



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

TEMA:

“REPARACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE UN MOTOR DIESEL ISUZU DE 1.800 C.C. TURBO CARGADO”

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz.

AUTORES:

ALMEIDA MORALES JOSÉ ISRAEL
PUMA MORALES BYRON MARCELO

DIRECTOR:

ING. CARLOS MAFLA

Ibarra, 2013

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Ing. Carlos Mafla Yépez
DIRECTOR DE PROYECTO DE GRADO
Universidad Técnica del Norte

CERTIFICA: Que los señores: Almeida Morales José Israel y Puma Morales Byron Marcelo han trabajado bajo mi tutoría del presente proyecto de grado, previa a la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz, la misma que cumple con la reglamentación pertinente, así como lo programado en el plan de proyecto de grado y reúne la suficiente validez técnica y práctica, por consiguiente autorizo su certificación.

Ing. Carlos Mafla Yépez
DIRECTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado se lo dedico a toda mi familia, que fueron de un gran apoyo para concluir de manera satisfactoria este proyecto.

A mis primos por ser más que eso, ser mis hermanos y amigos incondicionales.

A mi padre José Luis por haberme apoyado siempre incondicionalmente, con sus consejos, su calma y firmeza que me llevo a darme cuenta de mis capacidades.

A mi madre Albita por enseñarme desde muy pequeño el valor de la responsabilidad y del trabajo bien hecho y que cada cosa que realice la haga con amor, tranquilidad, y constancia.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por fortalecer e iluminar mi mente, por haber puesto en mi camino a las personas exactas que fueron mi apoyo y soporte en todo el transcurso.

A mí asesor el Ing. Carlos Mafla por hacer posible este trabajo.

Un agradecimiento especial a Byron mi compañero de lucha, mi primo, mi hermano, gracias por la paciencia y el apoyo.

En general quiero agradecer a todas las personas que han vivido conmigo la elaboración de este trabajo de grado, les gratifico el haberme ofrecido todo el apoyo, colaboración, ánimo pero sobre todo su cariño y amistad.

José Israel

DEDICATORIA

A mi madre Cumita ser muy especial, que me dio la vida, el amor, el cariño y por ser el pilar fundamental que me ha ayudado a ser responsable y a cumplir con mis metas.

A mi padre Marcelo que me ha apoyado moral y psicológicamente en cada momento de vida.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome. A todo el resto de familia y amigos que de una u otra manera me han llenado de sabiduría para terminar este trabajo de grado.

Byron Marcelo.

AGRADECIMIENTOS

Cuando la vida nos desafía a una labor de tal dimensión se requiere el apoyo de una mano amiga, por lo que es muy difícil gratificar a todos los que de alguna forma contribuyen a esto.

A mis tíos José Luis y Albita por brindarme su indudable apoyo.

A mi compañero de trabajo de grado Israel por todas experiencias compartidas.

A mi tutor por su colaboración en este trabajo de grado.

A mi familia que con su apoyo diario aunque distante son mi fuerza para continuar con todas las tareas y objetivos, a todos los que de una forma u otra contribuyeron a la realización y culminación de esta investigación.

CONTENIDO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	i
ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR	ii
CONTENIDO TABLAS Y FIGURAS	vii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	3
1.1 ANTECEDENTES.....	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.4.1 TEMPORAL.....	5
1.4.2 ESPACIAL.....	5
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.6 OBJETIVOS.....	6
1.6.1 GENERAL.....	6
1.6.2 ESPECÍFICOS.....	6
CAPÍTULO II	7
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
2.1.1 INTRODUCCIÓN.....	7
2.1.2 DIFERENCIAS ENTRE UN MOTOR DIESEL Y OTTO.....	8
2.1.3 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO.....	9
2.1.4 ÓRGANOS DEL MOTOR DIESEL.....	15
2.1.5 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	24
2.1.6 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE.....	31
2.1.7 SOBREALIMENTACIÓN.....	45
2.1.8 SISTEMA DE LUBRICACIÓN.....	49
2.1.9 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.....	54
2.1.10 SISTEMA DE CARGA Y ARRANQUE.....	59

2.1.11	PROCESOS DE REPARACIÓN Y CALIBRACIÓN EN UN MOTOR Y SUS COMPONENTES.....	63
2.2	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	80
2.3	INTERROGANTES.....	84
3.1	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	85
3.1.1	TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	85
3.1.2	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	86
CAPÍTULO IV	88
4.1	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	88
4.2	RECURSOS.....	89
4.2.1	HUMANOS.....	89
4.2.2	INSTITUCIONALES.....	89
4.2.3	ECONÓMICOS.....	89
CAPÍTULO V	91
5.1	RESPUESTA A LAS INTERROGANTES.....	101
5.2	SOCIALIZACIÓN.....	103
5.2.1	TEMA.....	103
5.2.2	OBJETIVO.....	103
5.2.3	DESARROLLO.....	103
5.2.4	CONCLUSIONES.....	107
CAPÍTULO VI	108
6.1	TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	108
6.2	JUSTIFICACIÓN.....	108
6.3	FUNDAMENTACIÓN.....	108
6.4	OBJETIVOS.....	109
6.4.1	GENERAL.....	109
6.4.2	ESPECÍFICOS.....	109
6.5	DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	110
6.5.1	TEMPORAL.....	110
6.5.2	ESPACIAL.....	110
6.6	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	110
6.6.1	DESMONTAJE PARTES EXTERNAS E INTERNAS.....	112

6.6.2	PROCESOS DE RECTIFICADO Y MECANIZACIÓN.....	129
6.6.3	REACONDICIONAMIENTO Y ENSAMBLAJE DEL MOTOR.	159
6.7	CONCLUSIONES.....	209
6.8	RECOMENDACIONES.....	210
	ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.
	Bibliografía.....	222

CONTENIDO TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1.	Diferencias principales motor Diesel Y Otto .	8
Figura 1.	Ciclo teórico y real del motor Diesel.	10
Figura 2.	Corte de un motor Diesel.	10
Tabla 2.	Ciclos del motor Diesel.	11
Figura 3.	Inyección directa.	13
Figura 4.	Cámaras de inyección indirecta.	14
Figura 5.	Configuración del motor Diesel.	15
Figura 6.	Culata.	17
Figura 7.	Colectores.	18
Figura 8.	Cigüeñal.	19
Figura 9.	Elementos integrantes del conjunto pistón-biela.	21
Figura 10.	Materiales del cojinete.	23
Figura 11.	Volante de inercia.	24
Figura 12.	Partes y tipos de valvulas.	25
Figura 13.	Componentes conjunto de válvula.	26
Figura 14.	Árbol de levas y perfil de levas.	27
Figura 15.	Diagramas de distribución.	28

Figura 16. Esquema taqué hidráulico y mecánico.	29
Figura 17. Balancines y eje de balancines.	29
Figura 18. Tipos de transmisión de movimientos.	30
Figura 19. Sistema de alimentación de combustible.	31
Figura 20. Filtros de Combustible.	34
Figura 21. Elementos que forman la parte de baja presión de una bomba de inyección.	37
Figura 22. Bomba de alimentación de aletas.	38
Figura 23. Válvula reguladora de presión.	39
Figura 24. Estrangulador de rebose.	39
Figura 25. Elementos de la bomba encargados de generar y distribuir el combustible a alta presión.	40
Figura 26. Disposición del variador de avance en la bomba rotativa.	42
Figura 27. Bomba rotativa con corrector de sobrealimentación.	43
Figura 28. Partes principales de un inyector diesel.	44
Figura 29. Turbocompresor.	46
Figura 30. Partes esenciales del turbo.	47
Figura 31. Circuito que recorre el aire por el motor y turbo.	47
Figura 32. Ciclo del aire en el motor turbo cargado.	48
Figura 33. Sistema de lubricación.	50
Figura 34. Tipos de bombas.	51
Figura 35. Válvula de descarga.	52
Figura 36. Partes filtro de aceite.	53
Tabla 3. Temperatura a las que están sometidas ciertas partes del motor.	55
Figura 37. Bombas de agua.	56
Figura 38. Termóstato.	57
Figura 39. Sistema de refrigeración.	58
Figura 40. Despiece de un motor de partida (arranque).	60
Figura 41. Despiece de un alternador.	60
Figura 42. Partes principales de una batería.	61

Figura 43. Corte bujía de precalentamiento.	62
Figura 44. Proceso de calentamiento de una bujía.	63
Figura 45. Manera en la que se mide el desgaste en los cilindros.	66
Tabla 4. Ejemplo de holguras de pistón cilindro.	66
Tabla 5. Averías en una culata.	68
Figura 46. Medida de la cota X.	69
Figura 47. Medidas de desgaste de muñequillas y apoyos.	70
Tabla 6. Medidas estándar de un modelo y sub medidas correspondientes a los distintos rectificadores que pueden efectuarse.	70
Figura 48. Comprobación de alineación.	71
Figura 49. Comprobación del desgaste y deformación de la válvula.	72
Figura 50. Holgura entre válvula y guía.	73
Figura 51. Desgaste del vástago de la válvula .	73
Figura 52. Muelas abrasivas de rectificado de asientos.	74
Figura 53. Esmerilado de válvulas.	75
Figura 54. Banco de pruebas con bomba rotativa en calibración.	77
Figura 55. Manera de poner a punto la bomba.	78
Figura 56. Herramienta comprobadora de inyectores Diesel.	79
Figura 57. Formas de chorro de inyectores Diesel.	79
Figura 58. Prueba de goteo inyectores Diesel.	80
Tabla 7. Glosario y abreviaturas.	80
Tabla 8. Cronograma de actividades.	88
Tabla 9. Gastos realizados	89
Tabla 10. Análisis e interpretación de resultados.	91
Figura 59. Socialización.	106
Figura 60. Despiece de un motor Isuzu 4FB1.	114
Figura 61. Alternador.	116
Figura 62. Ventilador, tapas de distribución.	116
Figura 63. Cañerías de inyección y retorno.	117
Figura 64. Bomba de Inyección.	118

Figura 65. Inyectores, bujías de pre calentamiento.	118
Figura 66. Eje de balancines apoyo y balancines.	119
Figura 67. (1) Tapas de cojinetes y (2) cojinetes del (3) árbol de levas.	119
Figura 68. Tapas de cojinetes y árbol de levas.	119
Figura 69. Orden para aflojar los pernos de culata.	120
Figura 70. Cabezote desmontado.	120
Figura 71. Bomba de agua.	121
Figura 72. Bomba de aceite.	121
Figura 73. Base filtro de aceite.	122
Figura 74. Orden para aflojar tornillos del volante.	122
Figura 75. Cáster de aceite.	123
Figura 76. Colador y cañerías de lubricación.	123
Figura 77. Tapas y de cojinetes de biela.	124
Figura 78. Pistones.	124
Figura 79. Orden para aflojar tornillos de tapas del cigüeñal.	124
Figura 80. Cigüeñal.	125
Figura 81. Bloque de cilindros – tanque de sosa cáustica.	129
Figura 82. Lavado del bloque de cilindros.	130
Tabla 11. Diámetro interior del cilindro.	130
Tabla 12. Límite de taladrado.	131
Figura 83. Medición de diámetro de cilindros.	131
Figura 84. Lados y diagonales de la cara superior del bloque de cilindros.	131
Tabla 13. Deformación de la cara superior del bloque de cilindros.	132
Tabla 14. Holgura entre diámetro de cilindro y pistón.	132
Figura 85. Bruñido de cilindros.	133
Figura 86. Lavado del cigüeñal.	133
Figura 87. Medición de diámetros de muñones y muñequillas.	134
Tabla 15. Diámetro del muñón del cigüeñal.	134
Tabla 16. Diámetro de muñequillas del cigüeñal.	134
Figura 88. Desgaste visible en el cigüeñal.	135

Figura 89. Medición de diámetro interno de cojinetes.	135
Figura 90. Medición de salto del cigüeñal.	136
Tabla 17. Medidas de salto del cigüeñal.	136
Tabla 18. Diámetros de muñones y muñequillas a rectificar.	137
Figura 91. Rectificación del cigüeñal.	137
Figura 92. Pulido de cigüeñal.	138
Figura 93. Azul mecánico resultado correcto.	138
Figura 94. Desmontaje de válvulas, muelles.	139
Figura 95. (1) Copelas, Muelles, (2) Válvulas y (3) Semi conos.	139
Figura 96. Culata antes y después del proceso de limpieza.	140
Figura 97. Distorsión en la cara inferior de la culata.	140
Tabla 19. Distorsión en la cara inferior de la culata.	141
Tabla 20. Holgura de vástago de válvula.	142
Figura 98. Medición de holgura entre vástago y guía de válvula.	142
Figura 99. Puntos de medición del vástago de la válvula.	142
Tabla 21. Diámetro exterior del vástago de la válvula.	143
Figura 100. Espesor de cierre de la válvula.	143
Tabla 22. Espesor de válvula en admisión y escape.	143
Figura 101. Medición de la perpendicularidad del resorte.	144
Tabla 23. Inclinação del resorte de válvula.	144
Figura 102. Altura de resorte de válvula.	144
Tabla 24. Altura libre del resorte de válvula.	145
Figura 103. Válvulas y guías nuevas.	145
Figura 104. Extracción de guías de válvula.	145
Figura 105. Instalación de guías nuevas de válvula.	146
Tabla 25. Guía de la válvula altura extremo superior.	146
Figura 106. Cortador de válvula.	146
Figura 107. Ángulo de asineto de la válvula y ancho de asiento en mm.	147
Figura 108. Sentado de válvulas.	147
Figura 109. Azul de Prusia marca en el asiento de la válvula.	148
Figura 110. Eje de balancines.	149

Figura 111. Apoyos del eje de balancines.	149
Tabla 26. Diámetro exterior del eje de balancines.	149
Tabla 27. Holgura entre balancines y buje balancines.	150
Figura 112. Arbol de levas.	151
Figura 113. Medición del árbol de levas.	151
Tabla 28. Diámetro de revisión de árbol de levas.	151
Tabla 29. Altura de leva.	152
Tabla 30. Par de ajuste en las tuercas de tapas de cojinetes del árbol de levas.	152
Tabla 31. Medida revista del árbol de levas y holgura de cojinetes.	153
Figura 114. Árbol de levas después del pulido superficial.	153
Figura 115. Cojinetes del árbol de levas nuevos.	153
Figura 116. Eje de Balancines mecanizado.	154
Figura 117. Apoyos del eje de balancines nuevos.	155
Figura 118. Par de ajuste en tornillos y tuercas de la culata. Kg-m (Lbf.pie/N-m) .	159
Figura 119. Par de ajuste en tornillos y tuercas del bloque de cilindros. Kgf-m (Lbf-pie/N-m).	160
Figura 120. Par de ajuste en tornillos y tuercas del bloque de cilindros. Kgf-m (Lbf-pie/N-m).	161
Figura 121. Par de ajuste en tornillos, tuercas del cigüeñal y conjunto biela pistón. Kgf-m (Lbf.pie/N-m).	162
Figura 122. Holgura entre puntas de los segmentos.	163
Tabla 32. Holgura entre puntas de los segmentos.	163
Tabla 33. Holgura entre el segmento y la ranura del pistón.	164
Tabla 34. Juego radial entre cojinetes y cigüeñal.	165
Figura 123. Escala de referencia, plastigate.	165
Figura 124. Medición de la holgura entre el bloque de cilindros y rotor exterior.	165
Tabla 35. Holgura entre el rotor exterior y la superficie del bloque de cilindros.	166

Tabla 36. Holgura entre rotor exterior y el bloque de cilindros.	166
Figura 125. Medición de holgura entre la cara del rotor exterior y el bloque de cilindros.	166
Tabla 37. Holgura entre rotor interior y rotor exterior.	167
Figura 126. Medición de holgura entre rotor exterior e interior.	167
Figura 127. Despiece de Inyectores.	168
Tabla 38. Par de la tuerca tapón del inyector.	168
Figura 128. Probador de presión de inyectores.	169
Tabla 39. Presión de abertura de la boquilla del inyector.	169
Figura 129. Caracolas de admisión y escape del turbo compresor.	170
Figura 130. Despiece turbo compresor.	171
Figura 131. Kit de reparación del turbo compresor .	171
Figura 132. Turbo compresor reparado.	172
Figura 133. Despiece bomba de inyección.	174
Figura 134. Bomba de inyección montada en el banco de pruebas.	176
Tabla 40. Pruebas realizadas a la bomba rotativa, en el banco.	177
Figura 135. Montaje del cigüeñal.	178
Figura 136. Montaje de tapas de cigüeñal.	179
Figura 137. Colocacion reten posterior y ajuste tornillos, tapas del cigüeñal.	179
Tabla 41. Par, tapas de cojinetes del cigüeñal.	179
Figura 138. Orden de montaje de anillos de pistón.	180
Figura 139. Cruce de anillos de pistón.	180
Figura 140. Montaje conjunto biela pistón.	181
Figura 141. Números de referencia biela.	181
Tabla 42. Par de ajuste, tapas de biela.	182
Figura 142. Ajuste de tuercas de tapas de biela.	182
Figura 143. Porta retenedor delantero.	182
Figura 144. Colador y Tuberías de Lubricación a Chorro.	183
Figura 145. Orden de ajuste del cárter.	184
Tabla 43. Par, pernos del cárter de aceite.	184

Figura 146. Colocación del cárter.	184
Figura 147. Esquema de instalación de la bomba de aceite.	185
Tabla 44. Par, tornillos de la Tapa de Bomba de Aceite	185
Figura 148. Cubierta frontal del bloque de cilindros instalada.	186
Figura 149. Bomba de agua instalada.	186
Figura 150. Montaje volante de inercia.	187
Tabla 45. Par, tornillos del volante de inercia.	187
Figura 151. Tubería inferior derecha de refrigeración.	188
Figura 152. Rodamiento templador y auxiliar de la correa de distribución.	188
Figura 153. Base del filtro de aceite y filtro.	189
Figura 154. Montaje de guías, válvulas y muelles.	190
Figura 155. Preparación del empaque o junta de la culata.	190
Figura 156. Ajuste tornillos de culata.	191
Tabla 46. Par, tornillos de la culata.	191
Figura 157. Montaje árbol de levas, cojinetes y conjunto de balancines.	191
Figura 158. Montaje árbol de levas, cojinetes y conjunto de balancines.	192
Figura 159. Montaje y ajuste de inyector.	193
Tabla 47. Par, bujías de pre calentamiento.	193
Figura 160. Montaje de juntas o empaques de colectores.	193
Tabla 48. Par en tornillos y tuercas de colectores admisión y escape.	194
Figura 161. Caja del termostato.	194
Figura 162. Bomba de inyección de tipo VE instalada.	195
Figura 163. Instalación de tuberías y riel de retorno de combustible.	195
Tabla 49. Par en las tuercas de las tuberías de inyección.	195
Figura 164. Instalación turbo compresor.	196
Fuente 165. Generador y motor de arranque.	197
Figura 166. Escape y silenciador instalados.	197
Figura 167. Puntos de referencia de poleas y bloque de cilindros.	198
Figura 168. Puntos de referencia de poleas y bloque de cilindros.	198
Figura 169. Polea de accesorios cigüeñal, polea de bomba de agua.	199

Tabla 50. Par del tornillo polea del cigüeñal.	199
Figura 170. Calibración de válvulas.	200
Tabla 51. Par de la tuerca de los balancines.	201
Tabla 52. Holgura válvulas de admisión y escape (en frío).	201
Figura 171. Colocación del tapa válvulas.	201
Tabla 53. Par, tuercas del tapa válvulas.	201
Figura 172. Instalación tubería de admisión.	202
Figura 173. Mangueras de refrigeración instaladas.	203
Figura 174. Instalación del depósito de combustible.	203
Figura 175. Tablero de control instalado.	204
Figura 176. Diagrama eléctrico.	204
Figura 177. Viscosidad aceite de motor.	205
Figura 178. Motor proceso de reparación y restauración terminada.	206

RESUMEN

Este proyecto se realizó en torno a un motor Diesel entregado por la Universidad Técnica del Norte, mismo que se encontraba sin funcionar desde hace 5 años. Como premisa se tiene evaluar dicho motor respetando las características de los motores Diesel. Para el desarrollo de este proyecto se utilizó técnicas de investigación como: método inductivo requiriendo como herramienta; la investigación bibliográfica. En lo que se refiere a los conceptos y la tecnológica para el montaje y desmontaje de los diferentes sistemas con el fin de que el motor esté listo, como un diagnóstico visual se pudo observar que el motor estaba totalmente descuidado, con ausencia de piezas y dentro del diagnóstico técnico realizado con la ayuda de aparatos de medición, se constató que ciertos componentes no servían. Después de presupuestar los gastos se puso en marcha el proceso de reparación y restauración total de los sistemas de refrigeración, escape, eléctrico, tuberías de admisión, restauración parcial de la bomba de inyección y el turbo compresor; rectificación del bloque de cilindros, cigüeñal, culata y sus piezas, además se tuvo que mecanizar otras porque estaban discontinuadas. Realizados estos procesos, su verificación estuvo respaldada por pruebas de laboratorio para determinar el correcto funcionamiento. Concluyendo que, el motor cuenta con las tolerancias correctas, factores de seguridad capaces de ser consideradas un aporte didáctico para futuras modificaciones y adecuaciones para la implementación del taller. Para respaldar el trabajo que se realizó se introduce una propuesta que consiste en un módulo guía de reparación montaje y desmontaje de un motor Diesel y todos sus sistemas en el que se incluyen fotografías, tolerancias, ajustes y procesos.

ABSTRACT

This project was conducted around a Diesel engine delivered by the Tecnica of Norte University, the same that wasn't working for the last five years. As premise that engine has to evaluate respectin the characteristics of diesel engines. For the development of this project it was used research techniques like the inductive method which is required as a tool; the bibliographic research. In regard to concepts and technology for the assembly and disassembly of the various systems in order to the engine be ready, as a visual diagnosis it could observe that the engine was totally neglected, with absence of parts and within the technical diagnosis made with the help of measuring instruments, it was found that certain components were useless. After estimating the expenses was launched the process of repair and full restoration of the cooling systems, exhaust, electricity, intake pipes, partial restoration of the injection pump and turbo charger, rectification of the cylinder block, crankshaft, cylinder head and its parts moreover, it had to mechanize another ones, because they were discontinued. Made these processes, its verification was supported by laboratory tests to determine proper operation. Concluding that, the engine has the correct tolerances, safety factors able to be considered a contribution to future modifications and instructional adaptations for the implementation of the workshop. To support the work, was introduced a proposal consisting of a guide module to repair assembly and disassembly of a Diesel engine and all its systems in which we include photographs, tolerances, fits and processes.

INTRODUCCIÓN

Por medio de este proyecto de grado, se dota al lector de los conocimientos técnicos necesarios para la reparación y calibración de motores Diesel, tomando como referencia un motor Isuzu 1800 c.c. turbo cargado.

Capítulo I.- Se encontrará de forma más detallada y específica el planteamiento de nuestro proyecto y los objetivos del mismo.

Capítulo II.- Los conceptos básicos y necesarios que se relatan, son indispensables para tener una idea clara sobre aspectos fundamentales del funcionamiento, reparación y calibración del motor Diesel.

Capítulo III.- En este se encuentran los procesos metodológicos y de investigación que fueron utilizados para el desarrollo del proyecto.

Capítulo IV.- Exhibe el cronograma trazado para la realización del proyecto, el lugar de desarrollo y el presupuesto del mismo.

Capítulo V.- Muestra de manera comparativa la situación en la que se encontraba el motor, cada uno de los procesos realizados y los resultados positivos que se obtuvo, también se encuentra las respuestas a las interrogantes formuladas en el Capítulo II.

Capítulo VI.- Se presenta el desarrollo del proyecto en forma de módulo didáctico, el cual presenta los procesos más importantes sobre reparación, restauración, rectificación, montaje y desmontaje de partes, de

una manera detallada y muy entendible siendo así un aporte para el aprendizaje en la materia de motores Diesel.

CAPÍTULO I

1.1 ANTECEDENTES.

Dos son los tipos de motores que mueven a los vehículos, prevalecen los motores a gasolina y los motores Diesel, los cuales poseen virtudes y son más preferidos uno sobre otro según los países y el mercado. El motor Diesel es una máquina que proporciona una buena prestación y en los últimos años se ha desarrollado con mayor eficiencia y menos contaminación ambiental.

El motor Diesel entrega más par motor y eso lo hace más eficiente para el transporte pesado. Actualmente es posible desarrollar mucha velocidad con el impulso del motor Diesel por lo que en el mercado se encuentran autos de paseo e incluso versiones de alta gama equipados con este tipo de motor.

Hoy en día los vehículos de turismo con motores Diesel prácticamente barren en ventas a los motores a gasolina. Pero no siempre ha sido así, este fenómeno es relativamente nuevo, de hecho, en 1989 el porcentaje de vehículos impulsados por este combustible apenas llegaba al 11%, mientras que en el 2007 llegó al 71% los vehículos matriculados que quemaban gasóleo.

El motor Diesel es más silencioso, limpio y siempre ha consumido combustible en menores cantidades que el motor a gasolina, por ende

menos contaminante. Sin duda alguna un motor Diesel de hoy es muy diferente al de algunos años atrás.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La Universidad Técnica del Norte siempre está buscando la eficiencia en los diferentes campos de acción donde se desarrolla. La carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz posee talleres que poco a poco se van adecuando con los esfuerzos de las autoridades de turno y la gestión de los Directivos de la carrera.

En los talleres de la carrera se observa que existen motores en malas condiciones y sin funcionamiento. Esto abrió las puertas, para aplicar y obtener nuevos conocimientos y desarrollar los ya existentes dentro de la reparación y puesta a punto de un motor Diesel turbo cargado del fabricante Japonés Isuzu, éste es un motor que prestaba todas las condiciones necesarias para desarrollar el proyecto.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

El motor de la marca Isuzu se encontraba por más de cinco años inhabilitado, presentó a simple vista bastante deterioro, falta de partes y sistemas que le impedían el funcionamiento, de manera que el motor no aportaba de ninguna manera para la implementación del taller de la carrera.

1.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1 TEMPORAL.

EL proyecto se realizó en el período comprendido entre julio del 2012 hasta abril del 2013.

1.4.2 ESPACIAL.

El proyecto se desarrolló en la Ciudad de Ibarra, en el taller propio de uno de los autores, ubicado en la Cdla. Del Chofer calles Chile 4-85 y Uruguay.

1.5 JUSTIFICACIÓN.

En la reparación y puesta a punto del motor Diesel se requirió de todo el ingenio, criterio, habilidad, conocimiento e investigación de cada uno de los autores lo que permitió que al culminar este proceso se obtenga el resultado esperado.

Este motor Diesel reparado y calibrado, ayudará a la implementación del taller de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz lo que constituirá un aporte importante para la enseñanza y el aprendizaje. Los motores Diesel se están perfilando para convertirse en los dueños del mercado automotriz, por su desempeño y sobre todo porque son menos contaminantes que un motor a gasolina.

1.6 OBJETIVOS.

1.6.1 GENERAL.

Reparar y poner a punto un Motor Diesel Isuzu 1.800c.c Turbo Cargado.

1.6.2 ESPECÍFICOS.

- Investigar todo lo concerniente a los motores Diesel y su funcionamiento.
- Reparar cada sistema del motor, tomando en cuenta todas las especificaciones del fabricante, para que todo se encuentre en perfecto estado.
- Poner a punto, calibrando cada sistema del motor para que preste el más alto desempeño en su funcionamiento.
- Elaborar un módulo didáctico sobre la reparación y puesta a punto del Motor Diesel Isuzu Turbo Cargado 1.800c.c.
- Socializar el proyecto de reparación y puesta a punto de un motor Diesel Isuzu 1.800 C.C. turbo cargado, con los alumnos de niveles superiores de la carrera de Ingeniería en mantenimiento Automotriz.

CAPÍTULO II

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1.1 INTRODUCCIÓN.

(Motor a Diesel, 2010) El motor Diesel fue inventado en el año 1883, por el Ing. Rudolf Diesel de origen Francés, aunque de familia alemana; fue empleado de la legendaria firma MAN, que por aquellos años ya estaba en la producción de motores y vehículos de carga.

Durante años, Diesel, trabajo utilizando combustibles diferentes a la gasolina, basado en los principios de motores de compresión, cuyos principios se remontan a la máquina de vapor. Así fue como en 1897, MAN produce el primer motor, conforme a los estudios de Rudolf Diesel, encontrando para su funcionamiento un combustible poco volátil, que era muy utilizado, para alumbrar lámparas de la calle.

Este tipo de motor se encuentra en la clasificación de motores alternativos, siendo su principal diferencia el sistema de alimentación y la forma que realiza la combustión. Los elementos integrantes del motor son muy equivalentes a los de un motor a explosión aunque existen algunas diferencias constructivas muy específicas como la robustez de las partes que están sometidas a mayor presión.

Su sistema de alimentación debe ser capaz de generar presiones de inyección elevadas, de dosificar, atomizar el combustible y que este

combustible se encuentre libre de impurezas que puedan entorpecer el ajustado funcionamiento del sistema de inyección.

2.1.2 DIFERENCIAS ENTRE UN MOTOR DIESEL Y OTTO.

(S.A., Demotor, 2009) Desde el punto de vista mecánico, no existen diferencias substanciales, entre los dos tipos de motores; esencialmente se distinguen por su ciclo teórico, puesto que el motor de encendido por chispa funciona según el ciclo Otto y el de encendido por compresión según el ciclo Diesel.

Tabla 1. Diferencias principales motor Diesel Y Otto.

DIFERENCIAS		
DESCRIPCIÓN	MOTOR DIESEL	MOTOR OTTO
Tipo de encendido	Por compresión de aire.	Por chispa.
Relación de compresión	16 a 22	6 a 10
Potencia útil	35%	25%
Peso en igual cilindrada	Mayor	menor
Consumo	Aproximadamente un 30% menor al de gasolina.	
Admisión de gases	Aire Puro	Combustible-aire
Temperatura de compresión	700-900°C	400-600°C
Presión de compresión	435...726 PSI	174...262 PSI
Combustión	A presión constante	A volúmen constante prolongación de la llama 10...25 m/s
Instante de encendido y de inyección respectivamente	22°...32°antes del PMS	10° antes y 5° después del PMS
Temperatura máxima en trabajo	2000...2500°C	2000°...2500°C
Temperatura de gases de	500...600°C	700...1000°C

escape plena carga.		
Contenido de CO en los gases de escape	Ralentí hasta 0,05% Plena carga hasta 0,3%	Ralentí 4...6% Plena carga 1...4%
Presión de combustión máxima	942...1300 PSI	580...870 PSI
Número de revoluciones máximo	2000...5000	3600...7000
Índice de cetano-octano	45...55	90...100

Fuente. (Almeida & Puma, 2013).

2.1.3 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO.

Un motor Diesel funciona mediante el encendido del combustible, este es inyectado a presión en una cámara o pre cámara de combustión, que contiene aire a una temperatura superior a la de autocombustión, sin necesidad de chispa, el combustible se autoinflama.

Se debe tomar en cuenta que en los ciclos teórico y real Diesel existen diferencias en la forma, valores de las temperaturas y presiones. La combustión en el ciclo Diesel se realiza a presión constante, tal como se puede observar en la figura 1, en la práctica una parte de la combustión se realiza a volumen constante y otra parte a presión constante, solo en ciertos casos es ligeramente aproximada al proceso teórico.

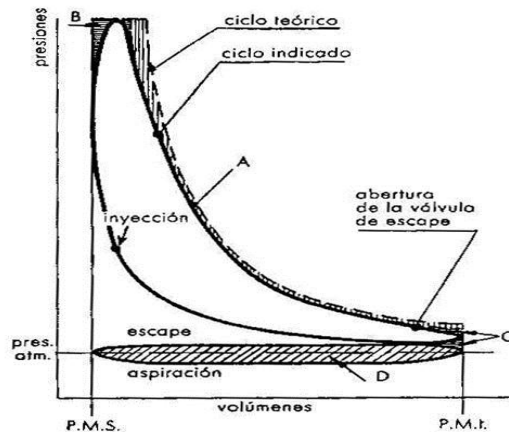


Figura 1. Ciclo teórico y real del motor diesel.

Fuente. (S.A., Demotor, 2009).

La temperatura que inicia la combustión resulta de la elevación de la presión que se produce por la compresión. El combustible se inyecta en la cámara de combustión con presión adecuada desde el inyector de forma que se pulveriza y se mezcla con el aire presurizado a gran temperatura. Como resultado la mezcla se inflama, el gas contenido en la cámara se expande impulsando el pistón hacia abajo.

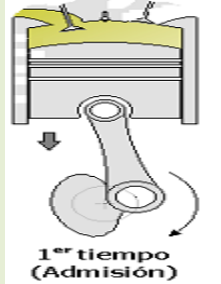
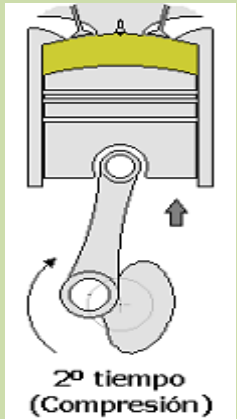


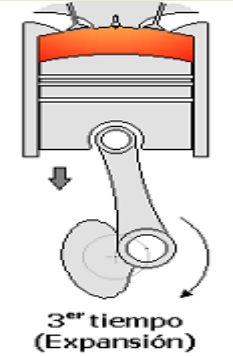
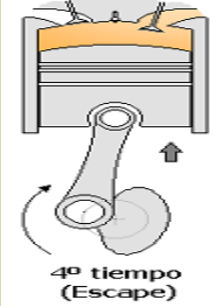
Figura 2. Corte de un motor diesel.

Fuente. (S.A., Sabelotodo, 2012).

La biela comunica este movimiento al cigüeñal, al que hace girar, convirtiendo el movimiento rectilíneo alternativo del pistón en un movimiento de rotación. Para que se produzca la autoinflamación es necesario pre-calentar el gasóleo.

Tabla 2. Ciclos del motor Diesel.

<p>1. Admisión</p> 	<p>Pistón en el pms, válvula de admisión abierta, válvula de escape cerrada, cámara de compresión llena de restos de gas de escape calientes que están a pequeña sobrepresión. El pistón se mueve hacia el pmi y con ello se expanden primero los gases residuales y luego se produce en la cámara una depresión que aspira aire puro. Llenado dependiente del número de revoluciones, de la temperatura, de la presión del tubo de admisión, de la carga, de la compresión y del estado del motor.</p>	<p>La válvula de admisión se abre 5...25° antes pms, y cierra 35...60° después del pmi. Gases de escape, presión 0,2...0,6 bar, temperatura 200...300°C. Depresión del tubo de admisión 0,1...0,2 bar, temperatura admisión 70...100°C.</p>
<p>2. Compresión</p> 	<p>Pistón en el pmi, válvulas de admisión y escape cerradas, cámara del cilindro llena de aire puro. El pistón se mueve hacia el pms y con ello comprime el aire puro reduciéndolo a la cámara de compresión. La presión y la temperatura en el cilindro ascienden. La compresión más alta mejora el rendimiento térmico. El límite superior de la compresión está determinado por las presiones máximas</p>	<p>Relación de compresión 14...22:1 Presión de compresión 30...55 bar. Temperatura de compresión 600...900°C. Temperatura de autoencendido del combustible diesel 250...400°C.</p>

	admisibles de los cojinetes, y el inferior por la temperatura del autoencendido del combustible.	
<p>3. Expansión o Trabajo</p>  <p>3^{er} tiempo (Expansión)</p>	<p>Pistón en el pms, ambas válvulas cerradas, cámara de compresión llena de aire, comprimido, caliente.</p> <p>El combustible diesel es inyectado, finamente pulverizado, en la cámara de compresión, se evapora y se inflama en el aire caliente. La llama se inflama y el combustible arde rápidamente. Debido a esto ascienden la temperatura y la presión de los gases en la cámara de combustión. Los gases se expanden e impulsan al pistón hacia el pmi.</p>	<p>Presión máxima 50...80bar.</p> <p>Temperatura máxima 2000...2500°C.</p> <p>Comienzo de la inyección 22...32° antes del pms.</p> <p>Presión de inyección 90...200bar.</p> <p>Duración de la inyección 10...40° del cigüeñal.</p> <p>Retardo de encendido 0,001s</p> <p>Duración de combustión 75...85° del cigüeñal.</p>
<p>4. Escape</p>  <p>4^o tiempo (Escape)</p>	<p>Pistón en el pmi, válvula de admisión cerrada, válvula de escape abierta, cámara del cilindro llena de gases de escape calientes que están a sobrepresión.</p> <p>El pistón se mueve hacia el pms y debido a ello se expulsan los gases hacia el orificio de salida. Al comienzo de la expulsión escapan a alta velocidad a causa de la sobrepresión reinante en la cámara del cilindro.</p>	<p>Temperatura de gases de escape a plena carga 500...600°C, a ralentí 200...300°C.</p> <p>Válvula de escape abre 35...60° antes pmi, y cierra 5...30° después del pms.</p> <p>Perdida por refrigeración 32%, por radiación 7%.</p>

Fuente. (G. Hamm, 1986).

El motor Diesel consta básicamente dos sistemas de inyección del combustible para su combustión: motores de inyección directa e indirecta:

a) Motores de inyección directa.

Cámaras de inyección directa, la inyección se realiza directamente en el cilindro, la cabeza del pistón es de forma específica, para actuar como cámara de turbulencia y ayudar a la atomización del combustible. La más común es la de forma toroidal, que es una cavidad circular con un pequeño cono en el centro del pistón apuntando hacia arriba.

Cualquiera que sea el tipo de cavidad, debe estar adaptada al inyector presente, el cual se instala en posición vertical o levemente inclinado, formando un ángulo exacto.

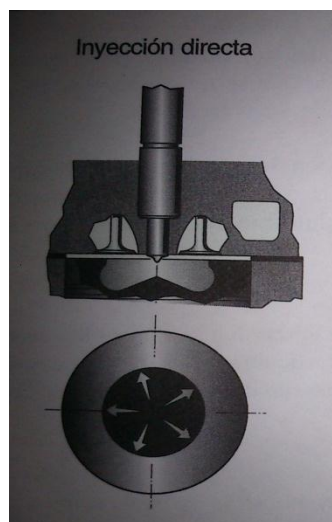


Figura 3. Inyección directa.

Fuente. (S.A., Manual Del Automovil, 2000).

Tomando en cuenta que el rango de turbulencia es bajo, las relaciones de compresión son elevadas, con lo que se consiguen grandes presiones y temperaturas obligando a una gran presión de inyección. Es un motor con poca pérdida de calor, así los arranques en frío se mejoran.

b) Motores de inyección indirecta.

En esta disposición la combustión se desenvuelve en dos cámaras, una de turbulencia habitualmente esférica, y que confluye en la principal, que está compuesta por el espacio comprendido entre el pistón y la culata. La inyección indirecta existe con pre cámara y otra con cámara de turbulencia como indica la figura 4. La cámara de compresión constituye los un tercio del volumen total de la cámara de combustión.

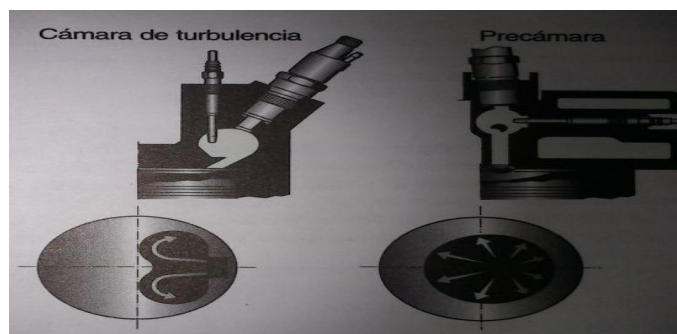


Figura 4. Cámaras de inyección indirecta.

Fuente. (S.A., Manual Del Automovil, 2000).

La presión de inyección es menos elevada, ya que la turbulencia establecida en la pre cámara ayuda a la vaporización del combustible. Esto se traduce en un trabajo del motor más suave y con menos maltrato para sus partes constructiva, ya que la fuerza sobre el pistón se aplica de una forma más progresiva.

2.1.4 ÓRGANOS DEL MOTOR DIESEL.

La arquitectura de un motor Diesel como se indica en la figura 5, es básicamente similar a la de un motor de gasolina con un reforzamiento en diferentes componentes debido a las presiones internas que son más elevadas.

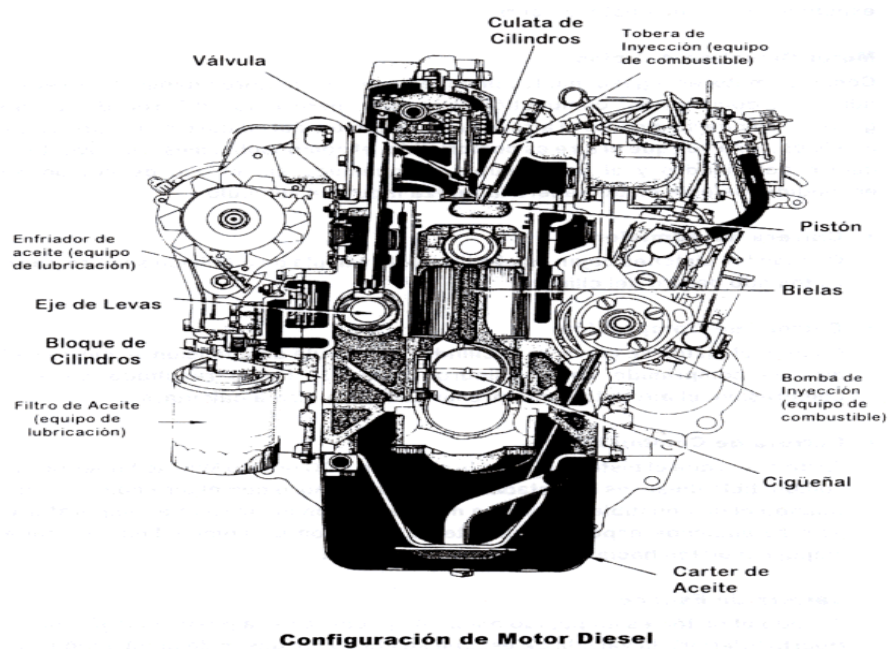


Figura 5. Configuración del motor Diesel.

Fuente. (Italo, 2009).

2.1.4.1 PARTES FIJAS DEL MOTOR.

Bloque de cilindros.

Los bloques para los motores Diesel como se muestra en la figura 5, se fabrican de fundiciones de hierro con aleaciones (cromo, níquel, molibdeno) y son de construcción más pesada que los bloques de

motores de gasolina de tamaño similar ya que se requiere de mayor rigidez y tensión debido a que se producen presiones más altas en los motores Diesel. Las tapas de los rodamientos principales en algunos casos son diseñadas de cuatro pernos. Los cilindros están formados, generalmente por camisas húmedas. Los bloques de cilindros albergan los orificios de lubricación y refrigeración.

Cárter.

Es la parte que cierra el motor por la parte inferior y acumula el aceite de lubricación del motor. Está formado de acero o aleaciones de aluminio cuando se requiere de mayor refrigeración.

Culata.

Es el elemento más particular del motor de combustión, ya que la relación de compresión es muy elevada, debe tener un diseño que facilite la autoinflamación. Al final la compresión del aire, se encuentra a una presión aproximada a los 30-45 bares y una temperatura de 600 a 900° C, donde al inyectarse el gasóleo este se quema instantáneamente. Todas estas características hacen que:

- Las cámaras tienen varias formas para facilitar la autoinflamación.
- Los inyectores para la alimentación del combustible en los cilindros, están situados en la culata y puntos exactos para una perfecta combustión.
- Contienen conductos de refrigeración y lubricación.
- Permite el correcto funcionamiento de las válvulas.

- Debe contener las válvulas del diámetro lo más grande posible (mejora la potencia a alto régimen).

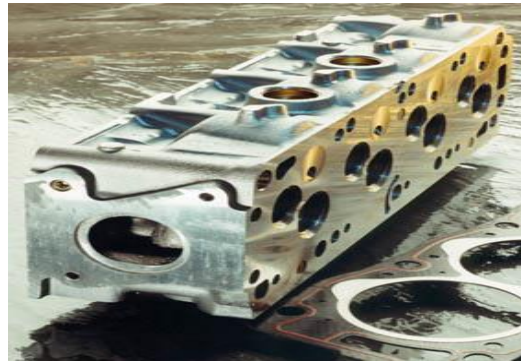


Figura 6. Culata.

Fuente. (Ramirez, 2008).

Estas culatas suelen ser de aleación ligera. Las cámaras pueden ser fabricadas en la misma culata o adaptadas posteriormente. La alianza entre la culata y el bloque de cilindros se ejecuta con un gran número de tornillos y su correspondiente junta que debe cumplir la función de que los fluidos (gases de combustión, aceite del motor, refrigerante) permanezcan herméticos tanto hacia el exterior como al interior. La junta hecha por lo general de partes metálicas, amianto y grafito.

Colectores.

Los colectores son los encargados de conducir los gases frescos hacia las válvulas de admisión situadas en la culata, y los productos de la combustión desde las válvulas de escape hasta el exterior.

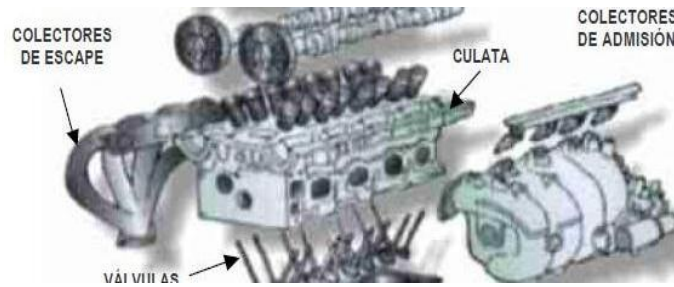


Figura 7. Colectores.

Fuente. (S.A, Electriauto, 2013).

- Colectores de admisión.- son fabricados de aleación de aluminio, diseñados en su parte interna de tal manera que respetan la distancia hacia cada uno de los cilindros y el diámetro interior y un buen acabado superficial.
- Colectores de escape.- son hechos de fundición de hierro o acero. En los motores que funcionan a revoluciones altas los colectores se forman de tubos independientes más largos.

2.1.4.2 PARTES MÓVILES DEL MOTOR.

Cigüeñal.

Debido a los grandes esfuerzos que recibe, los cigüeñales están forjados más que fundidos, se forman por estampación son de acero aleado al cromo-níquel-molibdeno o al cromo-níquel-manganeso, con un tratamiento superficial posterior que les confiere una alta resistencia a la tracción (70kgf/mm^2), ya que debe asegurarse su rigidez y resistencia. También se aumenta el número de apoyos, teniendo uno entre codo y codo, como indica la figura 8.



Figura 8. Cigüeñal.

Fuente. (Adrian, 2010).

Pistones.

Es el elemento móvil que se desliza en el interior del cilindro y recibe la fuerza de expansión de los gases de la combustión para transmitirlos al cigüeñal por medio de la biela. Los pistones (figura 9), de un motor Diesel normalmente son de una aleación de aluminio y silicio con aleaciones cobre, níquel y magnesio muy resistente, también de acero reforzado para incrementar su resistencia. Para mejorar el rozamiento se los recubre con tratamientos a base de una capa de plomo, estaño, grafito, entre otros.

El diseño de la cabeza del pistón varía dependiendo del diseño de la cámara de combustión y el juego requerido de la válvula, con mayor número de segmentos de compresión y engrase. Los pistones de motor Diesel, son enfriados por aceite por medio de un inyector en la biela o por un inyector separado tipo tubo en la parte superior del pistón y conectados a los conductos del aceite del motor.

Los pistones presentan sus partes principales que son: la cabeza que recibe toda la presión y calor de los gases de la combustión donde se alojan las ranuras que contienen los segmentos siendo esta parte la más gruesa y su otra parte la falda que sirve de guía al pistón para su desplazamiento en el cilindro.

Segmentos.

Son unos anillos (figura 9), circulares y elásticos hechos de fundición de hierro aleada con porciones de silicio, níquel y manganeso, para mejorar el rozamiento se recubre de cromo o molibdeno la capa expuesta al roce. Estos tienen que realizar las siguientes funciones:

- Permitir un cierre hermético para los gases entre el pistón y el cilindro.
- Asegurar la lubricación del cilindro.
- Transmite el calor originado por el pistón hacia las paredes del cilindro.

Una vez comprimidos deben respetar una separación de tolerancia específica entre las puntas para poder permitir la dilatación.

Tipos de segmentos:

- Segmentos de compresión.- impiden que los gases pasen al interior del cárter en el periodo de combustión y compresión, se colocan por lo general dos en la parte superior uno se lo llama de fuego y el otro se lo llama de estanquidad, este último regula la cantidad de aceite que llega a los de compresión y rasca el aceite cuando el pistón baja.

- Segmentos de engrase.- son los encargados de eliminar el aceite que no necesita de las paredes de los cilindros y por medio de los orificios del pistón lo llevan a la parte superior, que lleva a su largo los envía al interior del pistón.

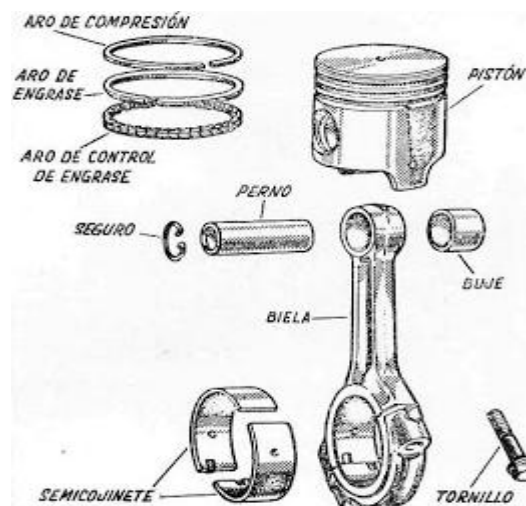


Figura 9. Elementos integrantes del conjunto pistón-biela.

Fuente. (Brian, 2011).

Bielas.

Es la encargada de unir el pistón con el cigüeñal, está sometida a un esfuerzo mecánico alternativo, las bielas en los motores Diesel son forjadas. El metal utilizado es acero al carbono aleado con níquel cromo manganeso o con níquel cromo molibdeno. Muchas de las bielas en los motores Diesel son taladradas en espiral a lo largo del cuerpo para proveer lubricación al perno del pistón y en algunos casos se utilizan los conductos para proporcionar enfriamiento al pistón.

}

Las partes que componen la biela:

- El pie de biela.- es la parte que se vincula con el bulón del émbolo.
- La cabeza de biela.- es la parte más ancha y está unida a la muñequilla del cigüeñal, consta de semi cabeza y de la tapa unida con pernos y tuercas.
- Cuerpo o caña.- es la parte central que une la cabeza con el pie de biela, éste toma forma de H por los esfuerzos a los que está sometido.

Cojinetes.

La función de los cojinetes de fricción en el motor, es la de reducir el rozamiento entre piezas con movimiento rotatorio o ejes y piezas fijas del motor, interponiéndose entre ambas, éstos se montan en tres lugares diferentes:

- Entre los muñones del cigüeñal y los alojamientos del bloque de cilindros.
- Entre las muñequillas del cigüeñal y la cabeza de la biela.
- Entre pie de la biela y el bulón que une la biela y pistón.

Entre el cojinete y el eje existe una capa o película de aceite muy delgada que impide el rozamiento entre las dos partes. Para instalar el cigüeñal

correctamente en el bloque y evitar los desplazamientos longitudinales por acción del embrague se monta los cojinetes axiales.

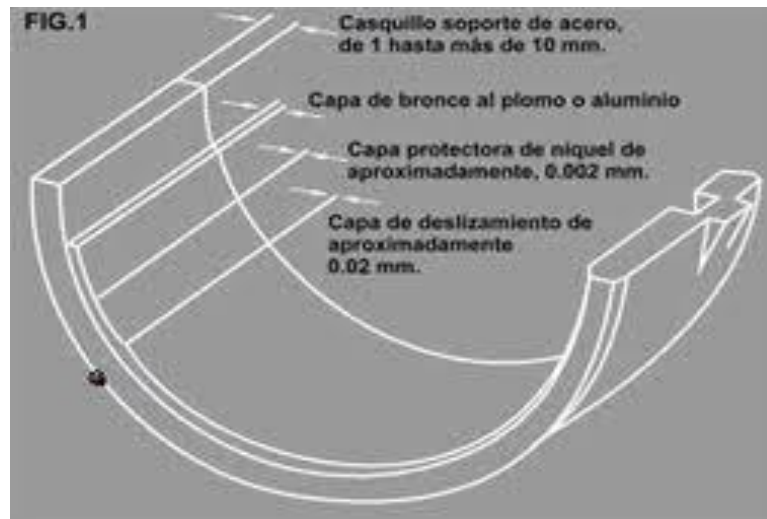


Figura 10. Materiales del cojinete.

Fuente. (S.A, Tutorino, 2007).

Los cojinetes deben presentar ciertas propiedades como; resistencia a la fatiga, inestabilidad, resistencia a la temperatura y resistencia a la corrosión.

El volante.

Es la pieza encomendada a guardar la energía durante el tiempo que se desarrolla la propulsión del motor y la retribuye para el resto del ciclo. Debe estar perfectamente equilibrado con el cigüeñal, estos están contruidos de acero o fundición. En esta parte se montara el embrague y la corona de arranque.



Figura 11. Volante de inercia.

Fuente. (S.A, foros.net, 2008).

2.1.5 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.

Su función es la de controlar la apertura y cierre de las válvulas en el instante adecuado siguiendo un esquema específico y coordinado para poder realizar el ciclo completo del motor. Las partes que conforman el conjunto del sistema son:

Válvulas.

Elementos del sistema de distribución, fabricadas en acero de alta calidad y aleaciones para soportar altas temperaturas, entre 700 y 900°C. Tienen por misión conectar a los cilindros con el exterior por medio de los ductos de admisión, y ductos de escape, o bien asegurar la estanqueidad de los cilindros para la compresión del aire. Los tipos de válvulas según su función son:

- Válvulas de admisión.- es la encargada de la apertura y cierre de los ductos de admisión, el ángulo de su cara es de 30° (al plano perpendicular del eje geométrico de la válvula) ya que por recibir el efecto modificador del aire disipa mejor su calor.

- Válvulas de escape.- encargada de la apertura y cierre de los ductos de escape, el ángulo de su cara es de 45° ya que por no recibir efecto modificador alguno y por el contrario va a estar expuesta a altas temperaturas de la mezcla en combustión y de los gases calientes de escape se debe hacer su cara de mayor solidez, muchas de las veces son huecas.

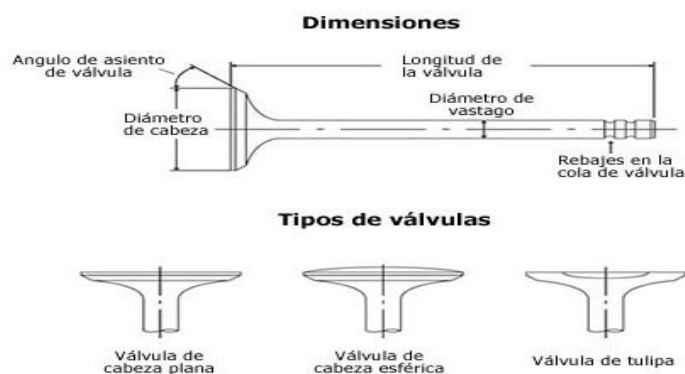


Figura 12. Partes y tipos de válvulas.

Fuente. (S.A., Aficionados a la Mecanica, 2012).

Asientos de válvula.

Es la superficie donde se asienta la cabeza de la válvula, estos pueden ser postizos o mecanizados en la misma culata, este asiento forma un ángulo plano con el cabeza de la válvula, determinado por el fabricante.

Muelles de válvula.

Son los encargados de mantener las válvulas cerradas en sus asientos, son de tipo helicoidal y vienen de muelle simple o doble para evitar el efecto rebote.

Copela o cazoleta del muelle de válvula.

El cierre hermético de la válvula se consigue con un muelle, este se sujeta en las ranuras de la parte superior de la válvula por chavetas o semiconos y la copela.

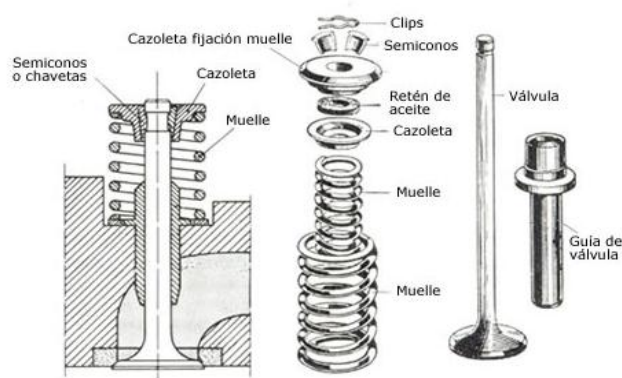


Figura 13. Componentes conjunto de válvula.

Fuente. (S.A., Aficionados a la Mecanica, 2012).

Guías de válvula.

Tienen como finalidad mantener centrada la válvula en su desplazamiento para su correcto asiento, también evacúan el calor que reciben del vástago de la válvula. La holgura entre la guía y el vástago suele ser de 0,004 a 0,007 en las de admisión, y de 0,007 a 0,01 en las de escape por efectos de mayor dilatación.

Árbol de levas.

Es el encargado de abrir y cerrar las válvulas de forma que efectúe un giro completo cada dos vueltas del cigüeñal, para lograrlo lleva mecanizados unos salientes excéntricos llamados levas, cada leva es encargada de abrir una válvula que se encuentre desfasada entre sí.

Posee también tantos apoyos como sean necesarios de acuerdo a su longitud. Se fabrican de una aleación de hierro fundido por procesos de fundición de molde, después una vez mecanizado se somete a tratamientos térmicos para mejorar las características de las levas que van a soportar altos esfuerzos.

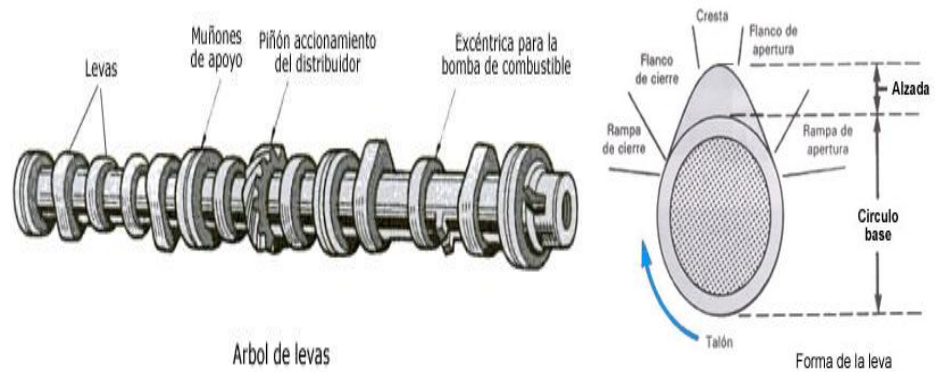


Figura 14. Árbol de levas y perfil de levas.

Fuente. (S.A., Aficionados a la Mecanica, 2012).

- El perfil de leva.- superficie que actúa sobre la válvula y comprende; círculo base (válvula cerrada), los flancos (producen el levantamiento y bajada de la leva) y la cresta (máxima apertura de la válvula).

(Lucas, 2010) La mayoría de los árboles de levas están diseñados para dividir el cruce de válvulas, es decir, conservar la misma apertura entre las válvulas de admisión y las de escape en el P.M.S. Si la válvula de admisión está más abierta en el P.M.S. que la de escape, se dice que el árbol de levas está "adelantado", mientras que si esta última es la que está más abierta que la primera, el árbol de levas está "retrasado". Un árbol de levas de patrón único tiene levas con la misma forma en ambos

costados (flanco de cierre y flanco de apertura). Un diseñador de árboles de levas puede efectuar un ajuste fino en el trabajo del motor cambiando el punto en el que se abre o se cierra una válvula. Las levas cuyos flancos presentan formas distintas son consideradas "asimétricas".

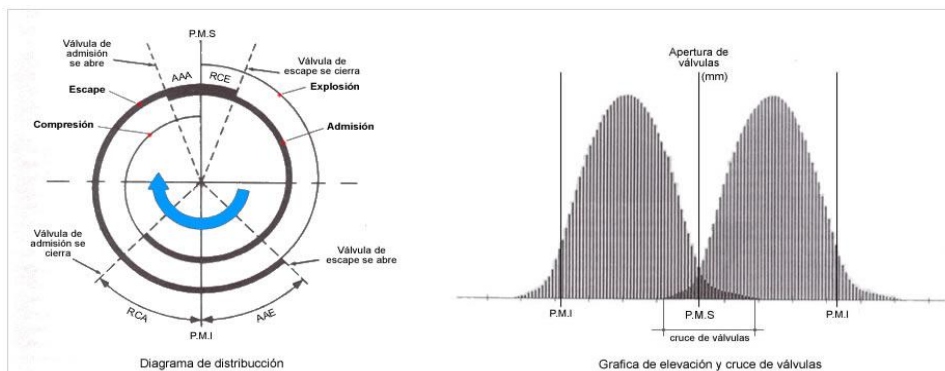


Figura 15. Diagramas de distribución.

Fuente. (S.A., Aficionados a la Mecanica, 2012).

Taqués.

Entre las válvulas y las levas se interponen unos elementos que absorben la fuerza lateral, tienen forma de pistón y son de dureza considerable. Tenemos también taqués hidráulicos, tienen dos partes el empujador, y el cilindro, éstos no hacen tanto ruido y son más resistentes.

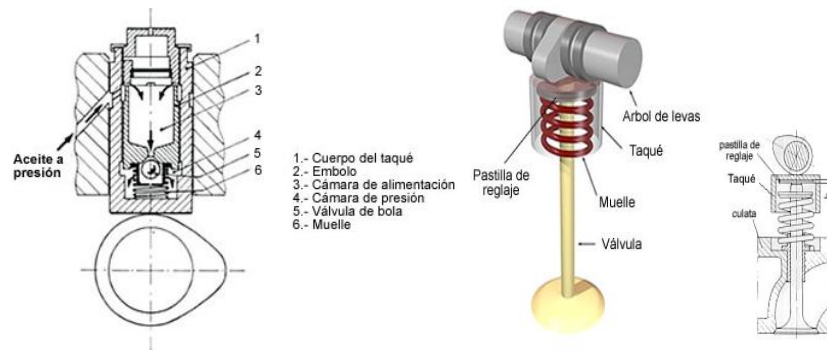


Figura 16. Esquema taqué hidráulico y mecánico.
Fuente. (S.A., Aficionados a la Mecanica, 2012).

Balancines.

Estos proporcionan la acción de la válvula desde el árbol de levas, esta acción la realiza mediante la oscilación alrededor de un eje hueco en cuyo interior circula el aceite a presión.

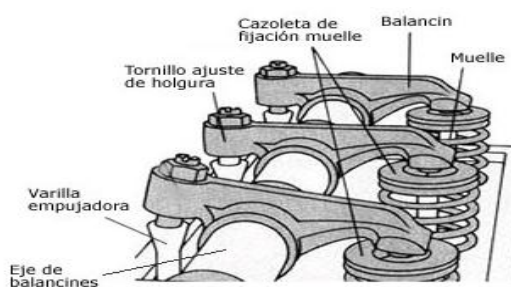


Figura 17. Balancines y eje de balancines.
Fuente. (S.A., Aficionados a la Mecanica, 2012).

Mando del árbol de levas.

La transmisión de movimiento entre los dos se realiza de varias formas:

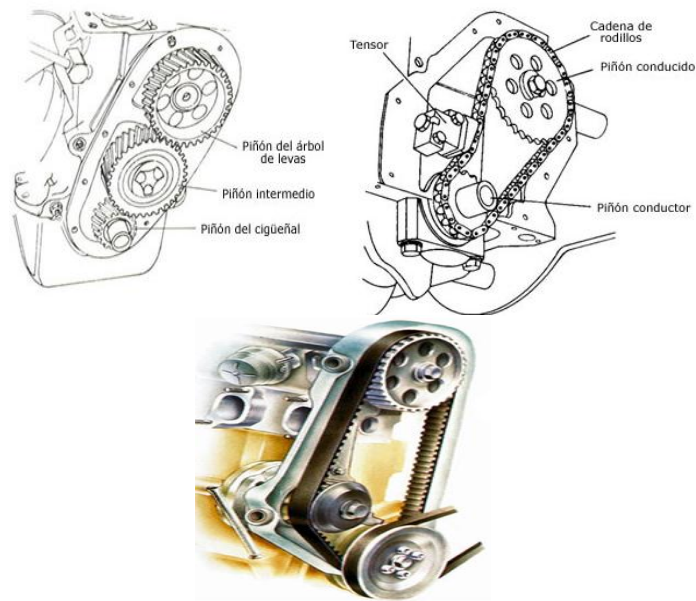


Figura 18. Tipos de transmisión de movimientos.

Fuente. (S.A., Aficionados a la Mecanica, 2012).

- Por engranajes.- no requiere excesivo mantenimiento, es fiable, costoso y ruidoso.
- Por cadena.- se utiliza piñones huecos a los que se acoplan eslabones de la cadena, y presenta un tensor tipo mecánico o hidráulico.
- Por correa dentada.- es el más utilizado, ya que es menos ruidoso, no necesita engrase y es más fácil de sustituir. Las correas deben estar correctamente tensadas, ya que si no lo están puede ocurrir el salto de un diente provocando averías.

2.1.6 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE.

Es el encargado de abastecer el combustible para el funcionamiento del motor, pudiéndose diferenciar estos circuitos:

- Circuito de alta presión, encargado de enviar el combustible a una presión establecida para ser introducido en las cámaras de combustión.
- Circuito de baja presión, encargado de mandar el combustible desde el depósito en que se halla almacenado a la bomba de inyección.

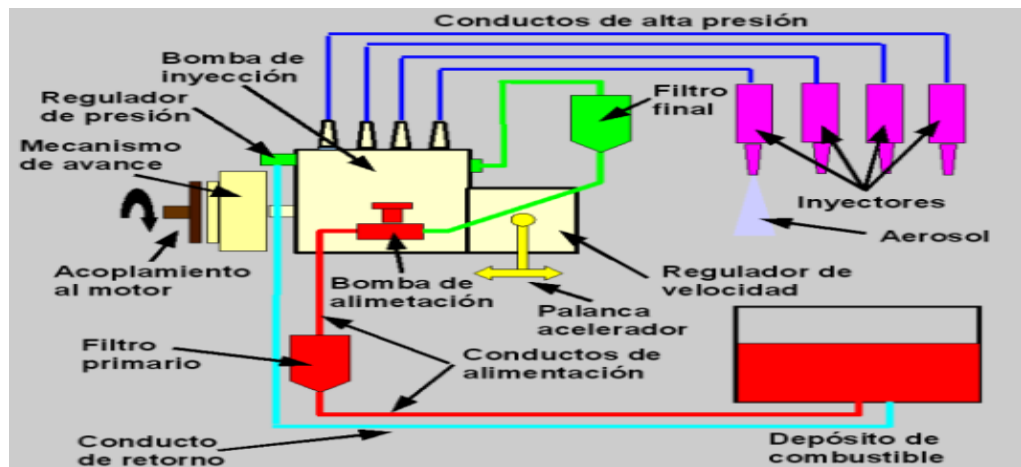


Figura 19. Sistema de alimentación de combustible.

Fuente. (S.A., Sabelotodo, 2012).

Este sería el funcionamiento de dicho circuito:

La bomba de aspiración absorbe combustible del depósito de almacenamiento a través de una rejilla filtrante, que se localiza en el extremo del tubo de aspiración. Este combustible llega a través de un primer filtro que separa las impurezas más gruesas que lleva el combustible. Después la bomba lo envía al filtro del combustible y de ahí transita hasta a la bomba de inyección, distribuyendo a presión a cada uno de los inyectores.

La bomba de alimentación normalmente trabaja con presiones en torno a 1 o 2 Kg/cm², y en cantidad suficiente, siendo una válvula de alivio la que normaliza dichas presiones, devolviendo el combustible excesivo al depósito. La bomba suele contar con un pequeño bombín de cebado, que limpia y llena las tuberías de combustible.

(Teodoro, 2010) Si la bomba de inyección es de elementos en línea, la bomba de alimentación normalmente irá acoplada a ella, recibiendo el movimiento del árbol de levas de la propia bomba de inyección. En este caso la bomba normalmente sería del tipo de pistón con muelle antagonista y rodillo, alojados en un cilindro, también contaría con válvulas de entrada y salida del combustible, si la bomba de inyección fuese rotativa ya incorporaría su propia bomba de alimentación.

La bomba de inyección suministra el combustible necesario a presión a los inyectores, estos lo pulverizan; el sobrante que no entra en los cilindros retorna por los conductos de rebose. En el circuito de alta presión, los ductos entre la bomba de inyección y los inyectores se

elaboran de acero, debido a las presiones elevadas que alcanza el combustible durante el trabajo del motor.

Para realizar un ajuste correcto de cada cilindro y una inyección uniforme para todos ellos, las tuberías deben tener la misma longitud entre cada una de ellas, para no alterar el punto de inyección de un cilindro respecto a los demás.

2.1.6.1 BOMBA DE ALIMENTACIÓN.

El depósito de combustible está situado en un plano inferior al de la bomba de inyección, esto hace necesario un elemento que aspire el gasóleo del depósito hasta la bomba. Se adiciona una válvula de purga que sirve para extraer el aire que podría estar en el circuito, este imposibilitaría la puesta en marcha al motor, también en este circuito se montan elementos decantadores de agua.

2.1.6.2 FILTRADO DE COMBUSTIBLE.

El petróleo bruto posee gran cantidad de impurezas que no se eliminan en su totalidad en la destilación y debido al paso del tiempo en su depósito se puede almacenar partículas ajenas al combustible. Los encargados de efectuar esta labor son los filtros de combustible, que se sitúan entre la bomba de alimentación y la de inyección.

Pero no solamente las partículas sólidas perturban el sistema, también se detiene el agua que además de provocar oxidación en los elementos de inyección, en invierno puede congelarse obstruyendo los conductos de

alimentación en paradas prolongadas. Otro elemento que hay que retirar del combustible, es el aire y vapores de combustible ya que puede paralizar las fases de inyección, pero este elemento no es precisamente sujeto de filtrado pero sí debe ser eliminado.

Debido a la gran importancia que asume el sistema de filtrado en un motor Diesel, el cambio de los cartuchos filtrantes periódicamente, cada 15.000 km aproximadamente.

(S.A., Manual Del Automovil, 2000) Se encuentran pues dos tipos de elementos filtrantes: los pre filtros y los filtros. Los primeros pueden hallarse ya en el tubo de aspiración del combustible, y a la entrada de la bomba de alimentación.



Figura 20. Filtros de combustible.

Fuente. (S.A., Llantica, 2010).

Los segundos, los filtros, los encontramos entre la bomba de alimentación y la bomba de inyección.

Las características que deben tener los filtros son:

- Larga vida útil antes de ser repuesto o limpiado.
- Deben detener el agua y las partículas del orden de una micra.
- Han de ser capaces de realizar su cometido a una baja presión.
- Con el menor volumen posible deben presentar una gran superficie de filtrado.

Los principales tipos de filtros son los siguientes:

- Filtros simples de papel o cartón.
- Filtros de tamiz metálico.
- Filtrado en tándem o por etapas.

2.1.6.3 BOMBA DE INYECCIÓN.

(S.A., Manual Del Automovil, 2000) El corazón del sistema de alimentación lo sustituye la bomba de inyección, que basa su principio de funcionamiento en el desplazamiento de un pistón dentro de un cilindro. Actualmente tenemos dos tipos bien diferenciados: las bombas de elementos en línea y rotativas.

La bomba sea cual sea su tipo, tiene por misión:

(S.A., Manual Del Automovil, 2000) Mandar el combustible suficiente, en el momento apropiado, a la presión necesaria y en el orden establecido a cada inyector para que pueda ser introducido en el interior de la cámara de combustión en las mejores condiciones de combustión y por tanto de optimización del rendimiento térmico del motor.

2.1.6.3.1 BOMBA DE INYECCIÓN ROTATIVA.

Este tipo de bomba, presenta un único elemento de bombeo que dosifica el combustible a varios cilindros con la ayuda de un distribuidor rotativo.

Esta bomba presenta una serie de ventajas:

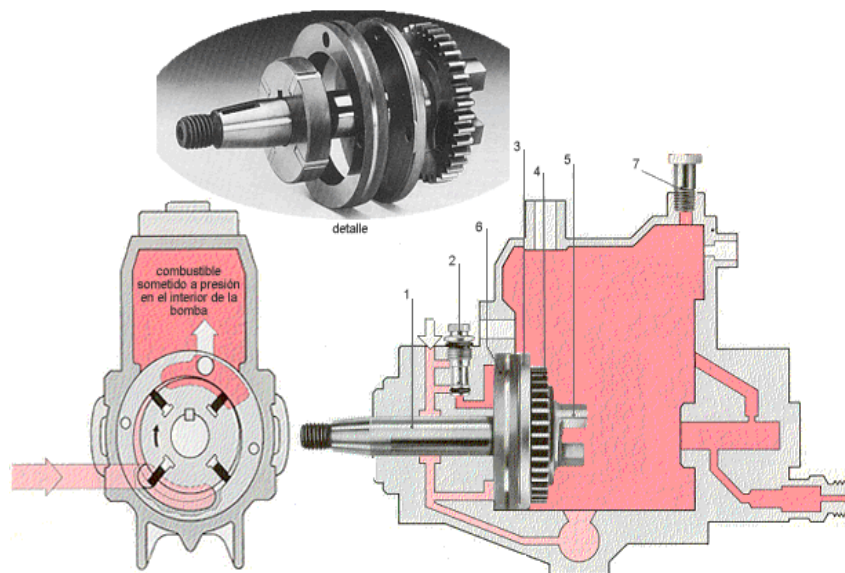
- Mas pequeña, con menos peso por tanto, y de mas fácil acoplamiento al motor.
- La dosificación para cada cilindro es idéntica.
- Permite mayores velocidades de rotación.
- Menor precio de adquisición y mantenimiento.

Sección de baja presión.

(S.A., Aficionados a la Mecanica, 2013) En el circuito de alimentación de los motores Diesel, el combustible es aspirado del deposito mediante la bomba de alimentación de aletas y transportado al interior de la bomba de inyección. Para obtener en el interior de la bomba una presión determinada en función del régimen (nº de rpm), se necesita una válvula reguladora de presión que permita ajustar una presión definida a un determinado régimen. La presión aumenta proporcionalmente al aumentar el nº de rpm, es decir, cuanto mayor sea el régimen, mayor será la presión en el interior de la bomba.

(S.A., Aficionados a la Mecanica, 2013) Una parte del caudal de combustible transportado retorna, a través de la válvula reguladora de presión a la entrada de la bomba de aletas. Además, para la refrigeración y autopurga de aire de la bomba de inyección, el combustible retorna al

depósito de combustible a través del estrangulador de rebose dispuesto en la parte superior de la bomba.



(1) Eje de accionamiento, (2) Válvula reguladora de presión, (3) Anillo de apoyo, (4) Rueda dentada de accionamiento del regulador de caudal de combustible, (5) Garra del eje, (6) Anillo excéntrico, (7) Estrangulador de rebose.

Figura 21. Elementos que forman la parte de baja presión de una bomba de inyección.

Fuente. (S.A., Aficionados a la Mecanica, 2013).

(S.A., Aficionados a la Mecanica, 2013) La bomba de alimentación de aletas esta montada sobre el eje de accionamiento de la bomba de inyección. El rotor (2) de aletas (1) esta centrado sobre el eje y es accionado por una chaveta. El rotor de aletas esta rodeado por un anillo excéntrico (3).

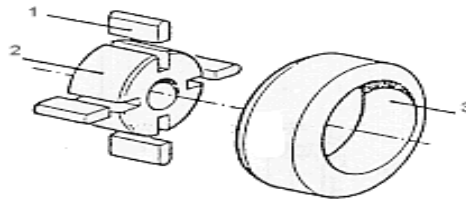


Figura 22. Bomba de alimentación de aletas.

Fuente. (S.A., Aficionados a la Mecanica, 2013).

Las cuatro aletas (1) del rotor (2) son presionadas hacia el exterior, contra el anillo excéntrico (3), por efecto del movimiento de rotación y de la fuerza centrífuga resultante. El combustible llega al cuerpo de la bomba de inyección a través del canal de alimentación y pasa, por una abertura en forma de riñón. Por efecto de la rotación, el combustible que se encuentra entre las aletas, es transportado hacia el recinto superior y penetra en el interior de la bomba de inyección a través de un taladro. Al mismo tiempo, a través de un segundo taladro, una parte del combustible llega a la válvula reguladora de presión.

(S.A., Aficionados a la Mecanica, 2013) La válvula reguladora de presión esta situada cerca de la bomba de alimentación de aletas. Esta válvula es de corredera, tarada por muelle, con lo que se puede variar la presión en el interior de la bomba de inyección según el caudal de combustible que se alimente. Si la presión de combustible excede un determinado valor, el émbolo de la válvula abre el taladro de retorno, de forma que el combustible pueda retornar a la entrada de la bomba de alimentación de aletas. La presión de apertura de la válvula la determina la tensión previa del muelle de compresión.

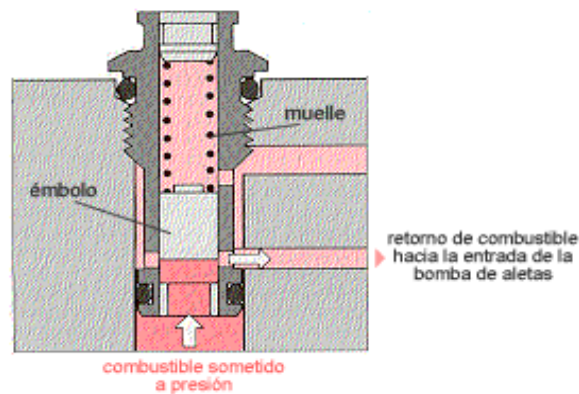


Figura 23. Válvula reguladora de presión.

Fuente. (S.A., Aficionados a la Mecanica, 2013).

(S.A., Aficionados a la Mecanica, 2013) El estrangulador de rebose va roscado en la parte superior de la bomba de inyección. Permite el retorno de un caudal variable de combustible al depósito, a través de un pequeño orificio (diámetro 0.6 mm.). El taladro ofrece una resistencia a la salida de combustible, por lo que se mantiene la presión en el interior de la bomba. Como en el recinto interior de la bomba se necesita una presión de combustible exactamente definida de acuerdo con el régimen, el estrangulador de rebose y la válvula reguladora de presión están coordinados entre si en lo que al funcionamiento se refiere.

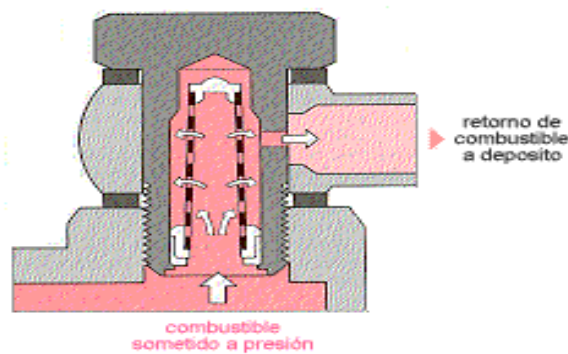
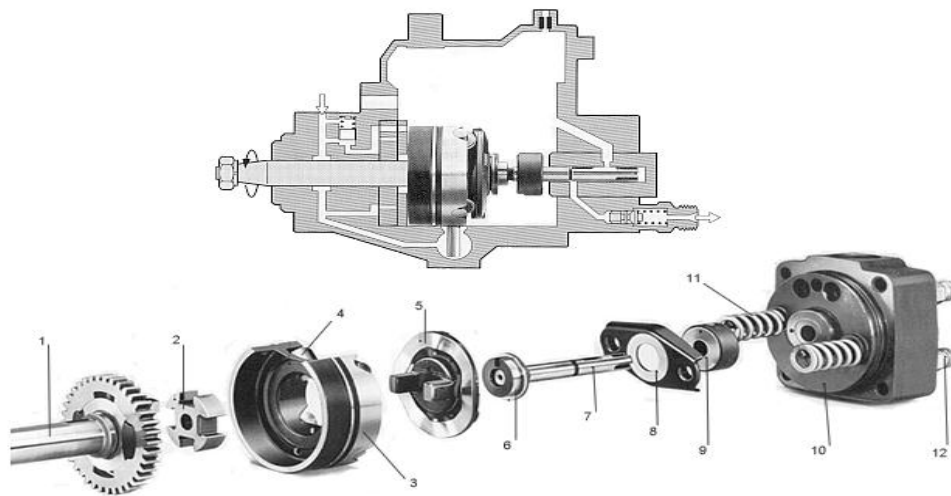


Figura 24. Estrangulador de rebose.

Fuente. (S.A., Aficionados a la Mecanica, 2013).

Sección de alta presión.



(1) Eje de accionamiento, (2) Disco cruceta, (3) Anillo de rodillos, (4) Rodillo, (5) Disco de levas, (6) Arandelas de ajuste, (6) Émbolo distribuidor, (8) Puente elástico, (9) Corredera de regulación, (10) Cabeza distribuidora, (11) Muelle, (12) Racor de impulsión (válvula de reaspiración)

Figura 25. Elementos de la bomba encargados de generar y distribuir el combustible a alta presión.

Fuente. (S.A., Aficionados a la Mecanica, 2013).

(S.A., Aficionados a la Mecanica, 2013) El movimiento rotativo del eje de accionamiento (1) se transmite al émbolo distribuidor (7) por medio de un acoplamiento. Las garras del eje de accionamiento y del disco de levas (5) engranan en el disco cruceta (2) dispuesto entre ellas. Por medio del disco de levas, el movimiento giratorio del eje de accionamiento se convierte en un movimiento de elevación y giro. Esto se debe a que la trayectoria de las levas del disco discurre sobre los rodillos del anillo. El émbolo distribuidor es solidario del disco de levas por medio de una pieza de ajuste, y esta coordinado por un arrastrador. El desplazamiento del

émbolo distribuidor hacia el punto muerto superior (PMI) esta asegurado por el perfil del disco de levas. Los dos muelles antagonistas del émbolo, dispuestos simétricamente, que reposan sobre la cabeza distribuidora (10) y actúan sobre el émbolo distribuidor a través de un puente elástico (8), que provocan el desplazamiento del émbolo al punto muerto inferior (PMI). Además, dichos muelles impiden que el disco de levas pueda saltar, a causa de la elevada aceleración, de los rodillos del anillo. Para que el émbolo distribuidor no pueda salirse de su posición central a causa de la presión centrífuga, se ha determinado con precisión la altura de los muelles antagonistas del émbolo que están perfectamente coordinados.

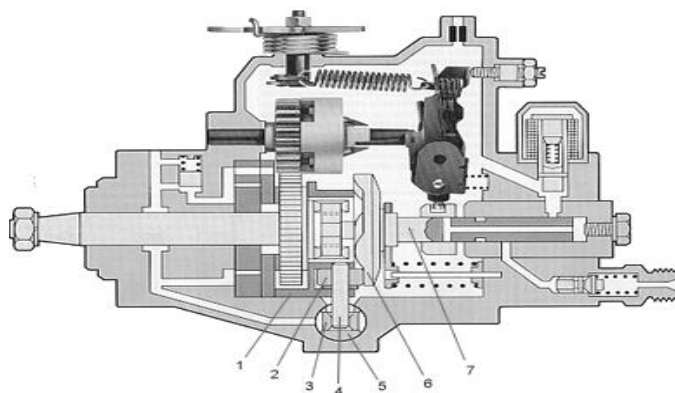
Variador de avance.

(S.A., Aficionados a la Mecánica, 2013) Durante la etapa de alimentación de la bomba de inyección, la apertura del inyector se realiza mediante una onda de presión que se propaga a la velocidad del sonido por la tubería de inyección. El tiempo invertido en ello es independiente del régimen, sin embargo, el ángulo descrito por el cigüeñal entre el comienzo de la alimentación y de la inyección aumenta con el régimen. Esto obliga, por tanto, a introducir una corrección adelantando el comienzo de la alimentación. El tiempo de la propagación de la onda de presión la determinan las dimensiones de la tubería de inyección y la velocidad del sonido que es de aprox. 1500 m/seg. en el gasóleo. El tiempo necesario para ello se denomina retardo de inyección y el comienzo de la inyección esta, por consiguiente, retrasado con respecto al comienzo de alimentación. Debido a este fenómeno, a regímenes altos el inyector abre, en términos referidos a la posición del pistón, más tarde que a regímenes bajos.

Una vez realizada la inyección, el gasóleo necesita un tiempo determinado para pasar al estado gaseoso y formar con el aire la mezcla inflamable. Este tiempo preparativo de la mezcla es independiente del régimen motor. El intervalo entre el inicio de la inyección y de la combustión se llama, retraso de inflamación que depende del "índice de cetano", la relación de compresión, la temperatura del aire y la atomización del combustible.

Generalmente, la duración del retraso de inflamación es del orden de 0.001s. Siendo el inicio de la inyección invariable y el régimen del motor variable, el ángulo del cigüeñal entre el inicio de la inyección y el de la combustión, va ascendiendo hasta que esta última no puede iniciar en el instante adecuado, en términos relativos a la ubicación del pistón.

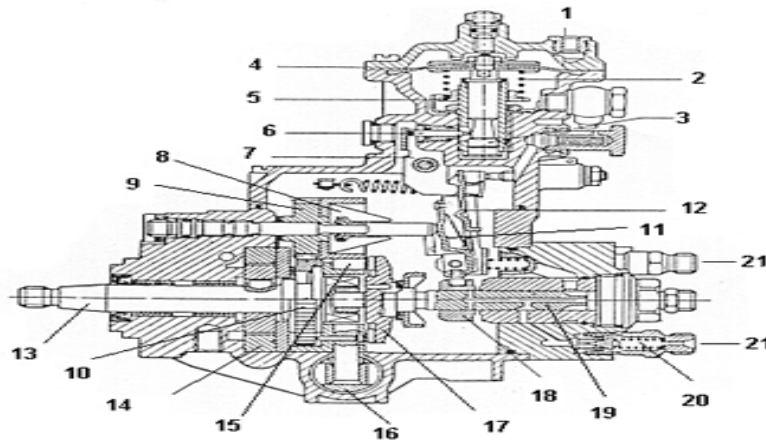
La combustión adecuada y la óptima potencia de un motor Diesel solo se consigue con una posición específica del cigüeñal o del pistón, a medida que crece el régimen debe adelantarse el inicio de alimentación de la bomba de inyección. Por esto se utiliza un variador de avance en función del régimen.



- (1)Anillo de rodillos, (2) Rodillos del anillo, (3) Pieza deslizante, (4) Perno, (5) Embolo del variador de avance, (6) Disco de levas, (7)Embolo distribuidor.

Figura 26. Disposición del variador de avance en la bomba rotativa.

Fuente. (S.A., Aficionados a la Mecanica, 2013).



- (1) Presión turbo, (2) Muelle de compresión, (3) Eje de reglaje, (4) Membrana, (5) Tuerca de reglaje, (6) Dedo palpador, (7) Palanca de tope móvil, (8), Contrapesos conjunto regulador, (9) Rueda dentada, (10) Rueda dentada, (11) Palanca de arranque, (12) Palanca de tensión, (13) Eje de arrastre, (14) Bomba de alimentación, (15) Plato porta-rodillos, (16) Regulador de avance a la inyección, (17) Plato de levas, (18) Corredera de regulación, (19) Pistón distribuidor, (20) Válvula de reaspiración, (21) Salida hacia los inyectores

Figura 27. Bomba rotativa con corrector de sobrealimentación.

Fuente. (S.A., Aficionados a la Mecanica, 2013).

2.1.6.4 INYECTORES.

La función de los inyectores es la de realizar la pulverización del combustible y de enviar el chorro de modo que el combustible sea esparcido homogéneamente en la cámara de combustión.

Debemos diferenciar entre inyector y porta-inyector, este último aloja al primero "inyector"; es decir, el inyector está fijado al porta-inyector, además el porta-inyector contiene, conductos y racores de llegada y retorno de combustible.

Los inyectores son elementos muy requeridos, lapeados conjuntamente cuerpo y aguja los cuales son fabricados con medidas exactas y hechos expresamente el uno para el otro, los cuales trabajan expuestos a presiones elevadas de hasta 2000 aperturas por minuto y a temperaturas comprendidas entre los 500 y 600 °C.

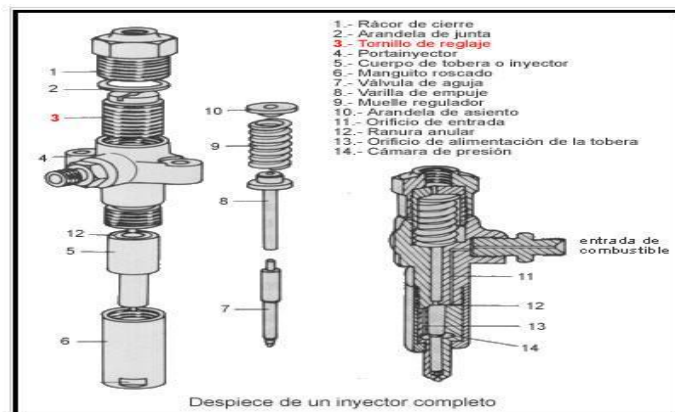


Figura 28. Partes principales de un inyector Diesel.

Fuente. (Galvan, 2010).

2.1.6.4.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO INYECTORES.

El combustible entregado por la bomba de inyección llega a la parte superior del inyector y fluye por la tobera hasta llegar a una pequeña cámara tórica ubicada en la base, que cierra la aguja del inyector ubicado sobre un asiento cónico con la ayuda de un muelle, situado en la parte alta de la aguja, que conserva el conjunto cerrado. El combustible, es impuesto a una presión equivalente a la del tarado del muelle, desplaza la aguja hacia arriba, y es inyectado en el interior de la cámara de combustión. La presión del combustible cae, cuando la bomba finaliza la inyección, el resorte y aguja vuelve a su posición de origen y cesa la inyección.

2.1.6.4.2 TIPOS DE INYECTORES.

Existe diferentes tipos de inyectores, dependiendo del sistema de inyección y del tipo de cámara de combustión que posee cada motor, aunque todos tienen similar principio de funcionamiento.

Existen dos tipos:

- Inyectores de orificios.- utilizados en motores de inyección directa.
- Inyectores de espiga o de tetón (cilíndricos o cónicos).- para motores de inyección indirecta, existe una variante, que son los inyectores de estrangulación, con estos se consigue una inyección inicial muy pequeña, muy atomizada y que su apertura total es similar al inyector de tetón cónico.

2.1.7 SOBREALIMENTACIÓN.

En el caso de los motores Diesel, los problemas que pueden provocarse de la sobrealimentación son menores que en los de gasolina. Ya que por utilizar solamente aire en el ciclo de compresión y no introducir el combustible hasta el final de la carrera de compresión, elimina problemas de picado. En todo caso, lo que si propicia un elevación de la compresión, es una mayor temperatura, que en los motores Diesel facilita el encendido. La mayor presión de entrada de aire beneficia la expulsión de los gases de escape y el llenado del cilindro con aire fresco, con lo que se logra un aumento de rendimiento volumétrico.

2.1.7.1 TURBOCOMPRESOR.

Estos dispositivos utilizan el impulso de los gases de escape para hacer girar una turbina acoplada a un compresor de hélice, este gira a más de 100.000 rpm elevando la presión del aire de admisión.

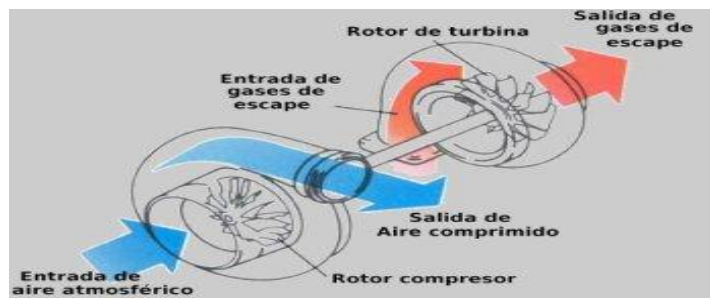


Figura 29. Turbocompresor.

Fuente. (S.A., Sabelotodo, 2012).

Este método es más eficiente que otros sistemas de sobrealimentación ya que no se alimenta de la energía mecánica del motor si no que aprovecha parte de la energía que de todas formas se rechaza al exterior con los gases de escape. Los problemas producidos por las elevadas temperaturas de los gases de escape y las altas velocidades de rotación de estos aparatos hacen que los turbo-compresores sean dispositivos delicados y costosos.

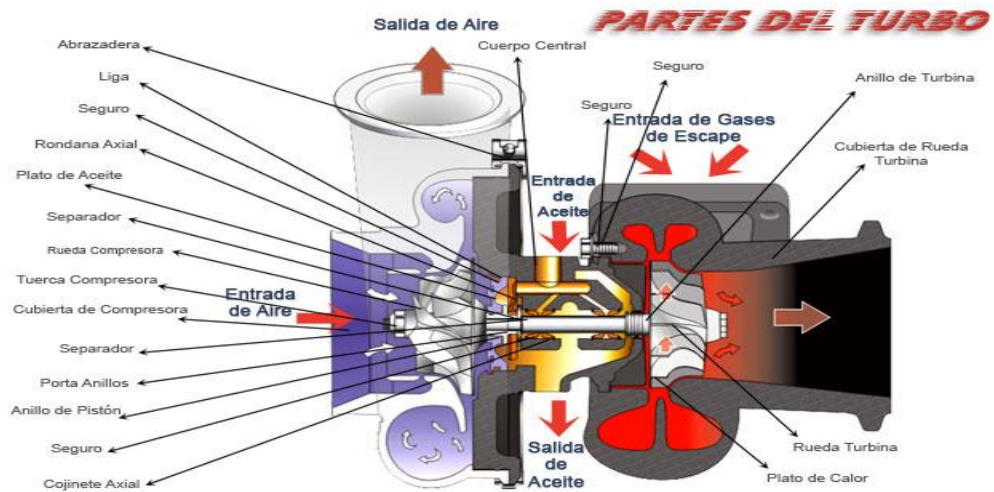


Figura 30. Partes esenciales del turbo.

Fuente. (S.A., Fordv8argentina).

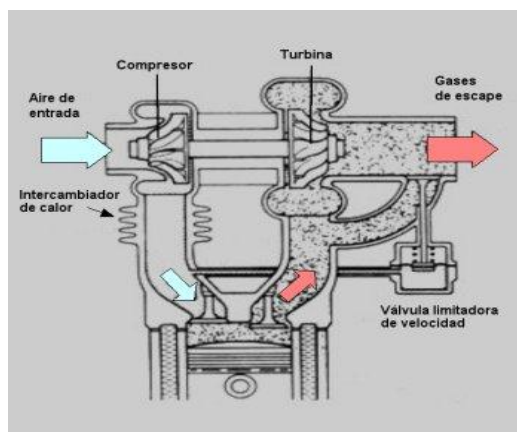


Figura 31. Circuito que recorre el aire por el motor y turbo.

Fuente. (S.A., Sabelotodo, 2012).

La figura 31 muestra un diseño del uso de un turbo compresor en el motor, posee una válvula limitadora de la velocidad de giro, de tipo diafragma que recibe la presión desde el conducto de admisión, si la velocidad de la turbina y con ella la del compresor aumenta considerablemente, la presión en el conducto de admisión se hace alta, esta presión desplaza el diafragma y eleva una válvula que desvía parte

de los gases de escape a la salida sin pasar por la turbina, de esta manera se logra mantener la presión en el conducto de admisión al valor máximo óptimo y se evita que la velocidad de giro llegue a valores peligrosos para el turbo-compresor.

Como resultado del aumento de la presión del aire del turbocompresor, se consigue en aumentar también la temperatura del aire de admisión. Eso causará pérdida de potencia por aumento de la densidad del aire, esto se puede contrarrestar mediante un enfriador de aire, consistente en un radiador que hará disminuir la temperatura del aire mediante la marcha del mismo.

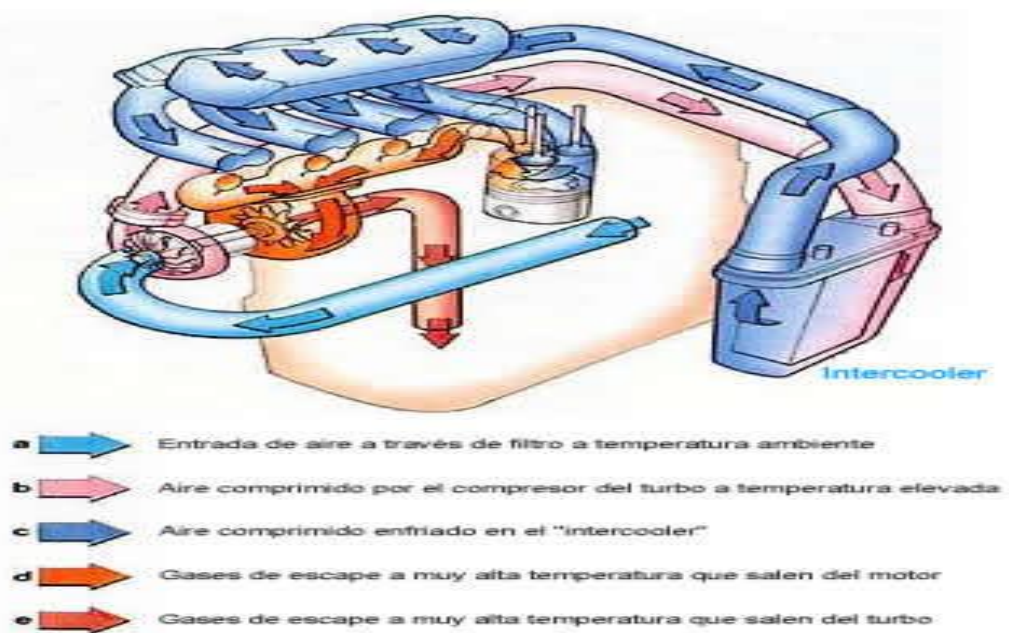


Figura 32. Ciclo del aire en el motor turbo cargado.

Fuente. (S.A., Fordv8argentina).

2.1.8 SISTEMA DE LUBRICACIÓN.

La misión del sistema de lubricación es impedir el desgaste de las piezas del motor, creando una capa de lubricante ya sea por presión o por deslizamiento entre las piezas, que están en rozamiento.

Además tenemos otras finalidades para el sistema como son:

- a) Refrigerar las partes móviles y aquellas que no tienen acceso al circuito de refrigeración.
- b) Colaborar en asegurar la estanqueidad necesaria en el cilindro.
- c) Amortiguar y absorber choques entre elementos sometidos a presión.
- d) Limpiar los órganos lubricados arrastrando las impurezas.

El lubricante y su viscosidad influyen mucho en el rendimiento de un motor.

Los puntos principales a engrasar en un motor, son:

- Paredes de cilindro y pistón.
- Cojinetes del cigüeñal.
- Pie de biela.
- Árbol de levas.
- Eje de balancines.
- Engranajes de la distribución.

El cárter inferior trabaja como depósito de aceite, este aceite tiene la función de engrasar a todos los elementos y en la parte más profunda, contiene una bomba que es movida por un eje, aspirando el lubricante a través de un colador. El aceite sale de la bomba y pasa por un filtro donde se limpia, y si existiera sobre presión, se conecta a una válvula de descarga.

La presión de aceite debe ser la precisa para que el aceite llegue a los puntos de lubricación, no es muy conviene la abundancia de lubricante, ya que aparte de ser un gasto innecesario llegaría a originar depósitos de carbón en los cilindros y las válvulas. Para controlar la presión del sistema de lubricación, se utiliza un manómetro, que está unido a la tubería de lubricación, y nos indica la presión real.

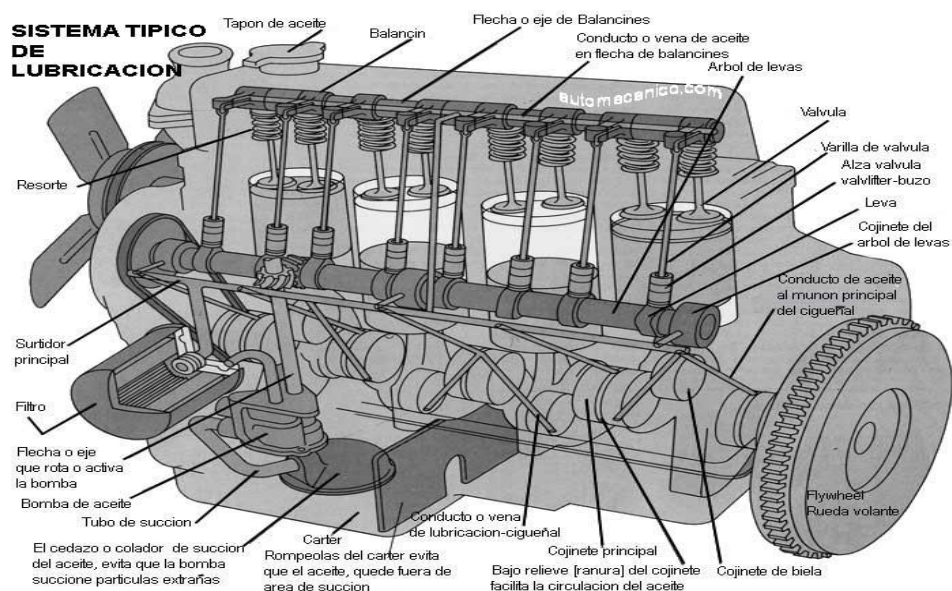


Figura 33. Sistema de lubricación.

Fuente. (automecanico, 2010).

2.1.8.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN.

2.1.8.1.1 BOMBA DE ACEITE.

Su función es la de enviar el aceite a una presión y cantidad determinada. Se localizan en el interior del cárter y adquieren movimiento por el árbol de levas con la ayuda de un engranaje o cadena. Existen distintos tipos de bombas de aceite:

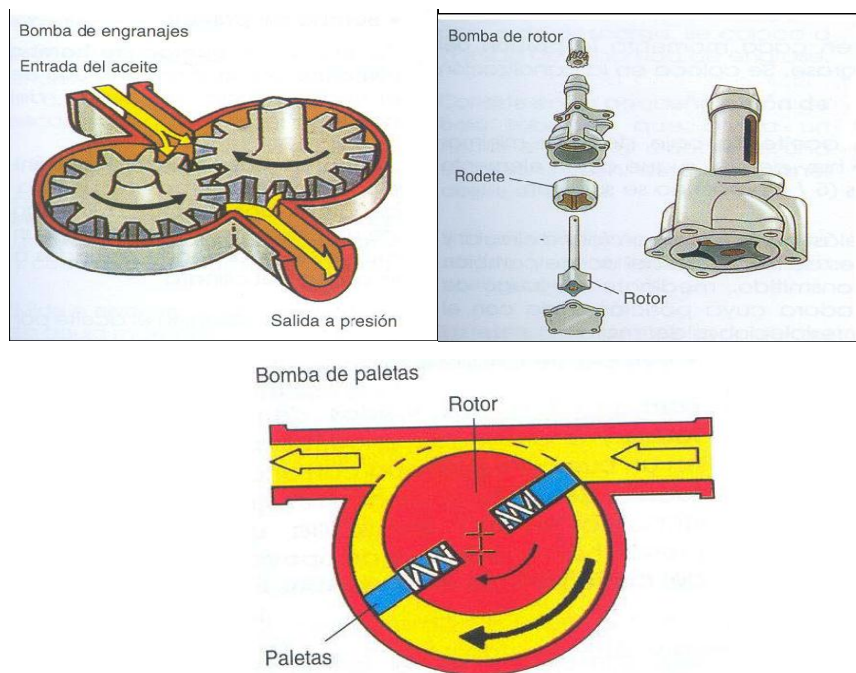


Figura 34. Tipos de bombas.

Fuente. (Spray, 2011).

2.1.8.1.2 MANÓMETRO.

Es el encargado de calibrar la presión del aceite del circuito en tiempo real.

2.1.8.1.3 VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN.

También se puede denominar válvula de descarga o reguladora, la cual se localiza en la salida de aceite de la bomba de aceite. Su función es cuando existe demasiada presión en el circuito se abre, liberando la presión. Se comprende de un pequeño pistón de bola sobre el que ejerce un muelle que va tarado a la presión máxima que soporte el circuito.

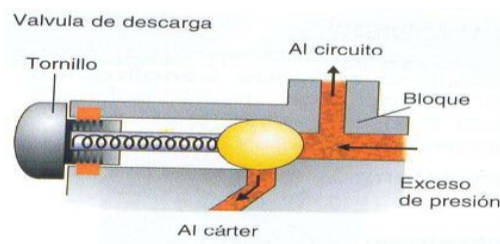


Figura 35. Válvula de descarga.

Fuente. (Spray, 2011).

2.1.8.1.4 FILTRO.

El aceite en su recorrido por el motor va almacenando partículas como:

- Partículas metálicas (desgaste de las piezas).
- Carbonilla y hollín (restos de la combustión).

El aceite debe trasladarse de regreso al circuito libre de impurezas y este dispone de dos filtros:

- Un filtro antes de la bomba (rejilla o colador).
- Un filtro después de la bomba (principal).

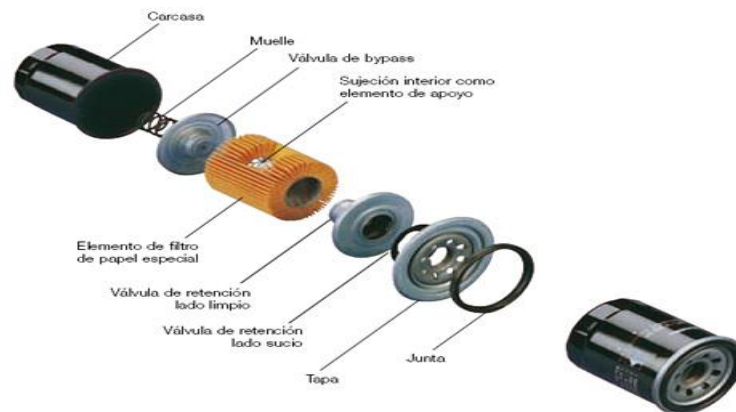


Figura 36. Partes filtro de aceite.

Fuente. (S.A., Mahle, 2013).

2.1.8.2 ACEITES.

Características más importantes que presentan los aceites:

- a) Viscosidad.- el aceite se hace menos espeso en caliente y más espeso en frío. El mejorar del índice de viscosidad favorece al rendimiento, facilitando un arranque en frío y mejor protección contra el desgaste en altas temperaturas.
- b) Untuosidad.- es la capacidad que poseen los fluidos de adherirse a la superficie, para disminuir el desgaste en el momento de arranque.
- c) Detergente.- impide la formación de lodos al mantener inocuamente tanto el carbón como los lodos.

- d) Estabilidad química.- el aceite lubricante se encuentra en permanente movimiento, arrastrando las partículas formadas por el desgaste propio de las partes, también se puede contaminar con: partículas de polvo, agua, combustible y gases consecuencia de la combustión. Es por esto que se debe tener una gran estabilidad química, caso contrario se degradaría y formaría compuestos dañinos para el motor como “lodos de alta y baja temperatura”.

- e) Inhibidor de espuma.- reduce la formación de espuma en el cárter, un aceite con espuma se oxida con facilidad.

- f) Anticorrosivos y antioxidantes.- ayuda a librarse de la corrosión y oxidación de los materiales que conforman el motor.

2.1.9 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.

Su misión es la de extraer el calor creado en el motor para mantenerlo con una temperatura de funcionamiento constante. El motor alcanza en el interior de la cámara en combustión y expansión temperatura de alrededor de los 2000°C.

Tabla 3. Temperatura a las que están sometidas ciertas partes del motor.

PARTE O ELEMENTO	TEMPERATURA °C
Ebullición del agua	100
Punto de inflamación del aceite aprox. De base sintética.	250-340
Acero funde aprox.	1400
Aluminio funde aprox.	600
Motor en funcionamiento normal	80-85
Válvulas de escape soportan	Aprox. 750
El vástago de la válvula soporta	Aprox. 400
Válvulas de admisión soportan	250
Pistón la máxima admisible	300

Fuente. (Almeida & Puma, 2013).

Con estas consideraciones precisas se puede establecer que:

- a) No debe evacuarse más calor que el estrictamente necesario.
- b) Debe evacuarse el calor de la forma más rápida y eficaz.
- c) La transmisión de calor en centro de la cámara se produce por convección al principio, después se produce por conducción a través de un medio líquido o gaseoso.

2.1.9.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.

2.1.9.1.1 RADIADOR.

Es el elemento encargado de disipar el calor recuperado al contacto con los cilindros y las cámaras de refrigeración por medio del líquido refrigerante. Esto se produce por convección a las paredes metálicas de

los conductos del radiador. Este elemento consta básicamente de; tapón de llenado, conducto o entrada de agua caliente, conducto o salida de agua caliente, elementos refrigerantes, orificio refrigerante, y recipiente de líquido refrigerante.

2.1.9.1.2 BOMBA DE AGUA.

Las bombas por lo general son de tipo centrífugo, que proporcionan un elevado caudal con una débil presión de impulsión. El cigüeñal transmite el movimiento a la bomba mediante una correa. Esta presenta rodamientos que posibilitan el giro del motor y una junta de estanqueidad de caucho y grafito auto lubricado.



Figura 37. Bombas de agua.
Fuente. (S.A, Figuras, 2013).

2.1.9.1.3 VENTILADOR.

Este se utiliza para asegurar la circulación de aire a través del intercambiador de calor, con el fin de enfriar el líquido refrigerante y a su vez fortalecer la refrigeración de los órganos anexos del motor.

2.1.9.1.4 TERMOSTATO.

Es la válvula que controla el flujo del refrigerante, está situada en la salida de este, en el conducto hacia el radiador. La misión de esta válvula es limitar el paso del refrigerante hacia el radiador dependiendo de la temperatura del motor, para mantenerla dentro del rango adecuado.

Cuando el motor arranca en frío esta válvula permanece cerrada y se mantiene así hasta que el refrigerante del motor alcance la temperatura de trabajo (algo más de 70°C). En ese instante empieza a abrirse, permitiendo el paso del refrigerante al radiador y a partir de este momento estará completamente abierta.



Figura 38. Termóstato.

Fuente. (S.A., Manual Del Automovil, 2000).

2.1.9.1.5 LÍQUIDO REFRIGERANTE.

La base del líquido refrigerante continúa siendo el agua, con una mezcla de anticongelante, deben cumplir a parte de evacuar el calor del motor otros requisitos como:

- Soportar las más bajas temperatura sin llegar a congelarse.
- No favorecer la herrumbre ni corroer los diversos elementos.

- Soportar las más altas temperaturas sin que la mezcla llegue a descomponerse y favorecer a la formación de depósitos calcáreos
- Ser un conductor de calor y resistir la formación de espuma.

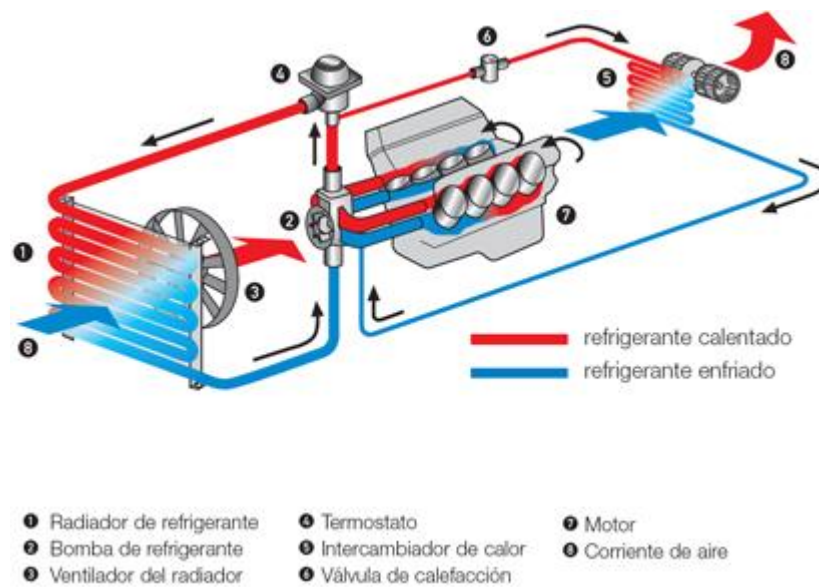


Figura 39. Sistema de refrigeración.

Fuente. (Popayan, 2012).

2.1.9.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

(Toaza, 2013) En la mayoría de los sistemas de refrigeración, la bomba de circulación toma el refrigerante (fluido activo) del radiador, que repone su nivel del depósito auxiliar, y lo impulsa al interior del motor refrigerando todas aquellas partes más expuestas al calor, puede incluir refrigerar el múltiple de admisión, camisas, culatas o tapa de cilindro, radiador de aceite, etc., pasa a través de uno o varios termostatos y regresa al radiador donde se enfría al circular por tubos pequeños de gran superficie de disipación, el intercambio de calor generalmente se realiza con el aire circundante el cual es forzado a través del radiador utilizando un ventilador que generalmente es accionado por el mismo motor.

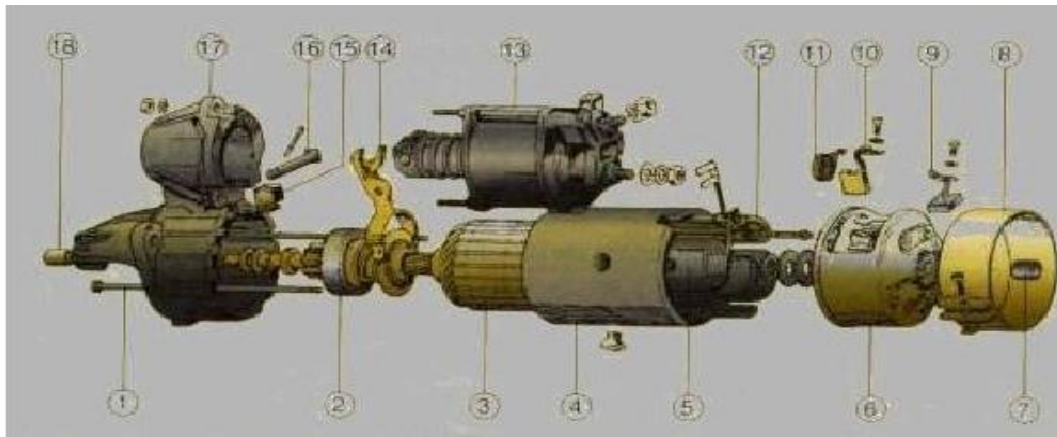
Para comprobar que el sistema funciona bien se colocan termómetros. La temperatura medida debe situarse en un rango aprobado por el fabricante, para las condiciones de funcionamiento del motor. Para que este sistema funcione se debe controlar periódicamente:

- El correcto nivel del fluido refrigerante.
- Controlar que el termostato abra a la temperatura adecuada.
- Que el radiador esté libre de impurezas en los canales de circulación de fluido y por el exterior.
- Que el refrigerante tenga la cantidad adecuada de anticongelante de acuerdo al clima.
- Que la bomba no presente fugas y su funcionamiento sea el correcto.

2.1.10 SISTEMA DE CARGA Y ARRANQUE.

El motor Diesel carece de sistema eléctrico de encendido de tal manera que puede simplificarse la instalación. Por otra parte, se dificulta el funcionamiento del motor, sobre todo cuando está frío; además, para esto tenemos la ayuda de las bujías de pre calentamiento, también la relación de compresión demanda un esfuerzo mucho más grande por parte del motor de arranque que tiene que desarrollar 100 a 150 rpm para poner en marcha el motor Diesel.

Todo ello hace que se necesite de una batería de acumuladores de mayor capacidad y de un alternador también capaz de una mayor producción de energía eléctrica, para el buen equilibrio de la instalación.



(1)Tornillo de unión semi cuerpo,(2)Piñón con rueda libre y manguito de acoplamiento,(3)Inducido,(4)Soporte inductor-carcasa,(5)Bobinas inductoras,(6)Soporte lado corrector,(7) Casquillo,(8) Abrazadera de protección soporte lado piñón,(9) y (10) Escobillas,(11) Muelle retención escobillas,(12) Bobinas inductoras,(13) Electroimán mando acoplamiento piñón,(14) Palanca de acoplamiento del arranque,(15) Taco de goma,(16) Tornillo,(17) Soporte lado piñón,(18) Casquillo.

Figura 40. Despiece de un motor de partida (arranque).

Fuente. (S.A, 2013).

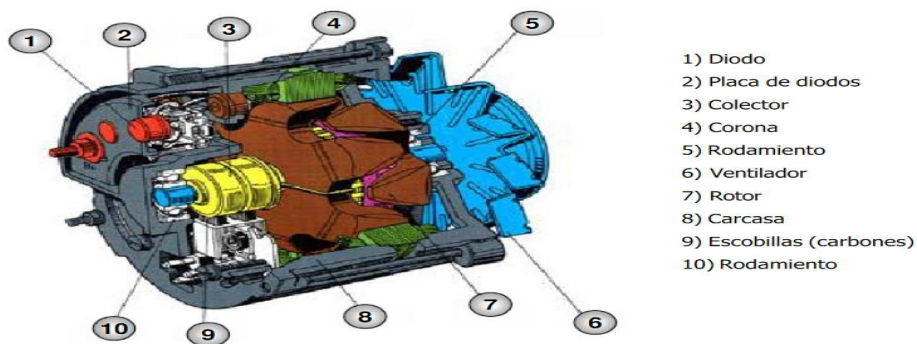


Figura 41. Despiece de un alternador.

Fuente. (S.A, 2013).

La Batería

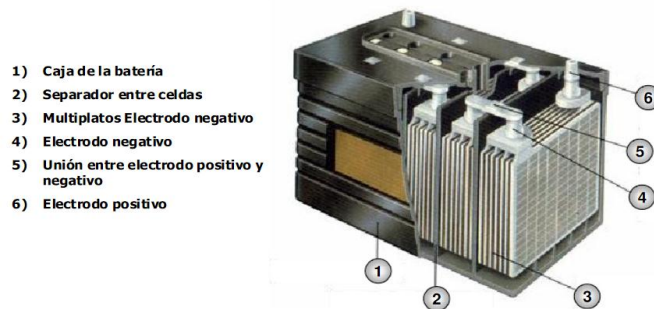


Figura 42. Partes principales de una batería.

Fuente. (S.A, 2013).

2.1.10.1 DISPOSITIVOS DE AYUDA AL ARRANQUE.

Dadas las características de trabajo de un motor Diesel, en donde el combustible es inyectado debe inflamarse al ponerse en contacto con el aire comprimido en la cámara de combustión, se conoce que en condiciones de motor frío el arranque demuestra dificultades, pues en estas condiciones una parte de la temperatura alcanzada por el aire en la fase de compresión es expulsado por las paredes de la cámara, empeorando las condiciones para conseguir una buena combustión.

Por esta razón se han desarrollado dispositivos de ayuda para el arranque, que consisten en unos calentadores o bujías de pre calentado, que funcionan en condiciones de motor frío. Las bujías de pre calentamiento se instalan a la cámara de combustión en alojamientos adecuados en la culata y proporcionan calor adicional al aire, durante la compresión.

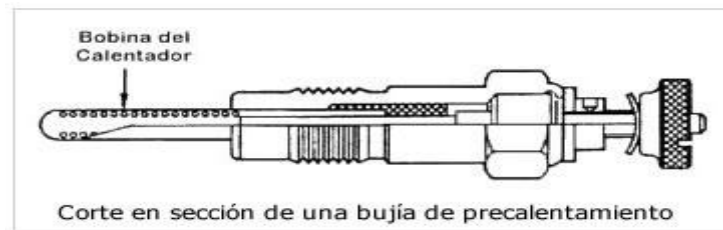


Figura 43. Corte bujía de precalentamiento.

Fuente. (Aficionados a la Mecanica, 2011).

El elemento incandescente se localiza en la punta de la bujía de pre calentamiento y su montaje queda en el lugar más apropiado de la cámara de combustión, junto al inyector. La bujía es una resistencia calentadora que recibe corriente desde el sistema eléctrico durante un período de tiempo, lo cual permite aumentar la temperatura en aproximadamente 800°C, en la actualidad las bujía han pasado de un tiempo de calentamiento de 20s a 7s u 8 segundos.

En algunos motores se instalan las bujías en el colector de admisión, para calentar el aire que se introduce en el cilindro. Puede haber varios calentadores en un motor, incluso una sola bujía que estaría en el colector de admisión, pero la disposición más normal es de una bujía por cilindro.

Tenemos los siguiente tipos de bujías:

- a) Bujías de una solo resitencia.- son de niquel, con tiempos de calentamiento de 20 y 30 segundos.
- b) Bujías de resistencia doble.- poseen una resitencia en la punta, y otra en la la vaina de valor variable. Tiene tiempos de

calentamiento de 7 a 8 segundos , la primera resistencia se calienta rápidamente y la segunda regula la temperatura impidiendo la fusión.

- c) Bujías de postcalentamiento.- resistencia reguladora (hierro-cobalto) y resistencias de calentamiento (níquel-cromo), tiempos de calentamiento de 5 segundos, alcanza una temperatura estable por debajo de los 1000°C y puede permanecer caliente hasta tres minutos sin sufrir daño.



Figura 44. Proceso de calentamiento de una bujía.

Fuente. (S.A., Ngk-dpower, 2009).

2.1.11 PROCESOS DE REPARACIÓN Y CALIBRACIÓN EN UN MOTOR Y SUS COMPONENTES.

El proceso de reparación de un motor, requiere de cinco pasos fundamentales para asegurar el debido rendimiento y la larga vida que un motor de hoy puede ofrecer:

- a) Diagnóstico.- en esta etapa, se realiza las pruebas específicas para determinar e identificar el o los daños que tenga el motor.

- b) Desarmado, inspección y verificación.- se utiliza los procesos adecuados sin dañar los componentes por el desarmado incorrecto ninguno de los componentes, posteriormente se examina los componentes para evaluar la extensión del daño o desgaste.

- c) Medición y Rectificación.- se realiza la medición de los componentes del motor, para determinar si es técnicamente y económicamente viable la reparación. Se utiliza equipo para la medición de lecturas que son más precisas de lo que se puede ver a simple vista. La rectificación permite que los componentes sean llevados a niveles de precisión, de acuerdo a lo recomienda el fabricante para su óptimo rendimiento y larga vida. Otros componentes se reemplazarán por completo.

- d) Limpieza.- la suciedad es uno de los enemigos del motor ya que se constituye de partículas abrasivas y otros contaminantes que aceleran el desgaste. Rajaduras, fisuras y otras averías pueden pasar desapercibidos en medio de la suciedad. Para el técnico que arma el motor, la limpieza juega un papel importante pues la suciedad, polvo y partículas o elementos extraños al motor pueden provocar atascamientos y desgastes prematuros, lo que reduciría la vida útil del motor.

- e) Ensamblaje y Verificación.- la etapa crítica, según las normas del fabricante aquí se combinan los elementos anteriores y se procede al armado. Con un sin número de pasos para completar el armado y poner en marcha del motor, esta etapa solicita de un trabajo profesional, minucioso y detallado.

2.1.11.1 RECTIFICADO BLOQUE DE CILINDROS.

Los procesos de rectificado en el bloque del motor se ejecutan en los cilindros y en la planitud de la superficie del bloque que se junta a la culata. La causa mayor para rectificar, es el desgaste causado por la fricción entre los segmentos y la pared del cilindro. Esta fricción produce una conicidad y un ovalamiento dentro del cilindro. Cuando estos se desgastan o sobrepasen los 0,15 mm (o la medida que indique el fabricante), es recomendable rectificar los cilindros del motor. Otra causa para rectificar el interior del cilindro, es el colado del pistón con el cilindro, dado que la pared del cilindro podría dañarse y en dicho caso se volvería necesario rectificar.

Durante el procedimiento de rectificado del bloque de cilindros hay que tomar en cuenta:

- Medir el desgaste, conicidad y ovalamiento del bloque de cilindros utilizando un alexómetro.
- Verificar que los parámetros recomendados por el fabricante posibilite el rectificado el cual brinda las medidas y piezas de una probable rectificación.

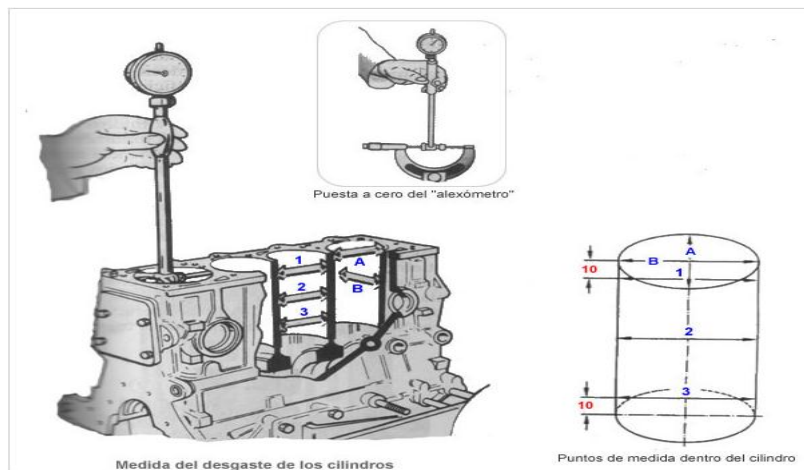


Figura 45. Manera en la que se mide el desgaste en los cilindros.

Fuente. (S.A., Mecanicafacil, 2006).

El fabricante puede autorizar hasta 4 rectificaciones a 0,2 mm cada rectificado, como también juegos de pistones y segmentos fabricados a las nuevas medidas de rectificación. Casi siempre los fabricantes tienen pistones fabricados en 0,1, 0,2, 0,4, y 0,8 mm, con respecto al diámetro original o genérico.

Tabla 4. Ejemplo de holguras de pistón cilindro

Sobre medidas Diámetro	Pistón	Diámetro Cilindro	Juego de montaje
Estándar	74,95	75	0,05 ± 0,01
0,1	75,05	75,1	0,05 ± 0,01
0,2	75,15	75,2	0,05 ± 0,01
0,4	75,35	75,4	0,05 ± 0,01
0,8	75,75	75,8	0,05 ± 0,01

Fuente. (S.A., Mecanicafacil, 2006).

Una sobre medida mayor a 0,8 mm provocaría un desgaste intolerable de las paredes del cilindro que no podría aguantar las explosiones del motor en su funcionamiento. El rectificado debe hacerse en cada cilindro a la

misma sobre medida, sin importar su daño, dejando igual cilindrada en todos y, por consiguiente, igual potencia. En otro caso, la inestabilidad de la potencia entre los cilindros daría lugar a alteraciones en el giro del motor y desequilibrios, que podrían crear la rotura de algún componente.

Si un cilindro está desgastado de manera que no exista la posibilidad de rectificarlo, se debe proceder al encamisado, que se basa en montar nuevas camisas en el cilindro. Con eso se vuelve al motor a su cilindrada original.

2.1.11.2 RECTIFICADO DE LA CULATA.

La culata es una parte importante del motor, por lo tanto se iniciará su rectificado si el fabricante lo permite. La verificación de planitud de la superficie inferior de apoyo con el bloque se ejecuta con la ayuda de una regla y un calibrador de galgas. Posicionada la regla se comprobará el juego entre la regla y la superficie con una galga calibrada, el cual debe ser inferior a 0,05 mm.

Si se encuentran deformaciones, se procede a la rectificación del plano, cuidando de retirar la menor cantidad posible de material, ya que con el rectificado se reduce el volumen de las cámaras de combustión y, en consecuencia, la relación de compresión aumenta.

Tabla 5. Averías en una culata.

Avería	Causas	Reparación
Perdida de planitud	Calentamiento excesivo, fallos del sistema de Refrigeración.	- Planificado y reparación de asientos de válvulas y Pre cámaras. - 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 - 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. (S.A., Mecanicafacil, 2006).

Los fabricantes de motores Diesel, suministran diferentes espesores de junta de culata, una, dos, o tres muescas. El grosor del empaque depende de la altura de los pistones con respecto a la superficie del bloque.

Cuando se rectifica la culata, se programa a la medida mínima posible. El técnico especializado, ajustará las pre cámaras y los asientos de las válvulas. Se rebajara a los asientos de las pre cámaras y a los asientos

de las válvulas la misma medida que se haya rebajado para el plano de la culata, evitando así, que las válvulas golpeen con los émbolos y dejando por encima del plano de culata $\pm 0,03$ mm. Si se rebajan los asientos es necesario el reglaje de taqués.

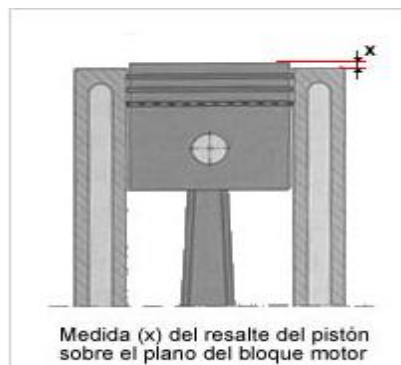


Figura 46. Medida de la cota X.

Fuente. (S.A., Mecanicafacil, 2006).

2.1.11.3 RECTIFICADO DEL CIGÜEÑAL.

Con el paso del tiempo y los kilómetros, por el giro del cigüeñal sobre sus cojinetes de apoyo, y así como en las bielas, se produce un desgaste, si este es excesivo, requiere cambiar los cojinetes. En ciertos casos se deforman los muñones o las muñequillas.

En este proceso se rectifica en menor proporción para que la superficie de apoyo del cojinete no se reduzca demasiado, a medida que se reduce, aumenta la presión unitaria y es por esto que no debe sobrepasarse una disminución de 1 mm al rectificar. Los cigüeñales se deforman longitudinalmente a consecuencia de los esfuerzos de torsión que experimentan. Por todo esto es necesaria una comparación de las

muñequillas y apoyos, con la ayuda de un micrómetro debe disponerse de las medidas estándar. (Estándar) dadas por el fabricante, así como un equilibrado del mismo.

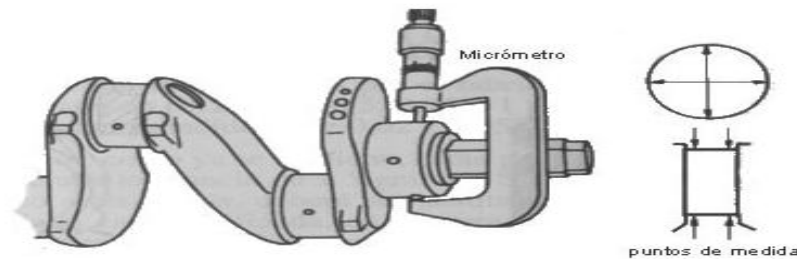


Figura 47. Medidas de desgaste de muñequillas y apoyos.

Fuente. (S.A., Mecanicafacil, 2006).

Para proceder al rectificado se deberá tener presente el menor valor obtenido de las lecturas y rectificar las muñequillas a la misma medida, caso contrario, el cigüeñal gira desequilibrado. Para los apoyos del cigüeñal deberá seguirse un procedimiento similar, aunque pueden rectificarse a distinta minoración que las muñequillas.

Tabla 6. Medidas estándar de un modelo y submedidas correspondientes a los distintos rectificados que pueden efectuarse.

Sobre medidas	Diámetro de apoyo	Diámetro de muñequilla	Juego de montaje máximo con los cojinetes
Estándar	60,00	48,00	0.05 ± 0,01
0,12	59,88	47,88	0.05 ± 0,01
0,25	59,75	47,75	0.05 ± 0,01
0,50	59,50	47,50	0.05 ± 0,01
0,75	59,25	47,25	0.05 ± 0,01
1	59,00	47,00	0.05 ± 0,01

Fuente. (S.A., Mecanicafacil, 2006).

Siempre que se observe un desgaste mayor de 0,05 mm se procede a la rectificación. En relación con el rectificado ya realizado, se montaran los cojinetes correspondientes a la submedida. El proceso de rectificado se realiza en máquinas especiales. Después del rectificado, el cigüeñal deberá pasar una inspección de alineación de los apoyos y muñequillas, para lo cual se colocará el cigüeñal sujeto por los extremos y con la ayuda de un reloj comparador se examina el proceso realizado.

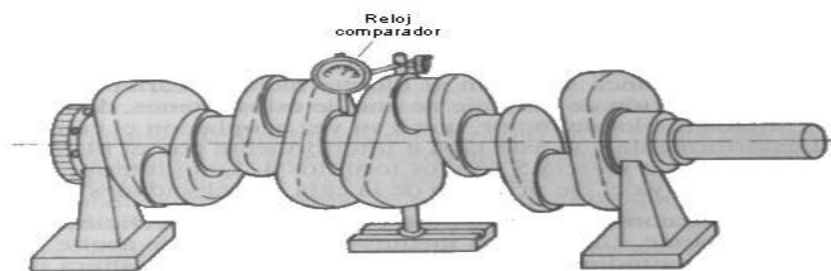


Figura 48. Comprobación de alineación.

Fuente. (S.A., Mecanicafacil, 2006).

La máxima tolerancia admisible es de 0,02 mm. Para controlar el equilibrio del cigüeñal una vez realizado el proceso de rectificación, se instalará el volante de inercia, de forma que extrayendo material donde corresponda, por mediación de vaciados en los contrapesos, o caso contrario se aplica una pasta especial llamada mastic para sumar peso, se logra el equilibrio del cigüeñal.

2.1.11.4 RECTIFICADO DE VÁLVULAS Y ASIENTOS DE VÁLVULA.

(S.A., Blogspot, 2010) Los desgastes entre el vástago de la válvula y su guía, así como las posibles deformaciones del vástago, se comprueban por medio de un reloj comparador, este se pone en contacto con la

periferia de la cabeza de la válvula, estando la válvula montada en su alojamiento. En estas condiciones, se hace girar la válvula sobre su eje, observando si existen desviaciones de la aguja del comparador, en cuyo caso el vástago o cabeza de válvula están deformados y es preciso sustituirla.

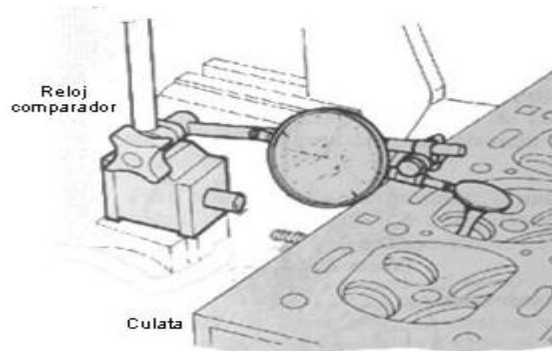


Figura 49. Comprobación del desgaste y deformación de la válvula.
Fuente. (S.A., Mecanicafacil, 2006).

La holgura entre el vástago y la guía de válvula se inspecciona moviendo la válvula lateralmente, para alejarla y acercarla del comparador. La diferencia de los valores obtenidos en ambas posiciones determina el huelgo existente, que en ningún caso debe de sobrepasar los 0,15 mm. Si la holgura es excesiva, se sustituirá la guía volviendo a verificar. La tolerancia de montaje entre guía y válvula va desde 0,004 a 0,01mm. En caso de sobrepasarla con la nueva guía, se sustituye también la válvula.

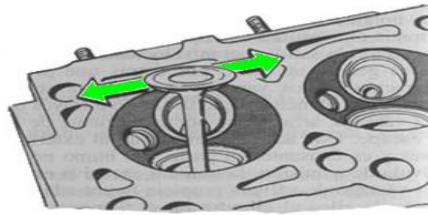


Figura 50. Holgura entre válvula y guía.
Fuente. (S.A., Mecanicafacil, 2006).

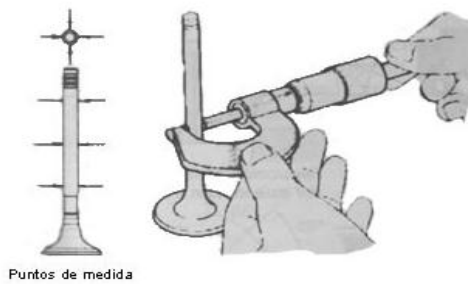


Figura 51. Desgaste del vástago de la válvula.
Fuente. (S.A., Mecanicafacil, 2006).

El proceso de rectificado de los asientos de válvula se realiza utilizando muelas abrasivas adecuadas, las cuales deberán tener un ángulo de inclinación semejante con el del asiento (por lo general de 45°), y consiste en eliminar material del asiento hasta que este quede completamente liso, de modo que la válvula acople perfectamente con él.

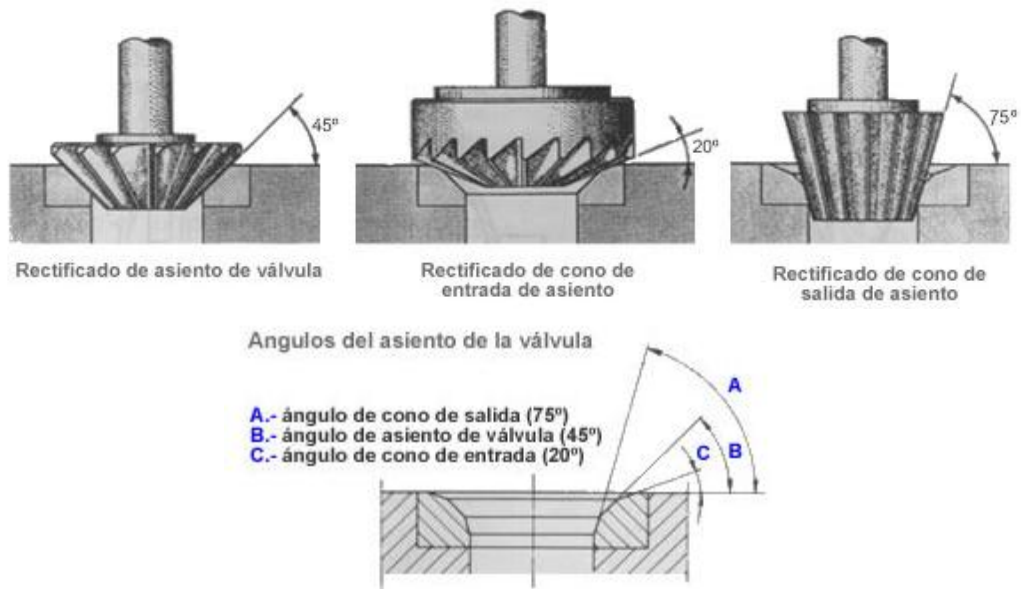


Figura 52. Muelas abrasivas de rectificado de asientos.
 Fuente. (S.A., Mecanicafacil, 2006).

En el proceso de rectificado de la válvula, se debe eliminar la menor cantidad posible de material con el fin de no debilitar la cabeza de la válvula. Es admisible un rectificado de hasta 0,5 mm. Si la cantidad de material a quitar es mayor, la válvula debe ser sustituida, aunque la mayoría de fabricantes aconsejan la sustitución de la válvula, dejando prohibido el rectificado de la misma.

Finalizada la operación de rectificado de válvulas y asientos, es necesario esmerilar con la finalidad de conseguir un mejor acoplamiento entre estos dos elementos, mejorando su estanqueidad en el cierre. Esta operación consiste en frotar la cabeza de la válvula contra su asiento, con ayuda de una ventosa, incluyendo entre ambas una pomada esmeril de grano sumamente fino.

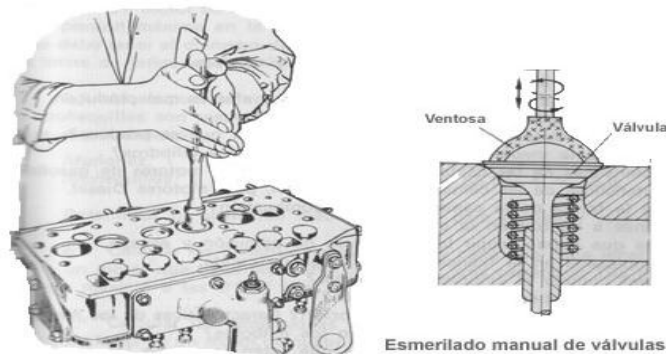


Figura 53. Esmerilado de válvulas.

Fuente. (S.A., Mecanicafacil, 2006).

Para comprobar que las superficies terminen con un acabado bastante afinado se realiza trazos de lápiz sobre el asiento y se restriega contra él la válvula en seco. Si los trazos desaparecen, el proceso ha sido realizado correctamente.

2.1.11.5 BOMBA DE INYECCIÓN ROTATIVA.

Estas bombas de inyección rotativas tipo VE han sido montadas en infinidad de motores Diesel para vehículos ligeros durante muchísimo tiempo. Son altamente fiables y duraderas, además su completa reparación es posible lo que le permite funcionar casi eternamente. La reparación es una tarea que requiere buenos conocimientos y un equipamiento especial, que solo encontramos en los talleres de inyección Diesel también denominados laboratorios de inyección, precisamente esto es debido a su alto grado de especialización e instrumental.

El plato de levas es la parte que más suele desgastarse con el uso ya que estas levas son las que "activan" o efectúan una presión interna. Por otro

lado es posible que internamente la bomba se encuentre deteriorada por desgaste normal, lo que requiere cambiar ciertas piezas y empaques.

2.1.11.6 CALIBRACIÓN DE BOMBA ROTATIVA.

Una vez reparada una bomba de inyección, se somete a una prueba en un simulador (banco de pruebas), para ajustar el suministro de combustible y verificar el trabajo del regulador de velocidad.

Para realizar las pruebas en el banco se debe considerar lo siguiente:

- a) Anotar los datos de la placa de la bomba.
- b) Buscar la hoja de pruebas de la bomba de inyección.
- c) Usar el aceite de prueba que indica el fabricante.
- d) El aceite debe estar entre 40 °C y 80 °C.

Las bombas de inyección rotativa son expuestas a las siguientes pruebas:

- a) Ajuste de la presión de transferencia.
- b) Ajuste del variador de avance de la inyección.
- c) Ajuste de la velocidad de corte.
- d) Ajuste del suministro máximo.
- e) Verificación del suministro en ralentí.
- f) Verificación del caudal de arranque.

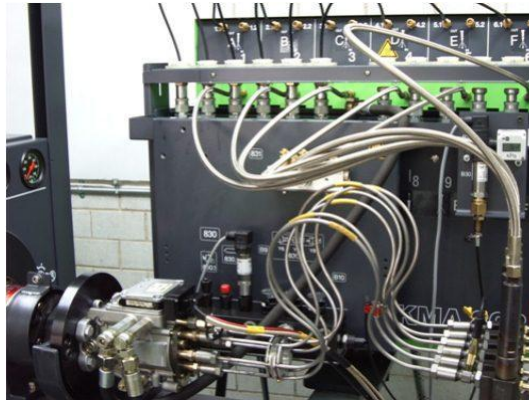


Figura 54. Banco de pruebas con bomba rotativa en calibración.

Fuente. (Almeida & Puma, 2013).

Para que un motor Diesel con un sistema de inyección mecánico funcione correctamente, es importante la sincronización entre, bomba de inyección y motor. La puesta a punto radica en hacer coincidir una posición del motor, normalmente en el PMS del primer cilindro en compresión, con una determinada elevación del émbolo de la bomba, en la salida de inyección adecuada.

El procedimiento para la puesta a punto de la bomba:

El tapón trasero se extrae de la bomba y en su lugar se acopla un soporte roscado para un reloj comparador. Esto permite medir la distancia recorrida émbolo de la bomba. Poco antes del PMS del motor, se localiza un punto muerto del recorrido del émbolo de la bomba, que es donde debe encerse el comparador.

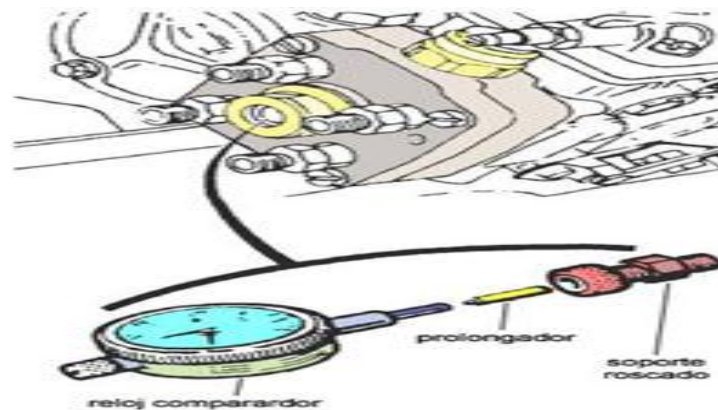


Figura 55. Manera de poner a punto la bomba.

Fuente. (S.A, Figuras, 2013).

Se gira el motor hasta la marca de PMS y se lee el valor del recorrido del émbolo, el cual debe coincidir con las especificaciones del motor y la bomba, para este caso el valor de ajuste es de $0,80 \pm 0,02$ mm. Si no concuerda se deberá ajustar girando la bomba de inyección antes de apretar las tuercas que aseguran la bomba a la placa de la distribución.

2.1.11.7 CALIBRACIÓN DE INYECTORES.

Al efectuar estas pruebas además se debe proteger las manos con guantes de goma o con una crema especial, es aconsejable usar gafas de seguridad. Las pruebas a las que se someten los inyectores son las siguientes:

1. Prueba de "zumbido" del inyector.- permite examinar si la válvula de aguja oscila durante la inyección, ya que al hacerlo produce el característico sonido. Si no existe un zumbido o este es irregular lo

más posible es que el inyector se halle en mal estado, o a que la válvula de aguja se pega.

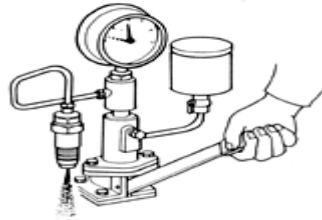


Figura 56. Herramienta comprobadora de inyectores Diesel.

Fuente. (S.A, Inetplus).

2. Forma del chorro.- permite establecer la tobera y válvula de aguja del inyector está sucio o dañado. El chorro debe ser regular, en forma de abanico, centrado, sin interrupciones ni estrías y sin goteo.

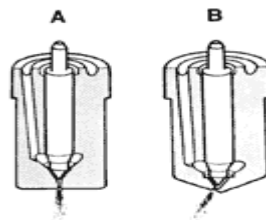


Figura 57. Formas de chorro de inyectores diesel.

Fuente. (S.A, Inetplus).

3. Presión de apertura del inyector.- si la presión de apertura es superior a la establecida, se debe, al pegado de la aguja, a una obstrucción de uno o varios orificios de la tobera, o a una precarga defectuosa. Si la presión de apertura es inferior a la establecida se debe, a que la válvula de aguja está pegada en posición abierta, el muelle fisurado o a que la precarga de este último sea incorrecta.

4. Para la prueba de goteo de los inyectores.- cada motor señala un determinado valor de verificación, expresado en presión y segundos. El inyector deberá mantener la presión prescrita durante un tiempo determinado sin que se produzca ninguna fuga de combustible.

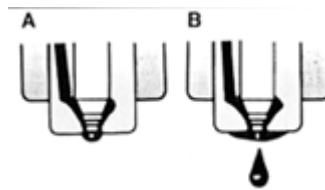


Figura 58. Prueba de goteo inyectores Diesel.

Fuente. (S.A, Inetplus).

5. La prueba de fugas en el interior del inyector.- permite examinar el grado de desgaste en el interior del conjunto debido a falta de estanqueidad entre las dos partes del cuerpo del inyector, o al desgaste producto de la fricción entre la aguja y su alojamiento.

2.2 GLOSARIO DE TÉRMINOS.

Tabla 7. Glosario y abreviaturas.

ACEA	Asociación de Constructores Europeos de Automóviles. Con sede en Bruselas, agrupa y defiende los intereses de los fabricantes europeos de coches y camiones a nivel continental.
Aditivo	Es un compuesto químico que es adicionado en pequeñas a una sustancia.
Afinamiento	Serie de pruebas y ajustes para mantenimiento del motor y, mejorar la performance o rendimiento de los componentes.
Aislador	Aparato o material, que permite poca o ninguna conducción de

	calor o electricidad.
Alabeo	Curvatura de un tablero, placa.
Aleación	Mezcla de dos o más metales, para formar otro. Por ejemplo: el latón es una aleación de cobre y zinc.
Alexometro	Sirve para medir diámetros interiores
API	Instituto Americano de Petr6leo.
Asiento	Superficie sobre la cual se asienta alguna pieza (una v6lvula por ejemplo)
Axial	Del eje o relativo a 6l.
Azul de Prusia	Pigmento azul, que sirve para calibrar holguras, al manchar las superficies.
Balero (rodamiento, rodaje) (bearing)	Cojinete de balines cil6ndricos, o esf6ricos, acomodados dentro de una estructura, cuyo trabajo es soportar la rotaci6n constante de una rueda, faja, banda, etc. Los baleros, necesitan estar engrasados, todo el tiempo de lo contrario, el calor y el movimiento de rotaci6n deformaran estos balines, dando como consecuencia ruidos, y tronidos molestos.
Banda	Tira circular de hule, que se utiliza para trasladar la fuerza de rotaci6n del cigüeñal.
Caballo de fuerza	Unidad de potencia o de trabajo. En el sistema ingles equivale a 33,000 pies/libra de trabajo por minuto y su abreviatura es HP. En el sistema m6trico equivale al esfuerzo requerido para levantar a 1m de altura en un segundo, 75 kg de peso.
Calibraci6n	El acto de determinar o rectificar las graduaciones que usa un instrumento de prueba.
Calibre	Dimensi6n del di6metro interno de un objeto hueco.
C6mara de combusti6n	Espacio que queda entre la cabeza del cilindro, y la parte superior del pist6n en (punto muerto superior) donde se lleva a cabo la combusti6n.
Carga	Cualquier condici6n donde hay electricidad disponible. Restaurar los materiales activos en una celda de bater6a, para invertir el6ctricamente la acci6n qu6mica.
Carga	La cantidad de trabajo que el motor debe hacer. Cuando el veh6culo acelera r6pidamente desde un punto detenido, o desde una baja velocidad, el motor se somete a una carga

	pesada.
Carga parcial	El acelerador se abre entre marcha mínima, y abierto total.
Carga total	La condición de carga del motor cuando el acelerador está totalmente abierto. La carga total puede ocurrir a cualquier rpm (revoluciones por minuto).
Carrera	Movimiento completo del punto superior, al punto inferior, o del punto inferior, al punto superior, de un pistón de motor.
Chaveta	Clavija, pasador que se pone en el agujero de una barra e impide que se salgan o giren las piezas que están sujetas en la barra.
Colector	Tubo que tiene una serie de derivaciones
Densidad	Peso de un volumen dado de un líquido, comparado con el peso de un volumen igual de agua. Se mide con un densímetro
Émbolo	Pistón.
Emisiones	Partes sin quemar de la mezcla de aire/combustible que se suelta en el escape. Se refiere en su mayor parte al "CO" (monóxido de carbono), al HC (hidrocarburos), y al NOx (óxido).
Espárragos	Son tornillos sin cabeza y roscados por ambas partes
Excéntrico	Fuera de centro. Un lóbulo del eje, que tiene un centro diferente al del eje.
Ft.	Medida de longitud pie.
Fuerza	Es todo agente capaz de modificar la cantidad de movimiento o la forma de los materiales.
Índice de cetano	Medida de susceptibilidad de autoencendido de un carburante.
Índice de octano	Medida a la resistencia de inflamación por autoencendido de un carburante.
Junta	Material comprimible, que se coloca entre dos superficies correlativas rígidas, para cubrir pequeñas irregularidades de estas, y sellarlas.
Kg.	Kilogramo.
KPa.	Kilo Pascales medidas de presión.
Lb.	Libras.
Masa	Es una medida de la cantidad de materia que posee un cuerpo.
Mecanizar	Es un proceso de fabricación que comprende un conjunto de operaciones de conformación de piezas mediante la eliminación de material, ya sea por arranque de viruta o por abrasión.

mm.	Milímetros.
Muelles antagonistas	Resortes que actúan en efecto contrario.
Multigrado	Un aceite que se ha probado a más de una temperatura, así que, tiene más de un número de viscosidad de SAE (sociedad de ingenieros automotrices).
Múltiple	Tubo que tiene una serie de derivaciones
N.	Newton unidad de Fuerza.
Orden de encendido	Orden en que ocurre la combustión, en los cilindros de un motor.
Par	O torque es el momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia.
Potencia	Trabajo realizado por unidad de tiempo. Las unidades de medida más comunes son el kilovatio y el caballo de vapor (1 CV=0,736 KW). Es una de las cifras más representativas del rendimiento de un motor, junto con el par motor.
Plastigauge	Es un material plástico, de la consistencia de la cera, que se puede comprimir en forma pareja entre el cojinete y las superficies del muñón sin dañar ninguna de ellos, y obtener la holgura que existe entre ellos.
Presión	Es una magnitud física que mide como la proyección de la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie (esa magnitud es escalar
Psi	Es equivalente a una fuerza total de una libra actuando en una pulgada cuadrada.
Puntos Muertos	Puntos de inversión del pistón en los finales de la carrera.
Ralentí	Marcha mínima.
Rectificado	Acción de corregir o modificar, componentes de un motor, usando maquinas especiales [tornería, machine shop] Ejemplo. Rectificar o cepillar la cabeza o culata, rectificar los cilindros de un motor etc.
Relación de compresión	Relación entre la cámara de combustión máxima por encima del punto muerto inferior y la cámara de compresión.
SAE	Sociedad de Ingenieros Automotrices.
Std.	Estándar.

Superposición del Árbol de levas	Periodo de rotación del árbol de levas en grados, durante la cual tanto las válvulas de admisión, como la de escape están abiertas.
Torsión	fuerza torsional giratoria que se mide en pies-libra, o newton-metros
Trabajo	Producto de la fuerza ejercida sobre un cuerpo por su desplazamiento. (Julio unidad SI)
Vacío	Ausencia total o parcial de aire, presión inferior a la atmosférica.
Viscosidad	La tendencia de un líquido, tal como el aceite, para resistirse a fluir.
Volatilidad	La facilidad con que un líquido, cambia de estado a vapor de gas

Fuente. (Almeida & Puma, 2013).

2.3 INTERROGANTES.

- ¿Es técnicamente viable la reparación del Motor Diesel Isuzu de 1.800 C.C. turbo cargado de propiedad de la Universidad técnica del Norte?
- ¿Sí el Motor Diesel Isuzu de 1.800 C.C turbo cargado es reparado y calibrado cumplirá con un desempeño óptimo de acuerdo a su año de fabricación?

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA.

3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN.

3.1.1.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA.

La investigación bibliográfica como parte esencial de un proceso de investigación científica, instituyéndose en una maniobra donde se observa y reflexiona metódicamente sobre circunstancias (teóricas o no) usando para ello varios tipos de documentos. Analiza, explica, exhibe antecedentes e indagaciones sobre un tema determinado de cualquier ciencia, teniendo como objetivo obtener resultados que pudiesen ser pilar para el desarrollo de la creación científica.

3.1.1.2 INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA.

Es la acción que a través de la utilización del método científico está orientada a descubrir nuevos conocimientos, a la que subsiguientemente se le buscan aplicaciones prácticas. Para el diseño o progreso de un producto, procesos industriales o maquinaria y equipo. En la investigación tecnológica, lo que le interesa fundamentalmente, son los resultados prácticos.

3.1.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.

3.1.2.1 EL MÉTODO CIENTÍFICO.

Está respaldado por dos bases fundamentales. La primera de ellas es la reproducibilidad, que es la capacidad de repetir un determinado experimento. Se basa, básicamente, en la comunicación y divulgación de los efectos obtenidos. La segunda base es la refutabilidad, que es una propuesta científica que puede ser falsada o refutada. Esto involucra que se podrían delinear ensayos, que den resultados distintos a los esperados, rechazarían la hipótesis.

3.1.2.2 MÉTODO INDUCTIVO Y DEDUCTIVO.

Inducción.- es un modo de razonar que va:

- De lo particular a lo general.
- De una parte a un todo.

Inducir es ir más allá de lo evidente. La generalización de los eventos es un proceso que vale de estructura a todas las ciencias experimentales, ya que éstas; como la física, la química y la biología se basan en la observación de un fenómeno y posteriormente se realizan indagaciones y ensayos que conducen a los científicos a la generalización.

Deducción.- es un tipo de razonamiento que nos lleva:

- De lo general a lo particular.
- De lo complejo a lo simple.

Si el progreso de la ciencia se procurara sólo en función de la deducción, el aporte sería mínimo. Esto se debe a que el conocimiento humano es restringido. La inducción y la deducción no son diferentes vías de pensamiento, ambas son vías de consecuencia.

La consecuencia deductiva se muestra cómo un principio general, reposa en un grupo de hechos que son los que lo componen como un todo. Cuando usamos simultáneamente los métodos de consecuencia inductiva y deductiva para buscar la solución de un inconveniente científico indicamos que se está usando el método inductivo–deductivo.

CAPÍTULO IV

4. MARCO ADMINISTRATIVO.

4.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

Tabla 8. Cronograma de actividades.

	JULIO 2012				AGOSTO 2012				SEPTIEMBRE 2012				OCTUBRE 2012				NOVIEMBRE 2012				DICIEMBRE 2012				ENERO 2013				FEBRERO 2013				MARZO 2013				ABRIL 2013			
ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CONCLUSIONES																																	X	X	X	X	X	X	X	X
ANEXOS																																					X	X	X	X
ASPECTOS ADMINISTRATIVOS																																					X	X	X	X
ELABORACIÓN TRABAJO PRACTICO					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
DETALLES FINALES PROYECTO																																					X	X	X	X

Fuente. (Almeida & Puma, 2013)

4.2 RECURSOS.

4.2.1 HUMANOS.

El presente trabajo práctico investigativo se elaboró por los señores pertenecientes a la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz:

Byron Marcelo Puma Morales

José Israel Almeida Morales

Ing. Carlos Mafla (Director de tesis)

4.2.2 INSTITUCIONALES.

- En el taller propio de uno de los autores.
- Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.
- Talleres automotrices independientes.

4.2.3 ECONÓMICOS.

Tabla 9. Gastos realizados.

DESCRIPCIÓN	VALOR
Trabajos de rectificación	\$ 220,00
Kit de reparación del motor	\$ 220,00
Juego De Empaques Isuzu	\$ 120,00
Trabajos De Mecanizado y suelda	\$ 580,00
Kit Reparación Turbo	\$ 130,00
Calibración De Bomba Y Empacada	\$ 160,00
Estructura De Soporte	\$ 150,00
Pinturas	\$ 35,00
Pernos	\$ 30,00

Recambios varios	\$ 230,00
Radiador y refrigeración	\$ 190,00
Cableado , Componentes Eléctricos e instrumentación	\$ 270,00
Varios	\$ 125,00
Gastos De Operación Taller	\$ 50,00
Gastos Administrativos	\$ 500,00
	\$ 3.110,00

Fuente. (Almeida & Puma, 2013).



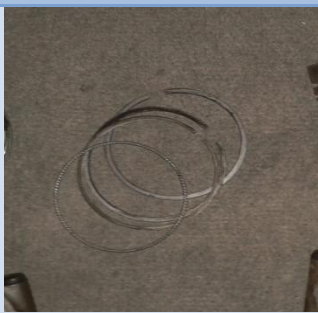



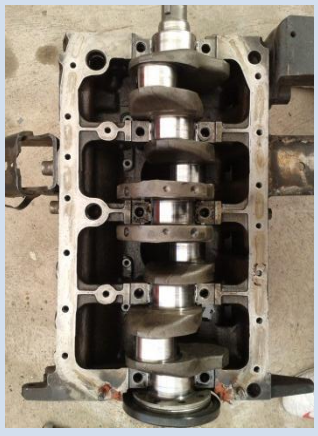

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.


Tabla 10. Análisis e interpretación de resultados.









ESTADO INICIAL		ESTADO DE RESULTADOS	
	El motor Diesel no presentaba condiciones óptimas para su funcionamiento debido a la carencia de partes y el mal estado de otras.	Datos importantes del motor obtenidos mediante investigación:	Serie de motor: 4FB1
	Partes faltantes: Motor de arranque, radiador y mangueras, polea y banda de accesorios, sistema de escape, conexiones eléctricas, batería, acelerador, filtros, conexiones turbo.		Número de válvulas: 8.
			Potencia: 51hp. Torque: 72Lbf-pie. Bomba de inyección: Bomba rotativa tipo VE. Año de fabricación: 1979-1987.

	<p>El bloque de cilindros, los pistones, y cigüeñal, se encentraban demasiado tiempo sin aceite y a expensas de impurezas.</p>		<p>Para la limpieza tanto del interior como del exterior del bloque de cilindros, cigüeñal, y pistones se lo sumerge en una fosa con sosa cáustica.</p>
	<p>Los cilindros no presentaban mayor desgaste, su diámetro estaba dentro del rango (84.00mm-84.2mm).</p>		<p>Se procedió a un pulido superficial llamado bruñido que asegura la estanqueidad tanto del aceite como de la compresión.</p>
	<p>El cigüeñal presentaba rajaduras, superficiales que excedían los 0.05mm.</p>		<p>El cigüeñal fue rectificando que dando con un diámetro de muñequillas 1.914 pulg., apoyos 2.191 pulg.</p>
	<p>Los cojinetes de biela y bancada presentaban rajaduras muy pronunciadas.</p>		<p>Se colocó cojinetes de biela y bancada nuevos sobre medida de 0.010 pulg.</p>

	<p>Los pistones presentaban exceso de carbón en sus cabezas y partes.</p>		<p>Se limpió los pistones su cabeza y las ranuras de alojamiento de segmentos.</p>
	<p>Los segmentos presentaban desgaste cuando se calibraron sus holguras.</p>		<p>Se compró nuevos segmentos std, y se calibro su holgura entre puntas en 0.584 mm.</p>
	<p>El desmontaje de los pistones no presenta mayor dificultad, se extrae hacia la parte de la culata.</p>		<p>En el montaje se lubrica con abundante aceite las partes, y con ayuda de una prensa se comprime los segmentos y se colocan los pistones.</p>
	<p>En el desmontaje ninguno de los pernos presentaba un par de ajuste adecuado.</p>		<p>Se colocó el cigüeñal ya con las holguras en apoyos y muñequillas de 0.03 plg y con un par de ajuste de 60lbf-pie en tapas de biela y 72lbf-pie en tapas de cigüeñal.</p>

	<p>Los obturadores de aceite estaban en mal estado sin ya realizar su función.</p>		<p>Se colocó nuevos obturadores, con grasa y con ayuda de un martillo de goma.</p>
	<p>Se extrajo las tuberías de lubricación a chorro y el colador, se encontraban con residuos de aceite y otros cuerpos extraños.</p>		<p>Se colocó tuberías y colador las mismas que fueron limpiadas librándolas de cualquier contaminante, los pernos se ajustó de acuerdo a su par especificado.</p>
	<p>El cárter no estaba ubicado en el motor, no tenía empaque y sin existencia de ningún perno de sujeción</p>		<p>Se procedió con un lavado intensivo, luego con una capa de pintura y después con su colocación con pernos y empaque nuevo.,</p>
	<p>Al momento de analizar la bomba se encontró con picaduras en la superficie y excesivo desgaste.</p>		<p>Se cambió el conjunto de bomba rotores, empaque y retenedor.</p>

	<p>El soporte no presentaba las condiciones adecuadas, falta de bases de caucho, malas soldaduras.</p>	 	<p>Se fabricó un soporte estético de acuerdo al peso a soportar, con sus bases respectivas y demás soportes para el resto de partes.</p>
	<p>Se revisó el sello de estanqueidad y el rodamiento, también su holgura que no debe superar 0.2 mm.</p>		<p>Se revisó todos los parámetros, la bomba se encontraba en buen funcionamiento se cambió el empaque y procedió a colocarla.</p>
	<p>Mal estado de los neplos, y de rodela que hacían sello junto a los tapones el empaque no cumplía su función.</p>		<p>Se colocó un empaque nuevo, rodela nueva, y neplos nuevos para la salida de lubricación al turbo, un filtro de aceite, se sujetó al motor con pernos nuevos dándoles su par de apriete correcto.</p>
	<p>Los rodamientos tanto el templador de la banda y el auxiliar se</p>		<p>Se colocó rodamientos nuevos con la ayuda de una prensa hidráulica.</p>

	<p>encontraban con exceso de desgaste.</p>		
	<p>El empaque se encontraba en mal estado y los pernos sin un par de apriete correcto.</p>		<p>Se instaló la culata con empaque nuevo y un par de ajuste para sus pernos de 101.3 Lbf-pie.</p>
	<p>La flauta de balancines presentaba fisuras y torceduras a lo largo de su cuerpo.</p>		<p>Se maquinó un eje de balancines sobre otro de similares característica tomando en cuenta orificios de lubricación y holguras con los apoyos.</p>
	<p>Presentaban rajaduras y un desgaste muy superficial. Que no excedían los rangos permitidos.</p>		<p>Se realizó un pulido muy superficial a balancines y eje de levas.</p>
	<p>Los soportes de la flauta de balancines se encontraban fisurados, soldados, y solo una era original.</p>		<p>Se maquinó, soldó nuevos soportes, se tomó en cuenta los orificios de lubricación y la holgura con la flauta.</p>

	<p>Mal estado de sellos de guías de válvulas y una culata con demasiadas impurezas.</p>		<p>Se limpió la culata sumergiéndola en sosa cáustica, se cambió guías de válvulas, se rectificó válvulas se asentó válvulas, y se cambiaron sellos de válvulas.</p>
	<p>Los inyectores se encontraban trabados sus toberas, por la falta de uso e impurezas.</p>		<p>Se limpió las partes internas de los inyectores después se comprobó su correcto funcionamiento.</p>
	<p>Empaques en mal estado y presencia de suciedad en partes internas.</p>		<p>Se higienizo por completo la bomba y sus partes internas. Se cambió todos los empaques de la bomba. No se reemplazó partes internas de la bomba.</p>
	<p>La bomba presentaba un largo tiempo de desuso y demasiada manipulación.</p>		<p>Se calibro la bomba en el banco, obteniendo resultados dentro de los rangos que exige el fabricante.</p>

	<p>El turbo presentaba suciedad, desgaste de partes internas, falta de pernos y de una correcta base se sujeción.</p>		<p>Se cambió todas las partes que tenían desgaste, se instaló un empaque entre colector y turbo con un espaciador adecuado y pernos.</p>
	<p>No presentaba sistema de escape.</p>		<p>Se fabricó un sistema de escape con espaciador para el turbo y silenciador.</p>
	<p>No presentaba tubería de admisión.</p>		<p>Se fabricó la tubería de admisión, partes flexibles y una rígida con sus respectivas abrazaderas.</p>
	<p>No presentaba cañerías de lubricación hacia el turbo.</p>		<p>Se colocó cañerías de lubricación al turbo, la de entrada hecha a medida con rodela y neoprenos nuevos.</p>

	<p>No presentaba banda ni poleas de accesorios.</p>		<p>Se instaló una polea de accesorios nueva, se maquino y soldó la polea de bomba de agua y se colocó una banda nueva.</p>
	<p>La banda de distribución presentaba desgaste.</p>		<p>Se cambió la banda de distribución por seguridad.</p>
	<p>No presentaba mangueras de refrigeración, radiador ni ventilador en buen estado.</p>		<p>Se colocó mangueras nuevas, radiador y se reconstruyó el ventilador.</p>
	<p>El depósito de combustible no cumplía con los requerimientos del motor reparado.</p>		<p>Se fabricó un depósito de combustible a medida.</p>

	<p>No existían tuberías de alimentación, de retorno ni filtro de combustible.</p>		<p>Se instaló base y filtro de combustible, tuberías de alimentación y retorno, bomba de alimentación auxiliar y pre filtró.</p>
	<p>No presentaba motor de arranque.</p>		<p>Se colocó un motor de arranque adecuado y se calibro para que funcione correctamente.</p>
	<p>No mostraba un tablero de instrumentos adecuado, sin sistema eléctrico, ni control de aceleración.</p>	 	<p>Se fabricó con tablero de instrumentos de acero inoxidable y sistema eléctrico, se colocó manómetros, interruptor de encendido, botón para bujías de precalentamiento, botón arranque. Y mando de aceleración.</p>
	<p>El alternador no era el adecuado para el motor, además no funcionaba.</p>		<p>Se cambió de alternador por uno que presente las condiciones adecuadas de carga.</p>



Fuente. (Almeida & Puma, 2013).

5.1 RESPUESTA A LAS INTERROGANTES.

- ¿Sí el Motor Diesel Isuzu de 1.800 C.C turbo cargado es reparado y calibrado cumplirá con un desempeño óptimo de acuerdo a su año de fabricación?

Después de haber realizado la reparación y calibración que culminó con éxito y resultados satisfactorios. La misma que demandó tiempo debido a la falta de información, complejidad de los daños del motor, partes faltantes, recambios totales, fabricación e importación de partes.

Se debe considerar además que se realizó de manera correcta cada proceso, siguiendo muy rigurosamente lo que recomendaba el fabricante. El proyecto presenta todas las características favorables para contribuir a la implementación del taller de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, y presenta un desempeño óptimo de acuerdo a su año de fabricación.

Esto se demuestra en las pruebas hechas en el motor como son la medición de presión de compresión que dio como resultado en cada pistón una presión de 240 PSI, también todas las medidas realizadas a lo largo del proceso de rectificación como son la holgura entre cigüeñal y cojinetes que es de 0.03 pulgadas, distancia entre puntas de anillos que es de 0.584 mm. Otras pruebas realizadas en la bomba de inyección que son las de entrega de caudal, ejemplo de estas es la prueba de ralentí que se realiza a 274RPM con 100 strokes entregando 1.3cm^3 . Todas las pruebas anteriormente enunciadas y otras también importantes se encuentran detalladas en el capítulo VI de este presente trabajo de investigación.

- ¿Es técnicamente viable la reparación del Motor Diesel Isuzu de 1.800 C.C. turbo cargado de propiedad de la Universidad Técnica del Norte?

Como antecedente, se debe indicar que el análisis inicial no mostraba muchos de los daños más relevantes del motor, de manera que después de realizar un completo desmontaje de las piezas, se pudo tener una idea más clara del estado real.

Se consideró todos los procedimientos más importantes a ejecutar como son rectificado, fabricación de ciertas piezas faltantes o dañadas en su

totalidad, calibraciones de la bomba de inyección. También se determinó un presupuesto de acuerdo al mercado e imprevistos que podrían darse.

Se llegó a la conclusión de que el proyecto era técnicamente viable, ya que se tenía a favor el conocimiento obtenido a lo largo de los 5 años de estudio, el criterio, la información bibliográfica y tecnológica, también se disponía de la herramienta e implementación, el lugar adecuado y el presupuesto para cubrir con todos los gastos.

5.2 SOCIALIZACIÓN.

5.2.1 TEMA.

“Reparación y puesta a punto de un motor Diesel Isuzu de 1800 c.c. turbo cargado”.

5.2.2 OBJETIVO.

Socializar el tema de trabajo de grado con los estudiantes de último nivel de la carrera de Ingeniería de Mantenimiento Automotriz.

5.2.3 DESARROLLO.

La socialización dio inicio a las 4h00 pm con las palabras de bienvenida por parte del Ing. Carlos Mafla Yépez, tutor de trabajo de grado y docente de la Universidad Técnica del Norte, la socialización estuvo a cargo de los autores del trabajo de grado dando como finalizado a las 5h30 pm del día

Lunes 22 de Abril del 2013, con una duración de una hora con treinta minutos.

Temas tratados:

- **Introducción motores Diesel.**
- **Diferencias entre motor Diesel y Otto.**
- **Principios de funcionamiento.**
- **Órganos del motor Diesel.**
- **Sistema de distribución.**
- **Sistema de alimentación de combustible.**
 - *Bomba de alimentación.*
 - *Filtrado de combustible.*

- **Bomba de inyección rotativa.**
 - *Sección de baja presión.*
 - *Sección de alta presión.*
 - *Variador de avance.*
 - *Inyectores.*

- **Sobrealimentación.**
- **Turbocompresor.**
- **Sistema de lubricación.**
- **Sistema de refrigeración.**
- **Sistema de carga y arranque.**
 - *Dispositivos de ayuda al arranque.*

- **Procesos de reparación y calibración en un motor y sus componentes.**
 - *Desmontaje partes externas e internas.*

- *Generalidades.*
- **Procesos de rectificado.**
- **Rectificadora.**
 - *Bloque de cilindros y pistones.*
 - *Cigüeñal.*
 - *Culata.*
 - *Válvulas y asientos de válvulas.*
 - *Conjunto de balancines.*
 - *Árbol de levas.*
- **Mecanización.**
 - *Eje de balancines.*
 - *Apoyos del eje de balancines.*
- **Reacondicionamiento.**
 - *Holgura entre puntas del segmento.*
 - *Holgura entre el segmento y la ranura del pistón.*
 - *Medición del juego radial del cigüeñal.*
 - *Bomba de aceite.*
 - *Revisión de inyectores.*
 - *Turbo compresor.*
 - *Restauración y calibración bomba de inyección.*
 - *Puesta a punto banco de pruebas.*
- **Ensamblaje del motor.**
 - *$\frac{3}{4}$ de motor.*
 - *Culata.*
 - *Partes complementarias.*
 - *Bomba de inyección y tuberías.*
 - *Turbo compresor.*
 - *Correa de distribución.*

- *Tapa válvulas y calibración de válvulas.*
- *Sistema de alimentación de combustible.*
- *Sistema eléctrico y tablero de instrumentos.*



Figura 59. Socialización.

Fuente. (Almeida & Puma, 2013).

Participación:

La socialización fue dirigida a los estudiantes de decimo nivel de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

5.2.4 CONCLUSIONES.

- La socialización permitió dar a conocer el material entregado que implementará el taller.
- Se expuso todo el módulo de reparación y puesta a punto basado en el motor Isuzu de serie 4FB1.

CAPÍTULO VI

6 PROPUESTA ALTERNATIVA.

6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA.

REPARACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE UN MOTOR DIESEL ISUZU DE 1.800 C.C. TURBO CARGADO.

6.2 JUSTIFICACIÓN.

En la reparación y puesta a punto del Motor Diesel se requirió de todo el ingenio, criterio, habilidad, conocimiento e investigación de cada uno de los autores lo que permitió que, al culminar este proceso se obtengan los resultados deseados.

Este motor a Diesel ayudará a la implementación del Taller de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, ya que los motores a Diesel se están perfilando para convertirse en los dueños del mercado automotriz, por su desempeño y sobre todo porque son menos contaminantes que un motor a gasolina.

6.3 FUNDAMENTACIÓN.

Los motores Diesel seguirán siendo por muchos años uno de los tipos de accionamiento más importantes en autos para pasajeros. Bosch, uno de

los proveedores mundiales líderes de sistemas Diesel, sostiene que el enorme potencial de desarrollo tecnológico de este tipo de motores se debe al bajo consumo de combustible y a las disminuciones en sus emanaciones. El poseer un buen manejo de este tema prepara para enfrentar las dificultades en el campo laboral, aportando con soluciones rápidas, precisas y factibles que cumplirán con los requerimientos a futuro.

Convencidos de lo anteriormente expuesto, es importante para los autores aportar con un motor Diesel completamente reparado en funcionamiento y un módulo guía de reparación y puesta a punto, dirigido a la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

6.4 OBJETIVOS.

6.4.1 GENERAL.

Reparar y poner a punto de un motor Diesel Isuzu de 1.800 c.c. turbo cargado.

6.4.2 ESPECÍFICOS.

- Reconstruir el sistema de refrigeración.
- Construir un sistema de escape para el motor.
- Fabricar el sistema eléctrico.
- Reparar el turbo compresor.
- Reparar y calibrar la bomba de inyección.
- Reparar el sistema de carga y arranque.

- Construir un soporte para el motor.
- Restaurar el sistema de alimentación de combustible de baja presión.

6.5 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

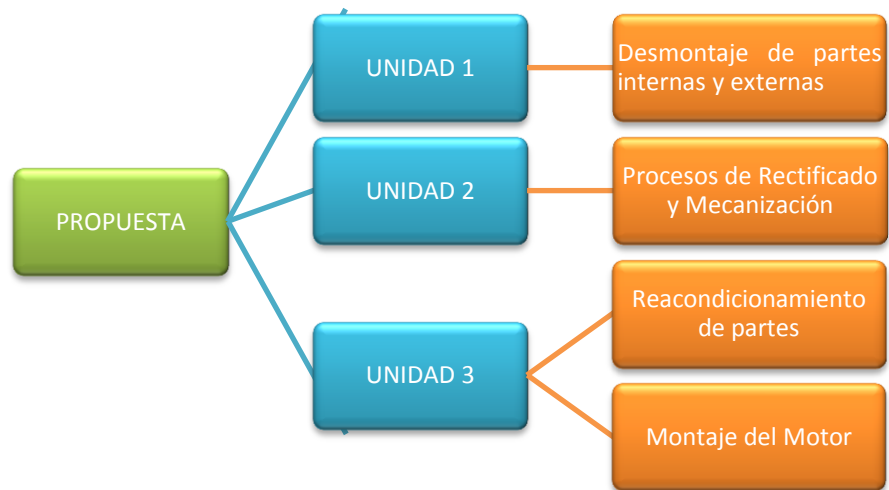
6.5.1 TEMPORAL.

EL proyecto se realizó en el período comprendido entre julio del 2012 hasta abril 2013.

6.5.2 ESPACIAL.

El proyecto se desarrolló en la ciudad de Ibarra, en el taller propio de uno de los autores, ubicado en la Ciudadela. Del Chofer calles Chile 4-85 y Uruguay.

6.6 DESARROLLO DE LA PROPUESTA.



TEMA.

Desmontaje de partes internas y externas.

OBJETIVO.

Desmontar cada una de las partes que componen el motor.

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS.

- **Aplicación de una prueba de diagnóstico, que nos permita identificar los conocimientos previos que los estudiantes tienen sobre este tema para dar inicio con los temas que requieran fortalecerlos.**
- **Presentación del tema de clase, sus objetivos, las estrategias de enseñanza a emplearse y los resultados que se persigue.**
- **Formación de pequeños debates y establecimiento de conclusiones sobre el tema que se haya y tratado.**
- **Evaluación teórica practica sobre los principales temas expuestos y explicados en la hora de clase.**

6.6.1 DESMONTAJE PARTES EXTERNAS E INTERNAS.

Instrucciones generales de reparación.

- Antes de realizar cualquier operación de servicio de montaje o desmontaje con el motor, desconecte el cable de puesta a tierra de la batería, esto reducirá la probabilidad de daño del cable y cortocircuitos.
- Utilice siempre la herramienta adecuada o herramientas para el trabajo a mano.
- Utilizar piezas y repuestos originales.
- Nunca vuelva a usar chavetas, juntas, arandelas de seguridad y tuercas autoblocantes, desecharlos al quitarlos, y remplace por otras nuevas.
- Siempre mantener las piezas desarmadas de forma ordenada en grupos, esto asegurará una operación de montaje organizado. Es

importante mantener las piezas de fijación por separado, estas piezas varían en dureza y diseño, en función de su posición de instalación.

- Todas las partes deben ser limpiadas cuidadosamente antes de la inspección o montaje. Los elementos de aceite y otras aberturas deben limpiarse con aire comprimido para asegurarse de que estén completamente libres de obstrucciones.
- Los elementos de rotación y deslizamiento, sus superficies deben lubricarse con aceite o grasa antes de volver a montar.
- Si es necesario, utilizar un sellador de juntas para evitar fugas.
- Los pernos y tuercas tienen una especificación (par de apriete) a seguir.
- Siempre comprobar una y otra vez su trabajo, la operación de servicio no está completa hasta que haya hecho esto (revisar).

Torque: 72Lbf-pie.

Bomba de inyección: Bomba rotativa VE (104649-1340; NP-VE4/9F2500RNP215).

Año de fabricación: 1979-1987.

Nota: Se debe tomar en cuenta para todo el proceso a realizarse que, el motor estará montado en un banco y será meramente didáctico, por lo que presentara muchos cambios y se diferencia de un motor que esta sobre un tren de rodaje. También todos los aspectos que se tratarán giraran entorno a un motor Diesel Isuzu 1.800 C.C. Turbo cargado.

6.6.1.2 GENERALIDADES.

- Desconecte todos los conectores eléctricos.
- Desmante la batería.
- Desmante el sistema de refrigeración.
- Desconecte el cable del acelerador.
- Retire la tubería de admisión.
- Desmante la tubería de escape.
- Afloje los tornillos que sujetan el turbo compresor y retírelo.
- Desmante la tubería de admisión.
- Afloje el perno de tensión de la correa de accesorios.
- Saque la correa de accesorios.
- Afloje los pernos de la carcasa del generador para separarlo del cuerpo del cilindro.



Figura 61. Alternador.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Afloje las tuercas que sujetan el ventilador con la bomba de agua y se encuentran en la parte posterior del ventilador. Retire el ventilador.
- Afloje los pernos que se encuentran alrededor de las tapas, desmonte las tapas.



Figura 62. Ventilador, tapas de distribución.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

6.6.1.3 TEMPLADORES.

- Gire el cigüeñal hasta que coincidan las marcas existentes tanto en la bomba de inyección como en la parte de cigüeñal esto indicara que el pistón número 1 está en el PMS.

- Afloje el tornillo de la polea del cigüeñal, y retire la junta.
- Afloje el tornillo de reglaje del tensor para destensar la correa.
- Saque la correa de distribución.
- Remueva el templador y el rodamiento auxiliar de distribución.

6.6.1.4 BOMBA DE INYECCIÓN, TUBERÍAS DE INYECCIÓN Y RETORNO.

- Afloje las tuercas de tubo de inyección al lado de la válvula de entrega. No aplique una fuerza excesiva a los tubos de inyección.
- Afloje las abrazaderas de tubo de inyección.
- Quite los tubos de inyección.
- Remueva la tubería de retorno de los inyectores.
- Afloje los pernos de la bomba de inyección, incluida la tuerca que asegura la polea, retire la bomba de inyección del motor.

Nota: Taponar los conductos que salen de la bomba, para que partículas ajenas no ingresen.



Figura 63. Tuberías de inyección y retorno.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

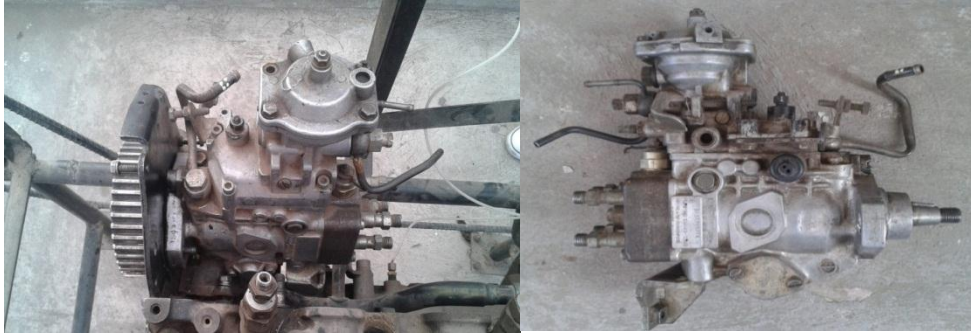


Figura 64. Bomba de inyección.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

6.6.1.5 DESMONTAJE DE LA CULATA.

- Quite el conector y retire las bujías de pre calentamiento.
- Afloje los inyectores con una herramienta adecuada y con mucho cuidado, retire las juntas de cobre.
- Retire el colector de admisión, colector de escape (con junta) y la caja del termostato.



Figura 65. Inyectores, bujías de pre calentamiento.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Saque la rueda dentada del árbol de levas y recupere la chaveta de media luna.

- Afloje los tornillos del conjunto de balancines y de las tapas de los semi cojinetes del árbol de levas. Retire el conjunto de balancines.

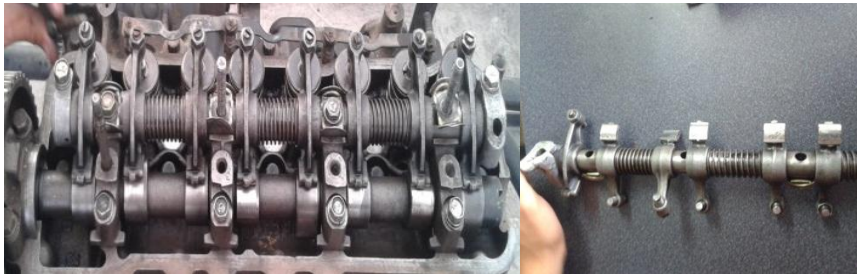


Figura 66. Eje de balancines apoyo y balancines.
Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Retire las tapas de los cojinetes.
- Quite el árbol de levas, sello de aceite y los semi cojinetes.
- Extraiga los semi cojinetes del árbol de levas de la culata.

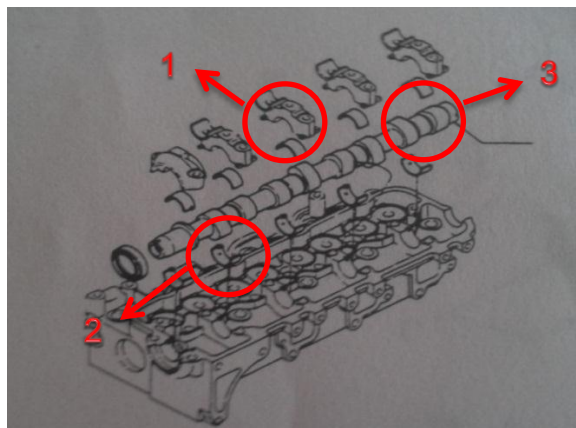


Figura 67. (1) Tapas de cojinetes y (2) cojinetes del (3) árbol de levas.
Fuente. (Isuzu, 1988).

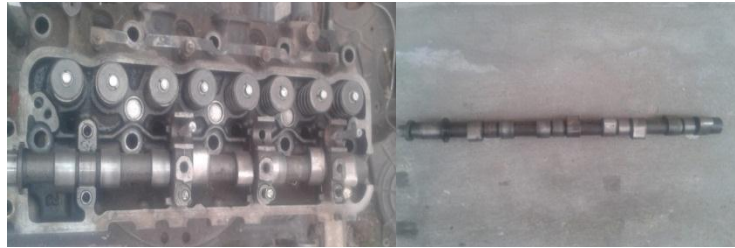


Figura 68. Tapas de cojinetes y árbol de levas.
Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Afloje los tornillos de culata siguiendo un orden y uno a la vez, tome en cuenta que, si fallara al aflojar los tornillos en un orden y uno a la vez, afectara adversamente la cara inferior de la culata.
- Separe la culata del bloque de cilindros con su junta.

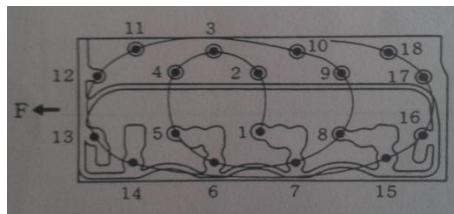


Figura 69. Orden para aflojar los pernos de culata.
Fuente. (Isuzu, 1988).



Figura 70. Cabezote desmontado.
Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

6.6.1.6 DESARMADO DEL BLOQUE DEL MOTOR.

- Remueva la bomba de agua de la tapa frontal del motor.



Figura 71. Bomba de agua.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Afloje los cuatro tornillos que la sujetan a la bomba de aceite con el cuerpo de cilindros.



Figura 72. Bomba de aceite.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Afloje los tornillos que sujetan la tapa frontal del motor, y remuévala.

- Extraiga el filtro de aceite, dependiendo de su dureza o según sea el caso se puede utilizar llaves de filtros.
- Afloje los cinco tornillos que la sujetan al cuerpo del cilindro, y retire la base del filtro de aceite.



Figura 73. Base filtro de aceite.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Afloje los tornillos del volante trabando el cigüeñal en el orden indicado y uno a la vez.

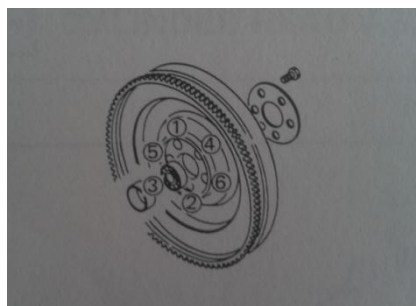


Figura 74. Orden para aflojar tornillos del volante.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Afloje los 18 pernos que sujetan el cárter y recupere su junta.



Figura 75. Cárter de aceite.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Desmonte la tapa delantera porta retén y el retén posterior del cigüeñal.
- Afloje los tornillos del colador y tuberías de lubricación a chorro y extráigalo del bloque de cilindros. Tenga mucho cuidado de no dañar las tuberías de lubricación a chorro.

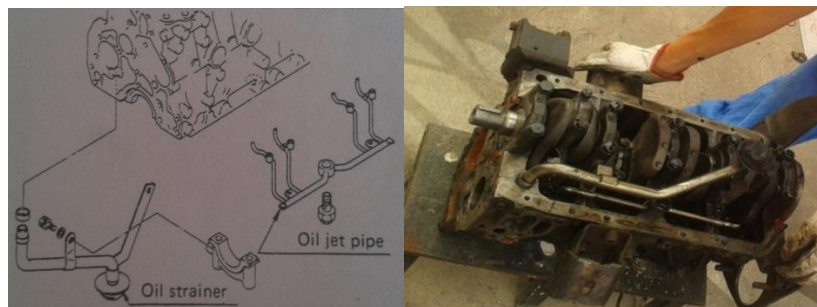


Figura 76. Colador y tuberías de lubricacion.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Afloje los tornillos de las tapas de los semi cojinetes de biela y saque los semi cojinetes de biela.
- Remueva el conjunto biela-pistón con un mango de madera. Tome en cuenta las marcas de fábrica que poseen.



Figura 77. Tapas y de cojinetes de biela.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).



Figura 78. Pistones.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Afloje los tornillos de la tapas de los semi cojinetes del cigüeñal en orden numérico uno a uno.

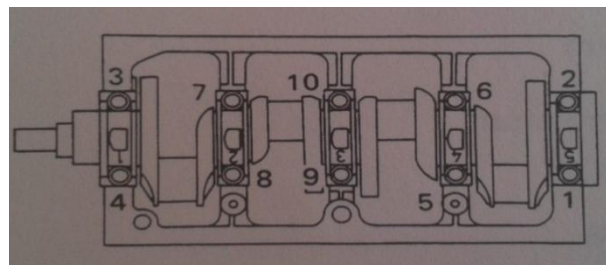


Figura 79. Orden para aflojar tornillos de tapas del cigüeñal.

Fuente. (Isuzu, 1988).

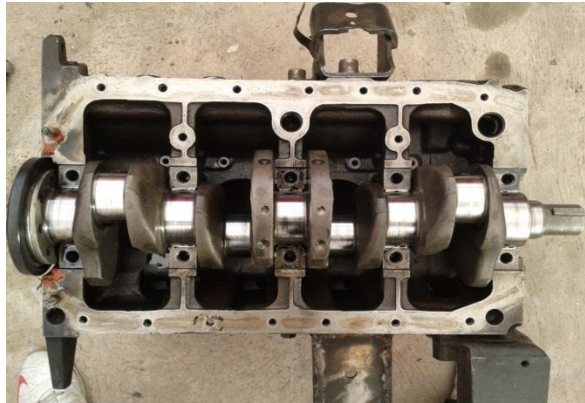


Figura 80. Cigüeñal.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

TALLER UNIDAD I

TEMA:

Desmontaje de partes internas y externas

OBJETIVO:

Desmontar cada una de las partes que componen el motor, aplicando los conocimientos adquiridos en el aula.

ACTIVIDADES:

1. Formar grupos adecuados con los estudiantes de manera que cada uno de ellos participe con la actividad correspondiente.
2. Una vez formado el grupo, designar una persona que será encargada de realizar de la exposición del tema en forma expositiva y aplicada
3. Los temas serán sujetos a debates con las ponencias de cada integrante, todas ponencias de cada integrante del grupo, serán redactadas en memorias para la exposición de la práctica final.
4. La evaluación de cada uno de los grupos será en base a los resultados adquiridos, es decir los conocimientos teóricos adquiridos en clase sobre el desmontaje.

EVALUACIÓN DE LA UNIDAD

CUESTIONARIO:

1. ¿Enumere tres aspectos que se debe tomar en cuenta antes de desmontar un motor?
2. ¿Qué tan importante es el orden y la organización para el desmontaje de las partes del motor? Explique su respuesta.
3. ¿Explique brevemente como manejaría los fluidos inservibles drenados?
4. ¿Qué tan importante es el orden de afloje de los tornillos que sujetan la culata?
5. ¿Cómo desmontaría la correa de distribución?
 - a) Pondría el cualquier pistón en el PMS, aflojaría el rodamiento tensor y sacaría la correa.
 - b) Aflojaría el rodamiento tensor, pondría el pistón número 1 en PMS y sacaría la correa.
 - c) Giraría el cigüeñal hasta la señal que indica el pistón 4 en PMS, aflojaría el rodamiento tensor, y sacaría la correa.
6. ¿En qué orden se desmonta la culata?
 - a) Tapas de cojinetes de árbol de levas- conjunto de balancines-árbol de levas-culata.
 - b) Culata
 - c) Árbol de levas- tapas de los cojinetes del árbol de levas-culata.



TEMA.

Procesos de rectificado y mecanización.

OBJETIVO.

Conocer y aprender sobre las mediciones más importantes que se realizan sobre las partes de un motor, para diagnosticar su estado.

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS.

- **Aplicación de una prueba de diagnóstico, que nos permita identificar los conocimientos previos que los estudiantes tienen sobre este tema para dar inicio con los temas que requieran fortalecerlos.**
- **Presentación del tema de clase, sus objetivos, las estrategias de enseñanza a emplearse y los resultados que se persigue.**
- **Formación de pequeños debates y establecimiento de conclusiones sobre el tema que se haya y tratado.**
- **Evaluación teórica practica sobre los principales temas expuestos y explicados en la hora de clase.**

6.6.2 PROCESOS DE RECTIFICADO Y MECANIZACIÓN.

6.6.2.1 RECTIFICADORA.

La culata, bloque de cilindros, cigüeñal, pistones, deben ser llevados a la rectificadora para iniciar con diferentes procesos, ya que ellos cuentan con el equipo y herramienta adecuada.

6.6.2.1.1 BLOQUE DE CILINDROS Y PISTONES.

- Para la limpieza del óxido, tanto del interior como del exterior del cuerpo del cilindro se debe sumergir en una fosa con un compuesto químico llamado sosa caustica durante un aproximado de 6 horas.

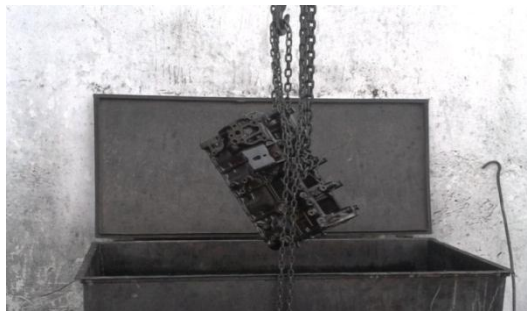


Figura 81. Bloque de cilindros – tanque de sosa cáustica.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Una vez que el bloque de cilindros sale del tanque, se termina el proceso de limpieza lavándole con agua a presión.



Figura 82. Lavado del bloque de cilindros.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Medición del diámetro del cilindro.

- Utilice un reloj comparador de cilindro para medir el diámetro del cilindro en el punto de empuje y la dirección axial del cigüeñal. La medición en el primer punto es aproximadamente 20 mm (0.78 in). Si la medida excede el límite del valor especificado, el cilindro se debe fresar.

Tabla 11. Diámetro interior del cilindro.

Tipo	Estándar	Límite mm (pulg.)	Medida revista Mm
4FB1	3.307 (in)	3.315 (in)	84.03
	84.0 (3.310)	84.2 (3.310)	

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Si el diámetro del cilindro supera el límite de taladrado, el cuerpo de cilindro debe sustituirse, o encamisar.

Tabla 12. Límite de taladrado.

Mm (pulg.)
85.04 (3.348)

Fuente. (Isuzu, 1988).



Figura 83. Medición de diámetro de cilindros.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Deformación de la cara superior del bloque del cilindro.

- Utilice una regla y un calibrador de espesores para medir los cuatro lados y las dos diagonales de la cara superior del bloque del cilindro. Si la medida excede el límite de los valores especificados el cuerpo del cilindro debe ser remplazado.

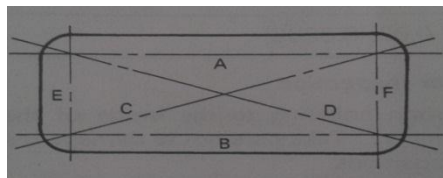


Figura 84. Lados y diagonales de la cara superior del bloque de cilindros.

Fuente. (Isuzu, 1988).

Tabla 13. Deformación de la cara superior del bloque de cilindros.

Estándar	Límite Mm (pulg.)	Revista Mm (pulg.)
0.05 (0.002)	0.2 (0.008)	0.07(0.003)

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Diámetro del cilindro y pistón con su holgura.

- Saque los segmentos de los pistones con la ayuda de un alicate de segmentos.
- Compruebe visualmente todos los pistones.
- Realice la medida 44,8 mm (1.76in) del extremo superior en ángulo recto con bulón del pistón. Existe dos clases de pistones de sobre medida para este motor y son: 0,50mm (0,020in) y 1,00mm (0,040in).
- Introduzca el pistón en el cilindro sin los segmentos y con la ayuda de una galga de espesores, mida el juego existente.
- Si el juego es excesivo será necesario proceder a la sustitución de pistones y segmentos.
- Limpie las ranuras del pistón.

Tabla 14. Holgura entre diámetro de cilindro y pistón.

Mm
0.015-0.035

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Procedimiento a realizarse.

- Como resultado de las mediciones realizadas los pistones deben ser reutilizados ya que no presentan desgaste excesivo.

- Los cilindros deben ser rectificados superficialmente; a este proceso se lo llama bruñido, sirve para asegurar la estanquidad tanto de la compresión y el aceite.

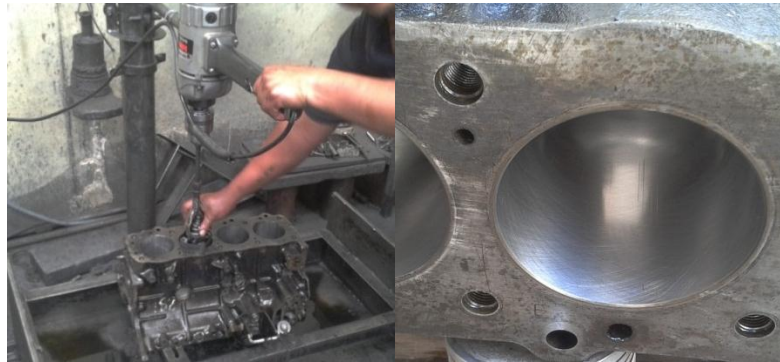


Figura 85. Bruñido de cilindros.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

6.6.2.1.2 CIGÜEÑAL.

- El cigüeñal se introduce dentro del tanque con sosa caustica por unos minutos para limpiar los conductos de lubricación.



Figura 86. Lavado del cigüeñal.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Medición de la conicidad y ovalamiento de muñones y muñequillas del cigüeñal.

- Utilice un micrómetro para medir el diámetro de muñón del cigüeñal a través de los puntos 1-1 y 2-2.
- Utilice el micrómetro para medir el diámetro de muñón del cigüeñal en los dos puntos 3 y 4.
- Repita los dos pasos anteriores para medir el diámetro de la muñequilla de cigüeñal. Si la medición resulta menor que el límite, el cigüeñal debe ser sustituido o rectificado.

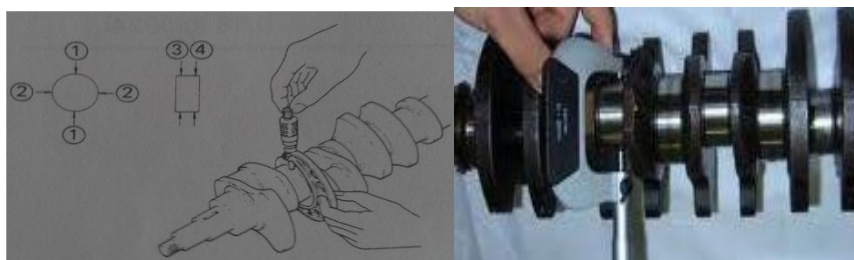


Figura 87. Medición de diámetros de muñones y muñequillas.
Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Tabla 15. Diámetro del muñón del cigüeñal.

	Mm (pulg.)	Mm (pulg.)
Estándar	Límite desgaste desigual	Medida revista
55.920-55.935 (2.2015- 2.2021)	0.05 (0.002)	(2.197-2.198)

Fuente. (Isuzu, 1988).

Tabla 16. Diámetro de muñequillas del cigüeñal.

	Mm (pulg.)	Mm (pulg.)
Estándar	Límite desgaste desigual	Medida revista
48.925-48.940 (1.9261- 1.9268)	0.05 (0.002)	(1.921-1.923)

Fuente. (Isuzu, 1988)

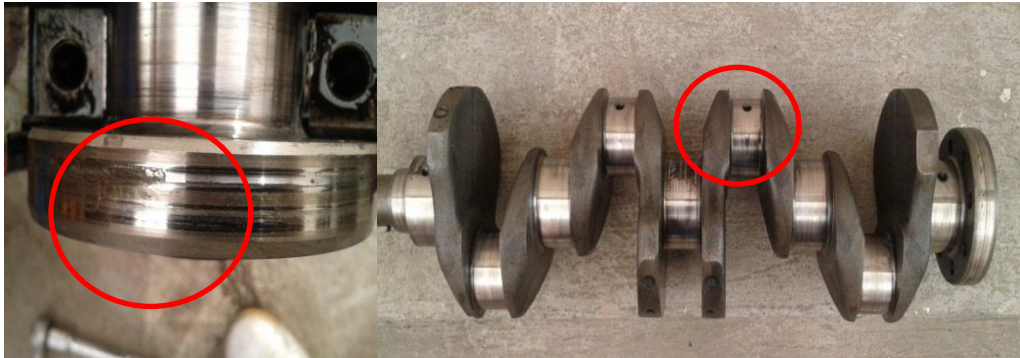


Figura 88. Desgaste visible en el cigüeñal.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Si la holgura entre el cojinete medido del diámetro interior y el diámetro revista del cigüeñal, excede el límite especificado el cojinete y o el cigüeñal debe ser reemplazado.



Figura 89. Medición de diámetro interno de cojinetes.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Medición de salto del cigüeñal.

- Establecer un reloj comparador en centro del muñón del cigüeñal.
- Gire suavemente el cigüeñal en el sentido normal de rotación. Leer el reloj comparador mientras gira el cigüeñal. Si el valor medido excede el límite especificado el cigüeñal debe ser reemplazado.

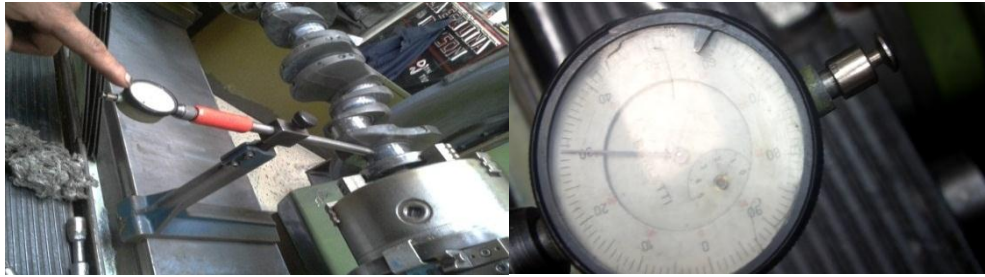


Figura 90. Medición de salto del cigüeñal.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Tabla 17. Medidas de salto del cigüeñal.

	Mm (pulg.)	Mm (pulg.)
Estándar	Límite	Medida revista
0.05 (0.0020)	0.06 (0.0024)	0.051

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Medición del juego axial.

- Coloque el cigüeñal en el bloque de cilindros y monte las arandelas de juego axial en el apoyo correspondiente.
- Monte las tapas de bancada, apriete los tornillos con el par especificado.
- Coloque el reloj comprobador con el extremo del cigüeñal y desplazar a fondo el cigüeñal en un sentido y encerrar el reloj.
- Mueva el cigüeñal en sentido contrario y observar el valor del juego indicado por el reloj comprobador. Si el juego es excesivo, compruebe el estado de las arandelas de juego axial. Si es preciso cambie los cojinetes de juego axial.

Procedimiento a realizarse.

- Después de haber realizado todas las mediciones necesarias se procede con la rectificación del cigüeñal.

Tabla 18. Diámetros de muñones y muñequillas a rectificar.

Mm (pulg.)	Mm (pulg.)
Diámetro interior de cojinetes nuevos (0.010in sobre medida)	Diámetro después del rectificado
Muñones 55.72(2.194)	55.63(2.191)
Muñequillas 48.69(1.917)	48.61(1.914)

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).



Figura 91. Rectificación del cigüeñal.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Los apoyos del cigüeñal deben ser pulidos para que no quede ninguna irregularidad superficial que pueda dañar los cojinetes.



Figura 92. Pulido de cigüeñal.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Monte los semi cojinetes cuidando su limpieza. Coloque azul mecánico en los muñones y muñequillas del cigüeñal de manera uniforme. Instale las bielas y las tapas de biela, con el par especificado en sus tornillos, haga girar de manera normal.
- Desmonte las bielas y las tapas de biela.
- El mismo proceso se repite con las tapas del cigüeñal.
- Este proceso sirve para verificar, si el asiento entre cigüeñal y cojinetes es perfecto, o se apoya en lugares inadecuados.

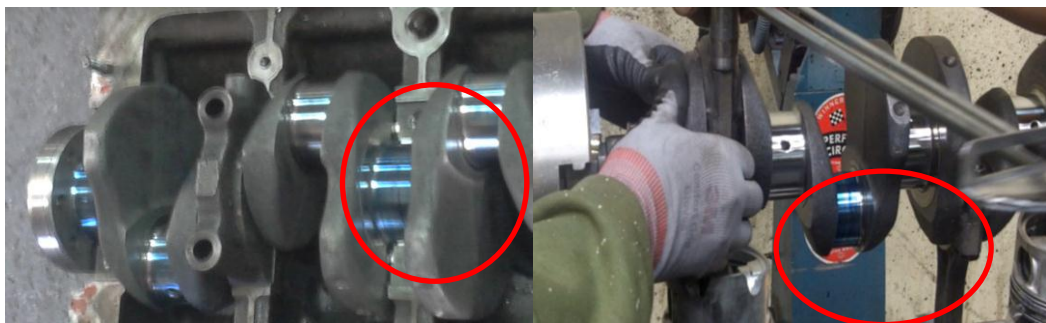


Figura 93. Azul mecánico resultado correcto.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

6.6.2.1.3 CULATA.

Desmontaje de válvulas.

- Golpee con un mazo de goma las colas de las válvulas con el fin de despegar los semi conos.
- Comprimir los muelles de las válvulas con un compresor.

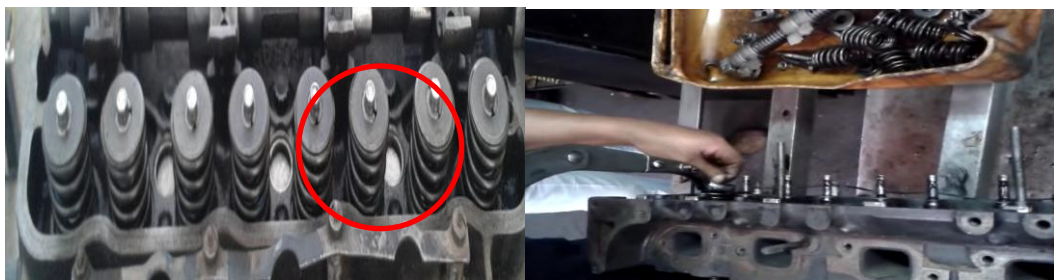


Figura 94. Desmontaje de válvulas, muelles.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012)

- Saque los semi conos, descomprima el muelle y retire el compresor.
- Retire las válvulas, las copelas superiores e inferiores y los muelles.
- Saque los retenes de cola de válvula o cauchos de válvula.

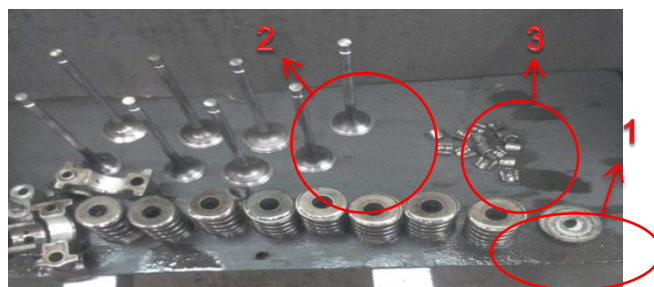


Figura 95. (1) Copelas, muelles, (2) válvulas y (3) semi conos.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- La culata y sus partes, deben ser sometidas a una limpieza en sosa cáustica y con agua a presión.
- Limpie el carbón pegado en la superficie inferior de la culata no rajar la superficie de asiento de la válvula y examinar los daños de cada parte.



Figura 96. Culata antes y después del proceso de limpieza.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Distorsión en la cara inferior de la culata.

- Use una regla y calibrador para medir los cuatro lados y las dos diagonales de la cara inferior de la culata.



Figura 97. Distorsión cara inferior de la culata

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Tabla 19. Distorsión en la cara inferior de la culata.

	Mm (pulg.)	Mm (pulg.)
Estándar	Límite	Medida revista
0.05 (0.002) o menos	0.2 (0.008)	0.05(0.002)

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Inspección cámara de combustión.

- Inspeccione el interior de la cámara de combustión, el orificio de la bujía de pre calentamiento, el orificio de conexión a la pre cámara mecanizar las caras de los daños grietas o rajaduras.
- Si el agrietamiento o daño está presente, la cabeza del cilindro debe ser reemplazada.

6.6.2.1.4 VÁLVULAS Y ASIENTOS DE VÁLVULAS.

Holgura entre vástago de la válvula y su guía.

- Con el vástago de válvula insertada en la guía de válvula, ajustar o encerar el reloj comparador.
- Hacer girar la válvula de la cabeza de un lado a otro. Tomar en cuenta la línea más alta del indicador. Si los valores exceden el límite especificado la válvula y su guía deben ser reemplazadas en conjunto.

Tabla 20. Holgura de vástago de válvula.

	Estándar Mm (pulg.)	Límite Mm (pulg.)	Medida revista Mm
Válvula de admisión	0.039 – 0.071 (0.0015 – 0.0028)	0.20 (0.008)	0.22
Válvula de escape	0.045 – 0.077 (0.0018 – 0.0030)	0.25 (0.0098)	0.23

Fuente. (Isuzu, 1988).

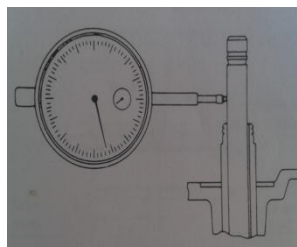


Figura 98. Medición de holgura entre vástago y guía de válvula.

Fuente. (Isuzu, 1988).

Medida del diámetro exterior, vástago de la válvula.



Figura 99. Puntos de medición del vástago de la válvula.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Si la medida excede el límite especificado, reemplazar la válvula y la guía de válvula en conjunto.

Tabla 21. Diámetro exterior del vástago de la válvula.

	Estándar Mm (pulg.)	Límite Mm (pulg.)	Medida revista Mm
Válvula de admisión y escape	7.949 – 7.961 (0.3129 – 0.3134)	7.88 (0.3102)	7.85 admisión y 7.86 escape

Fuente. (Isuzu, 1988).

Espesor de la válvula.

- Si la medida excede el límite del valor especificado, la válvula y la guía de válvula debe ser remplazada en conjunto.

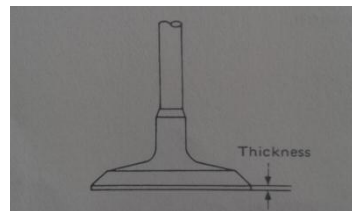


Figura 100. Espesor de cierre de la válvula.

Fuente. (Isuzu, 1988).

Tabla 22. Espesor de válvula en admisión y escape.

Estándar Mm (pulg.)	Límite Mm (pulg.)	Medida revista Mm
1.3 (0.05)	1.0 (0.04)	1.1

Fuente. (Isuzu, 1988).

Perpendicularidad y altura libre del resorte de válvula.

- Utilice una superficie plana y una escuadra para medir la inclinación del resorte de válvula. Si la tensión del resorte excede el límite de los valores determinados, el resorte de la válvula debe ser reemplazado.

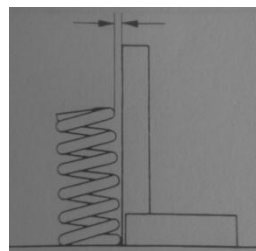


Figura 101. Medición de la perpendicularidad del resorte.

Fuente. (Isuzu, 1988).

Tabla 23. Inclinación del resorte de válvula.

Medida límite Mm (pulg.)	Medida revista Mm
1.0 (0.04)	0.85

Fuente. (Isuzu, 1988).

- Utilice un calibrador pie de rey para medir la altura libre del resorte de válvula.

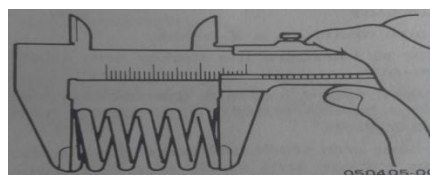


Figura 102. Altura de resorte de válvula.

Fuente. (Isuzu, 1988).

Tabla 24. Altura libre del resorte de válvula.

Estándar Mm (pulg.)	Límite Mm (pulg.)	Medida revista Mm
46.9 (1.85)	45.4 (1.79)	46.1

Fuente. (Isuzu, 1988).

Procedimiento a realizarse.

- Las válvulas y sus guías deben ser remplazados por efecto de desgaste, y las medidas encontradas superaban al límite establecido.
- Con un martillo y con una guía de válvula sustituta se golpea desde la parte inferior de la culata hasta sacar la guía de la válvula.
- Aplicar aceite de motor para la circunferencia exterior de la guía de válvula. Fijar la guía de válvula a ser instalada.
- Utilice un martillo para clavar la guía de la válvula en su posición desde la cara superior de la culata.



Figura 103. Válvulas y guías nuevas.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).



Figura 104. Extracción de guías de válvula.

Fuente. (Isuzu, 1988).



Figura 105. Instalación de guías nuevas de válvula.

Fuente. (Isuzu, 1988).

Tabla 25. Guía de la válvula altura extremo superior.

Mm (pulg.)
14.8 (0.58)

Fuente. (Isuzu, 1988).

- Elimine el carbón del asiento de la válvula.
- Utilice un cortador de válvula (de 15 °, 45 °, y 75 °) para minimizar los arañazos y otras áreas ásperas. Esto hará que la anchura de contacto regrese al valor estándar. Retire sólo los rasguños y las áreas ásperas. No cortar demasiado. Tenga cuidado de no cortar las áreas sin mancha de la superficie del asiento de la válvula.



Figura 106. Cortador de válvula.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

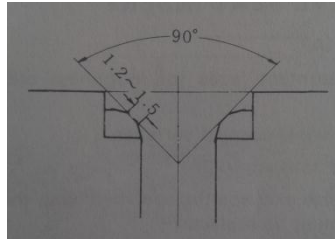


Figura 107. Ángulo de asiento de la válvula y ancho de asiento en mm.

Fuente. (Isuzu, 1988).

- Aplique el compuesto abrasivo a la superficie de asiento de la válvula. Coloque la válvula en la guía de válvula. Gire la válvula ligeramente mientras se da unos ligeros golpes para encajar el asiento de la válvula.

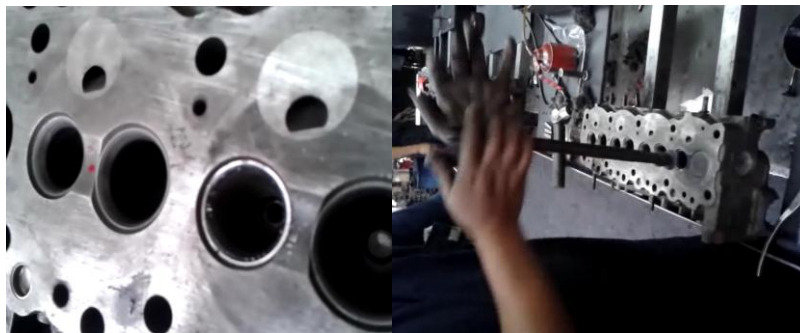


Figura 108. Sentado de válvulas.

Figura. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Compruebe el ancho del asiento, también si la válvula se apoya correctamente en él.
- Ponga azul de Prusia en la superficie de asiento de la válvula y colóquela sobre su guía.
- Levante y coloque rápidamente la válvula en el asiento varias veces seguidas, con ayuda de una ventosa para válvulas.

- Compruebe que la superficie de contacto marcada por el azul de Prusia en el asiento este en el centro de la superficie del apoyo del asiento.



Figura 109. Azul de Prusia marca en el asiento de la válvula.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Si la superficie de contacto está demasiado baja, actúe sobre el ángulo de desprendimiento superior (cortador de 15°), si es demasiado alta sobre el ángulo de desprendimiento inferior (cortador 75°); después de cualquier pasada eliminar las rebabas de la superficie del asiento (cortador 45°).
- Repita el control de apoyo de la válvula.

6.6.2.1.5 CONJUNTO DE BALANCINES.

Control visual.

- Inspeccione si existen condiciones de desgaste, daños se encuentran en ellos.



Figura 110. Eje de balancines.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).



Figura 111. Apoyos del eje de balancines.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Diámetro exterior eje de balancines.

- Utilice un micrómetro para medir el diámetro exterior. Si el valor medido es menor que el límite especificado, el eje de balancines debe ser reemplazado.

Tabla 26. Diámetro exterior del eje de balancines.

Estándar Mm (pulg.)	Límite Mm (pulg.)
20.5 (0.807)	20.35 (0.801)

Fuente. (Isuzu, 1988).

Holgura entre eje de balancines y buje balancines.

- Examine la superficie de trabajo del balancín con árbol de levas, no deben existir irregularidades causadas por el desgaste o rayas, si es necesario sustitúyalas.
- Use un pie de rey o calibrador de carátula para medir el diámetro interior del buje.

Tabla 27. Holgura entre balancines y buje balancines.

Estándar Mm (pulg.)	Límite Mm (pulg.)
0.0045-0.0050(0.00017-0.00020)	0.20 (0.008)

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Procedimiento a realizarse.

- Cambie el eje de balancines, ya que después de la observación visual se determinó que no se encontraba en buenas condiciones.
- Sustituya los apoyos de los balancines, debido a que se encuentran fisurados y con sueldas que ponen en peligro el buen funcionamiento del motor.

6.6.2.1.6 ÁRBOL DE LEVAS.

- Inspeccione visualmente las revistas, cámaras, y los cojinetes del árbol de levas en busca de desgaste excesivo y daños. El árbol de levas y los cojinetes del árbol de levas deben ser remplazados si estas condiciones son descubiertas durante la inspección.



Figura 112. Arbol de levas.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012)

Diámetro de revisión del árbol de levas.

- Utilice un micrómetro para medir cada diámetro de árbol de levas en dos direcciones 1 y 2. Si el valor medido es menor que el límite especificado, el árbol de levas debe ser reemplazado.

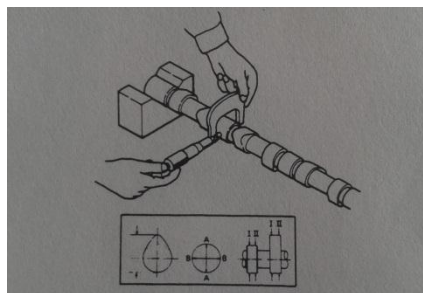


Figura 113. Medición del árbol de levas.

Fuente. (Isuzu, 1988).

Tabla 28. Diámetro de revisión de árbol de levas.

Estándar Mm (pulg.)	Límite Mm (pulg.)	Medida revista Mm
28.0 (1.10)	27.8 (1.44)	27.95

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Altura de leva.

- Mida la altura de leva con un micrómetro. Si el valor medido es menor que el límite especificado, el árbol de levas debe ser reemplazado.

Tabla 29. Altura de leva.

Estándar Mm (pulg.)	Límite Mm (pulg.)
37.0 (1.46)	36.6 (1.44)

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Medida revista del árbol de levas y holgura de cojinetes.

- Instale la tapa del cojinete en la culata y apriete al par especificado.

Tabla 30. Par de ajuste en las tuercas de tapas de cojinetes del árbol de levas.

Estándar
2.5 ± 0.25 Kg m (18.0 ± 1.8/24.5 ± 2.5 Lbf pie / N m)

Fuente. (Isuzu, 1988).

- Use un indicador de cuadrante para medir el diámetro interior del cojinete.
- Si la holgura entre el diámetro interior de cojinete y la medida revista excede el límite especificado, el árbol de levas o la culata deben ser reemplazados.

Tabla 31. Medida revista del árbol de levas y holgura de cojinetes.

Estándar mm (pulg)	Límite mm (pulg)
0.025 - 0.090	0.12
(0.0010 - 0.035)	(0.006)

Fuente. (Isuzu, 1988).

Procedimiento a realizarse.

- Después de la observación visual, las levas presentan rajaduras superficiales en algunas de ellas.
- Se procede con un pulido superficial en cada leva, dejándola con una medida de 36.7 mm.
- Cambie los cojinetes del árbol de levas.



Figura 114. Árbol de levas después del pulido superficial.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).



Figura 115. Cojinetes del árbol de levas nuevos.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

6.6.2.2 MECANIZACIÓN Y SOLDADURA.

Nota: Para este caso por el año de fabricación del motor Isuzu 4FB1 muchos de los repuestos se encuentran descontinuados. Además se trata de un motor que estará en un banco, por lo requerirá de piezas y aditamentos especiales.

Eje de balancines.

- Se procedió a mecanizar un eje de balancines sobre otro de similares características, cuidando todos los detalles como el diámetro exterior, longitud, los orificios de sujeción y lubricación.



Figura 116. Eje de Balancines mecanizado.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Apoyos del eje de balancines.

- Los apoyos fueron fabricados de acero, en dos partes; primero el buje luego la base, cuidando los orificios de lubricación que llevan el aceite hacia el eje de balancines. Después se soldaron ambas partes cuidando la altura del buje respecto a la base.



Figura 117. Apoyos del eje de balancines nuevos.
Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

TALLER UNIDAD II

TEMA:

Procesos de rectificado y mecanización.

OBJETIVO:

Conocer y aprender sobre las mediciones más importantes que se realizan sobre las partes de un motor, para diagnosticar su estado.

ACTIVIDADES:

1. Formar grupos adecuados con los estudiantes de manera que cada uno de ellos participe con la actividad correspondiente.
2. Una vez formado el grupo, designar una persona que será encargada de realizar de la exposición del tema en forma expositiva y aplicada
3. Los temas serán sujetos a debates con las ponencias de cada integrante, todas ponencias de cada integrante del grupo, serán redactadas en memorias para la exposición de la práctica final.
4. La evaluación de cada uno de los grupos será en base a los resultados adquiridos, es decir los conocimientos teóricos adquiridos en clase sobre el desmontaje.

EVALUACIÓN DE LA UNIDAD

CUESTIONARIO

1. ¿Con sus propias palabras defina brevemente que es rectificar?
2. ¿Cuándo saber que una parte o pieza se debe someter a un proceso rectificado?
3. ¿Qué tipo de mediciones se realiza en las muñequillas y muñones del cigüeñal respectivamente?
4. ¿Qué es lo primero que se mide de una culata?
5. ¿Qué es lo primero que se hace antes de dar el diagnostico de una pieza o parte?
 - a) Realizar una inspección visual.
 - b) Realizar una limpieza integra.
 - c) Realizar las mediciones.
6. ¿Por qué se utiliza micrómetros y relojes comparadores para realizar la mayoría de mediciones?
 - a) Por su fácil manejo y acceso.
 - b) Por sus apreciaciones más exactas.
 - c) Por recomendaciones el fabricante.



TEMA.

Reacondicionamiento y ensamblaje del motor.

OBJETIVO.

Reparar, calibrar y montar cada una de partes y componentes, para el correcto funcionamiento del motor.

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS.

- **Aplicación de una prueba de diagnóstico, que nos permita identificar los conocimientos previos que los estudiantes tienen sobre este tema para dar inicio con los temas que requieran fortalecerlos.**
- **Presentación del tema de clase, sus objetivos, las estrategias de enseñanza a emplearse y los resultados que se persigue.**
- **Formación de pequeños debates y establecimiento de conclusiones sobre el tema que se haya y tratado.**
- **Evaluación teórica practica sobre los principales temas expuestos y explicados en la hora de clase.**

6.6.3 REACONDICIONAMIENTO Y ENSAMBLAJE DEL MOTOR.

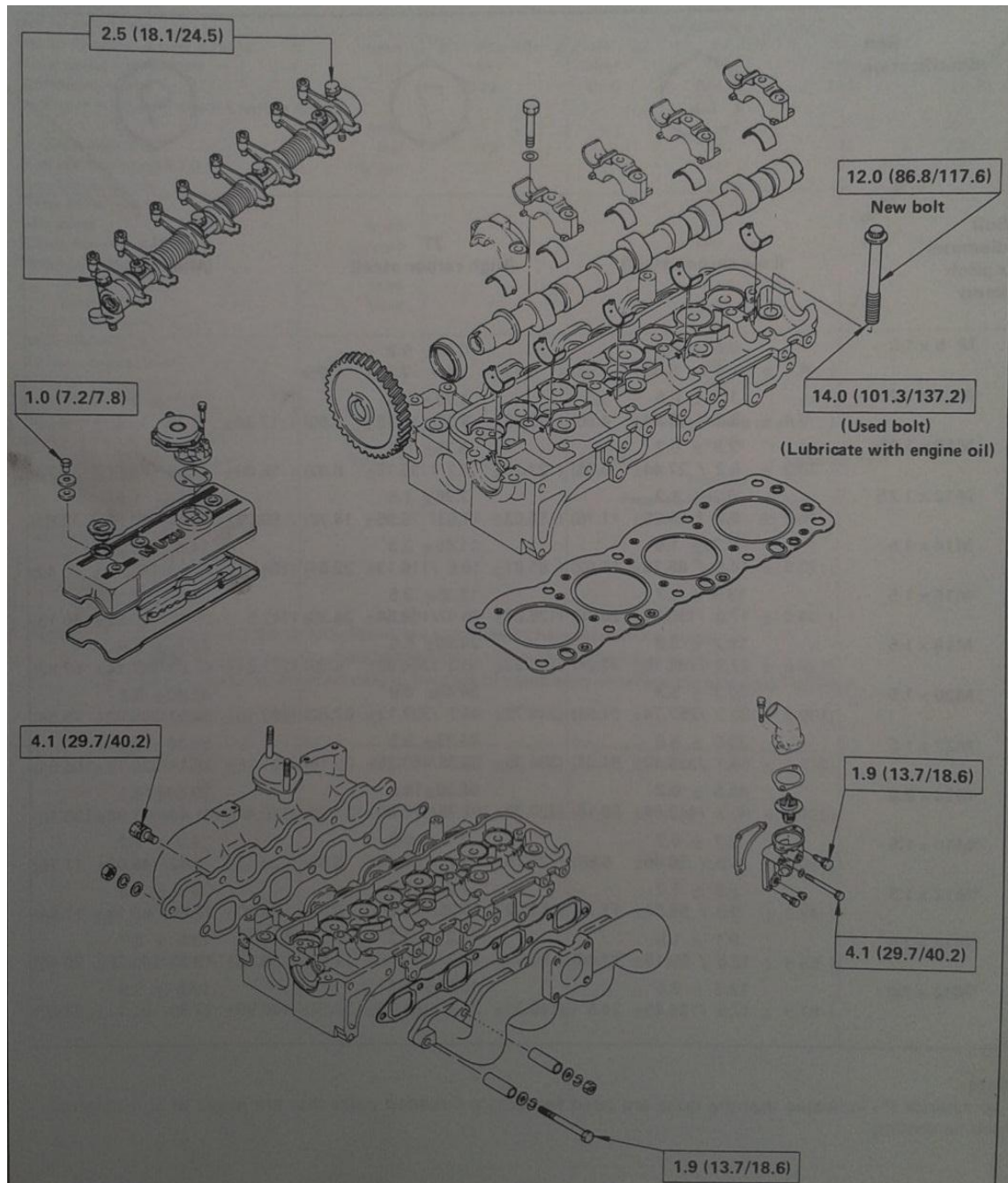


Figura 118. Par de ajuste en tornillos y tuercas de la culata. Kg-m (Lbf.pie/N-m).

Fuente. (Isuzu, 1988).

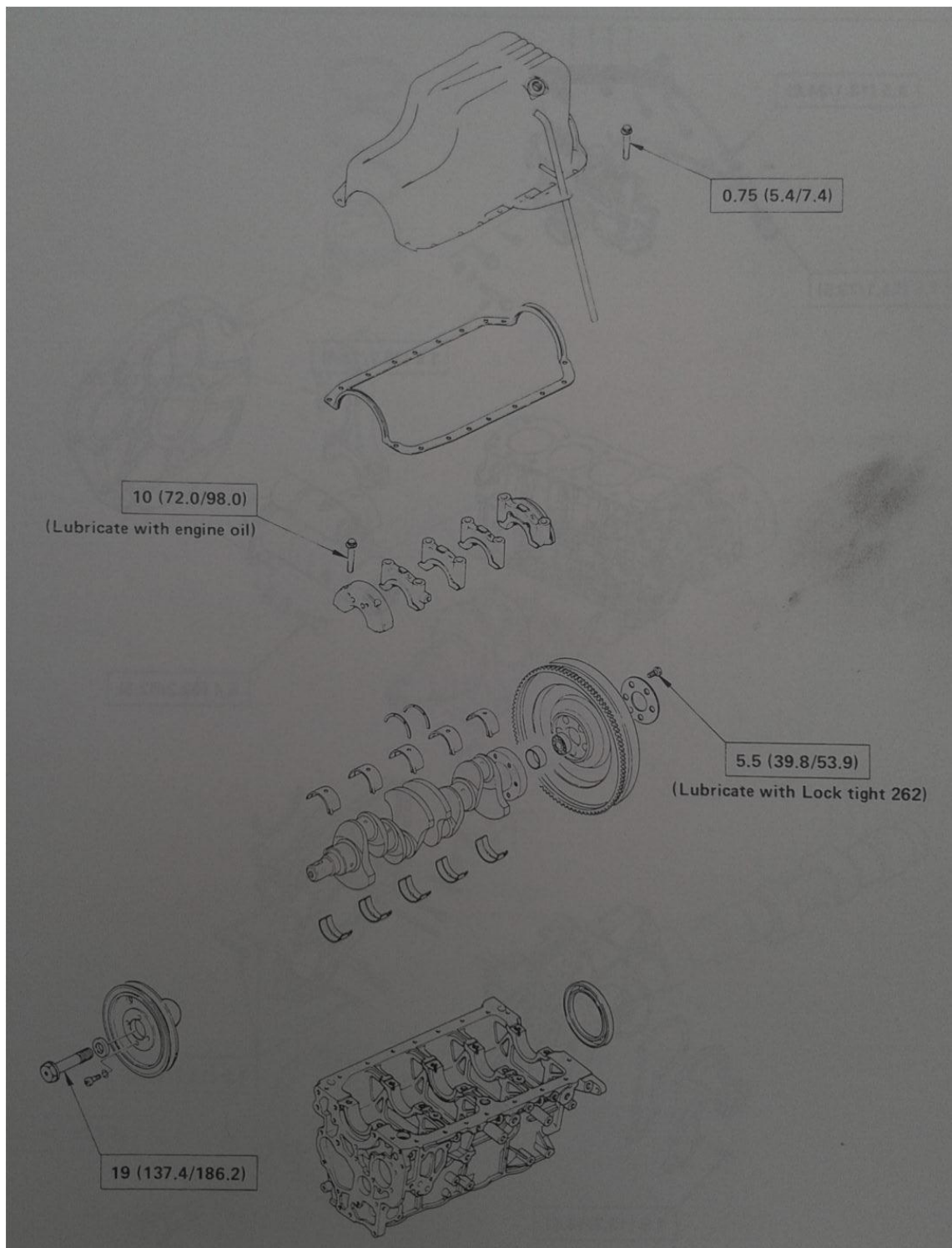


Figura 119. Par de ajuste en tornillos y tuercas del bloque de cilindros.

Kgf-m (Lbf-pie/N-m)

Fuente. (Isuzu, 1988).

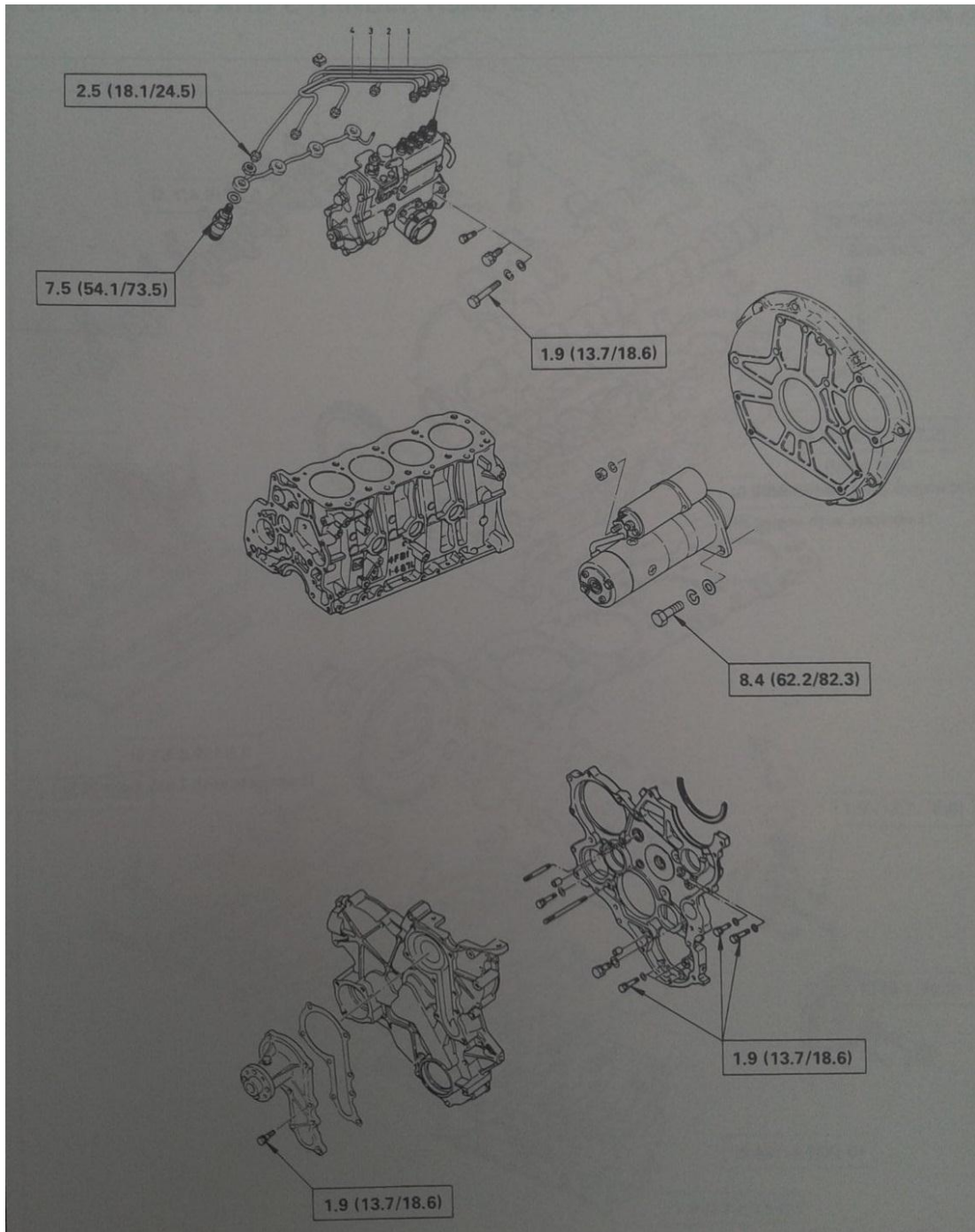


Figura 120. Par de ajuste en tornillos y tuercas del bloque de cilindros.

Kgf-m (Lbf-pie/N-m)

Fuente. (Isuzu, 1988).

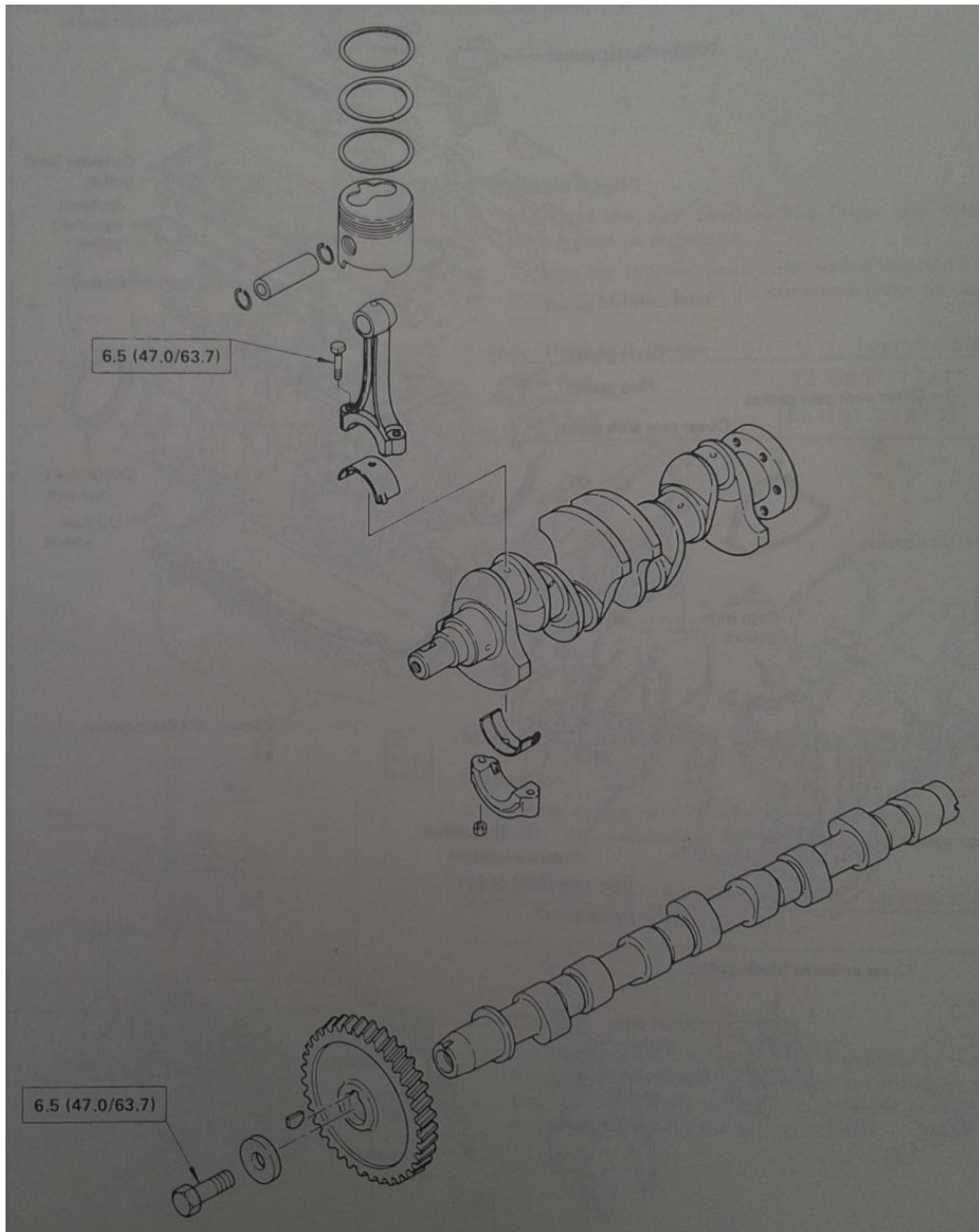


Figura 121. Par de ajuste en tornillos, tuercas del cigüeñal y conjunto biela pistón. Kgf-m (Lbf-pie/N-m).

Fuente. (Isuzu, 1988).

6.6.3.1 REACONDICIONAMIENTO.

Holgura entre puntas del segmento.

- Inserte el segmento de pistón horizontalmente (en la posición que sería si se la instalara en el pistón) en el cilindro.
- Empuje el segmento de pistón en el diámetro interior del cilindro hasta que alcance el punto de medición, donde el diámetro interior del cilindro es el más pequeño. No permita que el segmento se incline. Debe estar perfectamente horizontal.
- Use el calibrador para medir la brecha del segmento. Si el valor medido excede el límite especificado, debe ser reemplazado.



Figura 122. Holgura entre puntas de los segmentos.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Tabla 32. Holgura entre puntas de los segmentos.

	Estándar Mm (pulg)	Límite Mm(in)	Medida revista Mm
Segmentos de compresión y de aceite.	0.2-0.4(0.008- 0.016)	1.5 (0.059)	0.584

Fuente. (Isuzu, 1988).

Holgura entre el segmento y la ranura del pistón.

- Utilice un calibrador para medir la distancia entre la ranura y el segmento en varios puntos alrededor del pistón. Si la holgura entre el segmento y la ranura excede el límite especificado, el segmento debe ser reemplazado.

Tabla 33. Holgura entre el segmento y la ranura del pistón.

Límite Mm(pulg)	
1ro de compresión	0.090-0.125(0.0035-0.0049)
2do de compresión	0.050-0.085(0.0020-0033)
Segmento de aceite	0.030-0.070(0.0012-0.0028)

Fuente. (Isuzu, 1988).

Medición del juego radial del cigüeñal.

- Limpie el cigüeñal y monte los semi cojinetes en las bielas, bloque de cilindros y tapas de cigüeñal.
- Ponga un hilo de plastigauge rojo en cada apoyo, montar las tapas de las bielas y de cigüeñal, ajuste los tornillos con el par especificado.
- Desmonte las tapas, con la ayuda de la regla especial que sirve para medir el juego radial, compare el grosor del hilo de plastigauge con la escala.
- Si el juego es excesivo, cambie de cojinetes a unos de sobre medida. Si resulta demasiado pequeño rectifique o cambie el cigüeñal.

Tabla 34. Juego radial entre cojinetes y cigüeñal.

	Límite Mm (pulg.)
Muñones y Muñequillas	(0.003)

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).



Figura 123. Escala de referencia, plastigauge.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Bomba de aceite.

- Utilice un calibrador de láminas y una regla para medir la holgura entre la superficie exterior del rotor y el bloque de cilindros. Si la holgura entre la superficie exterior del rotor y el bloque de cilindros excede el límite especificado, la bomba de aceite debe ser reemplazada.



Figura 124. Medición de la holgura entre el bloque de cilindros y rotor exterior.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Tabla 35. Holgura entre el rotor exterior y la superficie del bloque de cilindros.

Estándar Mm(pulg)	Límite Mm (pulg.)
0.13 – 0.15 (0.0051 – 0.0059)	0.2 (0.0078)

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Utilice un calibrador de láminas para medir la holgura entre el rotor exterior de la cara deslizante y el bloque de cilindros. Si la holgura entre la cara exterior del rotor exterior y el bloque del cilindros excede el límite especificado, la bomba y / o el cuerpo del cilindro debe ser remplazado.

Tabla 36. Holgura entre rotor exterior y el bloque de cilindros.

Estándar Mm (pulg.)	Límite Mm (pulg.)
0.0032 – 0.0074 (0.0016 – 0.0029)	0.2 (0.0078)

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).



Figura 125. Medición de holgura entre la cara del rotor exterior y el bloque de cilindros.

Fuente.(Isuzu, 1988).

- Con un calibrador medir la holgura entre el rotor exterior y el interior. Si la separación entre el rotor exterior y el interior excede el límite especificado, la bomba de aceite debe ser remplazada.

Tabla 37. Holgura entre rotor interior y rotor exterior.

Estándar Mm (pulg.)	Límite Mm (pulg.)
0.24 – 0.35 (0.0094 – 0.138)	0.4 (0.0157)

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

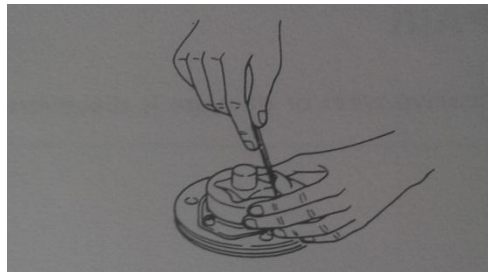


Figura 126. Medición de holgura entre rotor exterior e interior.

Fuente. (Isuzu, 1988).

Revisión de inyectores.

- Fije la porta inyector en un tornillo de banco.
- Utilice la llave para quitar la porta inyector.
- Afloje el tornillo de ajuste, tuerca de seguridad (si lo tiene).
- Retire el porta inyector del tornillo de banco.
- Remueva la válvula de aguja de la tobera. Nota: La aguja y la tobera son partes cuyo ajuste se efectúa a la micra. Esta precisión de mecanizado requiere manipulación cautelosa y siempre con las manos untadas con combustible o aceite de ensayo (la acidez natural de la piel podría provocar micro corrosión).

- Lave en gasóleo limpio la aguja y la tobera.
- Compruebe que no existan deformaciones, superficies rugosas, cavitación del asiento de la aguja, ovalización del orificio de inyección. En caso de piezas desgastadas o deterioradas cambie el inyector.
- Sumerja la aguja en gasóleo limpio e introdúzcala completamente en la tobera.
- Extraiga la aguja hasta los 2/3 de su longitud, suelte la aguja; debe deslizarse sola hasta el asiento.
- En caso contrario cambié el inyector completo.



Figura 127. Despiece de inyectores.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012)

- Temporalmente apriete la tuerca tapón.
- Fije el soporte de la tobera de inyección en un tornillo de banco.
- Apriete la tuerca tapón (tuerca) con el par especificado.

Tabla 38. Par de la tuerca tapón del inyector.

Kg m (Lbf.pie / N m)
3.5 (25.3 / 34.3)

Fuente. (Isuzu, 1988).

- Monte en el inyector en el probador de inyectores.
- Accione la palanca del probador y mida la presión de inyección.



Figura 128. Probador de presión de inyectores.

Fuente. (Almeida & Puma, Fotos, 2012).

Tabla 39. Presión de abertura de la boquilla del inyector.

Kg/cm² (Lbf-pulg²/k Pa)
120 (1706 / 11.760)
135 (1920 / 13.230)
140 (1991 / 13.720)

Fuente. (Isuzu, 1988).

Turbo compresor

Nota: El turbo compresor en este caso ha estado mucho tiempo en desuso por lo que se procederá a un despiece total para tener una idea de su estado.

- Afloje los tornillos que sujetan las caracolas tanto de admisión como de escape.



Figura 129. Caracolas de admisión y escape del turbo compresor.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Desmonte las cárcolas.
- Por seguridad marque la posición de las piezas con vistas al ensamblado.
- Proceda a aflojar la tuerca que sujeta la rueda de compresión.
- Saque la rueda de compresión, afloje los cuatro tornillos que sujetan la tapa de compresión.
- Desmonte el eje que va unido a la rueda turbina. Tenga mucho cuidado con las piezas como espaciadores, el porta anillo de la turbina de compresión y el anillo de la rueda turbina.
- Con la ayuda de una pinza para seguros exteriores, extraiga los seguros que retienen a los cojinetes radiales.
- Verifique que todas las piezas no presenten desgaste por fricción y trabajo. Caso contrario reemplace las partes o el turbo en su totalidad.



Figura 130. Despiece turbo compresor.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Limpie cada una de las partes, quite todo residuo de aceite y carbonilla.
- Arme nuevamente.



Figura 131. Kit de reparación del turbo compresor .

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Coloque los cojinetes radiales en el cuerpo central, bien lubricado con aceite de motor.
- Ponga los seguros interiores con ayuda de la pinza.

- Coloque los espaciadores y las rodela, tenga mucho cuidado con el orden.
- Coloque los anillos, uno en el eje del turbo y otro en el porta anillo de admisión.
- Coloque la tapa compresora. No olvide el o 'ring.
- Ajuste los cuatro tornillos.
- Coloque la rueda turbina que va unida al eje, cuide que el anillo entre perfectamente. No olvide de lubricar con aceite de motor.
- Coloque la rueda compresora y ajuste la tuerca.
- Instale las caracolas de admisión y escape, ajuste los tornillos que las sujetan.



Figura 132. Trubo compresor reparado.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Restauración y calibración bomba de inyección.

Desmontaje.

- Antes del desarmado, limpie completamente la parte exterior de la bomba, y drene todo el combustible de la bomba extrayendo el perno de rebose, para poder montar en el tornillo de mesa.
- Una vez sujeta y fija la bomba empiece con el despiece.

- Para el desarmado utilice la herramienta adecuada para no dañar y mantener la vida útil de cada una de las partes,
- Si es necesario realice marcas de referencia para asegurar un buen montaje.
- Todos los seguros, sellos, O-ring, empaques deben ser reemplazados.
- Extraiga cada uno de sus componentes siguiendo un orden:
 1. Desmonte el compensador de refuerzo, extrayendo el tronillo que lo une con la palanca del regulador de velocidad.
 2. Extraiga la palanca del acelerador.
 3. Saque la tapa del regulador de velocidad, extraiga el sistema de aceleración manual.
 4. Afloje la tuerca del eje regulador, saque el eje, los contrapesos, y no olvide las arandelas.
 5. Remueva la electroválvula de corte, el tapón de la cabeza de distribución.
 6. Afloje y retire las válvulas de suministro de la cabeza de distribución.
 7. Retire la cabeza de distribución en posición vertical la bomba y hacia arriba. Tenga cuidado con los muelles, guía y laminillas.
 8. Saque el embolo, junto con el anillo de rebose y el asiento de los muelles.
 9. Afloje dos tornillos en la parte lateral que sujetan la palanca del regulador y sáquela.
 10. Saque el anillo de levas, el muelle y disco de acoplamiento.
 11. Extraiga la cubierta del variador, recupere el muelle las arandelas y el o 'ring.
 12. Retire el retenedor del variador y un seguro tubular del pasador.
 13. Mueva el pasador hacia el centro del anillo de rodillos.

14. Empuje el émbolo principal y secundario del variador, y tómelos.
15. Extraiga el eje impulsor, cuidado con los amortiguadores de goma y la chaveta de la bomba de alimentación.
16. Afloje los tornillos que sujetan la bomba de alimentación para poder sacarla.
17. Por último retire la válvula reguladora de presión y el retén.



Figura 133. Despiece bomba de inyección.

Fuente. (Almeida & Puma, 2013).

Inspección de partes.

- Embolo distribuidor.- inspeccione visualmente si hay desgaste, descolorido anormal, o cualquier otra anomalía.
- Válvula de suministro.- inspeccione si las válvulas no tienen desgaste o daños, y el área de asiento de la válvula, un área pesado o ancha en la superficie del cono de la válvula y un excesivo desgaste en la parte de la válvula de alivio, se requiere que la válvula de suministro sea reemplazada.
- Eje impulsor.- compruebe el área de la chaveta para ver si hay desgaste o picadura, inspeccione el área de contacto del sello de aceite para ver si hay desgaste excesivo el límite es de 0.08mm.

- Disco de leva.- picaduras, rajaduras o cualquier otro tipo de desgaste anormal requieren que el disco sea remplazado.
- Contrapesos.- inspeccione la superficie de contacto de cada contrapeso, remplace los contrapesos si el desgaste excede a 0.2 mm.
- Bomba de alimentación.- examine la caja o cubierta de la bomba y asegúrese de que no haya picaduras oxidación o desgaste, compruebe que las paletas se muevan con libertad en el rotor, examine la chaveta del rotor para ver si hay picaduras o grietas, deberán remplazarse todo el conjunto de la bomba de alimentación si alguna parte esta anormalmente desgastada.
- Resortes del émbolo distribuidor.- inspeccione si hay daños en la superficie del resorte y remplace si es necesario. Mida su perpendicularidad su límite es de 0.2mm.
- Sellos.- cambie todos los sellos, empaques, retenes, O-rings de cada una de las partes que conforman la bomba de inyección.
- Anillo de rodillos.- la altura de los rodillos es importante cada rodillo debe estar dentro de un rango de 0.02mm entre sí. Los rodillos pueden reubicarse dentro del anillo para que satisfagan la misma especificación de altura.

Montaje.

Generalmente el montaje seria en el orden inverso al desmontaje siguiendo una serie de precauciones detalladas a continuación.

1. Tener mucho cuidado de tener el banco de trabajo limpio.
2. Cada parte debe estar exenta de materias extrañas y debe lavarse con aceite calibración o cualquier fluido similar.

3. Todas las especificaciones de torsión o dimensiones críticas deben ser efectuadas con el par de torsión especificado.
4. Reemplazar todos los sellos y deseche los usados.

Puesta a punto banco de pruebas.

- Una vez reparada la bomba de inyección rotativa, esta debe ser sometida a prueba en un banco, para ajustar el suministro de combustible y verificar el funcionamiento del regulador de velocidad, para realizar las pruebas en el banco debemos considerar lo siguiente:
 1. Anotar los datos de la placa de la bomba.
 2. Buscar la hoja de pruebas de bomba de inyección.
 3. El aceite de prueba recomendado debe estar a la temperatura adecuada para la prueba 40 °C.

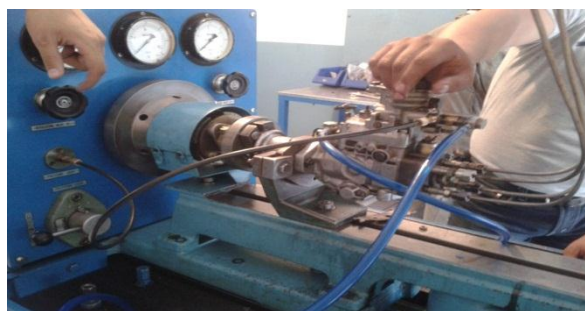


Figura 134. Bomba de inyección montada en el banco de pruebas.

Fuente. (Almeida & Puma, 2013).

Tabla 40. Pruebas realizadas a la bomba rotativa, en el banco.

TIPO DE PRUEBA	RPM	STROKE	CM ³	FIGURA
Encendido	101	100	7.5	
Ralentí	274	100	1.3	
Aceleración	495	100	3	
Desarrollo	974	100	4.5	
Velocidad de corte	1270	100	1.5	

Fuente. (Almeida & Puma, 2013).

6.6.3.2 ENSAMBLAJE DEL MOTOR.

6.6.3.2.1 ¾ DE MOTOR.

Cigüeñal y pistones.

- Lubrique y monte los semi cojinetes de los muñones en el bloque de cilindros, cuide que las patas entren perfectamente en las guías.
- Lubrique el cigüeñal y monte en el bloque de cilindros.
- Instale las nuevas arandelas de juego axial. Las ranuras de las arandelas de juego axial deben estar mirando hacia las caras deslizantes.



Figura 135. Montaje del cigüeñal.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Lubrique y monte los semi cojinetes en las tapas del cigüeñal.
- Monte la tapas del cigüeñal con su número de referencia o marca apuntando hacia el frente del motor.

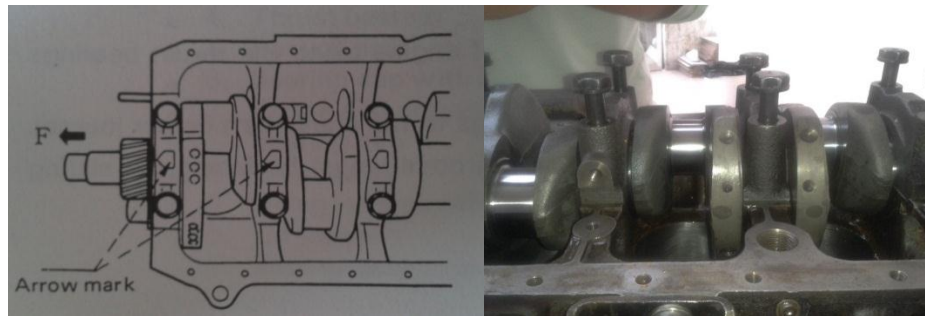


Figura 136. Montaje de tapas de cigüeñal.

Fuente. (Isuzu, 1988).

- Aplique una capa de aceite a los tornillos de las tapas del cigüeñal. Apriete temporalmente los tornillos.
- Coloque el retén posterior del cigüeñal, con aceite de motor en el borde interior y exterior.
- Ajuste los tornillos con el par especificado.

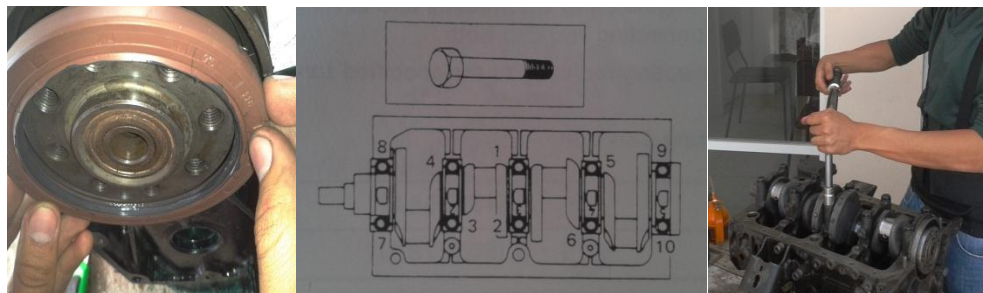


Figura 137. Colocación retén posterior y ajuste tornillos, tapas del cigüeñal.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Tabla 41. Par, tapas de cojinetes del cigüeñal.

Kg m (Lbf.pie / N m)
10 (72,3 / 98,0)

Fuente. (Isuzu, 1988).

- Los segmentos del pistón deben ser reemplazados y deben ser instalados en el siguiente orden.

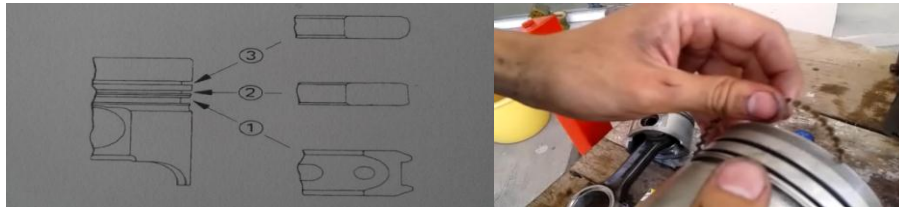


Figura 138. Orden de montaje de anillos de pistón

Fuente. (Isuzu, 1988).

- Tome en cuenta que al instalar los segmentos de compresión, las letras que se encuentran estampadas en una de las superficies del segmento debe apuntar hacia la cabeza del pistón.
- Instale y lubrique los segmentos, compruebe que giren suavemente en las ranuras del pistón.
- Realice el cruce de las bocas de los anillos de tal manera que queden en cruce, aplicamos una capa de aceite de motor a la circunferencia de cada segmento de pistón.

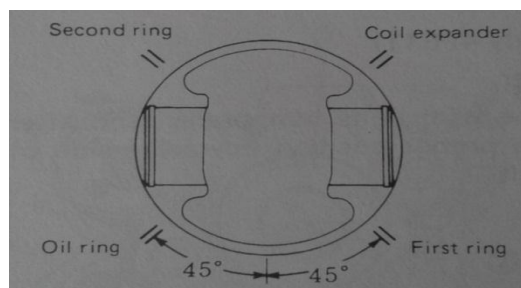


Figura 139. Cruce de anillos de pistón.

Fuente. (Isuzu, 1988).

- Aplique una capa de aceite de motor a las dos faldas del pistón, esto facilitará el rodaje suave cuando el motor se ponga en marcha después de volver a montar.
- Lubrique y monte los semi cojinetes en las cabezas y tapas de las bielas, cuide que las patas entren perfectamente en las guías.
- La marca de la cabeza del pistón debe estar en dirección con las letras de la biela y a su vez apuntando a la parte frontal del motor, utilice un compresor de rines para comprimir los segmentos del pistón, y a su vez un martillo de goma para empujar el pistón y la biela hasta que llegue a topar con la muñequilla del cigüeñal.



Figura 140. Montaje conjunto biela-pistón.

Fuente. (Isuzu, 1988).

- Instale y lubrique las tapas biela alineando las marcas de número.



Figura 141. Números de referencia biela.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Aplicar una capa de aceite de motor a las roscas, caras de ajuste de cada tapa de biela y tuerca.

Tabla 42. Par de ajuste, tapas de biela.

kg m (Lbf.pie / N m)
8 (57.9 / 78.4)

Fuente. (Isuzu, 1988).

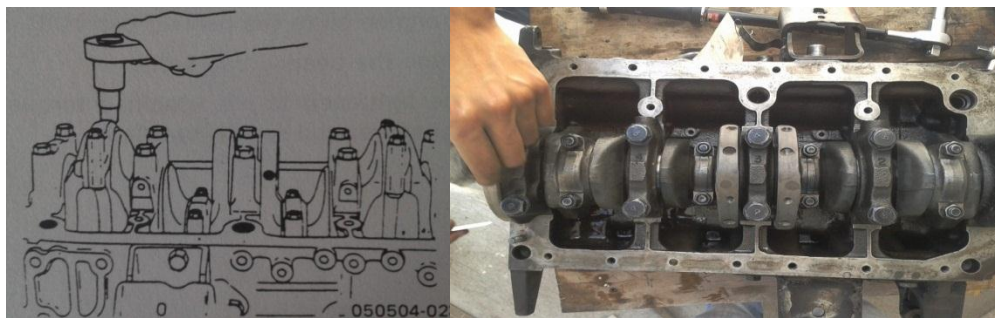


Figura 142. Ajuste de tuercas de tapas de biela.

Fuente. (Isuzu, 1988).

- Aplique una capa fina de sellador loctite.
- Coloque el empaque en la superficie interna del porta retenedor delantero del cigüeñal.



Figura 143. Porta retenedor delantero.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Colador y tuberías de lubricación a chorro.

- Limpie cada uno de los conductos utilice aire comprimido, seguidamente coloque las partes.
- Con los tornillos temporalmente, coloque tuberías y colador en la posición correcta (tuberías hacia adentro de cada cilindro).
- Apriete los tornillos. Tome en cuenta de no dañar, doblar o ejercer fuerzas excesivas en las tuberías de lubricación a chorro.



Figura 144. Colador y tuberías de lubricación a chorro.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Cárter de aceite.

- Limpie el cárter utilizando aire comprimido y agua a presión.
- Coloque el empaque en el bloque de cilindros.
- Instale el cárter de aceite en el bloque de cilindros.
- Ajuste los tornillos con el par especificado, siguiendo un orden.

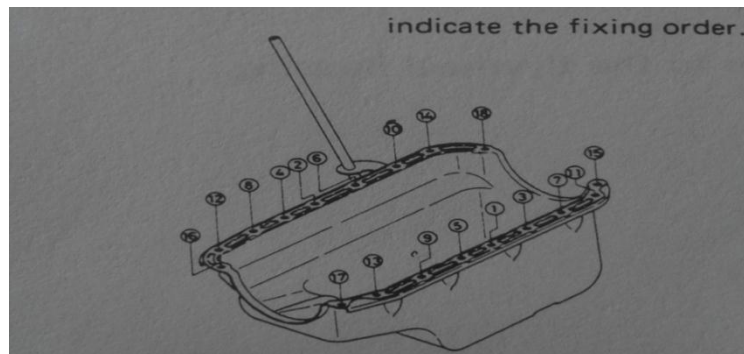


Figura 145. Orden de ajuste del cárter.

Fuente. (Isuzu, 1988).

Tabla 43. Par, pernos del cárter de aceite.

kg m (Lbf.pie/ N m)
0.75 (5.4 / 7.4)

Fuente. (Isuzu, 1988).



Figura 146. Colocación del cárter.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Bomba de aceite.

- Aplique aceite de motor a las superficies de los rotores.
- Instale los rotores de la bomba de aceite, tomando en cuenta que el lado achatado debe estar hacia en frente.
- Instale el sello de caucho “O-ring” en el cuerpo de la bomba.

- Instale el conjunto de la bomba de aceite en el bloque de cilindros. Tenga en cuidado de no torcer el O-ring al momento de su instalación.
- Utilice una llave hexagonal para ajustar los tornillos de la bomba de aceite con el par específico. Compruebe que el rotor de la bomba gire suavemente.



Figura 147. Esquema de instalación de la bomba de aceite.

Fuente. (Isuzu, 1988).

Tabla 44. Par, tornillos de la tapa de bomba de aceite.

Kg m (Lbf.pie/ N m)
1.9 ± 0.5 (13.7 ±3.6 / 18.6 ± 4.9)

Fuente. (Isuzu, 1988).

Cubierta frontal del bloque de cilindros.

- Sujete la cubierta junto con su empaque, y una ligera capa de sellador loctite para asegurarse de que no exista ningún tipo de fugas.
- Ajuste los tornillos de la tapa.



Figura 148. Cubierta frontal del bloque de cilindros instalada.
Fuente. (Almeida & Puma, Fotos, 2012).

Bomba de agua.

- Coloque el empaque con una capa muy fina de sellador loctite.
- Instale la bomba de agua.
- Ajuste los pernos con el par especificado.



Figura 149. Bomba de agua instalada.
Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Volante de inercia.

- Aplique loctite traba tornillos a los tornillos del volante, como se muestran en la figura.
- Bloquee el cigüeñal con un trozo de madera dura para evitar que gire.
- Apriete los tornillos del volante en el orden numérico mostrado en la figura.

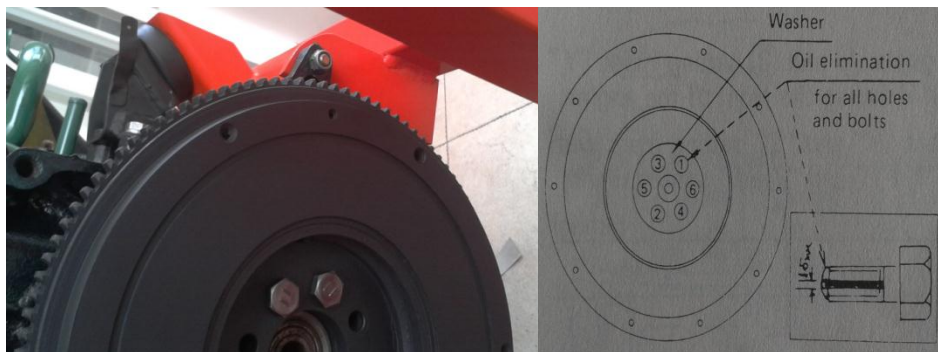


Figura 150. Montaje volante de inercia.
Fuente. (Almeida & Puma, Fotos, 2012).

Tabla 45. Par, tornillos del volante de inercia.

kg m (Lbf.pie/ N m)
5.5 (39.8/ 53.9)

Fuente. (Isuzu, 1988).

Tubería inferior derecha de refrigeración.

- Coloque el empaque con una capa muy fina de sellador loctite.
- Instale la tubería de refrigeración inferior derecha.

- Ajuste los tornillos con el par especificado.



Figura 151. Tubería inferior derecha de refrigeración.

Fuente. (Almeida & Puma, Fotos, 2012).

Rodamiento templador.

- Cambie los rodamientos por seguridad, por el tiempo de uso, para de esta manera no tener complicaciones posteriores.
- Con la ayuda de un extractor manual de rodamientos, saque el rodamiento alojado en el porta rodamiento.
- Coloque el nuevo rodamiento verificando que este no ingrese desalineado. Evite golpes directos en el aro del rodamiento.
- Sujete temporalmente el conjunto del rodamiento de templador y auxiliar en el lugar correspondiente.



Figura 152. Rodamiento templador y auxiliar de la correa de distribución.

Fuente. (Almeida & Puma, Fotos, 2012).

Base filtro de aceite.

- Coloque el empaque con una capa muy fina de sellador loctite.
- Instale la base filtro.
- Ajuste los pernos 5 tornillos con el par especificado.



Figura 153. Base del filtro de aceite y filtro.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

6.6.3.2.2 CULATA.

Montaje de válvulas y árbol de levas.

- Lubrique la guía y la cola de la válvula con aceite de motor.
- Coloque la copela inferior en la culata.
- Monte el retén de válvula nuevo.
- Coloque el muelle y la copela superior.
- Comprima los muelles con la herramienta compresora y coloque los semi conos.
- Repita el proceso con las siete válvulas restantes.

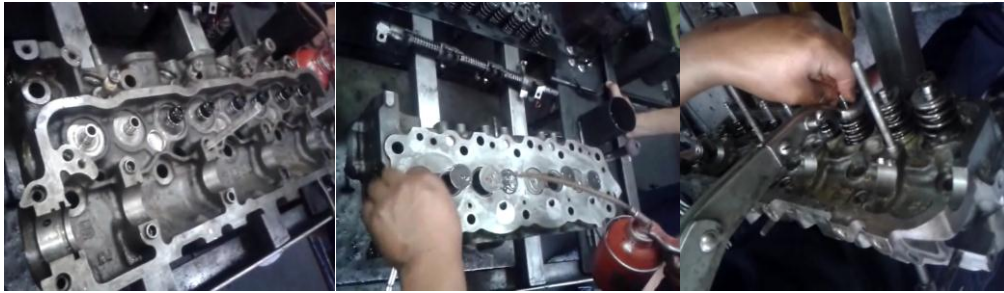


Figura 154. Montaje de guías, válvulas y muelles.
Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Limpie la cara superior del bloque de cilindros y la cara inferior de la culata.
- Instale la junta después de haber colocado un sellador en spray en las dos caras de la junta.
- Con la marca TOP hacia arriba y el frente. Alinear las clavijas de la culata y los agujeros junta.
- Coloque cuidadosamente la culata en la junta de la culata.
- Aplicar una capa de aceite de motor a las roscas de los tornillos de culata y las caras de ajuste.
- Apriete los tornillos de la culata con el par especificado en secuencia numérica.



Figura 155. Preparación del empaque o junta de la culata.
Fuente. (Almeida & Puma, Fotos, 2012).

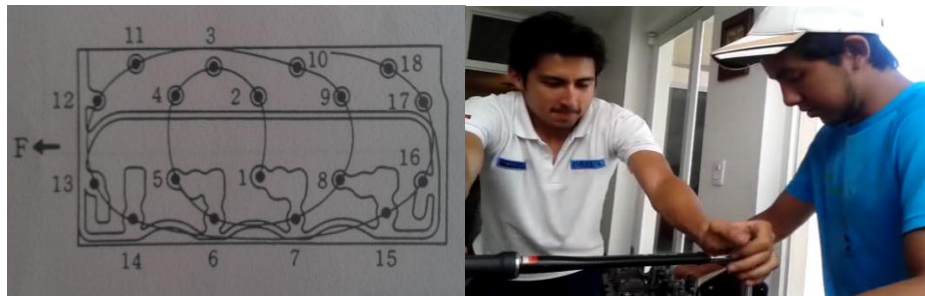


Figura 156. Ajuste tornillos de culata.
Fuente. (Almeida & Puma, Fotos, 2012).

Tabla 46. Par, tornillos de la culata.

	kg m (Lbf.pie/ N m)
Tornillo nuevo	12 (86.8/ 117.6)
Tornillo usado	14(101.3/137.2)

Fuente. (Isuzu, 1988).

- Lubrique y monte los semi cojinetes del árbol de levas, cuide que las patas entren perfectamente en las guías.
- Lubrique el árbol de levas y monte en la culata.
- Coloque las tapas del árbol de levas.
- Instale el eje de balancines nuevo, junto con los apoyos.
- Verifique que los balancines estén bien alineados con las colas de las válvulas.



Figura 157. Montaje árbol de levas, cojinetes y conjunto de balancines.
Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Aplique aceite de motor a los tornillos y turcas del eje balancines.
- Apriete los tornillos en el orden numérico que se muestra en la figura.

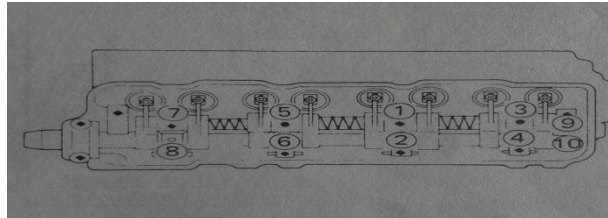


Figura 158. Montaje árbol de levas, cojinetes y conjunto de balancines.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

- Coloque el retén del árbol de levas.

Inyectores y bujías de pre calentamiento.

- Instale la nueva arandela ondulada con la ranura hacia arriba.
- Instale el inyector.
- El ajuste final se desempeña después de la instalación de la tuberías de inyección.
- Instale las bujías en la culata.
- Conecte el conector de la bujía.
- Apriete las bujías de incandescencia con el par especificado. Nunca remplace una sola bujía.



Figura 159. Montaje y ajuste de inyectores.

Fuente. (Almeida & Puma, Fotos, 2012).

Tabla 47. Par, bujías de pre calentamiento.

kg m (Lbf.pie/ N m)
1.9+-0.5 (13.7+-3.6/ 18.6+-4.9)

Fuente. (Isuzu, 1988)

Colector admisión, escape y caja del termostato.

- Instale el colector de admisión y escape no olvide colocar el empaque.
- Ajuste las tuercas y tornillos con el par especificado.



Figura 160. Montaje de juntas o empaques de colectores.

Fuente. (Almeida & Puma, Fotos, 2012).

Tabla 48. Par en tornillos y tuercas de colectores admisión y escape.

Kg m (Lbf.pie/ N m)
2.1 (15.2 / 20.6)

Fuente. (Isuzu, 1988).

- Coloque la caja del termostato junto con su empaque.
- Ajuste los tornillos con el par especificado.



Figura 161. Caja del termostato.

Fuente. (Almeida & Puma, Fotos, 2012).

6.6.3.2.3 PARTES COMPLEMENTARIAS.

Bomba de inyección y tuberías.

- Instale la bomba de inyección en la tapa frontal del motor.
- Coloque la polea dentada de la bomba de inyección y ajuste la tuerca con el par especificado.
- Coloque una sola tuerca de sujeción de la bomba, de esta manera podrá poner a punto la bomba con más facilidad.



Figura 162. Bomba de inyección de tipo VE instalada.

Fuente. (Almeida & Puma, Fotos, 2012).

- Conecte las tuberías de inyección en los porta inyectores y en la bomba de inyección. No olvide la riel de retorno.



Figura 163. Instalación de tuberías y riel de retorno de combustible.

Fuente. (Almeida & Puma, Fotos, 2012).

Tabla 49. Par en las tuercas de las tuberías de inyección.

Kg m (Lbf.pie/ N m)
2.5 (18.1 / 24.5)

Fuente. (Isuzu, 1988).

Turbo compresor.

- Instale el espaciador con su junta, y ajuste los tornillos perdidos con el par especificado.
- Monte el turbo compresor con su respectiva junta.
- Ajuste las tuercas de fijación con el par especificado.
- Instale la tubería de retorno de lubricación del turbo compresor hasta el cárter de aceite.
- Antes de conectar la tubería de alimentación de aceite, llenar de aceite de motor por el orificio de entrada el cuerpo central.

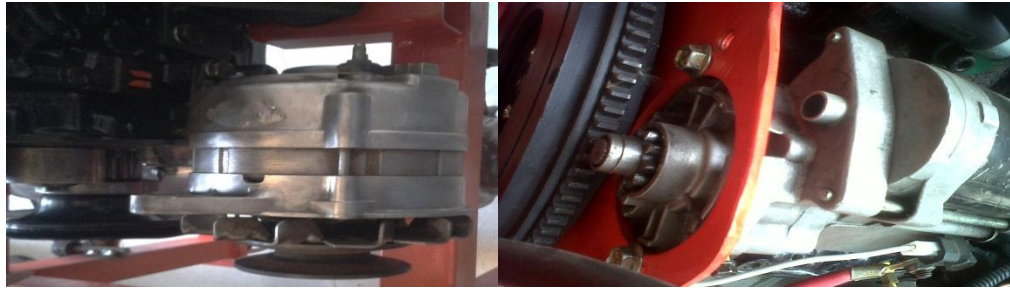


Figura 164. Instalación turbo compresor.

Fuente. (Almeida & Puma, Fotos, 2012).

Motor de arranque y generador.

- Instale el motor de arranque a la carcasa del volante.
- Instale el generador en el soporte. Ajuste los tornillos de regulación temporalmente.



Fuente 165. Generador y motor de arranque.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Escape y silenciador.

- Coloque la tubería de escape con silenciador, sin olvidar el empaque o junta.
- Ajuste los tornillos con el par especificado.



Figura 166. Escape y silenciador instalados.

Fuente. (Almeida & Puma, Fotos, 2012).

Correa de distribución.

- Encaje los puntos de referencia o marcas que poseen las poleas dentadas y el bloque de cilindros.

- Colocar la correa de distribución, cuidando que las poleas no se muevan de los puntos de referencia.
- Tense la correa actuando sobre el rodamiento principal tensor mediante un tornillo hasta obtener una tensión adecuada.
- Ajuste los tornillos de los tensores principal y auxiliar con el par especificado.

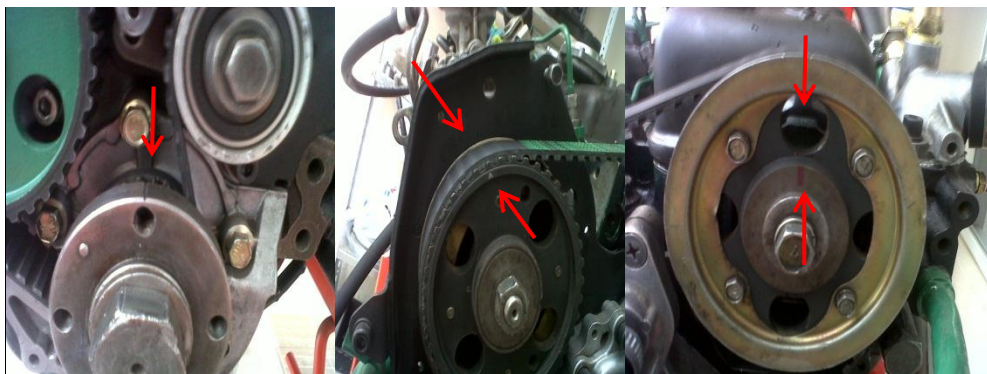


Figura 167. Puntos de referencia de poleas y bloque de cilindros.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).



Figura 168. Puntos de referencia de poleas y bloque de cilindros.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Poleas de accesorios y banda de accesorios.

- Coloque la polea de accesorios del cigüeñal cuidando que entre en la guía.
- Ajuste el tornillo con el par especificado.
- Coloque la polea de la bomba de agua, espaciador y luego el ventilador.
- Ajuste los tornillos.
- Instale la correa en V rodeando las poleas de la bomba de agua, cigüeñal y del generador, tense la correa actuando sobre el plato de ajuste del alternador mediante un tornillo hasta obtener la tensión adecuada.



Figura 169. Polea de accesorios cigüeñal, polea de bomba de agua.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Tabla 50. Par del tornillo polea del cigüeñal.

Kg-m (Lbf.pie/ N-m)
19 (137.4/ 186.2)

Fuente. (Isuzu, 1988)

Tapa válvulas y calibración de válvulas.

- Lleve el pistón en el cilindro No. 1 o bien el cilindro No. 4 al PMS en la carrera de compresión girando el cigüeñal hasta la polea del cigüeñal este alineado con la referencia del PMS.
- Si las válvulas de admisión y escape del cilindro No.1 tienen juego, el pistón está en PMS en la carrera de compresión. Si las válvulas de admisión y escape del cilindro No. 1 no tienen juego, el cilindro No.4 está en carrera de compresión.
- Ajuste el No. 1 o el No.4, mientras que sus respectivos pistones están en el PMS de la carrera de Compresión.
- Afloje el tornillo de ajuste del juego de válvulas.
- Inserte una galga de espesor adecuado entre el balancín y la cola de la válvula.
- Gire el tornillo de ajuste del juego de válvulas hasta sentir un ligero arrastre en la galga.
- Ajuste la tuerca de fijación firmemente. Girar el cigüeñal 360 °. Vuelva a alinear la polea del cigüeñal.
- Ajustar las holguras de las válvulas restantes.

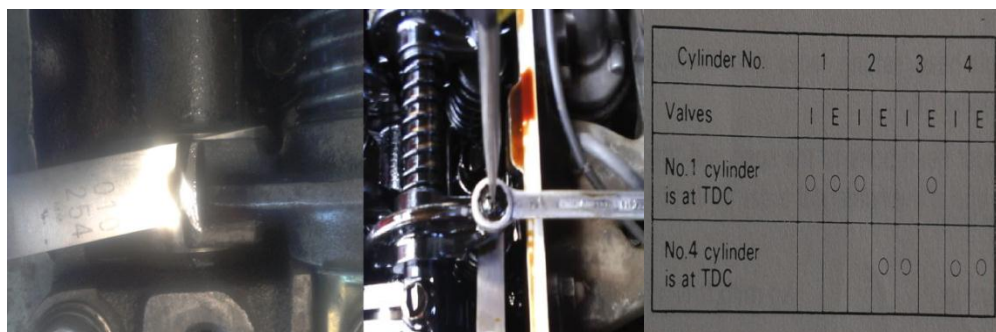


Figura 170. Calibración de válvulas.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Tabla 51. Par de la tuerca de los balancines.

kg m (Lbf.pie/ N m)
2.5 (18.1/ 24.5)

Fuente. (Isuzu, 1988).

Tabla 52. Holgura válvulas de admisión y escape (en frío).

Mm(pulg)
0.25 (0.0098)

Fuente. (Isuzu, 1988).

- Aplique una fina capa de sellador loctite al empaque.
- Aplique aceite de motor para el eje de balancines y los muelles de las válvulas.
- Instale el empaque en el tapa válvulas. Estar absolutamente seguro de que la junta está colocada correctamente.
- Apriete las tuercas de la culata con el par especificado.

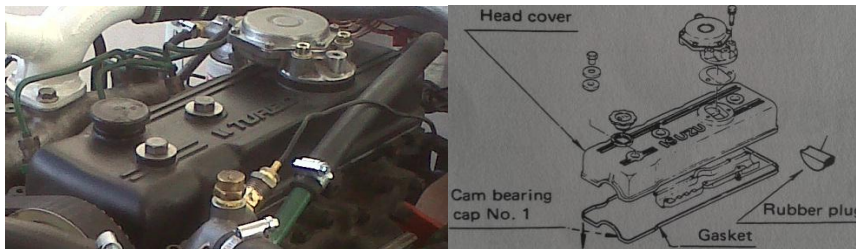


Figura 171. Colocación del tapa válvulas.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Tabla 53. Par, tuercas del tapa válvulas.

kg m (Lbf.pie/ N m)
1.0+-0.2 (7.2+-1.4/9.8+-1.98)

Fuente. (Isuzu, 1988).

Tubería de admisión.

- Coloque las tubería de admisión en la salida de aire del turbo compresor.
- Instale la tubería en el colector de admisión sin olvidar el empaque.
- Ajuste las abrazaderas de fijación.
- Ajuste los tornillos con el par especificado.



Figura 172. Instalación tubería de admisión.

Fuente. (Almeida & Puma, Fotos, 2012)

Sistema de refrigeración.

- Coloque el radiador en su base.
- Instale las mangueras de refrigeración del motor perfectamente sujetas con sus respectivas abrazaderas para impedir fugas de refrigerante.



Figura 173. Mangueras de refrigeración instaladas.

Fuente. (Almeida & Puma, Fotos, 2012).

Sistema de alimentación de combustible.

- Coloque el depósito de combustible en su lugar correspondiente.
- Instale la bomba de alimentación eléctrica.
- Fije la base del filtro de combustible a la estructura, seguidamente coloque el nuevo filtro de combustible y dar el ajuste necesario.
- Coloque las tuberías de alimentación y retorno del gasóleo.
- Ajuste las abrazaderas para evitar fugas de gasóleo.



Figura 174. Instalación del depósito de combustible.

Fuente. (Almeida & Puma, Fotos, 2012).

Sistema eléctrico y tablero de instrumentos.

- Ensamble el tablero en sus respectivos apoyos, (medidores de temperatura, presión de aceite, carga de batería).

- Conecte los manómetros de temperatura del refrigerante y de presión de aceite.
- Conecte el cable del acelerador a la palanca del acelerador de la bomba de inyección.
- Instale todas las conexiones eléctricas de forma segura.



Figura 175. Tablero de control instalado.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

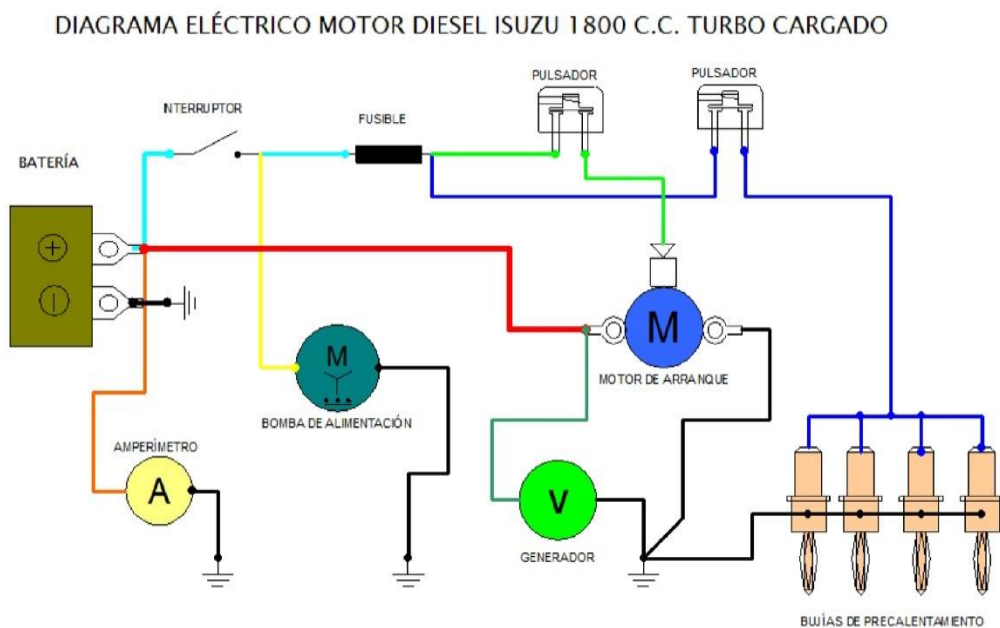


Figura 176. Diagrama eléctrico.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Generalidades finales.

- Coloque y conecte la batería.
- Llene el depósito de combustible con gasóleo.
- Coloque aceite en el motor, la cantidad de 4.5L.

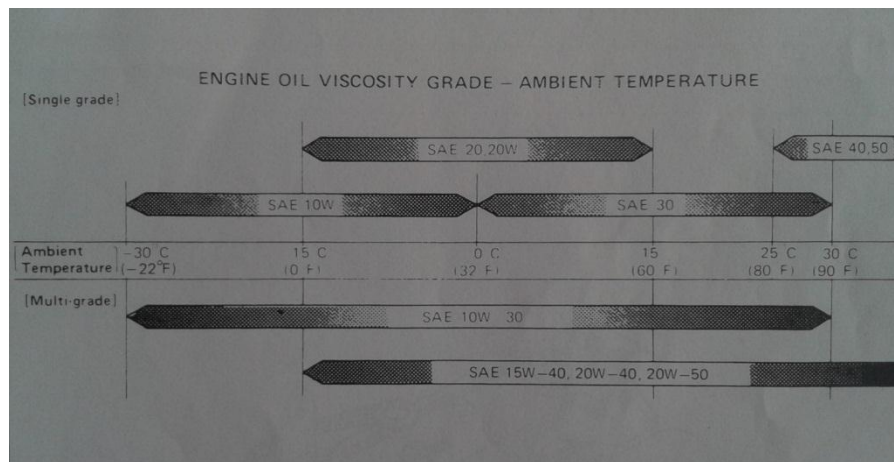


Figura 177. Viscosidad aceite de motor.

Fuente. (Isuzu, 1988).

- Llene de refrigerante el radiador y tuberías. Cuando el motor este encendido complete la cantidad de refrigerante.



Figura 178. Motor proceso de reparación y restauración terminada.
Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

TALLER UNIDAD III

TEMA:

Reacondicionamiento y ensamblaje del motor.

OBJETIVO:

Reparar, calibrar y montar cada una de partes y componentes, utilizando los conocimientos adquiridos en el aula, para el correcto funcionamiento del motor.

ACTIVIDADES:

1. Formar grupos adecuados con los estudiantes de manera que cada uno de ellos participe con la actividad correspondiente.
2. Una vez formado el grupo, designar una persona que será encargada de realizar de la exposición del tema en forma expositiva y aplicada
3. Los temas serán sujetos a debates con las ponencias de cada integrante, todas ponencias de cada integrante del grupo, serán redactadas en memorias para la exposición de la práctica final.
4. La evaluación de cada uno de los grupos será en base a los resultados adquiridos, es decir los conocimientos teóricos adquiridos en clase sobre el desmontaje.

EVALUACIÓN DE LA UNIDAD.

CUESTIONARIO:

- ¿Cuán importante cree usted que es la limpieza en el proceso de montaje?
- ¿Qué se debe hacer antes de motor la tubería de alimentación de aceite, que va al turbo?
- ¿Explique brevemente como calibrar las holguras entre las colas de las válvulas y los balancines?
- ¿Qué es el plastigauge y para que se lo utiliza?
- ¿Explique cómo se monta la correa de distribución?
- ¿Por qué la bomba de inyección primero se somete a un proceso análisis de su parte mecánica antes ser probada en el banco?

6.7 CONCLUSIONES.

- Se concluye que la bomba de inyección se encuentra en perfecto funcionamiento ya que en las pruebas realizadas en el banco salieron todas dentro de los rangos permitidos por el fabricante , muestra de ello es la prueba de plena carga; que se realiza a 1270 RPM, entregando a 100 strokes 1.5cm^3 .
- Después de un pulido superficial, el árbol de levas queda con una medida en sus levas de 36.7mm muy cercana a su límite permitido de desgaste que es 36.6mm, con esto se finiquita que se encuentra ya al final de su vida útil.
- El diámetro de los cilindros se midió en 84.03 mm cada uno, después del proceso de bruñido, quedando con una medida estándar para los pistones, y siendo posible dos rectificaciones más de 0.020 y 0.040 pulgadas.
- Después del proceso de rectificado al que fue sometido el cigüeñal, los diámetros de muñequillas y apoyos se redujeron a una medida menor de 0.010 pulgadas; quedando el cigüeñal con un rango amplio (sobre medidas de 0.020 y 0.030 pulgadas) para futuras reparaciones.

6.8 RECOMENDACIONES.

- Se recomienda la instalación de un catalizador al final del sistema de escape de manera que reduzca la emisión de contaminantes al medio ambiente.
- Se sugiere que el motor debe ser encendido por lo menos una vez por semana, para alargar la vida útil de todos los componentes del motor.
- Si existiera un futuro mantenimiento, y el turbocompresor presentará fallas fugas se recomienda su recambio total como única opción, ya que este se encuentra al límite de sus tolerancias permitidas (la holgura de los anillos de presión está al límite que es 0.15mm)
- Se recomienda utilizar aceite de motor tipo CD que se encuentra en la clasificación API, ya que este aceite es especial para motores Diesel turbo cargados.

ANEXOS.

Soporte para el motor.

- Se fabricó un soporte estético, de acuerdo al peso del motor, con bases de caucho, ruedas para fácil movilización y demás soportes para el resto de partes.



Figura 179. Soporte para motor.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Depósito de combustible.

- Se construyó con un material apropiado para el alojamiento de combustible, soldando de manera hermética cada una las partes que lo componen, incluyendo los orificios y neplós de salida y retorno de combustible.

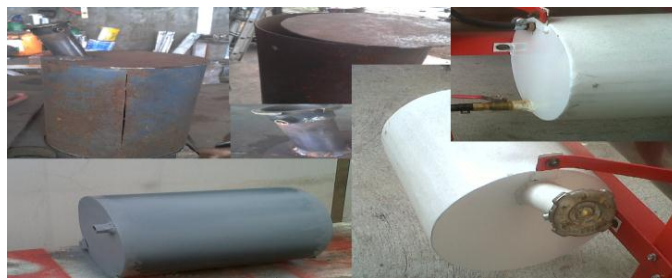


Figura 180. Depósito de combustible.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Tablero de instrumentos.

- Se fabricó de acero inoxidable con medidas de 40 cm x 20 cm y 8 cm de alto, soldando cada parte de forma estética, para después realizar las perforaciones necesarias donde se ubicara todo lo necesario para el control del motor.



Figura 181. Fabricación y mecanizado del tablero de control.

Fuente. (Almeida & Puma, Figuras y tablas, 2012).

Medida de la presión de compresión.

- Remueva las bujías de precalentamiento.
- Configurar el adaptador y el medidor de compresión en el orificio de bujía del cilindro N ° 1.
- Gire el motor con el motor de arranque y tomar la lectura del medidor de compresión.
- Repita el procedimiento de los pasos 2 y 3 para los cilindros restantes.

Tabla 54. Presión de compresión.

Estándar Lbf.pulg ² (KPa)	Medida revista Lbf.pulg ² (KPa)	Límite Lbf.pulg ² (KPa)
210 (1448)	240(1655)	280(1931)

Fuente. (Almeida & Puma, 2013).



Figura 182. Medida de la presión de compresión.

Fuente. (Almeida & Puma, 2013).

Nota: Si la válvula de medida es menor que el límite especificado podemos tener los siguientes problemas:

- **Soplado en la junta de culata.**
- **Camisa de cilindro desgastada.**
- **Anillo de pistón pegados o rotos.**
- **Asentamiento incorrecto entre la válvula y el asiento de la válvula.**

Diagnóstico motor Diesel.

Tabla 55. Diagnóstico del motor Diesel.

SÍNTOMA	EFEECTO	CAUSA	SOLUCIÓN
El motor no arranca	Arroja humo negro.	Filtro de aire Taponado.	Sustituir el elemento filtrante.
		Inyectores defectuosos.	Controlar y regular los inyectores.
		Velocidad del motor de arranque insuficiente.	Comprobar la batería, el circuito eléctrico y/o la cantidad de aceite de motor.

		Mal calado de la bomba.	Controlar el Calado de la bomba.
El motor no arranca	Arroja humo blanco.	<p>Pre calentamiento defectuoso.</p> <p>El dispositivo de arranque no funciona.</p> <p>Mal calado de la bomba.</p> <p>No existe sobrecarga de arranque.</p> <p>Junta de la culata defectuosa.</p> <p>Deposito del carburante vacío.</p> <p>Filtro de combustible taponado</p>	<p>Controlar el circuito eléctrico y sustituir las piezas defectuosas.</p> <p>Regular el dispositivo y sustituir las piezas defectuosas.</p> <p>Controlar el calado de la bomba.</p> <p>Circuito de alimentación o retorno defectuoso. Controlar la válvula de paro. Bomba defectuosa.</p> <p>Sustituir la junta.</p> <p>Poner carburante y purgar el circuito.</p> <p>Sustituir el elemento filtrante.</p>
El motor no arranca	No arroja ningún tipo de humo.	<p>Electroválvula de paro defectuosa.</p> <p>Alimentación defectuosa.</p>	<p>Controlar el circuito eléctrico y el funcionamiento de la electroválvula.</p> <p>Controlar la bomba de alimentación, la hermeticidad del circuito y purgar el circuito. Comprobar que la aireación del depósito</p>

			sea correcta a través del orificio del tapón.
El motor no arranca	Con temperaturas inferiores a cero grados.	Compresiones insuficientes. Tapones de hielo en los puntos inferiores del circuito; Formación de parafinas en el filtro.	Comprobar la compresión y el estado del motor. Deshelar y limpiar las tuberías, cambiar el elemento filtrante. Añadir aditivos anticongelantes en el combustible.
El motor arranca y luego se para.		Filtro de combustible taponado. Filtro de aire taponado. Aire en el circuito de alimentación.	Sustituir el elemento filtrante. Sustituir el elemento filtrante. Comprobar la hermeticidad del circuito y purgarlo.
El Motor no tiene suficiente potencia.		Filtro de combustible taponado. Mando del acelerador mal regulado. Mal calado de la bomba. Circuito de alimentación defectuoso.	Sustituir el elemento filtrante. Regular el cable del acelerador. Controlar el calado de la bomba. Controlar: las tuberías de alimentación y de retorno, el tapón del depósito, los tornillos huecos de alimentación y retorno y/o la bomba de alimentación

		<p>Tubos de impulsión aplastados a nivel de los racores.</p> <p>Inyectores defectuosos. Bomba de inyección desajustada.</p>	<p>Controlar el diámetro interior de los mismos.</p> <p>Comprobar su estado, calibrado y conformidad de los inyectores.</p> <p>Hacer que la ajuste un centro especializado.</p>
<p>El motor no tiene potencia suficiente.</p>	<p>Consume anormalmente y arroja humo.</p>	<p>Filtro de aire sucio.</p> <p>Inyectores defectuosos.</p> <p>Válvulas mal reguladas.</p> <p>Mal calado de la bomba.</p> <p>Distribución mal calada.</p> <p>Compresiones insuficientes.</p> <p>Escape parcialmente taponado.</p> <p>Temperatura de funcionamiento en marcha demasiado baja.</p> <p>Bomba de inyección</p>	<p>Limpia o sustituir el cartucho.</p> <p>Comprobar su estado, calibrado y conformidad de los inyectores.</p> <p>Controlar el juego de balancines.</p> <p>Controlar el calado de la bomba.</p> <p>Regular el calado de la distribución.</p> <p>Comprobar la compresión y el estado del motor</p> <p>Controlar el circuito de escape.</p> <p>Controlar el circuito de refrigeración (termostato).</p> <p>Hacer que la ajuste un</p>

		desajustada.	centro especializado
Fallos en el motor.	El motor no tiene una marcha regular.	<p>Régimen de ralentí demasiado bajo.</p> <p>Fugas entre la bomba y el inyector.</p> <p>Filtro de combustible taponado.</p> <p>Toma de aire en el circuito.</p> <p>Inyector/es defectuoso/s o no apropiados.</p> <p>Balancín desajustado.</p> <p>Pistón agarrotado o segmentos de suciedad.</p> <p>Bomba de inyección defectuosa.</p> <p>Filtro de combustible taponado.</p>	<p>Ajustar el régimen de ralentí.</p> <p>Comprobar el circuito de retroceso.</p> <p>Sustituir el elemento filtrante.</p> <p>Controlar el circuito de alimentación.</p> <p>Comprobar su estado, calibrado y conformidad de los inyectores.</p> <p>Controlar y ajustar el juego de balancines.</p> <p>Controlar las compresiones y el estado del motor.</p> <p>Hacer que la repare y ajuste un centro especializado.</p> <p>Sustituir el elemento filtrante.</p>
Fallos en el motor.	Régimen máximo demasiado débil.	<p>Mando del acelerador desajustado.</p> <p>Bomba de inyección desajustada.</p>	<p>Regular el cable del acelerador.</p> <p>Hacer que la ajuste un centro especializado.</p>

Fallos en el motor.	Régimen máximo demasiado elevado.	Bomba de inyección desajustada. Fuga en la junta del inyector.	Hacer que la ajuste un centro especializado. Sustituir las juntas defectuosas.
Fallos en el motor	Chorro de aire	Fuga por una alguna bujía de incandescencia. Escape en la junta de la culata.	Apretar la bujía o sustituirla. Sustituir la junta de la culata. Controlar las superficies de asiento y el rebase de las camisas.
Fallos en el motor	Golpeteos en el motor	Inyector agarrotado. Toma de aire en el circuito. Combustible no apropiado. Balancines desajustados. Inyectores taponados en el retroceso de fugas. Calado de la bomba. Calado de la distribución. Válvulas sucias. Muelle de válvula roto.	Sustituir el inyector defectuoso. Verificar el circuito de alimentación. Verificar y sustituir el combustible. Ajustarlos. Comprobar los porta inyectores, y las rampas de retroceso de fugas Controlarlo. Controlarlo. Puesta en condiciones de la culata. Sustituir el muelle defectuoso.

		Pistones agarrotados o desgastados. Biela fundida.	Poner el motor en condiciones.
--	--	--	--------------------------------

Fuente. (Almeida & Puma, 2013).

Tabla 56. Diagnóstico en Bujías de Incandescencia.

Daño	Causas Posibles	Acción Correctora
Vainas Fundida o Rota	Inyectores (presión de inyección incorrecta, encendido demasiado avanzado, boquillas con goteo.	Recalibrado del sistema de inyección.
	Aceite en la cámara de combustión (sobre calentamiento debido a un nivel de aceite demasiado alto).	Correcto nivel de aceite en el motor.
	Guías con válvulas desgastadas (segmentos del pistón roto)	Reemplazo de segmentos del pistón/rectificación de guías de válvulas.
	Fallo de controlador de la bujía de incandescencia.	Comprobar y/o reemplazar el controlador de la bujía de incandescencia.
	Voltaje del sistema incorrecto.	Revisar el circuito.
	Tipo de bujía de incandescencia incorrecto.	Comprobar que el tipo de bujía sea el correcto para el vehículo.

Vaina Corrida	Cámara de intercambia de calor comprimida debido al par de apriete excesivo. Una cámara de intercambio térmico angosta causa el sobrecalentamiento del motor.	La bujía de incandescencia se debe instalar con cuidado utilizando una llave dinamométrica y prestando especial atención con los pares recomendados.
Circuito abierto con vaina aparentemente no dañada.	Sistema eléctrico defectuoso, causante de sobre tensión. Fallo del controlador de la bujía.	Comprobar y/o reemplazar el controlador de la bujía de incandescencia. Revisar el sistema eléctrico.

Fuente. (Almeida & Puma, 2013).

Bibliografía

- (2009). Recuperado el Julio de 2012, de Demotor:
http://www.demotor.net/diferencias_entre_motor_otto_y_motor_die_sel.html
- automecanico*. (Agosto de 2010). Recuperado el Julio de 2012, de
<http://automecanico.com/auto2038/filtair001.html>
- Aficionados a la mecanica*. (2011). Recuperado el Julio de 2012, de
http://www.aficionadosalamecanica.net/bombas_de_inyeccion.htm
- Aficionados a la Mecanica*. (2011). Recuperado el Julio de 2012, de
<http://www.aficionadosalamecanica.net/common-calentamiento.htm>
- Adrian. (11 de Noviembre de 2010). Recuperado el 24 de marzo de 2013,
de <http://espaciocoche.com/ciguenal-de-un-motor/>
- Almeida&Puma. (Marzo de 2013). Ibarra, Ecuador.
- Bosch, R. (2005). *Manual de la Técnica del Automóvil 629.287/.A75/Man*. Robert Bosch GmbH.
- Brian. (31 de agosto de 2011). *Blogspot*. Recuperado el 23 de 03 de 2013, de <http://bryan-bryan-trabajodetecnologia.blogspot.com/>
- G. Hamm, G. B. (1986). *Tablas de la Técnica del Automóvil*. Barcelona: Reverté S.A.
- Galvan. (1 de Julio de 2010). *Blogspot*. Recuperado el Julio de 2012, de <http://edgargg.blogspot.com/2010/07/inyectores-mecanicos.html>
- Gil, H. (2007). *Manual de Diagnóstico del Automóvil 629.24/G55/Man*. Barcelona: CEAC.
- Gil, H. (2012). *Manual Práctico del Automóvil; Reparación Mantenimiento y Prácticas. 629.287/G55/Man*. Grupo cultural.
- Italo. (30 de Junio de 2009). *blogspot*. Recuperado el Julio de 2012, de http://italo-poblete.blogspot.com/2009/06/partes-importantes-del-motor_30.html

- Kevin. (Mayo de 2010). *Bolgspot*. Recuperado el Julio de 2012, de http://power-machine-oztighozitho.blogspot.com/2010_05_01_archive.html
- Popayan, S. D. (Mayo de 2012). *Blogspot*. Recuperado el Julio de 2012, de <http://senapopayandiesel.blogspot.com/2010/05/refrigeracion.html>
- Ramirez, J. (19 de Agosto de 2008). *blogspot*. Recuperado el 03 de 2013, de <http://dieselmot.blogspot.com/2008/08/culatas-diesel.html>
- Reveco, L. (30 de Mayo de 2012). *blogspot*. Recuperado el Julio de 2012
- S.A. (31 de marzo de 2007). *Tutorino*. Recuperado el 24 de marzo de 2013, de <http://www.tutorino.com.ar/foro/topic1308.html>
- S.A. (10 de diciembre de 2008). *foros.net*. Recuperado el 24 de marzo de 2013, de <http://server3.foros.net/viewtopic.php?t=1294&mforum=CLUBSWIFT>
- S.A. (2013). Recuperado el Marzo de 2013, de <http://es.scribd.com/doc/112955226/11/Sistema-Electrico>
- S.A. (2013). *Electriauto*. Recuperado el 24 de marzo de 2013, de <http://www.electriauto.com/mecanica/motor-de-combustion-interna/componentes-del-motor/>
- S.A. (2013). Figuras.
- S.A. (s.f.). *DIESLE*.
- S.A. (s.f.). *Inetplus*. Recuperado el Marzo de 2013, de http://www.inetplus.com.ar/mp/prueba_y_calibrado_de_inyectores.htm
- S.A. (2000). *Manual Del Automovil*. Madrid: Cultural S.A.
- S.A. (Julio de 2006). *Mecanicafacil*. Recuperado el marzo de 2013, de <http://www.mecanicafacil.info/>
- S.A. (2009). *Ngk-dpower*. Recuperado el Marzo de 2013, de <http://www.ngk-dpower.com/index.php?id=4&L=7>
- S.A. (2010). *Llantica*. Recuperado el Julio de 2012

- S.A. (2012). *Aficionados a la Mecanica*. Recuperado el Marzo de 2013, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/motor-distribucion.htm>
- S.A. (Junio de 2012). *Sabelotodo*. Recuperado el Julio de 2012, de <http://www.sabelotodo.org/automovil/inyectores.html>
- S.A. (2012). *Sabelotodo*. Recuperado el Julio de 2012, de <http://www.sabelotodo.org/automovil/sobrealimentacion.html>
- S.A. (2013). *Aficionados a la Mecanica*. Recuperado el Marzo de 2013, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/cursos-de-mecanica-2/>
- S.A. (2013). *Mahle*. Recuperado el Marzo de 2013, de www.mahle-aftermarket.com
- S.A. (s.f.). *Fordv8argentina*. Recuperado el marzo de 2013, de <http://fordv8argentina.com.ar/turbos.htm>
- Seemon. (16 de Abril de 2010). *blogspot*. Recuperado el Julio de 2012 , de <http://inyecciondieselcbtis160-seemon.blogspot.com/2010/04/bombas-de-inyeccion-diesel.html>
- Spray. (19 de Junio de 2011). *Blogspot*. Recuperado el Marzo de 2013, de <http://meccanicayautomocion.blogspot.com/2009/02/engrase-indice-introduccion-aceites.html>
- Zephir. (18 de Enero de 2008). *Seatibiza*. Recuperado el Julio de 2012, de <http://www.seatibiza.net/foro/showthread.php?87377-bujias-de-precalentamiento/page2>

FACULTAD DE EDUCACION CIENCIA Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE SOCIALIZACION DE TESIS

Ibarra, 26 de abril del 2013

CERTIFICADO

Yo, Ing. Carlos Mafla, certifico que los estudiantes: **Almeida Morales José Israel**, con cédula de ciudadanía Nro. 1003590179 y **Puma Morales Byron Marcelo**, con cédula de ciudadanía Nro. 1003770466, Egresados de la Carrera de Ing. en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte; cumplieron con la socialización de la tesis titulada "REPARACION Y PUESTA PUNTO DE UN MOTOR DIESEL ISUZU 1800 C.C. TURBO CARGADO", con los estudiantes del décimo semestre de la carrera en mención, el día 22 de abril del 2013 desde las 16:00 a 17:30

Atentamente,

CIENCIA Y TECNICA AL SERVICIO DEL PUEBLO



Ing. Carlos Mafla
DIRECTOR DE TESIS

Nro.	NOMBRE	Nro. DE CEDULA	FIRMA
1	Yesenia Ayala F.	100357573-3	
2	David Guvoro	100334163-1	
3	CHIMBOLEMA SAMUEL	100350926-0	
4	Anibal Molina	100330386-2	
5	Carlos Rosero	817022576-0	
6	Guamicalama Klever	0401643028	
7	Patricio Frias	040135663-9	
8	Franklin Rueda	040180054-5	
9	John Jairo Guarato	040161310-4	
10	HENRY CHAUCA	100369854-3	
11	Damián Vargas	100298267-4	
12	Oscar Puente Star	040160868-2.	
13	Manuel Poro	040156162-6	
14	Marco Guandolisa	100386392-3	
15	Tacuba Blasqui	100298417-5	
16	Nadia Falconi Alwerda	1003176680	
17	JEFFERSON ESTÉVEZ HINOSOSA	100333222-6	
18	Carlos Ortiz	100322957-0	
19	William Tecome	100312275-9	
20	Diego Andrés Guerra Pozo	100298048-8	
21	Leonel Santiago Jiménez Benavides	040158697-0	

22	CHICAIZA JORGE	1003094073	<i>Jorge Chicaiza</i>
23	Fabian Madera	0401646625	<i>Fabian Madera</i>
24	ВЛАДИМИР ГУЯЧНА	040166882-4	<i>(B. G. G.)</i>
25	Alex Tokamoz	0401747126	<i>Alex Tokamoz</i>
26	Álvaro Toro J.	040181534-5	<i>Álvaro Toro</i>
27	Edwin Pastaz Nengef	100270712-1	<i>Edwin Pastaz</i>
28	Erik MAURICIO MUÑOZ P.	040130965-3	<i>Erik Muñoz</i>
29	ALVARO ULLOTOS ONOFRE	040163301-1	<i>Alvaro Ullotos</i>
30	Pablo Cabrera R.	1003141531-3	<i>(Pablo Cabrera, Occidente)</i>
31	Diego Haro	100318801-6	<i>Diego Haro</i>
32	Carlos Calderón	040139545-2	<i>Carlos Calderón</i>
33	David Lema	100287462-4	<i>David Lema</i>
34	Luis López	040166046-9	<i>Luis López</i>
35	JOEL OBAPDO	080263066-5	<i>Joel Obapdo</i>
36	SANTO MARTÍN SNAZ ZÚÑIGA	100304707-1	<i>Santo Martín Snaz</i>
37	LUIS PINTO AYALA	100356792-0	<i>Luis Pinto</i>
38	Anita Paredes Játiva	040169076-3	<i>Anita Paredes</i>
39	Stalin I. Quiroz	040152191-9	<i>Stalin Quiroz</i>
40	CHRISTIAN JACOME	040130064-5	<i>Christian Jacome</i>
41	Romiro Espurra	100233192-2	<i>Romiro Espurra</i>
42	Jhonatan Carcedo	040130050-4	<i>Jhonatan Carcedo</i>
43	CRISTIAN MOLINA	040151862-6	<i>Cristian Molina</i>
44	Vivicio Palacios	0401397161	<i>Vivicio Palacios</i>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	100359017-9	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	ALMEIDA MORALES JOSÉ ISRAEL	
DIRECCIÓN:	Chile 4-85 y Uruguay		
EMAIL:	israel_am11@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062955317	TELÉFONO MÓVIL:	0996850123

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"REPARACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE UN MOTOR DIESEL ISUZU DE 1.800 C.C. TURBO CARGADO"
AUTOR (ES):	ALMEIDA MORALES JOSÉ ISRAEL PUMA MORALES BYRON MARCELO
FECHA: AAAAMMDD	2013-07-16
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	DE INGENIEROS EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR /DIRECTOR:	ING. CARLOS MAFLA

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, ALMEIDA MORALES JOSÉ ISRAEL, con cédula de identidad Nro. 100359017-9, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 16 días del mes de Julio de 2013

EL AUTOR:

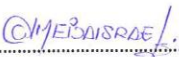
(Firma).....
Nombre: ALMEIDA MORALES JOSÉ ISRAEL
C.C.: 100359017-9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, ALMEIDA MORALES JOSÉ ISRAEL, con cédula de identidad Nro. 100359017-9, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: "REPARACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE UN MOTOR DIESEL ISUZU DE 1.800 C.C. TURBO CARGADO", que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERO AUTOMOTRIZ, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte. Ibarra, a los 16 días del mes de Julio de 2013

(Firma) 
Nombre: ALMEIDA MORALES JOSÉ ISRAEL
Cédula: 100359017-9



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

4. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	100377046-6	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	PUMA MORALES BYRON MARCELO	
DIRECCIÓN:		Sucre 12-72 Atuntaqui	
EMAIL:		Bniguer90@hotmail.com	
TELÉFONO FIJO:	062907652	TELÉFONO MÓVIL:	0990489197

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"REPARACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE UN MOTOR DIESEL ISUZU DE 1.800 C.C. TURBO CARGADO"
AUTOR (ES):	ALMEIDA MORALES JOSÉ ISRAEL PUMA MORALES BYRON MARCELO
FECHA: AAAAMMDD	2013-07-16
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	DE INGENIEROS EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR /DIRECTOR:	ING. CARLOS MAFLA

5. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, PUMA MORALES BYRON MARCELO, con cédula de identidad Nro. 100377046-6, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

6. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 16 días del mes de Julio de 2013

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: PUMA MORALES BYRON MARCELO

C.C.: 100377046-6

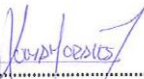


UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, PUMA MORALES BYRON MARCELO, con cédula de identidad Nro. 100377046-6, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: "REPARACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE UN MOTOR DIESEL ISUZU DE 1.800 C.C. TURBO CARGADO", que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERO AUTOMOTRIZ, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 16 días del mes de Julio de 2013

(Firma) 

Nombre: PUMA MORALES BYRON MARCELO

Cédula: 100377046-6