
			
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

PUESTA A PUNTO Y MANTENIMIENTO DE SISTEMA DE INYECCION,  
ELECTRICO, REFRIGERACION Y ACCESORIOS DEL MOTOR DIESEL KIA  
CARNIVAL TDi 2.9

IVÁN DARÍO TRIANA TRIANA  
LORENA ANDREA RUIZ MARIÑO  
WILLIAM OSWALDO SALINAS RODRÍGUEZ

TECNOLOGIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ

UNIVERSIDAD ECCI  
FACULTAD INGENIERIA  
PROGRAMA MECANICA AUTOMOTRIZ

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

BOGOTÁ, D.C.  
AÑO 2022


PUESTA A PUNTO Y MANTENIMIENTO DE SISTEMA DE INYECCION,  
ELECTRICO, REFRIGERACION Y ACCESORIOS DEL MOTOR DIESEL KIA  
CARNIVAL

IVÁN DARÍO TRIANA TRIANA  
LORENA ANDREA RUIZ MARIÑO  
WILLIAM OSWALDO SALINAS RODRÍGUEZ

TECNOLOGIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ


DIRECTOR  
MSc. ARMANDO ALFREDO HERNANDEZ MARTIN

UNIVERSIDAD ECCI  
FACULTAD INGENIERIA  
PROGRAMA MECANICA AUTOMOTRIZ  
BOGOTÁ, D.C.  
AÑO 2022


		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009


**TABLA DE CONTENIDO**

	Pág.
<b>1. PUESTA A PUNTO Y MANTENIMIENTO DE SISTEMA DE INYECCION, ELECTRICO, REFRIGERACION Y ACCESORIOS DEL MOTOR DIESEL KIA CARNIVAL.....</b>	<b>9</b>
<b>2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>9</b>
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	9
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	11
<b>3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>12</b>
3.1. OBJETIVO GENERAL .....	12
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
<b>4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>13</b>
4.1. JUSTIFICACIÓN .....	13
4.2. DELIMITACIÓN.....	13
4.2.1. Delimitación espacial .....	13
4.2.2. Delimitación temporal .....	14
4.2.3. Delimitación temática.....	14
4.2.4. Delimitación muestral .....	14
<b>5. MARCO TEORICO.....</b>	<b>15</b>
<b>5.1. MOTOR KIA CARNIVAL .....</b>	<b>15</b>
5.1.1. Especificaciones .....	15
<b>5.2. COMBUSTIBLE.....</b>	<b>19</b>
5.2.1. Importancia del combustible en la vida útil del sistema de inyección .....	19
5.2.2. Biodiesel en Colombia .....	20
<b>5.3. SECCIONES DEL SISTEMA DE ALIMENTACION DEL COMBUSTIBLE DEL MOTOR KIA CARNIVAL.....</b>	<b>23</b>
5.3.1. Baja presion.....	23
5.3.1.1. Depósito de combustible .....	23
5.3.1.2. Tuberías de alimentación .....	24
5.3.1.3. Sistema de filtración .....	25
5.3.1.4. Bomba de alimentación de combustible .....	27
5.3.2. Alta presion.....	28
5.3.2.1. Bomba de inyección .....	29
5.3.2.2. Inyectores .....	30
5.3.2.3. Líneas de alta .....	30
5.3.3. Retorno de combustible.....	31
5.3.3.1. Líneas de retorno .....	31
<b>5.4. BOMBA DE INYECCION ROTATIVA TIPO V.E.....</b>	<b>31</b>
5.4.1. Arquitectura general .....	32

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

5.4.1.1.	Bomba de transferencia y válvula de regulación .....	32
5.4.1.2.	Bomba de alta presión con distribuidor .....	33
5.4.1.3.	Regulador mecánico de velocidad .....	36
5.4.1.4.	Válvula electromagnética de parada .....	39
5.4.1.5.	Variador de avance .....	40
5.4.1.6.	Dispositivos auxiliares .....	42
<b>5.5.</b>	<b>SISTEMAS AUXILIARES DEL MOTOR .....</b>	<b>46</b>
5.5.1.	Sistema de refrigeración .....	46
<b>5.6.</b>	<b>EMISIONES DEL MOTOR DIESEL EN COLOMBIA .....</b>	<b>48</b>
5.6.1.	Normatividad .....	49
5.6.2.	Procedimiento para la toma de opacidad .....	51
<b>6.</b>	<b>COMPROBACIONES INICIALES.....</b>	<b>53</b>
6.1.	ESTADO INICIAL DEL MOTOR .....	53
6.2.	PRUEBAS DE ESTADO INTERNO DEL MOTOR.....	53
6.2.1.	Prueba de compresión .....	53
6.2.2.	Prueba de fugas de cilindro .....	55
6.3.	PRUEBA DE OPACIDAD .....	56
6.4.	TERMOGRAFIA DEL MOTOR .....	63
6.5.	PRUEBA DE PRESION DE ACEITE .....	68
<b>7.</b>	<b>EJECUCION DE RUTINAS DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>69</b>
7.1.	SISTEMA DE INYECCION .....	69
7.1.1.	Bomba de inyección .....	71
7.1.2.	Inyectores .....	93
<b>8.</b>	<b>FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>100</b>
8.1.	FUENTES PRIMARIAS .....	100
8.2.	FUENTES SECUNDARIAS .....	100
<b>9.</b>	<b>RECURSOS .....</b>	<b>101</b>
9.1.	RECURSOS FINANCIEROS .....	101
9.2.	RECURSOS MATERIALES.....	101
9.3.	RECURSOS HUMANOS .....	101
9.4.	RECURSOS TECNOLÓGICOS.....	102
9.5.	RECURSOS ADMINISTRATIVOS.....	102
<b>10.</b>	<b>CRONOGRAMA .....</b>	<b>103</b>
<b>11.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>104</b>
<b>12.</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>105</b>

 UNIVERSIDAD ECCCI			
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	PAG.
Ilustración 1. Motor Kia Carnival. De los autores	15
Ilustración 2. Evolución Logo Kia. (Camara de comercio España Corea, 2022)	16
Ilustración 3. Kia Carnival. <a href="http://www.ultimatespecs.com">www.ultimatespecs.com</a>	17
Ilustración 4. Niveles de limpieza del combustible. (Donaldson, 2018)	20
Ilustración 5. Depósito de combustible. <a href="http://py.ebay.com">py.ebay.com</a>	24
Ilustración 6. Tipos de mangueras y acoples para combustible en la zona de baja presión. (Gonzalez, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diesel, 2015)	25
Ilustración 7. Conjunto filtro y sedimentador independientes. (Gonzalez, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diesel, 2015)	25
Ilustración 8. Filtro de cartucho intercambiable. <a href="http://www.grupoherres.com.mx/">http://www.grupoherres.com.mx/</a>	26
Ilustración 9. Bomba de cebado manual para sistema de inyección Kia Carnival. (Gonzalez, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diesel, 2015)	27
Ilustración 10. Bomba de transferencia tipo alabes. <a href="http://aliexpress.com">aliexpress.com</a>	28
Ilustración 11. Bomba de Inyección rotativa VE. B - parts	28
Ilustración 12. Componentes internos de la bomba de inyección VE. <a href="http://www.geocities.ws">www.geocities.ws</a>	29
Ilustración 13. inyector mecanico bimuelle. <a href="http://www.b-parts.com">www.b-parts.com</a>	30
Ilustración 14. Tuberías de alta presión. (Gonzalez, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diesel, 2015)	31
Ilustración 15. esquema general de un sistema de alimentación de combustible con bomba rotativa e embolo axial. (Gonzalez, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diesel, 2015)	32
Ilustración 16. Conjunto de bomba de transferencia y válvula de regulación. Bosch	33
Ilustración 17. Bomba de alta presión con distribuidor. Bosch	34
Ilustración 18. Fase de funcionamiento de la bomba de alta presión. Bosch	35
Ilustración 19. regulador de todo régimen. Bosch	37
Ilustración 20. Válvula electromagnética de parada. Aliexpress	40
Ilustración 21. Dispositivo variador de avance. <a href="http://escuelaraggio">escuelaraggio</a>	40
Ilustración 22. Dispositivo LDA. Bosch	43
Ilustración 23. Acelerador hidráulico de arranque en frío. Bosch	45
Ilustración 24. Componentes del sistema de refrigeración del motor Kia Carnival. De los autores	46
Ilustración 25. tapa de radiador. de los autores	47
Ilustración 26. Ventilador. De los autores	47
Ilustración 27. Carcaza termostato. De los autores	48
Ilustración 28. Plan aire 2030. Alcaldía de Bogotá	49
Ilustración 29. Equipo opacímetro. Auto expert	51
Ilustración 30. Prueba de opacidad, procedimiento de aceleración. (ICONTEC, 2012)	52
Ilustración 31. Motor Kia Carnival TDi 2.9. B - parts	53
Ilustración 32. Marcas de sincronización motor Kia Carnival TDi 2.9. Lite Tube	54
Ilustración 33. Equipo para comprobación de fugas motor. Youtube	55
Ilustración 34. Límites de opacidad según resolución 910 de 2008. Ministerio de ambiente	57
Ilustración 35. Equipo opacímetro. De los autores	58
Ilustración 36. Sonda de muestreo de posición vertical. De los autores	59
Ilustración 37. Sensor de RPM del motor. De los autores	59
Ilustración 38. Sonda de medición de temperatura de aceite motor. De los autores	60
Ilustración 39. Temperatura solicitada para la prueba. De los autores	60
Ilustración 40. Interfase opacímetro. De los autores	61
Ilustración 41. Valores de opacidad iniciales. De los autores	61
Ilustración 42. Valores finales de opacidad. De los autores	62
Ilustración 43. Sensor de presión de aceite motor. De los autores	68
Ilustración 44. Banco de Calibración Bosch. De los autores	69



			
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


Ilustración 45. Equipo probador de inyectores. De los autores	70
Ilustración 46. Kit de ajuste bomba rotativa VE. De los autores	71
Ilustración 47. Ficha de Calibración Bomba de inyección motor Kia Carnival J 2.9 TDi. De los autores	90
Ilustración 48. Patrones de atomizacion. Auto mecánica Castillo	99

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

## TABLA DE ILUSTRACIONES

Tabla 1. Datos técnicos Kia Carnival. Auto-data net. ....	18
Tabla 2. Propiedades del Biodiesel y el Diésel. (Tejada, Tejada, Villabona, & Luis, 2013) .....	22
Tabla 3. Valores de compresion. De los autores.....	55
Tabla 4. Valores de prueba de fugas. De los autores .....	56
Tabla 5. Temperatura de las camaras de combustion. De los autores .....	64
Tabla 6. Valores iniciales de los inyectores. De los autores.....	97
Tabla 7. Valores finales de los inyectores. De los autores .....	98
Tabla 8. Cronograma. Del autor .....	103



		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009


## 1. PUESTA A PUNTO Y MANTENIMIENTO DE SISTEMA DE INYECCION, ELECTRICO, REFRIGERACION Y ACCESORIOS DEL MOTOR DIESEL KIA CARNIVAL

### 2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN


#### 2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

“Un recurso didáctico es cualquier material que facilita al profesor su función: le ayuda a explicarse mejor para que los conocimientos lleguen de una forma más clara al alumno. Al poder ser cualquier material estamos hablando de vídeos, libros, gráficos, imágenes, actividades, películas, y cualquier elemento que se nos ocurra que pueda ayudar a la comprensión de una idea” (Universitat de Valencia, 2021)

La academia como ente generador y de apoyo en la investigación se vale de equipos, instrumentos y ayudas didácticas para generar productos de investigación que tienen alcance a la sociedad y a la comunidad estudiantil. Para este caso se encuentra el motor Kia Carnival, de tecnología de inyección mecánica del tipo rotativa, inyección directa de combustible, distribución por correa, doble eje de levas y sobrealimentación de aire por turbo. Esta ayuda didáctica ha venido siendo utilizado solo para practica propias del ciclo tecnológico en el curso ajuste y calibración de sistemas de inyección diésel, lo cual evidencia una subutilización de esta ayuda, ya que en este laboratorio solo existe un motor que se usa para investigación de la línea de energía y transporte y existen momentos coyunturales donde se requiere más de un motor para poder realizar varias pruebas en relación al número proyectos de grado de ciclo profesional y de investigación de la maestría en ingeniería mecánica. En definitiva, al realizar un plan de mantenimiento a esta ayuda didáctica se potenciarán las posibilidades de incrementar la participación en investigación en lo que respecta a los proyectos que requieren diseño experimental, así como toma de registros y variables.


		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

Las ayudas didácticas en los procesos de formación a nivel tecnológico se hacen fundamentales para lograr competencias en el hacer, de igual manera son de ayuda en investigación para realizar comprobaciones en diversas áreas del conocimiento. Para el caso de la Universidad ECCI, que se caracteriza por una formación de ciencia, tecnología y humanismo como reza su eslogan, y en particular los motores de combustión interna, hacen de puente para cursos de programas tecnológicos, profesionales, convenios interinstitucionales y cursos de educación continuada. Dado a conocer lo anterior, el tener ayudas didácticas y/o recursos educativos poli funcionales y que permitan el entendimiento de saberes y haceres ayuda a que fluya una formación académica que genere un recurso humano capaz en conocimiento y en destrezas para sectores productivos y/o académicos. Finalmente, el usar de manera adecuada y repetitiva los recursos didácticos obligan a aplicar estrategias de mantenimiento para conseguir una sostenibilidad operativa de dicho recurso.

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

## 2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las actividades académicas relacionadas con el programa de Tecnología en Mecánica Automotriz y la línea de investigación de energía y transporte de la Dirección de Ingeniería Mecánica se apoyan en ayudas didácticas las cuales si no se encuentran operativas y disponibles no dan el soporte necesario para el apropiado avance de estas actividades, y lograr así los objetivos y resultados esperados en su máxima expresión, se requiere entonces realizar una puesta a punto y mantenimiento de sistema de inyección, eléctrico y accesorios del motor Kia Carnival que faciliten y dinamicen las actividades de investigación y desarrollo de los cursos de estudiantes de Tecnología en Mecánica Automotriz conllevando a un alcance de los contenidos de curso relacionados.

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

### 3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. OBJETIVO GENERAL


Aplicar técnicas automotrices de mantenimiento y reparación en el motor Kia Carnival para dejarlo operativo y disponible pruebas con biodiesel y pruebas de opacidad como apoyo a las funciones sustantivas de docencia e investigación

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el estado del sistema de inyección de combustible en cuanto a el estado de la bomba de Inyeccion e inyectores, realizando los cambios de componentes necesarios para garantizar su operatividad

Mejorar el sistema de refrigeración del motor, colocando los elementos de control y regulación faltantes o fuera de servicio para aumentar la operatividad y disponibilidad del motor Kia Carnival.

Realizar comprobaciones de opacidad y valores térmicos con el uso del opacímetro y termómetro digital

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

## 4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1. JUSTIFICACIÓN


La formulación del problema en este proyecto se da ya que este motor no se encuentra en unas condiciones óptimas de operación, por esta razón se debe llevar a cabo su adecuación de acuerdo a las pautas del fabricante.

Además, se deberá evaluar y diagnosticar el sistema de inyección, sistema de carga y arranque, sistema de refrigeración y lubricación como también el tablero de instrumentos básico. Al realizar este proyecto, los estudiantes afianzan sus conocimientos y cuando se enfrenten en su campo laboral darán soluciones óptimas y efectivas gracias a los conocimientos que se adquirieron en la universidad ECCI los cambios que se pueden efectuar a partir de estos proyectos, es que se da una nueva forma en que la universidad apoya y anima a los estudiantes a profundizar más sobre todo lo relacionado con el programa que cursan, creando espacios favorables para que el desempeño y la habilidad de los estudiantes sea cada vez mejor.

### 4.2. DELIMITACIÓN

El proyecto está enmarcado para desplegarse dentro de las instalaciones de la universidad ECCI, lo que se quiere lograr es realizar los mantenimientos en atención a las indicaciones de fábrica en lo que atañe a los inyectores y la bomba de inyección y demás componentes afectados del motor, que son de tecnología mecánica y no implica el acercarse al manejo de variables electrónicas, finalmente se plantea una inversión de tiempo entre 300 a 350 horas laborales para lograr conseguir los objetivos propuestos.

#### 4.2.1. Delimitación espacial

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

El proyecto será realizado en la ciudad de Bogotá, en las instalaciones de la universidad ECCI específicamente en el Laboratorio 1009 J.

#### 4.2.2. Delimitación temporal


La línea de tiempo propuesta está en el año 2022 entre los meses de febrero y mayo, en donde se dará curso a las actividades requeridas para el cumplimiento de los objetivos planteados.

#### 4.2.3. Delimitación temática

La temática del proyecto está basada en la aplicación de rutinas de mantenimiento al sistema de inyección, el sistema de refrigeración y diagnóstico final de opacidad.

#### 4.2.4. Delimitación muestral

Para la realización del proyecto se considerarán los sistemas de inyección diésel de control mecánico, así como de inyectores de doble etapa con control mecánico, desde componentes y principios de operación, las normativas de control de opacidad, y equipos, así como herramienta de mano imprescindible.

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

## 5. MARCO TEORICO


### 5.1. MOTOR KIA CARNIVAL



*Ilustración 1. Motor Kia Carnival. De los autores*

#### 5.1.1. Especificaciones

La República de Corea conocida como Corea del Sur, se ubica en Asia oriental, ubicada en la parte sur de la península de Corea. Sus límites están al norte con la República Democrática Popular de Corea (Corea del Norte, o Norcorea), con la cual formó un solo país hasta 1945. Al este se encuentra el mar del Japón o el mar del Este, al sur el estrecho de Corea, que lo separa de Japón, y al oeste el mar Amarillo (Camara de comercio España Corea, 2022). De aquí es donde proviene la marca Kia, la cual nace en 1944 con el nombre de Kyung-sung Precisión Corporation con una identidad dirigida a elementos manufacturados, antes de que pasase una década cambio de nombre y de objeto de fabricación, así se llamó KIA Industry Co. Ltd dedica a la fabricación de bicicletas, triciclos y motocicletas. (Camara de comercio España Corea, 2022).

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



*Ilustración 2. Evolución Logo Kia. (Camara de comercio España Corea, 2022)*

Entre la década de los años 60 y 70 paso a la producción de vehículos, más su consolidación llego de la mano de la apertura económica con modelos equipados con motor gasolina y diésel, en los años 90 cuando cambio su razón social a KIA Motors Corporation y acompañada de una triada de plantas de fabricación y ensamble. Paso seguido llego una fusión exitosa con Hyundai y la inauguración de filiales en la tierra del Tío Sam y Europa (Southerton, 2012).




		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



Ilustración 3. Kia Carnival. [www.ultimatespecs.com](http://www.ultimatespecs.com)

Para dar un inicio claro a este proyecto se hace bienvenido hablar del vehículo Kia Carnival en el cual viene instalado el motor objeto de este proyecto. Denominado un monovolumen fabricado desde 1988 en su primera versión, equipado de 7 puestos, con motor delantero de diseño transversal, y con puertas laterales corredizas. Dicho automóvil venía equipado para la versión diésel con un motor de 4 cilindros en línea con una cilindrada de 2.9 litros con sistema turboalimentado y enfriador de aire del turbo tipo aire aire , inyección directa con bomba de inyección rotativa V.E e inyectores tipo bi muelle (Kia. España, 2022).



		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

Tabla 1. Datos técnicos Kia Carnival. Auto-data net.

INFORMACION GENERAL	
Marca	Kia
Modelo	Carnival
Generación	Carnival I
Motor	2.9 TD
Arquitectura de la unidad de potencia	Motor de combustión interna
Tipo de carrocería	Minivan
Número de plazas	7
Numero de puertas	5
RENDIMIENTO	
Combustible	Diésel
Relación peso potencia	14.3 kg/CV, 70.1 CV/tonelada
Relación peso/par	5.7 kg/Nm, 174.7 Nm/tonelada
MOTOR	
Potencia máxima	130 CV @ 3800rpm.
Potencia por litro	44.8 CV/l
Par máximo	324 Nm @ 1800rpm.
Posición del motor	Frontal, Transversal
Numero de cilindros	4
Distribución de cilindros	En Línea
Relación de compresión	19:1
Numero de válvulas por cilindro	4
Sistema de combustible	Bomba de inyección rotativa VE
Aspiración del motor	Sobrealimentado
Distribución	DOHC

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

## 5.2. COMBUSTIBLE

En la actualidad para el motor diésel se encuentran el diésel y el biodiesel, en diversas partes del mundo se pueden encontrar en las estaciones de servicio a la venta, cada uno de ellos en diversos niveles y calidades. En cuanto al diésel se puede se puede considerar una clasificación que es el diésel normal y el diésel Premium, una de las desigualdades en el número de cetano siendo 51 y 55 respectivamente


Por lo tanto, un vehículo alimentado por diésel premium, es decir, con un nivel de cetano más alto, tiene una mejor combustión, menos vibraciones, menos emisiones de gases, un consumo menor y un mayor rendimiento del motor. En cambio, un vehículo de diésel normal, con menos cetano, sufre más cuando arranca en frío, haciendo que se reduzca la vida útil del motor (Neomotor, 2022).

De otro lado en alineamiento con los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU en relación con el biodiesel se proyectó para el 2021 la aplicación de mandatos que impulsen el consumo de biodiesel, así las cosas, en la UE se aumentara en 1.86 toneladas en el año. Unido a lo anterior está el acuerdo RED II para que el consumo de energía renovable se aumente al 32% en 2030, se debe agregar que el Pacto Verde Europeo (Green deal) adoptado en el año 2019, se proyectó como meta al 2013 aumentar el ahorro de gases de efecto invernadero de los biocombustible del 40% al 55% (Word trade energy, 2020).

Dicho de otra manera y teniendo en cuenta lo anterior, el futuro plantea un uso más decidió del biodiesel para los motores diésel como combustible principal.

### 5.2.1. Importancia del combustible en la vida útil del sistema de inyección

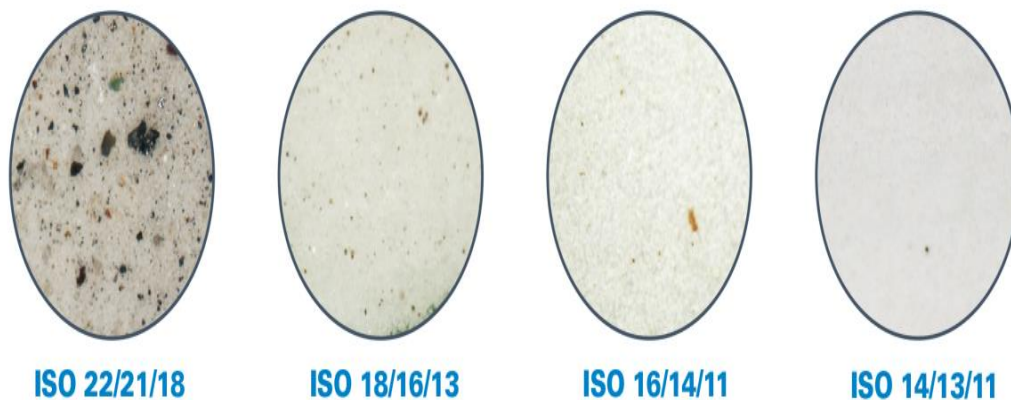
Para el sistema de inyección del motor Kia Carnival, el cual es un sistema mecánico, la importancia del combustible limpio y su incidencia para satisfacer los exigentes requisitos de las regulaciones de emisiones es muy valiosa. Entendiendo que tanto la bomba de inyección y los inyectores depende para su lubricación y refrigeración

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

del combustible, dichos conjuntos tienen componentes que funcionan varias veces por minuto sin tolerancia alguna para combustible húmedo, sucio o contaminado por ello desencadena erosión y desgaste, perjudicando la capacidad de sello y fallas prematuras (Donaldson, 2018).

De acuerdo a la página de Donaldson Filtration Solutions:

Para proteger los sistemas de combustible, muchos fabricantes de motores diésel hoy especifican el nivel de limpieza que debe tener el combustible suministrado. Una contaminación del tanque que supere esta especificación puede anular la garantía. La filtración incorporada está diseñada de acuerdo con los niveles de limpieza especificados.



*Ilustración 4. Niveles de limpieza del combustible. (Donaldson, 2018)*

ISO 22/21/18 - Nivel de limpieza común de fluidos


ISO 18/16/13 - Clasificación objetivo para aceites de motor/engranaje de servicio pesado

ISO 16/14/11 - Clasificación objetivo para aceites hidráulicos/de transmisión

ISO 14/13/11 - Clasificación objetivo para combustible diésel

### 5.2.2. Biodiesel en Colombia

Para la producción de biodiesel se utiliza el proceso de transesterificación (Reategui & Salas, 2013):

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009


El biodiesel es obtenido mediante un proceso llamado transesterificación que consiste en la reacción entre las grasas (triglicéridos) presentes en un aceite vegetal con un alcohol de cadena corta que generalmente es metanol o etanol dando como productos los ésteres (biodiesel) y la glicerina.

La primera década del siglo XXI marco el inicio del camino para la entrada del uso del biodiesel en Colombia, alineándose así con una tendencia mundial para dar uso a los biocombustibles. No solo lo anterior también está que tras años de la implementación para el año 2019 entro en vigencia el aumento de la mezcla de 10% a 12% de aceite de palma con diésel fósil mediante la resolución 40666 (Fedecombustibles, 2019).

La base para la producción de biodiesel es el aceite de palma el cual es mezclado con diésel puro, las proporciones usadas son del 12% de biocombustible y de 88% de diésel puro, pero esta proporción varía de acuerdo a la zona del país, por dar un ejemplo las fronteras con Venezuela usan solo 25 de biocombustible y el resto diésel puro. para su identificación el biodiesel se representa con la letra B, seguido del porcentaje mezclado, por ejemplo B20 (Fedecombustibles, 2019)

Los rendimientos más altos por hectárea son los de la palma de aceite, en comparación con otros cultivos relacionados con la línea de aceites razón por la cual se usan el aceite de palma en Colombia como materia prima, esta fue introducida al país para 1932 pero su crecimiento y aprovechamiento fue exponenciado a finales del siglo pasado gracias a políticas gubernamentales (Fedecombustibles, 2019).

Un clima y un suelo adecuado son esenciales en el cultivo de aceite de palma, pero no solamente basta con eso, también se hace necesario unas semillas de buena calidad y una rigurosa preparación del suelo previo a la plantación, así como fertilizantes para maximizar el rendimiento del cultivo. Según Fedepalma, pasado el

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009


tercer año la palma de aceite genera producción, luego en un periodo de siete a diez años logra la estabilización después de tener rendimientos crecientes, y la vida útil de la palma de aceite, está alrededor de los 25 años (Fedecombustibles, 2019).

A continuación, se presenta una tabla de características del biodiesel y el diésel de donde se deducen conclusiones que afecta de manera positiva o negativa al sistema de inyección.

Tabla 2. Propiedades del Biodiesel y el Diésel. (Tejada, Tejada, Villabona, & Luis, 2013)

Datos fisico-químicos	Biodiesel	Diésel
Composición combustible	Ester metílico Ácidos grasos C12-C22	Hidrocarburo C10-C21
Poder calorífico inferior, kcal/kg (aprox.)	9500	10800
Viscosidad cinemática, cSt (a 40°C)	3.5-5.0	3.0-4.5
Peso específico, g/cm <sup>3</sup>	0.875-0.900	0.850
Azufre, % P	0	0.2
Punto ebullición, °C	190-340	180-335
Punto inflamación, °C	120-170	60-80
Punto escurrimiento, °C	-15/+16	-35/-15
Número cetano	48-60	46
Relación estequiométrica Aire/comb. p/p	13.8	15

Tomando como ocasión la tabla 2, se pueden ver aspectos que inciden en el sistema de inyección y en sus funciones. Inicialmente el poder calorífico es menor, lo que conlleva un aumento en el gasto del mismo si se toma en los mismos trayectos y con el mismo automotor, la facilidad con la que puede fluir una sustancia es la viscosidad cinemática la cual para el caso del biodiesel es drásticamente afectada cuando se está a bajas temperaturas y esto contribuye a desgaste de conjuntos de la bomba, agarrotamiento de tobera, entre otros; finalmente el número de cetano es mayor en el biodiesel por lo que se genera una ganancia en potencia que compensa la pérdida en poder calorífico (Hernandez, 2020).

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

### 5.3. SECCIONES DEL SISTEMA DE ALIMENTACION DEL COMBUSTIBLE DEL MOTOR KIA CARNIVAL

El diseño de la arquitectura de un motor de encendido por compresión (MEC) y en especial el enfoque de su combustión, hace primordial un sistema que suministre combustible filtrado, a una presión necesaria, pulverizado y con un retorno regulado, esto es posible gracias a las tres zonas que componen un sistema de alimentación de combustible (Gonzalez, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diesel, 2015).

#### 5.3.1. Baja presión


La primera zona del sistema de alimentación diésel con bomba rotativa VE, inicia en el depósito de combustible y finaliza en la entrada de la bomba de alimentación. Se hace válido hablar de los componentes de una manera clara y concisa.

##### 5.3.1.1. Depósito de combustible

El diseño y configuración depende del tipo de vehículo. En este se encuentra calculado un volumen garantizando así una autonomía del vehículo para su desplazamiento, este acompañado de un ducto de ventilación. Incluye tapas de inspección y desmontaje del dispositivo indicador de nivel de combustible y la bomba de combustible sumergible que aplica en algunos modelos, por ende, se diseña con una línea de alimentación de combustible que va al sistema de filtración y un retorno de combustible que proviene de la bomba de inyección e inyectores.

En cuanto a los materiales usados para este elemento, las condiciones recomendadas para la selección están en el peso y que no se vea afectado por la presencia de agua, y de igual forma que no sea un material inflamable fácilmente y por supuesto que sea reciclable, frente a lo anterior entonces



		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

van en cabeza el polipropileno y el aluminio, estos con aleaciones que mejoran sus propiedades (Sanz, 2018)




*Ilustración 5. Depósito de combustible. py.ebay.com*

#### 5.3.1.2. Tuberías de alimentación

Sirven para transportar el combustible en la zona de baja presión, incluye la filtración, la bomba de cebado manual, hasta la entrada a la bomba de combustible. Su estructura se basa en caucho con refuerzo intermedio de trenzado textil, de gran flexibilidad y en ocasiones transparentes para posibilitar la detección de burbujas de aire, estas se fijan a los ductos rígidos por medio de abrazaderas metálicas. En este orden también están las líneas de PVC las cuales para su conexión se valen de conectores rápidos.



		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

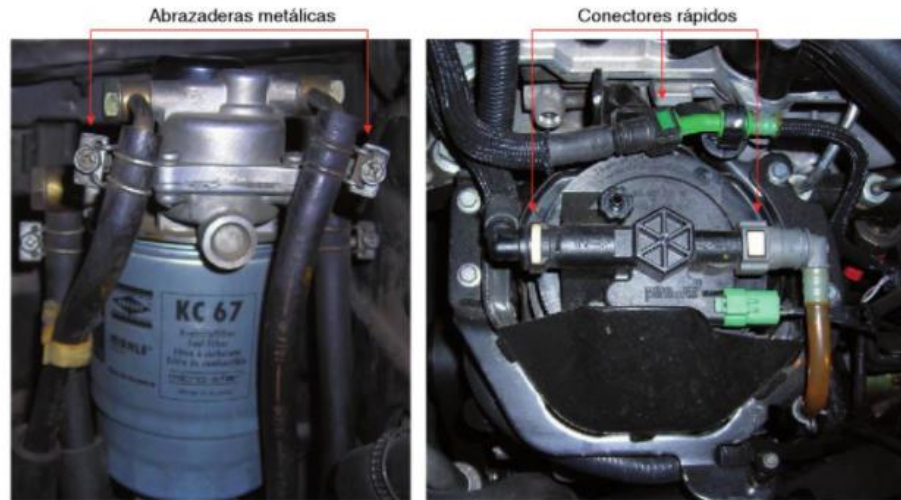



Ilustración 6. Tipos de mangueras y acoples para combustible en la zona de baja presión. (Gonzalez, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diesel, 2015)

### 5.3.1.3. Sistema de filtración

Luego de salir del depósito se requiere que pase por un sistema de filtración, el cual se compone de un sedimentador para retener agua y material pesado, y de un filtro para retención de partículas a nivel de micras, estos pueden ir en conjunto (filtro sedimentador) o independientes, un filtro y un sedimentador por aparte (Kate & Luck, 1982).

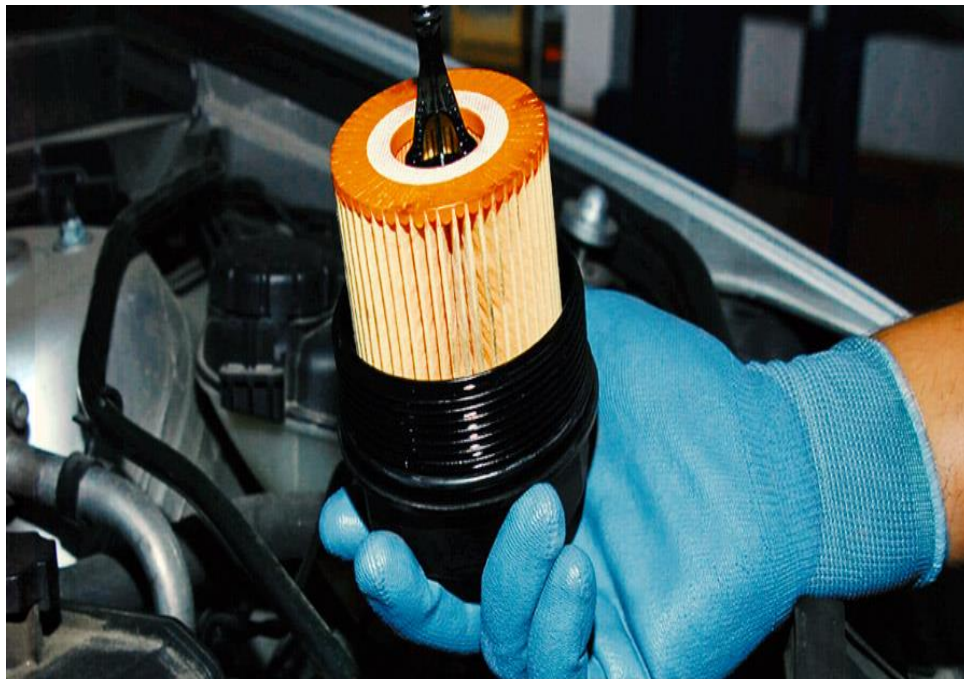


Ilustración 7. Conjunto filtro y sedimentador independientes. (Gonzalez, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diesel, 2015)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009


En la ilustración 6 se observa en la parte derecha un filtro el cual se identifica porque en la parte inferior no tiene un grifo para drenar, al contrario, en la parte izquierda se observa un filtro sedimentador, donde se evidencia una base transparente y un grifo para drenar, la anterior disposición se conoce como tándem o dual.

También es común encontrar en cuanto al filtro, los llamados filtros de cartucho, donde se cambia el elemento interno, pero se conserva la base que lo contiene como el puesto en la ilustración 9



*Ilustración 8. Filtro de cartucho intercambiable. <http://www.grupoherres.com.mx/>*

De manera que, independiente de la tecnología que se use, un sistema de filtración ha de eliminar contaminantes dañinos dentro de unas gamas de flujo de combustible, ofrecer una protección óptima del sistema de combustible, garantizar intervalos de servicio más largos, una filtración en un nivel de 2 micrones bajo la base de multicapas en fibras de celulosa y material sintético (Cummins Filtracion Inc., 2013).

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

### Bomba de cebado manual


Este dispositivo se hace necesario en caso de realizar procedimiento de mantenimiento y/o reemplazo de componentes del sistema de alimentación de combustible, para lograr purgar el sistema y eliminar el aire atrapado en los conductos, es común realizar esta operación de forma manual, pero se ha vuelto de uso común que se realice automáticamente con un dispositivo electrónico. Para los sistemas que equipan bomba rotativa como el de la Kia Carnival se utiliza un diseño que incorpora un filtro tipo cartucho, un sensor de presencia de agua y en la parte superior en la misma base la bomba de cebado manual como se observa en la ilustración 9.



*Ilustración 9. Bomba de cebado manual para sistema de inyección Kia Carnival. (Gonzalez, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diesel, 2015)*

#### 5.3.1.4. Bomba de alimentación de combustible

Su función está dada en aspirar el combustible desde el depósito, pasando por el sistema de filtración y enviarlo a la bomba de inyección, para el diseño de bomba de inyección rotativa tipo VE, usado en el motor Kia Carnival, esta bomba es del tipo alabes o paletas, se ubica internamente dentro de la bomba de inyección, ítem 1 de la ilustración 10.

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

La bomba de transferencia se compone de tres elementos importantes los alabes, el rotor y la tapa de cierre, además para regular la presión en la carcasa principal se acompaña de una válvula reguladora.




*Ilustración 10. Bomba de transferencia tipo alabes. aliexpress.com*

### 5.3.2. Alta presión

En la zona de alta presión del motor del sistema de combustible del motor Kia Carnival se encuentran tres componentes, una bomba de inyección del tipo VE, unos inyectores doble resorte de control mecánico y unas tuberías de alta presión (*Hernandez, 2020*).



*Ilustración 11. Bomba de Inyección rotativa VE. B - parts*

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

### 5.3.2.1. Bomba de inyección

El tipo de bomba de inyección es la VE, donde se reúnen varios aspectos resaltables. La lubricación y refrigeración se realiza usando el mismo combustible, además ella integra las funciones de trasladar combustible (1, bomba de transferencia), presurizar y distribuirlo en el motor de acuerdo al orden de encendido (2, bomba de alta presión), dosificar dicha cantidad en función de la carga del motor (3, regulador de combustible), determinar el momento de la inyección de acuerdo a las revoluciones del motor (5, dispositivo de avance) y cortar el paso de combustible (4, válvula solenoide), cada una de las anteriores funciones son realizadas por dispositivos internos, que trabajan de manera sincronizada (Hernandez, 2020). Como conjunto es apropiado para motores tipo turismo y vehículos ligeros, gracias a su bajo peso y tecnología de un solo embolo generador de presión para todos los cilindros del motor (Gonzalez, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diesel, 2015).

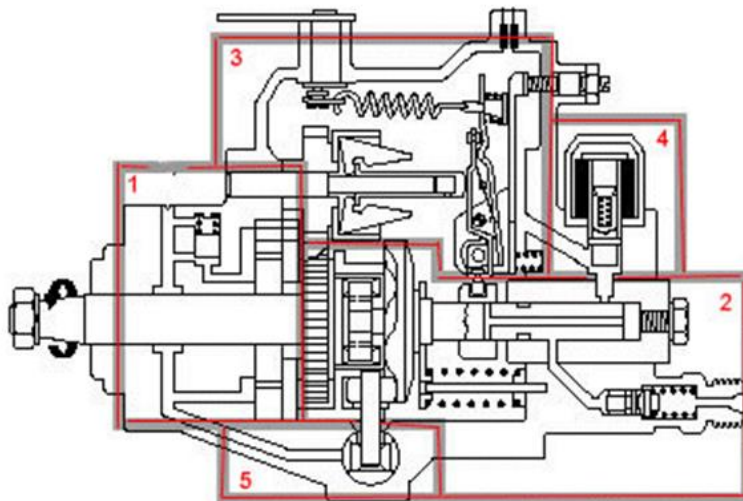



Ilustración 12. Componentes internos de la bomba de inyección VE. [www.geocities.ws](http://www.geocities.ws)



		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

### 5.3.2.2. Inyectores


Los inyectores que aplican para el sistema de combustible del motor Kia Carnival son inyectores mecánicos, que usan tecnología bimuelle para controlar dos inyecciones de manera mecánica y lograr una disminución de emisiones al arranque y una entrega de potencia apropiada. En su disposición en la culata, se ubican en medio de las 4 válvulas (2 de admisión de aire y 2 de salida para gases de escape), estos se fijan a la misma por medio de una brida de acoplamiento, la cual utiliza un tornillo de fijación que se atornilla a la culata.



*Ilustración 13. inyector mecanico bimuelle. [www.b-parts.com](http://www.b-parts.com)*

### 5.3.2.3. Líneas de alta

Conducen el combustible desde la bomba de inyección hasta los inyectores, soportan altas presiones, proveen una excelente estanqueidad y para ello en sus extremos tienen racores, se fabrican en acero de alta dureza y el espesor de las paredes suele ser superior al diámetro interior para evitar deformaciones por cambios bruscos de presión (González, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diesel, 2015).

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



*Ilustración 14. Tuberías de alta presión. (Gonzalez, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diesel, 2015)*

### 5.3.3. Retorno de combustible

La tercera y última sección del sistema de alimentación de combustible es el retorno, el cual recibe el combustible que ha sobrado de la operación de los inyectores y de la bomba de inyección y lo dirige al depósito de combustible.

#### 5.3.3.1. Líneas de retorno

El diseño de estas líneas es en polipropileno, resistentes al calor y es un sistema de doble composición, pues se componen de mangueras y ductos rígidos. normalmente se unen el retorno de los inyectores y el retorno de la bomba de inyección en uno solo, cabe aquí aclarar que dicho combustible viene a altas temperaturas ocasionadas por la compresión del combustible antes de ingresar a la cámara de combustión (Hernandez, 2020).

### 5.4. BOMBA DE INYECCION ROTATIVA TIPO V.E

Según Calleja (2017):

Las bombas de inyección rotativas son una evolución de las bombas de inyección en línea que surgieron debido a la exigencia de aumentar la velocidad de rotación de los motores diésel rápidos.

este tipo de bombas forman un conjunto compacto óptimo para turismos y vehículos ligeros con motor diésel. esto se consigue gracias a la

capacidad de generar la alta presión de combustible en un único elemento de bombeo y distribuir rotativo que lo reparte convenientemente a cada cilindro, además de incorporar en su interior todos los sistemas de regulación.

Existen por diseño dos tipos de bomba rotativa la de embolo axial y la de embolo radial, a continuación, se desenvuelven los aspectos preponderantes en relación con la bomba de embolo axial, la cual es el diseño que aplica al motor Kia Carnival.

#### 5.4.1. Arquitectura general

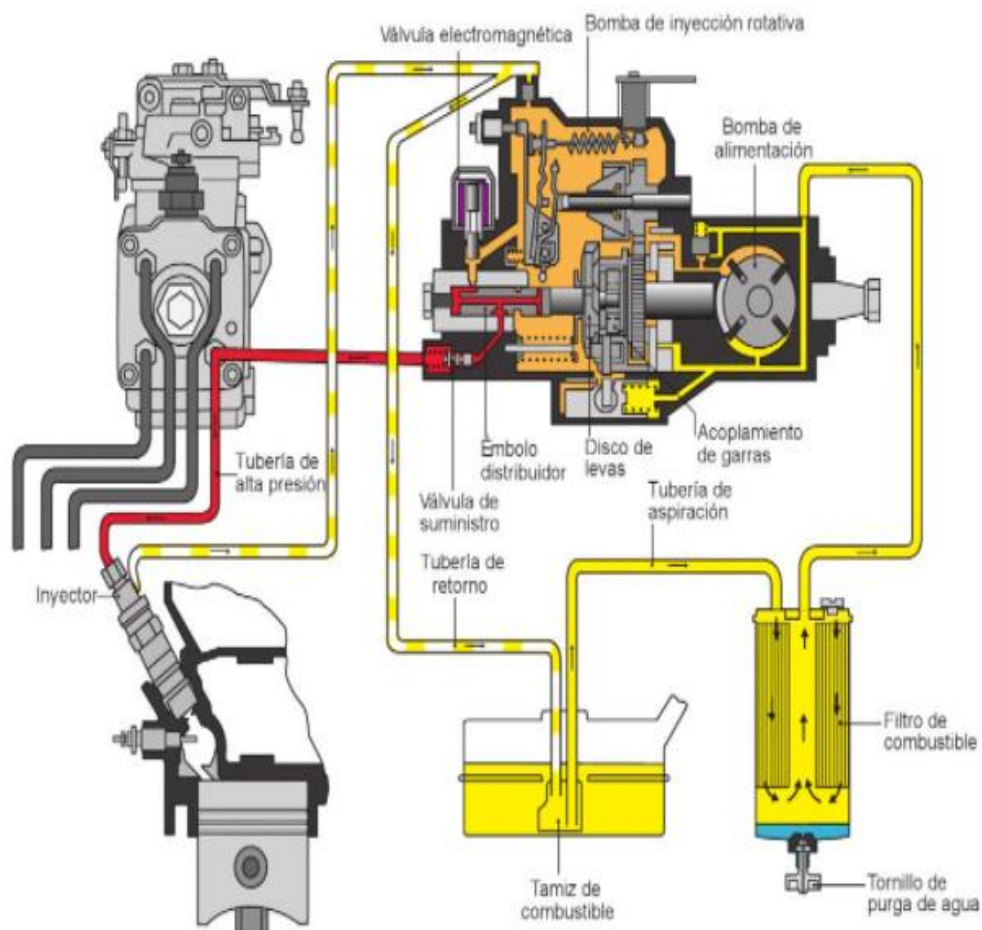


Ilustración 15. esquema general de un sistema de alimentación de combustible con bomba rotativa e embolo axial. (Gonzalez, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diesel, 2015)

##### 5.4.1.1. Bomba de transferencia y válvula de regulación



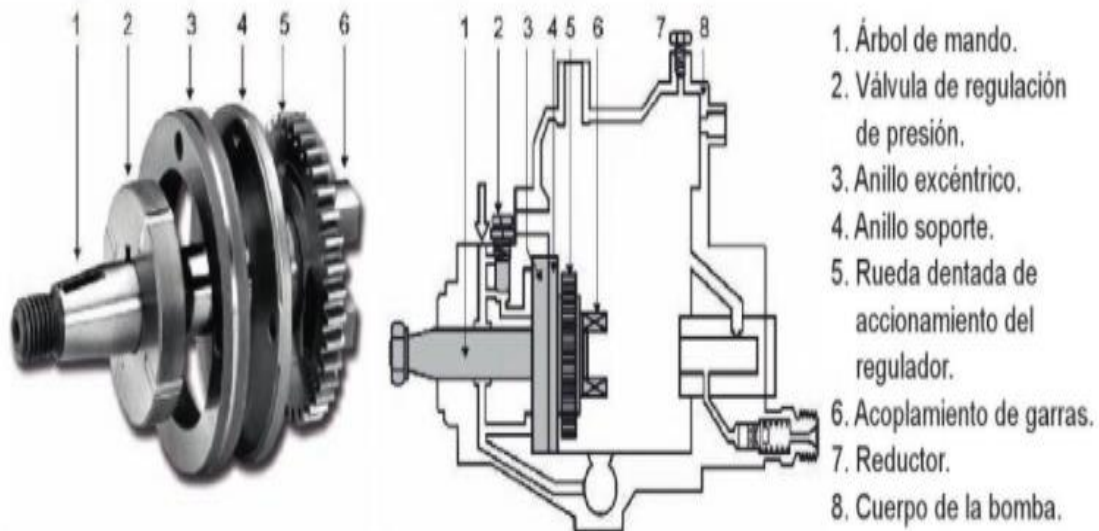


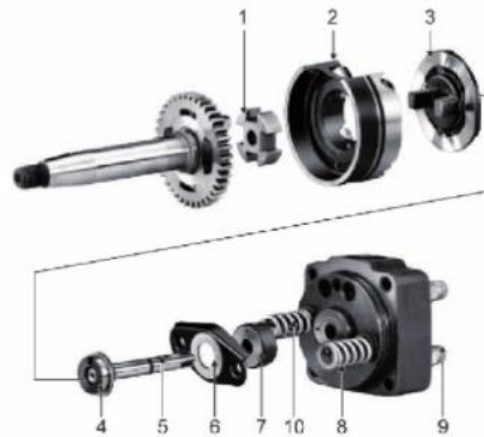
Ilustración 16. Conjunto de bomba de transferencia y válvula de regulación. Bosch

Su función esta enfocad en el suministro de combustible constante al interior de la bomba. esta bomba es del tipo alabes, para su operación se conecta al eje de mando de la bomba por medio de un conjunto cuñero – cuña, lo que garantiza que aumente el caudal y por ende la presión suministrada en relación directa con la velocidad del motor, además se lubrica y refrigera por el mismo combustible que desplaza y además de la empuje de este depende su vida útil.

La válvula reguladora se encarga de mantener una presión para los diversos regímenes de giro dados a la bomba, de esta manera cuando se sobrepasa el valor límite, se abre un conducto de desfogue que da paso al combustible a la galería de entrada y se alivia la presión.

existe también un orificio calibrado en el tornillo de retorno, la misión de este es permitir la circulación continua de combustible por el cuerpo de la bomba, lo cual es favorable para refrigeración y el purgado de aire.

#### 5.4.1.2. Bomba de alta presión con distribuidor



- |                                 |                                       |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Cruceta.                     | 6. Elemento de unión.                 |
| 2. Anillo de rodillos.          | 7. Collarín de regulación.            |
| 3. Disco de levas.              | 8. Cuerpo de la cabeza distribuidora. |
| 4. Pie del émbolo distribuidor. | 9. Válvulas de suministro.            |
| 5. Émbolo distribuidor.         | 10. Muelles.                          |

*Ilustración 17. Bomba de alta presión con distribuidor. Bosch*

La alta presión nace de la alimentación de combustible que proviene de la bomba de alabes, esta está alrededor de 60 a 150 psi, pero al llegar a la bomba de alta presión ocurre una elevación en rangos de 1500 psi a 3500 psi aproximadamente, el proceso es de un movimiento combinado y que operan a la vez; el primero es ocasionado por el disco de levas quien recibe el movimiento circular del eje de mando, este movimiento sirve para distribuir el combustible en el orden de encendido, para el segundo movimiento se involucran los anteriores elementos pero se suman a ello el anillo de rodillos, al pasar las levas del disco de levas sobre los rodillos se ocasiona un movimiento recíproco en el émbolo de alta presión, el cual es el origen de la presión con la cual los inyectores introducen el combustible a la cámara de combustión.

Las fases de operación se explican a continuación y como apoyo de ello se observa la ilustración 19

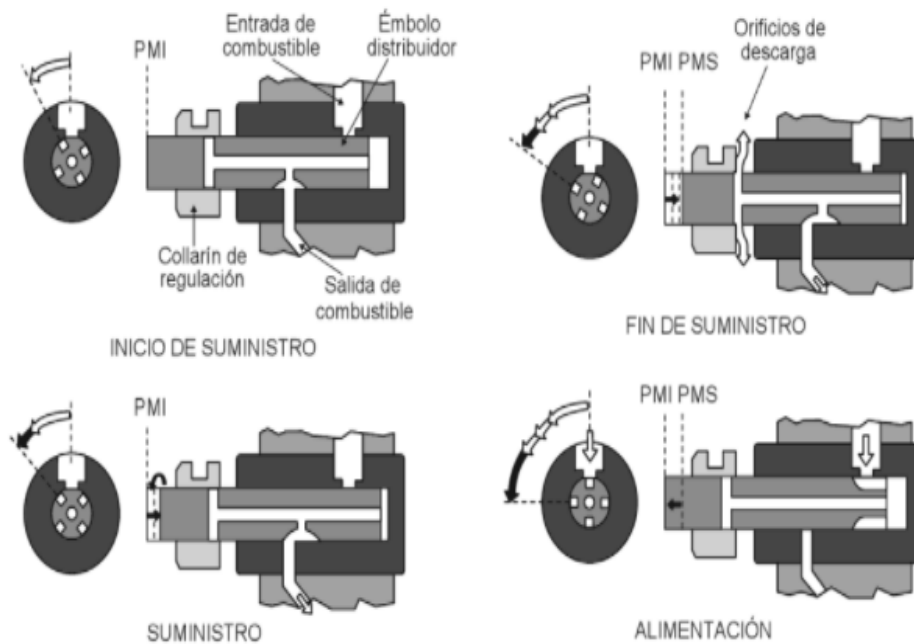



Ilustración 18. Fase de funcionamiento de la bomba de alta presión. Bosch

**Inicio de suministro:** El combustible ingresa por la entrada de combustible ya que la válvula electromagnética de parada se encuentra abierta, el embolo distribuidor está iniciando su recorrido de PMI a PMS, el collarín de regulación está obturando el orificio de retorno

**Suministro:** El embolo de suministro inicia su movimiento de rotación, lo cual interrumpe la entrada de combustible y queda combustible atrapado en el conducto transversal interno, el embolo de suministro está llegando a PMS y a la vez el orificio de entrega se está alineado con la salida correspondiente para enviar el combustible al inyector.

**Fin de suministro:** al llegar el embolo de suministro al PMS el collarín de regulación descubre el orificio de retorno, permitiendo que todo el combustible que está en el orificio transversal se devuelva a la carcasa principal de la bomba de inyección

**Alimentación:** el embolo de suministro vuelve al PMI, se alinea el orificio de entrada de combustible y se reinicia el ciclo.

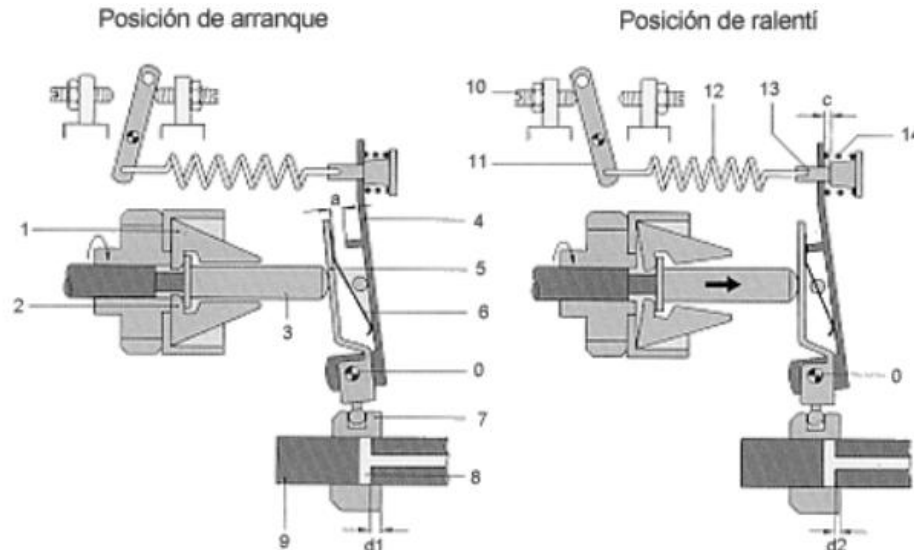
		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

#### 5.4.1.3. Regulador mecánico de velocidad

El comportamiento de los vehículos diesel es satisfactorio cuando el motor responde a cualquier movimiento del acelerador. Al ponerlo en marcha, no debe tender a pararse de nuevo. Cuando se varía la posición del pedal del acelerador, el vehículo debe acelerar o retener sin tirones. A idéntica posición del acelerador y con pendiente constante de la calzada, la velocidad de marcha debe mantenerse asimismo constante. Al dejar de pisar el acelerador, el motor debe retener el vehículo. En el motor diesel, estas funciones están encomendadas al regulador de régimen o también llamado regulador de la dosificación de combustible (Perez, 2021).

Este dispositivo comprende los pesos centrífugos y su carcasa, así como el muelle de regulación y el grupo de palancas, es movido por el eje de arrastre de la bomba. El bloque regulador gira sobre el eje de regulación solidario del cuerpo de la bomba. El movimiento radial de los pesos centrífugos se transforma en desplazamiento axial del manguito regulador. La fuerza del manguito regulador y su recorrido influyen en la posición del mecanismo regulador, compuesto por tres palancas: la de ajuste, la tensora y la de arranque. La palanca de ajuste gira sobre un pivote alojado en el cuerpo de la bomba y se puede graduar mediante el tornillo de ajuste de caudal de alimentación. Las palancas de sujeción y de arranque pivotan también sobre la de ajuste. La palanca de arranque dispone en su parte inferior de una rotula que actúa sobre la corredera de regulación, en oposición a la cual, en su parte superior, va fijado el muelle de arranque. En la parte superior de la palanca tensora va fijado el muelle de ralentí por medio de un perno de retención, al que también va enganchado el muelle de regulación. La palanca de control y el eje de está forman la unión con la que regula el régimen. La posición del mecanismo de regulación queda definida por la interacción de las fuerzas del muelle y el manguito. El movimiento de control se transmite a la corredera de regulación y de esta forma se determina el caudal de alimentación del émbolo distribuidor (Gonzalez, Mantenimiento de sistemas

auxiliares del motor de ciclo diesel, 2015).




**Esquema de regulador de todo régimen:** 1,2.- Pesos centrífugos; 3.- Manguito regulador; 4.- Palanca tensora; 5.- Palanca de arranque; 6.- Muelle de arranque; 7.- Corredera de regulación; 8.- Taladro de mando del émbolo distribuidor; 9.- Émbolo distribuidor; 10.- Tornillo de ajuste, régimen del ralentí; 11.- Palanca de control de todo régimen; 12.- Muelle de regulación; 13.- Perno de fijación; 14.- Muelle de ralentí; a.- Carrera del muelle de arranque; c.- Carrera del muelle de ralentí; d1 Carrera útil máxima, arranque; d2.- Carrera útil mínima, ralentí; 0.- Punto de giro para 4 v 5.

Ilustración 19. regulador de todo régimen. Bosch

Comportamiento en el arranque:

Cuando la bomba rotativa de inyección está parada, los pesos centrífugos se encuentran en reposo, y el manguito regulador en su posición inicial. La palanca de arranque se desplaza a la posición de arranque mediante el muelle de arranque, que la hace girar alrededor de su punto de rotación "0". Simultáneamente, la rótula de la palanca de arranque hace que la corredera de regulación se desplace sobre el émbolo distribuidor en la dirección del caudal de arranque, con el resultado de que el émbolo distribuidor debe recorrer una carrera útil considerable (volumen de alimentación máxima = caudal de arranque) hasta que se produce la limitación determinada por el mando. De este modo, al arrancar se produce el caudal necesario para la puesta en marcha. El régimen más bajo (régimen de arranque) es

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

suficiente para desplazar el manguito regulador, en oposición al débil muelle de arranque, una distancia igual a. La palanca de arranque vuelve a girar entonces alrededor del punto "0", y el caudal de arranque se reduce automáticamente al necesario para el ralentí (Perez, 2021).

#### Regulación de ralentí:


Una vez arrancado el motor diesel, al soltar el acelerador, la palanca de control de régimen pasa a la posición de ralentí, quedando apoyada entonces sobre su tope del tornillo de ajuste de éste. El régimen de ralentí ha sido elegido de modo que, en ausencia de carga, el motor continúe funcionando de forma segura y sin el riesgo de que se pare. La regulación la asegura el muelle de ralentí dispuesto sobre el perno de sujeción. Este mediante el equilibrio en contra de la oposición creada por los pesos centrífugos. Mediante este equilibrio de fuerzas se determina la posición de la corredera de regulación respecto del orificio de descarga del émbolo distribuidor y, por lo tanto, se fija la carrera útil. Cuando los regímenes superan el margen de ralentí, finaliza el recorrido "c" del muelle y se vence la resistencia opuesta por el muelle.

#### Funcionamiento en carga:

En servicio la palanca de control de régimen pivota y adopta una posición definida por el régimen o la velocidad de desplazamiento deseada del vehículo. Esta posición la determina el conductor mediante la correspondiente posición del acelerador. La acción de los muelles de arranque y de ralentí queda anulada para regímenes superiores al margen de ralentí. Aquellos no influyen sobre la regulación.

#### Marcha con freno motor:

Al bajar una pendiente (marcha con freno motor) ocurre lo contrario. El impulso y la aceleración del motor los produce el vehículo. Debido a esto, los pesos centrífugos se desplazan hacia afuera y el manguito regulador presiona contra las palancas de arranque y de sujeción. Ambas cambian de posición y desplazan la corredera de regulación en la dirección de menos caudal hasta que se ajusta un caudal de alimentación inferior, correspondiente al nuevo estado de carga, que en

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

el caso extremo es nulo. En caso de descarga completa del motor se alcanza el régimen superior de ralentí. El comportamiento del regulador de "todo régimen" ya descrito es siempre aplicable a todas las posiciones de la palanca de control de régimen si, por algún motivo, la carga o el régimen varían de forma tan considerable que la corredera de regulación apoya en sus posiciones finales de "plena carga" o "parada" (Perez, 2021).

#### 5.4.1.4. Válvula electromagnética de parada

Este dispositivo se activa con la llave de contacto, tiene mayor aceptación por que ofrece al conductor una mayor comodidad de manejo. La válvula electromagnética de corte de alimentación de combustible va montada en la parte superior de la cabeza distribuidora de la bomba de inyección. Cuando está conectada, es decir, con el motor diesel en marcha, el electroimán mantiene abierto el orificio de entrada al recinto de alta presión. Al quitar el contacto mediante el interruptor correspondiente, la bobina del electroimán queda sin corriente.

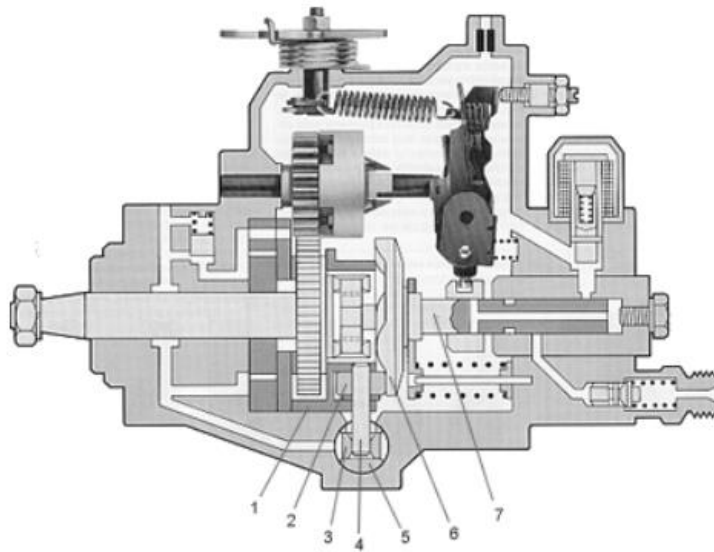
El campo magnético se anula y el muelle presiona el inducido contra el asiento de la válvula, con lo que se obtura el orificio de llegada a la cámara de alta presión y el émbolo distribuidor deja de alimentar combustible. Existen diversas posibilidades de realizar el circuito eléctrico de corte (electroimán de tracción o de empuje) (Gil, 2002).





*Ilustración 20. Válvula electromagnética de parada. Aliexpress*


#### 5.4.1.5. Variador de avance



**Disposición del variador de avance en la bomba rotativa:** 1.- Anillo de rodillos; 2.- Rodillos del anillo; 3.- Pieza deslizando; 4.- Perno; 5.- Embolo del variador de avance; 6.- Disco de levas; 7.- Embolo distribuidor.

*Ilustración 21. Dispositivo variador de avance. escuela raggio*




		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

Este dispositivo de la bomba rotativa de inyección permite adelantar el comienzo de la alimentación en relación con la posición del cigüeñal del motor y de acuerdo con el régimen, para compensar los retardos de inyección e inflamación.

Función:

Durante la fase de alimentación de la bomba de inyección, la apertura del inyector se produce mediante una onda de presión que se propaga a la velocidad del sonido por la tubería de inyección. El tiempo invertido en ello es independiente del régimen, sin embargo, el ángulo descrito por el cigüeñal entre el comienzo de la alimentación y de la inyección aumenta con el régimen. Esto obliga, por tanto, a introducir una corrección adelantando el comienzo de la alimentación. El tiempo de la propagación de la onda de presión la determinan las dimensiones de la tubería de inyección y la velocidad del sonido que es de aprox. 1500 m/seg. en el gasóleo. El tiempo necesario para ello se denomina retardo de inyección y el comienzo de la inyección esta, por consiguiente, retrasado con respecto al comienzo de alimentación. Debido a este fenómeno, a regímenes altos el inyector abre, en términos referidos a la posición del pistón, más tarde que a regímenes bajos. Después de la inyección, el gasóleo necesita cierto tiempo para pasar al estado gaseoso y formar con el aire la mezcla inflamable (Gil, 2002).

Este tiempo de preparación de la mezcla es independiente del régimen motor. El intervalo necesario para ello entre el comienzo de la inyección y de la combustión se denomina, en los motores diesel, retraso de inflamación que depende del "índice de cetano", la relación de compresión, la temperatura del aire y la pulverización del combustible. Por lo general, la duración del retraso de inflamación es del orden de 1 milisegundo. Siendo el comienzo de la inyección constante y el régimen del motor ascendente, el ángulo del cigüeñal entre el comienzo de la inyección y el de la combustión, va aumentando hasta que esta última no puede comenzar en el momento adecuado, en términos relativos a la posición del pistón del motor. Como la combustión favorable y la óptima potencia de un motor diesel solo se consiguen con una posición determinada del cigüeñal o del pistón, a medida que aumenta el régimen debe de adelantarse el comienzo de alimentación de la bomba de inyección

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

para compensar el desplazamiento temporal condicionado por el retraso de la inyección e inflamación. Para ello se utiliza el variador de avance en función del régimen (Kate & Luck, 1982).

Funcionamiento:

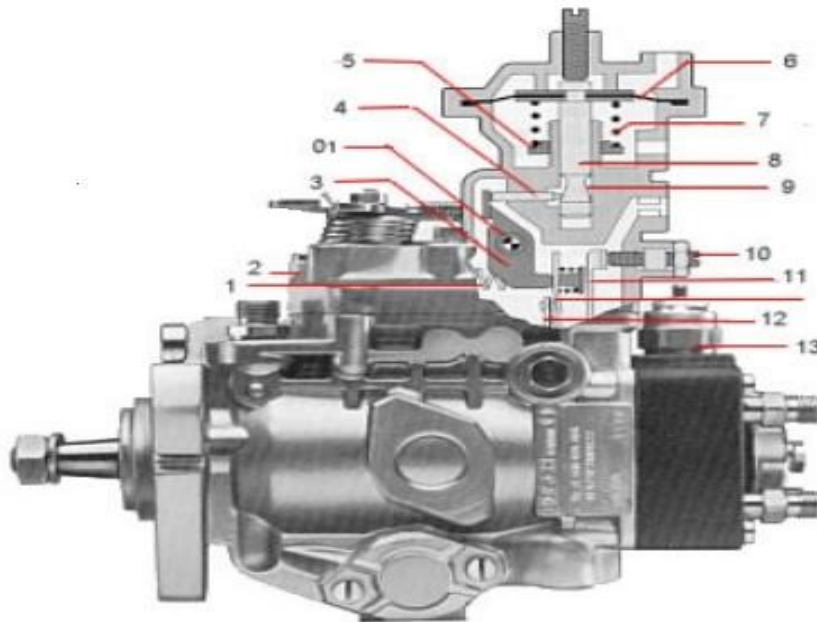
La posición inicial del embolo del variador de avance en la bomba de inyección rotativa la mantiene el muelle tarado del variador. Durante el funcionamiento, la presión de combustible en el interior de la bomba la regula, en proporción al régimen, la válvula reguladora de presión junto con el estrangulador de rebose. Por consiguiente la presión de combustible creada en el interior de la bomba se aplica por el lado del émbolo opuesto al muelle del variador de avance. La presión del combustible en el interior de la bomba solo vence la resistencia inicial del muelle y desplaza el émbolo del variador a partir de un determinado régimen (300 rpm). El movimiento axial del embolo se transmite al anillo de rodillos montado sobre cojinete por medio de la pieza deslizante y el perno. Esto hace que la disposición del disco de levas con respecto al anillo de rodillos varíe de forma que los rodillos del anillo levanten, con cierta antelación, el disco de levas en giro. El disco de levas y el embolo distribuidor están, por tanto, desfasados en un determinado ángulo de rotación con respecto al anillo de rodillos. El valor angular puede ser de hasta 12° de ángulo de levas (24° de ángulo de cigüeñal) (Gil, 2002) .

#### 5.4.1.6. Dispositivos auxiliares

LDA :

Este dispositivo va montado en la parte superior de la bomba de inyección como se ve en la ilustración 25. En la parte superior se encuentra la conexión para la presión de turbo y el orificio de purga. El recinto interior se divide en dos cámaras autónomas y estancas al aire por medio de una membrana contra la que actúa un muelle de compresión fijado al otro lado mediante una tuerca de ajuste, con la que se puede graduar la tensión previa del muelle de compresión. De esta forma se adapta el momento de actuación del tope de plena carga a la presión del turbo en función de la presión de carga. La membrana es solidaria del perno de control, que dispone de

un cono al que palpa un pasador guía. Este pasador transmite el movimiento de regulación del perno de ajuste a la palanca de tope, que modifica el tope de plena carga. Con el perno de ajuste en la parte superior del LDA se define la posición de partida de la membrana y el perno de control (Miralles, 2000).




**En la parte superior, una bomba de inyección con tope de plena carga en función de la presión de carga (LDA)**

- 1- Muelle de regulación
- 2- Tapa del regulador
- 3- Palanca de tope
- 4- Pasador guía
- 5- Tuerca de ajuste
- 6- Membrana
- 7- Muelle de compresión
- 8- Perno de control
- 9- Cono de control
- 10- Tornillo de ajuste del caudal de plena carga
- 11- Palanca de ajuste
- 12- Palanca de sujeción
- 13- Palanca de arranque
- 01- Eje de giro de 3

*Ilustración 22. Dispositivo LDA. Bosch*

Funcionamiento:

La presión del turbo a bajo régimen no basta para vencer la tensión del muelle. La membrana se encuentra en su posición inicial. En el momento en que la membrana es sometida a la fuerza generada por la presión del turbo, la membrana y, por tanto,

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

el perno de control, se desplazan en oposición al empuje del muelle. Debido a este movimiento vertical del perno de control, el pasador guía cambia de posición, lo que obliga a la palanca de tope a realizar un movimiento de giro alrededor de su eje de giro (01). Gracias a la fuerza de tracción del muelle de regulación, la palanca de sujeción, la de tope, el pasador guía y el cono de control se hacen solidarios. Por tanto, la palanca de sujeción sigue el movimiento de la de tope, de forma que las palancas de arranque y de sujeción describen un movimiento de giro alrededor de su eje común, y desplazan la corredera de regulación en el sentido de "aumento de caudal". El caudal de combustible adapta, por tanto, a la mayor masa de aire presente en la cámara de combustión del motor. Si la presión del turbo desciende, el muelle de compresión situado debajo de la membrana de empuja el perno de control hacia arriba. El movimiento de ajuste del mecanismo regulador se invierte, con lo que se reduce el caudal de combustible en función de la variación de presión del turbo. Si se avería el turbocompresor, el LDA vuelve a su posición de partida y limita el caudal de plena carga de forma que quede garantizada una combustión sin humos. El caudal de plena carga se ajusta mediante el tornillo de tope de plena carga montada en la tapa del regulador (10) (Miralles, 2000).

Acelerador hidráulico de arranque en frío:

El avance del instante comienzo de la inyección mediante el desplazamiento mecánico del embolo del variador de avance solo se puede realizar dentro de estrechos límites y no es aplicable a todos los motores. El método hidráulico de desplazamiento del momento de inyección en sentido de "avance" consiste en aplicar el émbolo del variador de avance la presión reinante en el interior de la bomba. La presión en el recinto interior se eleva automáticamente para lograr una corrección en el sentido de "avance" a los bajos regímenes de arranque en frío Para lograrlo se actúa directamente sobre el control automático de presión del interior de la bomba, a través de un canal en bypass situado en la válvula de mantenimiento de presión (Parreño, 2012).

### Construcción:

El acelerador hidráulico de arranque en frío consta de dos válvulas, una de control y otra de mantenimiento de la presión, y de un elemento dilatante con calefacción eléctrica.

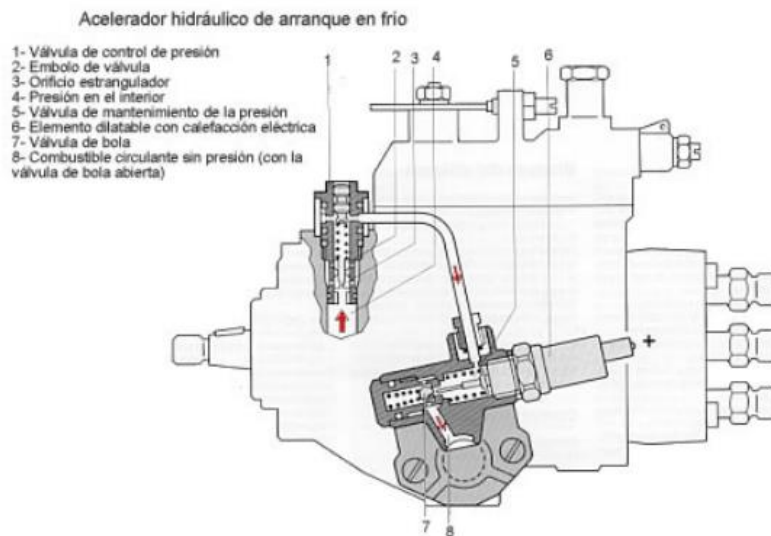



Ilustración 23. Acelerador hidráulico de arranque en frío. Bosch

### Funcionamiento:

La bomba de alimentación aspira el combustible del depósito y lo conduce al interior de la bomba de inyección. Desde aquí, el combustible, sometido a la presión interior, llega a la cara frontal del émbolo del variador de avance. Según la presión existente, el émbolo se desplaza en oposición a la fuerza del muelle antagonista. Su carrera define la corrección del instante del comienzo de la inyección. La presión en el interior de la bomba la determina la válvula reguladora de presión que la hace subir a medida que aumenta el nº de rpm y, por tanto, conforme aumenta el caudal de alimentación. Para conseguir la evolución de la curva de presión representada a trazos en la gráfica, el émbolo de la válvula reguladora de presión lleva un orificio estrangulador a través del cual se consigue una mayor presión en el interior de la bomba mientras la válvula de mantenimiento intercalada detrás, está

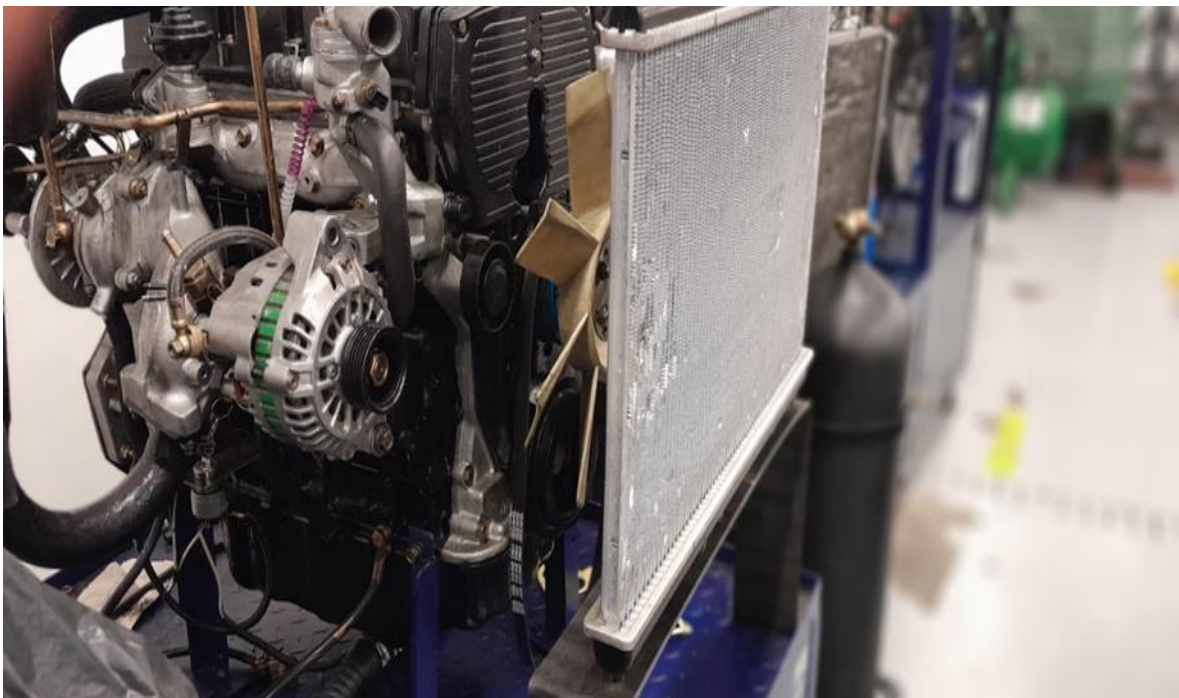
		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

cerrada. Una vez en marcha el motor, la válvula de mantenimiento de presión se abre por medio del elemento dilatante con calefacción eléctrica, de forma que el combustible puede circular sin presión. Luego el descenso del nivel de presión en el interior de la bomba se efectúa únicamente mediante la válvula de control de presión (Parreño, 2012).

## 5.5. SISTEMAS AUXILIARES DEL MOTOR

Dentro de los alcances vinculados a este proyecto, se incluye la revisión del sistema de refrigeración, así como su operatividad, para lo cual se hace apropiado una explicación de sus componentes y principio de funcionamiento.


### 5.5.1. Sistema de refrigeración



*Ilustración 24. Componentes del sistema de refrigeración del motor Kia Carnival. De los autores*

El sistema de refrigeración lo constituyen un depósito de reserva, el cual almacena una cantidad de líquido refrigerante para mantener el nivel adecuado, dicho elemento va conectado al radiador mediante una tubería y/o manguera de sobreflujo, en este mismo sentido el radiador tiene equipada 2 depósitos de radiador



		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

en polipropileno y su panal es fabricado en aleación de aluminio, este tiene una cavidad para la tapa del radiador; esta opera bajo el principio de la fuerza de gravedad cuando el motor esta frio y cuando el motor está a temperatura de funcionamiento toma el papel de válvula reguladora.




*Ilustración 25. tapa de radiador. de los autores*

Para el caso de este proyecto y por ser un motor de enseñanza, se colocó un ventilador de flujo directo que se soporta sobre una base que va atornillada al bloque del motor.



*Ilustración 26. Ventilador. De los autores*

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

Finalmente, para regular la temperatura del líquido refrigerante y permitir el paso del refrigerante desde el radiador hacia y el motor el sistema cuenta con un termostato




*Ilustración 27. Carcaza termostato. De los autores*

## 5.6. EMISIONES DEL MOTOR DIESEL EN COLOMBIA

Como reza en su página institucional la secretaria del medio ambiente.

“La Secretaría Distrital de Ambiente es la Autoridad que promueve, orienta y regula la sostenibilidad ambiental de Bogotá; controlando los factores de deterioro ambiental y promoviendo buenas prácticas ambientales, como garantía presente y futura del bienestar y calidad de vida de la población urbana y rural, y como requisito indispensable para



		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009


la recuperación, conservación y uso de bienes y servicios ecosistémicos y valores de biodiversidad; enfocado a la adaptación al cambio climático, a través de la vinculación, participación y educación de los habitantes del Distrito Capital; respaldado en un personal competente, que garantiza el mejoramiento continuo de la entidad, bajo criterios de legalidad, celeridad, oportunidad y transparencia.” (Secretaría distrital de movilidad, 2022).

### 5.6.1. Normatividad



Ilustración 28. Plan aire 2030. Alcaldía de Bogotá

El gobierno nacional junto con la secretaria del medio ambiente han puesto en marcha el denominado *Plan aire 2030*, el cual, con una visión de los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU, realiza un análisis de la calidad del aire tomando como sostén los sectores transporte, industria, comercio, construcción e infraestructura entre otros, cabe dar aviso que dicho documento atiende las implicaciones que esto tiene sobre la salud y la afectación a la flora y fauna. Para el control de emisiones a nivel automotriz que es el nicho de interés, se aplican actividades de evaluación, control y seguimiento mediante los programas de: operativos de control en vía, programa de Requerimientos Ambientales, Programa


		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

de autorregulación Ambiental, CDA'S y Concesionarios, que tiene por objeto hacer seguimiento al cumplimiento obligatorio de los límites de emisión establecidos para las fuentes móviles en todas las localidades del Distrito. (Secretaria de ambiente, 2022)

La base legal para el control de emisiones se soporta bajo tres pilares a saberse, resolución 910 de 2008 "Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones". Resolución 1304 de 2012. "Por la cual se establecen los niveles máximos de emisión y los requisitos ambientales a los que están sujetas las fuentes móviles del sector de servicio público de transporte terrestre de pasajeros en los sistemas colectivo, masivo e integrado que circulen en el Distrito Capital".

Decreto 174 de 2006 "Por medio del cual se adoptan medidas para reducir la contaminación y mejorar la calidad del Aire en el Distrito Capital" (Secretaria de ambiente, 2022).

En cuanto a la certificación ambiental en materia de revisión de gases, en el marco de los procesos misionales de evaluación control y seguimiento desarrollados por la Secretaría Distrital Ambiental, en la Subdirección de Calidad del Aire Auditiva y Visual se encuentra el programa de certificación ambiental en materia de revisión de gases a los Centros de Diagnóstico Automotriz, donde se verifica el cumplimiento normativo de los equipos y procedimientos para la evaluación de las emisiones contaminantes de las fuentes móviles dispuestos en cada uno de los CDA del distrito capital. De lo anterior el sostén normativo está en la resolución 653 de 2006 "por la cual se adopta el procedimiento para la expedición de la certificación en materia de revisión de gases". La resolución 3768 de 2013 "Por la cual se establecen las condiciones que deben cumplir los Centros de Diagnóstico Automotor para su habilitación, funcionamiento y se dictan otras disposiciones", y finalmente la

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

resolución 910 de 2008 "Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones" Normas Técnicas Colombianas de acuerdo con el tipo de combustible (NTC 4231-2012 Diesel, NTC 4983-2012 Otto y NTC 5365-2012 Motocicletas).

#### 5.6.2. Procedimiento para la toma de opacidad



*Ilustración 29. Equipo opacímetro. Auto expert*

Dando razón a la norma NTC 4231, el procedimiento recomendado para la prueba de opacidad en Colombia debe atender las siguientes sugerencias:

- Condiciones ambientales: temperatura ambiente entre 5°C y 55°C, humedad relativa no mayor a 90%.
- Preparación del equipo de medición: selección de unidad de medida (opacidad o densidad de humo), posición de la sonda de medición, aplicación de rutinas de calentamiento, purga y limpieza, verificación de los límites inferior y superior, operatividad del software de aplicación para los datos del vehículo.
- Inspección previa y preparación del vehículo: posición de la palanca selectora de cambios, dependiendo del tipo de transmisión, bloqueo de las ruedas con tacos, luces encendida, aire acondicionado apagado, verificar condiciones anormales con respecto fugas en el sistema de escape, fugas de aceite,

accesorios en el sistema de escape, incorrecta operación del sistema de refrigeración (ICONTEC, 2012)

- Registro de la temperatura de operación del motor, la cual debe ser estimada por medio de la medición de aceite de lubricación
- Introducción de la sonda de sondeo: la punta debe estar en posición contra corriente ósea paralela y en dirección opuesta al flujo de los gases de escape
- Medición de opacidad: realizar cuatro aceleraciones según indicaciones del software, aclarando que la primera se toma como barrido, para limpieza de impurezas en la línea de escape, y esta no es promediada por el opacímetro

### NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4231 (Segunda actualización)

Esta secuencia puede observarse con claridad en el diagrama de la Figura 1.

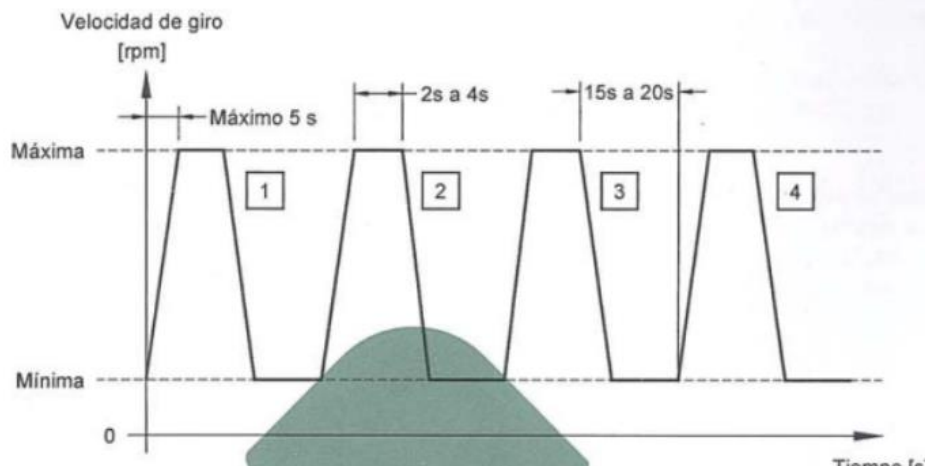



Ilustración 30. Prueba de opacidad, procedimiento de aceleración. (ICONTEC, 2012)



		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

## 6. COMPROBACIONES INICIALES

### 6.1. ESTADO INICIAL DEL MOTOR




*Ilustración 31. Motor Kia Carnival TDi 2.9. B - parts*

Cuando se inicio el proceso de reparación del sistema de inyección del motor, se tomo la decisión de realizar unas comprobaciones para verificar el estado interno y externo del motor y así trazar una bitácora de trabajo para cumplimiento de los objetivos trazados, de tal manera que a paso seguido se dan a conocer estos procedimientos y sus resultados

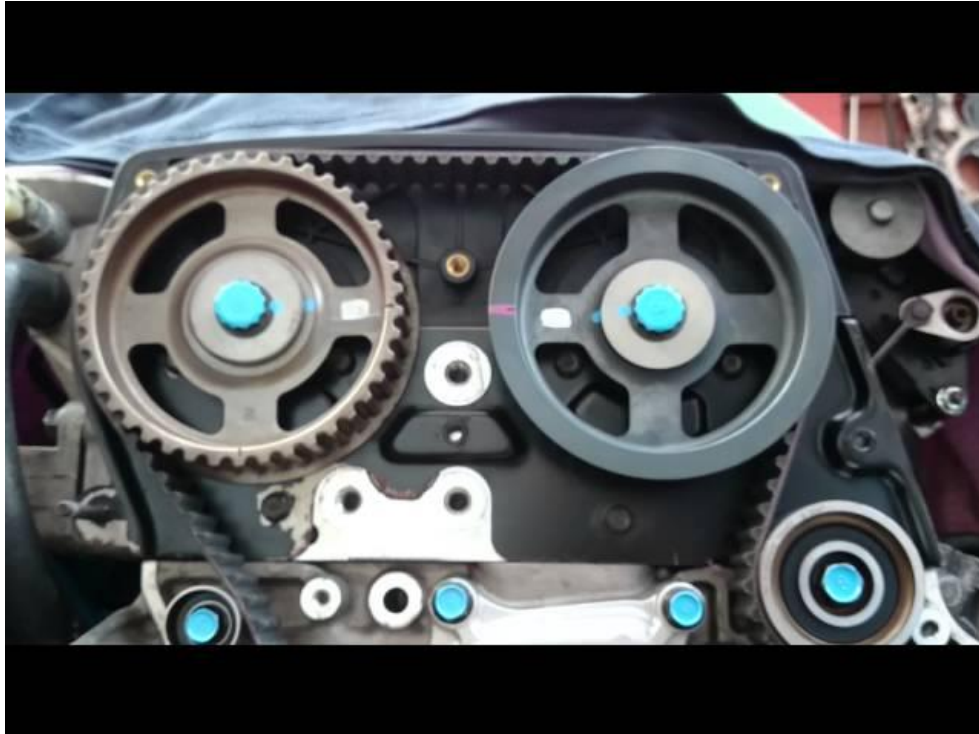
### 6.2. PRUEBAS DE ESTADO INTERNO DEL MOTOR

#### 6.2.1. Prueba de compresión

Al ser este motor una ayuda didáctica, no se cuenta con los medios para tomar la potencia y/o realizar una prueba de ruta, por ende, a pesar de que el encendido del motor es muy bueno, se decide tomar esta prueba, para reunir elementos de juicio a este respecto. Con este método se pretende determinar desgates en el conjunto

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009


móvil del motor, así como verificar la precisa sincronización de la distribución del motor y los respectivos mandos.



*Ilustración 32. Marcas de sincronización motor Kia Carnival TDi 2.9. Lite Tube*

El procedimiento para realizar dicha comprobación tuvo en cuenta las siguientes fases:

- Calentar el motor a temperatura normal de funcionamiento
- Desmontar los inyectores
- Introducir el adaptador y conectar a este el manómetro
- Desconectar el fusible y/o control de inyección de combustible
- Dar arranque al motor hasta lograr el valor máximo de presión
- Repetir las anteriores fases en cada uno de los cilindros

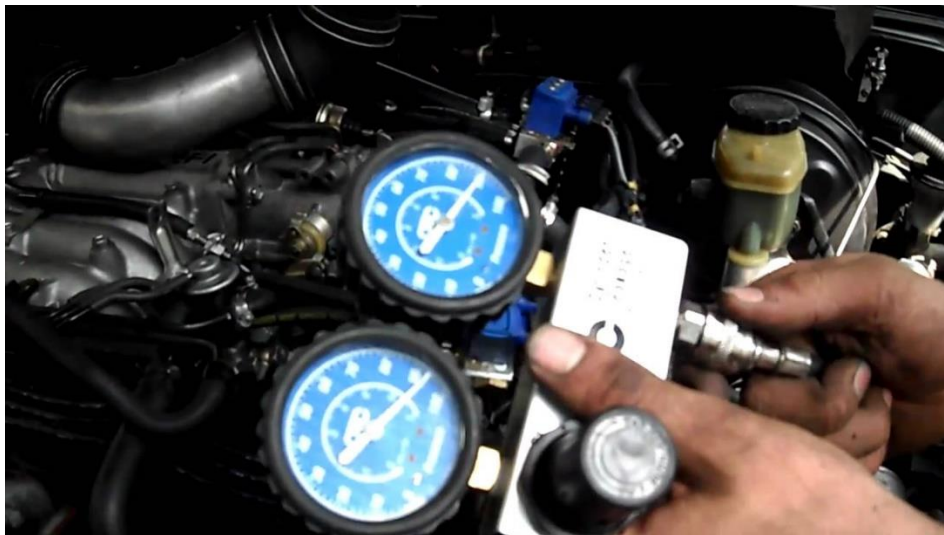
		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

*Tabla 3. Valores de compresion. De los autores*

Cilindro	Valor fabrica	Valor comprobación
1	383.9 psi – 426.6	385 psi
2	383.9 psi – 426.6	390 psi
3	383.9 psi – 426.6	385 psi
4	383.9 psi – 426.6	380 psi

En atención a los valores de compresión arrojados en la prueba, el motor se encuentra en un excelente estado y no es necesario realizar reparaciones internas. Esto arroja evidencias de poco desgaste en anillos, pistones y camisas, un correcto sello entre válvulas y asientos, así como una sincronía de los elementos de la distribución del motor.


#### 6.2.2. Prueba de fugas de cilindro



*Ilustración 33. Equipo para comprobación de fugas motor. Youtube*

Para esta valoración mecánica, se hace necesario colocar el motor en temperatura normal de funcionamiento inicialmente, luego aplicar los siguientes pasos:

- Desmontar inyectores
- Tener cargador a más de 110 PSI el compresor de aire
- Colocar el pistón al cual se le va a aplicar la comprobación en PMS de compresión

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

- Instalar el adaptador, conectar el probador de fugas al adaptador y conectar el compresor de aire
- Calibrar los manómetros a cero
- Abrir la válvula de alimentación de aire
- Realizar la lectura
- Los anteriores pasos se repiten en cada uno de los cilindros

*Tabla 4. Valores de prueba de fugas. De los autores*


Cilindro	Presión inicial	Presion final	Porcentaje de pérdida
1	110 psi	90 psi	19%
2	110 psi	100 psi	10%
3	110 psi	95 psi	14%
4	110 psi	100 psi	10%

Lo que permite concluir la anterior prueba es que el estado del conjunto móvil, válvulas y asientos, de igual forma la distribución mecánica y sus mandos se encuentran en excelente estado, lo cual no hace necesario reparaciones internas en el motor. Perdidas de fugas inferiores al 30% permiten que el motor opere con normalidad y sus emisiones no perjudiquen el medio ambiente.

### 6.3. PRUEBA DE OPACIDAD

Parte de este proyecto, se planteó en disminuir las emisiones generados por el motor y de igual forma dejarlo operativo para actividades académicas, a saberse prácticas de laboratorio como la toma de opacidad y para efectos de investigación formativa lo relacionado con pruebas con bicom bustibles. En este sentido, se parte de una comprobación inicial de la opacidad y una comprobación final según la norma NTC 4231, luego de realizar el mantenimiento y/o reparación al sistema de inyección.



		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

Para ello se toma como referencia la norma 910 de 2008, y para el caso de estudio el motor Kia Carnival TDi 2.9 es modelo 1998, de tal manera que el porcentaje de opacidad permitido es de un máximo de 35%.

**Artículo 8. Límites máximos de emisión permisibles para vehículos diesel.** En la Tabla 5 se establecen los máximos niveles de opacidad que podrá emitir toda fuente móvil clasificada como vehículo automotor con motor diesel durante su funcionamiento en condición de aceleración libre y a temperatura normal de operación.


Tabla 5. Límites máximos de opacidad permisibles para vehículos accionados con diesel (ACPM) en aceleración libre

Año modelo	Opacidad (%)
1970 y anterior	50
1971 – 1984	45
1985 – 1997	40
1998 y posterior	35

**Parágrafo:** A partir de los vehículos año modelo 2010, los comercializadores representantes de marca, importadores, fabricantes o ensambladores de dichos vehículos deberán garantizar una emisión máxima permisible equivalente al 80% del valor establecido en la Tabla 5 para los vehículos con año modelo 1998 y posterior.

*Ilustración 34. Límites de opacidad según resolución 910 de 2008. Ministerio de ambiente*

Inicialmente se prende el equipo opacímetro y se verifica que este con la resolución actualizada para el modelo del motor.

			
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



*Ilustración 35. Equipo opacímetro. De los autores*

Posteriormente, se conecta la sonda de muestra para sistema de escape vertical y se comprueba que el opacímetro este leyendo el porcentaje de opacidad.



*Ilustración 36. Sonda de muestreo de posición vertical. De los autores*

Para iniciar la prueba de acuerdo a la norma NTC 4231 se deben conectar los sensores de revoluciones del motor, de temperatura de aceite y de verificar que la interfase muestre una temperatura superior a 60°C para poder continuar con el procedimiento.



*Ilustración 37. Sensor de RPM del motor. De los autores*



Ilustración 38. Sonda de medición de temperatura de aceite motor. De los autores



Ilustración 39. Temperatura solicitada para la prueba. De los autores



Ilustración 40. Interfase opacímetro. De los autores

Una vez cumplidas las anteriores solicitudes se procede a insertar la información de modelo de motor, tipo de sistema de alimentación de aire, que para este caso es turboalimentado, ciclo de funcionamiento, el cual es de 4 tiempos.

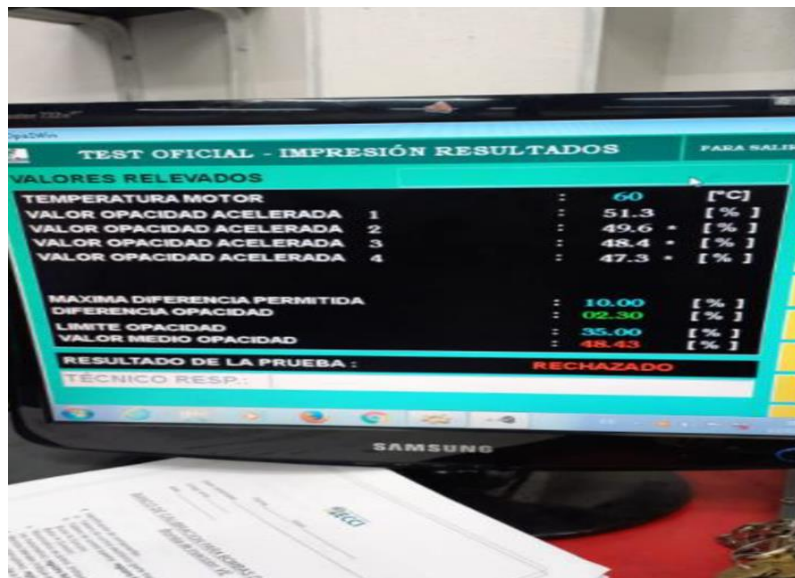



Ilustración 41. Valores de opacidad iniciales. De los autores

Para la prueba inicial los resultados encontrados fueron:



		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

- Temperatura para la prueba 60° C+
- Primera aceleración 51.3 %
- Segunda aceleración 49.6 %
- Tercera aceleración 48.4 %
- Cuarta aceleración 47.3 %
- Límite de opacidad 35%
- Valor medio 48.43%


De lo anterior se evidencia que esta 13.43% por encima del límite máximo permitido según la resolución 910 de 2008 (35%), lo que es una razón válida para realizar una revisión del sistema de inyección



Ilustración 42. Valores finales de opacidad. De los autores

La comprobación de la prueba final de opacidad luego de desensamblar, reemplazar componentes y calibrar el sistema de inyección dio como resultado:

- Temperatura para la prueba 60° C+
- Primera aceleración 21.6 %
- Segunda aceleración 7.9 %

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

- Tercera aceleración 7.7 %
- Cuarta aceleración 7.4 %
- Limite de opacidad 35%
- Valor medio 7.67%


De lo anterior se evidencia una disminución de un 40% con respecto a la medida inicial, siendo esto un soporte valioso de los resultados que se obtuvieron al realizar las reparaciones del sistema de inyección, finalmente cabe resaltar que el valor final de 7.67%, está muy por debajo del límite máximo en más de un 25%.

#### 6.4. TERMOGRAFIA DEL MOTOR

Según Llanes, Guardia, De la Rosa, Cevallos y Rocha en su artículo titulado Detección de fallas en motores de combustión mediante indicadores de temperatura y presión de inyección:



“El estudio demostró que la presión y la temperatura son indicadores significativos en las fallas de los motores, además de que el número de fallas detectadas por temperatura fueron más significativas que las reportadas por la presión de inyección. Se concluye que las altas temperaturas en los cilindros generalmente están relacionadas con un alto índice de gases y un deficiente estado de los inyectores. Las diferencias entre las presiones están relacionadas con la baja hermeticidad y el estado técnico de los elementos del sistema de alimentación” (Llanes, Guardia, De la Rosa, Cevallos, & Rocha, 2019).

De tal suerte que la presión de inyección y la temperatura en las cámaras de combustión son indicadores de fallas, siendo las primeras más significativas que las segundas, las altas temperaturas están ligadas al estado operativo de los inyectores (Llanes, Guardia, De la Rosa, Cevallos, & Rocha, 2019). Lo anteriormente citado indica que la termografía realizada al motor Kia Carnival TDi 2.9 permite tener claridad sobre el estado de los inyectores y a su vez relacionar este con la bomba de inyección. Para terminar, se debe hacer precisar que la verificación de temperatura de las cámaras se hizo sin sistema de refrigeración operativo para

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

validar los cambios en las mismas condiciones, pero el motor se entrega con sistema de refrigeración operativo.

*Tabla 5. Temperatura de las cámaras de combustión. De los autores*

Cilindro	Temperatura inicial	Temperatura final	Variación
1	 29°C	 26.1°C	2.9°C



2



27.7°C



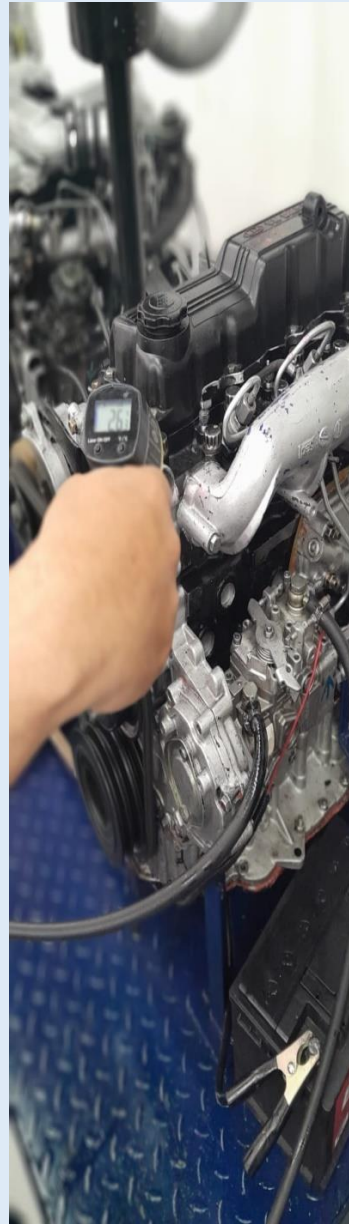
26.1°C

2.6°C

3



28°C



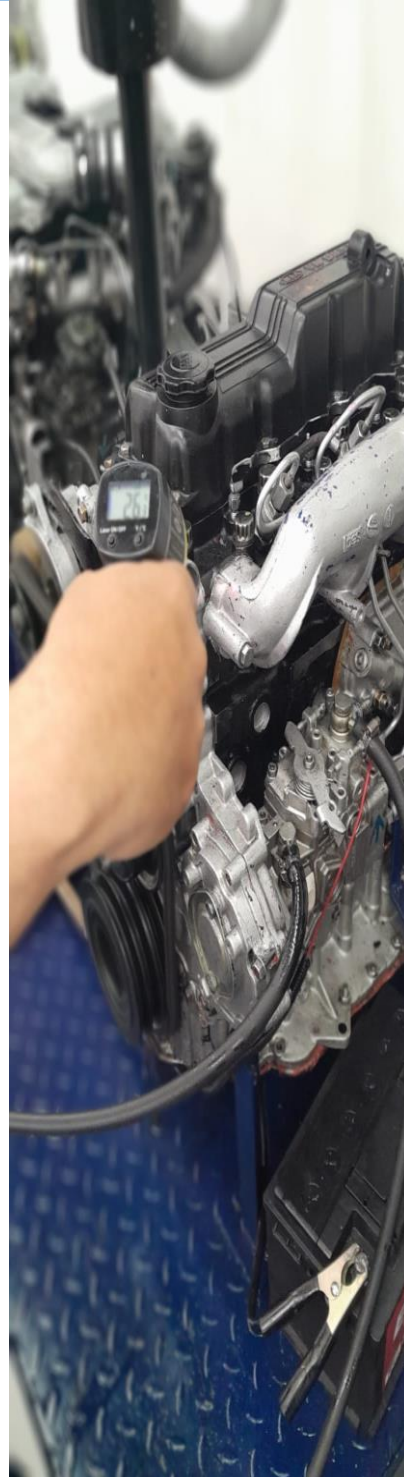
26.3°C

1.7°C

4




28°C



26. 1° C

1.9°C

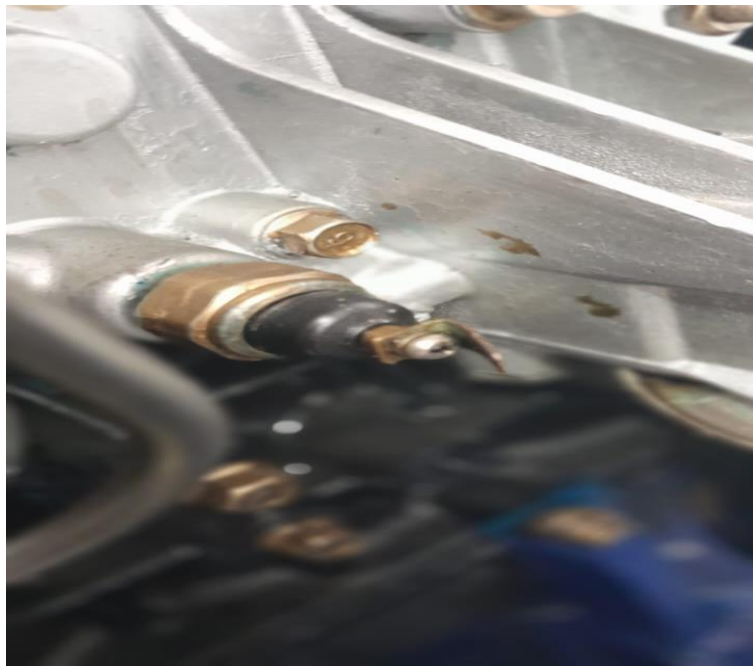
		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

Luego de realizar las comprobaciones en referencia a los cambios de temperatura al realizar el mantenimiento al sistema de inyección, lo que incluyo el cambio de toberas y la calibración y cambio de empaquetadura de la bomba de inyección, se pone de manifiesto que la disminución de la temperatura de la cámara se dio desde 1.7°C a 2.9°C, lo que obedece al estado de los cilindros en conjunto con el mantenimiento anteriormente nombrado.

#### 6.5. PRUEBA DE PRESION DE ACEITE

El sistema de lubricación es un portal del estado del motor, y es otra forma de validar su estado sin realizar desensambles complejos, dadas las circunstancias para tener resultados coherentes con los dados con el fabricante el procedimiento a seguir fue:


- Poner en marcha el motor hasta temperatura normal de funcionamiento
- Desmontar el sensor de presión de aceite motor



*Ilustración 43. Sensor de presión de aceite motor. De los autores*

- Conectar el manómetro de presión de aceite
- Calentar el motor a temperatura de funcionamiento
- Poner en marcha el motor a 3000 rpm



		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

Los valores dados por el fabricante a 3000 rpm son entre 45.5 – 71.1 psi. Luego de realizar la prueba se obtuvo un valor de presión de aceite de 65 psi, lo cual es un indicio favorable del estado interno de los componentes del sistema de lubricación, tales como casquetes calidad del aceite y filtro, como también la bomba de aceite.

## 7. EJECUCION DE RUTINAS DE MANTENIMIENTO

### 7.1. SISTEMA DE INYECCION

Sobre el particular, los procedimientos relacionados, fueron realizados en los equipos de la universidad, ubicados en el salón 1009J, el primero el banco de calibración Bosch EP 807 para la calibración de la bomba de inyección, este equipo permite la comprobación de variables físicas como volumen, desplazamiento lineal y presión entre otros, más aún equipa un sistema hidráulico para el aceite de comprobación ISO 4113, el cual es de norma para este tipo de operaciones.



*Ilustración 44. Banco de Calibración Bosch. De los autores*


Por otra parte, para los inyectores mecánicos en lo que se refiera a su comprobación está el probador de inyectores Bosch, este equipo de comprobación se opera

manualmente, lo cual da una gran responsabilidad sobre el diagnóstico al operador, además que las pruebas que se realizan a los inyectores mecánicos son más cualitativas que cuantitativas, al ser solo una la que verifica la presión de apertura. Este equipo consta de un depósito de combustible con filtración, un manómetro de presión, una válvula de paso y dos conectores a usarse de acuerdo al tipo de inyector.



*Ilustración 45. Equipo probador de inyectores. De los autores*

En último término, está el kit de desensamble y comprobación para bomba de inyección rotativa VE, el cual es indispensable para el correcto desensamble y ensamble, e igualmente para la comprobación en el banco

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



*Ilustración 46. Kit de ajuste bomba rotativa VE. De los autores*

### 7.1.1. Bomba de inyección

Para la comprobación siempre recomienda el fabricante una inspección visual en busca de fracturas, desgastes superficiales y holguras libres. Por simple que se vea, es una indicación de todo fabricante de sistemas de inyección ya que, por su diseño, están sujetos a desgastes por fricción, siendo esto la consecuencia de un combustible de mala calidad, entendiéndose esto como que su capacidad de lubricación se ha visto afectada. El método para la revisión y/o reparación, además de la calibración, se desglosa en tres pasos:

- Desensamble y verificación de la bomba de inyección

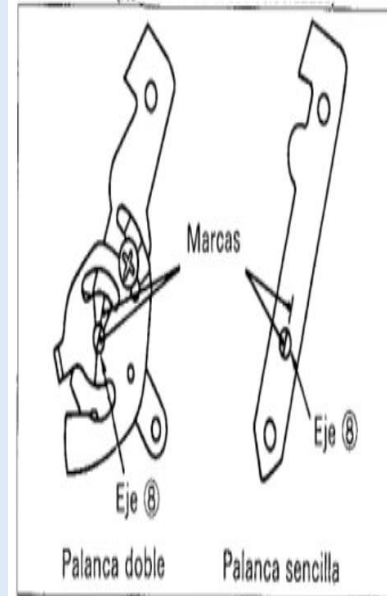
**Componente Grafico**

**Conjunto**  
**acelerador y**  
**válvula de**  
**parada**

**Diagnostico:**  
 Las estrías de la palanca de aceleración se encuentran sin fracturas, ni desgaste anormal, la cubierta del regulador en la parte de asentamiento esta sin daños o desgastes. La válvula de parada opera correctamente al conectarla a 12 voltios



**Inspeccion**

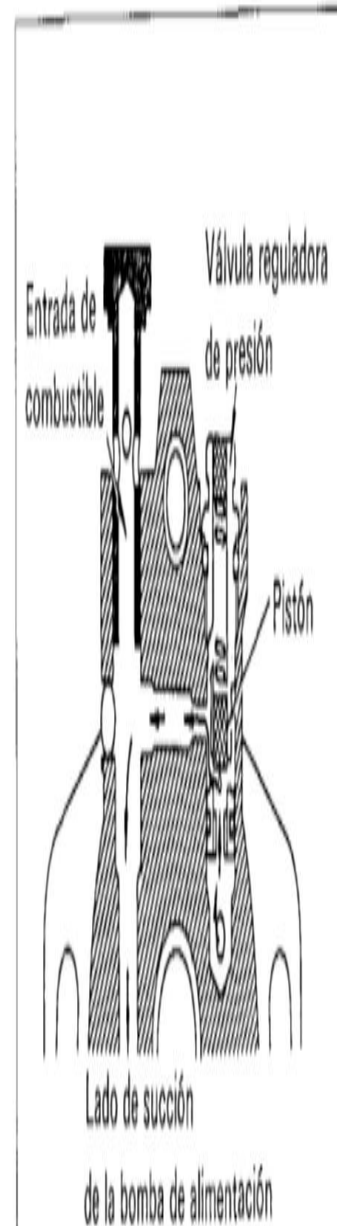




**Valvula reguladora de presión de transferencia**

**Diagnostico:**

Las roscas de fijación a la carcasa de la bomba permiten dar el ajuste recomendado por fabrica y no se evidencian desgastes anormales. Los émbolos flotantes y fijos tienen el ajuste correcto, el resorte no presenta danos superficiales y el pin de cierre ajuste en la carcasa de la válvula

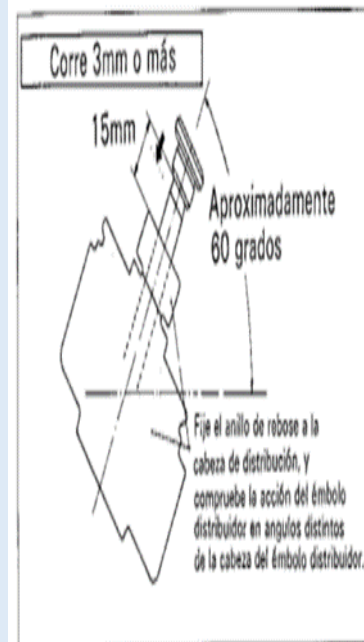
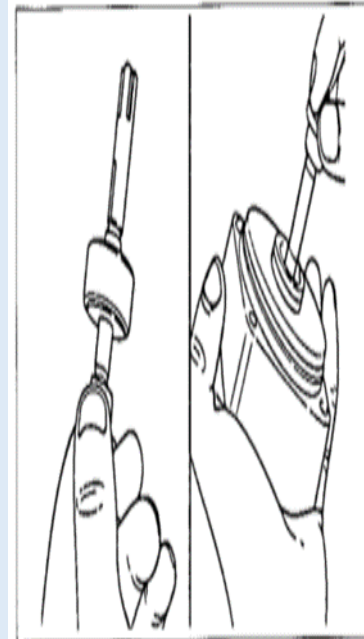
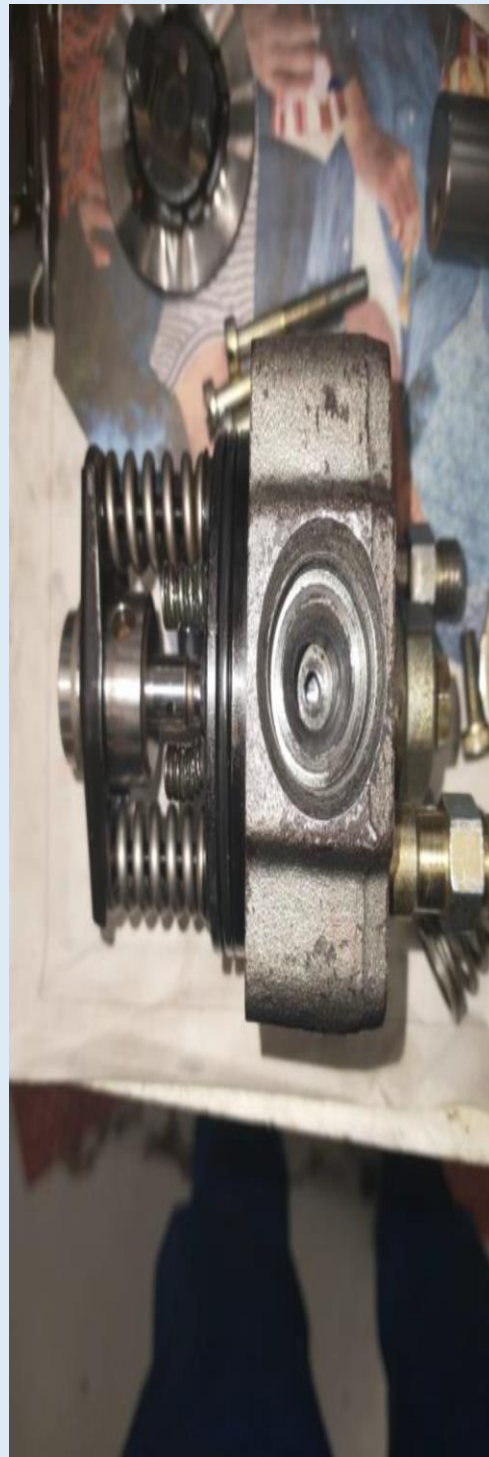


**Cabezal**

**hidráulico**

**Diagnostico:**

Al realizar la inspección visual no se encuentran desgastes superficiales anormales en el embolo de cabezal hidráulico, de igual manera al girarlo a 60 grados el embolo se desliza suavemente más de 3 mm.

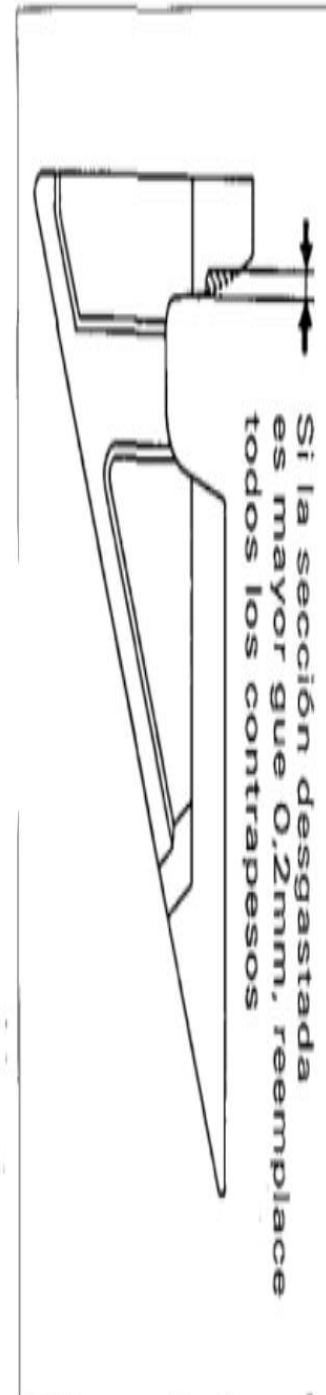


**Conjunto**

**portapesas**

**Diagnostico:**

Las áreas de contacto de las pesas con embolo tiene un desgaste entre 0.10 mm a 0.13 mm. El eje y el portapesas evidencia un desgaste mínimo, sin fracturas, picaduras u oxidacion

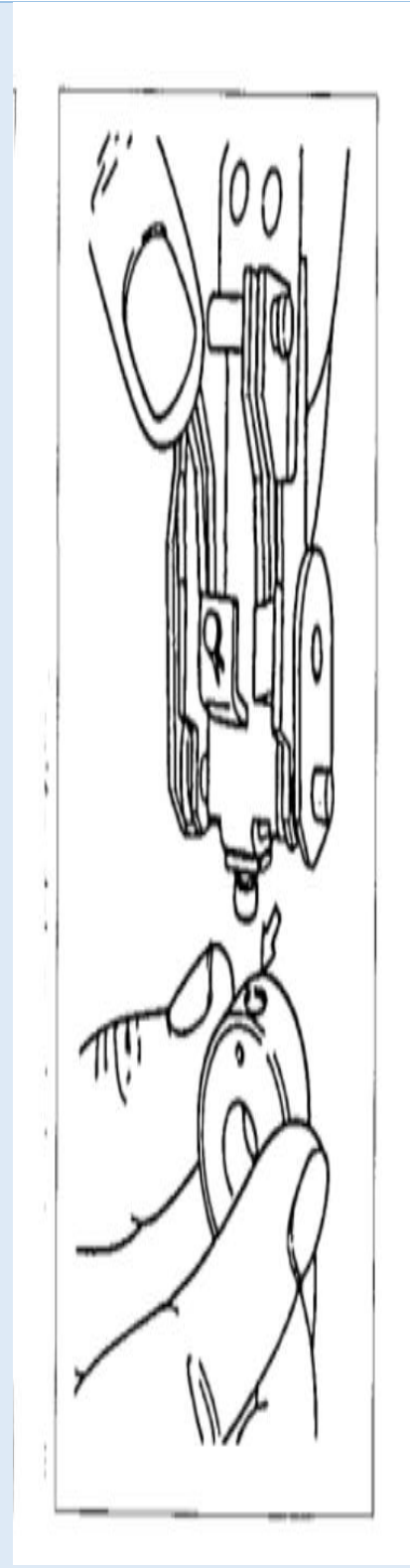




**Palancas**  
**regulador de**  
**combustible**

**Diagnostico:**

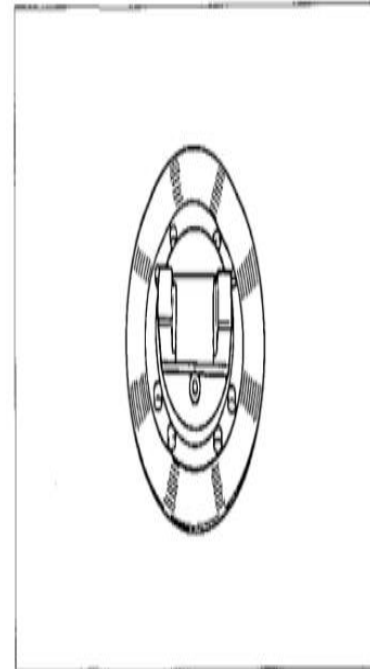
Se verifica el desplazamiento suave y sin restricciones de las palancas de accionamiento, de igual forma que el anillo de rebose acople correctamente en el pasador de bola, en este mismo sentido se realiza una inspección visual para verificar daños superficiales, desgastes o daños



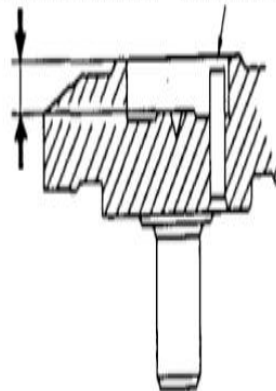
**Disco de levas**

**Diagnostico:**

Se mide la distancia L , la cual es de 3.85 mm, lo que indica que está dentro del rango de fábrica, también se inspecciona visualmente para verificar picaduras, rayaduras o desgastes anormales



Reemplace el disco de leva si la distancia (L) Pasador de impulsión es de 4,2mm o mayor. del émbolo distribuidor

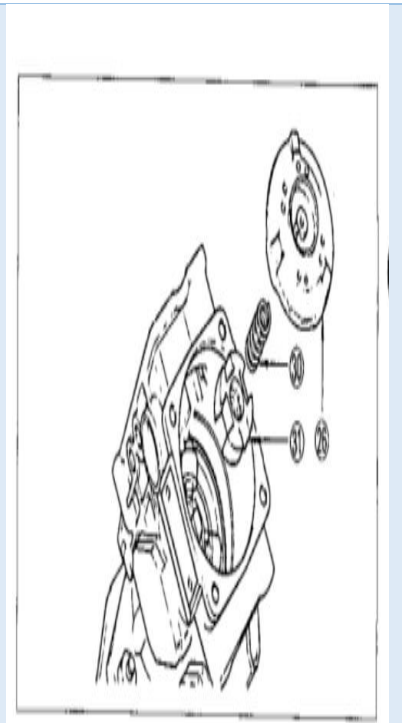
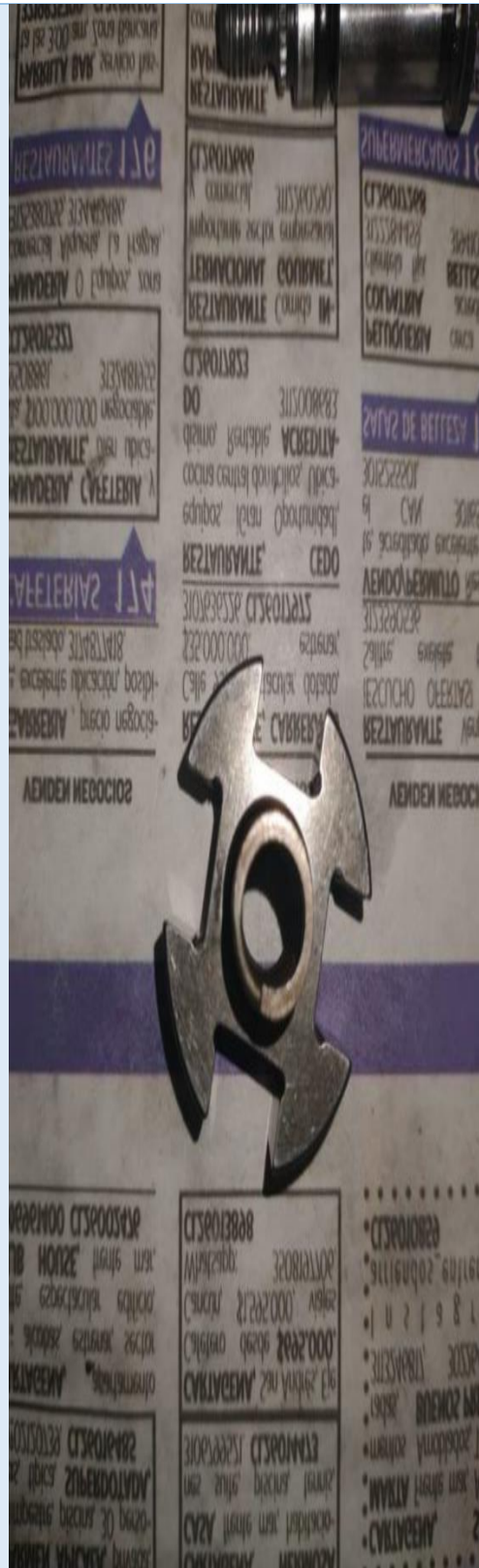


**Cruceta y**

**resorte**

**Diagnostico:**

Estos componentes usados como cadena de enlace entre el eje de mando y el cabezal hidráulico, se inspecciona por desgastes en sus aristas de unión, igualmente si presenta desgaste superficial, en cuanto al resorte, se verifica su paralelismo y tensión.

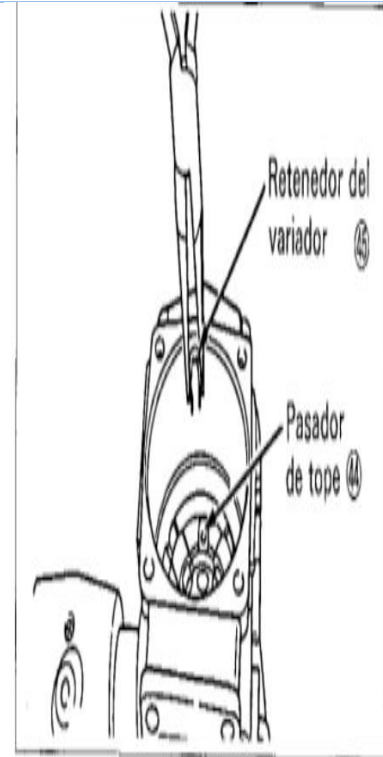




**Pin y pasador de embolo de avance**

**Diagnostico:**

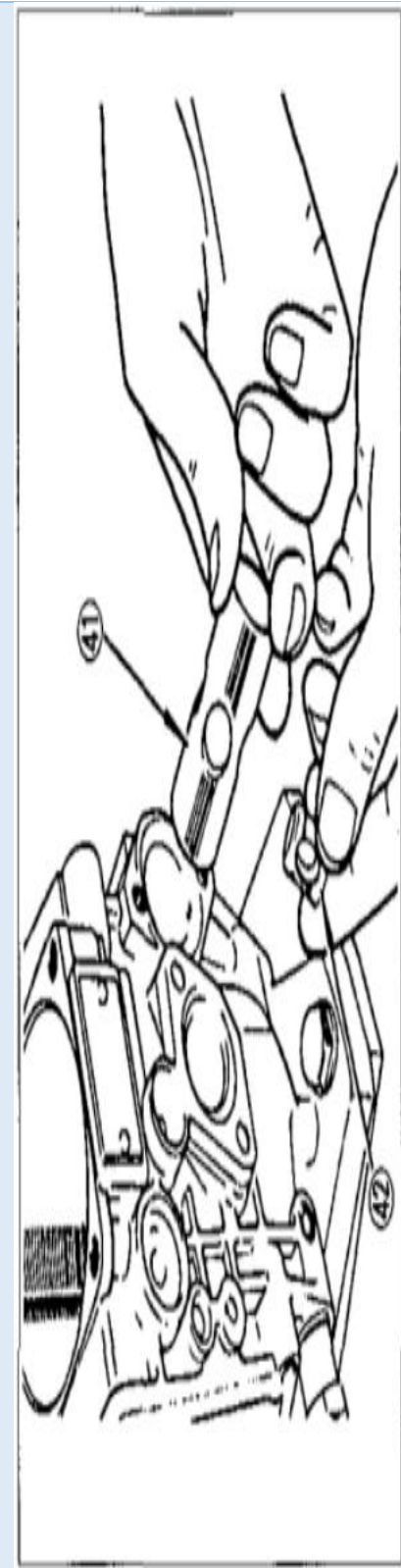
El pin y pasador no evidencian desgastes visuales, que incidan en el funcionamiento



**Embolo de avance**

***Diagnostico:***

El embolo del dispositivo de avance, se inspecciona por daños superficiales que afecten su libre desplazamiento o en la carcasa de la bomba de inyección

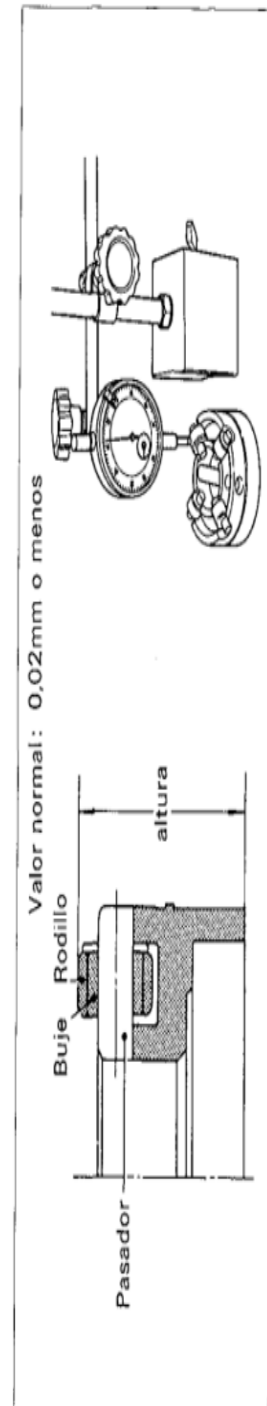


**Conjunto**

**portarodillos**

**Diagnostico:**

La inspección del conjunto rodillos no evidencia picaduras, rayaduras profundas, y al medir la circunferencia de los rodillos el rango esta 0.02mm

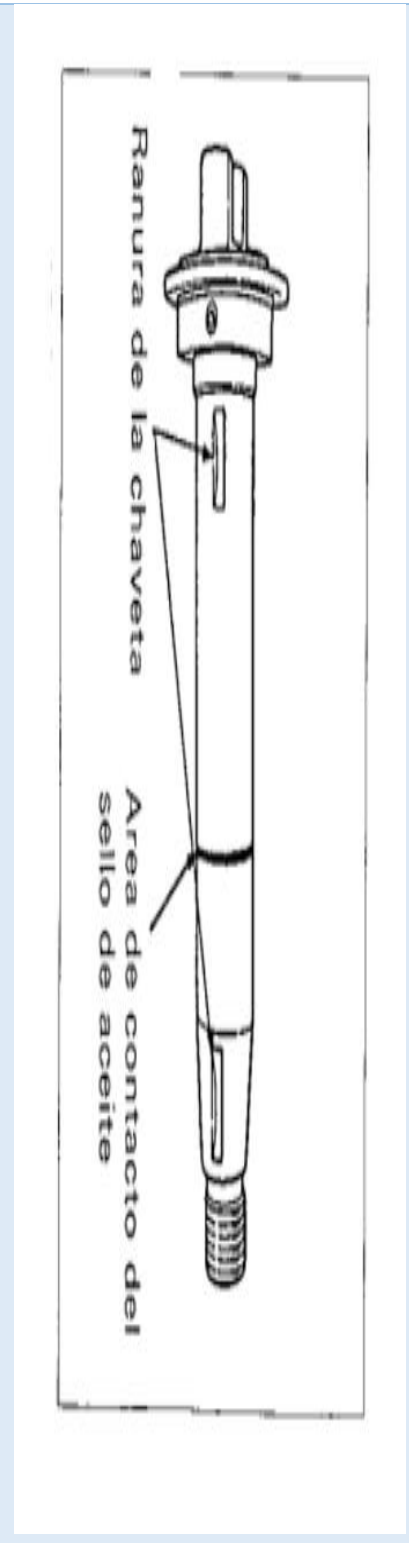




**Eje de mando**

***Diagnostico:***

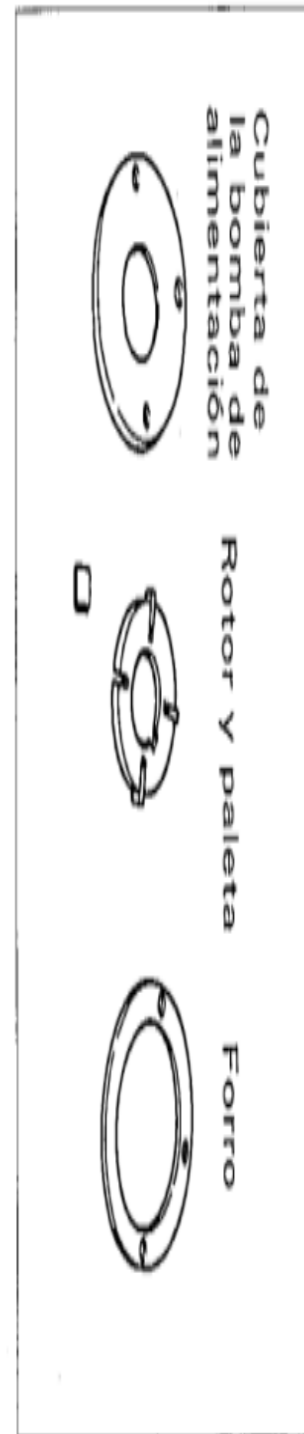
El eje presenta rayaduras superficiales, que no inciden en el funcionamiento, para ello se cambia el buje soporte y limpieza de los ductos de lubricación. En cuanto a las ranuras de las cuñas no hay deformaciones o desgastes que incidan en la transferencia de movimiento, el eje no presenta desgaste excesivo en el área de contacto del sello de aceite



**Bomba de transferencia**

**Diagnostico:**

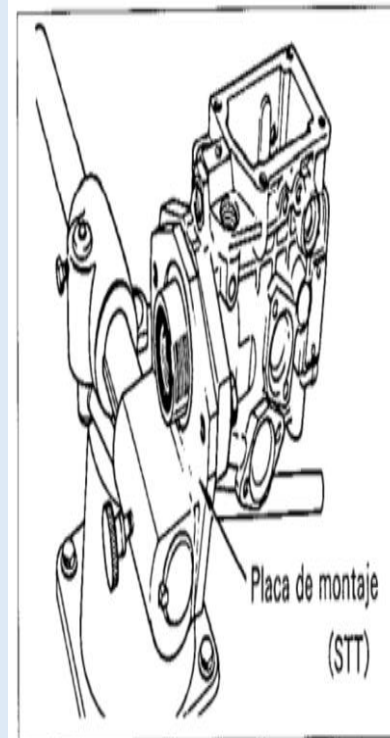
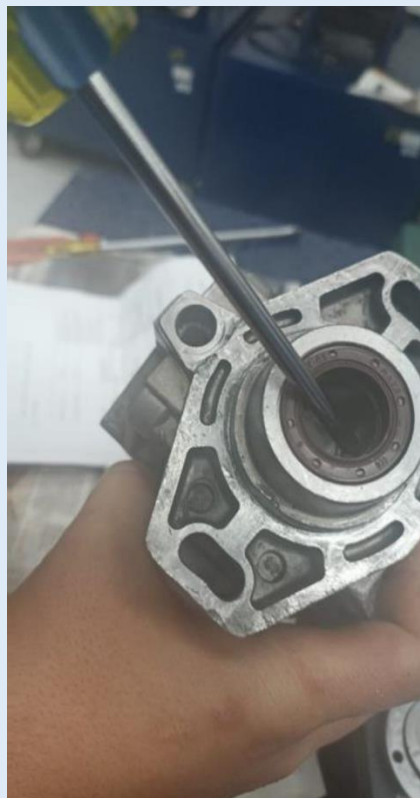
Si bien el diagnostico apropiado de este elemento es cuando se calibra la bomba en el banco, al realizar una inspección visual, los alabes, el rotor y la excéntrica no ponen en evidencia desgastes, picaduras o rayaduras. Los alabes se desplazan libremente en el rotor y la cuña del rotor no está deforme o desgastado



Reten y buje  
del eje de  
mando

**Diagnostico:**

En el proceso de revisión siempre se reemplaza el sello de aceite y el buje de apoyo del eje de mando.





**Bomba**  
**desensamblad**

**a**



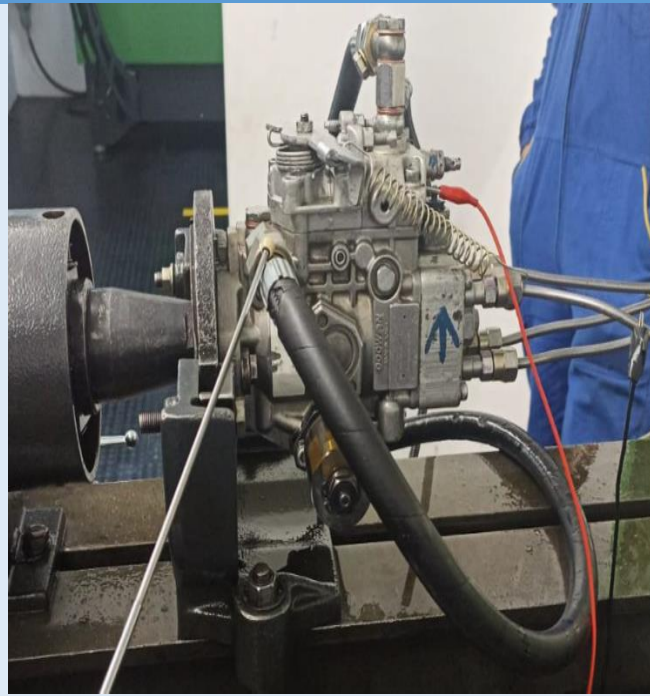
- Montaje de la bomba en el banco de calibración

Cuando se ensambla la bomba de inyección, se pasa a la etapa de montaje en el banco de calibración, para ello se debe considerar crear las condiciones similares para la bomba de inyección como si estuviese en el motor, de tal manera que hay que conectar suministro de combustible tanto para la entrada como el retorno, alimentación de corriente para la electroválvula de parada, conexión mecánica al motor eléctrico para puesta en marcha de la bomba de inyección en diversas rpm, conexión de medidores de presión de transferencia y avance de la inyección, y finalmente conectar las líneas de alta presión a los inyectores de medición de volumen de inyección, a continuación se evidencia dicho proceso:

**Etapa**

**Indicativo**

**Montaje inicial**



**Conexiones de aceite de comprobación**

Salida



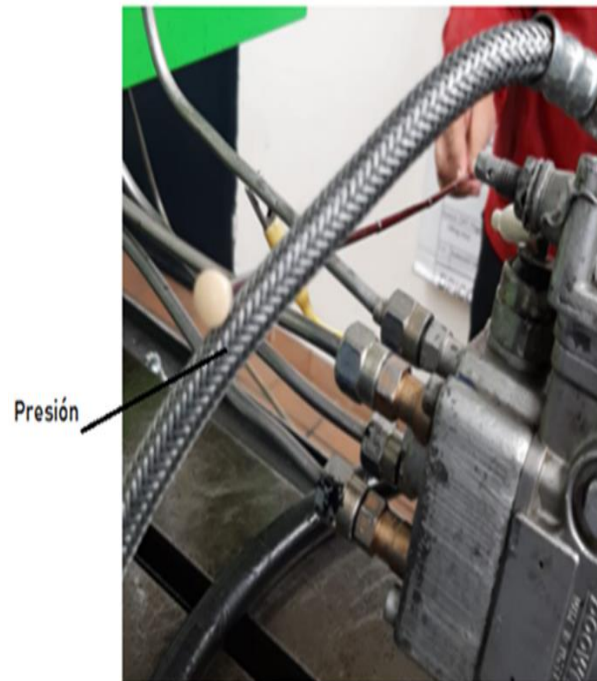


**Conexión a la electroválvula de parada**





Medidores de avance de la  
inyección y presión de  
transferencia



### Líneas de alta presión



- Calibración de la bomba según indicaciones de fabrica

Esta operación busca dejar la bomba de inyeccion en parámetros de fábrica, los parámetros están plasmados en lo que se conoce como ficha de calibración. De tal forma que se busca en función de las revoluciones programadas, la calibración de variables físicas como presión, volumen y desplazamiento lineal, que están ligadas con el correcto funcionamiento y ensamble de los componentes.

Esta información se desglosa con información propia de la bomba como sentido de giro, datos metrológicos de componentes internos de la bomba, anexa también los datos del motor en el cual dicha bomba va a ser instalada, también los parámetros iniciales con respecto a presión de los inyectores de prueba, temperatura del aceite de comprobación, dimensiones de las tuberías de conexión entre la bomba y los inyectores de comprobación del banco.

En último término están las variables a calibrar con respecto a componentes como regulador de combustible, cabezal hidráulico, presión de transferencia y desplazamiento del dispositivo de avance.

**JAKO** BOSCH Inyección EP, equipo de inyección diesel  
**REPOSICIONES** REPUESTOS Y RECTIFICADORA S.A.S.  
 Fecha de comprobación 30/09/2013 Tiempo: 12:24:04  
 Nº del cliente

Nr. de pedido: **VE**  
 Nr. de serie: **Carnival**

**DATOS DE BOMBA Y DE CLIENTE**

**DATOS DE BOMBA**  
 Edición 07.09.00  
 Numero de pedido 0 460 414 178  
 Denominación de la bomba VE4/11F2000R790

**DATOS DEL CLIENTE**  
 Cliente KIA  
 Motor J3 2.9 TCI  
 Potencia 95 kW

**CONDICIONES DE ENSAYO**

KAT	Denominación	Unidad	Valor teorico	min.	max.	Valores reales	AT
	Denominación		ISO 4113				
	Aceite de prueba	°C	55	54.0	56.0		
	Temp. retorno aceite de ensayo	mm	0.75				
	Estrang. sobre-carga	bar	0.35	0.30	0.40		
	Pres. entrada		1 688 901 116				
	Combinación porta-inyectores de ensayo	bar	207.00	200.00	214.00		
	Presión de apertura		1 680 750 073				
	Tubería impulsión ensayo	mm	6.00				
	Diametro exterior	mm	2.00				
	x Diametro interior	mm	450				
	x longitud	V	12				
	Iman de parada	V	0				
	Desconexión	V	12				
	Electrovalvula de KSB						

**VALORES DE AJUSTE/ENSAYO MEDIDAS PARA EL MONTAJE Y EL AJUSTE**

KAT	Denominación	Unidad	Valor teorico	min.	max.	Valores reales	AT
	Denominación	mm	3.7	3.6	3.8		
	Dimension K	mm	KOT	3	3		
	Medida MS1	mm	1.4	1.3	1.5		
	Bloqueo del comienzo de la alimentación						
E	Carrera émbolo	mm	1.13	1.11	1.15		
E	Salida		A				
	<b>AJUSTE DE POTENCIOMETRO</b>						
	Tension de alimentación	V	5.0				
	Pieza intermedia de 3er. tope de caudal	mm	12.0				
	Tension de medicion de 3er. tope de caudal	mV	1650				
	<b>AJUSTE DE POSICION DE PALANCA DE AJUSTE</b>						
	Separacion palanca reguladora YA	mm	24.0	22.0	26.0		
	Separacion palanca reguladora YB	mm	84.5	80.5	88.5		




**AJUSTE BASICO**




KAT	Denominación	Unidad	Valor teorico	min.	max.	Valores reales	AT
	<b>PRESION DE BOMBA DE ALIMENTACION</b>						
V	Régimen	1/min	1300			1300	
V	Presion carga	hPa	1500.00			1500.00	
E	Presion bomba alimentación	bar	7.4	7.1	7.7		
	<b>RECORRIDO DE VARIADOR DE AVANCE</b>						
V	Régimen	1/min	1300			1300	
V	Presion carga	hPa	1500.00			1500.00	
E	Recorrido del variador de avance	mm	4.00	3.90	4.10		
	<b>CAUDAL DE PL. CARGA CON PRESION DE CARGA</b>						
V	Regimen de calentamiento	1/min	2000			2000	
V	Temperatura de salida	°C	60			60	
V	Régimen	1/min	CARRERA 4000 7A-02			1000	
V	Temperatura de medicion	°C	56-3183-3112156926			56	
V	Presion carga	hPa	www.jakompa.com.co			1500.00	
E	Caudal de suministro	cm3/1000c.	81.20	81.00	81.40		
E	Dispersion	cm3/1000c.	5.00				


KAT = Categoría (V = Valores estándar, E = Valor de ajuste, U = Valor de verificación)  
 AT = fuera de tolerancias (X está activo)


Ilustración 47. Ficha de Calibración Bomba de inyección motor Kia Carnival J 2.9 TDi. De los autores



Ajuste básico	Revoluciones	Valor teórico	Valor real	Indicativo
Recorrido de variador de avance	1300	3.90 mm - 4.10 mm	3.98 mm	
Caudal a plena carga	1000	81.00 cc - 81.40 cc	81.20 cc	
Caudal de arranque	100	70 cc - 90 cc	80 cc	

<p><b>Reguladora limitadora final</b></p>	<p>2325</p>	<p>30.50 cc – 32.50 cc</p>	<p>31.40 cc</p>	
<p><b>Régimen ralentí</b></p>	<p>420</p>	<p>7.20 cc – 9.20 cc</p>	<p>8.10 cc</p>	
<p><b>Variador de avance</b></p>	<p>800 1300 2000</p>	<p>0.80 mm – 1.80 mm 3.90 mm – 4.10 mm 6.40 mm – 7.60 mm</p>	<p>1.20 mm 3.98 mm 6.70 mm</p>	

			
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

<b>Presión de transferencia</b>	de 800	4.9 bar – 5.9 bar	5.15 bar	
	1300	7.1 bar – 7.4 bar	7.2 bar	
	2000	9.4 bar – 10.8 bar	9.9 bar	

### 7.1.2. Inyectores

Los inyectores al igual que la bomba de inyección inciden directamente en las emisiones y el rendimiento del motor, eso hace esencial la revisión y calibración, esta operación requiere del equipo probador de inyectores, en el cual se aplican 4 pruebas que permiten evaluar la condición de los inyectores, a saberse:

- Presión de apertura
- Retorno de combustible
- Hermeticidad
- Patrón de atomización

La primera prueba es cuantitativa ya que el resultado es visible en el manómetro del equipo, esta indica el estado de la tensión del resorte y de las láminas de ajuste; la segunda es una prueba cualitativa que permite comprobar el estado de la tobera más puntualmente de la aguja y la tobera; la tercera determina el sello entre cuerpo y copilla, lo mismo que el asentamiento entre la punta de la aguja y el asiento de la tobera; por último el patrón de atomización siendo un indicativo del desgaste de los orificios de atomización de la tobera.

**Procedimiento**



**Resultado**

Desensamble de inyectores para inspección



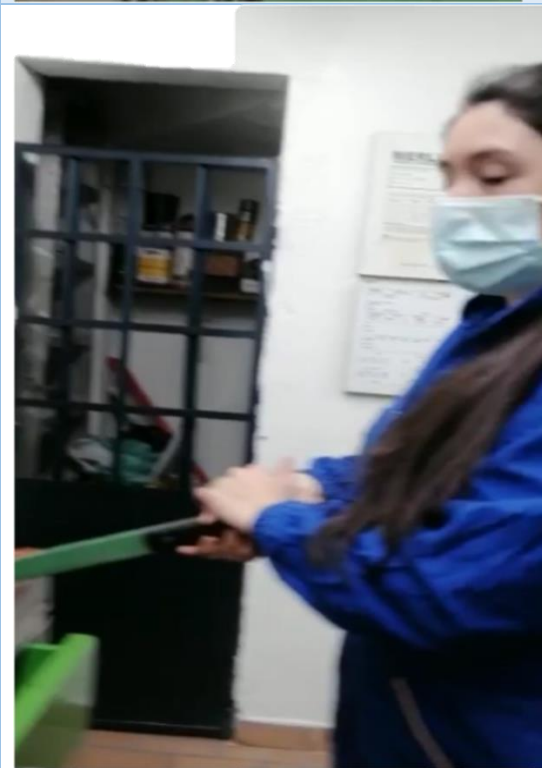
Ajuste de inyectores








Equipo de comprobación de inyectores



Comprobación de inyectores

			
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

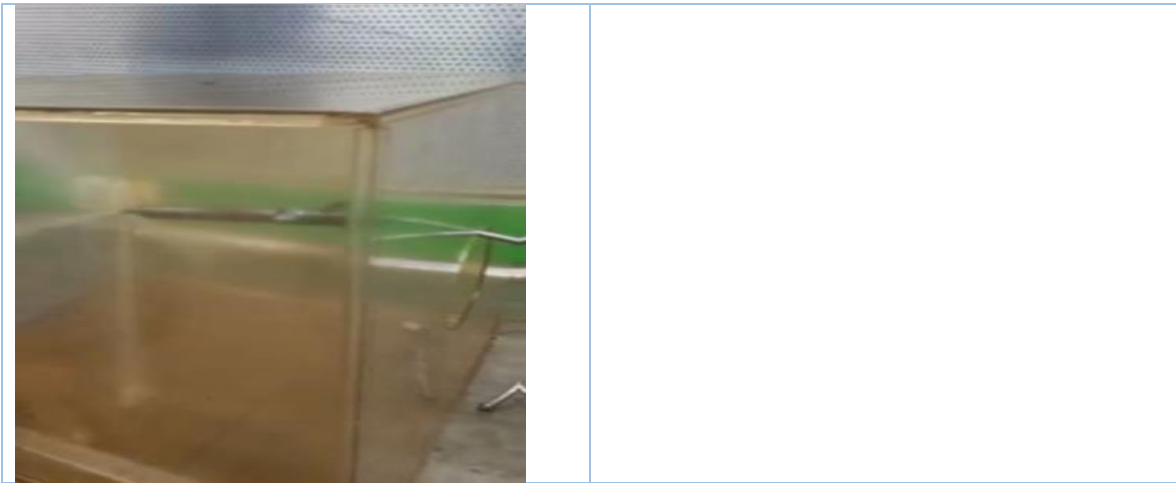



Tabla 6. Valores iniciales de los inyectores. De los autores

Prueba	Inyector 1	Inyector 2	Inyector 3	Inyector 4
<b>Presion de apertura</b>	1800 psi	2000 psi	2200 psi	1900 psi
<b>Retorno de combustible</b>	Tiempo de duración 2 segundos	Tiempo de duración 3 segundos	Tiempo de duración 5 segundos	Tiempo de duración 6 segundos
<b>Hermeticidad</b>	No presenta fugas entre cuerpo y copilla. La tobera se humedece	Presenta fugas entre la aguja y la tobera	Presenta goteo en la tobera de inyeccion	Presenta goteo en la tobera de inyeccion
<b>Patrón de atomización</b>	En baja se observan los 5 orificios, en alta solo se evidencia 3 orificios	En baja y alta se evidencia falta de pulverización, aunque evidencia los 5 orificios	No pulveriza correctamente en baja ni alta	En baja se observan 5 orificios de pulverización , en alta no hay pulverización correcta.

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

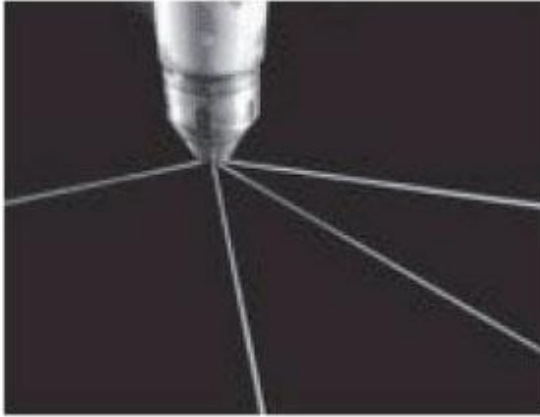
Con respecto al procedimiento de diagnóstico inicial y sus resultados, se puede inferir:

- En cuanto a la presión de inyección los valores no se encuentran en el rango dado por el fabricante, los cuales están entre 2900 – 4000 psi
- El retorno de combustible confirma el estado deficiente de ajuste entre la aguja y la tobera de cada inyector, siendo este un indicativo imperativo de reemplazar dichos componentes
- La hermeticidad de los inyectores refleja igual problema de las toberas, pero en este caso, de la parte del asiento
- El patrón de atomización es un indicativo del estado de desgaste interno de la tobera y la baja presión de apertura

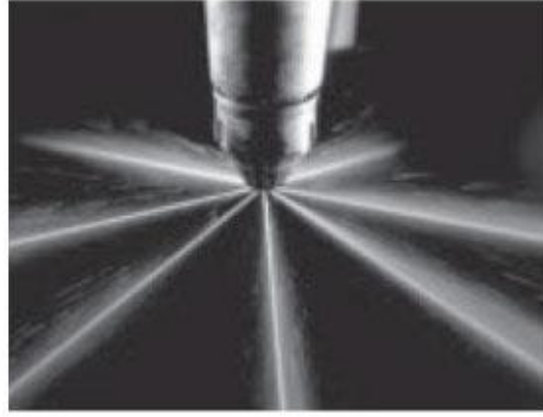
*Tabla 7. Valores finales de los inyectores. De los autores*

Prueba	Inyector 1	Inyector 2	Inyector 3	Inyector 4
<b>Presión de apertura</b>	2950 psi	3000 psi	2980 psi	2990 psi
<b>Retorno de combustible</b>	Tiempo de duración 21 segundos	Tiempo de duración 25 segundos	Tiempo de duración 23 segundos	Tiempo de duración 22 segundos
<b>Hermeticidad</b>	No presenta fugas entre cuerpo y copilla, así como en la tobera	No presenta fugas entre cuerpo y copilla, así como en la tobera	No presenta fugas entre cuerpo y copilla, así como en la tobera	No presenta fugas entre cuerpo y copilla, así como en la tobera
<b>Patrón de atomización</b>	Tan en baja como alta se denota hermeticidad y un correcto patrón de atomización por los 5 orificios de la tobera	Tan en baja como alta se denota hermeticidad y un correcto patrón de atomización por los 5 orificios de la tobera	Tan en baja como alta se denota hermeticidad y un correcto patrón de atomización por los 5 orificios de la tobera	. Tan en baja como alta se denota hermeticidad y un correcto patrón de atomización por los 5 orificios de la tobera


Inyector combustible SUCIO



Inyector combustible LIMPIO



*Ilustración 48. Patrones de atomización. Auto mecánica Castillo*

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

## 8. FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN

Tomando como punto de partida el centro de información /biblioteca de la universidad ECCI las fuentes a tener en cuenta se determinan como primarias y secundarias

### 8.1. FUENTES PRIMARIAS

Bounocore (1980) define a las fuentes primarias de información como “las que contienen información original no abreviada ni traducida: tesis, libros, nomografías, artículos de revista, manuscritos. Se les llama también fuentes de información de primera mano...”229 p. Incluye la producción documental electrónica de calidad.

Para efectos del avance del estado del arte se contemplan:

- Bases de datos de documentos de investigación
- Libros técnicos
- Normas y legislaciones
- Base de datos del centro de información de la UECCI


### 8.2. FUENTES SECUNDARIAS

Fuentes derivadas. Bounocore (1980) las define como aquellas que “contienen datos o informaciones reelaborados o sintetizados...”229p. Ejemplo de ella lo serían los resúmenes, obras de referencia (diccionarios o enciclopedias), un cuadro estadístico elaborado con múltiples fuentes entre otros.

Como fuentes secundarias se enlistan:

- Manual de reparación de motor KJ3 TDI
- Fabricantes de equipos de medición para motores diesel



		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

## 9. RECURSOS

En toda investigación es muy importante considerar los recursos que requiere el proyecto para llegar a buen término. En principio, es importante saber con qué recursos se cuenta, para poder determinar qué es lo que se deberá adquirir, y en función de ello hacer un planteamiento que nos permita, desde el inicio, gestionar las diferentes variables que asegurarán que el proyecto podrá desarrollarse adecuadamente.

### 9.1. RECURSOS FINANCIEROS

Para la realización de este proyecto se pretende contar con los siguientes recursos financieros con el fin de poderlo llevar a cabo:

- Presupuesto establecido para la elaboración del proyecto.
- Presupuesto para inversiones extra que sean necesarios (pago por acceso a páginas o bases de datos)

### 9.2. RECURSOS MATERIALES


Al tener como objetivo una mejora de rendimiento y emisiones, esto conlleva un cambio de componentes por ende d

- Insumos
- Repuestos según presupuesto

### 9.3. RECURSOS HUMANOS

Para la elaboración del proyecto se hace necesario contar con recursos humanos que se encargaran de llevar a cabo el proyecto.

- Estudiante de Tecnólogo en Mecánica automotriz
- Director/ docente integrante de comité de investigación de la Dirección de Ingeniería Mecánica de la Universidad ECCI

			
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


#### 9.4. RECURSOS TECNOLÓGICOS

Para la realización de este proyecto se hacen necesarios los siguientes conocimientos técnicos para la elaboración de este:

- Saber indagar acerca de la normatividad a nivel mundial y colombiana de emisiones contaminantes.
- Comprender los principios fundamentales en sistemas de inyección diesel y motor diesel
- Saber usar los equipos y herramientas necesarios para ejecutar las rutinas de mantenimiento necesarias

#### 9.5. RECURSOS ADMINISTRATIVOS


Para la elaboración del proyecto es importante el apoyo de la Universidad ECCI al brindar los recursos humanos y el acompañamiento propio de esta opción de grado.

			
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

## 10. CRONOGRAMA

Tabla 8. Cronograma. Del autor

	<u>Mes 1</u>	<u>Mes 2</u>	<u>Mes 3</u>	<u>Mes 4</u>	<u>Mes 5</u>	<u>Mes 6</u>
Presentación anteproyecto y aprobación	xxxxxxxxxxxxxxxxxx xx					
Cotización de insumos y repuestos		xxxxxxxxxxxxxx xx				
Compra de insumos y repuestos			xxxxxxxxxxxxxx xx			
Ejecución de rutinas de mantenimiento y puesta en marcha motor				xxxxxxxxxxxxxx xx	xxxxxxxxxxxxxx xx	
Redacción documento de grado				xxxxxxxxxxxxxx xx	xxxxxxxxxxxxxx xx	xxxxxxxxxxxxxx xx
Sustentación ante jurados						xxxxxxxxxxxxxx x

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009


## 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Algunas conclusiones al respecto de este proyecto:

- Poder realizar proyectos de investigación formativa permite al estudiante de Tecnología en Mecánica Automotriz aplicar y evaluar sus saberes
- La universidad ECCI tiene una gran capacidad de equipos y herramientas para hacer mantenimiento a motores diesel que son comunes en el sector automotriz
- El realizar operaciones de mantenimiento con una evaluación previa y poder comprobar los resultados finales, permite comprobar con resultados palpables las mejoras obtenidas
- El apoyo de Profesores, Jefatura de Laboratorios y Tutor fue apropiado y a tiempo

Como recomendaciones se proponen

- Aplicar más rutinas de mantenimiento a las ayudas didácticas del programa de Tecnología en Mecánica Automotriz
- Seguir con la adquisición de tecnología que aporte al crecimiento institucional, del recurso profesoral y de la comunidad estudiantil

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

## 12. REFERENCIAS

- Camara de comercio España Corea. (15 de Enero de 2022). Obtenido de <https://www.camaracomercioespanacorea.es/es/informacion-sobre-corea.html>
- Cummins Filtracion Inc. (2013). *Cummins filtracion*. Obtenido de [www.cumminsfiltration.com](http://www.cumminsfiltration.com)
- Donaldson. (2018). *Donaldson. com*. Obtenido de [www.donaldson.com](http://www.donaldson.com)
- Fedecombustibles. (2019). *Federacion Colombiana de Bicombustibles*. Obtenido de [www.fedebicombustibles.com](http://www.fedebicombustibles.com)
- Gil, H. (2002). *Sistemas de inyeccion diesel*. Barcelona: Ceac.
- Gonzalez, D. (2015). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diesel*. Madrid: Paraninfo.
- Gonzalez, D. (2020). *Motores termicos y sus sistemas auxiliares*. Madrid: Paraninfo.
- Hernandez, A. (2020). *Guia de ajuste y calibracion de sistemas de inyeccion diesel*. Bogota: ECCI.
- ICONTEC. (2012). *Norma Tecnica Colombiana 4231*. Bogota: Icontec Internacional.
- Kate, E., & Luck, W. (1982). *Motores diesel de gas y de alta compresion*. Barcelona: Reverte.
- Kia. España. (20 de Enero de 2022). Obtenido de <https://www.kia.com/es/todo-sobre-kia/empresa/historia/>
- Llanes, E., Guardia, Y., De la Rosa, A., Cevallos, S., & Rocha, J. (2019). Detección de fallas en motores de combustión mediante indicadores de temperatura y presión de inyección. *Ingenius*, 38-46.
- Miralles, J. (2000). *Bombas de inyeccion de diesel*. Barcelona: Ceac.
- Neomotor. (Marzo de 2022). Obtenido de <https://neomotor.sport.es/>
- Parreño, S. (2012). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor ciclo diesel*. Malaga: ic editorial.
- Perez, M. (2021). *Sistemas auxiliares del motor 3 edicion*. Madrid: Paraninfo.
- Reategui, W., & Salas, F. (2013). El biodiesel es obtenido mediante un proceso llamado transesterificación que consiste en la reacción entre las grasas (triglicéridos) presentes en un aceite vegetal con un alcohol de cadena corta que generalmente es metanol o etanol dando como productos l. *Produccion + Limpia*, 119 - 134.
- Sanz, S. (2018). *Motores*. Barcelona: Editex.
- Secretaria de ambiente. (Mayo de 2022). Obtenido de <https://ambientebogota.gov.co/es/fuentes-moviles>
- Secretaria distrital de movilidad. (Abril de 2022). Obtenido de <https://redempresarial.movilidadbogota.gov.co>
- Southerton, D. (2012). *Hyundai and Kia motors. The early years and producto development*.
- Tejada, c., Tejada, L., Villabona, A., & Luis, M. (2013). Obtencion del biodiesel a partir de diferentes tipos de grasa residual de origen animal. *Luna Azul*, 10 - 25.
- Universitat de Valencia. (10 de Diciembre de 2021). Obtenido de <https://www.uv.es/uvweb/master-investigacion-didactiques-especificques/es/blog/recursos-didacticos-del-ministerio-educacion-1285958572212/GasetaRecerca.html?id=1285973234220>
- Word trade energy. (2020). *Wordtradeenergy.com*. Obtenido de [www.worldenergytrade.com](http://www.worldenergytrade.com)