

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA SEDE CONCEPCIÓN –  
REY BALDUINO DE BÉLGICA.**

**SISTEMA COMMON RAIL: REVISIÓN Y REPARACION DE INYECTORES  
ELECTROMAGNETICOS DELPHI EN BANCO DE PRUEBA. SSANJONG  
ACTION 2007**

Trabajo de título para optar al título de técnico  
universitario en mecánica automotriz

Alumno: Eduardo Ignacio Esparza Aguilera

Profesor Guía: Fabrizio Cariñe Avendaño

## **DEDICATORIA:**

Primero que nada, este trabajo no lo pude haber hecho posible sin la ayuda y el apoyo de muchas personas que componen mi círculo cercano, como mi familia, colegas y hasta profesores que me han dado la motivación, el ánimo y me han empujado a lo largo de mi carrera universitaria. También agradecer a Dios, por brindarme la inteligencia, paciencia y guiarme siempre que lo eh necesitado. Por último, agradecerme a mí mismo por todo el esfuerzo y compromiso.

## **RESUMEN**

En este trabajo se detallará el sistema de alimentación common rail enfocado en la intervención y revisión de inyectores, además de ver otros tipos de inyectores como los piezoeléctricos que poco a poco se están viendo más en el mercado. En esta ocasión estaré hablando de la camioneta SSANGYONG ACTYON año 2007 motor 2.0

Se dará a conocer la información de la camioneta en detalle, en la cual se hizo esta investigación.

Se abarcará del origen del sistema common rail y su evolución al largo de los años. Además, se incorporará información del gasoil, también de contaminantes que produce la combustión Diesel y la ley que nos rige acerca de estos contaminantes.

El segundo capítulo abarca el circuito del sistema common rail el cual se divide en 2, el sistema de baja presión y alta presión, se detalla la función de los componentes mecánicos y eléctricos, comentando su respectiva mantención correctiva y preventiva.

El tercer capítulo es el fundamental de este trabajo ya que se dará información muy poco conocida de inyectores Diésel, se adjuntará información obtenida en bancos de prueba, parámetros, calibración, mantención preventiva y correctiva, fallas frecuentes y medidas de seguridad y precauciones.

En el capítulo 4 se adjuntará costos de repuestos y mano obra por mantenciones ya sea preventiva o correctiva del capítulo 2 y 3.

## **INDICE**

DEDICATORIA: .....	2
RESUMEN.....	3
INDICE .....	4
SIGLA Y SIMBOLOGIA.....	10
Sigla: .....	10
Simbología .....	10
INTRODUCCION .....	11
OBJETIVOS: .....	12
GENERAL .....	12
ESPECIFICOS:.....	12
CAPITULO 1: SISTEMA COMMON RAIL.....	13
1.1 HISTORIA DEL SISTEMA COMMON RAIL .....	14
1.2 COMBUSTIBLE UTILIZADO.....	16
1.2.1 Tipos de Diesel: .....	16
1.2.1.1 Gasoil A: este es comúnmente permitido para automóviles, existen 2 variantes. 16	
1.2.1.2 Gasoil B.....	16
1.2.1.3 Gasóleo C:.....	16
1.2.2 Tipos de gasoil:.....	16
1.2.2.1 Bio-Diesel .....	16
1.2.2.2 Mezcla de Bio-Diesel .....	16
1.2.2.3 Diesel de azufre ultra bajo.....	16
1.2.2.4 Diesel regular .....	16

1.2.2.5	Diesel de grado 1D, 2D, 4D.....	17
1.3	MOTOR DIESEL .....	18
1.3.1	Ciclo motor Diesel de 4 tiempos.....	18
1.4	CONTAMINANTES .....	20
1.5	LEY CHILENA ACERCA DE CONTAMINANTES DIESEL.....	21
CAPITULO 2: FUNCIONAMIENTO CIRCUITO DE BAJA Y ALTA PRESIÓN EN SSANGYONG ACTION 2007.....		24
2.1	INFORMACION DEL VEHICULO .....	25
2.1.1	MOTOR XDI.....	25
2.2	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO:.....	26
2.3	DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE.....	27
2.3.1	Existen 2 materiales clave para la fabricación de los depósitos los cuales son: 28	
2.3.1.1	Los depósitos de plástico .....	28
2.3.1.2	Los depósitos metálicos: .....	28
2.4	BOMBA DE ALIMENTACIÓN .....	29
2.4.1	Bomba eléctrica .....	29
2.4.2.1	Bomba de paletas .....	29
2.4.2.2	Bomba de engranajes .....	30
2.5	FILTRO DE COMBUSTIBLE .....	31
2.5.1	Tipos de filtros de combustible:.....	31
2.5.2	También los filtros se clasifican en cuanta ppm pueden filtrar, existen 3 tipos: 31	
2.6	BOMBA DE ALTA PRESIÓN .....	33
2.7	RIEL COMÚN.....	34

2.7.1	El sensor de presión de riel: .....	34
2.8	ECU .....	37
2.8.1	En el sistema riel común podemos encontrar los siguientes sensores: .....	38
2.8.1.2	Sensor CMP: .....	39
2.8.1.3	Sensor MAF .....	39
2.8.1.4	Sensor de temperatura del agua: .....	40
2.8.1.5	Sensor pedal de acelerador .....	40
2.9	INYECTORES COMMON RAIL Y DIAGNOSTICO .....	42
2.9.1	Inyector abierto: .....	42
2.9.2	Inyector cerrado .....	42
2.9.3	Piezas internas de un inyector:.....	43
2.10	TIPOS DE INYETORES .....	45
2.10.1	Inyector mecánico.....	45
2.10.2	Inyector bomba .....	45
2.10.3	Inyector piezo eléctrico.....	46
2.10.4	Inyector electromagnético.....	47
2.11	INYECTOR DELPHI .....	48
CAPITULO 3: INYECTORES COMMON RAIL, DIAGNOSTICO, REPARACIÓN Y MANTENCIONES. ....		49
3.1	BANCOS DE PRUEBA .....	50
3.2	PROCESO DE DIAGNÓSTICO EN EL VEHÍCULO .....	53
3.2.1	Debemos saber que existen 3 tipos de mantenimiento: .....	53
3.2.2	FALLAS .....	53
3.2.2.1	Estanque de combustible:.....	53

3.2.2.2	Bomba de baja presión:.....	54
3.2.2.3	Bomba de alta presión:.....	54
3.2.2.4	Riel común .....	55
3.2.2.8	Filtro de combustible .....	56
3.3	DIAGNOSTICO Y REPARACION DE INYECTOR .....	57
3.3.1	Proceso de desarme y reparación.....	57
3.3.2	Reparación .....	59
3.3.3	Armado y prueba final .....	60
CAPITULO 4: COSTOS DE REPARACIÓN.....		61
4.1	COSTO DE REPUESTOS ORIGINALES:..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
4.1.1	COSTO DE MANTENIMIENTO .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
CONCLUSION:.....		63
BIBLIOGRAFIA .....		64

## **INDICE DE IMAGENES**

Figura 1- Primer prototipo de motor Diesel .....	14
Figura 2- Comparación de Diesel refinado .....	17
Figura 3- Ciclo de trabajo motor 4 tiempos .....	19
Figura 4- Porcentaje de gases contaminan .....	20
Figura 5- Ssangyong Action 2007 .....	25
Figura 6- Componentes principales de sistema common rail .....	26
Figura 7- Depósito de combustible .....	27
Figura 8- Bomba eléctrica.....	29
Figura 9- Bomba de baja presión, tipo paletas .....	30
Figura 10- Bomba de alimentación, tipo engranajes.....	30
Figura 11- Filtro de combustible de Ssangyon Action.....	31
Figura 12- Bomba rotativa de alta presión .....	33
Figura 13- Riel común .....	34
Figura 14- Sensor de riel .....	35
Figura 15- Válvula reguladora de presión de bomba o riel.....	36
Figura 16- Módulo de control ECU .....	37
Figura 17- Check Engine .....	38
Figura 18- sensor CKP .....	38
Figura 19- Sensor CMP.....	39
Figura 20- Sensor MAP o flujómetro.....	40
Figura 21- Sensor de agua o refrigerante .....	40
Figura 22- sensor de pedal acelerador.....	41
Figura 23- inyección indirecta .....	42

Figura 24- inyección directa .....	43
Figura 25- inyector mecánico.....	45
Figura 26- inyector bomba.....	46
Figura 27- inyector piezo eléctrico .....	47
Figura 28- inyector electromagnético .....	47
Figura 29- inyector Delphi de Ssangyong Action.....	48
Figura 30- Banco de pruebas (con pipetas).....	50
Figura 31- banco de pruebas electrónico .....	51
Figura 32- inyector siendo probado en banco .....	52
Figura 33- bomba rotativa con eje cortado .....	54
Figura 34- culatín contaminado y con oxido.....	55
Figura 35- válvula 621 contaminada.....	58

### **INDICE DE TABALAS**

Tabla 1- Tabla de valores acorde al ennegrecimiento permitido .....	21
Tabla 2- Requerimientos de opacidad según la potencia y medida del escape.....	22
Tabla 3- Especificaciones de la primera a la doceava región .....	22
Tabla 4- Especificaciones de la región metropolitana a la sexta región .....	23
Tabla 5- tabla de valores de válvula reguladora según voltaje .....	35
Tabla 6- Factura real de taller, modificada. ....	62

## **SIGLA Y SIMBOLOGIA**

### Sigla:

- ❖ CKP: sensor posición de cigüeñal / CRANKCHAFT POSITION SENSOR
- ❖ CMP: sensor posición árbol de levas / Camshaft Position Sensor
- ❖ MAF: sensor flujo másico del aire / Mass Air Flow
- ❖ ICP: sensor presión de riel / Injection Preassure Control
- ❖ ECT: temperatura líquido refrigerante / Engine Coolant Temperature
- ❖ APP: sensor posición acelerador / Accelerator pedal position

### Simbología

- ❖ KM/H: Kilometro por Hora.
- ❖ Nm: Newton metro.
- ❖ V: Volt.
- ❖  $\Omega$ : OHM
- ❖ A: Amper.
- ❖ ml/min: milímetro por minuto.
- ❖ °C : Grados Celsius

## **INTRODUCCION**

En el mundo automotriz uno de los sistemas de alimentación más conocidos por la industria es el common rail por sus ventajas a la hora de ofrecer rendimiento y eficiencia, esto lo hace con diferentes tipos de inyector, en el cual daré enfoque en la intervención de inyectores Delphi entregando información a lo largo de todo su circuito, complementando un poco con lo aprendido en la práctica.

Se explicarán componentes, Ya sea externos e internos detallando su respectiva mantención preventiva y correctiva con sus protocolos de seguridad. El enfoque principal del trabajo es la reparación de inyectores electromagnéticos, en específico la marca Delphi, Se mencionará los demás tipos de inyectores y una comparativa. Se adjuntará información obtenida de un laboratorio de inyectores.

Se explicarán los tipos de mantención, los cuales se abarcarán diversos tipos de fallas, con sus respectivas reparaciones, incluyendo precauciones y medidas de seguridad al intervenir en este sistema.

## **OBJETIVOS:**

GENERAL: Dar a conocer el sistema common rail, hablar de su funcionamiento completo, conocer componentes y dar enfoque a reparación de inyectores. Ver los tipos de inyectores. Mostrar el ciclo de trabajo y dar información de taller para medidas de seguridad al intervenir en el sistema common rail.

## **ESPECIFICOS:**

Dar a conocer el origen del sistema common rail, conocer su combustible, principio de su funcionamiento y ciclo de trabajo.

Explicar funcionamiento del circuito, visualizar y entregar información de componentes principales.

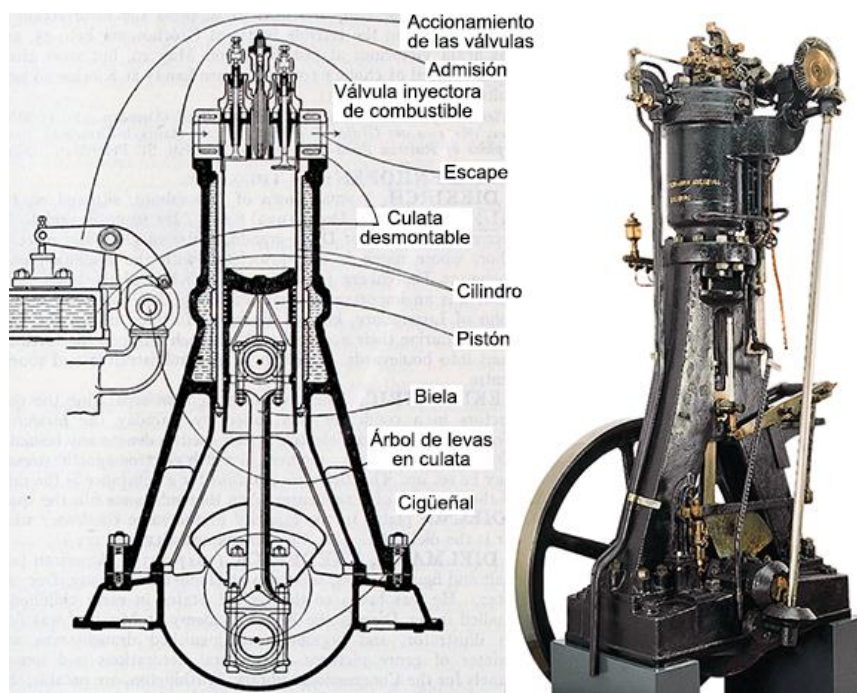
Dar a conocer el funcionamiento inyectores, pruebas de medición, calibración, limpieza, reparación, etc.

Dar costos de reparación, componentes originales y mano de obra.

## **CAPITULO 1: SISTEMA COMMON RAIL**

## 1.1 HISTORIA DEL SISTEMA COMMON RAIL

La marca Fiat fabricó el primer vehículo privado con este sistema en el año 1997, se trataba del Alfa Romeo 156 JTD, que fue un vehículo que dio el paso para la fabricación de motores similares. Aunque en 1997 se haya lanzado el primer vehículo con el sistema common rail, fue a principios de los 70 y termino de los 60 los primeros prototipos, esto es gracias a estas dos personas Robert Huber y a Marco Rean, desarrollando las bases de los actuales motores de inyección directa en el Swiss Federal Institute of Technology de Zúrich. En todo el procedimiento de correcciones, errores e investigaciones, por fin pudieron dar a luz de una manera la idea de este sistema. En Japón los ingenieros de Denso Corporation fabricaron el camión Hino Rising Ranger, que salió en el año 1995, siendo el primer vehículo automotriz en tener sistema common rail. La compañía Boch fue clave, ya que dio los retoques finales y este invento pudo ser lanzado y comercializado.



*Figura 1- Primer prototipo de motor Diesel*

Este sistema no ha quedado obsoleto en lo absoluto, sigue en constante evolución, cada vez incorporando más elementos eléctricos. La empresa Fiat en 2003 lanza su mayor innovación que es el Multijet.

¿Qué es el multijet?

Para saber que es la tecnología multijet debes saber que el principio de inyección directa parte por la tecnología unijet.

Creado por Fiat Group, el funcionamiento de unijet se refiere a que el inyector inyecta solo una vez a la cámara de combustión esto es lo teórico, pero se sabe que esta tecnología puede inyectar dos veces una preinyección y plena inyección.

Entonces multijet significa múltiples inyecciones en un mismo ciclo, llegando a inyectar entre 3 a 5 veces. A partir del año 2009 se está empleando la tecnología multijet II, que aumenta aún más las inyecciones en un mismo ciclo, logra inyectar de 5 a 8 veces, por ciclo.

Los beneficios que otorga la tecnología multijet, es aprovechar mucho mejor el poder calorífico de la combustión, haciendo una combustión gradual y más controlada, ofreciendo menor vibraciones motor y lo fundamental que es la reducción de contaminantes. Lógicamente al ir avanzando la tecnología multijet, se necesita componentes que puedan cumplir la demanda que exigirá para su pleno funcionamiento, se debe incorporar inyectores mucho más precisos.

## 1.2 COMBUSTIBLE UTILIZADO

El combustible que se utiliza en este sistema de alimentación es el Diésel o también conocido como el Gasoil, compuesto principalmente de parafina, isoparafinas y ciclo parafinas. Es un hidrocarburo que tiene una densidad de 850 kg/m<sup>3</sup> máximo y 820 kg/m<sup>3</sup> como mínimo. Consta de un poder calorífico de 10.000 kcal/kg, a comparación de la bencina que es 11.000 kcal/kg.

Este combustible es uno de los más económicos ya que es más sencillo al refinar, Se obtiene gracias al proceso de destilación del petróleo crudo, que es sometido a purificación para eliminar el azufre y otros componentes. En comparación con la gasolina que necesita más procesos de refinación.

Algunas características del Diésel es su viscosidad aceitosa que permite un poder lubricativo en componentes mecánicos, también cumple la función de refrigerar gracias a su estado líquido. El Diésel se mide en cetanos. Este índice determina la facilidad de flamabilidad y la volatilidad del combustible. Hay variantes ligeras para motores de vehículos pesados, ligeros, de carrera, navales, aéreos y ferrocarriles.

### 1.2.1 Tipos de Diesel:

1.2.1.1 Gasoil A: este es comúnmente permitido para automóviles, existen 2 variantes.

- Diesel convencional
- Diesel premium

1.2.1.2 Gasoil B: Este carburante es más utilizado en el área industrial y agrícola, también es utilizado para la calefacción, pero tiene menos poder calorífico.

1.2.1.3 Gasóleo C: utilizado para la calefacción doméstica y utilizado en la industria.

### 1.2.2 Tipos de gasoil: Hay muchas variantes del gasoil para motores Diesel tales como:

1.2.2.1 Bio-Diesel: Producido por otros compuestos que no son petróleo.

1.2.2.2 Mezcla de Bio-Diesel: mezcla de Diesel convencional y Bio-Diesel

1.2.2.3 Diesel de azufre ultra bajo: esta variante posee 20 partes por millón de azufre disminuyendo el gas contaminante a través de la combustión.

1.2.2.4 Diesel regular: Diesel convencional con 500 partes por millón de azufre, o sea es más contaminante.

1.2.2.5 Diesel de grado 1D, 2D, 4D: esta variante clasifica los tipos de Diesel por grado de densidad siendo 1D, 2D y 4D las más utilizadas.

- 1D: utilizada cuando el motor varío constantemente, usado en climas fríos.  
Menos denso
- 2D: utilizado en motores uniformes, a altas temperaturas y climas cálidos.
- 4D: muy poco utilizado, se emplea en motores de baja velocidad.



*Figura 2- Comparación de Diesel refinado*

### **1.3 MOTOR DIESEL**

El principio de funcionamiento del motor Diesel es la aspiración de aire (oxígeno), el cual se mezcla en la cámara de combustión con Diesel pulverizado inyectado directa o indirectamente, provocando una mezcla de temperatura, oxígeno y carburante, esto se resume en energía química (explosión), el pistón recibe toda esa energía y la transmite hacia el cigüeñal, provocando trabajo mecánico y así logrando mover el motor. El motor Diesel es conocido por ofrecer más rendimiento y economía, esto es gracias a su mezcla estequiométrica que es 14,5 – 1, es decir necesita 14,5 gramos de aire cada 1 gramo de Diesel.

#### **1.3.1 Ciclo motor Diesel de 4 tiempos**

Al igual que su rival el motor bencinero el motor Diesel cumple con los 4 factores claves para cumplir el ciclo de trabajo: admisión, compresión, combustión y escape. Ahora a detalle visualizaremos cómo se comportan estas etapas de trabajo:

- **Admisión:** el pistón se encuentra en PMS y a la vez que va bajando a PMI abre la válvula de admisión, dejando entrar oxígeno, y como el pistón baja, se produce una aspiración, dejando entrar más aire a la cámara de combustión.
- **Compresión:** el pistón terminando la etapa de admisión se encuentra en PMI. Con todo el aire en la cámara el pistón comienza a subir a PMS, comprimiendo el aire y este cuando está muy cerca de subir completamente empieza la siguiente etapa.
- **Combustión:** el pistón unos 15° antes de llegar a PMS, se inyecta el gasoil, provocando así la energía química para que el pistón baje de nuevo a PMI
- **Escape:** se crean gases, gracias a la combustión que quedan en la cámara de combustión, entonces el pistón vuelve a subir, empujando estos gases hacia la válvula de escape, la cual abre y deja salir estos gases al exterior.

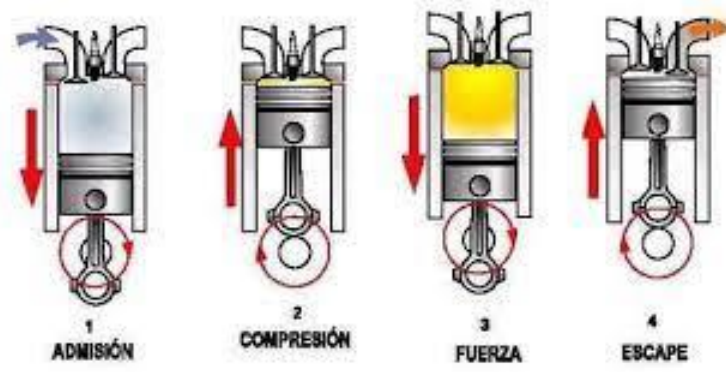


Figura 3- Ciclo de trabajo motor 4 tiempos

## 1.4 CONTAMINANTES

Los motores Diésel son unas máquinas térmicas que transforman la energía química en energía mecánica y energía térmica, con un rendimiento en el mejor de los casos del 35-40% (sin tener en cuenta rozamientos ni resistencias aerodinámicas) por lo que un 60-65% de esa energía química se transforma en calor. En otras palabras, queman el combustible, creando gases que se expulsan en el aire. Estos gases mejor conocidos como gases de escape, que son muy poco amigables con el medio ambiente

El motor Diesel genera los siguientes gases: Nitrógeno, oxígeno, agua, dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos nítricos, dióxido de azufre, plomo, hidrocarburos. Siendo el óxido nítrico el más peligroso y que necesita mayor control, ya que provoca una formación de ozono fotoquímico (smog o niebla contaminante) y tiene consecuencias para la salud.

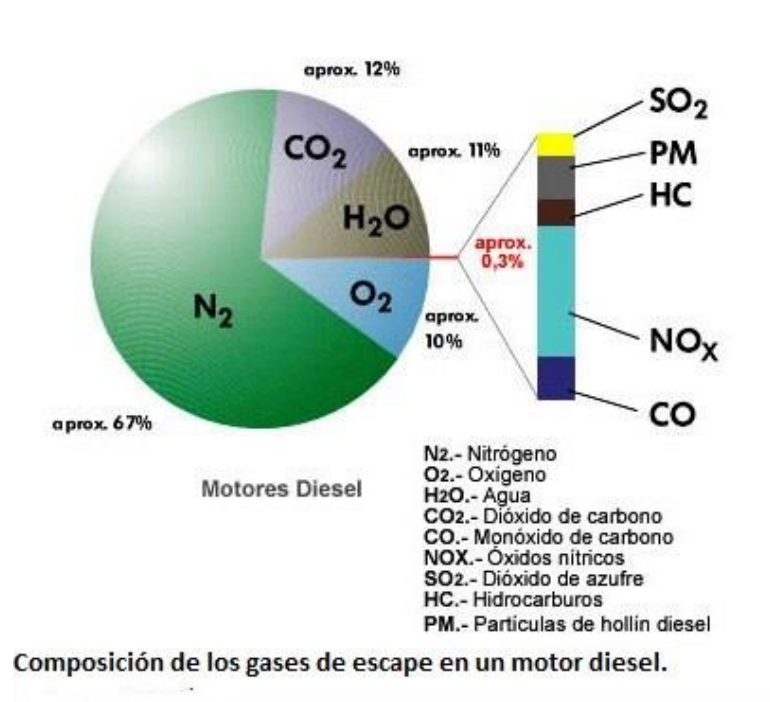


Figura 4- Porcentaje de gases contaminan

Para saber si un vehículo esta apto para su uso en las calles, ósea que no contamine el medio ambiente o lo más minimizado posible, esto depende de cada país que parámetros tiene con respecto a niveles de contaminación. Para que el vehículo pueda circular tranquilamente debe pasar la revisión técnica, es allí donde utilizan un equipo para medir los gases de escape, específicamente lo hace mediante la opacidad del humo del vehículo.

En los vehículos con sistema DPF, se miden con un equipo especial, que pueda medir partículas.

### **1.5 LEY CHILENA ACERCA DE CONTAMINANTES DIESEL**

Decreto supremo n° 4/94

Artículo 3°: La emisión de contaminantes por el tubo de escape de los vehículos Diesel, que circulen en la Región Metropolitana, considerará sólo el humo visible (partículas en suspensión), medido a través del Índice de Ennegrecimiento, Opacidad u Opacidad en flujo parcial:

Índice de Ennegrecimiento: Se medirá conforme a las condiciones y método señalados en los artículos 4° y 5°, siguientes. El Índice de Ennegrecimiento, que se mide sólo para el ensayo con carga, deberá ser inferior o igual al valor que se indica para la correspondiente potencia del motor del vehículo, en la tabla siguiente:

potencia del motor (CV-DIN)	índice de ennegrecimiento máximo permitido
10 a 50	5,6
51 a 100	5,3
101 a 150	5
151 a 200	4,6
201 o superior	4,2

*Tabla 1- Tabla de valores acorde al ennegrecimiento permitido*

Opacidad: Se medirá en dos condiciones de ensayo, ensayo en carga sobre dinamómetro y ensayo de aceleración libre, efectuados conforme a lo estipulado en el artículo 4°.

La opacidad medida en el ensayo en carga sobre dinamómetro, deberá ser inferior o igual al valor que se indica para la correspondiente potencia del motor del vehículo y diámetro del tubo de escape, en la tabla siguiente que corresponda

Tabla se rige a partir de 31 de diciembre de 1994

potencia del motor (CV-DIN)		opacidad maxim según diametro tubo de escape		potencia de ensayo
Unidad de medida	3"	3 1/2"	4" o mas	(HP)
80 a 120	10%	11%	13%	45
121 a 165	-	12%	14%	60
166 o superior	-	12%	14%	80

Tabla 2- Requerimientos de opacidad según la potencia y medida del escape

La opacidad en flujo parcial medida en los vehículos Diesel, en el ensayo de aceleración libre, deberá ser inferior o igual al valor que, para cada región y tipo de vehículo, se indica.

Rige en las siguientes regiones: I a la IV y VII a la XII

tipo de vehiculo	coeficiente de extinción K en m-1 máximo
Buses, camiones y tractocamiones cuyo motor esté afecto al cumplimiento de la norma de emisión establecida en el D.S. N° 82 de 1993 ó al D.S. N° 55 de 1994, ambos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.	2,1
Buses, camiones y tractocamiones cuyo motor no esté afecto al cumplimiento de la norma de emisión establecida en el D.S. N° 82 de 1993 ó al D.S. N° 55 de 1994, ambos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones	3,6
Buses, camiones y tractocamiones dotados de motor con turboalimentador y sin limitador de humo; que no esté afecto al cumplimiento de la norma de emisión establecida en el D.S. N° 82 de 1993 ó al D.S. N° 55 de 1994, ambos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.	4,2
Vehículos motorizados livianos y medianos afectos al cumplimiento de la norma de emisión establecida en el D.S. N° 211 de 1991 ó al D.S. N° 54 de 1994, ambos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.	2,5
Vehículos motorizados livianos y medianos no afectos al cumplimiento de la norma de emisión establecida en el D.S. N° 211 de 1991 ó al D.S. N° 54 de 1994, ambos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.	2,8

Tabla 3- Especificaciones de la primera a la doceava región

## Regiones Metropolitana, V y VI

tipo de vehiculo	coeficiente de extinción K en m-1 máximo
Buses, camiones y tractocamiones cuyo motor esté afecto al cumplimiento de la norma de emisión establecida en el D.S. Nº 82 de 1993 ó al D.S. Nº 55 de 1994, ambos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones	1,6
Buses, camiones y tractocamiones cuyo motor no esté afecto al cumplimiento de la norma de emisión establecida en el D.S. Nº 82 de 1993 ó al D.S. Nº 55 de 1994, ambos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.	2,8
Buses, camiones y tractocamiones dotados de motor con turboalimentador y sin limitador de humo; que no esté afecto al cumplimiento de la norma de emisión establecida en el D.S. Nº 82 de 1993 ó al D.S. Nº 55 de 1994, ambos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.	4,2
Vehículos motorizados livianos y medianos afectos al cumplimiento de la norma de emisión establecida en el D.S. Nº 211 de 1991 ó al D.S. Nº 54 de 1994, ambos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.	2,5
Vehículos motorizados livianos y medianos no afectos al cumplimiento de la norma de emisión establecida en el D.S. Nº 211 de 1991 ó al D.S. Nº 54 de 1994, ambos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.	2,8
Buses de locomoción colectiva urbana y rural en la Región Metropolitana cuyo motor no esté afecto al cumplimiento de la norma de emisión establecida en el D.S. Nº 82 de 1993, en el D.S. Nº 130 de 2001 o en el D.S. Nº 55 de 1994, todos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. (4)	1,9

*Tabla 4- Especificaciones de la región metropolitana a la sexta región*

**CAPITULO 2: FUNCIONAMIENTO CIRCUITO DE BAJA Y ALTA PRESIÓN  
EN SSANGYONG ACTION 2007**

## **2.1 INFORMACION DEL VEHICULO**

El Actyon es un todo terreno de cinco puertas que mide casi 4455 mm de largo, 1880 mm de anchura y 1740 mm de altura. Tiene un motor turbodiésel de 2,0 L de cilindrada que da 141 CV que alcanza una velocidad máxima de 162 km/h. Su rendimiento en la zona urbana es de 11 L/100 km y en zona extraurbano 7 L/100 km.



*Figura 5- Ssangyong Action 2007*

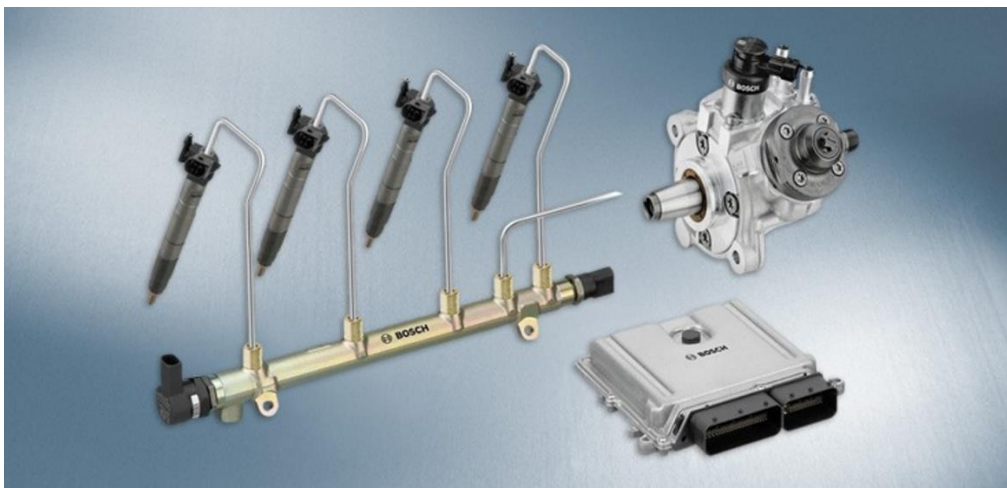
### **2.1.1 MOTOR XDI**

- ✓ Potencia máxima: 141 CV @ 4000rpm.
- ✓ Potencia por litro: 70.6 CV/l
- ✓ Par máximo: 310 Nm
- ✓ Posición del motor: Frontal, longitudinal
- ✓ Cilindrada real: 1998 cm<sup>3</sup>
- ✓ Número de cilindros: 4
- ✓ Distribución de los cilindros: En línea
- ✓ Diámetro del cilindro: 86.2 mm
- ✓ Recorrido del cilindro: 85.6 mm
- ✓ Número de válvulas por cilindro: 4

## **2.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO:**

El sistema de common-rail o conducto común es un sistema electrónico de inyección de combustible para motores diésel de inyección directa en el que el diésel es aspirado directamente por una bomba primaria que está incorporada en la bomba de alta presión o ubicada en el depósito de combustible que ceba el circuito, este proceso se llama sistema de baja presión el cual la bomba de alimentación conduce el combustible a la bomba de alta presión, la cual eleva y mantiene de forma permanente el combustible a una presión de 300 a 1600 bar en el riel, hasta los inyectores ubicados cada uno de ellos en su cilindro, introduciendo en la cámara de combustión de una forma muy pulverizada pero de forma violenta el combustible con lo cual al entrar en contacto con las altas temperaturas y el aire sometido a presión se produce una detonación que es capaz de consumir el 85 - 90% del combustible introducido. Todo ello es comandado por una ECU, en la cual se hallan todos los parámetros de cálculo y precisión.

Cabe decir que cada marca como Bosch, Delphi, Denso, etc. Disponen de sus propios diseños de un sistema common rail, en el cual solo detallare los inyectores DELPHI y una pincelada de los Bosch.



*Figura 6- Componentes principales de sistema common rail*

### **2.3 DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE**

El depósito de combustible almacena cierta cantidad de Diesel dependiendo el tamaño del vehículo, ya que lógicamente si el vehículo es de un tamaño moderadamente grande se necesitará varios litros para poder alimentar al motor y que este recorra varios kilómetros.

El estanque de combustible debe cumplir ciertas características, ya que el combustible es un líquido que puede prender, evaporar o contaminar muy fácilmente. Entonces las características constructivas deben ser las siguiente:

- Debe estar protegido de chispas u otro detonante.
- Debe mantener el combustible y no dejar que se evapore o fugue
- Debe tener un sistema de sobre presión o vending, (libera presión de gases que se acumulan en le deposito mediante válvulas)
- Debe tener un sistema que indique al conductor el nivel de combustible a disposición.
- Debe mantener seguro el combustible



*Figura 7- Depósito de combustible*

2.3.1 Existen 2 materiales clave para la fabricación de los depósitos los cuales son:

2.3.1.1 Los depósitos de plástico: compuestos por polietileno de alta densidad que le dan forma con la técnica de moldeo por soplado. La principal ventaja de este material es su maleabilidad y la capacidad de adaptarse en cualquier espacio dándole la forma deseada. Su desventaja es la resistencia de este material ya que no es tan duro como el metal o aluminio, dando lugar a posibles rupturas a medida que pasa el tiempo.

2.3.1.2 Los depósitos metálicos: compuesto por acero o aluminio, se forman al soldar laminas estampadas. Ventaja de estos depósitos es su alta resistencia y durabilidad. Las desventajas de estos depósitos, son más complejos a la hora de dar forma además que son más costosos y están implementándolos cada vez menos en el mercado.

## 2.4 BOMBA DE ALIMENTACIÓN

La bomba de alimentación o bomba de baja presión, cumple la función de aspirar el gasoil que recorre las cañerías de baja presión hasta el filtro de combustible, con una presión de 2 - 3 bar. Esta bomba puede ser eléctrica o mecánica. Las bombas se mantienen lubricadas y refrigeradas con el mismo combustible.

2.4.1 Bomba eléctrica: este tipo de bomba funciona con un motor eléctrico que hace girar un disco de rodillo que al generar caudal por oposición se crea la presión. Esta bomba consta de los siguientes componentes: rotor de bomba, válvula de seguridad, válvula anti retorno, rodillo, inducido, Carter de bomba.

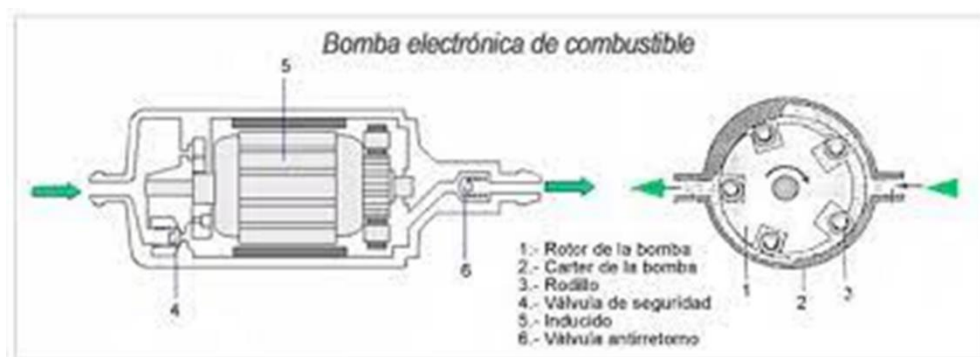


Figura 8- Bomba eléctrica

2.4.2 Bomba mecánica: como su nombre lo dice cumple su función mediante una fuerza externa, ya sea del motor o integrada en la bomba de alta presión. Existen dos tipos de bomba, la de paletas y la de engranajes.

2.4.2.1 Bomba de paletas: estas bombas elevan la presión mediante el arrastre de paletas y la pared de la bomba gracias al efecto rotativo, redirigiendo el combustible al sistema de alta, estas bombas están en el interior de la bomba de alta.



*Figura 9- Bomba de baja presión, tipo paletas*

2.4.2.2 **Bomba de engranajes:** Está conformada por 2 engranajes que giran opuestamente uno del otro así comprimiendo el gasoil entre los engranajes y generando la presión. Este tipo de bomba esta incorporado en la bomba de alta y también se puede encontrar anclado a la correa o cadena de distribución o también por medio de acoplamiento.



*Figura 10- Bomba de alimentación, tipo engranajes*

## **2.5 FILTRO DE COMBUSTIBLE**

Existen muchas variantes de filtros de combustible, pero su función es la misma, obstruir contaminantes en el combustible, como suciedad, polvo, óxido, ceras, alquitranes, etc. y en los casos de los Diesel que es muy importante la retención del agua. Hablaremos un poco de que tipos hay en el mercado y de que están fabricados.

Primero se debe conocer que tipos de combustibles nos podemos encontrar en un vehículo con sistema common rail y que características tiene, también recalcar que se debe adquirir filtros de calidad, ya que, si es uno muy económico, la filtración no será la más efectiva porque los filtros no filtran el 100% de las impurezas. Los filtros están fabricados de celulosa, fibras sintéticas y resinas.

### **2.5.1 Tipos de filtros de combustible:**

2.5.1.1 Blindados: es un tipo de filtro que el cartucho esta unido a la carcasa por lo tanto cuando se reemplaza se debe cambiar completo.

2.5.1.2 Tipo cartucho: los de este tipo tienen la capacidad de separarse de la carcasa

### **2.5.2 También los filtros se clasifican en cuanta ppm pueden filtrar, existen 3 tipos:**

2.5.2.1 Filtros primarios: son aquellos que retienen partículas mayores a 2 micras

2.5.2.2 Filtros secundarios: retiene partículas menores a 2 micras

2.5.2.3 Filtros combinados: se componen de los filtros primario y secundarios



*Figura 11- Filtro de combustible de Ssangyon Action*

Debemos entender que la unidad micra es equivalente 0,001 milímetros. Para darnos una idea de que partículas filtra el filtro de combustible, comparando las partículas filtradas con algo que podamos ver como el cabello humano que su diámetro es de 50 micras.

En los motores Diesel es mucho más estricto el cuidado del gasoil, ya que tiene un sistema de inyección más complejo que los bencineros. ya que en el sistema Diesel hay muchos componentes mecánicos con espacios muy reducidos y la más mínima partícula puede desgastar considerablemente el componente mecánico, acortando su vida útil.

## **2.6 BOMBA DE ALTA PRESIÓN**

Existen muchos diseños inventados para esta bomba algunos más eficientes que otros, todo depende de que uso se le deba dar, pero todas cumplen con el principio básico de bomba rotativa.

En palabras simples la bomba de alta presión es la encargada de comprimir el combustible, para que este pueda ser liberado hacia el riel común donde se almacenara a alta presión. Para hablar de esta bomba primero debemos conocer sus componentes internos: Culatín, Pistón, Muelle de pistón, Embolo, Eje o árbol de accionamiento, Empaquetadura, Orrins, Reten, Sensor temperatura de combustible, leva excéntrica, Válvula de salida, Válvula reguladora de presión, Válvula de aspiración, Válvula de presión, Conexión de alta presión.



*Figura 12- Bomba rotativa de alta presión*

Estas bombas son de un tamaño por lo general pequeño, ocupando poco espacio y son muy eficientes. Es poco frecuente que estas bombas fallen internamente, pero esto depende del cuidado que tenga cada usuario con su vehículo.

## 2.7 RIEL COMÚN

Es el encargado de acumular la presión generada por la bomba de alta presión, este riel está conectado a los inyectores, un sensor de presión y una válvula reguladora de presión (IPR). El riel puede contener presiones de 250 a 2000 bares o 3625.94 a 29007.55 psi, este riel fabricado de acero, para aguantar altas presiones.



*Figura 13- Riel común*

2.7.1 El sensor de presión de riel: es el encargado de leer la presión que esta acumulada en el riel, este sensor es de tipo piezoeléctrico, ósea debe tener un impulso mecánico para mandar una señal eléctrica de lectura a la computadora. El sensor posee 3 cables uno con el cual trabaja con 5 volt, el otro a negativo y por último el de señal de tención que dependiendo de cuanto sea la presión del riel, el sensor entrega un voltaje variable de 0.5 a 5 volt, esto la computadora lo lee y permite abrir o cerrar la válvula IPR. Este sensor se puede medir con un tester o con un scanner.



Figura 14- Sensor de riel

2.7.2 Válvula reguladora de presión IPR: esta válvula que es sumamente importante en el sistema common rail, cumple la función de abrir y cerrar, esto para liberar la presión del riel, ya que la bomba de alta presión genera alta presión continuamente. Esta válvula cuando abre dirige el combustible hacia el depósito. La válvula es normalmente abierta, pero permanece cerrada, ya que internamente posee un resorte calibrado para acumular la presión necesaria para que el riel siempre tenga presión y no de problemas de partida, este resorte soporta unos 100 bar aproximadamente. Consta de 2 cables, positivo y señal.

Partes de la válvula: bobina electromagnética, muelle, aguja, terminal eléctrico y el inducido de la válvula.

Presión (bar)	Voltaje (V)
0	0.46 ~ 0.54
230	1 ~ 1.01
260	Aprox. 1.3
400	1.37 ~ 1.40
600	1.81 ~ 1.85
800	2.25 ~ 2.30
1000	2.69 ~ 2.75
1200	3.12 ~ 3.22
1400	3.55 ~ 3.67
1600	3.93 ~ 4.18

Tabla 5- tabla de valores de válvula reguladora según voltaje



*Figura 15- Válvula reguladora de presión de bomba o riel*

## 2.8 ECU

ECU o Electronic control unit, es un módulo que controla la alimentación de combustible en un vehículo, en este caso controla el sistema common rail eléctricamente, ya sea para la apertura o cierre del inyector todo esto en milésimas de segundo, también para activar las válvulas reguladoras de presión ya sea de la bomba y del riel, o también si esta incorporado, la bomba de alimentación eléctrica que con solo dar contacto al vehículo, esta se activa y suministra al sistema completo combustible.



*Figura 16- Módulo de control ECU*

La ECU para poder garantizar un buen trabajo, es necesario disponer de dispositivos que permitan leer las condiciones en tiempo real de los actuadores, a estos dispositivos se les llama sensores, que la mayoría presentan 2 o 3 cables, uno de alimentación (5 V), otro de señal y algunos llevan incorporado un cable hacia tierra.

El módulo ECU trabaja con parámetros ya establecidos de fábrica, entonces si algún sensor está presentando fallas, ya sea por mal funcionamiento del sensor o el mecanismo, el módulo ecu reporta ese error y nos avisa encendiendo una luz de tablero, la famosa ``Check Engine``, que, con ayuda de un escáner automotriz, podemos leer el código de error y verificaremos donde se ubica la presunta falla, cabe decir que se debe eliminar el código de falla para pagar la luz de tablero.



*Figura 17- Check Engine*

2.8.1 En el sistema riel común podemos encontrar los siguientes sensores:

2.8.1.1 Sensor CKP: Este sensor ubicado en el cigüeñal, más precisamente detrás del dämpers donde también encontremos un disco dentado o magnetizado. Tiene como función leer la velocidad angular del cigüeñal, esto lo hace gracias a que la computadora entrega un voltaje con gran resistencia que al estar en movimiento el disco, aumenta o baja la tensión dependiendo de los dientes por los que pase. La función principal de este sensor es precisar el momento exacto para que se logre la inyección. Este sensor posee 3 cables, alimentación 5 V a 12 V, tierra y un cable de señal desde la computadora.



*Figura 18- sensor CKP*

2.8.1.2 Sensor CMP: La señal generada por el sensor CMP, es utilizada por la ECM para conocer la ubicación precisa del árbol de levas y así determinar la inyección secuencial. Muy parecido con el sensor CKP, es de efecto hall o inductivo. Trabaja con 5 volt, cuando pasa por un diente envía la señal a la computadora.



*Figura 19- Sensor CMP*

2.8.1.3 Sensor MAF: la función principal de este sensor es medir el volumen y la densidad del aire que entra al motor. Además, tiene la capacidad de medir: Temperatura, y humedad de aire.

Esto lo logra gracias a un film que la computadora lo mantiene a 100°C. además que posee una resistencia de amplificación electrónica que la computadora suministra mayor o menor tensión (con esto la ECM determina la masa de aire, dependiendo la tensión que debe entregar). La ECM puede determinar la cantidad de combustible necesaria para el encendido y marcha del motor.

Se Localiza en el ducto de aire de admisión, después del filtro de aire. Trabaja con 5 volt y este varia respecto al volumen del aire.



Figura 20- Sensor MAP o flujómetro

2.8.1.4 Sensor de temperatura del agua: El sensor de temperatura del líquido refrigerante está localizado en la parte lateral del block. Este sensor cumple con la función básica de informar los cambios de temperatura del refrigerante a la ECU. Para realizar su función, este sensor varía su resistencia eléctrica de acuerdo con la temperatura y utiliza el valor obtenido como el valor de corrección para calcular la cantidad de combustible a inyectar (NTC).



Figura 21- Sensor de agua o refrigerante

2.8.1.5 Sensor pedal de acelerador: Debido a esta palanca electrónica presente en el motor, el pedal de acelerador no tiene una acción mecánica (piola) en el suministro de combustible. Este sensor está localizado donde termina el pedal del acelerador y está conectado con un cable que lleva la señal del sensor hacia el mando electrónico. Este sensor tiene dos funciones, la primera es informar que el pedal del acelerador está en reposo y la segunda es que el conductor ha presionado el pedal para que haya un incremento de velocidad haciendo que el sensor lleve la

señal a la ECU para 30 que haya incremento de combustible. Este potenciómetro informa una variación de la posición del pedal.



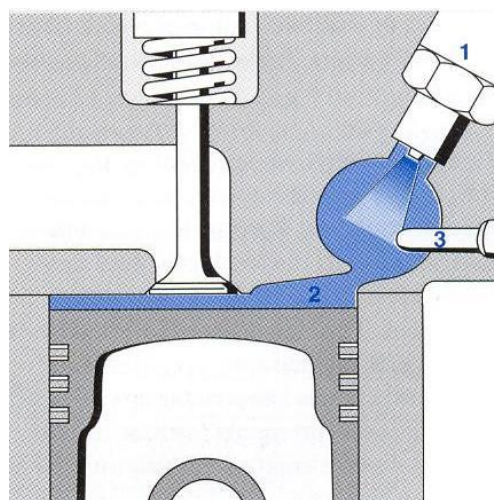
*Figura 22- sensor de pedal acelerador*

## **2.9 INYECTORES COMMON RAIL Y DIAGNOSTICO**

El inyector cumple la función de inyectar el combustible en la cámara de combustión, pero muchos no conocen la forma en como lo hace, ni que componentes son esenciales para su pleno funcionamiento. Las marcas fabricadoras de inyectores todas tiene como objetivo que el inyector cumpla su función de manera más optima y de esto estaremos hablando, de cómo funciona un inyector de las marcas más conocidas y encontradas en vehículos Diesel con sistema common rail que son la marca Bosch y Delphi. Además, que se adjuntaran datos de un banco de prueba, veremos calibración y procedimiento al desarmar y armar un inyector.

El inyector es un componente mecánico o electro mecánico que es utilizado para inyectar combustible a presión en la cámara de combustión. En el caso de motores Diesel inyectan el combustible a alta presión. Están compuestos de acero de alta calidad y han sido sometidos a un finísimo ajuste. Son refrigerados por el líquido refrigerante que circula por la culata, independientemente para evitar dañar el sistema con agua en caso de fuga. Los inyectores poseen un filtro en la entrada de combustible que filtra hasta 2 micras, ya que las cañerías de alta presión desprenden partículas con el desgaste. Existen dos tipos de inyectores:

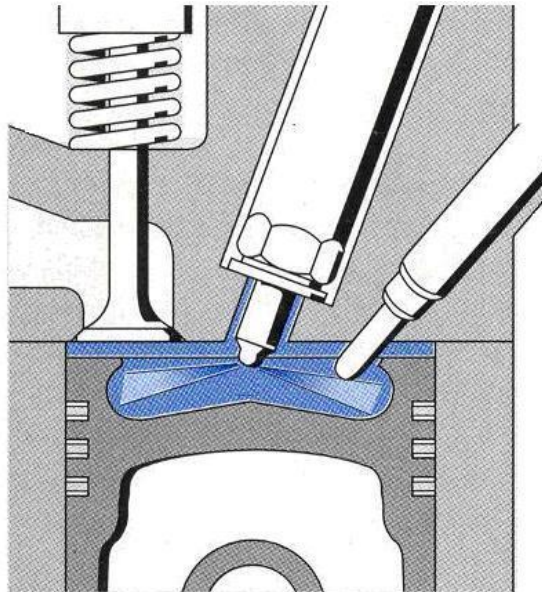
2.9.1 Inyector abierto: son inyectores implementados en sistemas de alimentación con inyección indirecta, donde la pulverización fina no se obtiene con el inyector. La tobera de estos inyectores posee una aguja con una espiga pulverizadora en su extremo de conformación especial, mediante diversas medidas y la forma de las espigas se puede variar el chorro de inyección. Además, la espiga mantiene el orificio libre de depósitos.



**INYECCIÓN INDIRECTA (IDI)**

*Figura 23- inyección indirecta*

2.9.2 Inyector cerrado: utilizados en inyección directa, se les conoce como inyector de orificios, La tobera y la aguja forman una válvula, la cual es presionada fuertemente sobre el asiento por la acción de un muelle, y es separada del mismo por acción del combustible. Estos inyectores pueden ser de un orificio o varios, en cuyo caso siempre el ángulo de separación de dichos orificios es el mismo.



**INYECCIÓN DIRECTA (DI)**

*Figura 24- inyección directa*

2.9.3 Piezas internas de un inyector:

2.9.3.1 Porta tobera o cuerpo: Este bloque de acero que ejerce de estructura base para montar el resto de componentes. El combustible penetra hacia la cámara de presión del inyector a través de la porta tobera.

2.9.3.2 Tobera (o inyector): Se fija a la porta tobera con un manguito roscado. En su interior se monta la válvula de aguja, que permite formar una cámara de presión estanca tapando los orificios de salida del inyector.

2.9.3.3 Válvula de aguja: Es un pistón que ejerce como compuerta de inyección. Esta válvula cierra el paso de combustible cuando se halla en estado de reposo.

2.9.3.4 Resorte o muelle: Ese cierre estanco de la válvula se produce mediante un resorte, cuya fuerza en reposo cierra la válvula contra el orificio de salida del inyector. El aumento de la presión del combustible sobre la solapa cónica de la válvula la levanta, venciendo la fuerza del resorte.

Es entonces cuando el combustible se inyecta a través de los orificios del inyector hacia la cámara de combustión del cilindro.

2.9.3.5 Varilla de empuje: Se trata del vástago que comunica el movimiento entre la válvula de aguja y el resorte.

2.9.3.6 Tornillo de reglaje: La función de este componente reside en ajustar la presión de inyección del combustible.

2.9.3.7 Racor de cierre: Por último, el racor hermetiza el conjunto del inyector y permite la vuelta de combustible residual al tanque. Esta pequeña dosis de combustible se filtra durante el proceso de inyección entre la válvula de aguja y la porta tobera, para lubricar el resto de elementos del inyector.

## 2.10 TIPOS DE INYETORES

2.10.1 Inyector mecánico: este es el inyector más básico de la lista, ya que su composición es simple y no necesita actuadores como los demás, va conectado directamente a la bomba (bombas rotativas o en lineales) mediante una cañería, alcanza presiones de 150 a 260 bar dependiendo las dimensiones del inyector y por supuesto la bomba.



*Figura 25- inyector mecánico*

2.10.2 Inyector bomba: este tipo de inyector es totalmente independiente, es decir que no necesita una bomba de alta presión para operar, ya que este inyector incorpora la bomba. Para que pueda operar este inyector-bomba, es necesario un actuador mecánico, en este caso lo haría el árbol de levas con levas adicionales para los inyectores. Dispone de un solenoide que permite el paso de alimentación de baja presión hacia la bomba.

Este inyector es capaz de alcanzar presiones de aproximadamente 1800 - 2050 bar, alcanza consumos muy reducidos de combustible y reducción de gases contaminantes.



*Figura 26- inyector bomba*

2.10.3 Inyector piezo eléctrico: implementado en los últimos modelos de vehículos con EDC (sistema de inyección electrónico). Dichos inyectores se pueden encontrar a partir de las motorizaciones con sistema de inyección de tipo common-rail de 3era generación, a partir del 2003.

La característica principal de estos inyectores es el funcionamiento piezoeléctrico interno en el inyector, pero realmente trabaja con el efecto piezoeléctrico inverso que la diferencia es: En el efecto piezoeléctrico directo, la compresión y la expansión de un material genera cargas eléctricas opuestas sobre las caras respectivas de la muestra. En el efecto piezoeléctrico inverso, la aplicación de un voltaje a un material piezoeléctrico produce una cierta deformación. En simples palabras cuando el material se encuentra en tensión polarizada este se comprime y cuando se corta esa tensión se expande, ocasionando movimiento mecánico. El material encargado de expandirse y contraerse es el cuarzo o la turmalina.



*Figura 27- inyector piezo eléctrico*

2.10.4 Inyector electromagnético: este tipo de inyector cumple su funcionamiento con la particularidad de usar bobinas internas. El principio del inyector electromagnético es cuando la ECU envía la señal, es decir, corriente la cual excita la bobina interna provocando un campo magnético en el que permitirá el accionamiento mecánico, logrando así que abra y cierre la aguja, así el combustible podrá ser expulsado. Este tipo de inyector es el más utilizado en vehículos livianos Diésel, ya que son eficientes y otorgan un mayor rendimiento, ya que poseen tecnología mutijet, la cual existe una inyección previa, inyección principal y post inyección. Fabricados de acero templado, altamente resistentes a altas temperaturas y a las vibraciones. Refrigerados por el líquido refrigerante que circula en la culata y por el diésel que inyectan.



*Figura 28- inyector electromagnético*

## 2.11 INYECTOR DELPHI

Delphi ha presentado sus últimos sistemas de inyección directa para motores pesados de gasóleo donde se combinan tecnologías de common-rail e inyector bomba para cumplir la normativa euro VI. Esta nueva gama de sistemas de inyección directa da una nueva oportunidad a los famosos sistemas de inyector-bomba que por motivos de emisiones habían empezado a desaparecer del mercado.

Los inyectores Delphi se pueden reconocer al instante por su diseño delgado tipo lápiz y las conexiones de cableado con multiconector tipo pinza. Se encuentran en vehículos de fabricantes como Ford, Renault, Nissan, etc.

Componentes de un inyector Delphi: Tobera, Aguja, solenoide, Válvula, Espaciador, Muelle, Cuerpo del inyector y tuerca.



*Figura 29- inyector Delphi de Ssangyong Action*

**CAPITULO 3: INYECTORES COMMON RAIL, DIAGNOSTICO,  
REPARACIÓN Y MANTENCIONES.**

### **3.1 BANCOS DE PRUEBA**

Los bancos de prueba de inyectores son equipos industriales, que nos permite visualizar el correcto funcionamiento de un inyector. Poseen una bomba de alta, riel, cables adaptadores, soporte de inyector, filtro y computadora que incorpora el código del inyector que deseamos poner a prueba, este código al buscarlo en la computadora, mostrara los parámetros del inyector, osease con que presión, trabajara dependiendo de la prueba y que resultados de entrega y/o retorno deben ser correctos según la prueba, las pruebas fundamentales son:

- ✓ VL: plena carga, también nos entrega resultados de retorno
- ✓ LL: ralentí
- ✓ VE: preinyección

Estas máquinas son muy poco vistas en talleres automotrices, por el elevado costo y desconocimiento al manipular este equipo. En el mercado actual existen 2 tipos de bancos:

3.1.1 El banco convencional (pipetas): en este banco al comenzar cada prueba, manualmente el operador debe accionar ``abrir paso'', se activara una bandeja que dejara caer el combustible a las pipetas, esto con un índice de tiempo, que al finalizar el operador observa la pipeta y deberá anotar el resultado entregado en un hoja, para la siguiente prueba el operador debe apretar un botón en este caso el botón verde que hará girar las pipetas 180° vaciándolas, mientras las que estaban dadas vuelta están listas para el siguiente test.



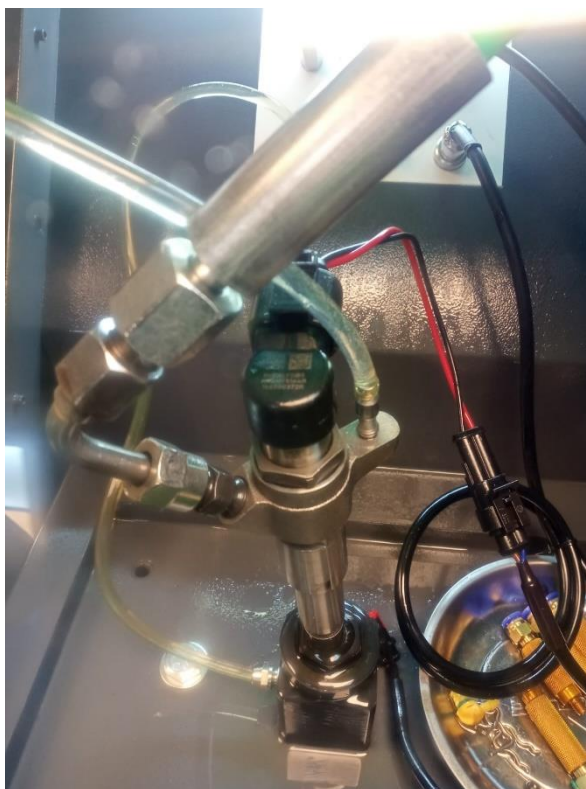
*Figura 30- Banco de pruebas (con pipetas)*

3.1.2 El banco electrónico: En el banco electrónico no requiere tanta acción del operador, solo debe elegir entre las opciones de prueba rápida o prueba lenta y la máquina realizara todas las pruebas programas de corrido, entregándonos una tabla con todos los resultados.



*Figura 31- banco de pruebas electrónico*

Instalación de inyector en banco de prueba: colocamos el inyector en el soporte y apretamos para dejarlo fijo, luego vamos a la computadora y colocamos el código del inyector, con el código y parámetros listos, seguimos con la conexión de la maquina a la tobera, debemos asegurarnos de apretar bien este acople, luego conectamos la entrada de combustible al inyector, asegurando siempre de dejar todo bien apretado, proseguimos con la colocación del retorno y buscamos el conector correspondiente al inyector para finalizar con la instalación. Se debe verificar bien las zonas de apriete para evitar accidentes. Antes de comenzar con las pruebas, el operador debe cerrar la tapa de la maquina y utilizar implementos de seguridad: protector auditivo y antiparras.



*Figura 32- inyector siendo probado en banco*

## **3.2 PROCESO DE DIAGNÓSTICO EN EL VEHÍCULO**

### **3.2.1 Debemos saber que existen 3 tipos de mantenimiento:**

3.2.1.1 Mantenimiento correctivo: se da cuando un componente falla y hay que reemplazarlo, ya que no puede seguir cumpliendo su función. Esta mantención es costosa.

3.2.1.2 Mantenimiento preventivo: este mantenimiento tiene como fin alargar la vida útil de un componente, ya sea limpieza u cambio de accesorios y lubricantes. Esta mantención es más económica.

3.2.1.3 Mantenimiento predictivo: este mantenimiento se lleva a cabo utilizando, equipos especiales de diagnóstico. Esta mantención es efectiva pero algo costosa.

3.2.2 **FALLAS**: todos los componentes nombrados presentan fallas similares o incluso iguales, por lo tanto, esas fallas son: problemas de partida, problemas al mantenerse en ralentí, luces de tablero, problemas en altas revoluciones, trabajo irregular, golpeteo o ruidos, pérdida de potencia, humos visibles, etc.

#### **3.2.2.1 Estanque de combustible:**

podemos culpar al estanque de combustible, por las siguientes fallas: contaminación, agotamiento prematuro de combustible, inyectores defectuosos, bomba defectuosa, riel tapado, cañerías obstruidas, etc.

Al estanque de combustible se les puede dar una mantención preventiva, la cual consiste en observar y verificar que no dispongan de rupturas, fugas o golpes, también se puede hacer una mantención preventiva retirando y limpiando internamente el depósito, así protegiéndolo y alargando su vida útil.

Algunas mantenciones correctivas se dan cuando se presentan golpes, fugas o rupturas, obligando cambiar el depósito. También existe la posibilidad de que el dueño del vehículo, llene el depósito con un combustible que no corresponde a su vehículo, en este caso se debe sacar el depósito y limpiarlo por dentro, estos casos se dan mucho en los transportes Diesel ya que los dueños compran Diesel Grado B, que no está diseñado para trabajar con motores, por consecuencia se tapan inyectores y bombas.

Algunos consejos de taller al intervenir en el depósito son: trabajar en un lugar limpio y ordenado, tener la precaución de no dejar el depósito al sol o cerca de altas temperaturas, vaciar el depósito y botar el gasoil en lugares legalmente correspondientes.

### 3.2.2.2 Bomba de baja presión:

bomba eléctrica: se debe verificar los conectores y debe marcar la señal correspondiente, estas bombas corren el riesgo de fundirse, porque son refrigeradas por el mismo petróleo, en caso de que fallen, habrá problemas de partida.

Bomba de engrane o paletas: suelen tener los mismos síntomas que la bomba eléctrica, pero la causa es distinta. Este tipo de bomba suele fallar por contaminación en el sistema. Se recomienda limpiar las piezas o en el peor de los casos cambiar piezas.

### 3.2.2.3 Bomba de alta presión:

Síntomas de bomba defectuosa: pérdida de potencia, fugas visibles, problemas de arranque. Posibles causas: oxidación interna, contaminación interna, bomba fundida, reten cortado, orrins quemados, desgaste excesivo por mala lubricación, válvula de partida o culatines dañados, válvula reguladora de presión defectuosa o sensor de temperatura en malas condiciones.



*Figura 33- bomba rotativa con eje cortado*

Si lo encontramos los anterior mencionado, debemos hacer mantención preventiva o correctiva. Siempre se debe trabajar en un espacio limpio y ordenado, porque las bombas son muy delicadas.

Al retirar la bomba de alta presión se debe desconectar las cañerías y cables en la bomba. Una vez la bomba aflojada con un martillo pequeño se debe golpear la tuerca para que la bomba se separe del engranaje. Una vez afuera la llevamos a un lugar donde podemos examinarla mejor y desarmar con mucho cuidado y sobre todo limpieza para poder diagnosticar.



*Figura 34- culatín contaminado y con oxido*

3.2.2.4 Riel común: La única forma de que falle el riel, es que se rompa por algún golpe o contaminación en exceso.

La solución es introducir el riel en ultra sonido para limpiarlo o salvarlo manual mente. Si no tiene solución se deberá reemplazar el riel.

3.2.2.5 Sensor de riel: Para diagnosticar que el sensor esta fallando debemos medir con un tester los pulsos eléctricos que envía al acelerar. Se debe limpiar o cambiar en caso de falla.

3.2.2.6 Válvula reguladora de presión: Esta válvula se puede medir con tester y con scanner, debemos colocar la opción de porcentaje, para verificar en que porcentaje de apertura se encuentra la aguja interna, en ralentí que son 250-300 bar aproximadamente, la válvula debe estar en un 20% - 25% abierta. También podemos medir la resistencia del embobinado, entre 3 y 4 ohm son resultados correctos. La válvula tiene la capacidad de soportar presiones de 1600 a 2000 bar.

3.2.2.7 ECU o Sensores: con un escáner se puede diagnosticar si un sensor esta fallando o medimos con un tester si llega el suministro indicado de corriente para su pleno funcionamiento o desconectamos el sensor sospechoso verificando si se detiene el problema.

Solución: revisar el cableado, limpieza de sensores, investigar códigos de falla, cambiar sensor defectuoso. Tener la precaución de no cortar los cables y desconectar la batería cada vez que se trabaje con componentes eléctricos para evitar chispazos o cortes.

3.2.2.8 Filtro de combustible: Cabe decir que sin un buen filtrado los inyectores Diesel en la tobera, precisamente en la punta, hay orificios muy pequeños, que se irán tapando por el no cambio de este. Lo mismo sucede con la bomba de alta presión que sufre demasiado desgaste, rayaduras y muy rara vez la obstrucción de algún componente de la bomba. Otra consecuencia de la deficiente filtración, es cuando se expulsan esas partículas a alta velocidad gracias a las altas presiones con que se trabaja el sistema common rail. La existencia de agua en el sistema de combustible es letal ya que el agua crea crecimiento microbiano, el cual produce lodos y ácidos que ensucian el combustible, lamentablemente siempre existir agua en el sistema por la condensación del agua, esta misma nos puede afectar oxidando el sistema, existe una solución a esta problemática, el filtro incorpora un sensor de agua, incorporado en un pequeño deposito que cuando está saturado, enciende la luz de testigo en el tablero.

Algunas recomendaciones para una mantención de filtros: asegurarse de que sea el mismo filtro, preocuparse de colocar y lubricar bien los orrins, cuando son filtros blindados, se sugiere extraer con herramienta especial, si es un filtro tipo cartucho, se sugiere solo la manipulación con las manos ya que alguna herramienta puede dañar la carcasa, al colocar el filtro se debe apretar solo con la mano, debemos purgar el sistema, ya que se corre el riesgo de pegar los inyectores.

Mantención correctiva: filtro mal montado y este fugando, esto provoca problemas de partida, filtro dañado, si el filtro tiene aperturas entrara aire al sistema provocando fallas de partida, filtro tapado, esto provoca perdida de potencia y puede dañar componentes como la bomba de alta presión e incluso los inyectores.

Se recomienda el recambio del filtro a los 5.000 o 10.000 km.

### **3.3 DIAGNOSTICO Y REPARACION DE INYECTOR**

El primer paso es leer la orden de trabajo, la cual indica un ruido y humos visibles, en específico el cliente dice escuchar un golpe en el motor. Luego se hace la función de poner en marcha el motor para escuchar el ruido, se identifica el ruido que proviene de la culata y se procede a sacar la tapa del motor para escuchar mejor el ruido. El paso 2 es empezar las pruebas, la más sencilla es la desconexión de inyectores, en la que consiste en, desconectar uno por uno los inyectores y engañar a la computadora utilizando una bobina usada para que no presente fallas en la prueba. Con la prueba, se logró quitar el ruido desconectando el cilindro 1, pero aún sigue con un leve golpeteo, entonces utilizando la bobina usada en el cilindro 1, se desconecta el 2 y deja de sonar el golpeteo, lo cual señala que el problema claramente son los inyectores 1 y 2. Para descartar posibles fallos futuros y hacer un buen diagnóstico, el procedimiento indica retirar los 4 inyectores y mandarlos a revisar al laboratorio. Tener el cuidado de tomar los inyectores con guantes ya que pueden estar con temperatura, revisar que salgan con la golilla, de lo contrario se debe retirar en la cavidad de la culata con una herramienta especial, tener la precaución de no dañar las cañerías o los enchufes al retirar los inyectores. Se recomienda enumerar los inyectores, para que luego no haya que codificar, de ser necesario como en la marca Bosch se codifican, para una mejor respuesta del inyector.

El trabajo de inyectores exige demasiados requisitos, Tales como: extrema limpieza y orden, saber interpretar parámetros, tener conocimientos para entregar un diagnostico preciso, tener mucha precaución por el elevado coste de los inyectores, se necesitan herramientas especiales para el desarme Y armado, tener la seguridad de trabajar con equipos con sus mantenciones al día, etc.

Colocamos el inyector en el banco de pruebas anotamos el código: EJBR04501D, e iniciamos las pruebas necesarias.

#### **3.3.1 Proceso de desarme y reparación**

Luego de diagnosticar el inyector con exceso de retorno o exceso de entrega. El siguiente paso es abrir el inyector e identificar con una inspección visual si se descubre contaminación o particulado metálico (está inspección nos dará información del estado en qué se encuentra los conductos de alimentación del vehículo), en este caso no se encontró nada fuera de lo común. El siguiente paso es dejar los componentes en una bandeja limpia y se proce a revisar la válvula, retirando el pequeño vástago y visualizamos si existe desgaste o ralladuras, por lo general cuando falla esta válvula el inyector presenta retorno, osease un inyector defectuoso, en este caso en particular la válvula presentaba ralladuras, por lo tanto, resulto ser un acierto el diagnostico. Luego se observa la tobera, que similar

a la válvula se retira la aguja y se inspecciona, no debe presentar desgaste o ralladuras, también con un microscopio debemos inspeccionar los agujeros de la tobera ya que por el tiempo de vida útil o contaminación estos tienden a obstruirse o a deformarse, provocando un inyector defectuoso, que en este caso la tobera estaba en buenas condiciones. Por lo tanto, el presupuesto en reparación sería cambiar la válvula 621 por una nueva y se sumaría el kit Delphi con su respectiva calibración.

Para desarmar este inyector se solicita las siguientes herramientas: dado largo 15mm, barrote, llave de torque, destornillador de paleta, solvente en spray, lija grano 600, petróleo limpio, chascón de banco, tornillo especial y lápiz marcador de metal.

Colocando el inyector con la tobera hacia arriba y que el solenoide quedé mirando hacia afuera. Se procede con el barrote y el dado 15, a soltar la tuerca (todo lo que retiremos del inyector hay que dejarlo en una bandeja limpia), una vez retirada la tuerca, nos da acceso a el espaciador, válvula, tobera y muelles, los cuales se retiran y colocan en la bandeja. Ahora tenemos acceso al solenoide, la forma de retirarlo es simple solo se debe juntar los pines y empujar hacia arriba con el destornillador de paleta.



*Figura 35- válvula 621 contaminada*

Teniendo el inyector desarmado se analizan las piezas:

- 3.3.1.1 Tobera: retirar la aguja y ver qué no exista desgaste, óxido, ni ralladuras. Además, con el solvente en spray, revisamos que los agujeros de la tobera no estén tapados
- 3.3.1.2 Válvula 621: con una puntilla hacemos rotar el vástago y verificamos que gire libremente, después lo sacamos e inspeccionamos que no exista desgaste.
- 3.3.1.3 Solenoide: visualizar que no exista agua u óxido, ya que la existencia de estos afectaría el funcionamiento eléctrico del inyector.
- 3.3.1.4 Espaciador: colocar en contra luz, se debe ver un pequeño orificio, si no se logra ver se debe destapar con aire a presión.
- 3.3.1.5 Muelles: revisar que no estén contaminados.
- 3.3.1.6 cuerpo: con aire a presión se debe colocar en la entrada y salida de combustible, así logrando ver si los conductos internos están obstruidos.

### 3.3.2 Reparación:

Para comenzar la calibración debemos limpiar con cuidado todas las piezas que no cambiaremos, en este caso: el cuerpo, los muelles, la tobera, la aguja, electroválvula y espaciador. Además de lapear la tobera el cuerpo y el espaciador.

Ya con las piezas limpias y el repuesto nuevo, el paso más importante es calibrar. Con ayuda del micrómetro, se mide el pin, dependiendo del tipo de inyector este pin será más largo o corto, en este caso debe dar unos 5 mm, ósea está acorde con lo que señala el fabricante, en el caso de poca entrega este pin de desgasta unas milésimas con el lapeo y si existe exceso de entrega debemos cambiarlo por otro que tenga una medida mayor. Una vez teniendo el pin calibrado podemos empezar a armar el inyector.

### 3.3.3 Armado y prueba final

El armado es muy similar al desarme, pero, a la inversa. Con ayuda de una pistola de aire, se limpia el cuerpo del inyector para eliminar cualquier polvillo o liquido en los conductos y poder colocarlo en el tornillo boca abajo. Procede a hacerse lo mismo con el solenoide, para embutirlo en el cuerpo se coloca vaselina en el orrins, el solenoide no debe quedar arraz con el cuerpo, debe quedar sobre saliente al menos 1 mm. Procedemos con el muelle de la válvula y luego la válvula (nueva), que anteriormente debemos verificar que funciones y lubricarla un poco. Se procede a colocar el espaciador con el muelle de aguja bien sopleteados. Al final ponemos la tobera y la tuerca con un torque de 30 Ft-Lb.

Llevamos el inyector al banco, mientras se hacen las pruebas, ordenamos nuestra área de trabajo. Las medidas correctas que nos debe dar son:

- ✓ VL: 50,0 – 60,0
- ✓ LL: 4,0 – 6,0
- ✓ VE: 1,0 – 2,0

Estando dentro de los parámetros, vamos a la etapa final que es colocar la golilla de 3.0 mm, poner tapas (tobera, retorno y entrega) y marcar el inyector.

## **CAPITULO 4: COSTOS DE REPARACIÓN**

#### 4.1 FACTURA DE COSTOS DE REPARACION:

PRODIESEL SPA

RUT: 76368911-5 Janequeo 1660 FONDO: 412216316

De no ser aceptado este presupuesto se debera cancelar el costo de evaluacion.-

ORDEN DE TRABAJO N° 11564

FECHA: 24-09-2021

---

Nombre Cliente:	R.U.T:		
Direccion:	Fono:		
Email:			
Marca:	Modelo:	Color:	Año:
Chasis:	Puertas:	Kilometraje:	Patente:

---

**Cliente solicita:**

- \* PERDIDA DE POTENCIA
  - \* PROBLEMAS DE PARTIDA
  - \* HUMOS VISIBLES
- 

**Mano de obra:**

HORA HOMBRE 16X27800	444.800
SCANER	30.000
<b>Subtotal mano de obra:</b>	<b>474.800</b>

---

**Repuestos:**

DETALLE	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
CALIBRACION INYECTOR	4	65.000	260.000
VALVULA DE CONTROL DELPHI	4	149.000	599.200
JUEGO DE GOLILLAS	1	10.000	10.000
FILTRO ORIGINAL DELPHI	1	59.580	59.580
FILTRO DECANTADOR AGUA	1	22.469	22.469
<b>Subtotal repuestos:</b>			<b>951.249</b>

---

**Lubricantes y otros insumos:**

DETALLE	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
INSUMOS	1	19.800	19.800
COMBUSTIBLE	1	20.000	20.000
<b>Subtotal lubricantes y otros insumos:</b>			<b>39.800</b>

---

NETO:	<b>1.465.849</b>
I.V.A:	<b>278.511</b>
TOTAL:	<b>1.744.360</b>

Tabla 6- Factura real de taller, modificada.

## **CONCLUSION:**

En este trabajo se abarco un tema poco visto en el área automotriz como la calibración de inyector Delphi en una Ssangyong Action. En el trabajo se logró aprender, entender y analizar los distintos componentes que incluye el sistema common rail, además de haber intervenido en el vehículo, se logra un mayor entendimiento, del concepto de la teoría.

Sabemos que los inyectores son piezas muy delicadas, como muchos componentes del sistema common rail, que requieren un extremo cuidado. Por eso es importante una buena mantención seguida, ya que los repuestos Diesel son extremadamente costosos. El combustible Diesel es más económico, pero una falla, costara todo lo ahorrado en combustible.

El sistema common rail es uno de los mejores sistemas de alimentación por incorporar nueva tecnología y al pasar los años se sigue trabajando en potencias estos motores.

## **BIBLIOGRAFIA**

<https://es.wikipedia.org/wiki/Common-rail>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Di%C3%A9sel>

<https://como-funciona.co/el-diesel/>

[http://www.subtrans.gob.cl/subtrans/doc/dec\\_54%201994.pdf](http://www.subtrans.gob.cl/subtrans/doc/dec_54%201994.pdf)

<https://www.conservatucoche.com/es/motor/que-es-el-filtro-combustible-29.html>

<https://www.ro-des.com/mecanica/sistema-inyector-bomba-y-fallos-comunes/>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Inyector\\_\(motor\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Inyector_(motor))

<http://www.blogmecanicos.com/2015/10/como-funciona-un-inyector-piezoelectrico.html>