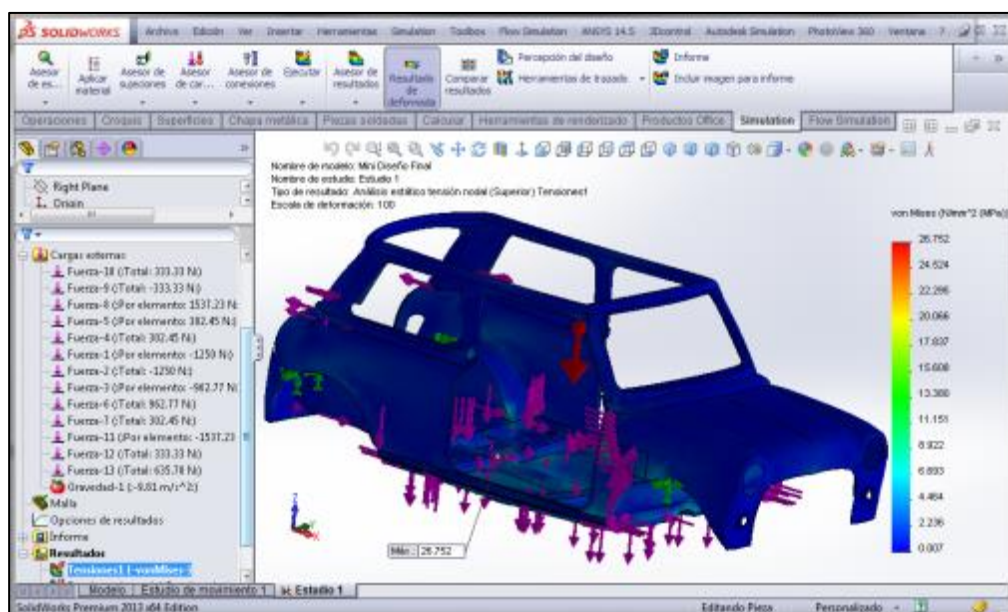


Figura 3.9: Distribución del esfuerzo de Von Mises en la estructura de la MINIVAN.

Fuente: Base de datos de SolidWorks Simulation.

En la figura 3.10 se observa que el desplazamiento máximo en la estructura del Mini Austin alargado ocurre en la parte media del panel del piso y tiene un valor de 1.28 mm, por lo que se comprueba que ésta deflexión se encuentre dentro de los límites de deflexión recomendados por Robert Mott en su Libro de Resistencia de Materiales, que establece que para elementos de máquina en general la deflexión debe encontrarse dentro del rango:

$$y_{max} = 0.0005 \text{ a } 0.003 \frac{mm}{mm} \text{ de longitud de viga} \quad \text{Ec. 12}$$

Por lo tanto, para el piso que tiene una longitud de 1800 mm (incluido la parte alargada), se tiene:

$$y_{max} = (0.0005 \cdot 1800 \text{ a } 0.003 \cdot 1800)mm$$

$$y_{max} = (0.9 \text{ a } 5.4)mm$$

Por lo tanto, la deflexión se encuentra dentro del rango admisible.

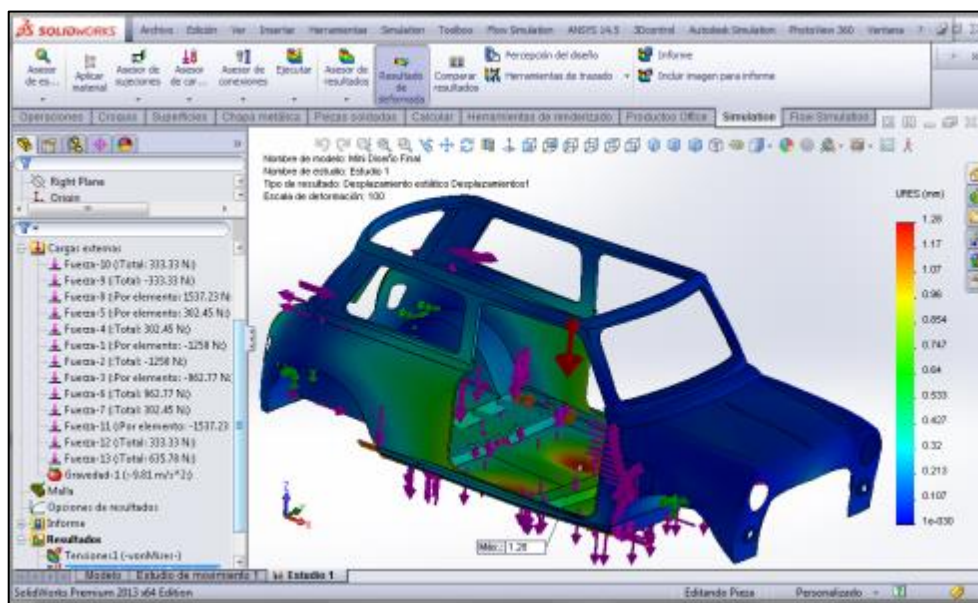
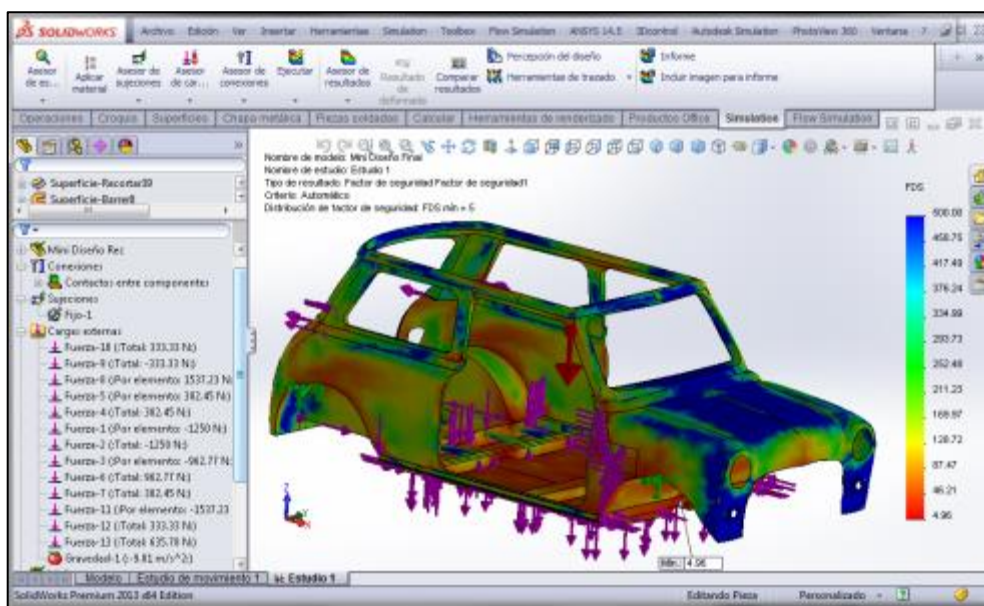


Figura 3.10: Distribución de desplazamientos resultantes en la estructura de la MINIVAN.

Fuente: Base de datos de SolidWorks Simulation.

Con respecto a la distribución del factor de seguridad mostrado en la figura 3.11 se determina que las zonas críticas se encuentran en los paneles (1), (2), (5) y (11) de la estructura del vehículo, alcanzando un valor mínimo de 4.96, en la parte media de la viga transversal del piso que lleva a los pasajeros delanteros, sin embargo, al ser éste valor mayor que el mínimo admisible de 3.0, se puede concluir que el diseño es seguro; y además existe la posibilidad de poder alargar todavía unos 12 cm al vehículo sin que el factor de seguridad sea inferior a 3.0.



**Figura 3.11: Distribución del factor de seguridad en la de la MINIVAN.**

**Fuente:** Base de datos de SolidWorks Simulation

## CAPÍTULO IV

### REPOTENCIACIÓN DEL MOTOR

#### 4.1. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR ANTES DE DESARMAR EL MOTOR

- Se detectó un consumo excesivo de aceite cuando se realizó la comprobación de funcionamiento del motor.
- Se verificó la compresión de cada uno de los cilindros, que da como resultado una posible fuga de la misma por las guías de válvulas o por los anillos (rines) del pistón.

**Tabla4.1: Medidas de presiones en los cilindros**

| <b>Presión (psi)</b> | C1 | C2 | C3 | C4 |
|----------------------|----|----|----|----|
| Antes de reparar     | 85 | 84 | 84 | 85 |

**Fuente:** Grupo de investigación.

- Se midió la presión de aceite con un manómetro, siendo esta inferior a la normal de funcionamiento (20 psi).
- Juego excesivo del cigüeñal, se comprobó un juego de 2 mm.
- En el funcionamiento del motor se notó un golpeteo anormal en la cadena de distribución del motor.
- Un juego excesivo en las guías de válvula.
- Presencia de fugas de aceite en el motor.



**Figura 4.1: Motor Mini Austin.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

## **4.2 DESARMADO DEL MOTOR**

### **4.2.1 DESARMADO DE LOS COMPONENTES EXTRAS DEL MOTOR**

#### **a. Carburador y distribuidor.**

Desmontar el carburador con una llave número 11 mm, se extrae todo el cuerpo completo del mismo y se verifica sus partes, el resultado es la sustitución de la aguja del flotador, además se retiraron los cables de alta tensión, la tapa del distribuidor y todo el conjunto distribuidor, para ello lo único que se hace es quitar los tornillos de la base del distribuidor que están sujetos al bloque motor.



**Figura 4.2: Carburador y distribuidor del Mini Austin.**

**Fuente:** Grupo de investigación.



#### **a. Bomba de gasolina y taques.**

Se desacopla la bomba de combustible aflojando las tuercas número 10 mm, y se procede a su desmontaje .Generalmente cuando se repotencia un motor se sustituye esta bomba, por ende se ha decidido cambiarla por una nueva, además se desmontada la columna de balancines para retirar los taques, ya que este motor posee el árbol de levas en el bloque motor, finalmente se procedió a verificar si existen daños excesivos y se sustituyó los taques.



**Figura 4. 3: Bomba de gasolina y taques.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

#### **b. Cañería y filtro de lubricación.**

Se desacopla la cañería de aceite que conecta el bloque motor con el filtro de aceite, además se desmonta la base del filtro; ya que, en los procesos siguientes este puede dañarse.



**Figura 4.4: Filtro de lubricación.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

#### **4.2.2 DESPIECE DEL CABEZOTE**

Se inicia desmontando la tapa de válvulas, los pernos que sujetan el conjunto de balancines al cabezote, posteriormente se desajustan los pernos que sujetan al cabezote con el block, el orden no es importante en el desajuste de las tuercas, sin embargo en el apriete si, ya que dependiendo del material de construcción del mismo estos se pueden torcer, este es el caso del aluminio y sus aleaciones.



**Figura 4.5: Desmontaje del cabezote.**

**Fuente:** Grupo de investigación.



Se desmonta el conjunto de balancines, se extrae los propulsores para poder desmontar el cabezote, una vez desmontado se verificó el exceso de carbonilla en las paredes de la cámara de combustión y fugas de aceite en los asientos de válvulas.



**Figura 4. 6:** Paredes de la cámara de combustión con exceso de carbonilla y fugas de aceite por los asientos de válvulas.

**Fuente:** Grupo de investigación.

Además se determinó un juego excesivo en las guías de válvulas, válvulas de admisión y escape en mal estado, presencia irregular de carbonilla y desgaste en los asientos de válvula.



**Figura 4.7:** Desmontaje de las válvulas.

**Fuente:** Grupo de investigación.

### 4.2.3. DESMONTAJE DEL BLOCK.

#### a. Desmontaje del Conjunto de embrague.

Al desmontar el conjunto del embrague se determinó que este debe ser sustituido debido al desgaste. Para el cambio de todo el sistema se debe desmontar el motor por completo, ya que existe un espacio reducido en el habitáculo del motor.



**Figura 4.8: Desmontaje del embrague.**

**Fuente:** Grupo de investigación.



**Figura 4.9: Disco de embrague usado.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

Una vez que se ha desmontado el conjunto del embrague, se procede a sacar la carcasa de este, además se drena el aceite del motor con el fin de poder desacoplar la caja de velocidades del block.

El conjunto de engranes existentes detrás de la carcasa del cuerpo de embrague, son los encargados de transmitir la potencia del motor a la caja de velocidades.



**Figura 4.10: Desmontaje del piñón de transmisión.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

Una vez realizado este procedimiento, se debe desacoplar la caja de velocidades del bloque de cilindros o block, allí se determinó que el cigüeñal tenía un juego axial excesivo y un desgaste de 2 mm



**Figura 4.11: Verificación del juego axial del cigüeñal.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

### **b. Desmontaje y análisis del tren alternativo.**

Lo que se observó es la acumulación de carbonilla en la cabeza del pistón, este síntoma debería ser normal pero en una cantidad adecuada; ya que, si existe en un porcentaje alto esto será síntoma de fugas de aceite hacia la cámara de combustión.



**Figura 4.12: Carbonilla en la cabeza del pistón.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

Además se quitó los espárragos, y se comprobó la medida de los pistones, los que eran de una medida estándar, esto quiere decir que el motor no ha sido rectificadado en su vida útil.



**Figura 4.13: Verificación de medida del pistón.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

A continuación se verificó el juego axial de los pistones, el pistón no debe moverse en demasía, si esto ocurre es un síntoma de desgaste del cilindro y se deberá verificar en la rectificadora la sobre medida mínima a la que se le puede rectificar.



**Figura 4.14: Verificación de juego axial del pistón.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

Para desmontar el conjunto biela-pistón, se debe señalar cada una de las tapas de biela y bancada, tomando en cuenta que se empieza en el frente del motor.



**Figura 4.15: Señalamiento de las tapas de biela y bancada.**

**Fuente:** Grupo de investigación.



Señaladas las tapas de biela y bancada se afloja los pernos de sujeción de la biela al cigüeñal, y se procede a extraer el conjunto del block.



**Figura 4.16: Extracción del conjunto biela-pistón.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

Para definir el estado del cilindro se coloca uno de los rines del pistón en el cilindro y se mide con galgas la distancia entre puntas del rin.

Esto se lo hace empíricamente ya que en la rectificadora nuevamente se medirá para determinar la sobre medida a la que será rectificado el block, verificando las medidas con el manual del vehículo.



**Figura 4.17: Medición de holgura de rin 0.061"**

**Fuente:** Grupo de investigación.

**Nota:** Lo normal de luz-holgura entre puntas del segmento debe ser de 0.012"

### c. Desmontaje de la Bomba de aceite.

En el motor del Mini Austin la bomba de aceite es impulsada por el árbol de levas, esta posee dos conductos por los cuales ingresa y sale el aceite a la presión final del sistema, en este elemento hay que tener en cuenta las condiciones de cada uno de sus componentes; ya que, se requiere un cierre hermético para que esta genere la presión del sistema.



**Figura 4.18: Bomba de aceite y verificación de la misma.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

- Se aflojan los pernos que sujetan la bomba con la base del block y a su vez al árbol de levas.
- Se comprobó el funcionamiento de la bomba con gasolina.
- Se verificó el estado de los componentes internos, con el fin de observar si existen imperfecciones que puedan causar pérdida de presión y por ende el rendimiento de la bomba sea deficiente.

Después de realizar la inspección, se optó por sustituir la bomba de aceite; ya que, presentaba un desgaste irregular en las paredes de los lóbulos.

#### **d. Desmontaje piñones y cadena de distribución.**

Una de las ventajas que tiene este vehículo es que posee una cadena de distribución al contrario de otros vehículos livianos que posee una banda de distribución; ya que, el mantenimiento de la cadena de distribución prácticamente se lo realiza cuando se desmonta el motor para su chequeo o a su vez cuando se repara.



**Figura 4.19: Cadena de distribución y piñones.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

- Desmontar la tapa que cubre la cadena de la distribución, con una racha o llave número 12 mm.
- Comprobar la tensión de la banda, en este caso el motor del Mini Austin no posee un templador de cadena esto reduce el uso de esta banda.
- Al no existir la tensión adecuada en la banda por el desgaste de los dientes de los piñones y el desgaste de eslabones de la cadena, se decidió cambiar el kit de distribución.



#### **e. Desmontaje del Cigüeñal.**

Para el desmontaje del cigüeñal se retiran los pernos que sostienen las tapas de bancada, las cuales anteriormente fueron marcadas para evitar confusiones al ensamblar el motor.

Se empieza a aflojar los pernos de soporte central y después cualquiera de los extremos a fin de evitar algún pandeo del cigüeñal.



**Figura 4.20: Desmontaje del cigüeñal.**

Fuente: Grupo de investigación.

#### **f. Cojinetes de bancada y biela diagnóstico.**

Se verificó un desgaste normal por el funcionamiento del motor en los cojinetes de biela como en los de bancada, además se notó el mismo desgaste en las arandelas de reglaje de juego axial (Media-Luna) que son las encargados de reducir el juego axial que se produce en el cigüeñal.

#### **g. Desmontaje del árbol de levas.**

Al no existir una rectificadora para las levas del cigüeñal, se tomó la decisión de lavar el árbol de levas y cambiar los bujes en donde éste se asienta al block del Motor, lo único que se hace es desmontar el triángulo de seguridad; ya que, en el otro extremo está sujeto por la bomba de aceite.



**Figura 4.21: Árbol de levas y triángulo de seguridad.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

## **4.3 RECTIFICACIÓN DE LAS PARTES**

### **4.3.1 CONTROL DEL BLOCK**

Una vez concluida la fase de despiece del motor se procederá a realizar las medidas pertinentes en cada uno de los elementos que requieran una modificación.

Lo primero es medir los cilindros del block para determinar su estado, y poder tener un diagnóstico, se toma medidas en tres partes del cilindro además de los planos x, y.

Las pruebas que se deben realizar son de conicidad y ovalamiento.

La primera se la realiza tomando mediciones en la parte superior, media e inferior del cilindro.

Para la prueba de ovalización se debe efectuar dos medidas perpendiculares a 10mm del PMS, medidas en el plano x y.

### 4.3.2 CONTROL DEL CIGÜEÑAL.

En los muñones tanto de bancada como de biela se realizan pruebas similares a las de los cilindros.

La prueba de ovalización se la realiza midiendo en los planos XY en cada uno de los muñones tanto de bancada como de biela, una vez realizado esto se las compara con las del manual.

La diferencia entre las medidas no debe ser mayor a 0,006 mm

**Tabla 4.2: Medidas de los cilindros en las prueba de conicidad.**

| Medida                                | C1(mm) | C2(mm) | C3(mm) | C4(mm) |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Medida en el punto medio del cilindro | 65.35  | 65.34  | 65.35  | 65.34  |
| Rectificada                           | 65.59  | 65.59  | 65.59  | 65.59  |

Fuente: Grupo de investigación.

**Nota:** Las medidas de la rectificación se puede verificar en el anexo B.

**Tabla 4.3: Medidas de los cilindros en la prueba de ovalización.**

| CILINDROS | Plano X | Plano Y |
|-----------|---------|---------|
| 1         | 65.35   | 65.33   |
| 2         | 65.34   | 65.35   |
| 3         | 65.35   | 65.36   |
| 4         | 65.34   | 65.36   |

Fuente: Grupo de investigación.

**Tabla 4.4: Diferencia de medidas en los muñones de biela (ovalización).**

| Medidas    | B1     | B2     | B3     | B4     |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| Plano X    | 40.751 | 40.793 | 40.765 | 40.779 |
| Plano Y    | 40.742 | 40.784 | 40.758 | 40.773 |
| Diferencia | 0.009  | 0.009  | 0.007  | 0.006  |

Fuente: Grupo de investigacion

**Tabla 4.5: Diferencia de medidas en los muñones de bancada (ovalización).**

| Medidas    | B1     | B2     | B3     | B4     |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| Plano X    | 43.693 | 43.675 | 43.732 | 43.680 |
| Plano Y    | 43.689 | 43.684 | 43.720 | 43.695 |
| Diferencia | 0.010  | 0.009  | 0.012  | 0.015  |

Fuente: Grupo de investigacion.

Para determinar si existe conicidad se tomará las medidas en los extremos de cada muñon, tanto en los de bancada como en los de biela.

La diferencia de medidas no deberá ser mayor a 0.006 mm.

**Tabla 4.6: Medidas finales de los muñones de biela +30.**

| Milímetros   | B 1    | B 2    | B 3    | B 4    |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
| Medida       | 40.751 | 40.793 | 40.765 | 40.779 |
| Sobre medida | 40.54  | 40.54  | 40.54  | 40.54  |

Fuente: Grupo de investigacion

**Tabla 4.7: Medida de los muñones de bancada +40.**

| Milímetros   | B 1    | B 2    | B 3    | B 4    |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
| Medida       | 43.693 | 43.675 | 43.732 | 43.680 |
| Sobre medida | 43.46  | 43.46  | 43.46  | 43.46  |

Fuente: Grupo de investigación.

### **4.3.3 PLANITUD DE LA CULATA**

Se mide la planitud de la misma en diagonal y de través, si el valor promedio es inferior al 0.005 mm la culata no requiere ningún trabajo, si está entre 0.05mm y 0.2 mm, se deberá rectificar la culata si el valor sobrepasa el máximo que es 0.2 mm la culata deberá ser remplazada.

Para nuestro caso no superó el máximo permitido y está muy cerca de 0.05 mm pero se determinó rectificarla hasta que toda la superficie quede uniforme.

### **4.3.4 PROCESOS DE RECTIFICACIÓN**

#### **a. Rectificación de los cilindros.**

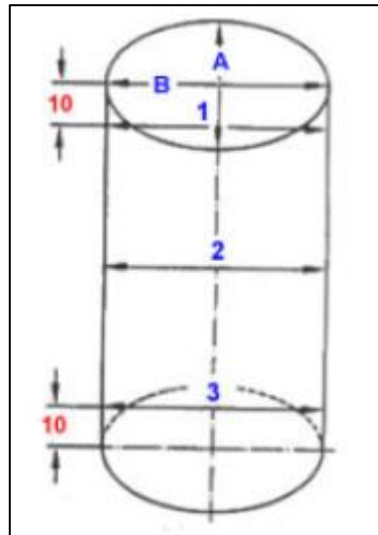
Las operaciones de rectificado en el block se realizan en los cilindros y en la superficie plana superior del block. Los bloques que permiten el rectificado son los bloques integrales, (la principal causa de la rectificación es el desgaste producido por el rozamiento de los segmentos sobre la pared del cilindro).

Este rozamiento produce una conicidad en el interior del cilindro y un ovalamiento del diámetro interior. Cuando la conicidad o el ovalamiento del cilindro por desgaste superen la medida que indique el fabricante, es recomendable rectificar los cilindros del motor.

Otra causa de rectificado o pulido del interior del cilindro es el rayado del pistón con el cilindro, puesto que la pared del cilindro se puede dañar y en tal caso sería necesario rectificar.

En el proceso de rectificado del bloque motor hay que tener en cuenta las siguientes:

- Medir el desgaste, conicidad y ovalamiento del block con un alexómetro.
- Verificar que el fabricante permite el rectificado y que ofrece las medidas y piezas de una posible rectificación



**Figura 4.22: Toma de medidas de los cilindros.**

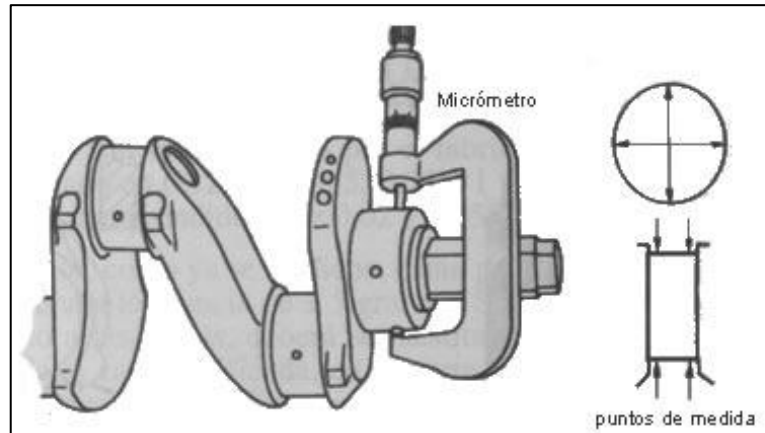
**Fuente:** Rectificado de motores.sf. Recuperado de <http://www.fergon.com.co/PDF/rectificado-motores.pdf>.

#### **b. Rectificación de los muñones.**

Se deberá rebajar (rectificar) lo menos posible para que la superficie de apoyo del cojinete no disminuya demasiado, pues a medida que se reduce, aumenta la presión unitaria y por ello no debe sobrepasarse una disminución de 1 mm al rectificar. También los cigüeñales se deforman longitudinalmente debido a los esfuerzos de torsión que experimentan. Por todo ello es necesaria una comparación de las muñequillas y apoyos, así como un equilibrado del mismo.

El cigüeñal no debe presentar grietas ni hendiduras de ninguna clase. En caso contrario deberá cambiarse por otro nuevo. Una vez hecha esta verificación se procederá a comprobar el desgaste de las muñequillas de biela y apoyos del cigüeñal, para lo cual, deberá disponerse de las medidas estándar de ellos

dadas por el fabricante. Este desgaste se comprobará con un micrómetro (figura inferior), efectuando varias medidas en cada muñequilla y en cada apoyo.



**Figura 4.23: Toma de medidas de los cilindros.**

**Fuente:** Rectificado de motores.sf. recuperado de <http://www.fergon.com.co/PDF/rectificado-motores.pdf>.

### c. Cepillado de la culata.

La culata se fábrica generalmente de fundición aleada con otros materiales, que añaden características de resistencia, rigidez y conductividad térmica. En otras ocasiones se usan aleaciones de aluminio. La culata es una pieza del motor que está sometida a grandes temperaturas y elevadas presiones, que producen dilataciones importantes, seguidas de las correspondientes contracciones al enfriarse el motor, una vez parado. Como consecuencia de todo ello, pueden producirse deformaciones permanentes e incluso grietas, que provocan una avería en el motor.

La culata es una pieza importante y de precio elevado, por lo tanto se procederá a su rectificado si el fabricante lo permite.

La verificación de planitud de la superficie de apoyo con el bloque se realiza con la ayuda de una regla y un juego de "galgas de espesores" calibradas.

**Tabla 4.8: Fallas en la culata.**

| <b>Avería</b>                                 | <b>Causas</b>  | <b>Reparación</b>   |
|---|--|---|
| Perdida de planitud                           | Calentamiento excesivo, fallos del sistema de Refrigeración.           | Planificado y reparación de asientos de válvulas y pre cámaras.<br>- Medir el resalte del pistón cota "X" y poner junta adecuada                |
| Grietas y fisuras entre asientos y pre cámara | Calentamientos   | Las fisuras no se pueden reparar  |
| Asientos y guías de válvulas desgastadas      | Calentamientos y fallos de engrase o desgaste propio de funcionamiento | - Rectificar los asientos<br>- Sustituir guías si es posible  |
| Rotura de asientos                            | Calentamientos   | Sustituir los asientos rotos  |
| Desgaste de los asientos y cola de válvula    | Suciedad por carbonillas y por el desgaste propio de funcionamiento    | Rectificar los asientos en los motores turbo no se pueden rectificar las válvulas; ya que, se eliminaría la capa de protección que las recubre. |

**Fuente:** Rectificado de motores.sf. recuperado de

<http://www.fergon.com.co/PDF/rectificado-motores.pdf>

#### **4.4 TRATAMIENTO DE LAS PARTES RECTIFICADAS.**

Se eliminan todos los residuos producidos por el rectificado, y a su vez se limpian las partes en donde se observe restos de empaques antiguos.

Se lavó cada una de las partes con desengrasante y después con detergente y agua con el fin de tener una superficie en óptimo estado para poder pintar y armar cada uno de los conjuntos que conforman el motor térmico.



Una vez finalizado se procedió a secar las partes con aire comprimido; ya que, el agua es muy corrosiva y puede crear una fina capa de óxido.



**Figura 4.24: Lavado de las partes del motor.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

## **4.5. ENSAMBLAJE DEL MOTOR**

### **4.5.1 ARMADO DE LA CULATA**

Una vez limpia y seca se comprueban que los asientos de válvula estén en perfecto estado, ya verificados se colocan los retenes de cola de válvula.

Con una prensa para válvulas se colocara los muelles y seguros o (semiconos), cabe mencionar que estos son los mismos del motor y no fueron reemplazados por unos nuevos.

Para terminar se pintaron las paredes exteriores de la culata.



**Figura 4.25: Armado de la culata.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

## **4.5.2 ENSAMBLAJE DEL BLOQUE CILINDROS.**

### **a. El block.**

El trabajo que se realizó una vez lavadas y secas las partes fue la aplicación de aceite en el interior de cada cilindro, y se pintó la el block.

Además se comprobó visualmente si se realizó el trabajo de escariado hecho en la rectificadora y finalmente se pintó.



**Figura 4.26: Restauración del bloque motor.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

## b. Ensamblaje de pistones.

Una vez acondicionado el block, lo que se procedió a realizar es el ensamblaje de una parte del tren alternativo el conjunto biela-pistón, además de se colocó los segmentos en cada uno de los pistones, los cuales serán colocados con una sobre medida +40.

El bulón de los pistones de este motor es el de tipo libre, lo que quiere decir que no se necesita el empleo de una prensa para anclarlo, ya sea a la biela o al pistón, lo único que lo mantiene en su posición es el empleo de seguros en los extremos del mismo.



**Figura 4.27:** Armado del conjunto biela manivela.

**Fuente:** Grupo de investigación.

**Nota:** El seguro debe ser posicionado con sus dos extremos en la parte inferior como muestra la figura; ya que, al momento de la explosión estos tienden a expandirse y es allí donde se proporciona la fijación adecuada para que el bulón no se salga de su posición.

### c. Pulido del cigüeñal.

El trabajo que se realiza después de la rectificación es el pulido del cigüeñal mediante lija muerta para eliminar las imperfecciones, este será colocado con cojinetes de biela y bancada sobre medida.



**Figura 4.28: Pulido del cigüeñal.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

### d. El árbol de levas.

En este elemento lo que se realizó es una limpieza exhaustiva y el cambio de los cojinetes del mismo; ya que, al estar en buen estado no se requiere sustituirlo o rectificarlo.



**Figura 4.29: Montaje del árbol de levas.**

**Fuente:** Grupo de investigación

#### e. Colocación del cigüeñal.

- Lo primero que se realiza es la fijación de los cojinetes de bancada, para este caso se eligió una sobre medida +40 y se los coloca en todos los 3 apoyos que existen en el block.

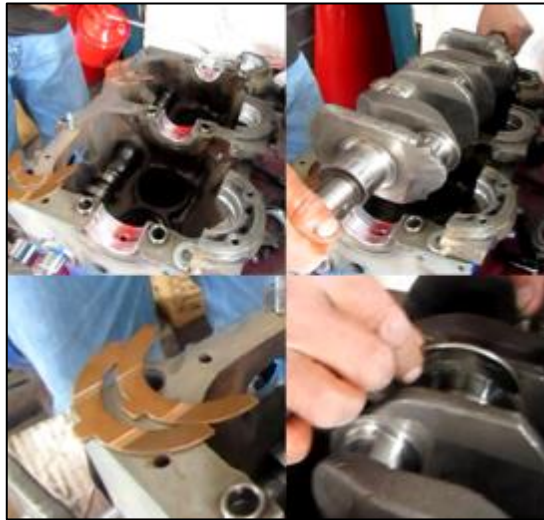


**Figura 4.30: Colocación de los cojinetes.**

**Fuente:** Grupo de investigación

- Se lubrica cada uno de los cojinetes de bancada antes de colocar el cigüeñal, además los cojinetes que reducen el juego axial deben estar posicionados con el destaje de lubricación rozando la cara de contrapesas del cigüeñal, para este tipo de motor al tener tres apoyos se comenzará dando el torque en el apoyo central y después cualquiera de los extremos hasta ajustar los tres.





**Figura 4.31: Cigüeñal.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

- Una vez colocado el cigüeñal se procederá a colocar las tapas de bancada con sus respectivos cojinetes, además los dos cojinetes que regulan el juego axial y por último los pernos.



**Figura 4.32: Cigüeñal.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

**Nota:** Los cojinetes que se alojan en las tapas se los deberá colocar con lubricante y a su vez colocar lubricante en la cara de vista del muñón.

- Se dará el torque especificado en cada una de las tapas de bancada que en este caso es de 60 lb-in, esto se lo hace para determinar si el cigüeñal gira de una forma adecuada.



**Figura 4.33: Comprobación del torque.**

Fuente: Grupo de investigación.

- Después de haber comprobado el torque se procederá a medir la luz de aceite entre el muñón y los cojinetes, para ello se utilizara el plastigage de color rojo, se colocará este en el muñón y se procederá a poner la tapa, una vez que este procedimiento se haya realizado, se da el torque (60 lb-in), después se aflojara y retirara la tapa, para medir la luz de aceite.

**Tabla 4.9: Valores de los diferentes tipos de plastigage.**

| VERDE  |     | ROJO  |     | AZUL   |     |
|--------|-----|-------|-----|--------|-----|
| Mm     | Plg | mm    | plg | mm     | plg |
| 0.0025 | 1   | .051  | 2   | 0.1016 | 4   |
| 0.038  | 1,5 | .076  | 3   | 0.127  | 5   |
| 0.058  | 2   | 0.102 | 4   | 0.1524 | 6   |
| 0..76  | 3   | 0.127 | 5   | 0.1778 | 7   |
|        |     | 0.152 | 6   | 0.2032 | 8   |
|        |     |       |     | 0.2286 | 9   |

Fuente: Mecánica diésel vol. 10 recuperado de [http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21\\_1/aleph/2010/pdf](http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/aleph/2010/pdf)



**Figura 4.34: Comprobación de la luz de aceite.**

**Fuente:** Grupo de investigación

**Nota:** Este procedimiento se lo realizará para cada uno de los tres muñones individualmente y con los dos restantes ajustados, además una vez medida se limpiaran los residuos del plastigage antes de volver a colocar ya definitivamente las tapas de bancada.

#### **f. Asentamiento de los pistones.**

El proceso se lo realiza de la misma manera que el del cigüeñal, se colocará el plastigage en cada uno de los muñones de biela del cigüeñal, y se lo comprueba con las medidas de la envoltura del plastigage.

Para introducir el pistón se lubricará con aceite 20 w 50 o un 10 w30, y se deberá trabar los rines, en este caso como el pistón tiene cuatro segmentos se los trabará con cada 90 grados.

- **Primer segmento:** Corta fuego
- **Segundo segmento:** Compresión
- **Tercer segmento:** Compresión
- **Cuarto segmento:** Lubricación





**Figura 4.35: Proceso de colocación del conjunto biela-pistón.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

**Nota:** El torque recomendado es 40 lb-in y este deberá ser comprobado con el uso del plastigage.

**g. Bomba de aceite.**

Esta es impulsada por el árbol de levas, por ende se la colocará en la parte posterior del mismo, esta tiene una cuña para que ingrese en un orificio de el árbol de levas, se la posiciona con pernos de 10mm y con el uso de una llave o racha, además el torque de los pernos está en el rango de 10 a 12 lb-in



**Figura 4.36: Bomba de aceite.**

**Fuente:** Grupo de investigación

#### **h. Triángulo de seguridad.**

Lo primero que se coloca es un sellador de uso automotriz, para fijar el empaque tanto en la cara lateral del block donde va alojado como en la tapa, una vez hecho esto se colocara la tapa y sujetará con pernos numero10 mm.

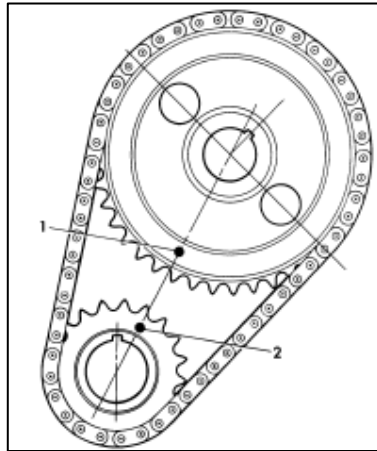


**Figura 4.37: Colocación del triángulo de seguridad**

**Fuente:** Grupo de investigación

#### **i. Ensamblaje de la distribución.**

1. El pistón número uno deberá estar coronado en el punto muerto superior, el número de cilindros del motor no interfiere con este paso.
2. Se coloca el piñón del cigüeñal.
3. Se coloca el piñón del árbol de levas en el eje de este y se gira hasta hacer coincidir los puntos.
4. Se tendrá el cruce de válvulas en el pistón número 4 y,
5. El primer cilindro estará en la fase de compresión.



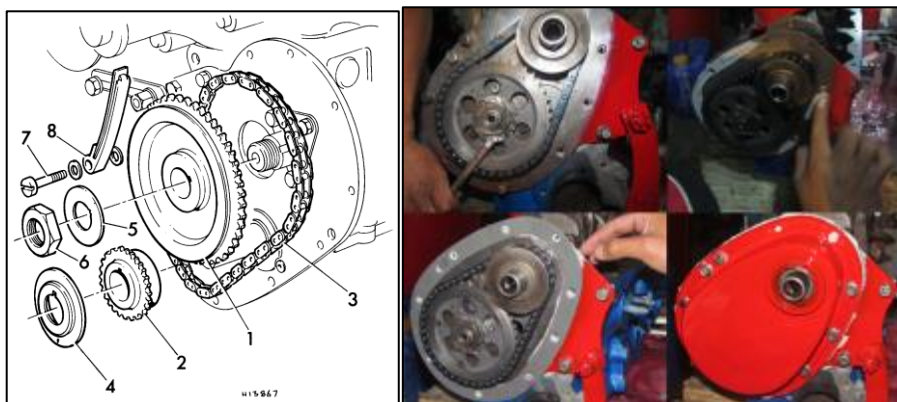
**Figura 4.38: Sincronización de la distribución**

**Fuente:** Grupo de investigación

**Nota:** El torque en la tuerca de sujeción de la polea del árbol de levas es de 80 lb-in

#### **j. Tapa de la distribución.**

Esta se la coloca al final del proceso de armado de la distribución, se deberá colocar un coladero que sujeta al retenedor y a la polea del cigüeñal, con el fin de mantenerla en su posición y ayudar a que el aceite no se fugue por el retenedor.



**Figura 4.39: Montaje de la tapa.**

**Fuente:** Grupo de investigación

Además se colocará el seguro que se utiliza en la tuerca del árbol de levas junto con el sellador y el empaque.

#### 4.5.3. ENSAMBLAJE DEL CABEZOTE CON EL BLOCK

1. Fijamos el empaque.
2. Colocamos y apretamos todos los pernos del cabezote en forma progresiva y de espiral hasta llegar al torque específico 60 lb-in.

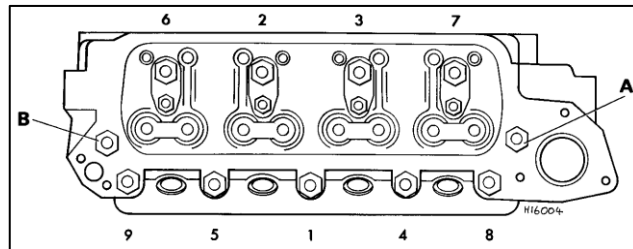


Figura 4.40: Ajuste de los pernos del cabezote.

Fuente: Grupo de investigación

3. Colocamos las varillas de empuje en el orden que fueron desmontadas.
4. Colocamos el tren de balancines apretando los pernos en forma alternada y progresiva hasta llegar al torque especificado para impedir daños en la flecha.
5. Procedemos a colocar la tapa válvulas con su empaque y apretamos.

#### 4.5.4 ARMADO DE LOS ELEMENTOS EXTERNOS DEL MOTOR

Para esto colocamos todos los elementos externos del motor como son:

- Múltiples de admisión y escape.
- Bomba de gasolina.
- Filtro de aceite.
- Radiador.
- Cañerías del sistema de alimentación de combustible.
- Entradas y salidas del líquido refrigerante.
- Bomba de agua.
- Alternadores.
- Motor de arranque.
- Ventilador.



**Figura 4.41: Ensamblaje del motor**

**Fuente:** Grupo de investigación

#### 4.6 SISTEMA DE SUSPENSIÓN Y FRENOS Y EMBRAGUE

Lo primero que se realizó es limpiar cada uno de los sub chasis delantero y posterior, además cambiar todos los cauchos de amortiguación.

También se cambió los espárragos de los terminales de las llantas delanteras como de las posteriores, se pintó cada uno de los sub chasis y se cambió los cilindros en cada uno de los tambores de frenado, esto se hace en este punto; ya que, se tiene una mayor facilidad en este momento.



**Figura 4.42:** Sub chasis delantero y posterior.

**Fuente:** Grupo de investigación

- a. Se colocan los sellos de goma que ayudarán a reducir el roce entre las piezas metálicas y además ayudarán a la suspensión de vehículo.

- b. Un punto clave en el armado es colocar primero la barra de la dirección, cabe resaltar que la dirección del vehículo será mecánica (piñón y cremallera), y esta va acoplada directamente a la carrocería del vehículo mediante unas abrazaderas tipo U con una rosca de 6 mm de diámetro e hilo fino.



**Figura 4.43: Barra de la dirección**

**Fuente:** Grupo de investigación.

- c. Ahora se coloca el sub chasis delantero, en este estará apoyada la suspensión y el motor , este se anclará a la carrocería en 3 puntos por cada lado, el primer perno será de  $1\frac{1}{4}$ " por 8 in, el otro punto de sujeción es similar a una base de motor anclada directamente a la carrocería a la altura de la barra de la dirección con pernos de 12 mm por 1 in , y en la parte frontal se coloca un perno con un gancho este sirve de sujeción entre el sub chasis y carrocería como también se lo utiliza en casos de emergencia como un gancho para remolcar el vehículo.

- Perno de  $1\frac{1}{4}$ " por 8 plg
- Anclaje tipo base de motor
- Anclaje delantero





**Figura 4.44: Sub chasis delantero y trasero**

**Fuente:** Grupo de investigación

- d. Una vez realizada esta operación se procede a montar todos los componentes del sistema de frenos en la parte delantera, este estará compuesto por una bomba de un cilindro, cañerías, mangueras, válvulas distribuidoras etc.

Para ello cabe destacar que se utilizó cañería de cobre de  $\frac{1}{4}$  de in, además teflón, por no existir los elementos originales se adaptó el sistema a la forma de los elementos encontrados en el mercado



- 1) Bomba de freno.
- 2) Válvula distribuidora.
- 3) Acoplamiento a las mangueras de freno.
- 4) Manguera de freno.
- 5) Cañería.



**Figura 4.45: Sistema de frenos circuito delantero**

**Fuente:** Grupo de investigación

**Nota:** El circuito para el tren posterior se lo realiza desde una de las válvulas distribuidoras (2).

#### **4.7. MONTAJE DEL MOTOR**

Una vez que se ha ensamblado todo los componentes de cada uno de los sistemas se procederá a montar el motor, sujetarlo al sub bastidor colocar todos los componentes extras como los brazos de transmisión, las manzanas, los tambores de freno, radiador, alternador, y todos los componentes externos.



**Figura 4.46: Montaje del motor.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

#### 4.8 PRUEBA DE POTENCIA EN EL DINAMÓMETRO.

a. Revisión de los diferentes sistemas que componen el dinamómetro.

b. Procedimiento.

- Colocar el vehículo en el dinamómetro.
- Posicionar el ventilador para refrigerar el motor.



**Figura 4.47: Montaje del Vehículo en el dinamómetro.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

- Encender la bomba de flujo del refrigerante del dinamómetro.
- Mediante la válvula dosificadora regulamos la carga para los rodillos.
- Calibrar a 1000 rpm, las revoluciones del rodillo deberán ser iguales a las de la ruedas del vehículo.



Figura 4.48: Calibración del dinamómetro.

Fuente: Grupo de investigación.

- En la primera prueba de potencia de la Minivan se obtuvo 29,0 kw o (39,429 CV), superior a la especificada en el manual 27,948 kw (38 CV).



Figura 4.49: Prueba de potencia 1.

Fuente: Grupo de investigación.

- En la segunda prueba de potencia de la Minivan se obtuvo 31.1 kw o (42.28 CV), superior a la especificada en el manual 27,948 kw (38 CV).



Figura 4.50: Prueba de potencia 2.

Fuente: Grupo de investigación.

| Tiempo | Rpm rodillo | Rpm vehiculo | Velocidad (Km/h) | Torque en rueda (Nm) | Potencia en rueda (Kw) |
|--------|-------------|--------------|------------------|----------------------|------------------------|
| 0"     | 436         | 480          | 13.6             | 7.79                 | 0.39                   |
| 1"     | 837         | 921          | 26.0             | 65.37                | 5.70                   |
| 2"     | 869         | 999          | 27.0             | 80.36                | 7.29                   |
| 3"     | 1101        | 1211         | 34.2             | 183.72               | 17.84                  |
| 4"     | 1199        | 1286         | 36.4             | 211.79               | 25.81                  |
| 5"     | 1193        | 1312         | 37.1             | 304.02 Max           | 30.38 Max              |
| 6"     | 1046        | 1151         | 32.6             | 209.23               | 22.81                  |
| 7"     | 1042        | 1146         | 32.4             | 211.90               | 22.97                  |
| 8"     | 1021        | 1123         | 31.8             | 205.09               | 21.83                  |
| 9"     | 1014        | 1115         | 31.5             | 199.47               | 21.06                  |
| 10"    | 1011        | 1112         | 31.4             | 196.21               | 20.69                  |
| 11"    | 1008        | 1109         | 31.4             | 194.44               | 20.44                  |
| 12"    | 1005        | 1106         | 31.3             | 193.26               | 20.24                  |
| 13"    | 1003        | 1103         | 31.2             | 192.86               | 20.18                  |
| 14"    | 1001        | 1101         | 31.1             | 192.07               | 20.04                  |
| 15"    | 1002        | 1102         | 31.2             | 191.19               | 19.97                  |
| 16"    | 1004        | 1104         | 31.2             | 190.89               | 19.95                  |
| 17"    | 1003        | 1103         | 31.2             | 191.19               | 19.99                  |
| 18"    | 997         | 1094         | 30.1             | 191.88               | 19.36                  |
| 19"    | 1001        | 1101         | 31.1             | 192.07               | 20.05                  |
| 20"    | 1001        | 1101         | 31.1             | 192.07               | 20.05                  |
| 21"    | 996         | 1096         | 31.1             | 192.07               | 20.01                  |
| 22"    | 996         | 1096         | 30.9             | 192.27               | 19.96                  |
| 23"    | 1001        | 1101         | 31.1             | 192.66               | 20.11                  |
| 24"    | 1007        | 1108         | 31.3             | 192.86               | 20.25                  |
| 25"    | 1008        | 1109         | 31.4             | 193.06               | 20.30                  |
| 26"    | 1009        | 1109         | 31.4             | 193.66               | 20.35                  |
| 27"    | 1003        | 1103         | 31.2             | 194.44               | 20.34                  |

Figura 4.51: Tabla de valores de la prueba 2.

Fuente: Grupo de investigación.

- Se realizó 4 veces la prueba de potencia, dando como resultado un excelente desempeño del vehículo e igualando la potencia original del motor.

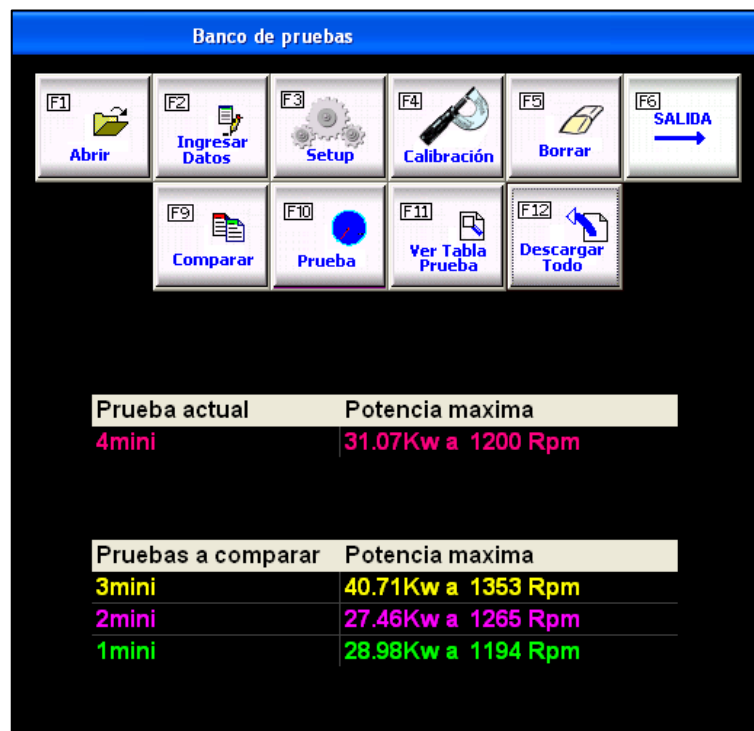


Figura 4.52: Resultados finales de las pruebas en el dinamómetro.

Fuente: Grupo de investigación.

- La potencia de referencia que se utilizo es la del motor 99 H.

Tabla 4. 10: Potencia original del vehículo

| Modelo                | Tipo de motor | Cilindrada ( $cm^3$ ) | Potencia máxima (C.V.) | Periodo de fabricación |
|-----------------------|---------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Mini MK I             | 8 MB          | 848                   | 34                     | 1959 - 1967            |
| Mini MK II            | 8 MB          | 848                   | 34                     | 1967 - 1969            |
| Mini 850              | 8 MB          | 848                   | 34                     | 1964 - 1965            |
| Cooper S MKI 970      | 9 FC          | 970                   | 68                     | 1964 - 1965            |
| Mini Cooper MK I      | 9 F           | 997                   | 55                     | 1961 - 1964            |
| Cooper MK I           | 9 FA          | 998                   | 55                     | 1964 - 1967            |
| Cooper MK II          | 9 FA          | 998                   | 55                     | 1977 - 1969            |
| Wosley Hornest MK II  | 99 H          | 998                   | 38                     | 1961 - 1966            |
| Riley Elf MK II       | 99 H          | 998                   | 38                     | 1961 - 1966            |
| Wosley Hornest MK III | 99 H          | 998                   | 38                     | 1966 - 1969            |
| Riley Elf MK III      | 99 H          | 998                   | 38                     | 1966 - 1969            |
| Mini MK II            | 99 H          | 998                   | 38                     | 1967 - 1969            |
| <b>Mini 1000</b>      | <b>99 H</b>   | <b>998</b>            | <b>38</b>              | <b>1969 -</b>          |
| Cooper S MK I 1071    | 10 F          | 1071                  | 70                     | 1963 - 1964            |
| Cooper S MK I 1272    | 12 FA         | 1275                  | 78                     | 1964 - 1968            |
| Cooper S MK II 1275   | 12 FA         | 1275                  | 78                     | 1968 - 1970            |
| Cooper S MK III 1275  | 12 H          | 1275                  | 78                     | 1970 -                 |
| Mini 1275 GT          | 12 H          | 1275                  | 60                     | 1970 -                 |

Fuente: Grupo de investigación.

## 4.9 DIAGRAMA DE PROCESO.

### 4.9.1 DIAGRAMA DE PROCESO DE REPARACIÓN

| DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MINIVAN, EN UN VEHÍCULO MINI AUSTIN DE PROPIEDAD DE LA FLORÍCOLA VIBRAFLOWERS |   |            |           |                     |            |         |                |           |          |  |                         |
|--|---|------------|-----------|---------------------|------------|---------|----------------|-----------|----------|--|-------------------------|
| MÉTODO ACTUAL  |   |            |           | MÉTODO PROPUESTO    |            |         |                | FECHA:    |          |  |                         |
| DESCRIPCIÓN DE LA PARTE:   |   |            |           | REPARACION DE MOTOR |            |         |                |           |          |  |                         |
| DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN:   |   |            |           | CONSTRUCCIÓN        |            |         |                |           |          |  |                         |
|  | ACTUAL  |            | PROPUESTO |                     | DIFERENCIA |         |                |           | ANÁLISIS |  |                         |
|  | TIEMPO  | NUM        | TIEMPO    | NUM                 | TIEMPO     | NUM     |                |           |          |  |                         |
| ○  | OPERACIONES   | 62,2       | 27        |                     |            |         |                |           |          | ESTUDIADO<br>POR:<br>SALGUERO<br>L./TRAVEZ |                         |
| ⇨  | TRANSPORTE  | 37         | 2         |                     |            |         |                |           |          |  |                         |
| □  | INSPECCIONES  | 61,2       | 16        |                     |            |         |                |           |          |  |                         |
| ⊞  | RETRASOS  | 0          | 0         |                     |            |         |                |           |          |  |                         |
| ▽  | ALMACENAMIENTO  | 0,8        | 1         |                     |            |         |                |           |          |  |                         |
| DIST. RECORRIDA (Km)   |   | 130.045    |           |                     |            |         |                |           |          |  |                         |
| PASO   | DETALLES DEL PROCESO  | MÉTODO     | OPERACIÓN | TRANSPORTE          | INSPECCIÓN | RETRASO | ALMACENAMIENTO | DIST. (m) | CANTIDAD | TIEMPO (HORAS)                             | CÁLCULO DE TIEMPO/COSTO |
|  |   |            |           |                     |            |         |                |           |          |  |                         |
| 1  | Pruebas iniciales para determinar el estado del motor       | Visual/Man | ○         | ⇨                   | ■          | ⊞       | ▽              | 4         | 2        | 0,5  |                         |
| 2  | Se empieza a desmontar todos los elementos                  | Manual     | ●         | ⇨                   | □          | ⊞       | ▽              | 2         | 3        | 1,5  |                         |
| 3  | Desmontar la flauta de balancines y todo su conjunto.       | Manual     | ●         | ⇨                   | ■          | ⊞       | ▽              | 3         | 1        | 0,2  |                         |
| 4  | Desmontaje del cabezote.                                    | Flexómetro | ●         | ⇨                   | ■          | ⊞       | ▽              | 2         | 7        | 0,5  |                         |
| 5  | Se comprueban juegos en las guías, asientos, pistones.      | Manual     | ●         | ⇨                   | ■          | ⊞       | ▽              | 1         | 3        | 0,2  |                         |
| 6  | Desmontaje del Carter y la caja de cambios.                 | Manual     | ●         | ⇨                   | ■          | ⊞       | ▽              | 5         | 1        | 0,2  |                         |
| 7  | Desarmar el bloque motor.                                   | Pernos     | ●         | ⇨                   | ■          | ⊞       | ▽              | 5         | 1        | 0,8  |                         |
| 8  | Desarmado del cabezote                                      | Manual     | ●         | ⇨                   | ■          | ⊞       | ▽              | 2         | 1        | 0,5  |                         |
| 9  | Se toma medidas   | Manual     | ●         | ⇨                   | ■          | ⊞       | ▽              | 1         | 1        | 0,3  |                         |
| 10   | Se envía las piezas a la rectificadora                      | Manual     | ○         | ⇨                   | □          | ⊞       | ▽              | 15000     | 1        | 36   |                         |
| 11   | Se verifican las partes extras como bombas etc.             | Visual/Man | ○         | ⇨                   | ■          | ⊞       | ▽              | 1         | 1        | 1  |                         |
| 12   | Se compra los repuestos                                     | Manual     | ●         | ⇨                   | □          | ⊞       | ▽              | 10000     | 1        | 6  |                         |
| 13   | Llegan las partes de la rectificadora.                      | Manual     | ○         | ⇨                   | □          | ⊞       | ▽              | 15000     | 1        | 1  |                         |
| 14   | Se limpian todos los elementos que compone el bloque motor. | Manual     | ●         | ⇨                   | □          | ⊞       | ▽              | 2         | 1        | 1,5  |                         |
| 15   | Se arma el Bloque motor                                     | Manual     | ●         | ⇨                   | ■          | ⊞       | ▽              | 2         | 1        | 3  |                         |
| 16   | Se limpia el cabezote y se arma.                            | Manual     | ●         | ⇨                   | ■          | ⊞       | ▽              | 2         | 1        | 1  |                         |
| 17   | Se arma el motor (Block y cabezote)                         | Manual     | ●         | ⇨                   | ■          | ⊞       | ▽              | 2         | 1        | 2  |                         |
| 18   | Se coloca el Carter.  | Manual     | ●         | ⇨                   | ■          | ⊞       | ▽              | 2         | 1        | 1  |                         |
| 19   | Se arma la distribución                                     | Manual     | ●         | ⇨                   | ■          | ⊞       | ▽              | 2         | 1        | 1,5  |                         |
| 20   | Se colocan todos los elementos externos                     | Manual     | ●         | ⇨                   | ■          | ⊞       | ▽              | 3         | 1        | 2  |                         |
| 21   | Se monta en vehículo el motor                               | Manual     | ●         | ⇨                   | ■          | ⊞       | ▽              | 4         | 1        | 2  |                         |

## **CAPÍTULO V**

### **CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE**

#### **5.1 CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE.**

En este capítulo se detallará todo lo relacionado a la construcción de cada una de las partes de la carrocería, que serán adaptadas al vehículo a fin de lograr el alargamiento de la misma.

Además anteriormente se comprobó que el diseño es correcto y que la selección de materiales fue la adecuada.

Los conocimientos de los procedimientos de construcción serán de gran beneficio para lograr una robustez adecuada en el alargamiento de la carrocería.

Una vez que se ha tomado la decisión y el punto donde se realizarán los trabajos se procederá a realizar la señalización para el corte de la carrocería, posteriormente se realizará el armado, soldado y relleno en cada una de las partes modificadas.

#### **5.1.1 CONSTRUCCIÓN DE LOS MOLDES DE LAS PIEZAS**

Una vez determinado el lugar donde se realizará el corte, se tomó un molde de 30 cm de ancho alrededor de toda la carrocería, con el fin de realizar los moldes que serán de gran ayuda al momento de realizar las extensiones de la carrocería en fibra de vidrio.



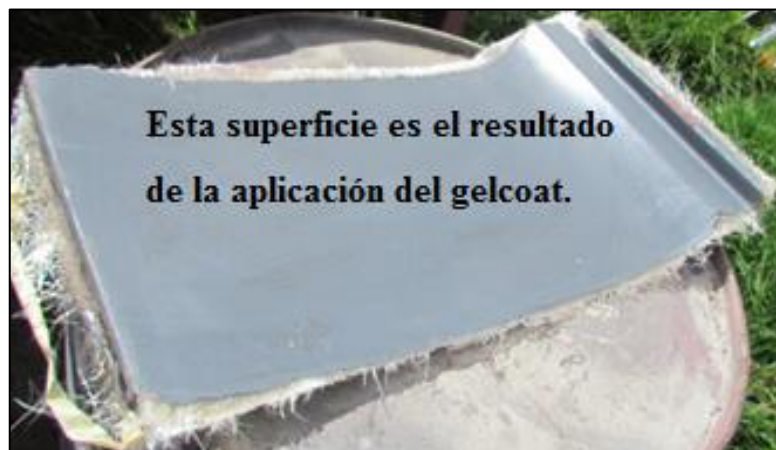


**Figura 5.1: Techo del vehículo.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

**a. Selección del área.**

Una vez escogido el lugar se procederá a limpiarlo con cera y alcohol polivinílico a fin de lograr una superficie limpia, y poder aplicar una película de Gelcoat en la carrocería, esta nos ayudara a que la fibra de vidrio no se pegue en la superficie y así poder obtener los moldes de la carrocería.



**Figura 5.2: Laterales de la carrocería.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

### **b. Aplicación de la fibra y terminado.**

Una vez que el gelcoat se ha secado se coloca la fibra de vidrio y se aplica la resina en toda el área seleccionada, una vez aplicada esta primera capa se coloca el refuerzo (Caremon), este ayudará a darle una resistencia adecuada al molde, después de haberse secado, aplicamos una capa de resina y se lo deja secar aproximadamente unas 8 horas.



**Figura 5.3: Molde del techo del vehículo.**

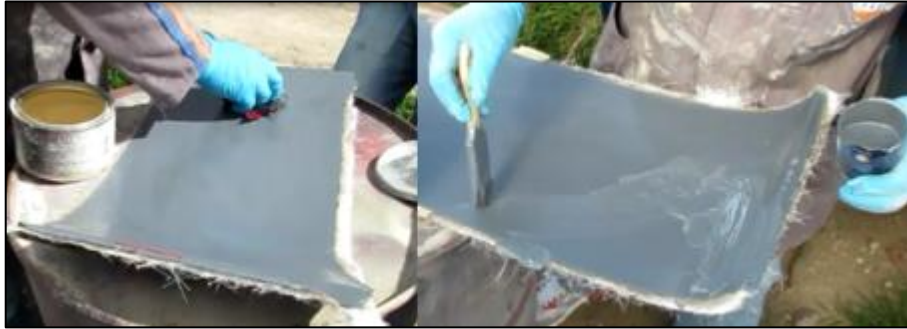
**Fuente:** Grupo de investigación

## **5.1.2 CONSTRUCCIÓN DE LAS PIEZAS**

Una vez obtenidos los tres moldes de las piezas tanto laterales como el techo, se procedió a hacer las piezas que servirán para colocar de extensión a la carrocería del vehículo.

### **a. Aplicación del gelcoat.**

Terminada la fase de obtención de los moldes, se procederá a limpiar los moldes con cera y alcohol polivinílico con el fin de crear una superficie pareja y sin residuos de polvo, esto ayudará para que el gelcoat tenga un acabado liso y no se tenga que masillar en exceso.



**Figura 5.4: Limpieza y aplicación del Gelcoat.**

Fuente: Grupo de investigación.

### **b. Aplicación de la fibra de vidrio y resina.**

A continuación después que la película del gelcoat, se procederá a medir, cortar y colocar la fibra de vidrio y cubrirla con una capa de resina.



**Figura 5.5: Medición y corte de la fibra de vidrio**

Fuente: Grupo de investigación

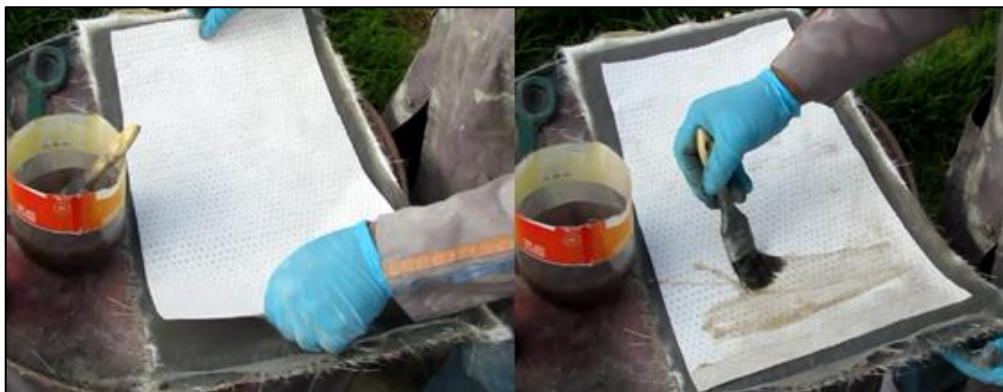


**Figura 5.6: Aplicación de la resina en la fibra de vidrio**

Fuente: Grupo de investigación.

### **c. Colocación del Refuerzo.**

Empleando el Caremon cubrimos la superficie de las piezas y aplicamos una capa de resina, cabe destacar que este es uno de los pasos importantes en la construcción de cada una de las piezas, ya que ayudara a resistir los esfuerzos a los que será sometida la carrocería en su uso cotidiano y a mantener las propiedades de la fibra con el paso del tiempo.



**Figura 5.7: Colocación del refuerzo y cubrimiento con resina.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

### **d. Terminado.**

El terminado consiste en aplicar otra capa de fibra de vidrio, recubierta con una capa de resina y allí habremos terminado de realizar una pieza en fibra de vidrio para el vehículo, (este mismo proceso se lo realizará con cada una de las piezas que se tengan que fabricar para el alargamiento de la carrocería).



**Figura 5.8: Segunda capa de fibra de vidrio.**

**Fuente:** Grupo de investigación.



**Figura 5.9: Pieza terminada.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

## **5.2. CORTE DE LA CARROCERÍA**

El corte se lo realizó a 25 cm de los parantes de cada una de las puertas, con el fin de evitar dañar la estructura tubular que posee el vehículo.

### **5.2.1 CORTE DE DIVISIÓN INTERIOR**

Se extrajo la división que era el soporte de él asiento trasero en el habitáculo del Mini Austin, además este funcionaba como una división entre la maletera del vehículo y el área de los pasajeros.





**Figura 5.10: Corte de la pared posterior**

**Fuente:** Grupo de investigación.

### **5.2.2 CORTE**

Se procedió a señalar, y cortar la carrocería, el corte no deberá ser de precisión milimétrica; ya que, una vez que este se efectúe se procederá a rellenar o a quitar las salientes producidas (pulido de superficie), y a su vez se tendrá referencia de los puntos de anclaje de la estructura tubular que posee el Mini Austin.



**Figura 5.11: Corte del compacto del vehículo.**

**Fuente:** Grupo de investigación.



**Figura 5.12: Carrocería cortada**

**Fuente:** Grupo de investigación

### **5.3 SELLADO DE LA PARTE POSTERIOR**

Una vez que el vehículo fue cortado se desmontó, pulió y selló la parte posterior del compacto del Mini Austin, para esto cabe destacar que ya se realizó una pieza en fibra de vidrio para cubrir el habitáculo del vidrio posterior, el molde de esta pieza fue tomado el parabrisas delantero del vehículo.

#### **5.3.1 DESMONTAJE Y PREPARACIÓN DE LA PUERTA**

Se desmontó la puerta posterior que está sujeta a la carrocería a través de dos bisagras que estaban localizadas en la parte inferior de la puerta, además se deberá pulir los bordes de la puerta; ya que, cuando se aplique la fibra de vidrio y la resina se requiere que todas las partes se adhieran.



**Figura 5.13: Puerta del baúl.**

**Fuente:** Grupo de investigación

#### **a. Preparación de la parte posterior.**

Ahora se deberá realizar el mismo procedimiento (Pulido) en toda el área de la puerta y el vidrio posterior del compacto tanto en la parte interna como en la externa; ya que, se colocará capas de fibra con resina en ambos lados.



**Figura 5.14: Pulido de los bordes externos e internos.**

**Fuente:** Grupo de investigación

#### **b. Preparación de la tapa del vidrio posterior.**

Como ya se mencionó anteriormente esta pieza se la realizó utilizando como molde el parabrisas delantero, se siguió el mismo procedimiento que se hizo para hacer las piezas de los laterales y el techo.



Está también debe ser pulida en su contorno y se colocará una pletinas sujetadas con remaches para así poder colocarla en su posición, estas pletinas serán removidas una vez que se aplique la fibra y resina en la parte interior del habitáculo.



**Figura 5.15: Preparando de la tapa.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

### **c. Colocación de las tapas.**

Para la colocación de la tapa en el alojamiento del vidrio posterior, se sujeta la pieza remachando la contra las paredes de la carrocería, para el sellado de la puerta del maletero se utiliza el mismo procedimiento.



**Figura 5.16: Tapa posterior del parabrisas.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

#### **d. Sellado.**

Una vez que se fija las dos tapas se cubrirá las uniones con resina y fibra este proceso se lo realizará tanto en la parte interior como en la parte posterior. Podemos acotar que se colocó dos capas de fibra de vidrio en cada una de las partes.



**Figura 5.17: Cubrimiento interno de las tapas**

**Fuente:** Grupo de investigación



**Figura 5.18: Cubrimiento externo de las tapas.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

#### e. Presentación.

Como se puede observar después de dejar secar la fibra se tendrá una pared sólida a fin de poder realizar el diseño de la puerta posterior y determinar los puntos en donde se colocarán las bisagras y demás elementos de la puerta.



**Figura 5.19: Parte posterior sellada.**

**Fuente:** Grupo de investigación

### 5.4 UNIÓN DE LAS DOS PARTES DE LA CARROCERÍA

Para la unión de las dos partes de la carrocería, lo que se hizo es el alargamiento de la estructura tubular de la carrocería, soldando dos extensiones en la estructura inferior, además dos extensiones en el tubo que rodea el techo y colocando dos refuerzos en la parte inferior de la base de las ventanas laterales.

**Nota:** Se utilizó de 30 cm de tubo AISI 4130, de 1 $\frac{3}{4}$  in de diámetro y 3 mm de espesor, para la extensión de la base se utilizó un ángulo de 1" para las partes posteriores, todo esto se lo realizó con el proceso de soldadura SMAW y con el electrodo AWS 7010 que es compatible con las propiedades físicas y químicas del material tanto en los niveles de cromo, manganeso, y níquel.



**Figura 5.20: Colocación de las extensiones**

**Fuente:** Grupo de investigación.

### 5.4.1 COLOCACIÓN DE LAS EXTENSIONES

Como ya se detalló anteriormente el proceso para realizar todos los moldes de cada uno de las partes que van a ser extendidas, a estos se les coloca de la misma forma que para el sellado de la ventana posterior, utilizando segmentos de pletina y remaches para fijarlos hasta que se pueda aplicar las capas de fibra de vidrio, tanto en la parte interior como la exterior de la carrocería del vehículo.

Además se colocará unas pletinas de una pulgada y media por un cuarto de espesor, esto se lo realizó para fijar cada una de las secciones y después se las cubre con fibra de vidrio.



**Figura 5.21: Piezas en fibra.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

## 5.4.2 SELLADO CON LA FIBRA DE VIDRIO

Una vez fijada u posicionadas cada una de las piezas (techo, piso, y laterales izquierdos y derecho) se procederá a rellenar con fibra de vidrio recubierta de resina los espacios existentes entre la carrocería y las extensiones, además en los refuerzos laterales se dejarán con las pletinas, estas estarán sujetas con remaches y cubiertas de fibra.

El mismo procedimiento del techo se realizó para sellar el piso.



**Figura 5.22: Sellado**

**Fuente:** Grupo de investigación.

Además se colocó un refuerzo de varilla de media pulgada en la el techo para poder tener la forma adecuada de éste, se lo soldó al estructura de el techo y se la cubrió con fibra y resina.



**Figura 5.23: Refuerzo.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

### 5.4.3 REFORZAMIENTO DE EL PISO

Para este proceso se utilizó tubo de AISI 4130, de 1¾ in de diámetro y 3 mm de espesor y 30 cm de longitud.

Los tubos fueron soldados con el proceso SMAW y se utilizó el electrodo AWS 7010, los tubos intermedios están anclados mediante una base hecha de un ángulo de acero AISI 4130 que va sujeta a la pared exterior en tres puntos de apoyo.



**Figura 5.24: Refuerzo del piso de la carrocería.**

Fuente: Grupo de investigación.

### 5.4.4 CUBRIMIENTO DE LA LA PARTE BAJA DEL PISO

Esta es una de las piezas finales que se coloca a fin de terminar nuestra expansión de la longitud de la MINIVAN, se la fijará a la carrocería mediante trozos de pletina y remaches, estos no serán definitivos; ya que, se los utiliza hasta que la fibra mas la resina se endurezca y solidifique.





**Figura 5.25: Piso de la MINIVAN.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

#### **5.4.5 PASO FINAL DEL PISO**

Para la etapa final se limpiará toda la superficie del piso y se la cubrirá con una película de goma con el fin de protegerla de filtraciones de agua y otras sustancias exteriores.



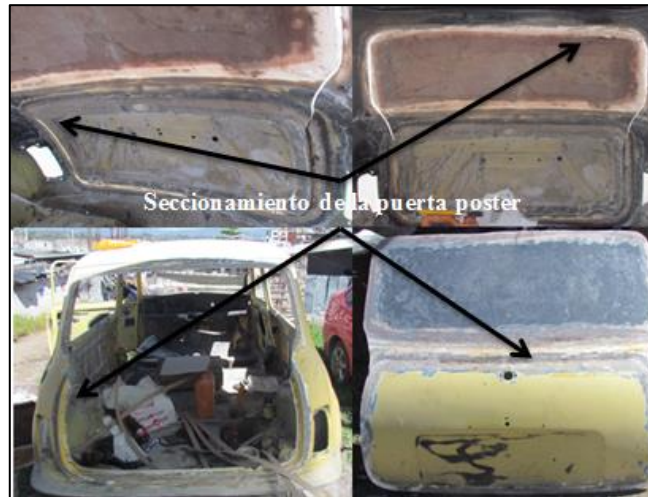
**Figura 5.26: Limpieza y recubrimiento de la MINIVAN.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

#### **5.5 PUERTA POSTERIOR**

Por el uso al que se le va a dar a la Minivan se requiere una puerta de mayor área por lo cual se decidió cortar la parte posterior con la forma de una única puerta; ya que, si la diseñáramos en dos secciones se perdía espacio físico y además la

adaptación sería más compleja y costosa, para que la puerta pueda quedarse abierta se colocó un pistón en uno de sus extremos.



**Figura 5.27: Puerta posterior.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

La construcción de la ceja donde se alojaran el sello de goma de la puerta se lo construirá desde cero, para ello se procedió a colocar cartón en forma de L al contorno del alojamiento de la puerta.

Además se procederá a aplicar tiras de fibra de vidrio y a recubrirles con resina



**Figura 5.28: Ceja de la puerta posterior**

**Fuente:** Grupo de investigación.



Cabe destacar que en la puerta posterior también se deberá realizar una ceja similar para permitir un sellado uniforme y así poder aprovechar las propiedades del caucho colocado en una de las bases de la puerta.



**Figura 5.29: Construcción de la ceja en la puerta**

**Fuente:** Grupo de investigación.

## **5.6 CHAPISTERÍA Y PINTURA**

### **5.6.1 CHAPISTERÍA**

Lo primero que se deberá tomar en cuenta es el correcto funcionamiento de todas las puertas, además de el capot, para ello se centrará adecuadamente cada uno de estos y se ajustará como si se fuera a montarlas ya definitivamente para tomar señales de referencia al momento del ensamblaje final.

Para comenzar se deberá limpiar y lijar toda la superficie de la carrocería para poder corregir las fallas aplicando masilla.

En el caso de nuestra carrocería sera difícil encontrar partes dañadas por el óxido; ya que, es de fibra de vidrio, por lo cual es inmune a este tipo de anomalías que si se presentan en carrocerías de metal, lo que se deberá tener en cuenta es el estado de la fibra; porque se que debe realizar un exhaustivo control

para evitar que haya fisuras profundas que puedan ser un peligro para las cargas que soportara el vehículo.

Ya dentro del proceso de masillado se aplicará esta en cada una de las partes anteriormente modificadas, además las fallas de la carrocería para así poder igualar y dar forma a cada una de las superficies de la carrocería.



**Figura 5.30: Masillado de la carrocería.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

Ya aplicado la masilla se la deja secar por 10 minutos y se procede a darle forma, utilizando lija para eliminar los excesos de material.



**Figura 5.31: Remoción de los accesos de masilla.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

Después de igualar toda la superficie de la carrocería se debe aplicar una capa de pintura base, con el fin de corregir porosidades o fallas que no se detectaron en la primera fase de masillado, la capa de pintura base ayuda a identificar las fallas de la carrocería.



**Figura 5.32: Aplicación de la capa de pintura.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

Por último corregidas las fallas se procedió a colocar la puerta posterior y a fijarla con las bisagras, además se le da los toques de masillado a la parte posterior una vez que la puerta ya está colocada y centrada.

### **5.6.2 PINTURA.**

Para el proceso de pintado del vehículo se determinó cubrir la carrocería con dos capas de pintura y una tercera de ser necesario, además a esta se aplicará 2 capas de barniz que a su vez ejerce funciones de sellado para que la pintura del vehículo no se deteriore.



**Figura 5.33: Aplicación de la capa de pintura.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

## **5.7 ACABADOS.**

### **5.7.1 COLOCACIÓN DE LAS VENTANAS.**

Para las ventanas posteriores se requirió hacer vidrios a la medida; ya que, en esta zona se realizó la modificación del vehículo y por ende los vidrios originales no tienen las medidas adecuadas.

Para ello es necesario tener un molde de cartón y después se procedió a elaborar el vidrio, este proceso se lo realizó para los dos vidrios independientemente.



**Figura 5.34: Aplicación de la capa de pintura.**

**Fuente:** Grupo de investigación.

### **5.7.2 TAPIZADO.**

Una vez que se terminó la parte de chapistería y pintura, como paso final se realizó los trabajos de tapizado en los asientos, puertas e interior del vehículo.

Esto se lo hizo en alfombra para la cabina del vehículo y en cuero para los dos asientos.



**Figura 5.35: Asientos tapizados.**

**Fuente:** Grupo de investigación.



**Figura 5.36: Tapizado de las puertas.**

**Fuente:** Grupo de investigación.



**Figura 5.37:** Presentación del tablero de la MINIVAN.  
**Fuente:** Grupo de investigación



**Figura 5.38:** Presentación del compartimiento posterior del vehículo  
**Fuente:** Grupo de investigación





**Figura 5.39: Presentación exterior de la MINIVAN.**

**Fuente:** Grupo de investigación

## 5.8. DIAGRAMA DE PROCESO.

### 5.8.1 DIAGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DE LA MINIVAN

| DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MINIVAN, EN UN VEHÍCULO MINI AUSTIN DE PROPIEDAD DE LA FLORÍCOLA VIBRAFLOWERS |  |            |                  |            |            |            |                |           |          |                |                         |
|--|--|------------|------------------|------------|------------|------------|----------------|-----------|----------|----------------|-------------------------|
| MÉTODO ACTUAL  |  |            | MÉTODO PROPUESTO |            |            |            |                | FECHA:    |          |                |                         |
| DESCRIPCIÓN DE LA PARTE:   |  |            | CARROCERÍA       |            |            |            |                |           |          |                |                         |
| DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN:   |  |            | CONSTRUCCIÓN     |            |            |            |                |           |          |                |                         |
|  |  | ACTUAL     |                  | PROPUESTO  |            | DIFERENCIA |                |           |          | ANÁLISIS       |                         |
|  |  | TIEMPO     | NUM              | TIEMPO     | NUM        | TIEMPO     | NUM            |           |          |                |                         |
| ○  | OPERACIONES  | 93,7       | 29               |            |            |            |                |           |          |                |                         |
| ⇒  | TRANSPORTE   | 1          | 2                |            |            |            |                |           |          |                |                         |
| □  | INSPECCIONES   | 46,7       | 21               |            |            |            |                |           |          |                |                         |
| ⊐  | RETRASOS   | 0          | 0                |            |            |            |                |           |          |                |                         |
| ▽  | ALMACENAMIENTO   | 0          | 0                |            |            |            |                |           |          |                |                         |
| DIST. RECORRIDA (Km)   |  | 0,162      |                  |            |            |            |                |           |          |                |                         |
| PASO   | DETALLES DEL PROCESO   | MÉTODO     | OPERACIÓN        | TRANSPORTE | INSPECCIÓN | RETRASO    | ALMACENAMIENTO | DIST. (m) | CANTIDAD | TIEMPO (HORAS) | CÁLCULO DE TIEMPO/COSTO |
|  |  |            |                  |            |            |            |                |           |          |                |                         |
| 1  | Determinación del lugar del corte.   | Visual     | ●                | ⇒          | □          | ⊐          | ▽              | 3         | 1        | 0,2            |                         |
| 2  | Sacar moldes.  | Manual     | ●                | ⇒          | □          | ⊐          | ▽              | 5         | 3        | 1,5            |                         |
| 3  | Señalar lugar del corte.   | Manual     | ●                | ⇒          | □          | ⊐          | ▽              | 4         | 1        | 0,3            |                         |
| 4  | Se corta.  | Amoladora  | ●                | ⇒          | □          | ⊐          | ▽              | 5         | 1        | 2              |                         |
| 5  | Sellar la ventana posterior.   | Manual     | ●                | ⇒          | □          | ⊐          | ▽              | 5         | 1        | 2              |                         |
| 6  | Alarga el alma del vehículo.   | Manual     | ●                | ⇒          | ■          | ⊐          | ▽              | 7         | 1        | 5              |                         |
| 7  | Colocan las piezas laterales y el techo que se hicieron en los moldes.                                       | Remaches   | ●                | ⇒          | ■          | ⊐          | ▽              | 5         | 3        | 4              |                         |
| 8  | Se sella el piso.  | Remaches   | ●                | ⇒          | ■          | ⊐          | ▽              | 4         | 1        | 2,5            |                         |
| 9  | Se hace la puerta posterior.   | Manual     | ●                | ⇒          | ■          | ⊐          | ▽              | 4         | 1        | 2              |                         |
| 10   | Se verifican fisuras y se las refuerza.  | manual     | ●                | ⇒          | ■          | ⊐          | ▽              | 5         | 1        | 1,5            |                         |
| 11   | Se pasa al masillado de la carrocería  | Manual     | ●                | ⇒          | ■          | ⊐          | ▽              | 5         | 1        | 24             |                         |
| 12   | Se ven las fallas en la carrocería y de ser necesario se vuelve a masillar las partes que estén imperfectas. | Visual/Man | ●                | ⇒          | ■          | ⊐          | ▽              | 5         | 1        | 8              |                         |
| 13   | Se colocan las puertas el capo y la puerta posterior.  | Manual     | ●                | ⇒          | □          | ⊐          | ▽              | 7         | 1        | 3              |                         |
| 14   | Se centra cada uno de los elementos mencionados.   | Manual     | ●                | ⇒          | ■          | ⊐          | ▽              | 5         | 1        | 1,5            |                         |
| 15   | Se pinta el vehículo.  | Manual     | ●                | ⇒          | ■          | ⊐          | ▽              | 15        | 1        | 5              |                         |
| 16   | Se monta el motor  | Manual     | ●                | ⇒          | ■          | ⊐          | ▽              | 4         | 1        | 2              |                         |
| 17   | Se coloca el varillaje de frenos, embrague, acelerador, dirección.   | Manual     | ●                | ⇒          | □          | ⊐          | ▽              | 4         | 1        | 1              |                         |
| 18   | Se montan la suspensión delantera y posterior  | Manual     | ●                | ⇒          | □          | ⊐          | ▽              | 8         | 1        | 3              |                         |
| 19   | Se monta las llantas   | Manual     | ●                | ⇒          | □          | ⊐          | ▽              | 7         | 4        | 0,2            |                         |
| 20   | Se alfombra el vehículo.   | Manual     | ●                | ⇒          | □          | ⊐          | ▽              | 30        | 1        | 18             |                         |
| 21   | Se colocan los asientos  | Manual     | ●                | ⇒          | □          | ⊐          | ▽              | 10        | 1        | 1              |                         |
| 22   | Se colocan los últimos detalles.   | Manual     | ●                | ⇒          | □          | ⊐          | ▽              | 15        | 1        | 8              |                         |



## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 6.1. CONCLUSIONES.

- La Minivan construida tiene una distancia entre ejes 2.35 metros, y cuenta con un habitáculo de carga de 1,35 m y una dimensión total de 3.35 cm, dimensiones que concuerdan con las de la Minivan-Austin Original.
- La fase de diseño y simulación determinó que existe un esfuerzo de von mises de 26.752 Mpa, la cual se genera en el punto medio de la viga transversal del piso, este esfuerzo es menor al límite elástico del acero AISI 4130 (460 Mpa).
- El desplazamiento máximo en la estructura del Mini Austin alargado es de 1.28 mm, y se genera en la parte media del panel del piso, ésta deflexión se encuentra dentro de los límites de deflexión (0.9mm - 5.4mm), recomendados por Robert Mott en su Libro de Resistencia de Materiales.
- El factor de seguridad alcanzo un valor minimo de 4.96 en la parte media de la viga transversal del piso que lleva a los pasajeros delanteros, al ser éste valor mayor que el mínimo admisible de 3.0 se determina que el diseño es seguro.
- Se utilizó una malla de refuerzo (Caremon), en cada una de las piezas fabricadas en fibra de vidrio, la misma que mantiene las propiedades originales de la fibra de vidrio.
- La Potencia generada por el automotor en la prueba del dinamometro es de 30,1 kw , la cual es superior a la potencia que esta establecida en el manual del vehículo 27.94 Kw.
- El acero AISI 4130 y la fibra de vidrio (Glass Fiber Reinforced) son una excelente combinación de materiales para resistir los esfuerzos a los que será sometido el vehículo en su vida útil.

## **6.2.RECOMENDACIONES.**

- No exceder el peso de 1070.30 kg para el cual se encuentra diseñada la MINIVAN; ya que, puede ocasionar una falla estructural y a su vez daños en el sistema de suspensión.
- Se deberá realizar el cambio de aceite cada 2000 kilómetros, para reducir el daño de los componentes internos del motor y caja de cambios; porque, el mismo aceite lubrica y limpia el motor y caja de cambios, al estar la caja de cambios alojada en el Carter del vehículo.
- Para la obtención de un perfecto acabado en el proceso de pintado se deberá tener en cuenta el lugar y equipo adecuado como son la implementación del uso de hornos y cabinas de pintura a temperatura normalizada.
- Para verificar el estado de masillado se aplica una capa fina de pintura negra, la misma que contribuye en la detección de fallas en el masillado para un correcto repintado automotriz.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Crolla David A. (2009). Automotive Engineering, Structural design. (1era edición).Inglaterra. Editorial Elsevier.
- Grupo cultural,(2011-2012).Manual práctico del automóvil. Madrid. Cultural S.A.
- Ocaña O Antonio, (2000). Tratado del Automóvil, La técnica de los siglos xx--xxi, MADRID,DOSSANT 2000.
- Mott Robert L. (2006).Diseño de elementos de máquinas.(4ta edición ).España. Editorial Pearson Educación
- Hynes,s.f .Owners Workshop Manual.

## NETGRAFÍA

- Espacio latino, sf. El arte hecho automóvil. Recuperado de <http://autosclasicos.espaciolatino.com/historias/mini.htm>.
- Mini Manía. sf. Accessories and Parts recuperado del <http://www.minimania.com/home.cfm>
- Análisis de elementos finitos SolidWorks. Disponible en la URL: [http://help.solidworks.com/2010/spanish/SolidWorks/cworks/LegacyHelp/Simulation/Fundamentals/Basic\\_Concepts\\_of\\_Analysis.htm?format=P](http://help.solidworks.com/2010/spanish/SolidWorks/cworks/LegacyHelp/Simulation/Fundamentals/Basic_Concepts_of_Analysis.htm?format=P)
- eHow en español. Sf. Pasatiempos. Historia del mini. Recuperado de [http://www.ehowenespanol.com/historia-del-morris-mini-minor-sobre\\_362855/](http://www.ehowenespanol.com/historia-del-morris-mini-minor-sobre_362855/).
- Tipos de oscilaciones que se presentan en un vehículo. Disponible en URL: <http://es.scribd.com/doc/6588309/Sistema-de-Suspension>

## **ANEXOS**

**ANEXO A**  
**PLANOS**

**ANEXO B**  
**ESPECIFICACIONES MOTOR**

# Engine in-car repair procedures

## Specifications

### Engine general

#### Code and displacement:

|           |         |
|-----------|---------|
| 85H ..... | 848 cc  |
| 99H ..... | 998 cc  |
| 10H ..... | 1098 cc |
| 12H ..... | 1275 cc |
| 12A ..... | 1275 cc |

#### Bore:

|           |          |
|-----------|----------|
| 85H ..... | 62.94 mm |
| 99H ..... | 64.59 mm |
| 10H ..... | 64.59 mm |
| 12H ..... | 70.61 mm |
| 12A ..... | 70.61 mm |

#### Stroke:

|           |          |
|-----------|----------|
| 85H ..... | 68.25 mm |
| 99H ..... | 76.20 mm |
| 10H ..... | 83.72 mm |
| 12H ..... | 81.28 mm |
| 12A ..... | 81.28 mm |

#### Compression ratio:

|  |        |
|--|--------|
| 85H .....                                    | 8.3:1  |
| 99H:   |        |
| Pre-1983 manual transmission models .....    | 8.3:1  |
| 1983 to 1987 manual transmission models .... | 10.3:1 |
| Automatic transmission models .....          | 8.9:1  |
| 1988-on (category C) .....                   | 9.6:1  |
| 1989-on (low compression) .....              | 8.3:1  |
| 1989-on (high compression) .....             | 9.6:1  |
| 10H .....                                    | 8.5:1  |
| 12H:   |        |
| 1275 GT models .....                         | 8.8:1  |
| Cooper S Mk III models .....                 | 9.75:1 |
| 12A:   |        |
| Cooper models .....                          | 10.0:1 |
| All other models .....                       | 9.4:1  |

Direction of crankshaft rotation ..... Clockwise (viewed from left-hand side of vehicle)

Firing order ..... 1-3-4-2 (No 1 cylinder next to radiator)



## Valve clearances

Inlet and exhaust (engine cold):

|                                   |                 |
|-----------------------------------|-----------------|
| All engine types except 12A ..... | 0.30 mm         |
| 12A engines .....                 | 0.33 to 0.38 mm |

| <b>Torque wrench settings</b>             | <b>Nm</b> | <b>lbf ft</b> |
|---|-----------|---------------|
| Cylinder head nuts .....                  | 68        | 50            |
| Rocker shaft pedestal nuts .....          | 32        | 24            |
| Crankshaft pulley bolt .....              | 102       | 75            |
| Camshaft nut .....                        | 88        | 65            |
| Torque converter centre bolt .....        | 152       | 112           |
| Torque converter (six central bolts) .... | 29        | 21            |
| Timing cover and front plate:             |           |               |
| $\frac{1}{4}$ in UNF bolts .....          | 7         | 5             |
| $\frac{5}{16}$ in UNF bolts .....         | 16        | 12            |
| Rocker cover .....                        | 4.7       | 3.5           |
| Engine mountings:                         |           |               |
| $\frac{3}{8}$ in UNC bolts .....          | 40        | 30            |
| M8 bolts .....                            | 30        | 22            |
| M10 bolts .....                           | 45        | 33            |
| M12 bolts .....                           | 72        | 53            |

# Engine removal and overhaul procedures

## Specifications

### Engine general

#### Engine codes:

|           |                 |
|-----------|-----------------|
| 85H ..... | 848 cc engines  |
| 99H ..... | 998 cc engines  |
| 10H ..... | 1098 cc engines |
| 12H ..... | 1275 cc engines |
| 12A ..... | 1275 cc engines |

### Valves

#### Valve head diameter:

##### Inlet:

|           |                   |
|-----------|-------------------|
| 85H ..... | 27.76 to 27.89 mm |
| 10H ..... | 29.23 to 29.36 mm |

##### 12H:

|                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| 1275 GT .....         | 33.20 to 33.32 mm |
| Cooper S Mk III ..... | 35.58 to 35.71 mm |
| 12A .....             | 35.58 to 35.71 mm |

##### Exhaust:

|                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| 85H, 99H and 10H ..... | 25.40 to 25.53 mm |
|------------------------|-------------------|

##### 12H:

|                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| 1275 GT .....         | 29.24 to 29.37 mm |
| Cooper S Mk III ..... | 30.83 to 30.96 mm |
| 12A .....             | 29.25 to 29.38 mm |

#### Valve stem diameter:

|             |                   |
|-------------|-------------------|
| Inlet ..... | 7.094 to 7.107 mm |
|-------------|-------------------|

|               |                   |
|---------------|-------------------|
| Exhaust ..... | 7.082 to 7.094 mm |
|---------------|-------------------|

#### Valve stem-to-guide clearance:

##### Inlet:

|                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| 85H, 99H and 10H ..... | 0.038 to 0.064 mm |
|------------------------|-------------------|

|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 12H and 12A ..... | 0.040 to 0.080 mm |
|-------------------|-------------------|

##### Exhaust:

|                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| 85H, 99H and 10H ..... | 0.051 to 0.076 mm |
|------------------------|-------------------|

|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 12H and 12A ..... | 0.040 to 0.080 mm |
|-------------------|-------------------|

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Valve seat angle ..... | 45° |
|------------------------|-----|

## Valve springs

### Valve spring free length:

|                                    |          |
|------------------------------------|----------|
| 85H and 99H .....                  | 44.45 mm |
| 10H .....                          | 49.70 mm |
| 12H:                               |          |
| 1275 GT .....                      | 49.70 mm |
| Cooper S Mk III outer spring ..... | 44.19 mm |
| Cooper S Mk III Inner spring ..... | 43.31 mm |
| 12A .....                          | 49.53 mm |

## Camshaft and camshaft bearings

### Camshaft journal diameter:

|              |                     |
|--------------|---------------------|
| Front .....  | 42.304 to 42.316 mm |
| Centre ..... | 41.218 to 41.231 mm |
| Rear .....   | 34.857 to 34.887 mm |

### Bearing inside diameter (reamed after fitting):

|              |                     |
|--------------|---------------------|
| 85H:         |                     |
| Front .....  | 42.342 to 42.355 mm |
| Centre ..... | 41.262 to 41.288 mm |
| Rear .....   | 34.908 to 34.938 mm |
| 99H and 10H: |                     |
| Front .....  | 42.342 to 42.355 mm |
| Centre ..... | 41.225 to 41.267 mm |
| Rear .....   | 34.912 to 34.925 mm |
| 12H and 12A: |                     |
| Front .....  | 42.342 to 42.355 mm |
| Centre ..... | 41.262 to 41.288 mm |
| Rear .....   | 34.908 to 34.938 mm |

### Bearing running clearance:

|                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| 85H:                  |                   |
| Front .....           | 0.012 to 0.051 mm |
| Centre and rear ..... | 0.031 to 0.069 mm |

### All other engines:

|                              |                   |
|------------------------------|-------------------|
| Front, centre and rear ..... | 0.025 to 0.051 mm |
| Camshaft endfloat .....      | 0.076 to 0.178 mm |

## Cylinder block

### Bore diameter:

|                   |          |
|-------------------|----------|
| 85H .....         | 62.94 mm |
| 99H .....         | 64.59 mm |
| 10H .....         | 64.59 mm |
| 12H and 12A ..... | 70.61 mm |

### Maximum cylinder bore oversize (after reboring):

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| 85H and 99H .....       | +1.02 mm |
| All other engines ..... | +0.51 mm |

Maximum cylinder bore/liner taper\* .....

0.10 mm

Maximum cylinder bore/liner ovality\* .....

0.10 mm

\*These are suggested figures, typical for this type of engine - no exact values are stated by Rover.

## Pistons

### Piston-to-bore clearance:

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| 85H:                        |   |
| Top of skirt .....          | 0.066 to 0.81 mm                          |
| Bottom of skirt .....       | 0.015 to 0.030 mm                         |
| 99H and 10H:                |   |
| Top of skirt .....          | 0.060 to 0.085 mm                         |
| Bottom of skirt .....       | 0.010 to 0.026 mm                         |
| 12H:                        |   |
| Top of skirt:               |   |
| 1275 GT .....               | 0.070 to 0.114 mm                         |
| Cooper S Mk III .....       | 0.063 to 0.072 mm                         |
| Bottom of skirt:            |   |
| 1275 GT .....               | 0.031 to 0.056 mm                         |
| Cooper S Mk III .....       | 0.048 to 0.063 mm                         |
| 12A:                        |   |
| Top of skirt .....          | 0.074 to 0.114 mm                         |
| Bottom of skirt .....       | 0.023 to 0.064 mm                         |
| Piston oversizes available: |   |
| 85H and 99H .....           | +0.254 mm, +0.508 mm, +0.762 mm, +1.02 mm |
| All other engines .....     | +0.254 mm, +0.508 mm,                     |

## Piston rings

### Piston ring end gap:

|  |                   |
|--|-------------------|
| 85H and 99H .....                                  | 0.178 to 0.305 mm |
| 10H:   |                   |
| Compression rings .....                            | 0.178 to 0.305 mm |
| Oil control ring:                                  |                   |
| Rails .....  | 0.305 to 0.711 mm |
| Side springs .....                                 | 2.54 to 3.81 mm   |
| 12H:   |                   |
| Top compression ring:                              |                   |
| 1275 GT .....                                      | 0.28 to 0.41 mm   |
| Cooper S Mk III .....                              | 0.20 to 0.33 mm   |
| 2nd and 3rd compression rings .....                | 0.20 to 0.33 mm   |
| Oil control ring:                                  |                   |
| 1275 GT .....                                      | 0.254 to 1.02 mm  |
| Cooper S Mk III .....                              | 0.20 to 0.33 mm   |
| 12A:   |                   |
| Top compression ring .....                         | 0.25 to 0.45 mm   |
| Second compression ring .....                      | 0.20 to 0.33 mm   |
| Oil control ring .....                             | 0.38 to 1.04 mm   |
| Ring-to-groove clearance (compression rings) ..... | 0.038 to 0.089 mm |

## Crankshaft

### Main bearing journal diameter:

|                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| 85H, 99H* and 10H  | 44.46 to 44.47 mm |
| 12H:               |                   |
| 1275 GT            | 50.83 to 50.84 mm |
| Cooper S Mk III    | 50.81 to 50.82 mm |
| 12A:               |                   |
| No colour code     | 50.83 to 50.84 mm |
| Red colour code    | 50.81 to 50.82 mm |
| Green colour code  | 50.82 to 50.83 mm |
| Yellow colour code | 50.83 to 50.84 mm |

### Minimum main bearing journal regrind diameter:

|                   |          |
|-------------------|----------|
| 85H, 99H* and 10H | 43.45 mm |
| 12H:              |          |
| 1275 GT           | 49.78 mm |
| Cooper S Mk III   | 50.30 mm |
| 12A               | 50.32 mm |

### Main bearing running clearance:

|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 85H, 99H* and 10H | 0.025 to 0.068 mm |
| 12H and 12A       | 0.017 to 0.058 mm |

### Big-end bearing journal diameter:

|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 85H, 99H* and 10H | 41.28 to 41.29 mm |
| 12H and 12A       | 44.44 to 44.46 mm |

### Minimum big-end journal regrind diameter:

|                   |          |
|-------------------|----------|
| 85H, 99H* and 10H | 40.27 mm |
| 12H               | 43.44 mm |
| 12A               | 43.93 mm |

### Big-end bearing running clearance:

|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 85H, 99H* and 10H | 0.025 to 0.063 mm |
| 12H and 12A       | 0.038 to 0.081 mm |

|                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| Crankshaft endfloat | 0.051 to 0.076 mm |
|---------------------|-------------------|

*\*Refer to a Rover dealer for information on later models*

## Lubrication system

|                                   |          |
|-----------------------------------|----------|
| Oil pump shaft and rotor endfloat | 0.127 mm |
| Oil pump rotor lobe clearance     | 0.152 mm |
| Oil pump rotor-to-body clearance  | 0.254 mm |
| Oil pump relief pressure          | 4.2 bars |
| Oil pressure:                     |          |
| Running                           | 4.2 bars |
| Idling                            | 1.0 bar  |
| Pressure relief valve spring:     |          |
| Free length                       | 72.63 mm |
| Fitted length                     | 54.77 mm |

| <b>Torque wrench settings</b>          | <b>Nm</b> | <b>lbf ft</b> |
|--|-----------|---------------|
| Connecting rod big-end:                |           |               |
| Bolts .....                            | 50        | 37            |
| Nuts .....                             | 45        | 33            |
| Flywheel centre bolt .....             | 152       | 112           |
| Flywheel housing nuts and bolts .....  | 25        | 18            |
| Transmission casing to engine .....    | 8         | 6             |
| Converter centre bolt .....            | 152       | 112           |
| Converter (six central bolts) .....    | 29        | 21            |
| Converter housing nuts and bolts ..... | 25        | 18            |
| Gudgeon pin clamp bolt .....           | 32        | 24            |
| Main bearing bolts .....               | 85        | 63            |
| Timing cover and front plate:          |           |               |
| $\frac{1}{4}$ in UNF bolts .....       | 7         | 5             |
| $\frac{5}{16}$ in UNF bolts .....      | 16        | 12            |
| Oil pump bolts .....                   | 11        | 8             |
| Oil filter housing nuts .....          | 19        | 14            |
| Oil pipe banjo union .....             | 52        | 38            |
| Oil pressure relief valve nut .....    | 59        | 43            |
| Tappet side covers .....               | 4.7       | 3.5           |

## Cooling, heating and ventilation systems

### Specifications

#### General

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| System type .....                     | Pressurised, water pump assisted, thermo-syphon |
| Radiator filler/pressure cap setting: |   |
| Pre-1974 models .....                 | 0.91 bar  |
| 1974 models onward .....              | 1.05 bar  |

#### Thermostat

|                       |      |
|-----------------------|------|
| Type .....            | Wax  |
| Opening temperatures: |      |
| Pre-1976 models:      |      |
| Standard .....        | 82°C |
| Hot climates .....    | 74°C |
| Cold climates .....   | 88°C |
| 1976 models onward:   |      |
| Standard .....        | 88°C |

#### Auxiliary cooling fan

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| Thermostatic switch settings: |      |
| Switches on at .....          | 98°C |
| Switches off at .....         | 93°C |

| <b>Torque wrench settings</b>                                | <b>Nm</b> | <b>lbf ft</b> |
|--|-----------|---------------|
| Water pump .....   | 19 to 25  | 14 to 18      |
| Thermostat housing .....                                     | 8 to 12   | 6 to 9        |
| Auxiliary cooling fan thermostatic switch - Cooper models .. | 10        | 7             |

# Fuel system - carburettor engines

## Specifications

Mini Clubman and Mini 1000 Saloon and variants, manual transmission, 998 cc, (99H), up to 1974

|                         | 1969-72 | 1972-74    |
|-------------------------|---------|------------|
| Carburettor type .....  | SU HS2  | SU HS2     |
| Piston spring .....     | Red     | Red        |
| Jet size .....          | 2.3 mm  | 2.3 mm     |
| Needle:                 |         |            |
| Standard .....          | GX      | AAV        |
| Rich .....              | M       | -          |
| Weak .....              | GG      | -          |
| Idle mixture CO % ..... | -       | 3.5 to 4.5 |
| Idle speed .....        | 500 rpm | 800 rpm    |
| Fast idle speed .....   | 900 rpm | 1200 rpm   |

# Fuel system - fuel injection engines

## Specifications

### General

|                   |   |
|-------------------|---|
| System type ..... | Rover/Motorola Modular Engine Management System, using ECU-controlled single-point injection (MEMS-Spi) and speed/density method of airflow measurement |
|-------------------|---|

### Fuel system data

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| Fuel pump type .....                               | Electric, immersed in fuel tank |
| Fuel pump regulated pressure .....                 | 1.0 bar $\pm$ 4%                |
| Injector and pressure regulator unit .....         | JZX 3300                        |
| Throttle potentiometer voltage:                    |                                 |
| Throttle closed .....                              | 0 to 1 volt                     |
| Throttle open .....                                | 4 to 5 volts                    |
| Idle speed - nominal value, for reference only ... | 850 $\pm$ 25 rpm                |
| Idle mixture CO % .....                            | 0.5% maximum                    |

### Recommended fuel

|                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| Minimum octane rating ..... | 95 RON unleaded <b>only</b> |
|-----------------------------|-----------------------------|

| Torque wrench settings                      | Nm | lbf ft |
|---|----|--------|
| Fuel pump nuts .....                        | 9  | 6      |
| Throttle body assembly nuts .....           | 10 | 7      |
| Injector housing fuel pipe union nuts ..... | 24 | 18     |
| Injector housing fuel pipe adapters .....   | 24 | 18     |
| Injector housing screws .....               | 5  | 4      |
| Inlet air temperature sensor .....          | 7  | 5      |
| Manifold retaining nuts .....               | 22 | 16     |
| Brake servo vacuum hose union bolt .....    | 50 | 37     |
| Fuel tank breather two-way valve nuts ..... | 9  | 6      |

# Exhaust and emission control systems

## Specifications

| Torque wrench settings                           | Nm | lbf ft |
|--|----|--------|
| Thermostatic vacuum valve - 1992-on models ..... | 10 | 7      |
| Manifold retaining nuts .....                    | 22 | 16     |
| Lambda sensor .....                              | 55 | 41     |
| Fuel tank breather two-way valve nuts .....      | 9  | 6      |

# Starting and charging systems

## Specifications

System type ..... 12-volt, negative earth

### Battery

Type ..... Low maintenance or "maintenance-free" sealed for life  
 Capacity ..... 30 to 50 amp hour at 20 hour rate  
 Charge condition:  
   Poor ..... 12.5 volts  
   Normal ..... 12.6 volts  
   Good ..... 12.7 volts

### Dynamo

Type ..... Lucas C40/1  
 Maximum output ..... 22 amps at 2250 rpm  
 Cut-in speed ..... 1450 rpm at 13.5 volts  
 Minimum brush length ..... 12.7 mm  
 Brush spring tension ..... 510 g

### Control box

Type ..... Lucas RB106/2  
 Regulator:  
   Open circuit setting at 3000 rpm (dynamo speed) at 20°C (68°F) ... 16.0 to 16.6 volts, decreasing by 0.1 volt for every increase of 10°C (18°F) above 20°C (68°F)  
 Cut-out:  
   Cut-in voltage ..... 12.7 to 13.3 volts  
   Drop-off voltage ..... 8.5 to 11 volts  
   Reverse current ..... 5.0 amps (maximum)



## Alternator

### Type:

|                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| Pre-1982 models     | Lucas 11AC or 16ACR      |
| 1982 to 1985 models | Lucas A115               |
| 1986 models onward  | Lucas A127/45 or A127/55 |

### Maximum output:

|                  |         |
|------------------|---------|
| 11AC             | 43 amps |
| 16ACR            | 34 amps |
| A115 and A127/45 | 45 amps |
| A127/55          | 55 amps |

### Minimum brush length:

|                     |         |
|---------------------|---------|
| 11AC                | 3.9 mm  |
| 16ACR               | 7.5 mm  |
| A115                | 10.0 mm |
| A127/45 and A127/55 | 5.0 mm  |

## Starter motor

### Type:

|                    |                                   |
|--------------------|-----------------------------------|
| Pre-1986 models    | Lucas M35G or M35J (inertia type) |
| 1986 models onward | Lucas M79 (pre-engaged type)      |

### Minimum brush length:

|               |        |
|---------------|--------|
| M35G and M35J | 8.0 mm |
| M79           | 3.5 mm |

### Brush spring tension:

|      |              |
|------|--------------|
| M35G | 425 to 710 g |
| M35J | 794 g        |
| M79  | N/A          |

# Ignition system Specifications

## Carburettor models

### System type

|                                    |                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| All except 1990 on, 1275 cc models | Conventional contact breaker ignition |
| 1990 on, 1275 cc models            | Lucas electronic ignition             |

### Distributor - contact breaker ignition

#### Type:

All models except Cooper S Mk III:

|                 |                               |
|-----------------|-------------------------------|
| Early type      | Lucas 25D4                    |
| Later type      | Lucas 45D4, 59D4 or Ducellier |
| Cooper S Mk III | Lucas 23D4                    |

Direction of rotor arm rotation . . . . . Anti-clockwise

Contact breaker points gap . . . . . 0.35 to 0.40 mm

#### Dwell angle:

Lucas 23D4 and 25D4 . . . . . 60° ± 3°

Lucas 45D4:

Non-sliding contacts . . . . . 51° ± 5°

Sliding contacts . . . . . 57° ± 5°

Lucas 59D4 . . . . . 54° ± 5°

Ducellier . . . . . 57° ± 2°30'

Firing order . . . . . 1-3-4-2 (No 1 cylinder next to radiator)

# Braking system

## Specifications

### System type

|                 |   |
|-----------------|---|
| Footbrake ..... | Lockheed single or dual circuit hydraulic, servo assisted on certain models |
| Handbrake ..... | Mechanical by cables to rear brakes   |

### Front drum brakes

|   |                   |
|---|-------------------|
| Type .....                                | Twin leading shoe |
| Drum diameter .....                       | 178.0 mm          |
| Minimum brake shoe lining thickness ..... | 3.0 mm            |

### Front disc brakes

|                                   |                               |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Type .....                        | Disc with twin piston caliper |
| Disc diameter:                    |                               |
| Cooper S models .....             | 190.5 mm                      |
| All other models .....            | 213.4 mm                      |
| Maximum disc run-out .....        | 0.15 mm                       |
| Minimum brake pad thickness ..... | 3.0 mm                        |

### Rear brakes

|   |                          |
|---|--------------------------|
| Type .....                                | Single leading shoe drum |
| Drum diameter .....                       | 178.0 mm                 |
| Minimum brake shoe lining thickness ..... | 3.0 mm                   |

### Torque wrench settings

|   | Nm         | lbf ft     |
|---|------------|------------|
| Driveshaft retaining nut (disc brake models):             |            |            |
| With multiple split pin holes in driveshaft .....         | 207        | 150        |
| With single split pin hole in driveshaft .....            | 255 to 270 | 188 to 200 |
| Brake caliper retaining bolts .....                       | 52         | 38         |
| Disc to hub flange .....                                  | 57         | 42         |
| Master cylinder body outlet plugs .....                   | 39         | 28         |
| Master cylinder pressure differential piston end plug ..  | 45         | 33         |
| Pressure differential warning actuator end plug .....     | 35         | 26         |
| Pressure differential warning actuator failure switch ... | 19         | 14         |

# Suspension and steering

## Specifications

### Front suspension

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Type:                         |  |
| Rubber cone suspension .....  | Independent by rubber cone springs and unequal length upper and lower suspension arms                    |
| Hydroelastic suspension ..... | Independent by interconnected Hydroelastic displacers and unequal length upper and lower suspension arms |

### Rear suspension

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Type:                         |  |
| Rubber cone suspension .....  | Independent by rubber cone springs and trailing radius arms  |
| Hydroelastic suspension ..... | Independent by interconnected Hydroelastic displacers, trailing radius arms and coil hold-down springs |

### Steering

|   |                              |
|---|------------------------------|
| Type .....  | Rack-and-pinion              |
| Turns lock-to-lock .....                                  | 2.7                          |
| Tie-rod balljoints centre-to-centre setting dimension ... | 1053.0 mm                    |
| Lubricant capacity (see text):                            |                              |
| Early models .....  | 0.2 litre                    |
| Later models .....  | 0.1 litre                    |
| Lubricant type (see text):                                |                              |
| Early models .....  | Gear oil, viscosity SAE 90EP |
| Later models .....  | Semi fluid grease            |

### Wheel alignment and steering angles

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Front wheel:  |                       |
| Toe setting .....                                     | 1.58 mm toe-out       |
| Caster angle .....                                    | 3° ± 1° positive      |
| Camber angle .....                                    | 2° ± 1° positive      |
| Swivel hub inclination .....                          | 9° 30'                |
| Trim height (models with Hydroelastic suspension) ... | 343.0 mm ± 9.5 mm     |
| Rear wheel:   |                       |
| Toe setting .....                                     | 3.17 mm toe-in        |
| Camber angle .....                                    | 0.5° to 2.5° positive |

### Roadwheels

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Wheel size:           |  |
| Steel wheels:         |  |
| Standard wheels ..... | 3.5B x 10, 4.5J x 10 or 4.5J x 12 according to model |
| "Denovo" wheels ..... | 80.0 x 310.0 mm                                      |
| Alloy wheels .....    | 5J x 10 or 4.5J x 12 according to model              |

### Tyres

|                      |   |
|----------------------|---|
| Tyre size .....      | 5.20 x 10, 145SR x 10, 145/70SR x 12, 165/70HR x 10 or 155/65SF x 310 ("Denovo") according to model |
| Tyre pressures ..... | See "Weekly Checks"   |

| <b>Torque wrench settings</b>                     | <b>Nm</b>  | <b>lbf ft</b> |
|---|------------|---------------|
| <b>Front suspension</b>                           |            |               |
| Driveshaft retaining nut:                         |            |               |
| Drum brake models .....                           | 83         | 60            |
| Disc brake models:                                |            |               |
| With multiple split pin holes in driveshaft ..... | 207        | 150           |
| With single split pin hole in driveshaft .....    | 255 to 270 | 188 to 200    |
| Swivel hub balljoint domed nut .....              | 102        | 75            |
| Swivel hub balljoint to suspension arm .....      | 54         | 40            |
| Tie-rod to subframe .....                         | 30         | 22            |
| Tie-rod to suspension arm .....                   | 26         | 19            |
| Upper suspension arm pivot shaft nut .....        | 72         | 53            |
| Lower suspension arm pivot bolt nut .....         | 45         | 33            |
| <b>Rear suspension</b>                            |            |               |
| Rear hub retaining nut .....                      | 81         | 60            |
| Radius arm pivot shaft nut .....                  | 72         | 53            |
| <b>Steering</b>                                   |            |               |
| Steering column lower clamp pinch-bolt .....      | 16         | 12            |
| Steering column upper clamp .....                 | 19         | 14            |
| Steering rack U-bolts .....                       | 15         | 11            |
| Tie-rod balljoint nut .....                       | 30         | 22            |
| Steering wheel nut .....                          | 47         | 35            |
| Steering rack tie-rod ball housing collar .....   | 52         | 38            |
| <b>Roadwheels</b>                                 |            |               |
| Roadwheel nuts .....                              | 63         | 45            |

**ANEXO C**  
**ESPECIFICACIÓN DE LOS MATERIALES UTILIZADOS**

## Bedford Plastics Glass Reinforced FR Polyester Structural Fiberglass Profiles

Categories: [Polymer](#); [Thermoset](#); [Filled/Reinforced Thermoset](#); [Polyester, TS](#); [Thermoset Polyester Glass SMC](#)

**Material Notes:** Flame retardant grade; see details in the property table.

Pultrusion results in the production and supply of one of the worlds strongest and most durable products available today. The pultruded products feature:

- High Strength
- Corrosion Resistant to many chemicals
- Light Weight- Weighs nearly 80% less than a steel profile of similar dimension
- Electrically Non-Conductive
- Non-Metallic
- Lower Life Cycle Cost
- Non-Leaching, Environmentally Friendly
- Dimensional Stability

Information provided by Bedford Plastics.

**Key Words:** SMC, Fiber Reinforced Plastic (FRP)

**Vendors:** No vendors are listed for this material. Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.

[Printer friendly version](#) [Download as PDF](#) [Download to Excel \(requires Excel and Windows\)](#)  
[Export data to your CAD/FEA program](#)

| Physical Properties | Metric           | English                            | Comments          |
|---------------------|------------------|------------------------------------|-------------------|
| Density             | 1.72 - 1.94 g/cc | 0.0620 - 0.0700 lb/in <sup>3</sup> | ASTM D792         |
| Water Absorption    | <= 0.45 %        | <= 0.45 %                          | 24 hrs; ASTM D570 |

| Mechanical Properties      | Metric    | English       | Comments                     |
|----------------------------|-----------|---------------|------------------------------|
| Hardness, Barcol           | 45        | 45            | ASTM D2583                   |
| Tensile Strength, Ultimate | 48.3 MPa  | 7000 psi      | Crosswise; ASTM D638         |
|                            | 207 MPa   | 30000 psi     | Lengthwise; ASTM D638        |
| Tensile Modulus            | 5.52 GPa  | 800 ksi       | Crosswise; ASTM D638         |
|                            | 17.2 GPa  | 2500 ksi      | Lengthwise; ASTM D638        |
| Flexural Strength          | 68.9 MPa  | 10000 psi     | Crosswise; ASTM D790         |
|                            | 207 MPa   | 30000 psi     | Lengthwise; ASTM D790        |
| Flexural Modulus           | 5.52 GPa  | 800 ksi       | Crosswise; ASTM D790         |
|                            | 12.4 GPa  | 1800 ksi      | Lengthwise; ASTM D790        |
| Compressive Strength       | 103 MPa   | 15000 psi     | Crosswise; ASTM D635         |
|                            | 207 MPa   | 30000 psi     | Lengthwise; ASTM D635        |
| Compressive Modulus        | 6.89 GPa  | 1000 ksi      | Crosswise; ASTM D635         |
|                            | 17.2 GPa  | 2500 ksi      | Lengthwise; ASTM D635        |
| Shear Modulus              | 3.10 GPa  | 450 ksi       |                              |
| Shear Strength             | 31.0 MPa  | 4500 psi      | Short Beam Shear; ASTM D2344 |
|                            | 68.9 MPa  | 10000 psi     | Punch Shear; ASTM D732       |
| Izod Impact, Notched       | 2.14 J/cm | 4.00 ft-lb/in | Crosswise; ASTM D256         |
|                            | 13.3 J/cm | 25.0 ft-lb/in | Lengthwise; ASTM D256        |

| Electrical Properties | Metric           | English          | Comments                                  |
|-----------------------|------------------|------------------|---|
| Dielectric Constant   | 5.0              | 5.0              | Perpendicular to Laminate Face; ASTM D150 |
|                       | @Frequency 60 Hz | @Frequency 60 Hz |   |
| Dielectric Strength   | 1.38 kV/mm       | 35.0 kV/in       | Lengthwise; ASTM D149                     |
|                       | 7.87 kV/mm       | 200 kV/in        | Perpendicular to Laminate Face; ASTM D149 |

| Thermal Properties | Metric   | English  | Comments              |
|--------------------|--|--|-----------------------|
| CTE, linear        | 8.00 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot^\circ\text{C}$ | 4.44 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot^\circ\text{F}$ | Lengthwise; ASTM D696 |
|                    | @Temperature 20.0 $^\circ\text{C}$             | @Temperature 68.0 $^\circ\text{F}$               |                       |
| Flame Spread Index | <= 25  | <= 25  | Tunnel Test; ASTM E84 |

### Descriptive Properties

|              |            |           |
|--------------|------------|-----------|
| Flammability | Nonburning | ASTM D635 |
|--------------|------------|-----------|

### ACERO AISI 4130

| Nombre de propiedad     | Valor     | Unidades          | Tipo de valor |
|-------------------------|-----------|-------------------|---------------|
| Módulo elástico         | 2.05e+011 | N/m <sup>2</sup>  | Constante     |
| Coefficiente de Poisson | 0.285     | NA                | Constante     |
| Módulo cortante         | 8e+010    | N/m <sup>2</sup>  | Constante     |
| Densidad                | 7850      | kg/m <sup>3</sup> | Constante     |
| Límite de tracción      | 5.6e+008  | N/m <sup>2</sup>  | Constante     |
| Límite elástico         | 4.6e+008  | N/m <sup>2</sup>  | Constante     |
| Conductividad térmica   | 42.7      | W/(m.K)           | Constante     |
| Calor específico        | 477       | J/(kg.K)          | Constante     |

**ANEXO D**  
**ARTÍCULO CIENTÍFICO**



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MINIVAN, EN UN VEHÍCULO MINI AUSTIN DE PROPIEDAD DE LA FLORÍCOLA VIBRAFLOWERS

Israel Trávez<sup>1</sup> Luis Salguero<sup>2</sup> Guido Torres<sup>3</sup> Stalin Mena<sup>4</sup>

1, 2, 3,4 Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Universidad de las fuerzas Armadas ESPE-Latacunga, Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador

Email:luisfsg22@hotmail.com , israel\_fib@hotmail.com, grtorres@espe.edu.ec, jsmena@espe.edu.ec

### RESUMEN

El presente artículo muestra el diseño de la carrocería del vehículo, la construcción del mismo, la reparación de cada uno de los sistemas automotrices y la reparación del motor térmico.

Se describen los parámetros que se tomaran en consideración durante la fase de diseño y los resultados obtenidos en el análisis computacional.

### ABSTRACT

This paper presents the design of the vehicle body, the construction thereof, repair of each automotive systems and repair of the heat engine.

Parameters to be taken into consideration during the design phase and the results obtained in the computational analysis are described.

### I. INTRODUCCIÓN

La Minivan es un automotor equipado con un motor de combustión interna que será utilizado para diferentes actividades desarrolladas dentro y fuera de la empresa “Vibraflowers”, equipado con una cajuela amplia. Además el automotor realizará tareas de control de personal, transporte de insumos para la empresa, y actividades que requieran del servicio oportuno de la Minivan.



Figura1.1: Minivan original.

### II. PARÁMETROS DE DISEÑO.

A continuación se describen los diferentes parámetros que influyen en el diseño del Mini Austin alargado:

- Longitud que se alargó el vehículo: 0.30 m.
- Distancia en ejes de ruedas: 2.35 m (del vehículo alargado)
- Material de la carrocería: Fibra de vidrio estructural reforzada de 4 mm de espesor.
- Material del piso: Fibra de vidrio estructural reforzada de 3 mm de espesor.
- Material de los tubos de sujeción y refuerzo de las partes alargadas: Acero AISI 4130.
- Peso bruto del vehículo: 10500 N.
- Peso aproximado del tren de potencia ( $F_{pt}$ ): 1500 N.
- Peso aproximado de los pasajeros y asientos delanteros ( $F_{pf}$ ): 2500 N.
- Peso de la carga máxima permisible en el sitio de los asientos posteriores ( $F_{pr}$ ): 2500 N.
- Peso de la carga máxima permisible en el sitio del portaequipaje ( $F_l$ ): 2000 N
- Factor de seguridad mínimo admisible: 3.0

Se realiza un análisis de momentos y se obtienen las reacciones que existen en los ejes delanteros y posteriores.

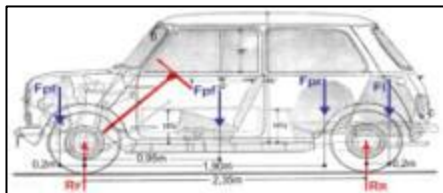


Figura 2.1: Distribución y puntos de aplicación de las carga.

$$R_F = \frac{F_{pt}(L + l_{pt}) + F_{pf}(L - l_{pf}) + F_{pr}(L - l_{pr}) - F_l l_l}{L}$$

$$R_F = 3425,53 \text{ N}$$

$$R_R = \frac{F_{pf} l_{pf} + F_{pr} l_{pr} + F_l(L + l_l) - F_{pt} l_{pt}}{L}$$

$$R_R = 5074,47 \text{ N}$$

$$R_{FL} = \frac{R_F}{2} = 1712,77 \text{ N}$$

$$R_{RL} = \frac{R_R}{2} = 2537,23 \text{ N}$$

A partir del diagrama del cuerpo libre de cada una de las superficies estructurales simples (SSSs) del vehículo, se determina las cargas en los bordes y extremos que aseguran que todas las SSSs estén en equilibrio. Estas cargas de bordes y extremos están indicadas por las fuerzas de P1 a P13.

Viga transversal baja (delantera).

$$P_1 = \frac{F_{pf}}{2} = 1250 \text{ N}$$

Viga transversal baja (posterior).

$$P_2 = \frac{F_{pr}}{2} = 1250 \text{ N}$$

Panel de ala interior frontal izquierda.

$$P_3 = R_{FL} - \frac{F_{pt}}{2} = 962,77 \text{ N}$$

Panel de ala interior frontal derecho.

$$P_4 = \frac{\left\{ R_{FL} l_1 - \frac{F_{pt}(l_1 + l_{pt})}{2} \right\}}{h_1} = 302,45 \text{ N}$$

Resolviendo las fuerzas horizontales en los paneles laterales.

$$P_5 = P_4$$

Aplicando la simetría y resolviendo las fuerzas verticales en el panel transversal entre los pasajeros y el compartimento del motor

$$P_6 = P_3$$

Por simetría y resolviendo las fuerzas horizontales de la repisa frontal se encuentra que:

$$P_7 = P_4$$

Panel de cuarto posterior izquierdo.

$$P_8 = R_{RL} - \frac{F_1}{2} = 1537,23 \text{ N}$$

Panel de cuarto posterior derecho.

$$P_9 = \frac{\left\{ R_{RL} L_2 - \frac{F_1(l_1+l_2)}{2} \right\}}{h_2} = -333,33 \text{ N}$$

Resolviendo las fuerzas horizontales en los paneles laterales posteriores se tiene:

$$P_{10} = P_9$$

Por simetría y resolviendo las fuerzas verticales en el panel detrás de los asientos traseros se encuentra que:

$$P_{11} = P_8$$

Aplicando la simetría y resolviendo las fuerzas horizontales en la repisa posterior se obtiene:

$$P_{12} = P_9$$

Panel para el suelo:

$$2P_{13} = 2(P_{10} - P_5) = -635,78 \text{ N}$$

### III. DISEÑO

#### a) Fase de diseño

Debido a las fuertes solicitaciones a las que estará sometida la estructura del Mini Austin, el piso de la parte alargada de la carrocería fue reforzada con tubos de acero AISI 4130 de  $1\frac{3}{4}$  plg de diámetro y 3 mm de espesor.

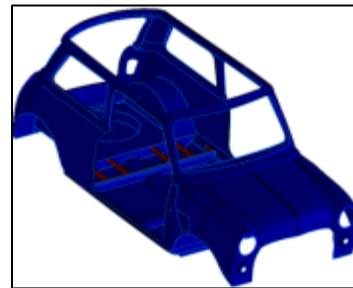


Figura 3.1: Modelado 3D de la carrocería de la MINIVAN.

Una vez realizados los cálculos iniciales que se requieren para el diseño computacional se procederá a la asignación de las 13 fuerzas calculadas y a la configuración de las restricciones que existirán en el software.

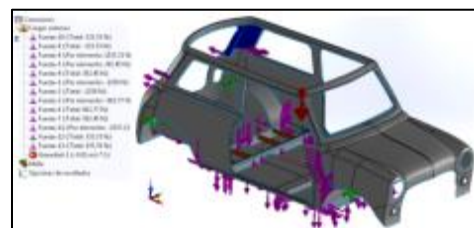


Figura 3.2: Asignación de cargas y sujeciones de la MINIVAN.

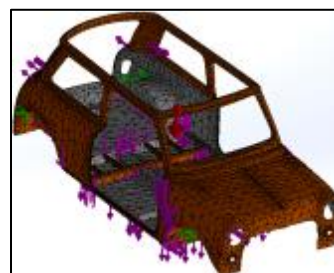


Figura 3.3: Mallado de la estructura de la MINIVAN.

De la distribución del esfuerzo de Von Mises se tiene un esfuerzo máximo de 26.752 Mpa, que es inferior a los límites de elásticos del acero AISI 4130 (460 Mpa) y de la fibra de vidrio reforzada (137 MPa).

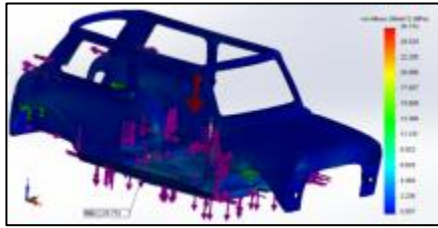


Figura 3.4: Distribución del esfuerzo de Von Mises en la estructura de la MINIVAN

El desplazamiento máximo en la estructura del Mini Austin alargado ocurre en la parte media del panel del piso y tiene un valor de 1.28 mm, por lo que se comprueba que ésta deflexión se encuentre dentro de los límites de deflexión  $y_{max} = (0.9 \text{ a } 5.4)$ .

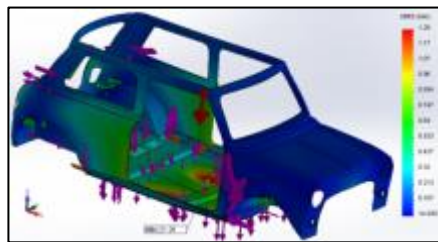


Figura 3.5: Distribución de desplazamientos resultantes en la estructura de la MINIVAN.

El factor de seguridad se determina un valor mínimo de 4.96, en la parte media de la viga transversal del piso que lleva a los pasajeros delanteros, sin embargo, al ser éste valor mayor que el mínimo admisible de 3.0 se puede concluir que el diseño es seguro.

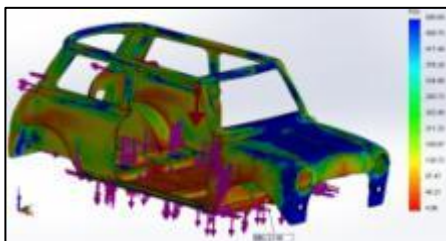


Figura 3.5: Distribución del factor de seguridad en la de la MINIVAN.

## b) Construcción

Una vez que se finalizado la fase de diseño se procedió con la construcción de la Minivan siendo este punto en donde se hacen los extensiones en fibra de vidrio, corta la carrocería, se colocan las extensiones en la estructura de la carrocería y se hacen todas las adecuaciones pertinentes.



Figura 3.6: Primera fase de construcción.

Culminada la primera etapa de construcción, se procedió a colocar las extensiones de la estructura tubular que posee el vehículo. Además se colocó los refuerzos e instalo las piezas de fibra de vidrio.



Figura 3.7: Incremento de la estructura tubular.



Figura 3.8: Fijación de las piezas de fibra de vidrio.



Finalmente se selló el piso de la carrocería posicionando la pieza de fibra de vidrio y se recubrió con una película aislante.



Figura 3.9: Recubrimiento de la MINIVAN.

### c) Chapistería y pintura.

Una vez que se culminaron los trabajos en la Minivan se procedió a dar el terminado de la carrocería masillado cada una de las superficies de la Minivan para eliminar porosidades e imperfecciones que puede tener la Minivan, antes del proceso de pintado se centró las puertas y capo.

Finalmente se procederá el repintado automotriz.



Figura 2.11: Masillado de la carrocería.



Figura 3.10: Pintado de la carrocería.

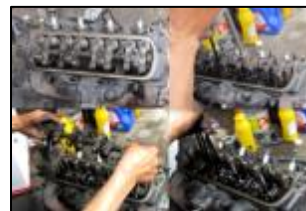
## IV. REPARACIÓN DE LOS SISTEMAS AUTOMOTRICES.

### a.) Diagnóstico Preliminar.

- Se detectó un consumo excesivo de aceite cuando se realizó la comprobación de funcionamiento del motor.
- Se verificó la compresión de cada uno de los cilindros, que da como resultado una posible fuga de la misma por las guías de válvulas o por los anillos (rines) del pistón.
- Se midió la presión de aceite con un manómetro, siendo esta inferior a la normal de funcionamiento (20 psi).
- Juego excesivo del cigüeñal, se comprobó un juego de 2 mm.
- En el funcionamiento del motor se notó un golpeteo anormal en la cadena de distribución del motor.
- Un juego excesivo en las guías de válvula.
- Presencia de fugas de aceite en el motor.

### b.) Despiece.

- Carburador y distribuidor.
- Bomba de gasolina y taques.
- Cañería y filtro de lubricación.
- Despiece del cabezote



4.1: Desmontaje del cabezote.

- *Desmontaje del Conjunto de embrague*
- *Desmontaje y análisis del tren alternativo.*
- *Desmontaje de la Bomba de aceite.*
- *Desmontaje piñones y cadena de distribución.*



Figura 4.2: Cadena de distribución y piñones.

- *Desmontaje del Cigüeñal.*
- *Cojinetes de bancada y biela diagnóstico.*
- *Desmontaje del árbol de levas.*

### c.) Control de las partes

Una vez concluida la fase de despiece del motor se procederá a realizar las medidas pertinentes en cada uno de los elementos que requieran una modificación

Tabla 4.1 Medidas finales de los muñones de biela +30.

| Milímetros      | B 1    | B 2    | B 3    | B 4    |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| Medida          | 40.751 | 40.793 | 40.765 | 40.779 |
| Sobre medida    | 40.54  | 40.54  | 40.54  | 40.54  |
| Medidas finales | 40.54  | 40.54  | 40.54  | 40.54  |

Tabla 4.2 Diferencia de medidas en los muñones de bancada (ovalización).

| Medidas         | B1     | B2     | B3     | B4     |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| Plano X         | 43.693 | 43.675 | 43.732 | 43.680 |
| Plano Y         | 43.689 | 43.684 | 43.720 | 43.695 |
| Diferencia      | 0.010  | 0.009  | 0.012  | 0.015  |
| Medidas finales | 43.46  | 43.46  | 43.46  | 43.46  |

Tabla 4.3: Control del cigüeñal.

| Medida                                | C1(mm) | C2(mm) | C3(mm) | C4(mm) |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Medida en el punto medio del cilindro | 65.35  | 65.34  | 65.35  | 65.34  |
| Rectificada                           | 65.59  | 65.59  | 65.59  | 65.59  |

### d) Ensamblaje del motor.

- *Para el ensamblaje del motor se realizó el siguiente proceso.*
- *Tratamiento de las partes rectificadas.*
- *Armado de la culata*
- *Ensamblaje del bloque cilindros.*

- k. *El block.*
- l. *Ensamblaje de pistones.*
- m. *Pulido del cigüeñal.*



Figura 4.3: Armado del conjunto biela manivela.

- n. El árbol de leva.
- o. Colocación del cigüeñal.
- p. Asentamiento de los pistones.



Figura.4.3: Proceso de colocación del conjunto biela-pistón.

- q. Bomba de aceite.
- r. Triángulo de seguridad.
- s. Ensamblaje de la distribución.
- t. Tapa de la distribución.



Figura 4.41: Montaje de la tapa

- Ensamblaje del cabezote con el block
- Armado de los elementos externos del motor



Figura.4.4: Ensamblaje del motor.

- Sistema de suspensión y frenos y embrague
- Montaje del motor



Figura.4.5: Montaje del motor.

- Se realizó una prueba de potencia en el dinamómetro dándonos como resulta el restablecimiento de la potencia original del motor.

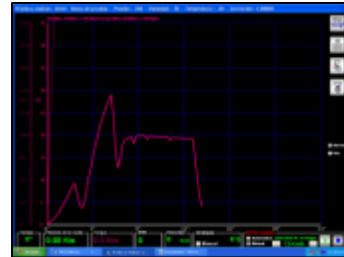


Figura.4.6: Prueba en el dinamómetro.

## V. CONCLUSIONES.

- La Minivan construida tiene una distancia entre ejes 2.35 metros, y cuenta con un habitáculo de carga de 1,35 m y una dimensión total de 3.35 cm, dimensiones que concuerdan con las de la Minivan-Austin Original.
- La fase de diseño y simulación determino que existe un esfuerzo de von mises de 26.752 Mpa, la cual se genera en el punto medio de la viga transversal del piso, este esfuerzo es menor al límite elástico del acero AISI 4130 (460 Mpa).

- *El desplazamiento máximo en la estructura del Mini Austin alargado es de 1.28 mm, y se genera en la parte media del panel del piso, ésta deflexión se encuentra dentro de los límites de deflexión ( 0.9mm - 5.4mm ) ,recomendados por Robert Mott en su Libro de Resistencia de Materiales.*
- *El factor de seguridad alcanzo un valor mínimo de 4.96 en la parte media de la viga transversal del piso que lleva a los pasajeros delanteros, al ser éste valor mayor que el mínimo admisible de 3.0 se determina que el diseño es seguro.*
- *Se utilizó una malla de refuerzo (Caremon), en cada una de las piezas fabricadas en fibra de vidrio, la misma que mantiene las propiedades originales de la fibra de vidrio.*
- *La Potencia generada por el automotor en la prueba del dinamómetro es de 30,1 kW , la cual es superior a la potencia que está establecida en el manual del vehículo 27.94 KW.*
- *El acero AISI 4130 y la fibra de vidrio (GlassFiberReinforced) son una excelente combinación de materiales para resistir los esfuerzos a los que será*

*sometido el vehículo en su vida útil.*

## **VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.**

- *Crolla David A. (2009). Automotive Engineering, Structural design. (1era edición).Inglaterra. Editorial Elsevier.*
- *Grupo cultural, (2011-2012). Manual práctico del automóvil. Madrid. Cultural S.A.*
- *Mott Robert L. (2006).Diseño de elementos de máquinas.(4ta edición ).España. Editorial Pearson Educación*
- *Hynes,s.f .Owners Workshop Manual.*





## BIOGRAFÍA



*Felipe Salguero, nació en Salcedo, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz, presta sus servicios profesionales como asesor en mecánica automotriz.*



*Israel Trávez, nació en Salcedo, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz, presta sus servicios profesionales como asesor en mecánica automotriz.*



*Guido Torres, nació en Alausí provincia de Chimborazo, Ecuador. Se graduó como Ingeniero Mecánico en la Escuela Superior Politécnica de Riobamba- Ecuador y cuenta con un Magíster en Docencia y Administración Educativa en la Universidad Tecnológica Indoamérica de Ambato-Ecuador, Egresado de la Maestría de Gestión de Energía en la Universidad*

*Técnica de Cotopaxi, Actualmente se desempeña como Director del Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE en la ciudad de Latacunga.*



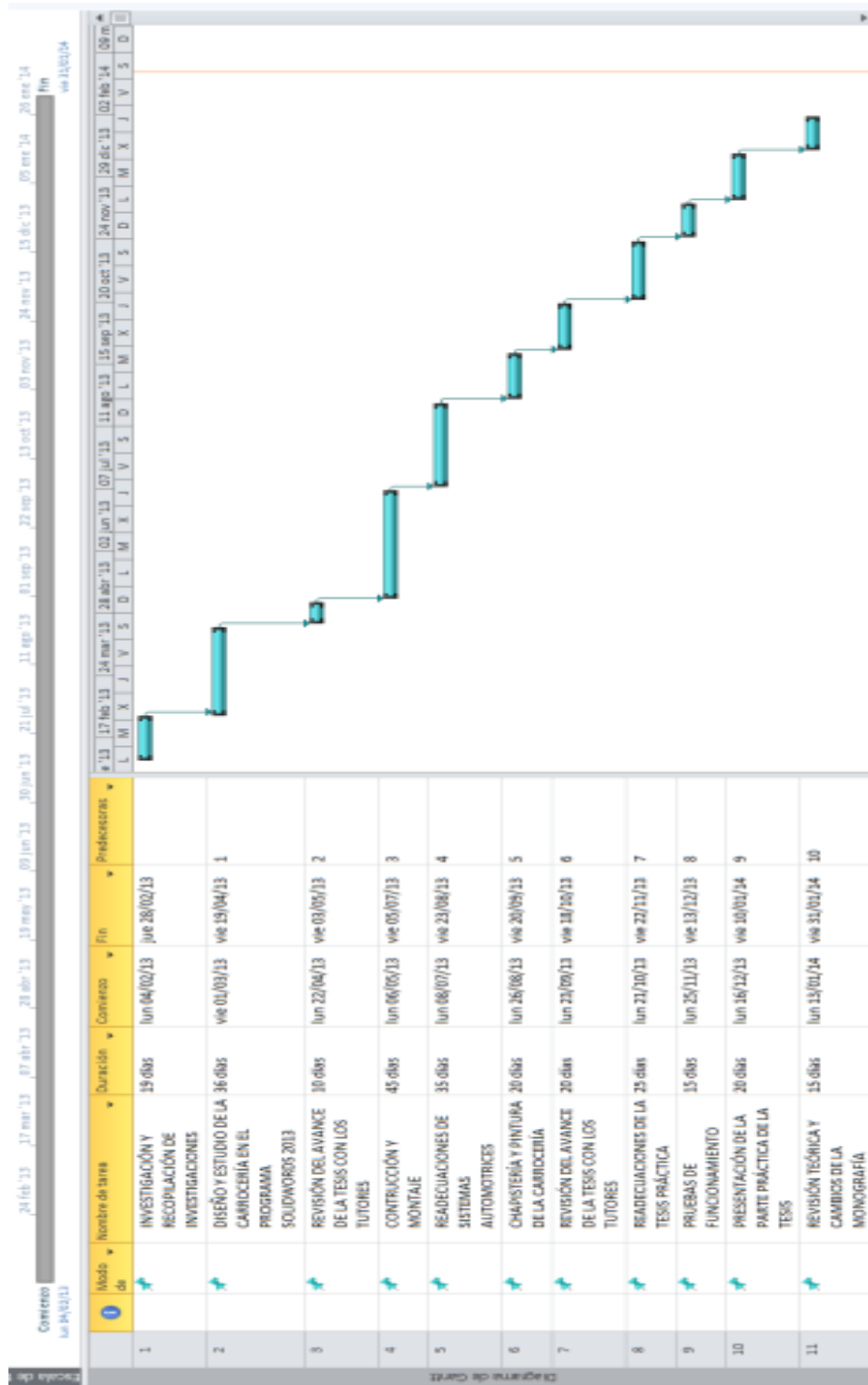
*Jorge Stalin Mena, nació en Ambato, Ecuador, Es ingeniero Automotriz, es docente tiempo parcial en la universidad de las fuerzas armadas-ESPE desde el 2008. Imparte servicios de asesoramiento, capacitación en el ámbito automotriz, compartiendo sus conocimientos teórico práctico a los estudiantes y promulgando la investigación científica y la vinculación con colectividad.*

### Registro de la publicación

|                            |                                       |
|----------------------------|---------------------------------------|
| <b>Fecha de recepción</b>  | 24 de Febrero del 2014                |
| <b>Fecha de aceptación</b> | 26 de Febrero del 2014                |
| <b>Revisado por:</b>       | Ing. Guido Torres<br>Ing. Stalin Mena |



**ANEXO E**  
**CRONOGRAMA**



**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE**  
**EXTENSIÓN LATACUNGA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICACIÓN**

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los señores Israel Fernando Trávez Brazales y Luis Felipe Salguero Garzón bajo mi supervisión.

---

**ING. GUIDO TORRES**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

---

**ING. STALIN MENA**  
**CODIRECTOR DEL PROYECTO**

---

**ING. JUAN CASTRO**  
**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

**DR. FREDDY JARAMILLO CHECA**  
**SECRETARIO ACADÉMICO**