



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

TEMA:

PRUEBA DE INYECTORES A DIESEL DOBLE CALIBRACIÓN

Plan de trabajo de grado previo a la obtención del título de
Ingeniero en Mantenimiento Automotriz

Autor: Obando Cabezas Patricio Joel

Director: Ing. Carlos Mafla

Ibarra 2014

Aceptación Del Director

En mi calidad de Director del plan de trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es “PUEBRA DE INYECTORES A DIESEL DOBLE CALIBRACIÓN” presentado por el señor: Obando Cabezas Patricio Joel con el número de cédula 080263066-5, doy fe de que dicho trabajo, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a presentación privada y evaluación por parte del jurado examinado que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 05 días del mes de Noviembre del 2014.

Director:



Ing. Carlos Mafla

Dedicatoria

A mis padres, pilares fundamentales en mi vida, con mucho amor y cariño, les dedico todo mi esfuerzo, en reconocimiento a todo el sacrificio puesto para que yo pudiera estudiar y sacar mi carrera adelante, se merecen esto y mucho más. A Amada y Leonor, mis queridas hermanas por ser mi apoyo incondicional.

A todos con mucho cariño.

Joel Obando Cabezas

Agradecimiento

Un agradecimiento especial a mi mamá, nunca dejó de ayudarme, hasta en la cosa más mínimo, siempre estuvo preocupada por mí bienestar y que lograra culminar mi carrera con éxito.

A mi papá que cada día que llegaba me preguntaba cómo me había ido, me escuchaba cuando le hablaba de mis proyectos y aspiraciones que tenía a futuro y de pequeño fue la inspiración para escoger esta carrera y formarme profesionalmente.

A mis hermanas, que de una u otra manera fueron quienes me apoyaban moralmente, y me daban ese empuje cuando en ocasiones lo necesitaba.

A la Sra. Mabel Herembas, quien a más de ser la mamá de un gran amigo como lo es Henry Chauca, fue como una madre en mis años de estudios, siempre preocupada por mi bienestar y consintiéndome con deliciosas comidas, las cuales jamás olvidaré.

Joel Obando Cabezas

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I	1
1. El problema de investigación	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Formulación del problema.....	2
1.4. Delimitación.....	3
1.4.1. Temporal	3
1.4.2. Espacial.....	3
1.5. Objetivos	3
1.5.1. Objetivo General.....	3
1.5.2. Objetivos Específicos	3
1.6. Preguntas de investigación	4
1.7. Justificación.....	4
CAPÍTULO II	5
2. Marco teórico	5
2.1. Inyectores.....	5
2.1.1. Función.....	6
2.1.2. Inyector a diesel.....	6
2.1.3. Partes del inyector	10
2.1.4. Tipos de inyectores.....	12
2.1.5. Diferencia entre inyectores a diesel y gasolina.....	14
2.2. Trabajo de los inyectores	16
2.2.1. Presión de apertura del inyector	17
2.2.2. Ángulo del chorro.....	19
2.2.3. Pulverización y atomización.....	21
2.3. Mantenimiento.....	22
2.3.1. Desgaste.....	22
2.3.2. Goteo	24
2.3.3. Fugas internas en el inyector.....	25

2.3.4. Acción para proceder a la calibración de inyectores.....	25
2.3.5. Banco de inyectores	26
2.4. Glosario de términos	27
CAPÍTULO III	30
3. Metodología de la investigación	30
3.1. Tipo de investigación	30
3.1.1. La investigación bibliográfica	30
3.1.2. Investigación tecnológica.....	30
3.2. Métodos	31
3.2.1. Método analítico – sintético	31
CAPÍTULO IV	32
4. Propuesta	32
4.1. Introducción.....	32
4.2. Diagnóstico	32
4.3. Proceso- cálculos- diagramas.....	34
4.4. Pares de apriete para porta inyectores	35
4.4.1. Porta inyectores KB	35
4.4.2. Porta inyectores KC	35
4.4.3. Características de las toberas.....	36
4.4.4. Tabla de aplicaciones	38
4.5. Equipos	39
4.6. Motores de los talleres de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.....	39
4.7. Inyectores del motor Isuzu FTR IMA D01	40
4.7.1. Inyector 1	40
4.9. Inyectores del motor Isuzu IMA D07	96
4.9.1. Inyector 1	96
CAPITULO V	204
5.1. Conclusión	204
5.2. Recomendación	205
Bibliografía	206

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Tipos de Inyecciones.....	7
Figura 2.2. Cámara de combustión.....	7
Figura 2.3. Inyector con 6 chorros.....	8
Figura 2.4. Inyector electrónico.....	9
Figura 2.5. Inyector A – con orificio central Inyector B – con orificio capiral.....	13
Figura 2.6. Despiece de un porta inyector.....	18
Figura 2.7. Prueba de chorro.....	19
Figura 2.8. Prueba de chorro.....	20
Figura 2.9. Prueba de zumbido.....	21
Figura 2.10. Toberas.....	22
Figura 2.11. Goteo por el Inyector.....	25
Figura 2.12. Comprobadores de inyectores Bosch.....	26
Figura 4.1. Inyectores desarrollados para alta performance.....	36
Figura 4.2. Inyector 1 Prueba de presión de apertura.....	40
Figura 4.3. Vista de despiece de un inyector de orificio.....	43
Figura 4.4. Despiece del inyector.....	44
Figura 4.5. Rodela de presión.....	45
Figura 4.6. Presión de apertura.....	45
Figura 4.7. Rodela de presión.....	46
Figura 4.8. Presión de apertura.....	47
Figura 4.9. Rodela de presión.....	47
Figura 4.10. Presión de apertura.....	48
Figura 4.11. Resorte de compresión.....	49

Figura 4.12. Resorte de compresión.....	50
Figura 4.13. Inyector 1 Introduciendo primera rodela de presión.....	51
Figura 4.14. Inyector 1 Prueba de presión de apertura.....	52
Figura 4.15. Inyector 2 Prueba de presión de apertura.....	54
Figura 4.16. Inyector 2 Despiece de inyector.....	56
Figura 4.17. Inyector 2 Introduciendo resorte de compresión.....	57
Figura 4.18. Inyector 2 Prueba de presión de apertura.....	58
Figura 4.19. Inyector 3 Prueba de presión de apertura.....	60
Figura 4.20. Inyector 4 Despiece del inyector.....	62
Figura 4.21. Inyector 3 Introduciendo segundo resorte de compresión.....	63
Figura 4.22. Inyector 3 Presión de apertura.....	64
Figura 4.23. Inyector 4 Presión de apertura.....	66
Figura 4.24. Inyector 4 Despiece del inyector.....	68
Figura 4.25. Inyector 4 Introduciendo varilla de empuje.....	69
Figura 4.26. Inyector 4 Prueba de presión de apertura.....	70
Figura 4.27. Inyector 1 Prueba de presión de apertura.....	72
Figura 4.28. Inyector 1 Despiece de inyector.....	74
Figura 4.29. Inyector 1 Introduciendo rodela para la primera presión de apertura	75
Figura 4.30. Inyector 1 Prueba de presión de apertura.....	76
Figura 4.31. Inyector 2 Prueba de presión de apertura.....	78
Figura 4.32. Inyector 2 Despiece del inyector.....	80
Figura 4.33. Inyector 2 Introduciendo primer resorte de compresión.....	81
Figura 4.34. Inyector 2 Prueba de presión de apertura.....	82
Figura 4.35. Inyector 3 Prueba de presión de apertura.....	84
Figura 4.36. Inyector 3 Despiece del inyector.....	86

Figura 4.37. Inyector 3 Introduciendo segundo resorte de compresión.....	87
Figura 4.38. Inyector 2 Prueba de presión de apertura.....	88
Figura 4.39. Inyector 4 Prueba de presión de apertura.....	90
Figura 4.40. Inyector 4 Despiece del inyector.....	92
Figura 4.41. Inyector 4 Introduciendo asiento de muelle.....	93
Figura 4.42. Inyector 4 Prueba de presión de apertura.....	94
Figura 4.43. Inyector 1 Prueba de presión de apertura.....	96
Figura 4.44. Despiece de un inyector de tetón	98
Figura 4.45. Inyector 1 Despiece del inyector.....	99
Figura 4.46. Rodela de presión.....	100
Figura 4.47. Presión de apertura.....	101
Figura 4.48. Resorte de compresión.....	102
Figura 4.49. Inyector 1 Introduciendo rodela de presión.....	103
Figura 4.50. Inyector 1 Prueba de presión de apertura.....	104
Figura 4.51. Inyector 2 Prueba de presión de apertura.....	106
Figura 4.52. Inyector 2 Despiece del inyector.....	108
Figura 4.53. Inyector 2 Introduciendo rodela de presión.....	109
Figura 4.54. Inyector 2 Prueba de presión de apertura.....	110
Figura 4.55. Inyector 3 Prueba de presión de apertura.....	112
Figura 4.56. Inyector 3 Despiece del inyector.....	114
Figura 4.57. Inyector 3 Introduciendo resorte de compresión.....	115
Figura 4.58. Inyector 3 Prueba de presión de apertura.....	116
Figura 4.59. Inyector 4 Prueba de presión de apertura.....	118
Figura 4.60. Inyector 2 Despiece del inyector.....	120
Figura 4.61. Inyector 4 Introduciendo varilla de empuje.....	121

Figura 4.62. Inyector 2 Prueba de presión de apertura.....	122
Figura 4.63. Inyector 1 Prueba de presión de apertura.....	124
Figura 4.64. Inyector 1 Despiece del inyector.....	126
Figura 4.65. Inyector 1 Introduciendo rodela de presión.....	127
Figura 4.66. Inyector 1 Prueba de presión de apertura.....	128
Figura 4.67. Inyector 2 Prueba de presión de apertura.....	130
Figura 4.68. Inyector 2 Despiece del inyector.....	132
Figura 4.69. Inyector 2 Introduciendo resorte de compresión.....	133
Figura 4.70. Inyector 2 Prueba de presión de apertura.....	134
Figura 4.71. Inyector 3 Prueba de presión de apertura.....	136
Figura 4.72. Inyector 3 Despiece del inyector.....	138
Figura 4.73. Inyector 3 Introduciendo resorte de compresión.....	139
Figura 4.74. Inyector 3 Prueba de presión de apertura.....	140
Figura 4.75. Inyector 4 Prueba de presión de apertura.....	142
Figura 4.76. Inyector 4 Despiece del inyector.....	144
Figura 4.77. Inyector 4 Introduciendo tobera.....	145
Figura 4.78. Inyector 4 Prueba de presión de apertura.....	146
Figura 4.79. Inyector 1 Prueba de presión de apertura.....	148
Figura 4.80. Inyector 1 Despiece del inyector.....	150
Figura 4.81. Rodela de presión.....	151
Figura 4.82. Presión de apertura.....	152
Figura 4.83. Rodela de presión.....	152
Figura 4.84. Presión de apertura.....	153
Figura 4.85. Resorte de compresión.....	154
Figura 4.86. Inyector 1 Introduciendo rodela de presión.....	155

Figura 4.87. Inyector 1 Prueba de presión de apertura.....	156
Figura 4.88. Inyector 2 Prueba de presión de apertura.....	158
Figura 4.89. Inyector 2 Despiece del inyector.....	160
Figura 4.90. Inyector 2 Introduciendo resorte de compresión.....	161
Figura 4.91. Inyector 2 Prueba de presión de apertura.....	162
Figura 4.92. Inyector 3 Prueba de presión de apertura.....	164
Figura 4.93. Inyector 3 Despiece del inyector.....	166
Figura 4.94. Inyector 3 Introduciendo resorte de compresión.....	167
Figura 4.95. Inyector 3 Prueba de presión de apertura.....	168
Figura 4.96. Inyector 4 Prueba de presión de apertura.....	170
Figura 4.97. Inyector 4 Despiece del inyector.....	172
Figura 4.98. Inyector 4 Introduciendo tobera.....	173
Figura 4.99. Inyector 4 Prueba de presión de apertura.....	174
Figura 4.100. Inyector 1 Prueba de presión de apertura.....	176
Figura 4.101. Inyector 1 Despiece del inyector	178
Figura 4.102. Rodela de presión.....	179
Figura 4.103. Presión de apertura.....	179
Figura 4.104. Rodela de presión.....	180
Figura 4.105. Presión de apertura.....	180
Figura 4.106. Resorte de compresión.....	181
Figura 4.107. Inyector 1 Introduciendo aguja en la tobera.....	182
Figura 4.108. Inyector 1 Prueba de presión de apertura.....	182
Figura 4.109. Inyector 2 Prueba de presión de apertura.....	185
Figura 4.110. Inyector 2 Despiece del inyector.....	187
Figura 4.111. Inyector 2 Introduciendo rodela de presión.....	188

Figura 4.112. Inyector 2 Prueba de presión de apertura.....	189
Figura 4.113. Inyector 3 Prueba de presión de apertura.....	191
Figura 4.114. Inyector 3 Despiece del inyector	193
Figura 4.115. Inyector 3 Introduciendo resorte de compresión.....	194
Figura 4.116. Inyector 3 Prueba de presión de apertura.....	195
Figura 4.117. Inyector 4 Prueba de presión de apertura.....	197
Figura 4.118. Inyector 4 Despiece del inyector	199
Figura 4.119. Inyector 4 Introduciendo tobera en el cuerpo de inyector.....	200
Figura 4.120. Inyector 2 Prueba de presión de apertura.....	201

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Designación de tipo de un porta-inyector.....	10
Tabla 2.2 Designación de tipo de un inyector.	11
Tabla 4.1 Diagnóstico.....	33
Tabla 4.2 Proceso de Diseño o Adaptación o Construcción.....	34
Tabla 4.3 Pares de apriete para Porta inyectores tipo rosca directa (Nm).....	35
Tabla 4.4 Pares de apriete para porta inyectores tipo rosca directa (Nm).....	35
Tabla 4.5 Causa efecto.....	36
Tabla 4.6 Identificación de las toberas.....	37
Tabla 4.7 Toberas Zexel.....	38
Tabla 4.8 Datos técnicos del comprobador manual EPS 100.....	39
Tabla 4.9 Rodela para el ajuste de la segunda presión de apertura en inyectores de orificio (RO 1A).....	45
Tabla 4.10 Rodela para el ajuste de la segunda presión de apertura en inyectores de orificio (RO 1B).....	46
Tabla 4.11 Rodela para el ajuste de la pre-cámara en inyectores de orificio (RO 2.4).....	47
Tabla 4.12 Resorte para la segunda presión de apertura.....	50
Tabla 4.14 Comparación de resultados.....	53
Tabla 4.15 Comparación de resultados.....	59
Tabla 4.16 Comparación de resultados.....	65
Tabla 4.17 Comparación de resultados.....	71
Tabla 4.18 Comparación de resultados.....	77
Tabla 4.19 Comparación de resultados.....	83
Tabla 4.20 Comparación de resultados.....	89
Tabla: 4.21 Comparación de resultados.....	95

Tabla 4.22 Rodela para el ajuste de la presión de apertura, para inyectores de tetón (RT 1.2)	100
Tabla 4.23 Resorte de compresión para la presión de apertura en inyectores de tetón (RCT 11.4A).....	102
Tabla 4.24 Comparación de resultados.....	105
Tabla 4.25 Comparación de resultados.....	111
Tabla 4.26 Comparación de resultados.....	117
Tabla 4.27 Comparación de resultados.....	123
Tabla 4.28 Comparación de resultados.....	129
Tabla 4.29 Comparación de resultados.....	135
Tabla 4.30 Comparación de resultados.....	141
Tabla 4.31 Comparación de resultados.....	147
Tabla 4.32 Rodela para el ajuste de la presión de apertura, para inyectores de tetón (RT 1.2)	151
Tabla 4.33 Rodela para el ajuste de la presión de apertura, para inyectores de tetón (RT 0.10)	152
Tabla 4.34 Resorte de compresión para la presión de apertura en inyectores de tetón (RCT 11.4B).....	154
Tabla 4.35 Comparación de resultados.....	157
Tabla 4.36 Comparación de resultados.....	163
Tabla 4.37 Comparación de resultados.....	169
Tabla 4.38 Comparación de resultados.....	175
Tabla 4.39 Rodela para el ajuste de la presión de apertura, para inyectores de tetón (RT 1.2)	179
Tabla 4.40 Rodela para el ajuste de la presión de apertura, para inyectores de tetón (RT 0.20)	180
Tabla 4.41 Resorte de compresión para la presión de apertura en inyectores de tetón (RCT 11.4C).....	181

Tabla 4.42 Comparación de resultados.....	184
Tabla 4.43 Comparación de resultados.....	190
Tabla 4.44 Comparación de resultados.....	196
Tabla 4.45 Comparación de resultados.....	202

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1. Inyector A – Tetón cilíndrico Inyector B – Tetón cónico.....	12
Gráfico 4.1. Presiones de rodela de ajuste.....	203

Resumen

Después de un tiempo prolongado el uso de un vehículo con sistema de inyección a diesel, se realiza la limpieza de los inyectores, debido a que por el tiempo de trabajo se produce la formación de sedimentos en su interior, que dificulta la pulverización adecuada del combustible en el interior del cilindro, derivando en mal funcionamiento en el cambio de marchas y disminuye su rendimiento en cuanto a potencia se refiere. Uno de los procedimientos más efectivos es la calibración de los inyectores, una correcta limpieza y posterior calibración, ayudará a mejorar el desempeño del motor, aumentando la potencia, se observará un notable ahorro en el consumo de combustible que por ende se reflejará en la disminución del impacto ambiental, debido que la cantidades de gases contaminantes serán en menor proporción. Un correcto plan de mantenimiento a los inyectores, consiste en realizar una buena comprobación, ayudará a dosificar de una mejor manera la cantidad de combustible que debe introducirse en el interior del cilindro, para aprovechar con totalidad la carga entregada. La correcta selección de las rodela de ajuste, es un procedimiento esencial en la calibración, ya que con el espesor de la rodela se puede incrementar o disminuir la presión de apertura del inyector, o más claro el momento en el cual se genera la inyección. El inyector mecánico consta de uno o dos resortes de compresión, depende directamente de qué tipo de inyector se trate; ya sea de orificio o de tetón, los diámetros de dichos resortes varían en relación al uso que este haya tenido en su tiempo de trabajo, cuando más comprimido se encuentre, menor será la fuerza que se ejerza para generar la inyección. Las pruebas realizadas son: La forma del chorro, que indica el ángulo y la fisionomía del chorro y determinar si el conjunto tobera aguja está sucio o dañado. Presión de apertura, en tal prueba se observa a qué presión se genera la inyección del combustible. Estanqueidad, para determinar si hay goteo debido a ralladura en la aguja, Zumbido, es para averiguar si hay oscilación de la aguja en el momento de la inyección y debe emitir un sonido.

Summary

After prolonged use of a vehicle with fuel injection system for diesel time cleaning the nozzles are due to the working time sediment formation inside that hinders proper atomization of fuel occurs inside the cylinder, resulting in malfunction of the shift and decreases its performance in terms of power are concerned. One of the most effective methods is the calibration of the injectors, proper cleaning and recalibration, help improve engine performance, increase power, you will observe significant savings in fuel consumption therefore be reflected in the decrease environmental impact due to the quantities of pollutants are to a lesser extent. A proper maintenance plan to the injectors, which is to make a good check, help in a better way metering the amount of fuel to be introduced into the cylinder, to get with all the cargo delivered. The correct selection of the adjustment shields is an essential procedure in the calibration, because the thickness of the shield can increase or decrease the nozzle opening pressure, or clear the time when the injection is generated. The power injector consists of one or two compression springs, depends directly on which type of nozzle case; either hole or pin, said spring diameters can vary in relation to the use that this has had on their work time when you are more compressed, the less force is exerted to generate injection. Tests are: The shape of the jet, which indicates the angle and the physiognomy of the jet and determine if the nozzle needle assembly is dirty or damaged. Opening pressure in such a test is observed that the fuel injection pressure is generated. Sealing to determine if drip because zest on the needle, zoom, is to check for oscillation of the needle at the time of injection and should make a sound.

Introducción

El motor a diesel fue uno de los mejores inventos en sus tiempos, y en la actualidad uno de los más apetecidos por su bajo consumo y alto rendimiento. Esto debido, a que no necesita de una chispa para poder generarse una combustión. Al contrario, esta se generaría por la inyección de combustible a una presión elevada y a una temperatura específica, el aire que ingresa se lo comprime a una presión entre 30 y 55 bares y su temperatura alcanza una temperatura de 700 a 900 °C, temperatura suficiente, para que el inyector introduzca el combustible en el interior del cilindro.

Uno de los elementos esenciales en la línea de alimentación de combustible es el inyector, este es el encargado de permitir la apertura o cierre del paso de combustible en el interior del cilindro, se alimenta por medio de una bomba de alta presión, ya sea rotativa o lineal y depende directamente del tipo de motor y del sistema que este disponga; este envía el combustible a una presión elevada hacia los inyectores, el cual es introducido en el interior del cilindro, esto se produce cuando la presión de apertura del inyector es vencida por la presión del combustible, que comprime el resorte y eleva la aguja que se encuentra asentada en el fondo de la tobera y permite el paso del combustible hacia el interior del cilindro. El inyector está constituido de un porta inyector y un inyector; el porta inyector, es la carcasa, mientras que el inyector, es la pieza que se encarga de inyectar el combustible en el cilindro. Existen dos tipos de inyectores; de orificio y de tetón. Los inyectores de orificio, generalmente utilizado en sistemas de inyección directa, disponen de varios orificios de salida que mejoran la distribución del combustible ya pulverizado en todo el entorno del cilindro, mientras que los inyectores de tetón son utilizados en sistemas de inyección indirecta mediante cámara separada o por turbulencia. La gran diferencia entre un inyector a diesel y gasolina, es prácticamente el material del cual se encuentran contruidos, las partes internas y el funcionamiento en general.

En cuanto a mejoras automotrices para disminuir el impacto ambiental, se abarca un sinnúmero de factores que causan dicho inconveniente, uno de ellos es el excesivo consumo de combustibles fósiles. Cuando un inyector no dosifica correctamente el gasoil, no se genera una buena combustión, y el resultado es un mal funcionamiento del motor y una excesiva cantidad de combustible sin quemar, esto produce el desprendimiento de vapores que dañan la capa de ozono. Para disminuir dicha problemática. Uno de los procedimientos importantes para mejorar el funcionamiento en cuanto a rendimiento del motor e impacto ambiental, es necesario la implementación de nuevos sistemas que permitan mejorar la dosificación de combustible, y una correcta calibración a los inyectores. Un excelente plan de mantenimiento a los inyectores, ayudaría a mejorar el consumo de combustible y por ende se disminuiría la contaminación ambiental. Una de las pruebas a realizar a la hora de la comprobación son: Forma del chorro, esta prueba se realiza para observar cual es el estado en que se encuentra el inyector y que anomalías presenta, pequeñas impurezas en el interior de la tobera puede deformar la fisionomía del chorro. Presión de apertura, con esta prueba se podrá observar a que presión se generará la inyección del combustible. Estanqueidad, se podrá observar si existen fugas internas, debido a ralladuras en la aguja y Zumbido, es una prueba que indica si el inyector está en perfectas condiciones.

CAPÍTULO I

1. El problema de investigación

1.1. Antecedentes

El motor a diesel fue inventado y patentado por Rudolf Diesel en 1892 del cual recibe su nombre. A diferencia de los motores a gasolina, este no requiere de una chispa para poder generar la combustión interna. Al contrario, esto se produce por la inyección de combustible en el interior del cilindro a una presión elevada, por lo cual se produce la combustión y comienza el descenso del pistón, y de la misma forma asciende por inercia.

El proceso inicia cuando el motor aspira el aire, ya sea por su conducto convencional o mediante un turbo compresor, este ingresa y paulatinamente se lo comprime a una presión entre 30 y 55 bares y por ende su temperatura alcanza alrededor de 700 a 900 °C. Con esta temperatura es suficiente, para que el inyector introduzca el combustible en el interior de la cámara, y se produce los ciclos de operación.

En los motores a diesel se dispone con un sistema de alimentación muy eficiente, dentro de su circuito comienza con una bomba de alimentación, que impulsa el combustible hacia una bomba de alta presión, esta última eleva la presión del combustible y la distribuye a los diferentes inyectores, ya sea mediante cañerías individuales o en los casos actuales por un riel común denominado Common Raíl.

En estos circuitos se puede encontrar uno de baja y alta presión; en la de baja presión comienza desde el depósito de combustible hasta las cañerías de la bomba

de inyección, posterior a la bomba de inyección comienza el circuito de alta presión, el cual llega hasta los inyectores.

1.2. Planteamiento del problema

En la actualidad los vehículos a diesel, se han incrementado debido a su buen desempeño y bajo consumo de combustible; pero uno de los grandes problemas que afecta a este tipo de motor, es la emisión de gases contaminantes, esto se debe a que su combustible contiene grandes cantidades de azufre y debido a un mal mantenimiento a los inyectores.

Los inyectores cumplen un papel fundamental en la inyección de combustible en los motores a diesel, este dispositivo requiere de una mano de obra especializada para realizarle su respectivo mantenimiento, rigiéndose en los parámetros recomendados por el fabricante.

Un buen plan de manteniendo, da como resultado que el inyector tenga un correcto funcionamiento en la atomización, dosificación, presión y estanqueidad. Cuando el inyector está correctamente calibrado, ayuda a que todo el sistema de inyección trabaje de una manera eficiente y por ende el motor en general trabajará con una mayor eficiencia.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo realizar la calibración de inyectores a diesel mecánicos, de simple y doble efecto?

1.4. Delimitación

1.4.1. Temporal

Este trabajo se llevará a cabo desde el mes de noviembre del 2013 hasta el mes de junio del 2014.

1.4.2. Espacial

Este trabajo se llevará a cabo en los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Realizar pruebas de inyectores a diesel doble calibración.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Realizar un análisis bibliográfico y tecnológico acerca de los Inyectores de vehículos a diesel mecánicos.
- Instalar el equipo y adecuar el espacio de trabajo.
- Realizar pruebas de funcionamiento de los inyectores de espiga e inyectores de orificio.
- Calibrar los inyectores de los motores a diesel existentes en los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

1.6. Preguntas de investigación

- ¿Qué pasos debo realizar para obtener buenas fuentes bibliográficas?
- ¿Cómo proceder para la instalación e incorporación del equipo de prueba?
- ¿Cómo comprobar el buen funcionamiento de los inyectores a diesel?
- ¿Cómo calibrar inyectores?

1.7. Justificación

Este trabajo de tesis será un gran aporte para los estudiantes de la Universidad Técnica del Norte, en especial para los alumnos de la especialidad de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz; ya que en los talleres no se dispone de un banco de pruebas para la calibración de inyectores a diesel, con la finalización de este trabajo los estudiantes tendrán la capacidad de realizar calibraciones a inyectores a diesel de cualquier equipo.

Además, la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, dispondrá de un laboratorio a diesel completo, por lo que las prácticas de los estudiantes serán mejores, ya que contará con un equipo moderno y específico para la calibración de inyectores a diesel.

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

2.1. Inyectores

El inyector es un dispositivo el cual está encargado de atomizar el combustible en forma de aerosol dentro de la cámara de combustión, este recibe el combustible procedente de la bomba de inyección y la inyecta dentro del cilindro a una presión muy elevada, su valor de inyección depende directamente del tipo de inyector y del tipo de sistema de alimentación que disponga el motor.

El inyector se encuentra dividido en algunos segmentos, en la parte superior es por donde ingresa el combustible, y en la parte intermedia se encuentran sus componentes móviles, los cuales hacen la retención para la apertura o cierre del paso del combustible, y por último en la parte inferior se encuentra la tobera, que es la encargada de atomizar el combustible en forma de aerosol, debido a la alta presión que se encuentra sometido el combustible.

(Ecured, 2011). El inyector fue inventado por el francés Henri Giffard en 1858 y se utilizó originalmente para inyectar agua en las calderas de vapor. En este caso el fluido a alta presión es el vapor de la caldera que sale a alta velocidad por la boquilla y se mezcla con agua lo que produce su condensación. El chorro resultante de agua tiene energía cinética suficiente para entrar en la caldera.

2.1.1. Función

El inyector recibe una cantidad de combustible procedente de la bomba de inyección, la cual es alimentada por una bomba previa que está alojada en el tanque de combustible, la bomba de inyección distribuye el combustible a cada inyector por medio de sus respectivos conductos de alimentación, el combustible llega al inyector por su parte superior y este tiene que recorrer hasta la parte inferior, donde se encuentran una aguja que obstruye el descenso de combustible.

Cuando la presión de apertura del inyector es vencida, esto debido a la presión que se encuentra el combustible, el resorte se comprime hasta tal punto que logra elevar y apartar a la aguja de su asiento de manera abrupta. Esto es una gran garantía que asegura que el inyector se abrirá muy rápidamente y en el momento de retirar la presión la aguja retornará a su lugar correspondiente.

Muchos de los inyectores mecánicos constan de un tornillo de regulación sobre el resorte, esto permite comprimirlo de un menor o mayor área, de esta manera se podrá calibrar a la necesidad requerida o establecida por el fabricante para regular la presión de apertura, esta presión en ocasiones logra alcanzar los 400 Kg/cm². Las toberas son construidas con una gran precisión, que de un mismo lote de ellas, no se le puede cambiar de aguja a otra tobera, esto debido a que no calzaría bien o no asentarían bien las agujas.

2.1.2. Inyector a diesel

(Bosch R. , Productos diesel y componentes del sistema de inyección, 2010). La gran evolución para los motores a diesel se generó a partir de la década de los 90, fue cuando se extrajo del mercado la antigua inyección indirecta que era hasta ese momento utilizada únicamente en los vehículos de turismo que se impulsaban con diesel.

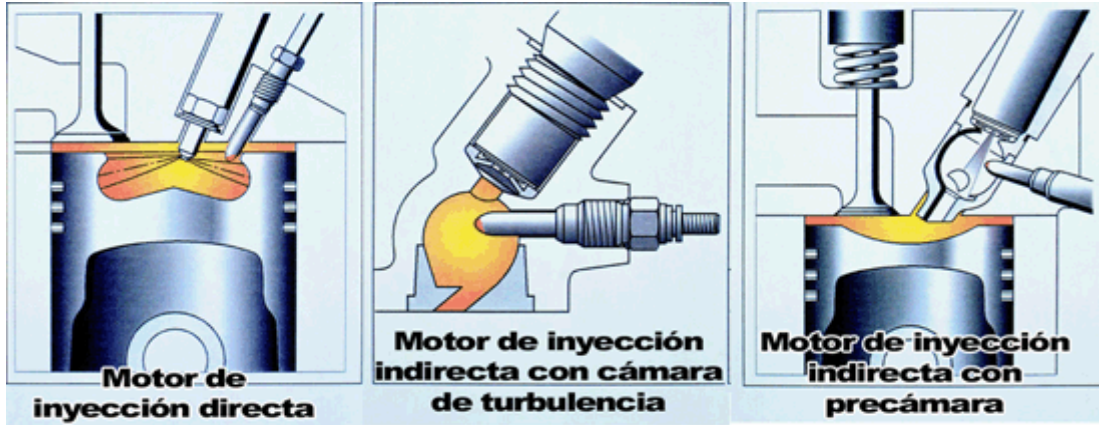


Figura 2.1. Tipos de Inyecciones.

Fuente: Bosch, Robert (2010).

Posterior a esto, las ventajas del motor a diesel a inyección directa tales como: economía y rendimiento, fueron ocultadas por la cantidad de desventajas que este tenía; vibración excesiva, brusquedad, incomodidad, ruido, peso excesivo, régimen de giro inferior y mayores exigencias en la estructura mecánica.

A comienzos del año 1988, la marca Fiat incorporó a la gama su modelo Croma el TD id, este fue el primer automóvil turismo creado en serie y contaba con un motor a diesel a inyección directa, este fue un gran avance en el campo automovilístico, ya que dicho sistema se utilizaba únicamente en vehículos industriales.



Figura 2.2. Cámara de combustión.

Fuente: Bosch, Robert (2010)

Desde que se comenzó a utilizar la inyección directa, surgió el sistema de inyección Common Raíl, en donde los inyectores están conectados a un riel común por medio de cañerías de combustible que soportan altas presiones. Los inyectores que se utilizan en este sistema son electrónicos, ya que su tiempo de respuesta debe ser muy rápido y preciso, estos inyectores van montados en la culata mediante elementos de fijación.



Figura 2.3. Inyector con 6 chorros.

Fuente: Bosch, Robert (2010).

Existen variedades de inyectores para motores de inyección directa o indirecta, su forma y componentes dependen directamente del sistema de inyección al cual está constituido el motor. Los inyectores de orificio, son los de inyección directa y los de tetón para la inyección indirecta. En el tipo de inyector se podrá dar cuenta claramente, si un motor es de inyección directa o indirecta.

Con la introducción de la electrónica en los motores a diesel, se comenzó a utilizar inyectores con sensores de movimiento en la aguja, estos eran los mismos inyectores mecánicos, con la única diferencia que llevaba un bobinado eléctrico en la parte superior que detectaba el movimiento de la aguja de la tobera, lo que indicaría directamente el tiempo exacto de inyección.



Figura 2.4. Inyector electrónico.

Fuente: Bosch, Robert (2010).

Los inyectores mecánicos convencionales a todos se los puede reparar; excepto a los inyectores de la marca Stanadyne o Caterpillar, ya que estos suelen llamarlos lapicero y no tienen reparación alguna, solo se los sustituye por uno nuevo.

La característica del sistema es generar presión de inyección independientemente del número de revoluciones a la que se encuentra el motor, y del caudal de inyección. El comienzo de inyección es directamente controlado por el mando electrónico que controla con el sistema el ángulo-tiempo por medio de la EDC.

Para precisar el tiempo de inyección se montan dos sensores, uno mide las revoluciones del motor y va montado en el cigüeñal y otro en el árbol de leva para la identificación de los cilindros.

A medida que la tecnología avanzó, se fueron incorporando nuevos reglamentos que debían cumplir los motores a diesel, en cuanto a la reducción de emisión de gases contaminantes, a partir de aquí se comenzó a optimizar la preparación de la mezcla, con ello se calibró el caudal en la pre-inyección e inyección, para reducir el consumo de combustible y de la misma manera la emisión de gases contaminantes al medio ambiente.

2.1.3. Partes del inyector

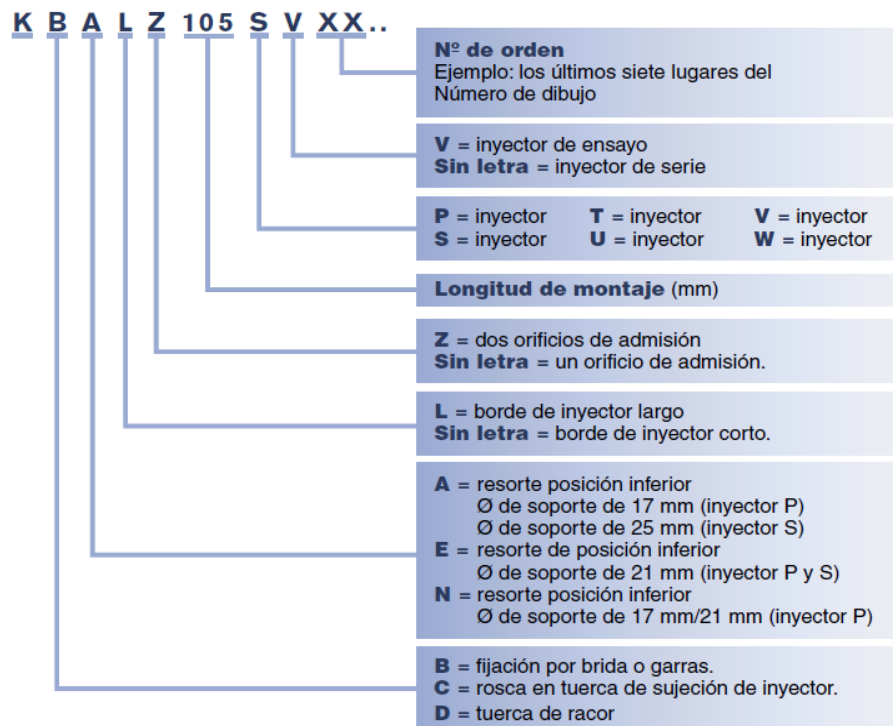
Todos los inyectores constan de dos partes:

- Porta inyector
- Inyector

2.1.3.1. *Porta inyector.*

Su función es de soporte o carcasa para el inyector, el cual va roscado en su parte interior. El combustible ingresa por un orificio y se desplaza hasta la cámara donde se encuentra la válvula del inyector.

Tabla 2.1 Designación de tipo de un porta-inyector.



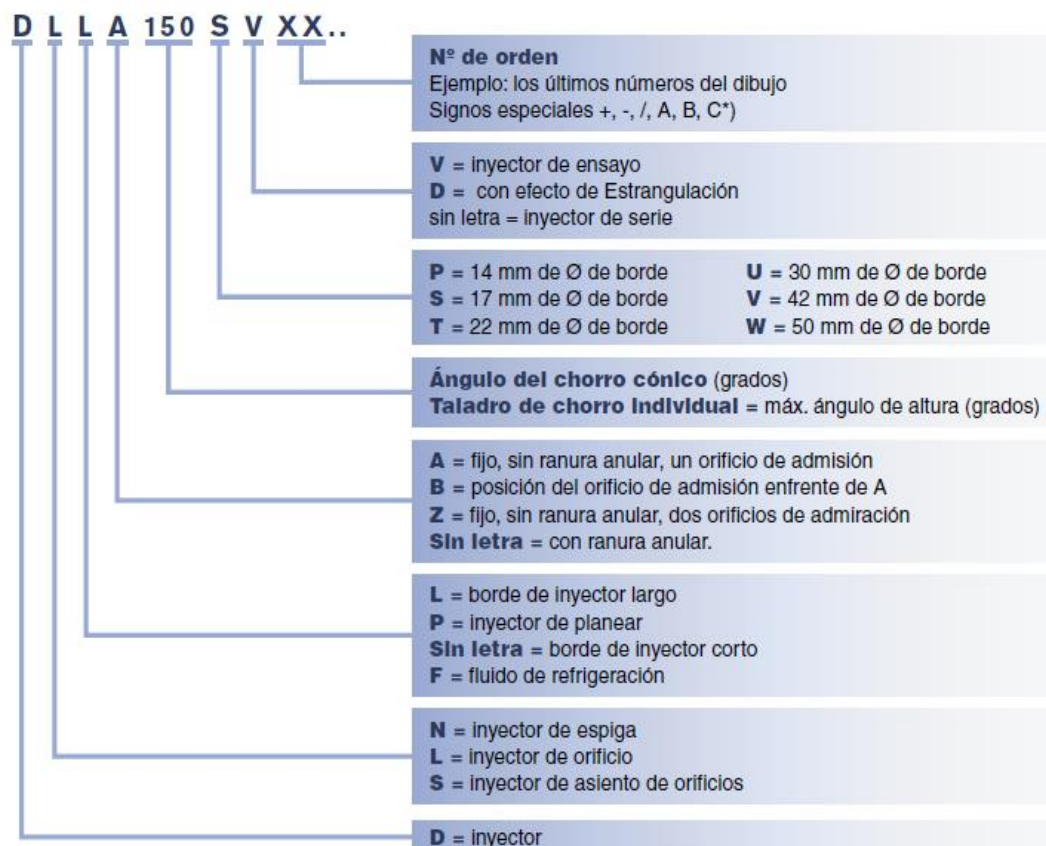
Fuente: Bosch, Robert (S F).

2.1.3.2 Inyector.

Es la pieza más importante y delicada de todo el cuerpo del inyector, debido a que requiere mantenimientos periódicos y calibraciones estrictamente ejecutadas por especialistas. Se debe utilizar buen combustible ya que podría contener impurezas y obstruir el orificio de salida del fluido.

Una de las partes importantes es designar un inyector específico para cada tipo de motor, a continuación se ilustrará una tabla en la cual se detalla muchos parámetros a seguir:

Tabla 2.2 Designación de tipo de un inyector.



Fuente: Bosch, Robert (S F).

2.1.4. Tipos de inyectores

En la actualidad existe una gran variedad de inyectores, depende directamente del tipo de sistema de inyección y tipo de sistema de alimentación que disponga el motor, aunque todos tengan similares principios de funcionamiento.

Existen dos tipos principales de inyectores:

- De espiga o tentón
- De orificio

2.1.4.1. Inyector de espiga.

Tiene una válvula en forma de espiga que sale y entra en el orificio por donde pasa el combustible hacia el cilindro, siendo difícil que pueda taponarse. El cierre se reaniza por la parte cónica de la espiga o tetón. Este tipo de inyectores es utilizado particularmente en motores de combustión separada o pre-cámaras.

La presión de inyección va desde 60 hasta 150 atmósferas.

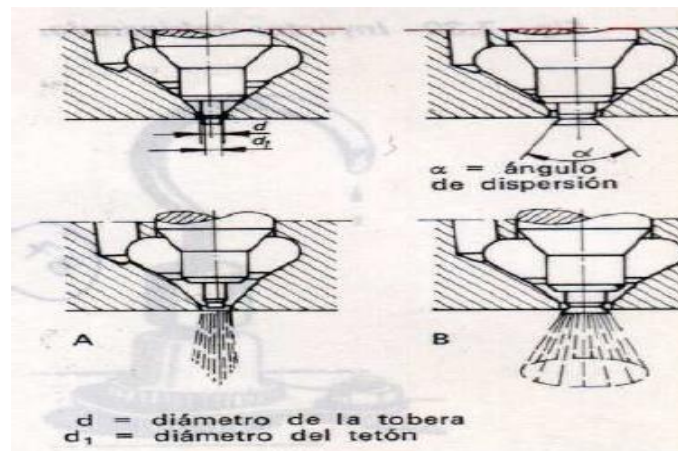


Gráfico 2.1. Inyector A – Tetón cilíndrico Inyector B – Tetón cónico.

Fuente: Mecánica diesel, vol. 22, (P.15).

2.1.4.2. Inyector de orificio.

Este tipo de inyector tiene varios orificios de salida. Las válvulas cierran la salida sin introducirse en los orificios, esto los vuelve más vulnerables a sufrir de obstrucciones por carbonilla.

Una de las grandes ventajas que tiene este tipo de inyector es que permite la orientación y reparto del combustible, esto asegura una excelente combustión aunque no exista una buena turbulencia de aire, por estos beneficios se los utiliza en la inyección directa. La presión de inyección es mucho mayor que los inyectores de espiga, dicho valor llega a oscilar entre los 150 y 300kg/cm².

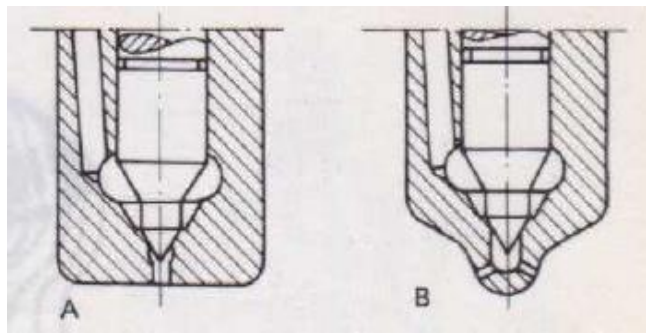


Figura 2.5. Inyector A – con orificio central Inyector B – con orificio capiral.

Fuente: Mecánica Diesel, (2010).

2.1.4.3. Inyectores de resorte o mecánicos.

Los inyectores mecánicos, son los más antiguos en cuestión a inyectores de combustible se trata, en la actualidad se los sigue utilizando en muchas aplicaciones industriales. Se han venido realizando innovaciones las cuales consisten en realizar una inyección más rápida y lograr alcanzar presiones muy elevadas, con la utilización de turbocompresores e inyección directa en el cilindro.

Los inyectores mecánicos disponen de válvulas de resorte de acción muy rápida dentro de ellos. Estos inyectores aseguran que el combustible siempre llega a la misma presión, en el mismo plazo y frecuencia.

2.1.5. Diferencia entre inyectores a diesel y gasolina

A continuación se describirá las diferencias que existe entre un inyector a diesel y gasolina:

DIESEL	GASOLINA
<p>➤ Una de las diferencias más notables es su composición en forma y tamaño; Los inyectores a diesel están contruidos de materiales metálicos reforzados; su porta-inyector está contruido de acero fundido y su inyector o tobera de acero con aleaciones, los cuales permiten soportar altas temperaturas a las que están expuestos.</p>	<p>➤ Mientras que los inyectores a gasolina, están contruidos de materiales plásticos y de un menor tamaño, ya que su ubicación en el motor no exige trabajar a temperaturas elevadas.</p>

<p>➤ Otra diferencia son sus partes: Los inyectores a diesel están constituidos de un Porta-inyector y un inyector. A más de sus componentes principales están sus partes internas que son las que permiten un excelente funcionamiento y por ende realice en perfectas condiciones la pulverización del combustible, dentro de dichas partes se encuentra: Una tuerca racor, un tornillo de reglaje, un cuerpo de tobera o inyector, una varilla de empuje, y una aguja, entre otros.</p>	<p>➤ Los inyectores a gasolina son cuerpos rígidos y a diferencia de los inyectores a diesel constan de pequeños filtros y bobinas.</p>
<p>➤ Su forma de funcionamiento: En los inyectores a diesel, por lo general su suministro de combustible proveniente de la bomba de inyección, la cual eleva su presión y distribuye el combustible a todos los inyectores. En los sistemas actuales la distribución del combustible se realiza por medio de una ranfla de inyección, esto es en los casos donde se tiene un sistema Common raíl. El</p>	<p>➤ El funcionamiento de los inyectores a gasolina, trabajan a una presión muy baja a relación de los inyectores a diesel, caso contrario se produciría auto detonaciones en la cámara de combustión debido a que la gasolina es volátil. Los inyectores a gasolina a relación de los inyectores a diesel convencionales, generan su inyección mediante una pequeña onda eléctrica, la cual permite la</p>

<p>funcionamiento es sencillo; el combustible ingresa por la parte superior a una presión determinada la cual permite que se comprima un resorte, este logra la elevación de la aguja que se encuentra asentada en la parte inferior de la tobera y posterior a esto se produce la inyección.</p>	<p>apertura del inyector para que se produzca la inyección del combustible.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------

2.2. Trabajo de los inyectores

Antes de proceder con algún tipo de calibración como se describirá más adelante, se procederá a montar el inyector en el banco de comprobación utilizando el equipo adecuado y siguiendo las instrucciones que facilitará el fabricante del instrumento. Purgue la bomba y la tubería de combustible de acuerdo con las instrucciones que nos brinda el catálogo. Mueva rápidamente la palanca del comprobador de tal forma se produzca la inyección de dos a tres veces, con la única finalidad de dispersar cualquier partícula de suciedad o depósito de carbonilla que pueda existir en el inyector.

El comprobador por lo general viene equipado con una válvula que regula el caudal del combustible, la cual se lo deberá ajustar al mínimo para proceder a accionar el inyector.

2.2.1. Presión de apertura del inyector

Cuando el inyector mecánico a diesel logra alcanzar una determinada presión, este debe abrirse sin ninguna complicación y antes de la inyección no debe existir ningún tipo de goteo. La presión de apertura de los inyectores viene descrita en los datos técnicos del motor que otorga el fabricante. La verificación se realiza por medio de un bombeo que se le da al comprobador de inyectores, para así poder observar en breves segundos la lectura de la presión del manómetro al comienzo del suministro, momento en el cual la aguja del manómetro comienza a oscilar ligeramente.

Si la presión de apertura es superior a la que está descrita en el inyector, esto indica que puede estar obstruido uno o varios de sus agujeros por el cual sale el combustible, también puede suceder por una carga incorrecta en el muelle de presión. Pero si en el caso que la presión de apertura sea inferior a lo indicada, esto puede ser el resultado que la aguja está pegada en la posición abierta, también puede estar el muelle roto. Es necesario realizar una calibración para la presión de apertura de los inyectores a los 70.000km.

Para incrementar la presión de apertura del inyector, hay que proceder al reglaje sobre el tornillo de ajuste del muelle de tal forma regular la profundidad de penetración del cuerpo del inyector, si éste es del tipo por complemento, tocará añadir una arandela o separador más gruesa. Pero si se quiere disminuir la presión de apertura, habrá que realizar el mismo procedimiento pero a la inversa, esto quiere decir quitar las arandelas de ajuste. Generalmente cuando se calibra la presión de apertura, se la debe ajustar levemente superior a la recomendada por el fabricante, esto ayuda a compensar la reducción que se genera durante la fase inicial del inyector.

Un ejemplo claro; un inyector que tiene una presión de apertura de 175 bares, lo recomendable es calibrarlo para que se abra a los 180 bares. Algunos inyectores que son ajustables por tornillo, llevan una tuerca de bloqueo que le permite aflojar para poder realizar el ajuste, posteriormente se debe volver a ajustar una vez efectuada la calibración.

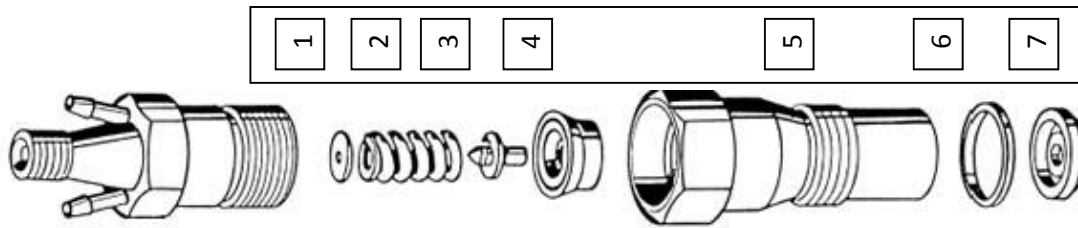


Figura 2.6. Despiece de un porta inyector.

Fuente: Naikontuning, (2008).

- 1) Arandela de ajuste de distintas medidas (en este caso 1.81mm).
- 2) Muelle de compresión.
- 3) Perno de presión.
- 4) Disco intermediario.
- 5) Tuerca de fijación del inyector.
- 6) Arandela de junta.
- 7) Junta antitérmica.

(Bosch R. , 2011, pág. 11). Para los conjuntos inyectores usados, los valores prácticos para una posible caída de presión referente a los valores nominales (grabado en el cuerpo) son válidos lo siguiente: Para automóviles con más de 50000 Km (750h) de uso: Inyección indirecta máx. 13% Inyección directa max.15% Para vehículos comerciales con más de 150.000 Km (2200h) de uso, Inyección directa máx. 20%. Excepto cuando el sistema funcionó con combustible contaminado, con agua e impurezas.

2.2.2. Ángulo del chorro

Se lo define como el ángulo que forman dos rectas que se ajustan al contorno del chorro, y que se cruzan en el orificio del inyector. Todo depende de las condiciones de inyección y geometría del inyector, otro aspecto importante son las propiedades del combustible y condiciones ambientales donde se está inyectando.

A la hora de analizar el ángulo del chorro se debe tener cierta precaución ya que su determinación no es universal. Cuando se procede a realizar el estudio, este puede estar afectado por las técnicas de visualización que se utiliza, o por la intensidad de la iluminación. Esto indica que los resultados obtenidos pueden presentar fluctuaciones, dependiendo directamente de que técnicas se utilice.

Un chorro no uniforme, indica que la tobera se encuentra sucia o presenta algún tipo de daño. La forma de chorro varía directamente del tipo de inyector, en la Figura 2.7 (A). Se ilustra que el chorro expulsado por el inyector debe ser regular, y en forma cónica, centrado con respecto al eje del inyector, sin interrupciones ni estrías y goteo.

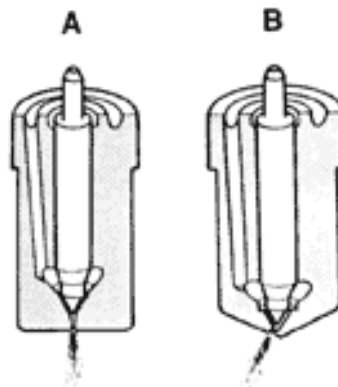


Figura 2.7. Prueba de chorro.

Fuente: Mecánica Diesel, (2010).

Si la forma del chorro del inyector sale oblicua, formando estrías o con interrupciones, tal como se muestra en la Figura 2.7 (B). Esto indica que está sucio o dañado. Hay que tener en cuenta que los inyectores con orificio múltiple, utilizados en inyección directa producen varios chorros finos en forma de abanico, igual como se puede observar en la Figura 2.8 (D-E). En este caso la forma del chorro se deberá comprobar pero sin tener en cuenta los huecos entre los diferentes chorros.

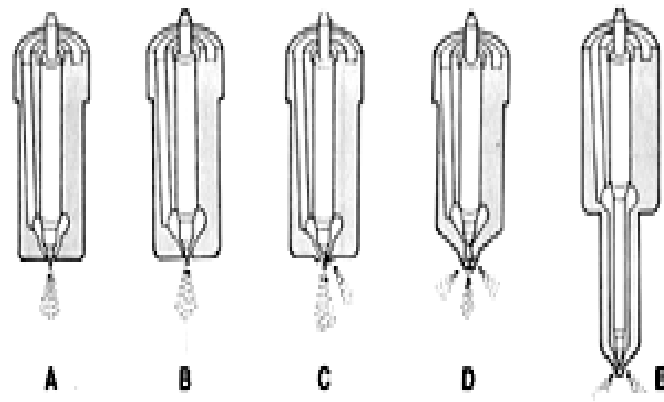


Figura 2.8. Prueba de chorro.

Fuente: Mecánica Diesel, (2010).

Si se toma en cuenta que varios inyectores como se muestra en la Figura 2.8 (C). Tienen un orificio auxiliar a un lado del orificio central, este chorro adicional es descentrado. Cuando se hace la prueba en el comprobador de inyectores a diesel, se dará cuenta que al darle lento a la palanca de bombeo, se conseguirá que la inyección se produzca por el orificio auxiliar. Se tendrá que analizar la simetría del chorro para determinar su estado, caso contrario desarmar, limpiar y examinar el inyector.

2.2.3. Pulverización y atomización

En esta prueba el inyector será instalado en el comprobador, de tal manera el chorro producido será vertido en un recipiente, se accionará la palanca de bombeo hasta conseguir la inyección de un chorro continuo, posterior se bombeará con secuencias rápidas, de tal manera se observará que el chorro del fluido tendrá una dispersión homogénea en forma de cono. Otro aspecto importante a analizar es el ruido que se produce al instante de la inyección, cuyas características dan idea del estado del inyector.

El momento que un inyector pulveriza correctamente el combustible, es necesario que la aguja tenga un movimiento oscilante y repetitivo hacia delante y hacia atrás con una frecuencia elevada en la fase de inyección. Este proceso genera una leve vibración y emite un ruido muy suave, el cual se lo puede percibir al momento de accionar la palanca de bombeo del comprobador de inyectores a diesel, este zumbido desaparece a medida que se disminuye la intensidad que se acciona la palanca, siendo sustituido por un silbido que puede percibirse a partir de cuatro o seis bombeos.

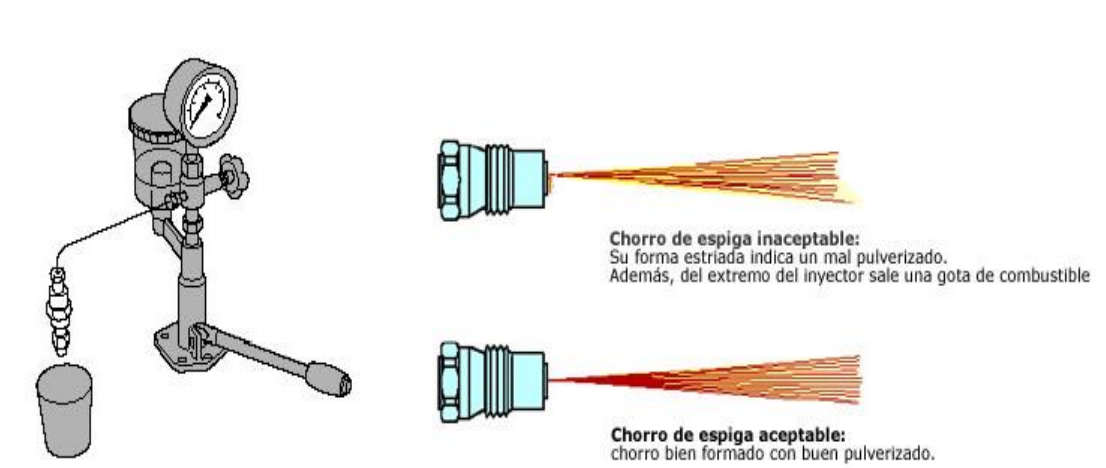


Figura 2.9. Prueba de zumbido.

Fuente: Mecánica virtual, (2012).

2.3. Mantenimiento

2.3.1. Desgaste

Las toberas son componentes de extremada precisión, son las responsables que se genere una correcta pulverización en el interior de la cámara de combustión.

Cuando se obtiene una correcta pulverización del inyector, se obtendrá una mejor respuesta del motor en relación a su rendimiento, y un bajo consumo de combustible acompañado de una disminución de las emisiones de gases contaminantes.

Los modernos motores vienen equipados con nuevas toberas que deben inyectar combustible bajo presión y temperaturas elevadas, todo esto para lograr obtener la mayor potencia posible que pueda entregar el motor.

No obstante, se debe tomar en cuenta que el motor no pueda contaminar el aire, así la combustión necesitará ser lo más completa posible.



Figura 2.10. Toberas.

Fuente: Bosch, Robert (S F).

El mercado actual ofrece un sinnúmero de toberas reacondicionadas o reaprovechadas a un costo inferior a las originales. Las toberas reconstruidas son sometidas a maquinación para tratar de regresarlas en un porcentaje elevado a su

estado original, pero al rectificar la superficie de la aguja, se está maquinando sobre el recubrimiento de cromo que disponen toberas y agujas, esto reduce la durabilidad y compromete la pulverización del combustible.

Cualquier material sufre de fatiga, esto quiere decir que tiene un tiempo útil de vida, cuando se trata de prolongar la utilización de una tobera usada, se está poniendo en riesgo la vida útil del motor. Puede ocurrir que la tobera reacondicionada rompa la punta por fatiga natural del material, y la consecuencia sería, que la punta caiga sobre el pitón y esto produzca la avería del motor.

El mantenimiento preventivo de las toberas es muy importante para que el motor tenga un buen funcionamiento y que se obtenga un ahorro en el consumo de combustible y costos de reparación. Una tobera en malas condiciones puede generar pérdidas como:

Causa	Efecto
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desgaste de los orificios de inyección. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Baja presión de inyección con pérdida de potencia y aumento de emisión de gases contaminantes, debido a la quema irregular del combustible en la cámara de combustión.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aumento de tolerancia entre el cuerpo y la aguja de la tobera. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se incrementa el retorno de combustible inyectado, lo que genera que el motor pierda potencia y se disminuya el rendimiento.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Esto genera que el combustible que se queda dentro de la tobera,

<p>➤ Falta de estanquidad entre la punta de la aguja y el cuerpo de la tobera.</p>	<p>gotea al interior de la cámara de combustión y dañando el pistón, esto provoca el aumento de la temperatura en puntos específicos dentro de la cámara, lo que genera un nuevo encendido y disminución de la eficiencia.</p>
------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Las toberas pueden dañarse de dos maneras:

- 1) Por durabilidad superficial baja: La punta de la aguja que tiene un movimiento vertical, el cual golpea en la parte inferior de la tobera y se puede dañar, causando deformaciones permanentes en la misma, lo que se genera es que las características de inyección cambien.
- 2) Durabilidad superficial excesiva: La tobera puede romperse cuando está en funcionamiento y causar daños en el motor, debido a que las partículas que se destruyen se van al interior del motor.

2.3.2. Goteo

La parte pertinente a cada motor, se determina en un valor de comprobación expresado en presión y segundos, esto cuando se realiza la prueba de goteo de los inyectores. El inyector deberá mantener la presión prescrita durante un tiempo determinado, de esta manera observar que no exista fuga de combustible en la punta del inyector (Figura 2.9) La forma más fácil de detectar si existe o no fuga, es colocar un pedazo de papel en la punta del inyector durante el tiempo que dure la prueba, si este gotea después de limpiar la tobera y válvula de aguja, deberá sustituirse por uno nuevo.



Figura 2.11. Goteo por el Inyector
Fuente: S.N Mecánica Diesel, (2010)

2.3.3. Fugas internas en el inyector

La prueba de fugas internas consiste en medir el tiempo que tarda producirse una caída de presión del combustible, esto va desde el valor recomendado por debajo de la presión de apertura hasta el valor específico. Los valores de la verificación en esta prueba, viene expresados en presión y segundos. Al realizar la prueba es de suma importancia observar que el inyector no presente goteo por el orificio de inyección.

Una caída de presión demasiado rápida, indica la existencia de una holgura excesiva entre la punta de la aguja y la tobera, si esto se produce toca reemplazar todo el conjunto de inyector por uno nuevo.

2.3.4. Acción para proceder a la calibración de inyectores

El consumo específico de combustible es un parámetro esencial en el funcionamiento del motor, por lo que es de suma importancia conocer los valores a los cuales trabaja en condiciones normales, para así determinar si está o no trabajando de una manera eficiente. Para ello es necesario identificar el comportamiento de cada uno de sus inyectores y el sistema de inyección en general, de esta manera se tendrá valores del caudal de cada inyector en función de duración de cada inyección.

La cantidad de combustible inyectado depende directamente del estado actual de los inyectores y del motor en general, debido a esto se debe realizar planes de mantenimiento a todo el sistema de inyección y principalmente a sus inyectores.

Unos de los procedimientos a realizar es calibrar los inyectores por separado y observar el desempeño individual, de esta manera se observará si el motor está fallando por alguno de estos, caso contrario buscar el inconveniente en otros componentes del sistema de inyección.

2.3.5. Banco de inyectores

Los comprobadores de inyectores a diesel Bosch son esenciales para comprobar y ajustar parámetros propios de los inyectores, tales como; presión de apertura, forma del chorro, zumbido, fugas externas y fugas internas. Estos comprobadores son básicamente bombas de inyección de mando manual.

Este componente es importante en los laboratorios de inyección, ya que de esta manera se podrá verificar y reparar los diferentes tipos de inyectores.



Figura 2.12. Comprobadores de inyectores Bosch

Fuente: Bosch, Robert (2010)

2.4. Glosario de términos

Bomba de inyección:

Es la que impulsa el combustible a cada cilindro con la presión adecuada para su posterior pulverización. Hay muchos modelos y marcas de bombas de inyección, pero todas cumplen con el mismo objetivo.

Cámara de combustión:

Cavidad donde se inicia la combustión. Está formada por la culata y la parte superior del pistón cuando se está en el punto muerto superior (PMS). En la cámara de combustión se encuentran las válvulas que permiten la entrada y salida de los gases en el cilindro.

Combustión:

Auto inflamación del gasoil en el interior del cilindro, originada por la alta temperatura del aire a una elevada compresión.

Eficiencia:

Es la relación entre la energía y la energía invertida.

Inyección diesel:

Sistema que se basa en la afluencia de combustible filtrado a una bomba de inyección, que a su vez, suministra combustible a los inyectores. Al igual en la inyección de gasolina, se puede contar con sistemas de inyección directa y sistemas de inyección indirecta, mediante cámaras de pre combustión.

Inyección directa:

Tipos de sistema que inyecta una cantidad de combustible, mediante un inyector directamente en el interior del cilindro. La inyección directa se utiliza tanto en motores a diesel como a gasolina.

Inyección indirecta:

Sistema que inyecta el combustible mediante un inyector en una pre-cámara de combustión.

Common Raíl:

Denominación que recibe el sistema de inyección a diesel desarrollado por el grupo Fiat y Magneti Marelli e industrializado por Bosch. Aplica la tecnología de alimentación de los motores a gasolina en la inyección multipunto, a los propulsores a diesel.

Válvula:

Pieza encargada de abrir y cerrar los conductos de entrada de aire, y salida de los gases quemados.

Inyectores:

Son los elementos encargados de pulverizar el combustible y entregarlos ya sea en la cámara o pre-cámara de combustión.

Depósito de combustible:

Es el elemento donde se almacena el combustible para el funcionamiento del motor.

Impacto ambiental:

Es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente. Las acciones de las personas sobre el medio ambiente siempre provocarán efectos colaterales sobre éste. La preocupación por los impactos ambientales abarca varios tipos de acciones, como la contaminación de los mares con petróleo, los desechos de la energía radioactiva, la contaminación acústica, la emisión de gases nocivos, o la pérdida de superficie de hábitats naturales, entre otros.

Pulverización:

Aplicación de un líquido reducido a polvo, operación también llamada sulfatación. La pulverización se hace pulverizando un líquido o reduciéndolo a partículas muy pequeñas.

Turbo compresor:

Un turbocompresor o también llamado turbo es un sistema de sobrealimentación que usa una turbina centrífuga para accionar mediante un eje coaxial con ella, un compresor centrífugo para comprimir gases. Este tipo de sistemas se suele utilizar en motores de combustión interna alternativos, especialmente en los motores diesel.

Calibración:

Es el proceso de comparar los valores obtenidos por un instrumento de medición con la medida correspondiente de un patrón de referencia o estándar.

Comprimir:

Oprimir, apretar o estrechar algo con el fin de reducir su volumen.

CAPÍTULO III

3. Metodología de la investigación

3.1. Tipo de investigación

La investigación de este trabajo de grado fue fundamentada en base a la investigación bibliográfica y a la investigación tecnológica, debido a que están ligadas al campo de la Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, las mismas que se detallan a continuación:

3.1.1. La investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica facilita la búsqueda de información en documentos, para fundamentar en base a estudios y diversos autores, en la importancia de los equipos de calibración de inyectores a diesel, y a la vez permite analizar los diferentes enfoques, criterios, conceptualizaciones, conclusiones y recomendaciones pertinentes.

3.1.2. Investigación tecnológica

Este tipo de investigación en las ciencias de la Ingeniería automotriz presenta una serie de características que la vinculan en forma natural con la innovación tecnológica, por lo que ayudará en la elección del equipo a implementar en los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, el mismo que debe cumplir con las exigencias educativas y normativas correspondientes que existen en la Universidad Técnica del Norte.

3.2. Métodos

En el desarrollo de la presente investigación se emplearon los siguientes métodos:

3.2.1. Método analítico – sintético

Este método ayudará a desglosar la información y descomponerla, con lo que se logró la comprensión y explicación amplia y clara del problema a investigar, determinando los componentes y funciones del mismo. Además permitió conocer el objeto de estudio, con lo cual se logró explicar, hacer analogías y comprender mejor su comportamiento.

CAPÍTULO IV

4. Propuesta

4.1. Introducción

Uno de los parámetros que se está tomando en la actualidad es el consumo de combustible y el impacto ambiental que este produce, para ello se debe realizar revisiones periódicas de algunos componentes que conforman el sistema de alimentación de combustible, directamente los inyectores. Estos son uno de los causantes para que el motor tenga un correcto desempeño.

La cantidad de combustible inyectado al momento de la inyección es un factor importante en el desempeño del motor, por eso es de mucha importancia conocer los valores a los cuales trabaja en condiciones normales, de esta manera lograr determinar si está trabajando de una manera eficiente.

Por medio de los bancos de calibración se puede controlar el funcionamiento de los inyectores, ya sea en la presión de apertura y en la simetría del chorro a la hora de la inyección. Uno de los procedimientos a realizar es: diagnosticar, realizar el despiece de todos sus componentes internos, y proceder a la calibración del inyector y por último realizar la comprobación.

4.2. Diagnóstico

El banco de pruebas de inyectores mecánicos diesel (BOSCH EPS 100), que se implementará en los talleres de la Universidad Técnica del Norte, está en óptimas condiciones para realizar las diferentes pruebas de calibración, ya sea con diesel o

biodiesel; así como también, cumple con los más altos estándares de calidad (ISO 8984) y seguridad para su operación.

Los inyectores mecánicos diesel usados, serán sometidos a las respectivas calibraciones en el banco de pruebas de inyectores para, así; poder tener valores reales de funcionamiento.

Tabla 4.1 Diagnóstico

Máquina/Equipo	Sistema/Parte	Estado	Medidas/características
1.-Comprobador de inyectores BOSCH	Banco de pruebas.	NUEVO	<ul style="list-style-type: none"> • Para boquillas de tamaño: P, R S T • Manómetro de: 0-400 bar • Manómetro de: 0-40 MPa • Racor roscado para tubería de inyección roscado: M 14 x 1,5 • Peso: 4.0Kg
28.- Inyectores mecánicos		USADOS	<ul style="list-style-type: none"> • Motor Isuzu IMA D01 • Motor Isuzu IMA D03 • Motor Isuzu IMA D07 • Motor Kia IMA D04 • Motor Nissan IMA D02 • Motor Nissan IMA D05 • Motor Nissan IMA D06

Fuente: Catálogos Bosch

4.3. Proceso- cálculos- diagramas

A continuación se describirá el orden y actividades que se realizó las pruebas: En la elaboración del banco del comprobador de inyectores a diesel.

1. Se procede a diseñar la estructura donde va montado el comprobador de inyectores a diesel.
2. Se adquirió el comprobador de inyectores Diesel EPS 100
3. Se realizará las pruebas en 28 inyectores a diesel que son de propiedad de la Universidad Técnica del Norte.

Tabla 4.2 Proceso de Diseño o Adaptación o Construcción

Nº	Pieza/parte/sistema	Trabajo realizado	Diagrama	Medidas/características
1	Banco metálico	Diseño		
2	Comprobador de inyectores a diesel EPS 100	Inspección de sus partes		<ul style="list-style-type: none">• Para boquillas de tamaño: P, R S T• Manómetro de: 0-400 bar• Manómetro de: 0-40 MPa• Racor roscado para tubería de inyección roscado: M 14 x 1,5• Peso: 4.0Kg
3	Inyector	Calibración		

Fuente: Autor 2014

4.4. Pares de apriete para porta inyectores

4.4.1. Porta inyectores KB

Tabla 4.3 Pares de apriete para Porta inyectores tipo rosca directa (Nm)

	KB(L)		KBAL		KBEL	
	Tuerca de fijación	Fijación al motor	Tuerca de fijación	Fijación al motor	Tuerca de fijación	Fijación al motor
Tobera P	-	10 – 20	30 - 40	10 - 20	40 - 50	10 - 20
Tobera S	70 - 90	10 - 20	70 - 90	10 - 20	50 - 70	10 - 20

Fuente: Bosch, Robert (2011)

4.4.2. Porta inyectores KC

Tabla 4.4 Pares de apriete para porta inyectores tipo rosca directa (Nm)

	KC	
	Tuerca de fijación	Fijación al motor
Tobera P	-	-
Tobera S	70 – 90	10 - 20

Fuente: Bosch, Robert (2011)

4.4.3. Características de las toberas

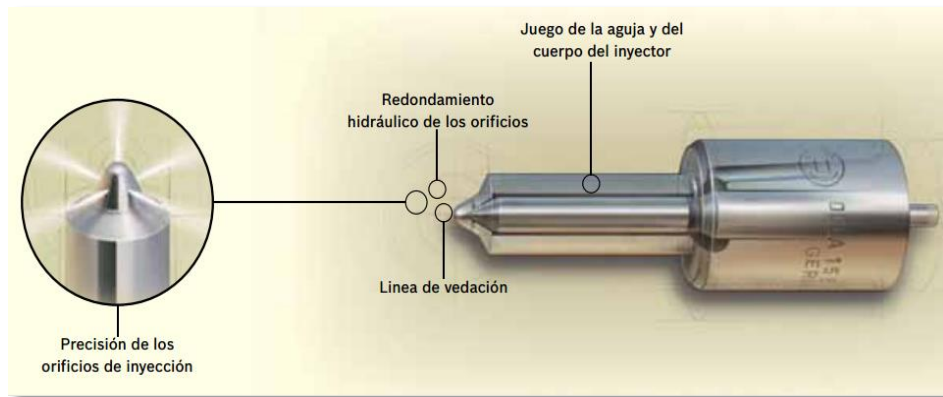


Figura 4.1. Inyectores desarrollados para alta performance
Fuente: Bosch, Robert (2011)

Tabla 4.5 Causa efecto

Características	Ventajas	Beneficios
Precisión de los orificios de inyección	Pulverización perfecta	Combustión completa
Sellado total en la línea interna de contacto	Mayor sellado interno	No gotea, ahorro de combustible
Holgura de aguja y del cuerpo de inyector	Garantía al funcionamiento perfecto para máxima eficiencia del combustible	Ahorro en el consumo de combustible y menos emisión de gases contaminantes

Fuente: Autor 2014


Tabla 4.6 Identificación de las toberas

D	L	L	A	150	S	V	XX..	N° de orden
								Ejemplo: los últimos números del dibujo Signo especiales: + , - , / , A , B , C , *)
								V = inyector de ensayo D = con efecto de estrangulación Sin letra = inyector de serie
								P = 14 mm de Ø de borde U = 30 mm de Ø de borde S = 17 mm de Ø de borde V = 42 mm de Ø de borde T = 22mm de Ø de borde W = 50mm de Ø de borde
								Angulo del chorro cónico (grados) Taladro de chorro individual = máx. ángulo de altura (grados)
								A = fijo, sin ranura anular, un orificio de admisión B = posición del orificio de admisión enfrente de A Z = fijo, sin ranura anular, dos orificios de admisión Sin letra = con ranura anular
								L = borde de inyector largo P = inyector planear Sin letra = borde de inyector corto F = fluido de refrigeración
								N = inyector de espiga L = inyector de orificio S = inyector de asiento de orificios
								D = inyector

Fuente: Autor 2014

4.4.4. Tabla de aplicaciones

Tabla 4.7 Toberas Zexel

	Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
	NP-DLLA145PN238	1050191260	ISUZU	4JB1TC (NHR, NKR)	195/265
	NP-DN12SD12	105000-1600	KIA	ZL600 / UH3	137
	NP-DN4SD24NP80	105000-1940	TOYOTA	B / 2B / 3B / H / 2H / L / 2J	113
	NP-DN0SD193	105000-1740	ISUZU	4FC1 / C223-T	132
	NP-DN0SD211	105000-1080	ISUZU	4BA1 / 4BA1STD	118

Fuente: Bosch, Robert (2011)

4.5. Equipos

Un banco de pruebas de inyectores mecánicos diesel (BOSCH EPS 100)

Tabla 4.8 Datos técnicos del comprobador manual EPS 100

Especificaciones	
Para boquillas de tamaño	P, R, S, T
Manómetro de presión	0 - 400 bar
Racor roscado para tubería de inyección roscado	M 14 x 1,5
Peso:	4.0Kg
Nivel de llenado del depósito de aceite	600 ml

Fuente: Autor 2014

4.6. Motores de los talleres de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

Los motores que se describirá a continuación, se les realizará la extracción de sus inyectores, los cuales serán diagnosticados para determinar el estado de funcionamiento y de esta manera proceder a la calibración y comprobación.

- Motor Isuzu FTR IMA D01
- Motor Isuzu FTR IMA D03
- Motor Isuzu IMA D07
- Motor Kia Besta IMA D04
- Motor Nissan IMA D02
- Motor Nissan IMA D05
- Motor Nissan IMA D06

4.7. Inyectores del motor Isuzu FTR IMA D01

4.7.1. Inyector 1

4.7.1.1. *Diagnóstico.*

En inyector presenta baja presión como se indica en la figura 4.2, la posible causa es que la tobera se encuentre obstruida con impurezas que contenía el combustible, la aguja presenta un poco de desgaste. La solución a dicho daño es; si el desgaste es en pequeño porcentaje, se procederá a rectificar tobera y aguja. Caso contrario sustituir los dos elementos.

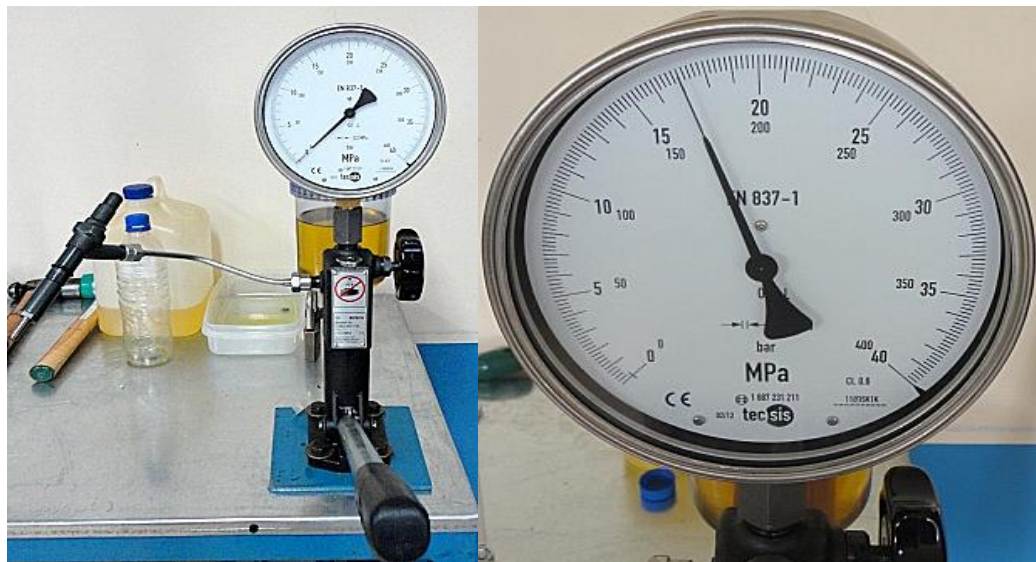


Figura 4.2. Inyector 1 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 1

Tipo de inyector	N° Tobera
Orificio	007 – Z – NP – DLL145PN 238

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura			170 bar
Estanqueidad		X	
Zumbido			X

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera		X	
Aguja		X	

4.7.1.2. *Despiece del inyector.*

Hay que tomar en cuenta que se debe observar en qué orden se está realizando el desarme para no tener contratiempos en la rearmada.

- Sujetar el inyector a la prensa.
- Posterior a esto se procede a remover la tuerca racor que une a la tobera con el porta inyector, utilizando una llave de 14 mm.
- Una vez removido se extrae la tobera con el espaciador y sus dos pasadores.
- Se extrae el segundo resorte de compresión con su respectiva rodela de presión y barra de empuje.
- Se extrae la barra de empuje que corresponde al primer resorte de compresión con su respectiva rodela de presión.

N°	Nombre
1	Tornillo hueco
2	Arandela arete
3	Cuerpo del porta inyector
4	Lamina circular de ajuste de la primera presión de apertura
5	Muelle de la primera presión
6	Vástago de presión
7	Asiento de muelle
8	Lamina circular de ajuste de la segunda presión de apertura
9	Muelle de la segunda presión
10	Asiento de muelle de ajuste de la pre-carrera
11	Prensa estopa terminal
12	Arandela de ajuste de la carrera máxima
13	Pasador recto
14	Aguja del inyector
15	Inyector
16	Tuerca de retención

Figura 4.3. Vista de despiece de un inyector de orificio

Fuente: Autor 2014

4.7.1.3. Procedimiento de calibración.

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se procede a la limpieza del inyector para poder realizar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.




Figura 4.4. Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Para lograr adquirir la presión prescrita por el fabricante se debe introducir las siguientes rodela (1. RO 1A - 1. RO 1B - 1. RO 2.4).

Tabla 4.9 Rodela para el ajuste de la segunda presión de apertura en inyectores de orificio (RO 1A)

Dimensiones		Foto
Diámetro:	6.2 mm	 <p>Figura 4.5. Rodela de presión Fuente: Autor 2014</p>
Espesor	1 mm	
Código	RO 1A	

Fuente: Autor 2014

La tabla 4.9, indica que con esta rodela se incrementa 10 bares como se indica en la figura 4.6, en la presión de apertura. Estos datos se obtuvieron de los inyectores del motor Isuzu nuevo.



Figura 4.6. Presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Tabla 4.10 Rodela para el ajuste de la segunda presión de apertura en inyectores de orificio (RO 1B)

Dimensiones		Foto
Diámetro:	8 mm	 <p>Figura 4.7. Rodela de presión Fuente: Autor 2014</p>
Espesor	1 mm	
Código	RO 1B	

Fuente: Autor 2014

La tabla 4.10, indica que con esta rodela se incrementa 10 bares como se indica en la figura 4.8, en la presión de apertura. Estos datos se obtuvieron de los inyectores del motor Isuzu nuevo.



Figura 4.8. Presión de apertura
Fuente: Autor 2014

Tabla 4.11 Rodela para el ajuste de la pre-cámara en inyectores de orificio (RO 2.4)

Dimensiones		Foto
Diámetro:	8 mm	
Espesor	2.4 mm	
Código	RO 2.4	

Figura 4.9. Rodela de presión
Fuente: Autor 2014

Fuente: Autor 2014

La tabla 4.11, indica que con esta rodela se incrementa 130 bares como se indica en la figura 4.10, en la presión de apertura. Estos datos se obtuvieron de los inyectores del motor Isuzu nuevo.




Figura 4.10. Presión de apertura

Fuente: Autor 2014

3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe incorporar los siguientes resortes (1. RCO 7.2 - 1. RCO 6.4)

Tabla 4.12 Resorte para la primera presión de apertura en inyectores de orificio (RCO 7.2)

Dimensiones		Foto
Longitud:	23.6 mm	 <p>Figura 4.11. Resorte de compresión Fuente: Autor 2014</p>
Espesor	7.2 mm	
Código	RCO 7.2	

Fuente: Autor 2014

El inyector al incorporar dos rodela RO2.4 y RO1A en el momento de la pre-inyección, el resorte se comprime 3.4 mm

Tabla 4.12 Resorte para la segunda presión de apertura en inyectores de orificio
(RCO 6.4)

Dimensiones		Foto
Longitud:	23 mm	 <p>Figura 4.12. Resorte de compresión Fuente: Autor 2014</p>
Espesor	6.4 mm	
Código	RCO 6.4	

Fuente: Autor 2014

El inyector al incorporar una rodela RO 1B en el momento de la inyección, el resorte se comprime 1 mm.

4. **Armada del inyector:** Para el rearmado se debe realizar lo contrario del punto 4.7.1.2 posterior al armado se utiliza un medidor de torque para dar un par de apriete de 40 – 50 Nm.
5. **Las pruebas realizadas:** Las pruebas que se realizaron al inyector fueron las siguientes:
 - Forma del chorro: Esta prueba se la realiza para observar cual es el estado en que se encuentra el inyector y que anomalías presenta, pequeñas impurezas en el interior de la tobera puede deformar la fisionomía del chorro.

- Presión de apertura: Con esta prueba se podrá observar a que presión se generará la inyección del combustible.
- Estanqueidad: Se podrá observar si existe fugas internas, debido a ralladuras en la aguja.
- Zumbido: Es una prueba que indica si el inyector está en perfectas condiciones.

4.7.1.4. Comprobación o puesta a punto.

Es el último proceso en la calibración del inyector, en el cual se observará los resultados finales de una correcta calibración. Los datos obtenidos como se muestra en la figura 4.14, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual, y de esta manera obtener dichas presiones.



Figura 4.13. Inyector 1 Introduciendo primera rodela de presión

Fuente: Autor 2014

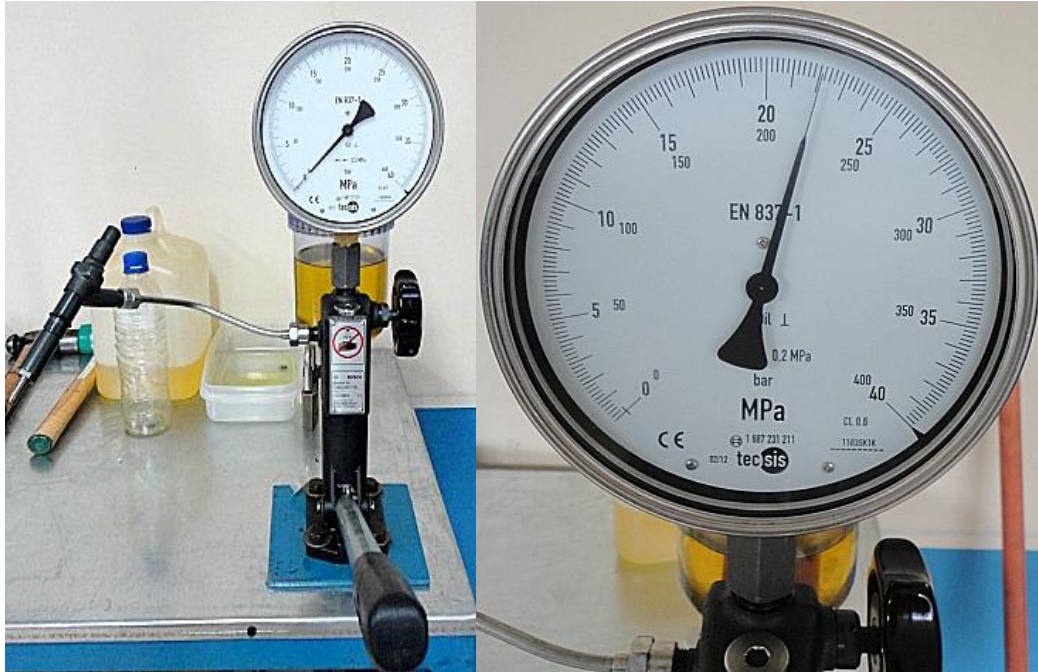



Figura 4.14. Inyector 1 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 1

Tipo de inyector	N° Tobera
Orificio	007 – Z – NP – DLL145PN 238

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DLLA145PN238	1050191260	ISUZU	4JB1TC (NHR, NKR)	195/265

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	220 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.14 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura			170 bar	200 bar		
Estanqueidad		X		X		
Zumbido			X	X		
Tobera		X		X		
Aguja		X		X		

Fuente: Autor 2014

4.7.2 Inyector 2

4.7.2.1 Diagnóstico

El inyector presenta baja presión como se ilustra en la figura 4.15, esto es debido a un desgaste en la tobera y aguja. Como no es un desgaste excesivo se procede a rectificar dichos componentes para lograr obtener la presión prescrita por el fabricante, y de esta manera el motor trabaje en óptimas condiciones y reducir la contaminación ambiental.

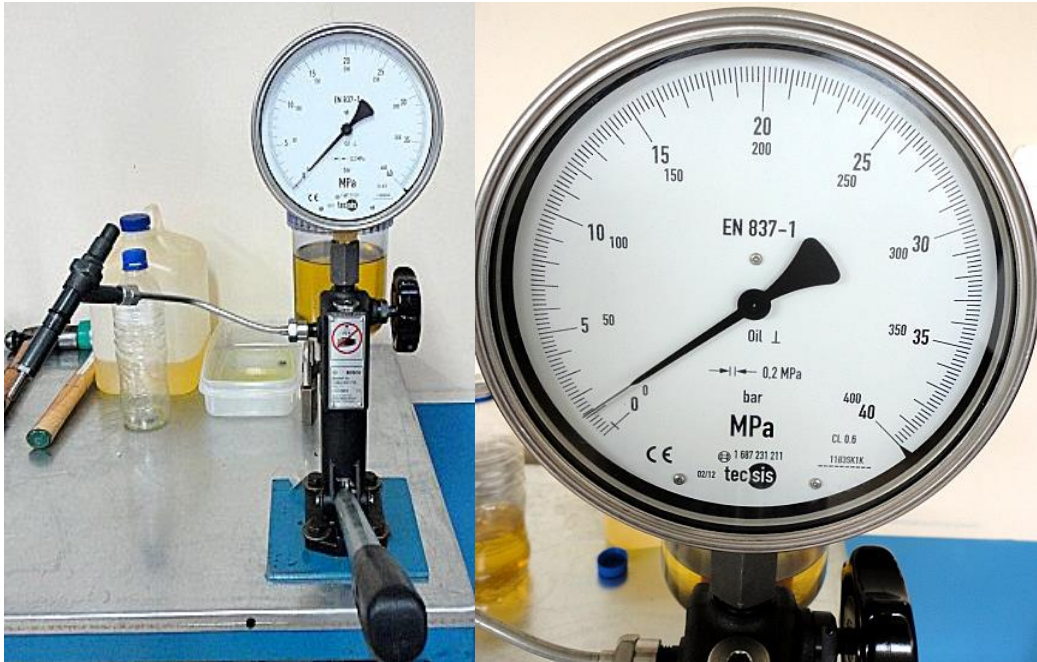


Figura 4.15. Inyector 2 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 2

Tipo de inyector	N° Tobera
Orificio	007 – Z – NP – DLL145PN 238

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura			10 bar
Estanqueidad			X
Zumbido			X

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera		X	
Aguja		X	

4.7.2.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.7.1.2

4.7.2.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realiza la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.



Figura 4.16. Inyector 2 Despiece de inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.7.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de las mismas rodela de juste.
3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.7.1.3 Ya que el conjunto de inyectores constan de los mismos resortes de compresión.
4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.7.1.3
5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.7.1.3

4.7.2.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se muestra en la figura 4.18, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual. Notablemente se observa que la presión se incrementó, esto como resultado a una correcta calibración.



Figura 4.17. Inyector 2 Introduciendo resorte de compresión

Fuente: Autor 2014

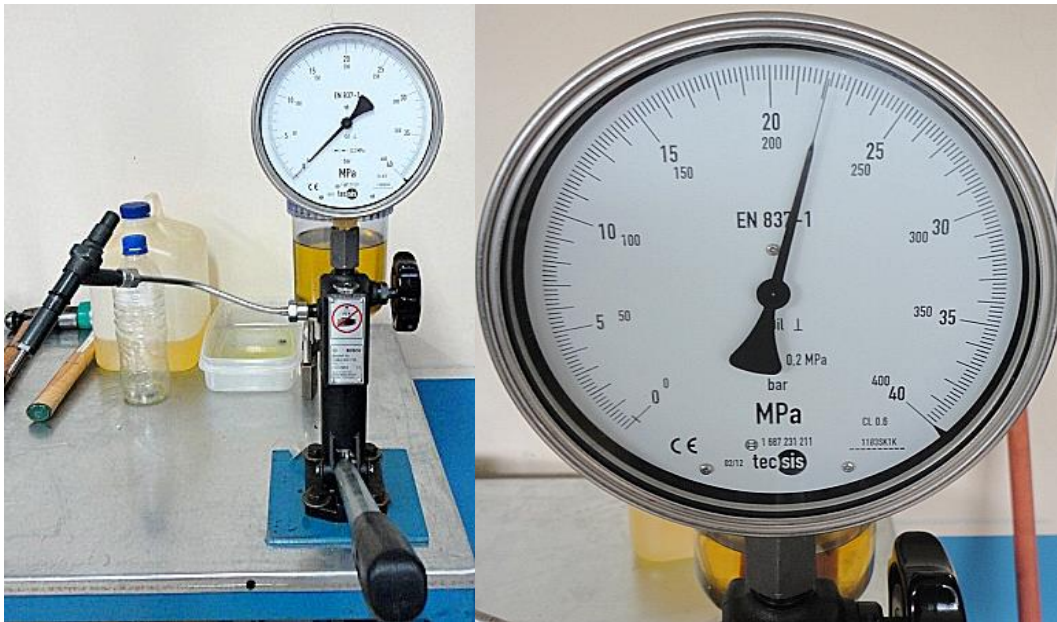



Figura 4.18. Inyector 2 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 2

Tipo de inyector	N° Tobera
Orificio	007 – Z – NP – DLL145PN 238

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DLLA145PN238	1050191260	ISUZU	4JB1TC (NHR, NKR)	195/265

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	220 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.15 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura			10 bar	220 bar		
Estanqueidad				X		
Zumbido			X	X		
Tobera		X		X		
Aguja		X		X		

Fuente: Autor 2014

4.7.3 Inyector 3

4.7.3.1 Diagnóstico

El inyector presenta una aceptable presión como se indica en la figura 4.19, pero la estanqueidad es mala, lo cual aumente el consumo de combustible y la contaminación ambiental. La causa de este problema es que la tobera se encuentra con partículas de impureza y/o aguja rallada. La solución es limpiar todos los componentes internos del inyector, si el desgaste no es excesivo rectificar los componentes involucrados, caso contrario sustituir conjunto de tobera.

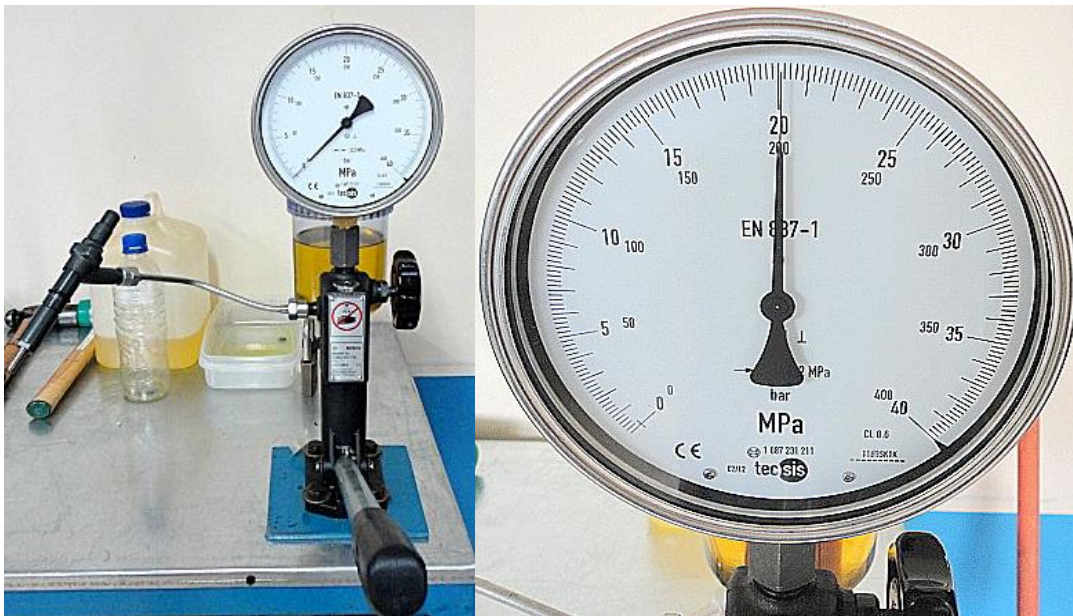


Figura 4.19. Inyector 3 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 3

Tipo de inyector	N° Tobera
Orificio	007 – Z – NP – DLL145PN 238

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro		X	
Presión de apertura		200 bar	
Estanqueidad			X
Zumbido		X	

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera		X	
Aguja		X	

4.7.3.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.7.1.2

4.7.3.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realiza la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.



Figura 4.20. Inyector 4 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.7.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de las mismas rodela de juste.
3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.7.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de los mismos resortes de compresión.
4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.7.1.3
5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.7.1.3

4.7.3.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se muestra en la figura 4.22, se observa un incremento de presión, estos resultados se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual.



Figura 4.21. Inyector 3 Introduciendo segundo resorte de compresión


Fuente: Autor 2014



Figura 4.22. Inyector 3 Presión de apertura
Fuente: Autor 2014

Inyector 3

Tipo de inyector	N° Tobera
Orificio	007 – Z – NP – DLL145PN 238

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DLLA145PN238	1050191260	ISUZU	4JB1TC (NHR, NKR)	195/265

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	210 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.16 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro		X		X		
Presión de apertura		200 bar		210 bar		
Estanqueidad			X	X		
Zumbido		X		X		
Tobera		X		X		
Aguja		X		X		

Fuente: Autor 2014

4.7.4 Inyector 4

4.7.4.1 Diagnóstico

El inyector presenta una correcta presión como se indica en la figura 4.23, no obstante la forma del chorro es incorrecta, y la prueba de zumbido que se realizó es nula. Las posibles causas de dicho inconveniente son partículas de impurezas en el interior de la tobera y que la aguja presente ralladuras. La solución más recomendable es limpiar todos los componentes internos del inyector, para así lograr obtener la forma simétrica correcta que debe tener el chorro, y de esta manera la prueba de zumbido sea clara.

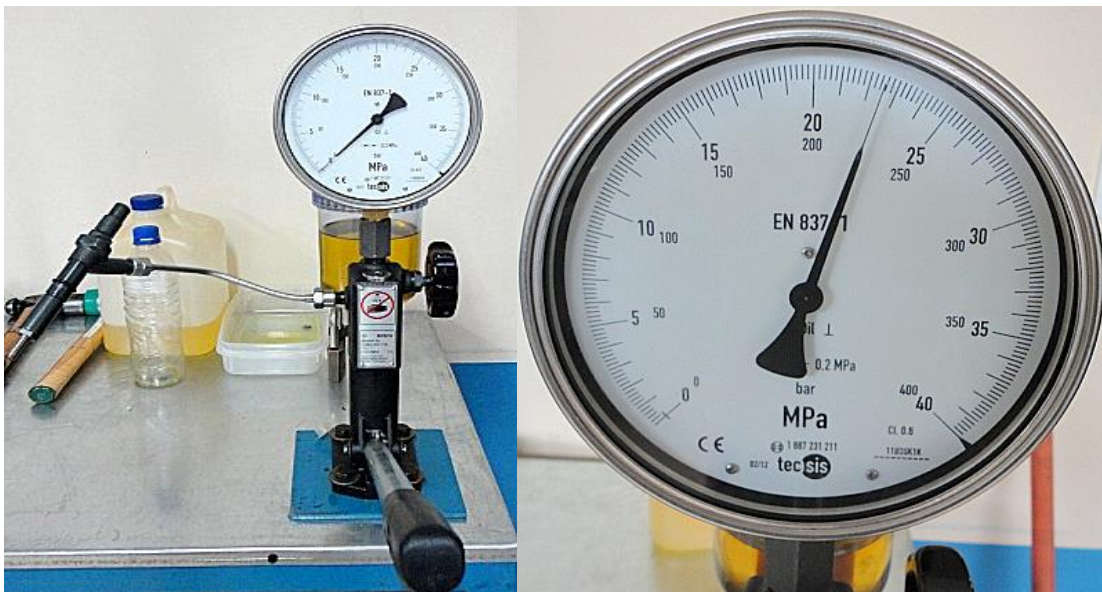


Figura 4.23. Inyector 4 Presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 4

Tipo de inyector	N° Tobera
Orificio	007 – Z – NP – DLL145PN 238

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura	225 bar		
Estanqueidad		X	
Zumbido			X

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera		X	
Aguja		X	

4.7.4.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.7.1.2

4.7.4.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realizara la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.



Figura 4.24. Inyector 4 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.7.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de las mismas rodela de juste.
3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.7.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de los mismos resortes de compresión.
4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.7.1.3

5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.7.1.3

4.7.4.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se ilustra en la figura 4.26, se observa un incremento de presión, estos resultados se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual.



Figura 4.25. Inyector 4 Introduciendo varilla de empuje

Fuente: Autor 2014

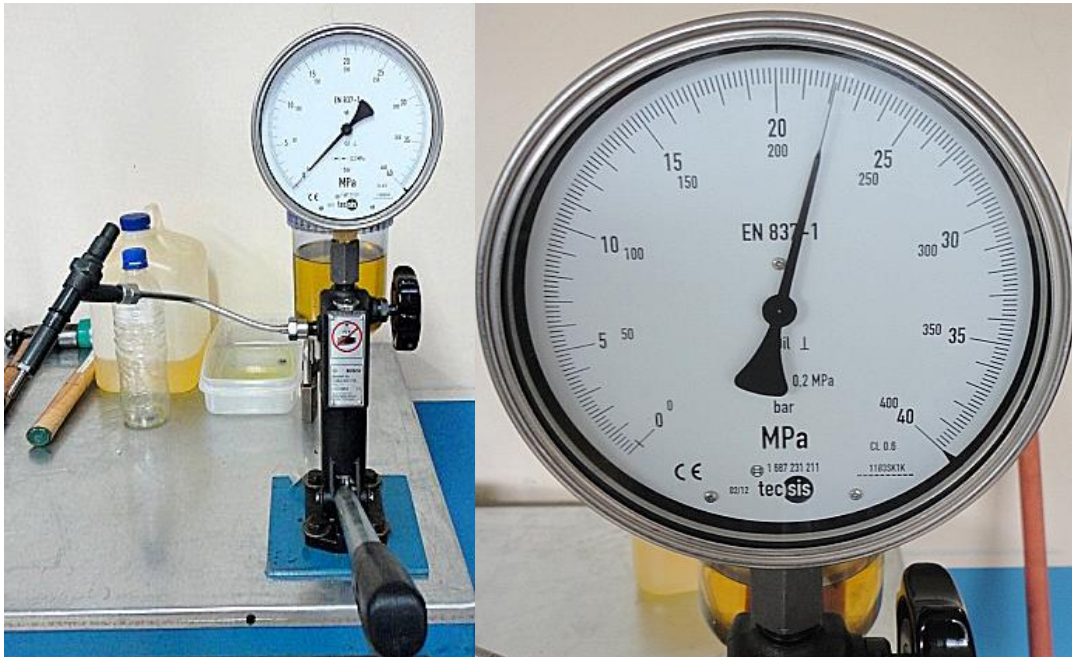



Figura 4.26. Inyector 4 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 4

Tipo de inyector	N° Tobera
Orificio	007 – Z – NP – DLL145PN 238

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DLLA145PN238	1050191260	ISUZU	4JB1TC (NHR, NKR)	195/265

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	220 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.17 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura	225 bar			220 bar		
Estanqueidad		X		X		
Zumbido			X	X		
Tobera		X		X		
Aguja		X		X		

Fuente: Autor 2014

4.8 Inyectores del motor Isuzu IMA D03

4.8.1 Inyector 1

4.8.1.1 Diagnóstico

El inyector no constaba de dos rodela de presión y la aguja presentaba ralladuras, debido a esto en la prueba de diagnóstico la presión de apertura era muy baja como se muestra en la figura 4.27, la causa a dicho daño es un mal plan de mantenimiento y utilización de combustible de mala calidad. La solución es introducir las rodela indicadas para lograr obtener la presión adecuada prescrita por el fabricante, y abastecerse de combustible limpio en estaciones confiables.

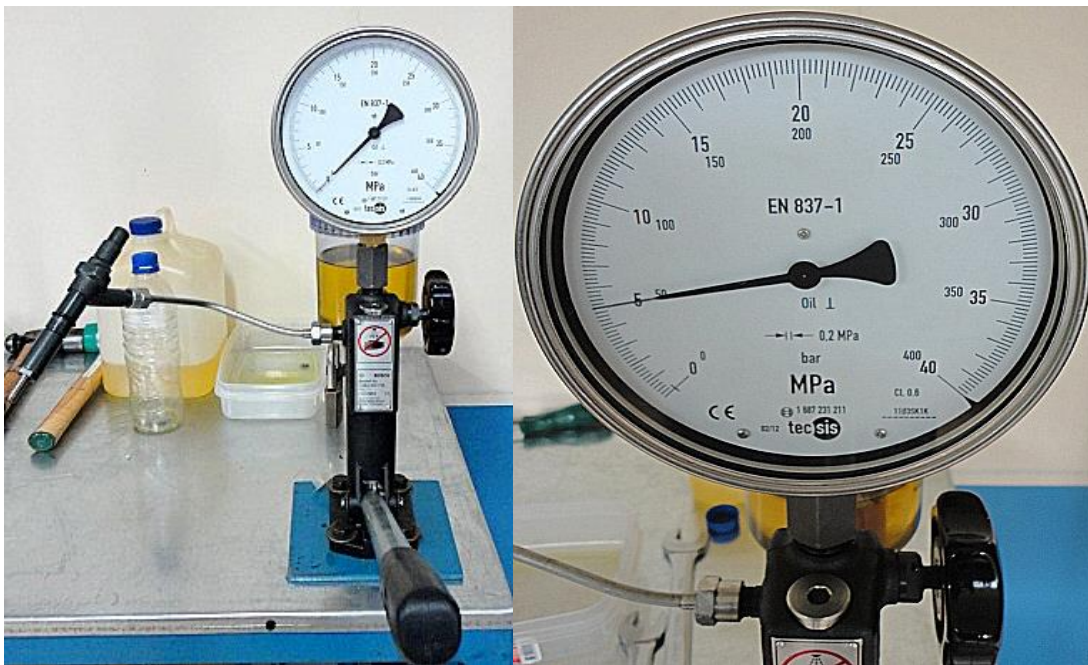


Figura 4.27. Inyector 1 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 1

Tipo de inyector	N° Tobera
Orificio	892 – Z – NP – DLLA145PN 238

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura			50 bar
Estanqueidad			X
Zumbido			X

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera		X	
Aguja			X

4.8.1.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.7.1.2

4.8.1.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realiza la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.

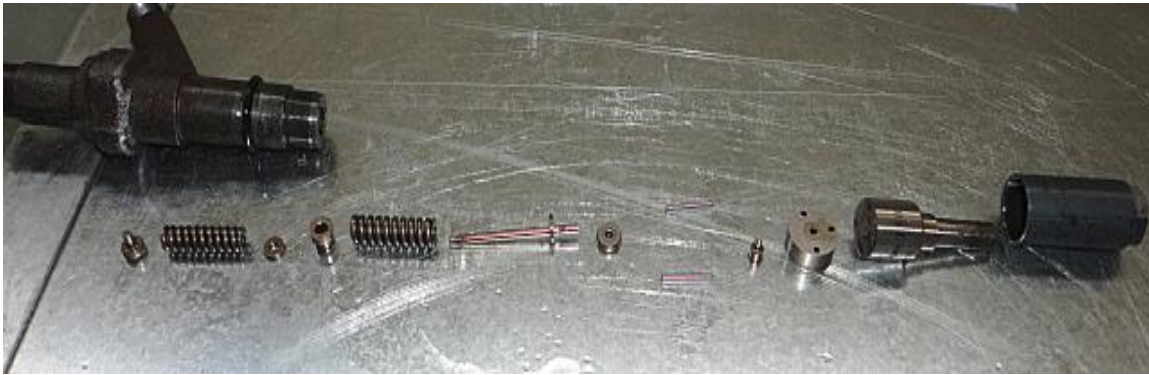


Figura 4.28. Inyector 1 Despiece de inyector

Fuente: Autor 2014

1. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.7.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de las mismas rodela de juste.
2. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.7.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de los mismos resortes de compresión.
3. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.7.1.3
4. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.7.1.3

4.8.1.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se muestra en la figura 4.30, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual. Se observa que la presión se incrementó, esto da como resultado una correcta calibración.



Figura 4.29. Inyector 1 Introduciendo rodela para la primera presión de apertura

Fuente: Autor 2014

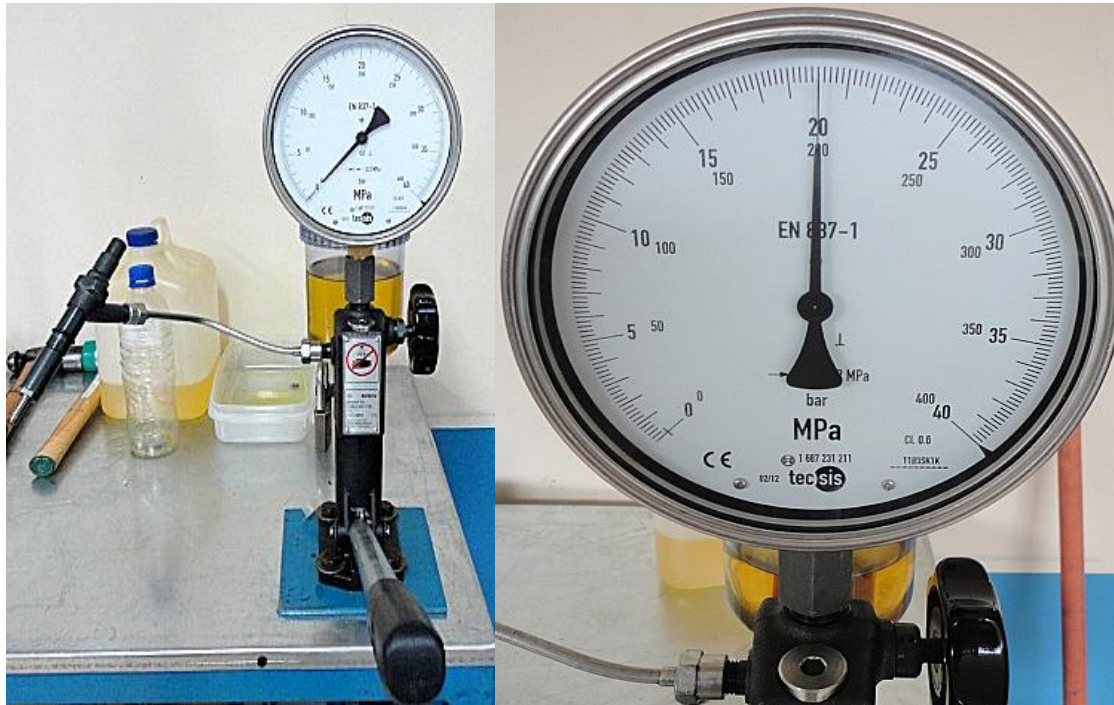


Figura 4.30. Inyector 1 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 1

Tipo de inyector	Nº Tobera
Orificio	892 – Z – NP – DLLA145PN 238

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DLLA145PN238	1050191260	ISUZU	4JB1TC (NHR, NKR)	195/265

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	200 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.18 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura			50 bar	200 bar		
Estanqueidad			X	X		
Zumbido			X	X		
Tobera		X		X		
Aguja			X	X		

Fuente: Autor 2014

4.8.2 Inyector 2

4.8.2.1 Diagnóstico

Inyector con una leve baja presión como se ilustra en la figura 4.31, la posible causa es que en su interior exista impurezas procedente del combustible, lo cual obstruye los orificios de salida del inyector y dificulta el buen funcionamiento del motor. La solución más factible es limpiar todos sus componentes internos y proceder a la calibración.

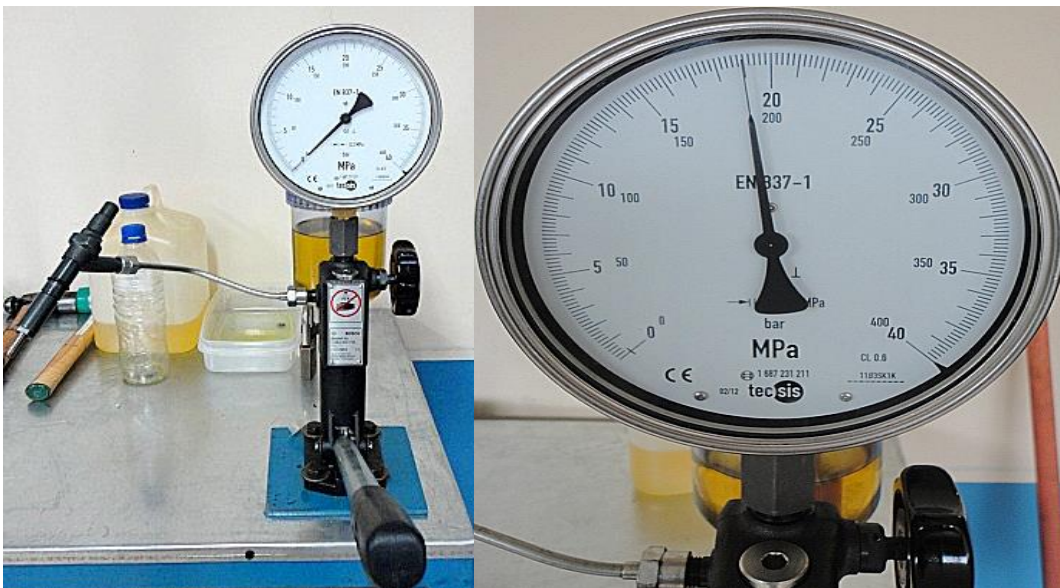


Figura 4.31. Inyector 2 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 2

Tipo de inyector	N° Tobera
Orificio	892 – Z – NP – DLLA145PN 238

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura		190 bar	
Estanqueidad			X
Zumbido		X	

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera		X	
Aguja		X	

4.8.2.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.7.1.2

4.8.2.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realiza a la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.



Figura 4.32. Inyector 2 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.7.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de las mismas rodelas de juste.
3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.7.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de los mismos resortes de compresión.
4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.7.1.3

5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.7.1.3

4.7.2.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se muestra en la figura 4.34, se consiguieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual. Se denota que la presión se incrementó, esto como resultado a una correcta calibración.



Figura 4.33. Inyector 2 Introduciendo primer resorte de compresión

Fuente: Autor 2014

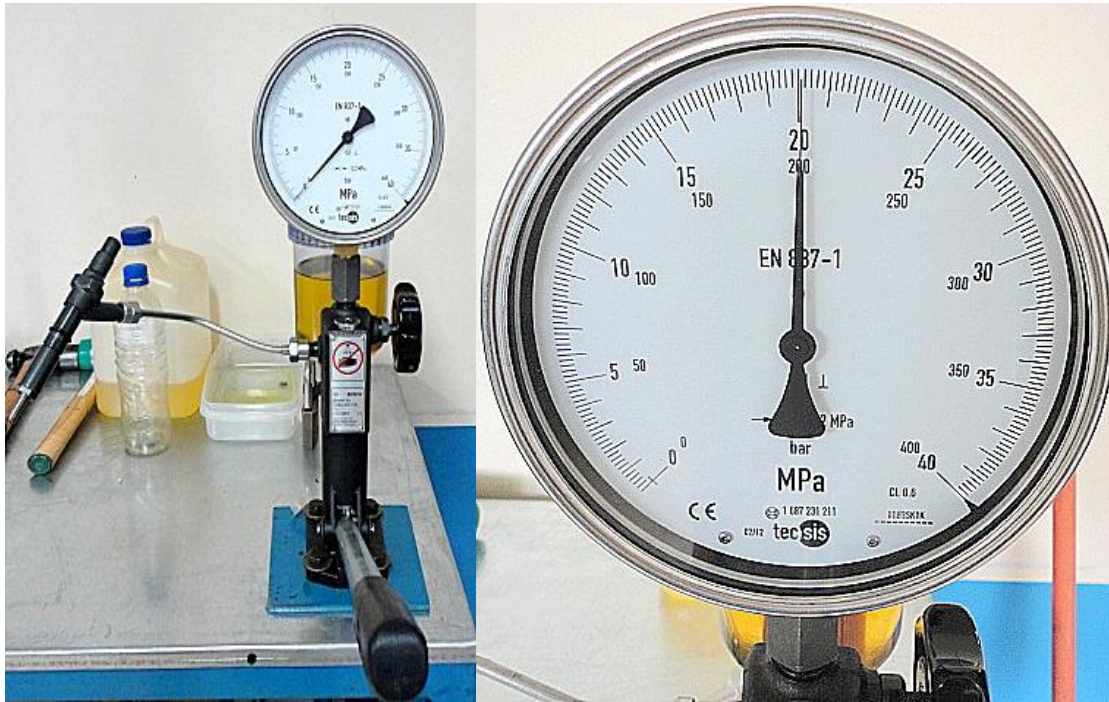



Figura 4.34. Inyector 2 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 2

Tipo de inyector	N° Tobera
Orificio	892 – Z – NP – DLLA145PN 238

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DLLA145PN238	1050191260	ISUZU	4JB1TC (NHR, NKR)	195/265

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	200 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.19 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura		190 bar		200 bar		
Estanqueidad			X	X		
Zumbido		X		X		
Tobera		X		X		
Aguja		X		X		

Fuente: Autor 2014

4.8.3 Inyector 3

4.8.3.1 Diagnóstico

Inyector con una leve baja presión como se ilustra en la figura 4.35, la posible causa es que en su interior existan impurezas procedentes del combustible, lo cual obstruye los orificios de salida del inyector y dificulta el buen funcionamiento del motor. La solución más factible es limpiar todos sus componentes internos y proceder a la calibración.



Figura 4.35. Inyector 3 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 3

Tipo de inyector	N° Tobera
Orificio	892 – Z – NP – DLLA145PN 238

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura		188 bar	
Estanqueidad		X	
Zumbido		X	

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera		X	
Aguja		X	

4.7.2.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.7.1.2

4.7.2.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realiza a la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.



Figura 4.36. Inyector 3 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.7.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de las mismas rodelas de presión.
3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.7.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de los mismos resortes de compresión.
4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.7.1.3

5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.7.1.3

4.7.2.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se ilustra en la figura 4.38, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual, se observa que la presión se incrementó, esto como resultado a una correcta calibración.



Figura 4.37. Inyector 3 Introduciendo segundo resorte de compresión

Fuente: Autor 2014

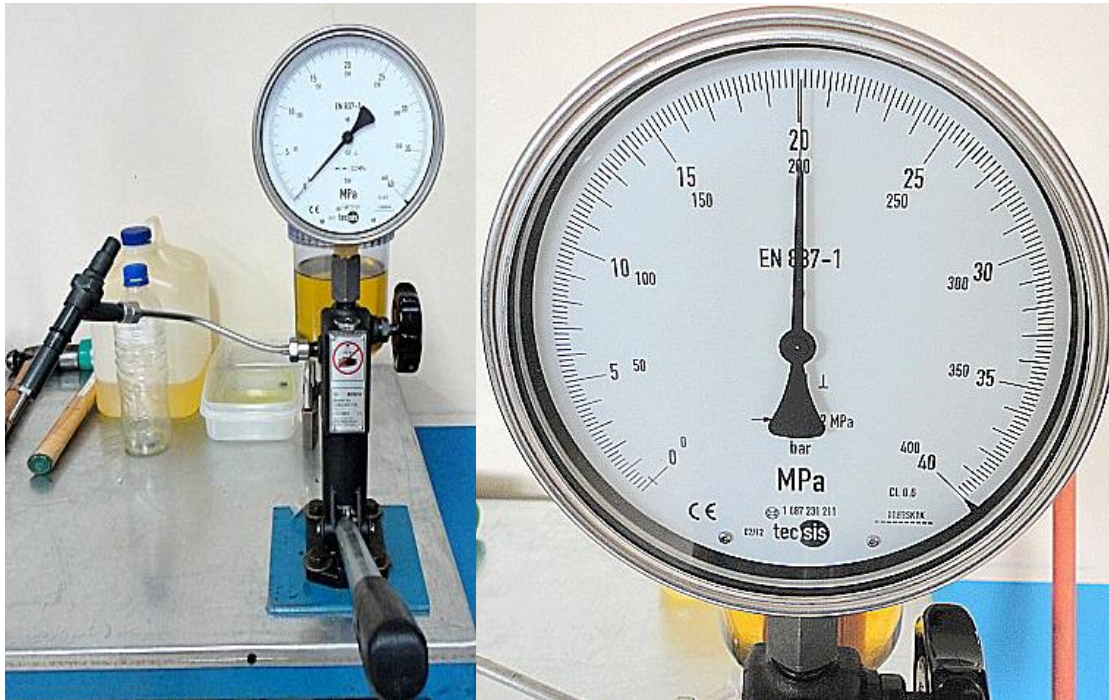



Figura 4.38. Inyector 2 Prueba de presión de apertura
Fuente: Autor 2014

Inyector 3

Tipo de inyector	Nº Tobera
Orificio	892 – Z – NP – DLLA145PN 238

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DLLA145PN238	1050191260	ISUZU	4JB1TC (NHR, NKR)	195/265

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	200 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.20 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura		188 bar		200 bar		
Estanqueidad		X		X		
Zumbido		X		X		
Tobera		X		X		
Aguja		X		X		

Fuente: Autor 2014

4.8.4 Inyector 4

4.8.4.1 Diagnóstico

Inyector con una leve baja presión como se ilustra en la figura 4.39, la posible causa es que en su interior existan impurezas procedentes del combustible, lo cual obstruye los orificios de salida del inyector y dificulta el buen funcionamiento del motor. La solución más factible es limpiar todos sus componentes internos y proceder a la calibración.

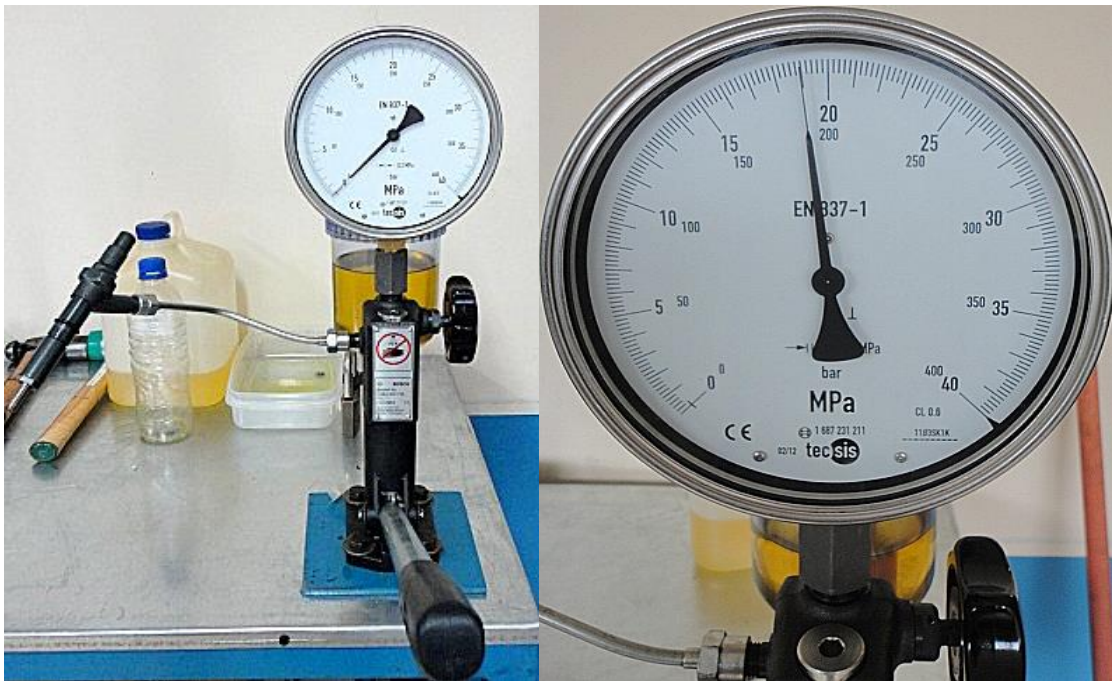


Figura 4.39. Inyector 4 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 4

Tipo de inyector	N° Tobera
Orificio	892 – Z – NP – DLLA145PN 238

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura		190 bar	
Estanqueidad		X	
Zumbido		X	

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera		X	
Aguja		X	

4.8.4.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.7.1.2

4.8.4.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realiza a la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.



Figura 4.40. Inyector 4 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.7.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de las mismas rodelas de juste.
3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.7.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de los mismos resortes de compresión.

4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.7.1.3
5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.7.1.3

4.7.2.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se muestra en la figura 4.42, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual. Notablemente se observa que la presión se incrementó, esto como resultado a una correcta calibración.



Figura 4.41. Inyector 4 Introduciendo asiento de muelle

Fuente: Autor 2014




Figura 4.42. Inyector 4 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 4

Tipo de inyector	Nº Tobera
Orificio	892 – Z – NP – DLLA145PN 238

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DLLA145PN238	1050191260	ISUZU	4JB1TC (NHR, NKR)	195/265

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	200 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla: 4.21 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura		190 bar		200 bar		
Estanqueidad		X		X		
Zumbido		X		X		
Tobera		X		X		
Aguja		X		X		

Fuente: Autor 2014

4.9. Inyectores del motor Isuzu IMA D07

4.9.1. Inyector 1

4.9.1.1. *Diagnóstico.*

El inyector presenta una leve baja presión como se ilustra en la figura 4.43, el diagnóstico realizado dio como resultado que en el interior del inyector y portainyector se encontró partículas de impurezas. Esto debido a la falta de mantenimiento a los tanques de almacenamiento de combustibles, y a la mala calidad del combustible. La solución correspondiente a la anomalía es: limpiar el tanque de combustible periódicamente y abastecerse de combustible en estaciones confiables.

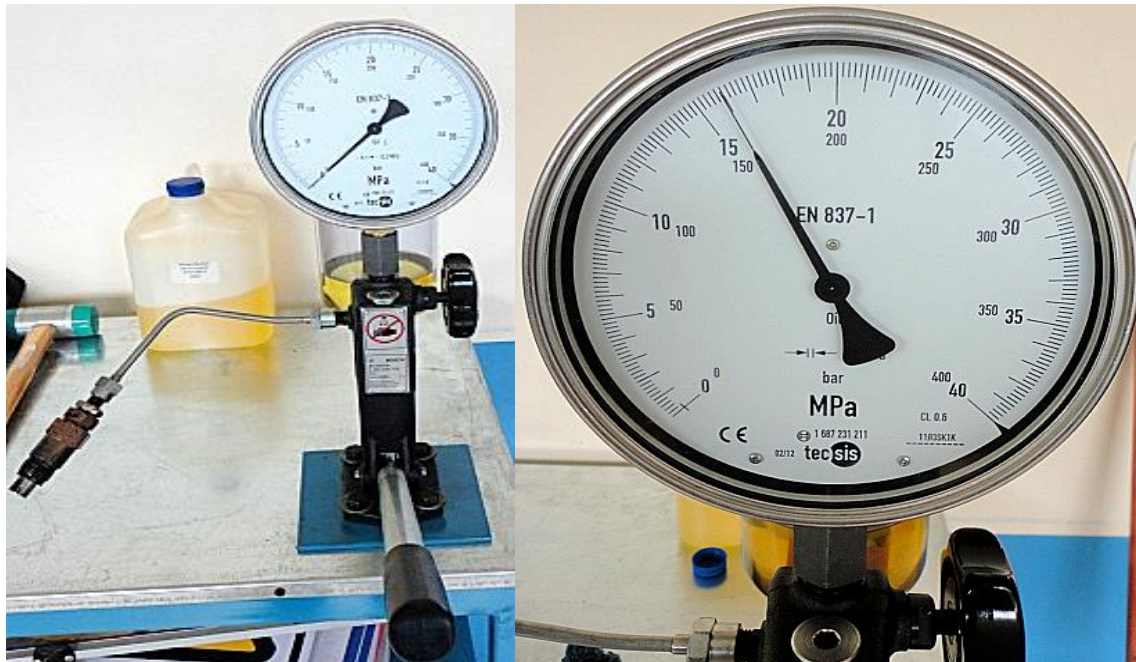


Figura 4.43. Inyector 1 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 1

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	081 – Z – NP – DN12SD12

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura		160 bar	
Estanqueidad			X
Zumbido			X

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera		X	
Aguja		X	

4.9.1.2. Despiece del inyector.

Hay que tomar en cuenta que se debe observar en qué orden se está realizando el desarme para no tener contratiempos en la rearmada.

- Se sujeta el inyector a la prensa.
- Posterior a esto se procede a remover la tuerca racor que une a la tobera con el portainyector, utilizando una llave de 27 mm.
- Una vez removido se extrae la tobera con el espaciador y el perno de empuje.
- Se extrae el resorte de compresión.
- Por último se extrae las rodela de presión.

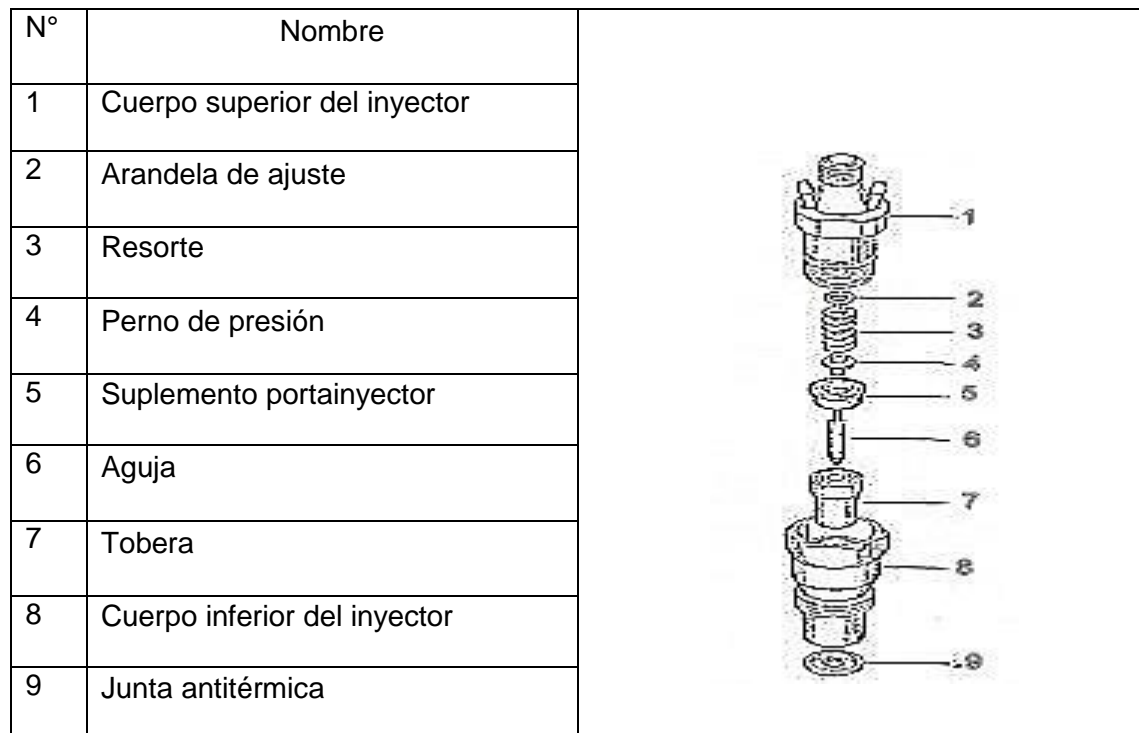


Figura 4.44. Despiece de un inyector de tetón

Fuente: Autor 2014

4.9.1.3. *Procedimiento de calibración.*

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realiza la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.

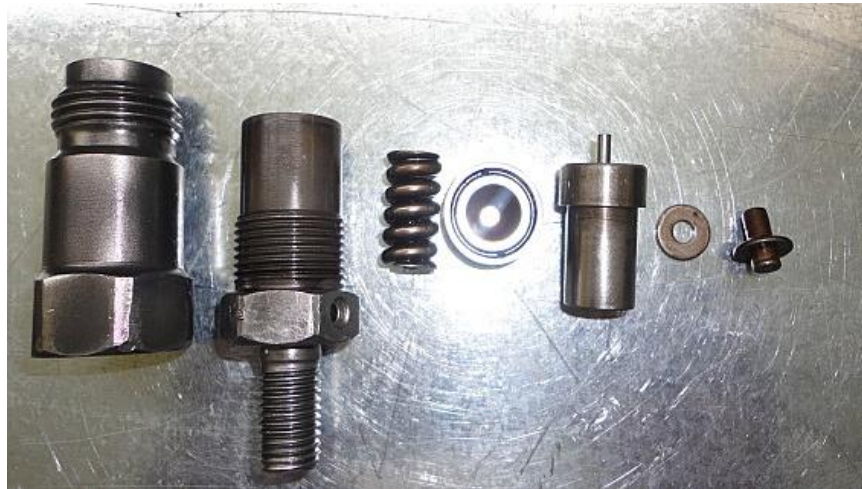


Figura 4.45. Inyector 1 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Para lograr adquirir la presión prescrita por el fabricante se debe introducir la siguiente rodela (1. RT 1.2)

Tabla 4.22 Rodela para el ajuste de la presión de apertura, para inyectores de tetón (RT 1.2)

Dimensiones		Foto
Diámetro:	10.2 mm	 <p>Figura 4.46. Rodela de presión Fuente: Autor 2014</p>
Espesor	1.2 mm	
Código	RT 1.2	

Fuente: Autor 2014

La tabla 4.22, indica que con esta rodela se incrementa 60 bares como se indica en la figura 4.47, en relación a la presión de apertura. Estos datos se obtuvieron de los inyectores del motor Nissan IMA D05.




Figura 4.47. Presión de apertura

Fuente: Autor 2014

3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe incorporar el siguiente resorte (1. RCT 11.4A)

Tabla 4.23 Resorte de compresión para la presión de apertura en inyectores de tetón
(RCT 11.4A)

Dimensiones		Foto
Longitud:	22 mm	 <p>Figura 4.48. Resorte de compresión Fuente: Autor 2014</p>
Espesor	11.4 mm	
Código	RCT 11.4A	

Fuente: Autor 2014

4. **Armada del inyector:** Para el rearmado se debe realizar lo contrario del punto 4.9.1.2 posterior al armado se utiliza un medidor de torque para dar un par de apriete de 70 – 90 Nm.
5. **Las pruebas realizadas:** Las pruebas que se realizó al inyector fueron las siguientes:
 - Forma del chorro: Esta prueba se la realiza para observar cual es el estado en que se encuentra el inyector y que anomalías presenta, pequeñas impurezas en el interior de la tobera puede deformar la fisionomía del chorro.
 - Presión de apertura: Con esta prueba se podrá observar a que presión se generará la inyección del combustible.
 - Estanqueidad: Se podrá observar si existe fugas internas, debido a ralladuras en la aguja.
 - Zumbido: Es una prueba que indica si el inyector está en perfectas condiciones.

4.9.1.4. Comprobación o puesta a punto.

Es el último proceso en la calibración del inyector, en el cual se observará los resultados finales de una correcta calibración. Los datos obtenidos como se muestra en la figura 4.50, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual, y de esta manera obtener dichas presiones.



Figura 4.49. Inyector 1 Introduciendo rodela de presión

Fuente: Autor 2014

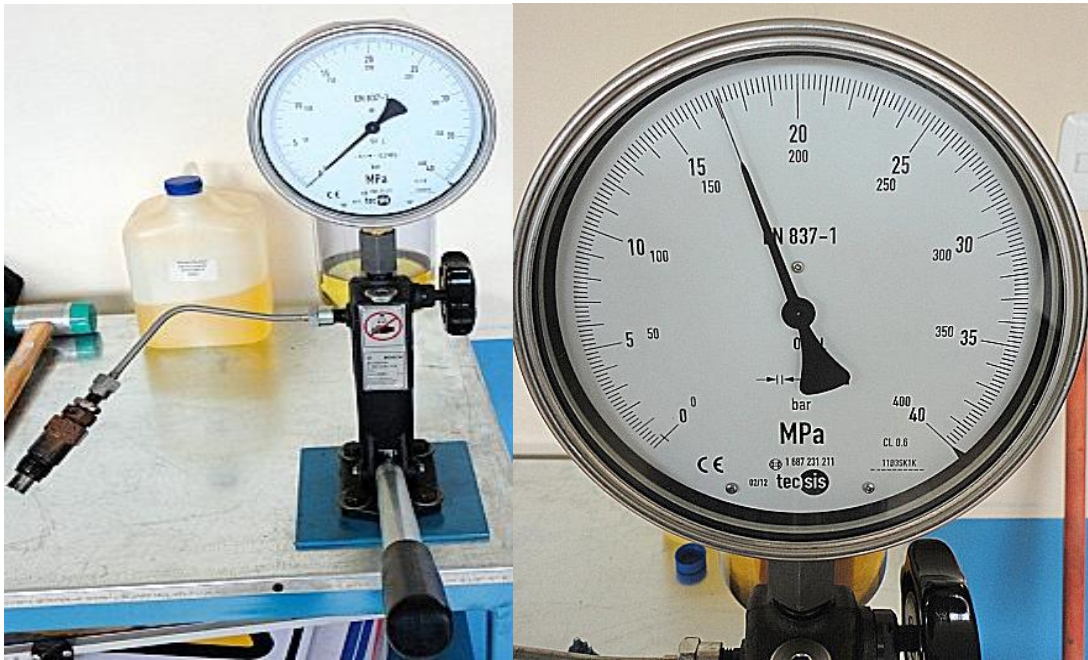


Figura 4.50. Inyector 1 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 1

Tipo de inyector	Nº Tobera
Tetón	081 – Z – NP – DN12SD12

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DN12SD12	105000-1600	KIA	ZL600 / UH3	137

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	170 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.24 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura		160 bar		170 bar		
Estanqueidad			X	X		
Zumbido			X	X		
Tobera		X		X		
Aguja		X		X		

Fuente: Autor 2014

4.9.2 Inyector 2

4.9.2.1 Diagnóstico

El inyector presenta una leve baja presión como se indica en la figura 4.51, el diagnóstico realizado muestra que en el interior del inyector y portainyector se encontró partículas de impurezas. Esto debido a la falta de mantenimiento de los tanques de almacenamiento de combustibles, y a la mala calidad del combustible. La solución correspondiente a la anomalía es: limpiar el tanque de combustible periódicamente y abastecerse de combustible en estaciones confiables.



Figura 4.51. Inyector 2 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 2

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	081 – Z – NP – DN12SD12

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura		160 bar	
Estanqueidad			X
Zumbido			X

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera		X	
Aguja		X	

4.9.2.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.9.1.2

4.9.2.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realiza a la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.



Figura 4.52. Inyector 2 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.9.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de la misma rodela de juste.
3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.9.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan del mismo resorte de compresión.
4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.9.1.3

5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.9.1.3

4.9.2.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se muestra en la figura 4.54, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual. Se observa que la presión se incrementó, esto como resultado a una correcta limpieza y calibración.



Figura 4.53. Inyector 2 Introduciendo rodela de presión

Fuente: Autor 2014




Figura 4.54. Inyector 2 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 2

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	081 – Z – NP – DN12SD12

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DN12SD12	105000-1600	KIA	ZL600 / UH3	137

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	170 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.25 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura		160 bar		170 bar		
Estanqueidad			X	X		
Zumbido			X	X		
Tobera		X		X		
Aguja		X		X		

Fuente: Autor 2014

4.9.3 Inyector 3

4.9.3.1 Diagnóstico

El inyector presenta una leve baja presión como se indica en la figura 4.55, el diagnóstico realizado muestra que en el interior del inyector y portainyector se encontró partículas de impurezas. Esto debido a la falta de mantenimiento de los tanques de almacenamiento de combustibles, y a la mala calidad del combustible. La solución correspondiente a la anomalía es: limpiar el tanque de combustible periódicamente y abastecerse de combustible en estaciones confiables.



Figura 4.55. Inyector 3 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 3

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	081 – Z – NP – DN12SD12

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura			140 bar
Estanqueidad			X
Zumbido			X

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera	X		
Aguja	X		

4.9.3.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.9.1.2

4.9.3.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realiza la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.



Figura 4.56. Inyector 3 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.9.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de la misma rodela de juste.
3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.9.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan del mismo resorte de compresión.

4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.9.1.3
5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.9.1.3

4.9.3.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se muestra en la figura 4.58, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual. Se observa que la presión se incrementó, esto como resultado a una correcta limpieza y calibración.



Figura 4.57. Inyector 3 Introduciendo resorte de compresión

Fuente: Autor 2014

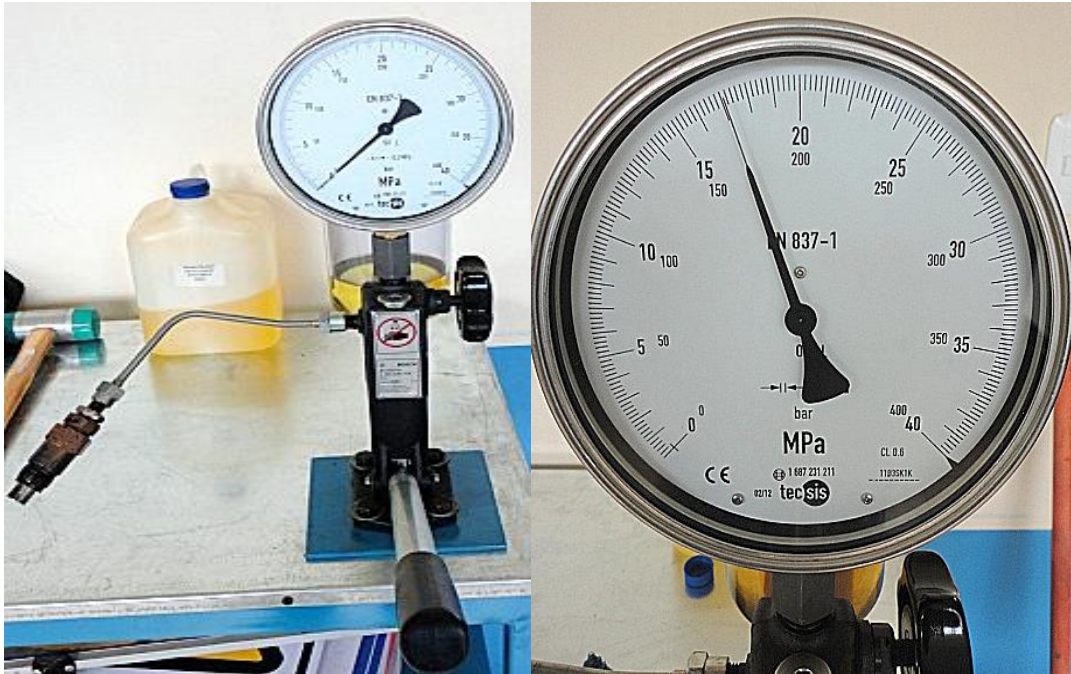



Figura 4.58. Inyector 3 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 3

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	081 – Z – NP – DN12SD12

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DN12SD12	105000-1600	KIA	ZL600 / UH3	137

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	170 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.26 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura			140 bar	170 bar		
Estanqueidad			X	X		
Zumbido			X	X		
Tobera	X			X		
Aguja	X			X		

Fuente: Autor 2014

4.9.4 Inyector 4

4.9.4.1 Diagnóstico

El inyector presenta una leve baja presión como se indica en la figura 4.59, el diagnóstico realizado muestra que en el interior del inyector y portainyector se encontró partículas de impurezas. Esto debido a la falta de mantenimiento de los tanques de almacenamiento de combustibles, y a la mala calidad del combustible. La solución correspondiente a la anomalía es: limpiar el tanque de combustible periódicamente y abastecerse de combustible en estaciones confiables.

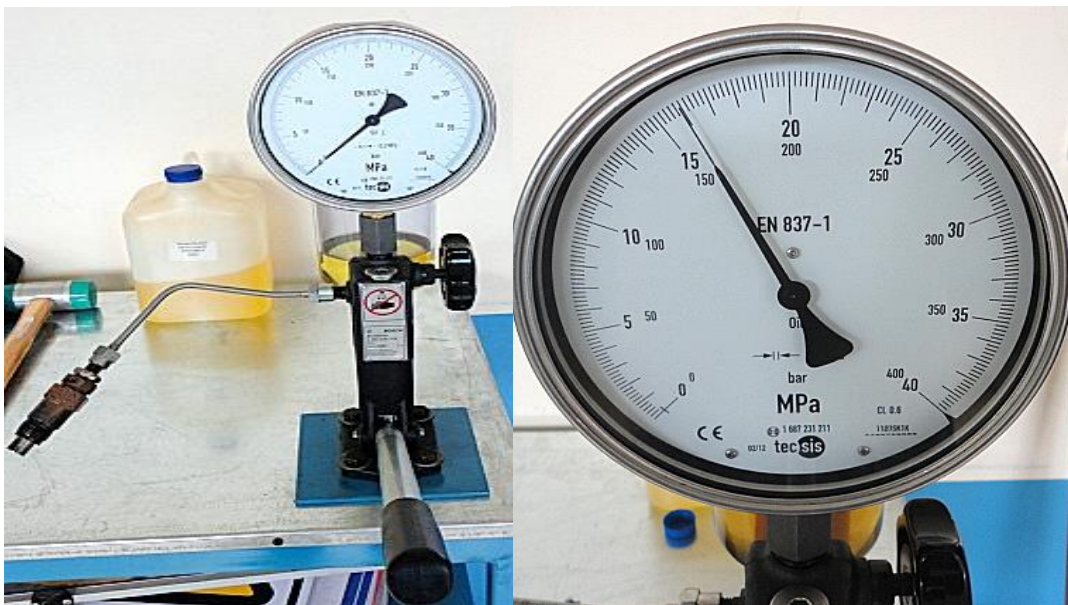


Figura 4.59. Inyector 4 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 4

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	081 – Z – NP – DN12SD12

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura		160 bar	
Estanqueidad			X
Zumbido			X

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera		X	
Aguja		X	

4.9.4.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.9.1.2

4.9.4.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realiza la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.



Figura 4.60. Inyector 2 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.9.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de la misma rodela de juste.
3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.9.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan del mismo resorte de compresión.
4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.9.1.3
5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.9.1.3

4.9.4.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se muestra en la figura 4.62, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual. Se visualiza que la presión a incrementó, esto como resultado a una correcta limpieza y calibración.



Figura 4.61. Inyector 4 Introduciendo varilla de empuje

Fuente: Autor 2014




Figura 4.62. Inyector 2 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 4

Tipo de inyector	Nº Tobera
Tetón	081 – Z – NP – DN12SD12

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DN12SD12	105000-1600	KIA	ZL600 / UH3	137

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	170 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.27 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura		160 bar		170 bar		
Estanqueidad			X	X		
Zumbido			X	X		
Tobera		X		X		
Aguja		X		X		

Fuente: Autor 2014

4.10 Inyectores del motor Kia Besta IMA D04

4.10.1 Inyector 1

4.10.1.1 Diagnóstico

El inyector presenta una sobre presión como se indica en la figura 4.63, se realizó un diagnóstico interno, y se encontró partículas de impureza en el portainyector. La causa a las anomalías es: excesivas rodela de presión, y con respecto a las impurezas es debido a una falta de mantenimiento al tanque de almacenamiento de combustibles, y a la mala calidad del combustible. La solución es limpiar el tanque de combustible periódicamente, y abastecerse de combustible en estaciones confiables. Realizar una correcta calibración.

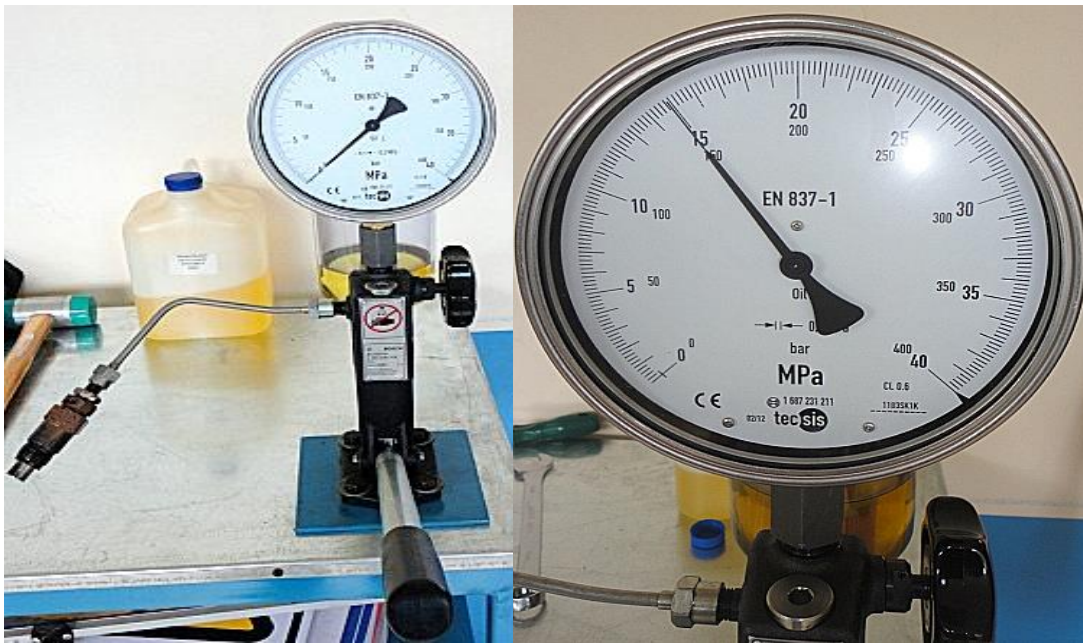


Figura 4.63. Inyector 1 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 1

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	361 – Z – NP- DNOSD211NP2

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura			150 bar
Estanqueidad			X
Zumbido			X

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera		X	
Aguja			X

4.10.1.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.9.1.2

4.10.1.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpeza de los elementos internos del inyector:** Se realiza a la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.



Figura 4.64. Inyector 1 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.9.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de la misma rodela de juste.
3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.9.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan del mismo resorte de compresión.
4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.9.1.3
5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.9.1.3

4.10.1.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se muestra en la figura 4.66, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual. Se observa que la presión disminuye, esto como resultado a una correcta limpieza y calibración, para lograr alcanzar la presión prescrita por el fabricante.



Figura 4.65. Inyector 1 Introduciendo rodelas de presión

Fuente: Autor 2014

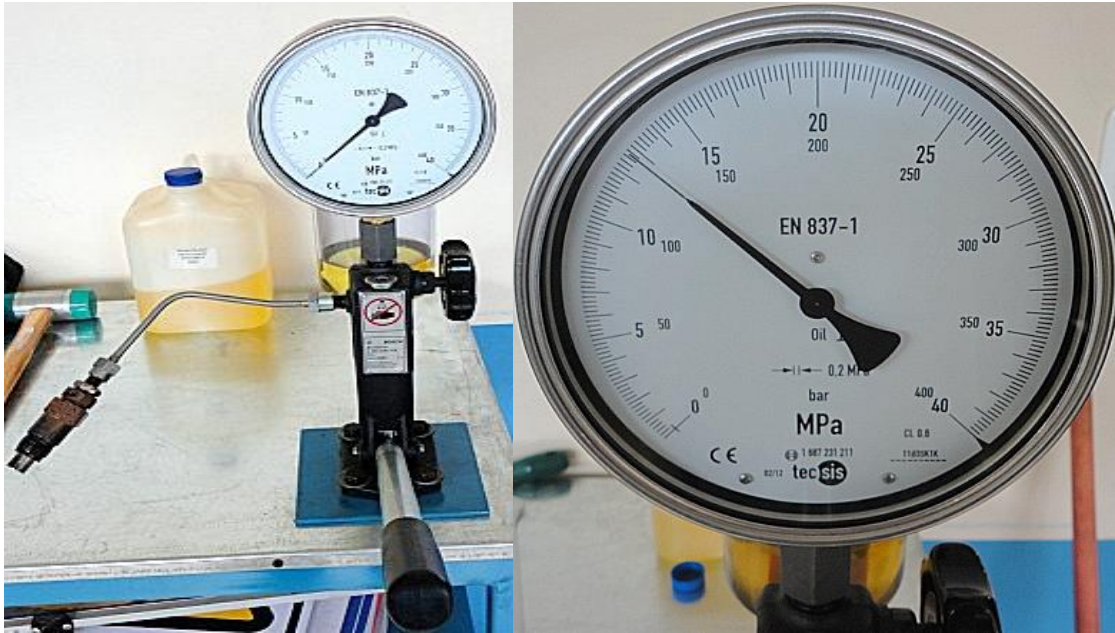



Figura 4.66. Inyector 1 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 1

Tipo de inyector	Nº Tobera
Tetón	361 – Z – NP- DNOSD211NP2

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DN0SD211	105000-1080	ISUZU	4BA1 / 4BA1STD	118

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	130 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.28 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura			150 bar	130 bar		
Estanqueidad			X	X		
Zumbido			X	X		
Tobera		X		X		
Aguja			X	X		

Fuente: Autor 2014

4.10.2 Inyector 2

4.10.2.1 Diagnóstico

El inyector presenta una sobre presión como se indica en la figura 4.67, se realizó un diagnóstico interno y se encontró partículas de impureza en el portainyector. La causa a las anomalías es: excesivas rodela de presión y con respecto a las impurezas es debido a una falta de mantenimiento al tanque de almacenamiento de combustibles, y a la mala calidad del combustible. La solución es limpiar el tanque de combustible periódicamente, y abastecerse de combustible en estaciones confiables. Realizar una correcta calibración.

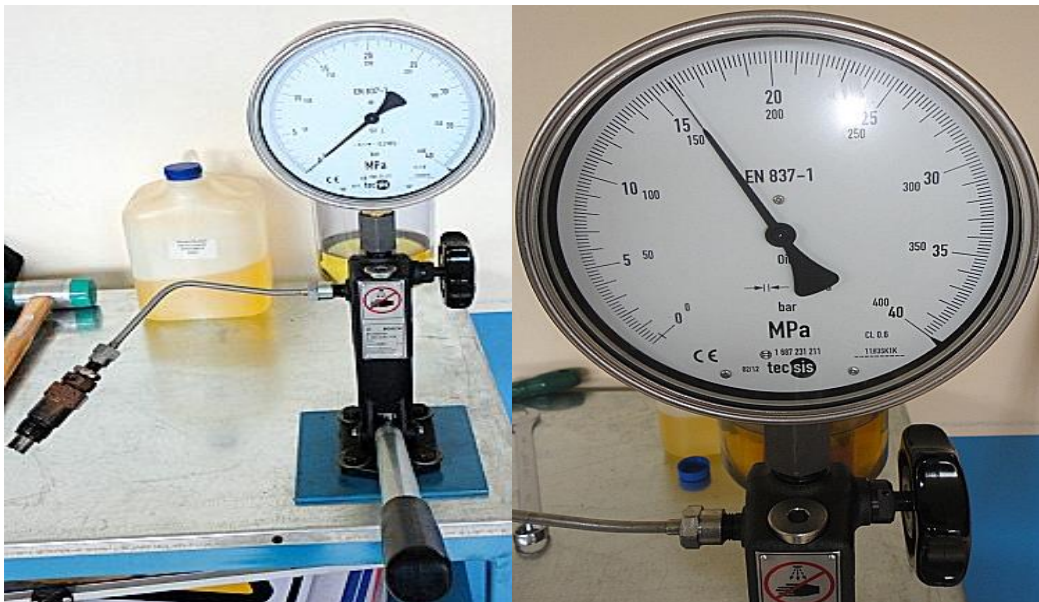


Figura 4.67. Inyector 2 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 2

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	361 – Z – NP- DNOSD211NP2

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura			160 bar
Estanqueidad			X
Zumbido		X	

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera		X	
Aguja			X

4.10.2.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.9.1.2

4.10.2.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realiza la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.



Figura 4.68. Inyector 2 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.9.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan del mismo tipo de rodela de juste.
3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.9.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan del mismo resorte de compresión.
4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.9.1.3

5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.9.1.3

4.10.2.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se muestra en la figura 4.70, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual. Se observa que la presión disminuye, esto como resultado a una correcta limpieza y calibración, para lograr alcanzar la presión prescrita por el fabricante.



Figura 4.69. Inyector 2 Introduciendo resorte de compresión

Fuente: Autor 2014

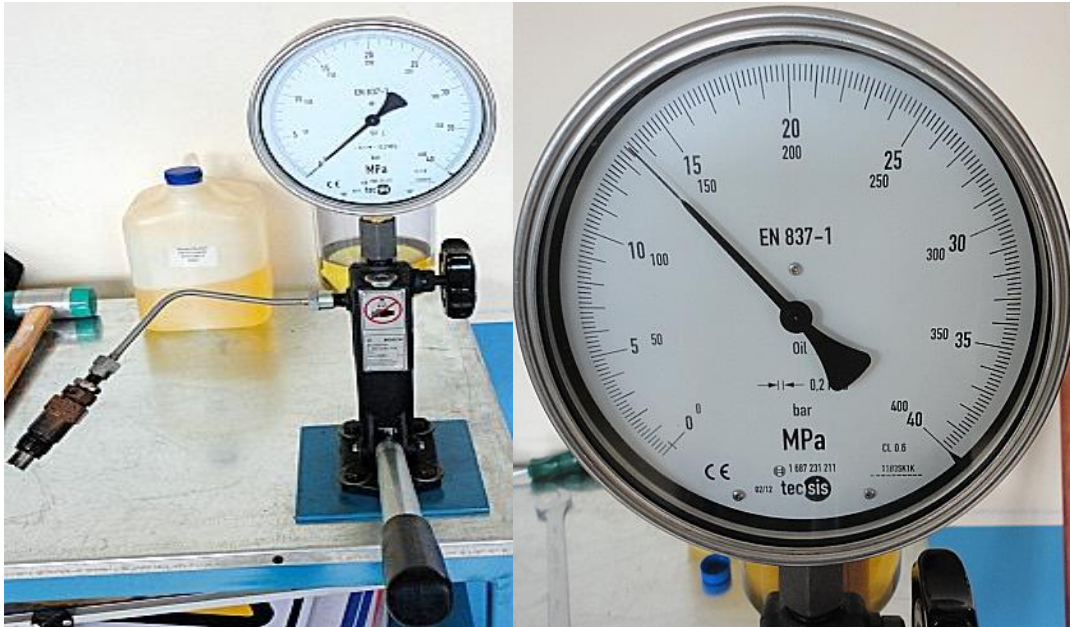



Figura 4.70. Inyector 2 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 2

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	361 – Z – NP- DNOSD211NP2

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DN0SD211	105000-1080	ISUZU	4BA1 / 4BA1STD	118

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	135 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.29 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura			160 bar	135 bar		
Estanqueidad			X	X		
Zumbido		X		X		
Tobera		X		X		
Aguja			X	X		

Fuente: Autor 2014

4.10.3 Inyector 3

4.10.3.1 Diagnóstico

El inyector presenta una baja presión como se indica en la figura 4.71, se realizó un diagnóstico interno y se encontró partículas de impureza en el portainyector y en estado de oxidación, no se encontró rodela de presión. La causa a las anomalías es: obstrucción en la punta de la tobera, también se puede decir que por falta de mantenimiento al tanque de almacenamiento de combustibles ya que se pudo haber mezclado con otro fluido y generar la oxidación, y a la mala calidad del combustible. La solución es limpiar el tanque de combustible periódicamente, y abastecerse de combustible en estaciones confiables. Posterior realizar una correcta calibración.

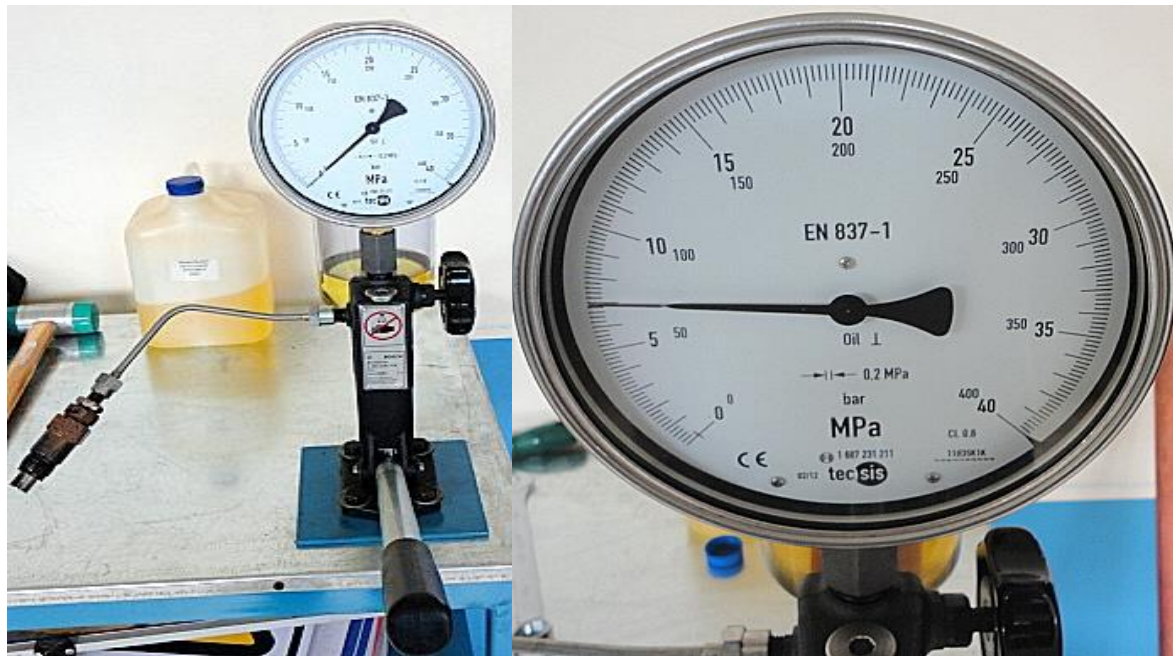


Figura 4.71. Inyector 3 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 3

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	361 – Z – NP- DNOSD211NP2

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura			70 bar
Estanqueidad			X
Zumbido			X

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera			X
Aguja			X

4.10.3.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.9.1.2

4.10.3.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realiza la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.

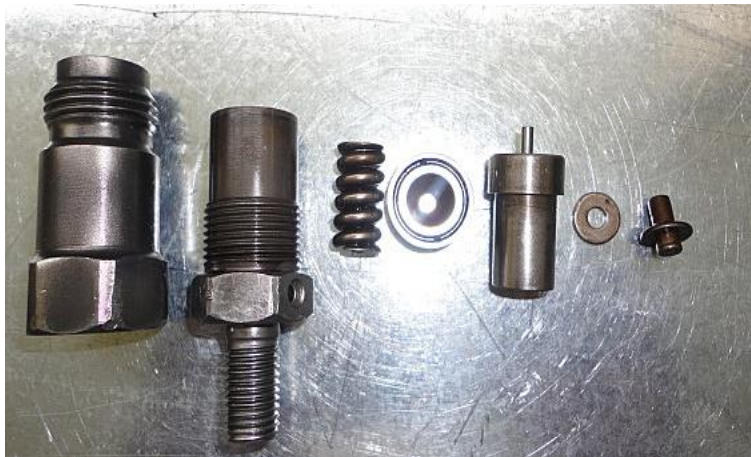


Figura 4.72. Inyector 3 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.9.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de la misma rodela de presión.
3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.9.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan del mismo resorte de compresión.

4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.9.1.3
5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.9.1.3

4.10.3.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se muestra en la figura 4.74, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual. Se observa que la presión se incrementó, esto como resultado a una correcta limpieza y calibración.

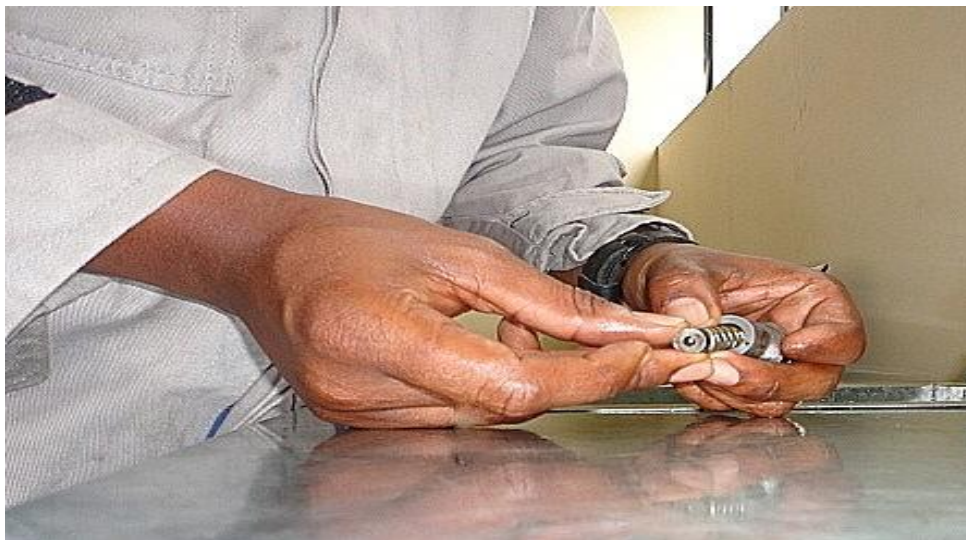


Figura 4.73. Inyector 3 Introduciendo resorte de compresión

Fuente: Autor

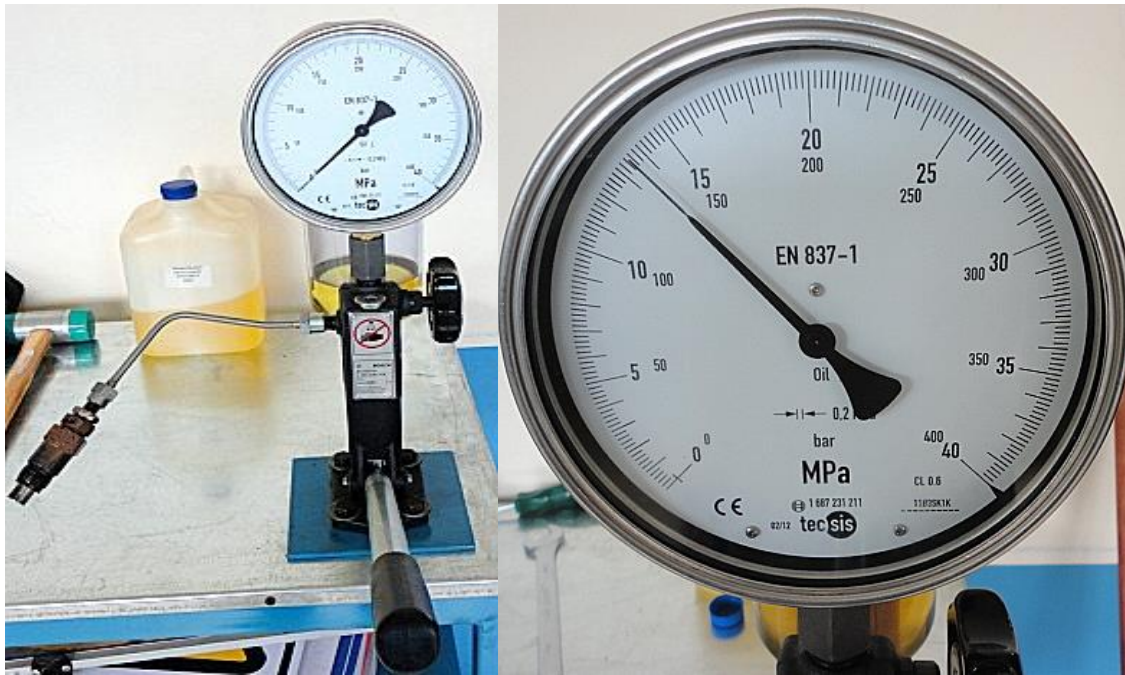



Figura 4.74. Inyector 3 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 3

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	361 – Z – NP- DNOSD211NP2

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DN0SD211	105000-1080	ISUZU	4BA1 / 4BA1STD	118

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	135 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.30 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura			70 bar	135 bar		
Estanqueidad			X	X		
Zumbido			X	X		
Tobera			X	X		
Aguja			X	X		

Fuente: Autor 2014

4.10.4 Inyector 4

4.10.4.1 Diagnóstico

El inyector presenta una sobre presión como se indica en la figura 4.75, se realizó un diagnóstico interno y se encontró partículas de impureza en el portainyector y tobera con aguja en estado de oxidación, se encontró un exceso de rodela de presión. La causa a las anomalías es: obstrucción en la punta de la tobera, también se puede decir que por falta de mantenimiento al tanque de almacenamiento de combustibles ya que se pudo haber mezclado con otro fluido y generar la oxidación, y a la mala calidad del combustible. La solución es limpiar el tanque de combustible periódicamente y abastecerse de combustible en estaciones confiables. Posterior realizar una correcta calibración.

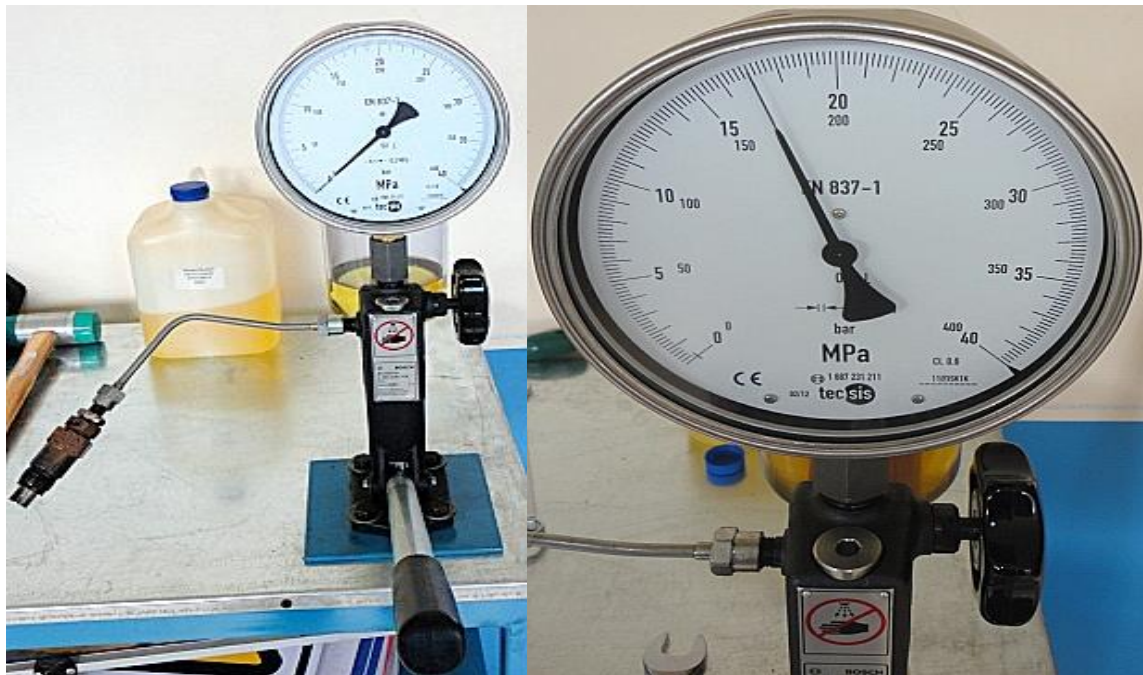


Figura 4.75. Inyector 4 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 4

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	361 – Z – NP- DNOSD211NP2

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro		X	
Presión de apertura			170 bar
Estanqueidad			X
Zumbido	X		

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera		X	
Aguja			X

4.10.4.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.9.1.2

4.10.4.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realiza la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.



Figura 4.76. Inyector 4 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.9.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan del mismo tipo de rodela de juste.
3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.9.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan del mismo resorte de compresión.

4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.9.1.3
5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.9.1.3

4.9.2.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se muestra en la figura 4.78, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual. Se observa que la presión disminuye, esto como resultado a una correcta limpieza y calibración.



Figura 4.77. Inyector 4 Introduciendo tobera

Fuente: Autor 2014

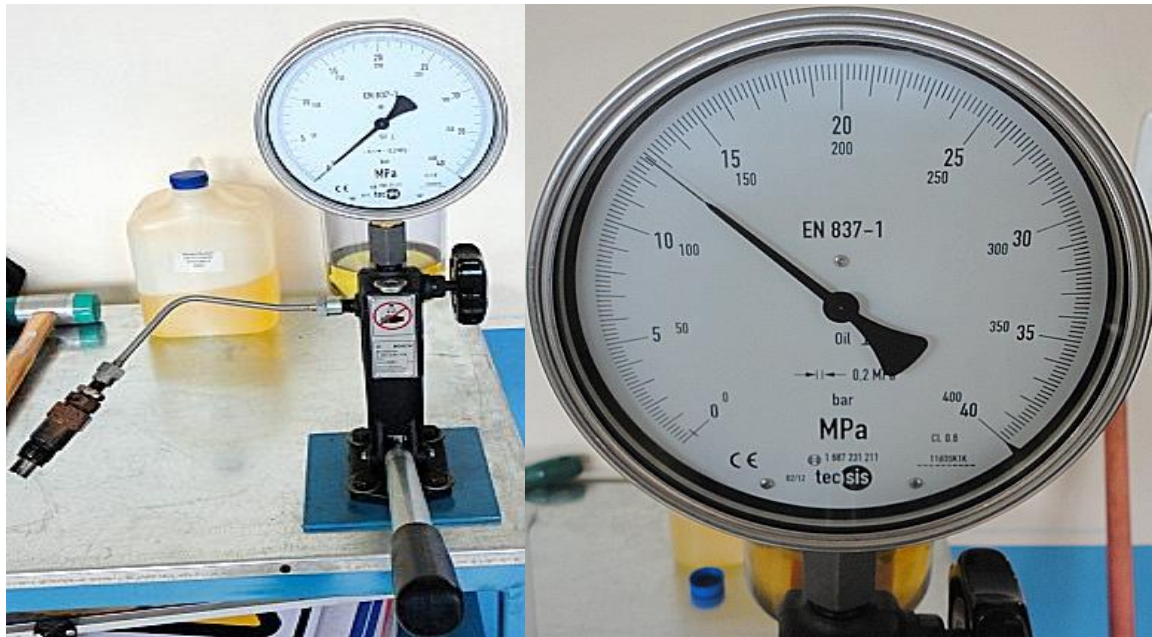



Figura 4.78. Inyector 4 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 4

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	361 – Z – NP- DNOSD211NP2

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DN0SD211	105000-1080	ISUZU	4BA1 / 4BA1STD	118

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	135 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.31 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro		X		X		
Presión de apertura			170 bar	135 bar		
Estanqueidad			X	X		
Zumbido	X			X		
Tobera		X		X		
Aguja		X		X		

Fuente: Autor 2014

4.11 Inyectores del motor Nissan IMA D02

4.11.1 Inyector 1

4.11.1.1 Diagnóstico

El inyector presenta una baja presión como se ilustra en la figura 4.79, el diagnóstico realizado indica que el motor ha sufrido un recalentamiento, por ello la aguja se encuentra recalentada. La causa a dicho daño es por falta de refrigerante y/o por falta de mantenimiento en cañerías de refrigeración, o a un mal plan de mantenimiento de motor en general. La solución es revisar en qué estado se encuentra la tobera y aguja, si no es mucho la coloración en su punta; proceder a rectificar, caso contrario sustituir los componentes afectados.



Figura 4.79. Inyector 1 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 1

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	LG D ND – DN4SD24ND80

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura			90 bar
Estanqueidad			X
Zumbido			X

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera			X
Aguja			X

4.11.1.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.9.1.2

4.11.1.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpeza de los elementos internos del inyector:** Se realiza la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.



Figura 4.80. Inyector 1 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Para lograr adquirir la presión prescrita por el fabricante se debe introducir la siguiente rodela (**1. RT 1.2 - 1. RT 0.10**)

Tabla 4.32 Rodela para el ajuste de la presión de apertura, para inyectores de tetón
(RT 1.2)

Dimensiones		Foto
Diámetro:	10.2 mm	
Espesor	1.2 mm	
Código	RT 1.2	

Figura 4.81. Rodela de presión
Fuente: Autor 2014

Fuente: Autor 2014

La tabla 4.32, indica que con esta rodela se incrementa 60 bares como se indica en la figura 4.82, en la presión de apertura. Estos datos se obtuvieron de los inyectores del motor Nissan IMA D05.

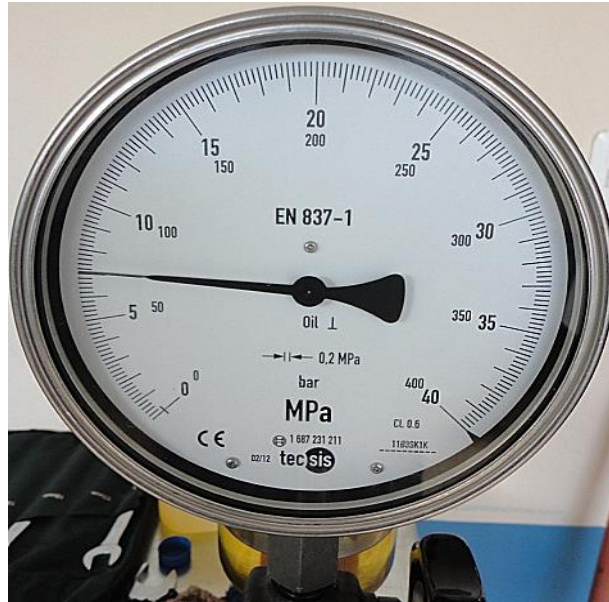


Figura 4.82. Presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Tabla 4.33 Rodela para el ajuste de la presión de apertura, para inyectores de tetón (RT 0.10)


Dimensiones		Foto
Diámetro:	9 mm	
Espesor	0.10 mm	
Código	RT 0.10	

Figura 4.83. Rodela de presión

Fuente: Autor 2014

Fuente: Autor 2014

La tabla 4.33, indica que con esta rodela se incrementa 5 bares como se indica en la figura 4.84, en la presión de apertura. Estos datos se obtuvieron de los inyectores del motor Nissan IMA D05.




Figura 4.84. Presión de apertura

Fuente: Autor 2014

3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe incorporar el siguiente resorte (1. RCT 11.4B)

Tabla 4.34 Resorte de compresión para la presión de apertura en inyectores de tetón
(RCT 11.4B)

Dimensiones		Foto
Longitud:	22.5 mm	 <p>Figura 4.85. Resorte de compresión Fuente: Autor 2014</p>
Espesor	11.4 mm	
Código	RCT 11.4B	

Fuente: Autor 2014

El inyector al incorporar dos rodela RT 1.2 y RT 0.10 en el momento de la pre-inyección, el resorte se comprime 1.3 mm.

4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.9.1.3
5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.9.1.3

4.11.1.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se muestra en la figura 4.87, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual. Se observa que la presión se incrementó, esto como resultado a una correcta limpieza y calibración.



Figura 4.86. Inyector 1 Introduciendo rodelas de presión

Fuente: Autor 2014

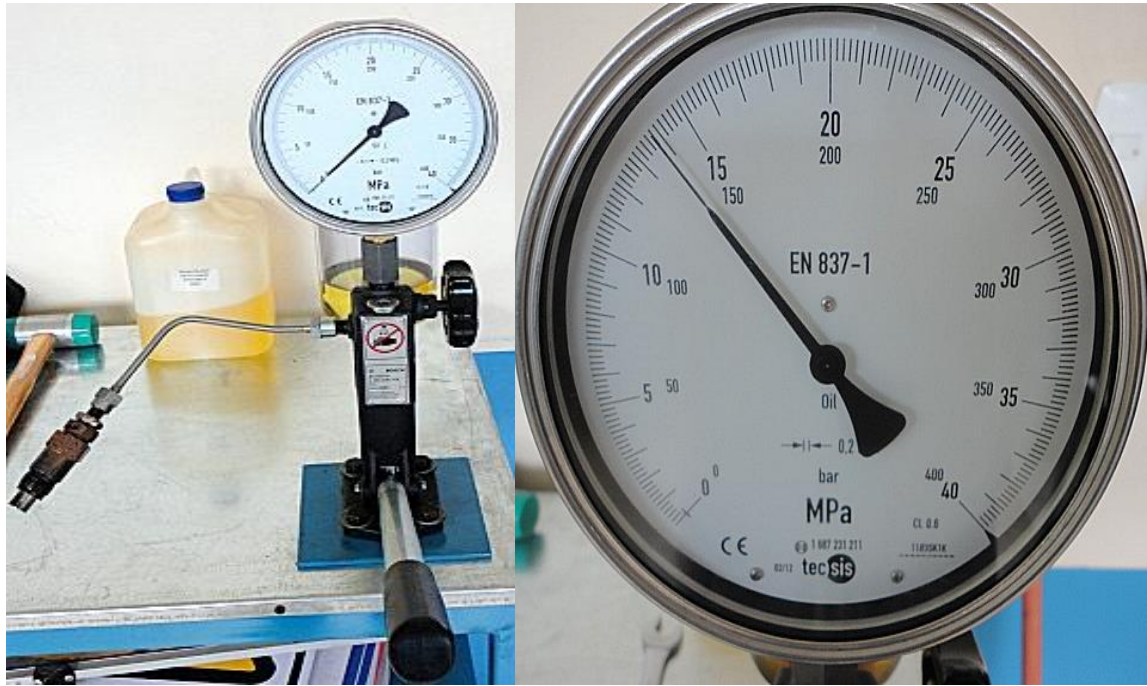



Figura 4.87. Inyector 1 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 1

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	LG D ND – DN4SD24ND80

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DN4SD24NP80	105000-1940	TOYOTA	B / 2B / 3B / H / 2H / L / 2J	113

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	137 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.35 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura			90 bar	137 bar		
Estanqueidad			X	X		
Zumbido			X	X		
Tobera			X	X		
Aguja			X	X		

Fuente: Autor 2014

4.11.2 Inyector 2

4.11.2.1 Diagnóstico

El inyector presenta una sobre presión como se ilustra en la figura 4.88, el diagnóstico realizado indica que el motor ha sufrido un recalentamiento, por ello la aguja se encuentra recalentada. La causa a dicho daño es por falta de refrigerante y/o por falta de mantenimiento en cañerías de refrigeración, o a un mal plan de mantenimiento de motor en general. La solución es revisar en qué estado se encuentra la tobera y aguja, si no es mucho la coloración en su punta; proceder a rectificar, caso contrario sustituir los componentes afectados.

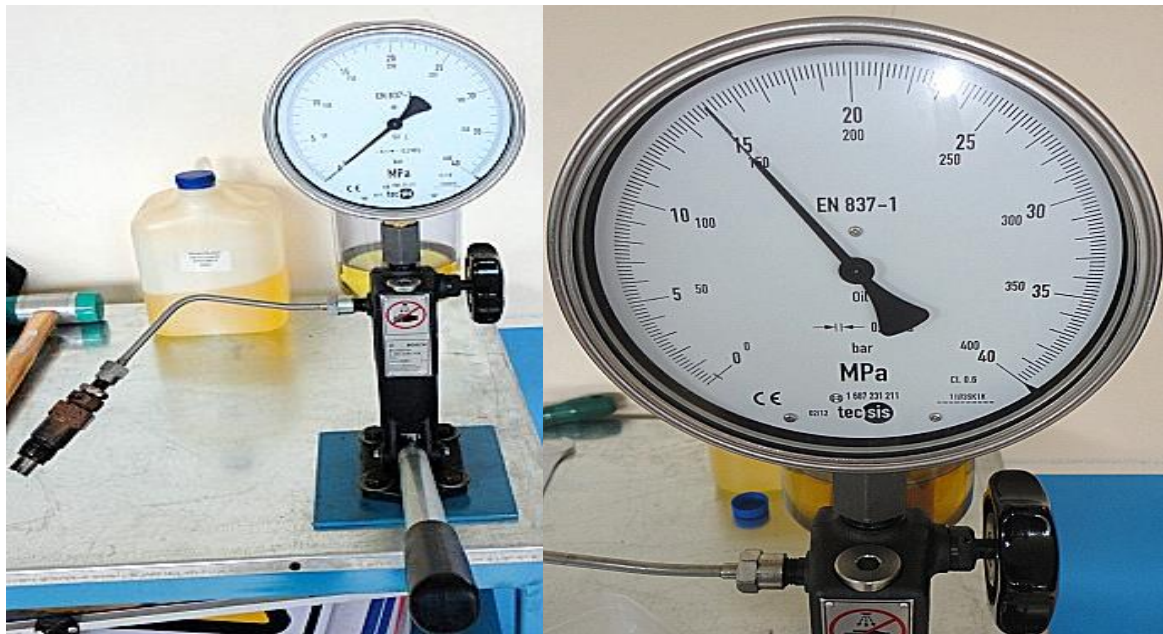


Figura 4.88. Inyector 2 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 2

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	LG D ND – DN4SD24ND80

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro		X	
Presión de apertura			150 bar
Estanqueidad			X
Zumbido		X	

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera		X	
Aguja			X

4.11.2.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.9.1.2

4.11.2.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realiza la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.



Figura 4.89. Inyector 2 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.11.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de las mismas rodelas de juste.
3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.11.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan del mismo resorte de compresión.

4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.9.1.3
5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.9.1.3

4.11.2.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se muestra en la figura 4.91, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual. Se observa que la presión descendió, esto como resultado a una correcta limpieza y calibración.



Figura 4.90. Inyector 2 Introduciendo resorte de compresión

Fuente: Autor 2014

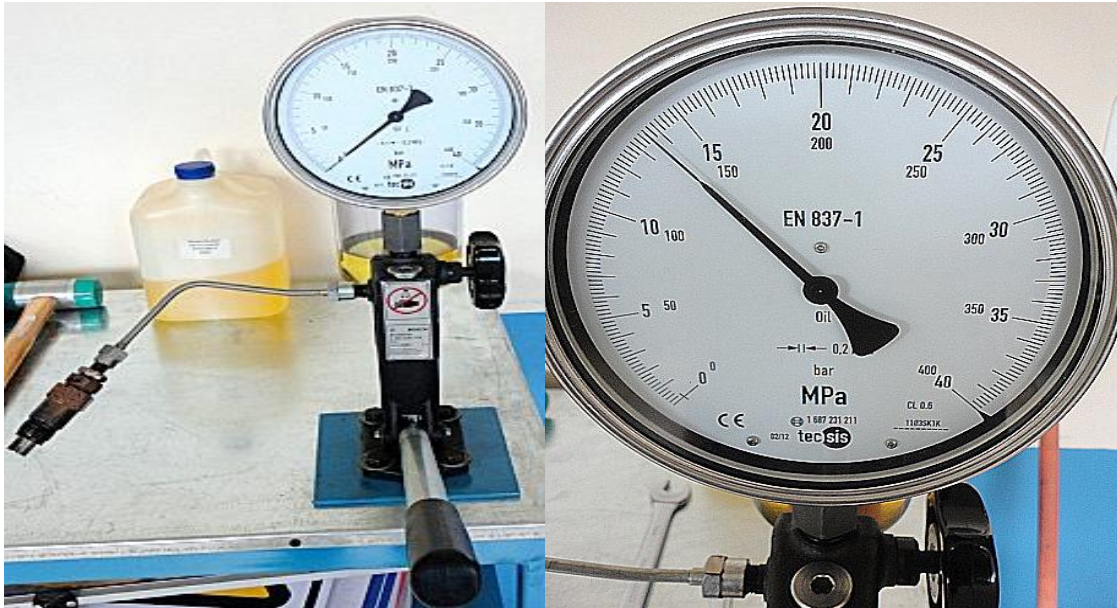



Figura 4.91. Inyector 2 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 2

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	LG D ND – DN4SD24ND80

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DN4SD24NP80	105000-1940	TOYOTA	B / 2B / 3B / H / 2H / L / 2J	113

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	137 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.36 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro		X		X		
Presión de apertura			150 bar	137 bar		
Estanqueidad			X	X		
Zumbido		X		X		
Tobera		X		X		
Aguja			X	X		

Fuente: Autor 2014

4.11.3 Inyector 3

4.11.3.1 Diagnóstico

El inyector presenta una baja presión como se indica en la figura 4.92, el diagnóstico realizado indica que el motor ha sufrido un recalentamiento, por ello la aguja se encuentra recalentada. La causa a dicho daño es por falta de refrigerante y/o por falta de mantenimiento en cañerías de refrigeración, o a un mal plan de mantenimiento de motor en general. La solución es revisar en qué estado se encuentra la tobera y aguja, si no es mucho la coloración en su punta; proceder a rectificar, caso contrario sustituir los componentes afectados.

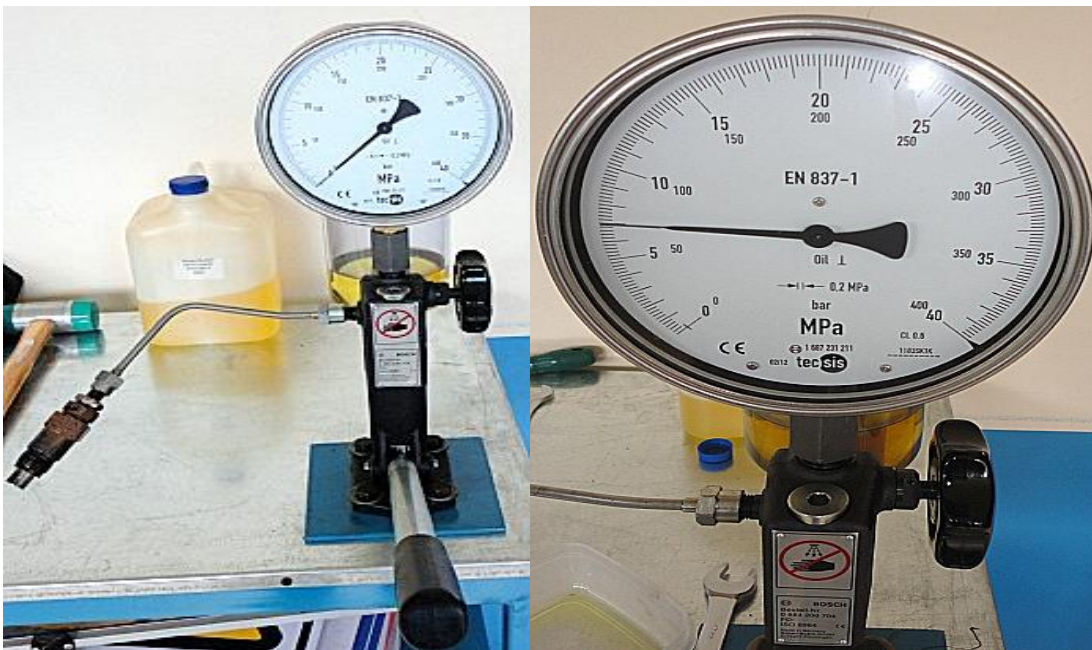


Figura 4.92. Inyector 3 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 3

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	LG D ND – DN4SD24ND80

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura			70 bar
Estanqueidad			X
Zumbido			X

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera		X	
Aguja			X

4.11.3.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.9.1.2

4.11.3.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realiza la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.

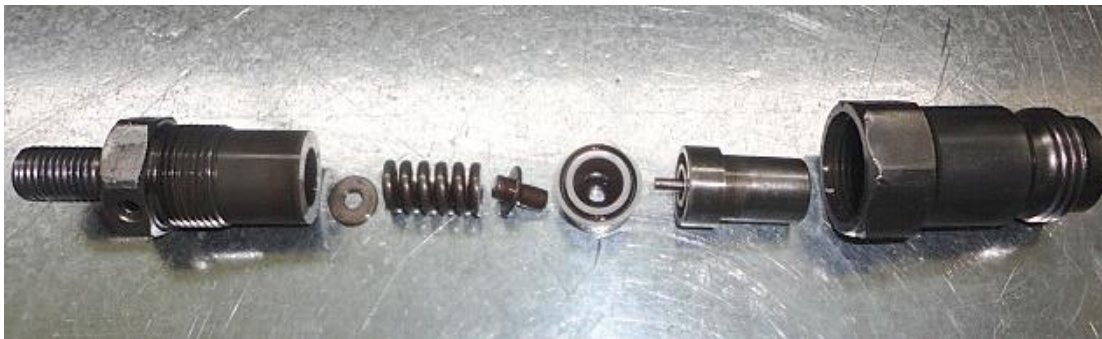


Figura 4.93. Inyector 3 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.11.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de las mismas rodelas de juste.
3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.11.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan del mismo resorte de compresión.
4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.9.1.3
5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.9.1.3

4.11.3.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se muestra en la figura 4.95, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual. Se observa que la presión se incrementó, esto como resultado a una correcta limpieza y calibración.



Figura 4.94. Inyector 3 Introduciendo resorte de compresión

Fuente: Autor 2014




Figura 4.95. Inyector 3 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 3

Tipo de inyector	Nº Tobera
Tetón	LG D ND – DN4SD24ND80

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DN4SD24NP80	105000-1940	TOYOTA	B / 2B / 3B / H / 2H / L / 2J	113

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	137 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.37 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura			70 bar	137 bar		
Estanqueidad			X	X		
Zumbido			X	X		
Tobera		X		X		
Aguja			X	X		

Fuente: Autor 2014

4.11.4 Inyector 4

4.11.4.1 Diagnóstico

El inyector presenta una baja presión como se indica en la figura 4.96, el diagnóstico realizado indica que el motor ha sufrido un recalentamiento, por ello la aguja se encuentra recalentada. La causa a dicho daño es por falta de refrigerante y/o por falta de mantenimiento en cañerías de refrigeración, o a un mal plan de mantenimiento de motor en general. La solución es revisar en qué estado se encuentra la tobera y aguja, si no es mucho la coloración en su punta; proceder a rectificar, caso contrario sustituir los componentes afectados.

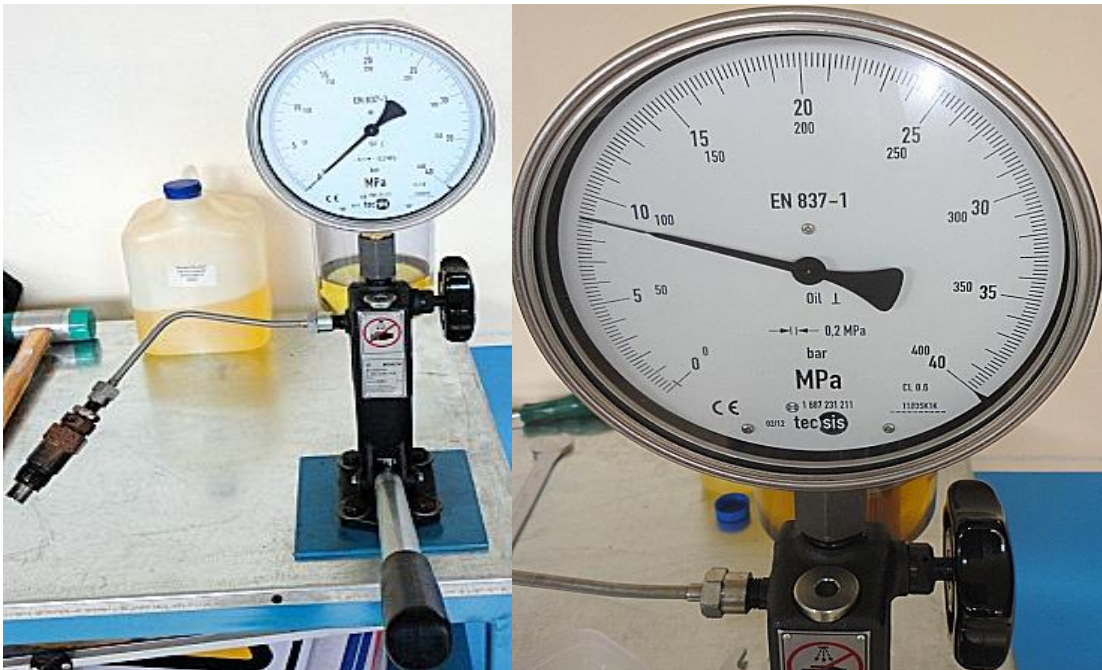


Figura 4.96. Inyector 4 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 4

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	LG D ND – DN4SD24ND80

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura			90 bar
Estanqueidad			X
Zumbido			X

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera		X	
Aguja			X

4.11.4.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.9.1.2

4.11.4.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realiza la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.



Figura 4.97. Inyector 4 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.11.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de las mismas rodelas de juste.
3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.11.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan del mismo resorte de compresión.
4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.9.1.3

5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.9.1.3

4.11.4.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se indica en la figura 4.99, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual. Se observa que la presión se incrementó, esto como resultado a una correcta limpieza y calibración.



Figura 4.98. Inyector 4 Introduciendo tobera

Fuente: Autor 2014




Figura 4.99. Inyector 4 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 4

Tipo de inyector	Nº Tobera
Tetón	LG D ND – DN4SD24ND80

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DN4SD24NP80	105000-1940	TOYOTA	B / 2B / 3B / H / 2H / L / 2J	113

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	135 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.38 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura			90 bar	135 bar		
Estanqueidad			X	X		
Zumbido			X	X		
Tobera		X		X		
Aguja			X	X		

Fuente: Autor 2014

4.12 Inyectores del motor Nissan IMA D05

4.12.1 Inyector 1

4.12.1.1 Diagnóstico

El inyector presenta una significativa baja presión como se indica en la figura 4.100, se realizó un diagnóstico a sus componentes internos y se encontró; que la tobera se encuentra en malas condiciones a igual que la aguja que presenta ralladuras. La causa a dichos daños es un recalentamiento en el motor, producido por falta de refrigerante y/o por falta de mantenimiento, las ralladuras en la aguja son causadas por la mala filtración del combustible, y por falta de limpieza del tanque de abastecimiento.

La solución es revisar periódicamente el nivel de refrigerante y utilizar aditivos para la limpieza interna de sus cañerías. Abastecerse de combustible en estaciones de servicio confiable, limpiar periódicamente el tanque de combustible, si los daños en la tobera con son muy excesivos proceder a la ratificación de la misma, caso contrario sustituir por una nueva.

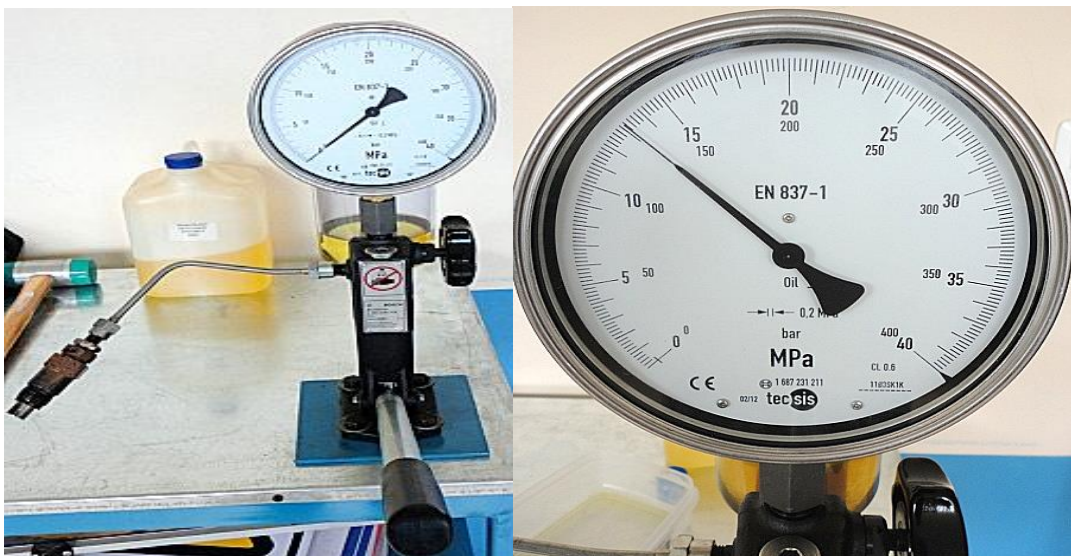


Figura 4.100. Inyector 1 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 1

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	081 – Z – DNOSD193

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura		130 bar	
Estanqueidad			X
Zumbido			X

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera			X
Aguja			X

4.12.1.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.9.1.2

4.12.1.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realiza la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.



Figura 4.101. Inyector 1 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Para lograr adquirir la presión prescrita por el fabricante se debe introducir la siguiente rodela (1. RT 1.2 - 1. RT 0.20)

Tabla 4.39 Rodela para el ajuste de la presión de apertura, para inyectores de tetón
(RT 1.2)

Dimensiones		Foto
Diámetro:	10.2 mm	 <p>Figura 4.102. Rodela de presión Fuente: Autor 2014</p>
Espesor	1.2 mm	
Código	RT 1.2	

Fuente: Autor 2014

La tabla 4.39, indica que con esta rodela se incrementa 60 bares como se indica en la figura 4.103, en la presión de apertura. Estos datos se obtuvieron de los inyectores del motor Nissan IMA D05.

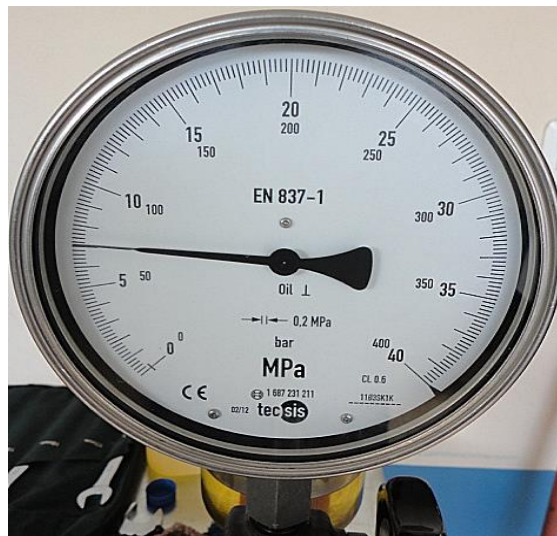



Figura 4.103. Presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Tabla 4.40 Rodela para el ajuste de la presión de apertura, para inyectores de tetón (RT 0.20)

Dimensiones		Foto
Diámetro:	12 mm	 <p>Figura 4.104. Rodela de presión Fuente: Autor 2014</p>
Espesor	0.20 mm	
Código	RT 0.20	

Fuente: Autor 2014

La tabla 4.40, indica que con esta rodela se incrementa 10 bares como se indica en la figura 4.105, en la presión de apertura. Estos datos se obtuvieron de los inyectores del motor Nissan IMA D05.

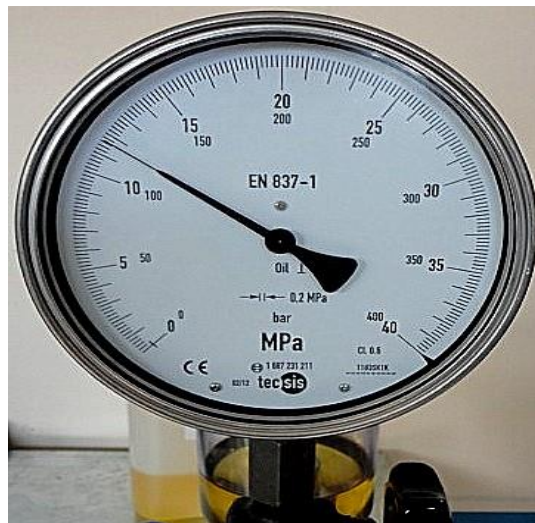


Figura 4.105. Presión de apertura

Fuente: Autor 2014

3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe incorporar el siguiente resorte (1. RCT 11.4C)

Tabla 4.41 Resorte de compresión para la presión de apertura en inyectores de tetón (RCT 11.4C)

Dimensiones		Foto
Longitud:	22.5 mm	 <p>Figura 4.106. Resorte de compresión Fuente: Autor 2014</p>
Espesor	11.4 mm	
Código	RCT 11.4C	

Fuente: Autor 2014

El inyector al incorporar dos rodela RT 1.2 y RT 0.20 en el momento de la pre-inyección el resorte se comprime 1.4 mm.

4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.9.1.3
5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.9.1.3

4.12.1.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se muestra en la figura 4.108, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual. Se observa que la presión se incrementó, esto como resultado a una correcta limpieza y calibración.



Figura 4.107. Inyector 1 Introduciendo aguja en la tobera

Fuente: Autor 2014

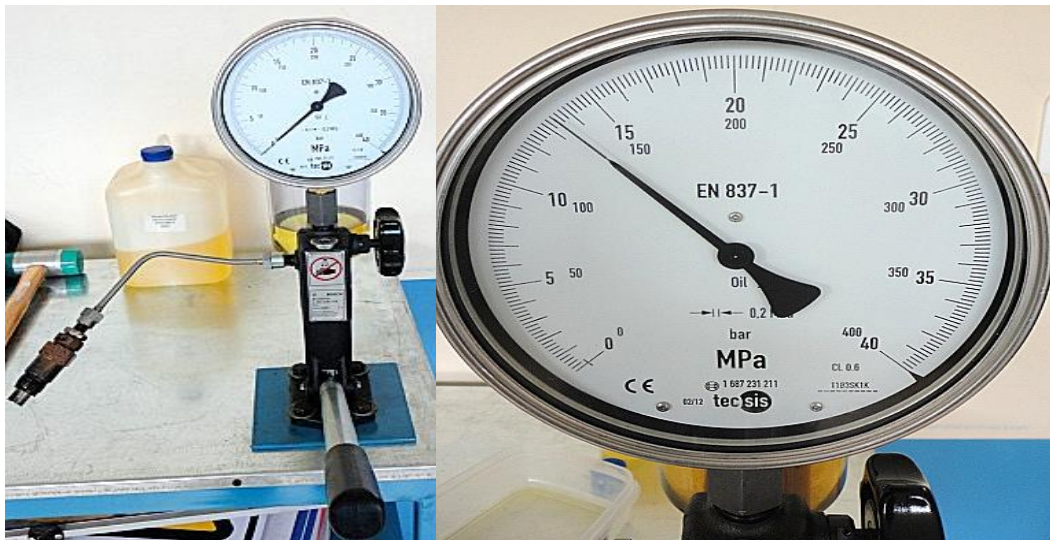



Figura 4.108. Inyector 1 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 1

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	081 – Z - DNOSD193

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DN0SD193	105000-1740	ISUZU	4FC1 / C223-T	132

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	135 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.42 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura		130 bar		135 bar		
Estanqueidad			X	X		
Zumbido			X	X		
Tobera			X	X		
Aguja			X	X		

Fuente: Autor 2014

4.12.2 Inyector 2

4.12.2.1 Diagnóstico

El inyector presenta baja presión como se ilustra en la figura 4.109, se realizó un diagnóstico a sus componentes internos y se encontró; que la tobera se encuentra en malas condiciones a igual que la aguja que presenta ralladuras. La causa a dichos daños es un recalentamiento en el motor producido por falta de refrigerante y/o por falta de mantenimiento, las ralladuras en la aguja son causadas por la mala filtración del combustible y por falta de limpieza del tanque de abastecimiento.

La solución es revisar periódicamente el nivel de refrigerante y utilizar adictivos para la limpieza interna de sus cañerías. Abastecerse de combustible en estaciones de servicio confiable, limpiar periódicamente el tanque de combustible. Si los daños en la tobera no son muy excesivos proceder a la ratificación de la misma, caso contrario sustituir por una nueva.

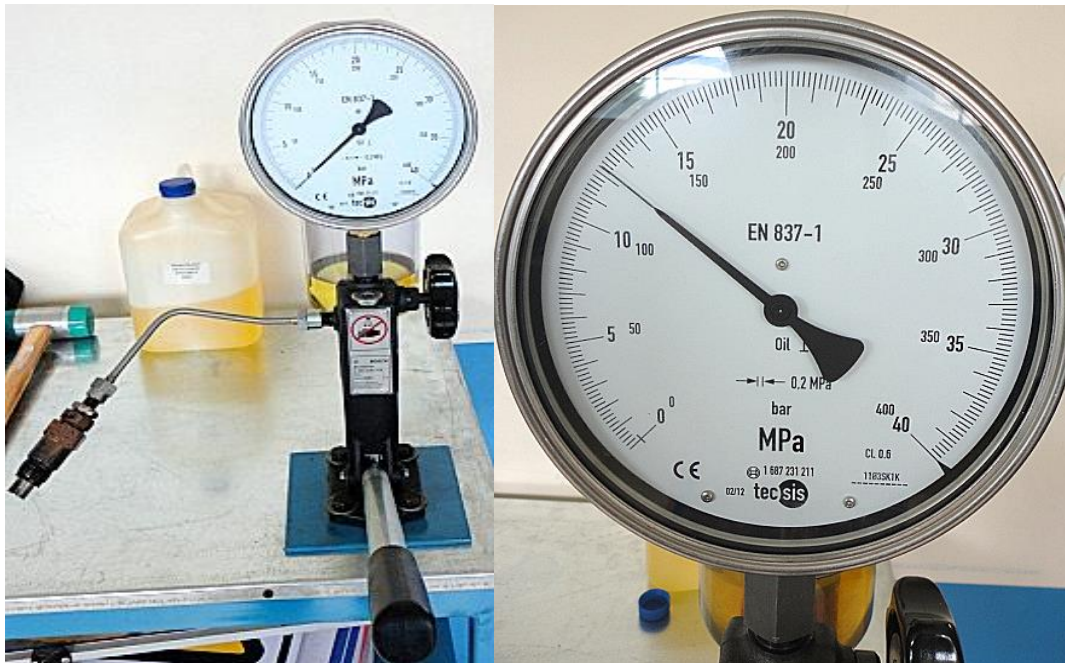


Figura 4.109. Inyector 2 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 2

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	082 – Z – NP - DNOSD193

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura			123 bar
Estanqueidad			X
Zumbido			X

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera			X
Aguja			X

4.12.2.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.9.1.2

4.12.2.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpeza de los elementos internos del inyector:** Se realiza la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.

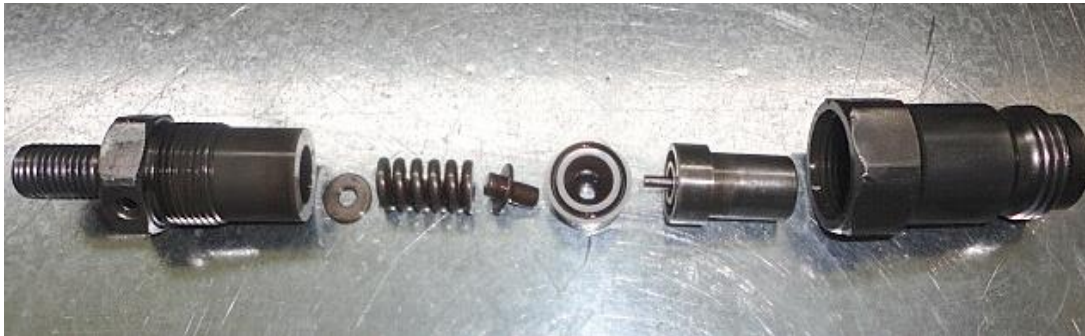


Figura 4.110. Inyector 2 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.12.1.3 ya que el conjunto de inyectores consta de las mismas rodela de juste.
3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.12.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan del mismo resorte de compresión.
4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.9.1.3
5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.9.1.3

4.12.2.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se muestra en la figura 4.112, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual. Se observa que la presión se incrementó, esto como resultado a una correcta limpieza y calibración.



Figura 4.111. Inyector 2 Introduciendo rodela de presión

Fuente: Autor 2014



Figura 4.112. Inyector 2 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 2

Tipo de inyector	Nº Tobera
Tetón	082 – Z – NP - DNOSD193

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DN0SD193	105000-1740	ISUZU	4FC1 / C223-T	132

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	135 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.43 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura			123 bar	135 bar		
Estanqueidad			X	X		
Zumbido			X	X		
Tobera			X	X		
Aguja			X	X		

Fuente: Autor 2014

4.12.3 Inyector 3

4.12.3.1 Diagnóstico

El inyector presenta una leve baja presión como se ilustra en la figura 4.113, se realizó un diagnóstico a sus componentes internos y se encontró; que la tobera se encuentra en malas condiciones a igual que la aguja que presenta ralladuras. La causa a dichos daños es un recalentamiento en el motor producido por falta de refrigerante y/o por falta de mantenimiento, las ralladuras en la aguja son causadas por la mala filtración del combustible y por falta de limpieza del tanque de abastecimiento.

La solución es revisar periódicamente el nivel de refrigerante y utilizar adictivos para la limpieza interna de sus cañerías. Abastecerse de combustible en estaciones de servicio confiable, limpiar periódicamente el tanque de combustible. Si los daños en la tobera no son muy excesivos proceder a la ratificación de la misma, caso contrario sustituir por una nueva.

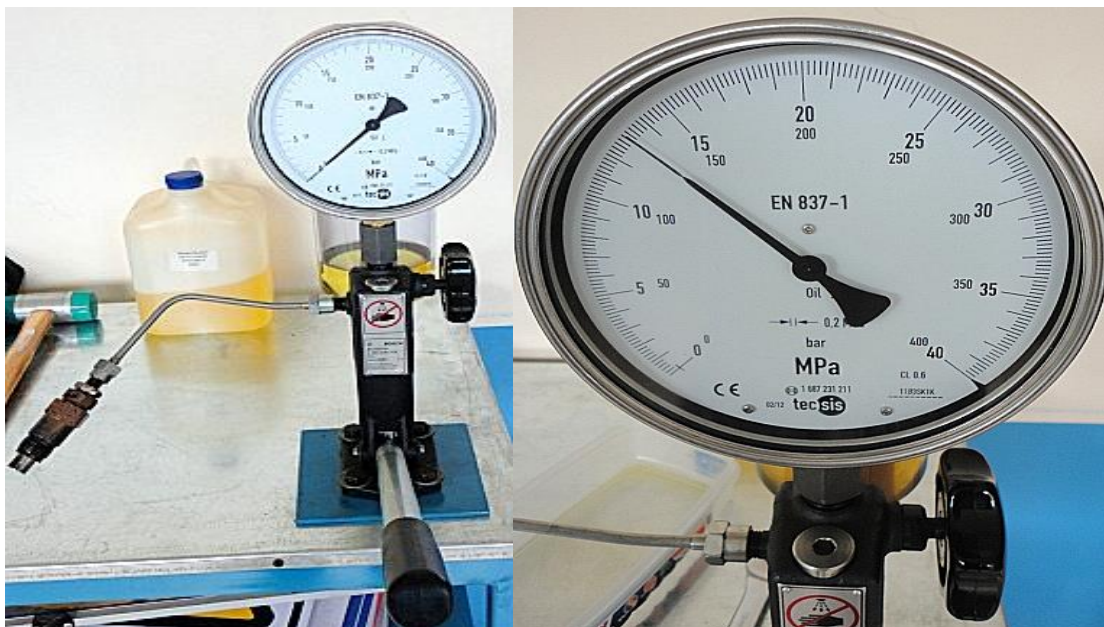


Figura 4.113. Inyector 3 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 3

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	081 – Z – NP - DNOSD193

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura		130 bar	
Estanqueidad			X
Zumbido		X	

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera			X
Aguja			X

4.12.3.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.9.1.2

4.12.2.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realiza a la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.



Figura 4.114. Inyector 3 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.12.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de las mismas rodelas de juste.
3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.12.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan del mismo resorte de compresión.
4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.9.1.3

5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.9.1.3

4.12.3.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se indica en la figura 4.116, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual. Se observa que la presión se incrementó, esto como resultado a una correcta limpieza y calibración.



Figura 4.115. Inyector 3 Introduciendo resorte de compresión y varilla de empuje

Fuente: Autor 2014




Figura 4.116. Inyector 3 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 3

Tipo de inyector	Nº Tobera
Tetón	081 – Z – NP - DNOSD193

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DN0SD193	105000-1740	ISUZU	4FC1 / C223-T	132

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	135 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.44 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura		130 bar		135 bar		
Estanqueidad			X	X		
Zumbido		X		X		
Tobera			X	X		
Aguja			X	X		

Fuente: Autor 2014

4.12.4 Inyector 4

4.12.4.1 Diagnóstico

El inyector presenta baja presión como se ilustra en la figura 4.117, se realizó un diagnóstico a sus componentes internos y se encontró; que la tobera se encuentra en malas condiciones a igual que la aguja que presenta ralladuras. La causa a dichos daños es un recalentamiento en el motor producido por falta de refrigerante y/o por falta de mantenimiento, las ralladuras en la aguja son causadas por la mala filtración del combustible y por falta de limpieza del tanque de abastecimiento.

La solución es revisar periódicamente el nivel de refrigerante y utilizar adictivos para la limpieza interna de sus cañerías. Abastecerse de combustible en estaciones de servicio confiable, limpiar periódicamente el tanque de combustible. Si los daños en la tobera no son muy excesivos proceder a la ratificación de la misma, caso contrario sustituir por una nueva.

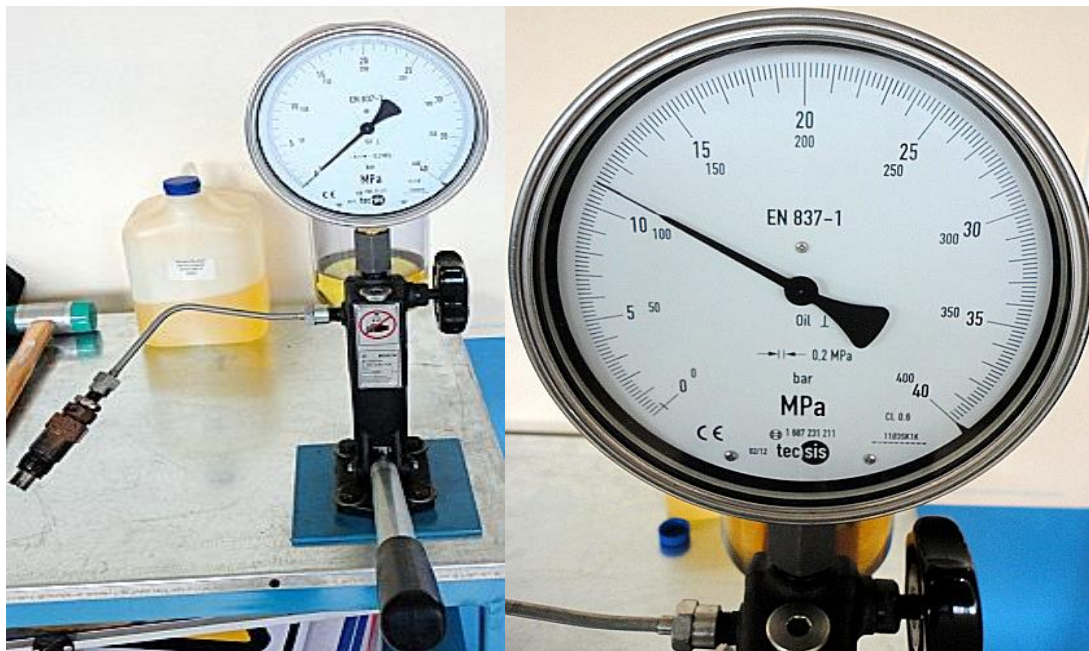


Figura 4.117. Inyector 4 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 4

Tipo de inyector	N° Tobera
Tetón	081 – Z – NP - DNOSD193

Tipos de prueba:

	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X
Presión de apertura			110 bar
Estanqueidad			X
Zumbido			X

Inspección visual:

	Buena	Regular	Mala
Tobera			X
Aguja			X

4.12.4.2 Despiece del inyector

Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 4.9.1.2

4.12.4.3 Procedimiento de calibración

1. **Limpieza de los elementos internos del inyector:** Se realiza a la limpieza del inyector para poder ejecutar con mayor facilidad la calibración, y de esta manera obtener una presión adecuada.



Figura 4.118. Inyector 4 Despiece del inyector

Fuente: Autor 2014

2. **Rodelas que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 2, perteneciente al subtema 4.12.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan de las mismas rodela de juste.
3. **Resortes de compresión que se debe poner:** Se debe realizar el mismo proceso como se indica en el punto 3, perteneciente al subtema 4.12.1.3 ya que el conjunto de inyectores constan del mismo resorte de compresión.

4. **Armada del inyector:** Se debe realizar lo mismo del punto 4, perteneciente al subtema 4.9.1.3
5. **Las pruebas realizadas:** Se debe realizar lo mismo del punto 5, perteneciente al subtema 4.9.1.3

4.12.4.4 Comprobación o puesta a punto

Los datos obtenidos como se indica en la figura 4.120, se obtuvieron mediante el accionamiento de la palanca de la bomba manual. Se observa que la presión se incrementó, esto como resultado a una correcta limpieza y calibración.



Figura 4.119. Inyector 4 Introduciendo tobera en el cuerpo de inyector

Fuente: Autor 2014




Figura 4.120. Inyector 2 Prueba de presión de apertura

Fuente: Autor 2014

Inyector 4

Tipo de inyector	Nº Tobera
Tetón	081 – Z – NP - DNOSD193

 Numeración de tobera	Código Zexel	Marca	Motor	Presión de apertura (bares)
NP-DN0SD193	105000-1740	ISUZU	4FC1 / C223-T	132

Tipos de prueba:

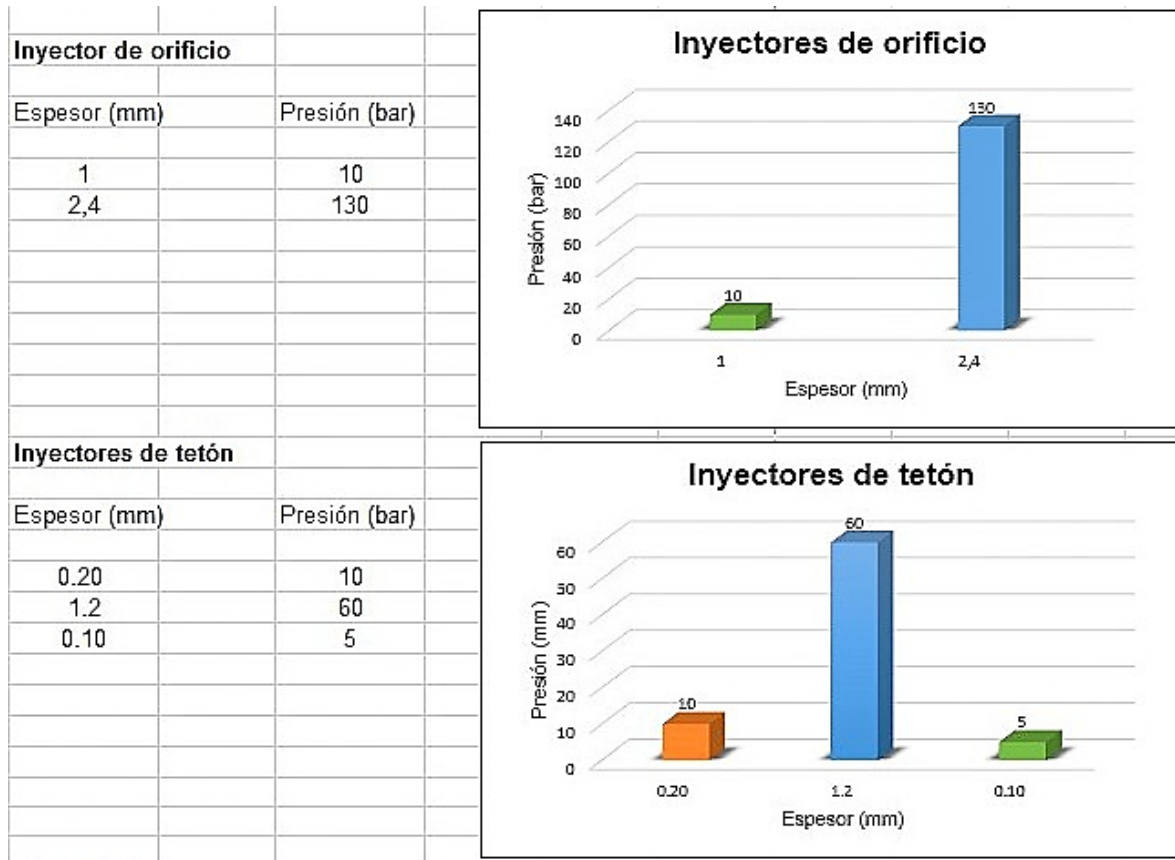
	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro	X		
Presión de apertura	135 bar		
Estanqueidad	X		
Zumbido	X		

Tabla 4.45 Comparación de resultados

Tipos de pruebas	Antes			Después		
	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala
Forma del chorro			X	X		
Presión de apertura			110 bar	135 bar		
Estanqueidad			X	X		
Zumbido			X	X		
Tobera			X	X		
Aguja			X	X		

Fuente. Autor 2014

Gráfico 4.1 Presiones de rodelas de ajuste



Fuente: Autor 2014

CAPÍTULO V

5.1. Conclusiones

- Con las rodelas de ajuste: RO 1A, utilizada en inyectores de orificio para la segunda presión de apertura, con un diámetro de 6.2 mm y un espesor de 1 mm, se incrementa 10 bares. RO 1B, utilizada en inyectores de orificio para la primera presión de apertura, con un diámetro de 8 mm y un espesor de 1 mm, se incrementa 10 bares. RO 2.4, con un diámetro de 8 mm, y un espesor de 2.4 mm, se incrementa 130 bares. RT 0.20, con un diámetro de 12 mm y un espesor de 0.20 mm, se incrementa 10 bares. RT 1.2, utilizada en inyectores de tetón, con un diámetro de 10.2 mm y un espesor de 1.2 mm, se incrementa 60 bares. RT 0.10, con un diámetro de 9 mm y un espesor de 0.10 mm, se incrementa 5 bares en la presión de apertura de los inyectores.
- Con los resortes de compresión: RCO 7.2, utilizada en inyectores de orificio para la primera presión de apertura, con una longitud de 23.6 mm y un espesor de 7.2 mm, el en momento de la pre-inyección se comprime 3.4 mm. RCO 6.4, utilizada en inyectores de orificio para la segunda presión de apertura con una longitud de 23 mm y un espesor de 6.4 mm, a la hora de la inyección se comprime 1 mm. RCT 11.4A, utilizada en inyectores de tetón, con una longitud de 22 mm y un espesor de 11.4 mm, al momento de la inyección se comprime 1.2 mm. RCT 11.4B, con una longitud de 22.5 mm y un espesor de 11.4 mm, al momento de la inyección se comprime 1.3 mm. RCT 11.4C, con una longitud de 22.5 mm y un espesor de 11.4 mm, al momento de la inyección, el resorte se comprime 1.4 mm.
- La forma del chorro es una prueba de mucha importancia en la calibración de los inyectores, en la cual se analiza en qué estado a funcionando y bajo qué

condiciones lo realizó, y de esta forma mejor su simetría utilizando métodos alternativos como es la restauración de aguja y tobera o procediendo a la sustitución.

5.2. Recomendaciones

- Para una buena calibración es necesario contar con las diferentes rodela de ajuste, para realizar una correcta comprobación.
- El uso de rodela adecuada por el fabricante cumpliendo los parámetros y estándares establecidos.
- Para el buen funcionamiento del comprobador manual EPS 100, es recomendable utilizar el aceite para comprobación Viscor ISO 4113, ya que este aceite preserva sus componentes internos, debido a que no contiene azufre.
- Cuando no se vaya a utilizar el comprobador por un determinado tiempo, es necesario sellar el orificio de salida de presión con un tapón, ya que se podría introducir impurezas y acortar la vida útil del equipo. La válvula de cierre debe estar completamente cerrada, para evitar piques de presión.

BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS, P. (2006). *Manual de Automóviles*. S.e. CODE: 629.287/.A75/MAN
- Bosch, R. (2005). *Manual de la Técnica del Automovil* . Bosch. CODE: 629.287/B67/MAN
- Bosch, R. (2005). *Sistema de inyección diesel por acumulador Common Rail*. Bosch.
- Bosch, R. (2010). *Productos diesel y componentes del sistema de inyeccion*. Obtenido de <http://www.tallerdemecanica.com/cursos/mercadodiesel/inyectores.html#inyectores>
- Bosch, R. (2011). *Toberas Bosch y zexel*. Obtenido de <http://www.superprofesionalesbosch.com/>
- Dominguez, F. J. (2008). *mecánica del vehiculo Técnicas básicas* . EDITEX.
- Ecured. (2011). *Inyector de combustible*. Obtenido de http://www.ecured.cu/index.php?title=inyector_de_combustible&oldid=865368
- GARCIA, A. (2011). *Estudio del efecto de la pos inyección: Sobre el proceso de combustión y la forma de hollín en motores a diesel* . REVERTÉ. CODE: 621.436/.637/Est
- GIL, A. (2007). *Modelado Tridimensional de Flujo de Aire en el Cilindro de Motores diesel de inyección directa*. REVERTÉ. CODE: 621.43/.G55/Mod
- Gil, H. (2012). *Manual practico del Automóvil* . GRUPO CULTURAL. CODE: 629.287/.G55/MAN
- Gutiérrez, N. (2007). *Mecánica diesel (PRIMERA ed)*. CORCOCHA.
- Inetpus. (2008). *prueba de Calibrado de inyectores diesel*. Obtenido de http://www.inetplus.com.ar/mp/prueba_y_calibrado_de_inyectores.htm

- PEREZ, M. (2009). *Técnicas del Automóvil*. PARANINFO. CODE: 629.2504/.A56/TÉC
- REVECO, L. (Mayo de 2011). *Sistema de alimentación de combustible*. Obtenido de http://www.slideshare.net/Luis_Reveco/sistema-alimentacion-de-combustible
- VALBUENA, O. (2008). *Manual de Mantenimiento y Reparación de Vehículos. Tomo 2*. ALFAOMEGA. CODE: 629.287/.V35/MAN

Anexos

ANEXO N° 1

Certificado de la Socialización

Universidad Técnica del Norte
Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología
Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

Ibarra, 23 de Junio del 2014

CERTIFICADO

Yo Ing. Carlos Mafla certifico:

*Que el señor estudiante egresado **OBANDO CABEZAS PATRICIO JOEL** de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz cumplió con la socialización del tema de Trabajo de Grado **"PRUEBA DE INYECTORES A DIESEL DOBLE CALIBRACIÓN"**, con los estudiantes de Décimo Semestre de la carrera en mención el día 23 de Junio del 2014 a las 15h00.*

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



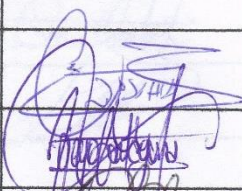


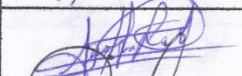
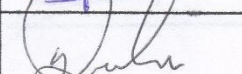
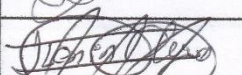


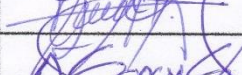
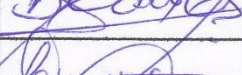

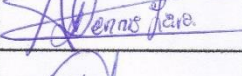

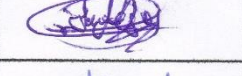

Ing. Carlos Mafla

TUTOR DE TESIS

ANEXO N° 2

Listado de estudiantes que recibieron la Socialización

**CARRERA DE INGENIERIA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
SOCIALIZACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO "PRUEBA DE INYECTORES A DIESEL DOBLE CALIBRACIÓN"
NÓMINA DE ESTUDIANTES DE 10MO SEMESTRE**

N°	CÉDULA	NOMBRES	FIRMAS
1	1003293345	ALMEIDA HERRERA CRISTIAN MANUEL	
2	401613716	BOLAÑOS PORTILLA CRISTHIAN FERNANDO	
3	1003393814	CARTAGENA CONDURI DIEGO PATRICIO	
4	1003124300	CASTILLO COLLAHUAZO CARLOS JULIO	
5	1003855457	CEVALLOS FARINANGO WILMER SAUL	
6	1003626809	CEVALLOS YANDUN JONATHAN ANDRES	
7	1003162193	CHACON GRIJALVA JAIRO DAVID	
8	401576418	CHUGA TANICUCHI LENIN GERARDO	
9	1003856216	ESPARZA SANGUINO DARWIN ALZURO	
10	1003309562	FLORES TORRES EDGAR MAURICIO	
11	1003514724	GODOY GUDIÑO DANIEL ALEJANDRO	
12	401037668	LAGUNA PEREZ OSCAR ROLANDO	
13	1720471240	LARA SOTO DENNIS JONATHAN	
14	1004356026	MALDONADO LAZO CRISTIAN SANTIAGO	
15	1003707807	MEJIA CHIRIBOGA CRISTIAN ANDRES	
16	1003291968	MORAN CASTRO CRISTIAN PATRICIO	

17	1003778881	NARVAEZ MORENO JHONNY JOSE	
18	1003341961	NOGUERA GUZMAN JOSE DAVID	
19	401634993	PASPUEL ALMEIDA EDWIN RAMIRO	
20	401783261	QUELAL CUAICAL CARLOS ALFREDO	
21	401221932	RUANO POZO JIMMY SANTIAGO	
22	1004283519	SILVA REINOSO SANDDY ESTEFANIA	
23	401776059	TAIMAL CUASAPUD RIGOBERTO LEONARDO	
24	401839113	TULCAN HERNANDEZ FERNANDO RAMIRO	
25	1002524583	VASQUEZ BENAVIDES EDISON ANTONIO	
26	1003694260	VELASCO RIVERA ALEXIS DAVID	
27	1003189386	VILLAMARIN FLORES SANTIAGO FIDEL	
28	1003618640	VILLARREAL BOLAÑOS JIPSSON FERNANDO	

ANEXO N° 3

Socializando con los estudiantes de Décimo semestre de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz





+







**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 IDENTIDAD:	DE	080263066-5	
APELLIDOS NOMBRES:	Y	OBANDO CABEZAS PATRICIO JOEL	
DIRECCIÓN:		Ibarra, Barrio Galo Larrea calle Nicolás Gomes Tobar 1-61	
EMAIL:		joel_obando@hotmail.com	
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL	0980006544

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"PRUEBA DE INYECTORES A DIESEL DOBLE CALIBRACIÓN"
AUTOR (ES):	OBANDO CABEZAS PATRICIO JOEL
FECHA: AAAAMMDD	2014/11/05
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Carlos Mafla



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Yo, **OBANDO CABEZAS PATRICIO JOEL**, con cédula de identidad Nro.**080263066-5** 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 titulado: **“PRUEBA DE INYECTORES A DIESEL DOBLE CALIBRACIÓN”**. Que ha sido desarrollado para optar por el Título de Ingeniero en Mantenimiento 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 05 días del mes de Noviembre de 2014

(Firma).....
Nombre: **OBANDO CABZAS PATRICIO JOEL**
Cédula: **080263066-5**

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, OBANDO CABEZAS PATRICIO JOEL, con cédula de identidad Nro. 080263066-5, 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 05 días del mes Noviembre de 2014

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: OBANDO CABEZAS PATRICIO JOEL
C.C. 080263066-5