

**Universidad Internacional del Ecuador**



**Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz**

**Proyecto de grado para la obtención del Título de Ingeniería en Mecánica Automotriz**

**Estudio de factibilidad para la implementación de un laboratorio de sistemas de inyección diésel en la ciudad de Guayaquil**

**Enrique Xavier Orrantia Lingen**

**Director: Ing. Edwin Puente**

**Guayaquil, Septiembre 2018**



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICADO**

**Ing. Edwin Puente**

**CERTIFICA**

Que el trabajo de “Estudio de factibilidad para la implementación de un laboratorio de sistemas de inyección diésel en la ciudad de Guayaquil” realizado por el estudiante: Enrique Xavier Orrantia Lingen ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes. Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, si recomiendo su publicación. El mencionado trabajo consta de un empastado que contiene toda la información de este trabajo. Autoriza el señor: Enrique Xavier Orrantia Lingen que lo entregue a biblioteca de la facultad, en calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, septiembre del 2018

Ing. Edwin Puente Moromenacho  
Docente de cátedra

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICACIÓN Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD**

Yo, Enrique Xavier Orrantia Lingen, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Enrique Xavier Orrantia Lingen

C.I. 0910683333

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, por haberme permitido llegar hasta este momento de mi vida profesional, a mis hijas Cristina e Isabella, para que tengan un ejemplo a seguir de que nunca es tarde para culminar sus sueños, a mi padre quien inculcó en mí el gusto y la pasión por la mecánica, a mi madre quien siempre ha estado a mi lado con su apoyo incondicional.

A mis compañeros con quienes he compartido los momentos difíciles y nos hemos apoyado mutuamente en este trayecto universitario, y especialmente a mi amor, Gloria, mi compañera, amiga y aliada, con quien comparto mi vida desde los pocos meses de haber ingresado a la facultad de mecánica.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar doy gracias infinitamente a Dios, porque sin el todo en mi vida sería imposible de lograr.

Agradezco el apoyo incondicional de mis Padres, porque han sido el pilar de mi vida y me han sabido guiar en el camino.

Agradezco a mis compañeros de carrera, por el apoyo y la paciencia que han demostrado durante todo este tiempo.

Agradezco a mi amor Gloria por su infinita sabiduría y paciencia, por sus enseñanzas, que me ayudaron a culminar mi carrera y mi proyecto.

Por último agradezco a los docentes que supieron inculcarnos los conocimientos necesarios para desarrollarnos en nuestra profesión.

# ÍNDICE

CERTIFICADO.....	i
CERTIFICACIÓN Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xv
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Alcance.....	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.3. Sistematización del problema.....	2
1.4. Objetivos de la investigación.....	2
1.4.1. Objetivo general.....	2
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Justificación y delimitación.....	3
1.5.1. Justificación teórica.....	3
1.5.2. Justificación metodológica.....	3
1.5.3. Justificación práctica.....	4
1.5.4. Delimitación temporal.....	4
1.5.5. Delimitación geográfica.....	4
1.5.6. Delimitación del contenido.....	4
CAPÍTULO II. MARCO DE REFERENCIA.....	5
2.1. La inyección a diésel.....	5

2.1.1.	Inyección de combustible.....	6
2.1.2.	Combustión.....	6
2.1.3.	Inyección Indirecta.....	7
2.1.3.1.	Motores con cámara de turbulencia.....	8
2.1.3.2.	Motores con cámara auxiliar de reserva de aire.....	8
2.1.4.	Inyección Directa.....	9
2.1.5.	Pistones.....	10
2.1.5.1.	Pistones de aluminio fundido.....	11
2.1.5.2.	Pistones forjados a presión.....	11
2.1.5.3.	Pistones hipereutécticos.....	12
2.1.5.4.	Pistones con recubrimiento.....	13
2.1.6.	Bomba de baja presión.....	14
2.1.6.1.	Bomba Manual.....	14
2.1.7.	Tipos de sistemas de inyección.....	15
2.1.7.1.	Sistemas con bomba de inyección en línea.....	15
2.1.7.2.	Regulador de velocidad.....	17
2.1.7.3.	Lubricación de la bomba.....	19
2.1.7.4.	Sistemas con bomba de inyección rotativa.....	20
2.2.	Inyector de diésel.....	25
2.2.1.	Inyectores mecánicos.....	26
2.2.1.1.	Inyectores de orificios.....	26
2.2.1.2.	Inyector de espiga.....	27
2.2.1.3.	Inyector pintaux.....	28
2.2.2.	Unidad inyector bomba.....	29
2.2.3.	Unidad bomba-tubería-inyector UPS.....	33
2.2.4.	Sistema riel común CRS.....	33
2.2.5.	Turbo compresor.....	34

2.2.6.	Tipos de turbo compresores.....	35
2.2.6.1.	Turbo compresor de geometría fija.....	35
2.2.6.2.	Turbo compresor de geometría variable. ....	36
CAPÍTULO III. INTERPRETACIÓN DE DATOS.....		37
3.1.	Sistemas de inyección a diésel más comunes en Guayaquil. ....	37
3.1.1.	Bombas lineales.....	37
3.1.2.	Bombas rotativas. ....	37
3.1.3.	Bombas Covec.....	38
3.2.	Equipos y herramientas.....	38
3.2.1.	Comprobador de inyectores mecánicos.....	39
3.2.2.	Comprobador de inyectores HEUI. ....	39
3.2.3.	Banco de pruebas bombas lineales y rotativas. ....	40
3.2.3.1.	Accionamiento.....	40
3.2.4.	Banco de pruebas para bombas e inyectores CRDi.....	40
3.2.4.1.	Comprobaciones que se realizan.....	41
3.2.5.	Limpiador de ultrasonido.....	41
3.2.6.	Limpiador de sandblasting.....	42
3.2.7.	Herramientas generales.....	43
3.2.7.1.	Llaves mixtas. ....	43
3.2.7.2.	Juegos de Dados y mandos. ....	44
3.2.7.3.	Playos sencillos y de presión. ....	44
3.2.7.4.	Juego de llaves y dados torx y hexagonales.....	45
3.2.7.5.	Torquímetro. ....	45
3.2.7.6.	Tornillo de banco. ....	46
3.2.7.7.	Desbastadores. ....	46
3.2.7.8.	Calibradores. ....	47
3.3.	Vehículos más vendidos en Guayas.....	47

3.4.	Realización de visita a laboratorio diésel.....	50
<b>CAPÍTULO IV. DISEÑO DEL LABORATORIO .....</b>		<b>52</b>
4.1.	Consideraciones para el diseño del laboratorio de inyección a diésel .....	52
4.1.1.	Áreas de recepción y entrega de los trabajos.....	53
4.1.2.	Área de trabajo.....	53
4.1.3.	Áreas de equipos de comprobación. ....	54
4.1.4.	Área de bodega de repuestos. ....	55
4.1.5.	Área de limpieza.....	55
4.2.	Diagramación del laboratorio de inyección a diésel .....	55
4.3.	Perfiles del personal .....	56
4.3.1.	Perfil del personal administrativo y atención al cliente.....	56
4.3.2.	Perfil del personal operativo.....	56
4.4.	Requerimientos mínimos para un laboratorio de inyección a diésel .....	56
4.4.1.	Servicio de rentas internas.....	56
4.4.2.	Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil. ....	56
4.4.3.	Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil.....	57
4.4.4.	Ministerio de relaciones laborales. ....	57
4.5.	Factibilidad económica .....	58
4.5.1.	Inversión inicial.....	58
4.5.2.	Costos de infraestructura. ....	58
4.5.3.	Costos de capital humano.....	61
4.6.	Análisis de resultados.....	64
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>66</b>
5.1.	Conclusiones.....	66
5.2.	Recomendaciones.....	67
<b>Bibliografía.....</b>		<b>68</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad aproximada de vehículos a diésel vendidos en el Guayas en el 2017....	50
Tabla 2. Inversión inicial, para permisos e instalaciones. ....	59
Tabla 3. Inversión inicial, para terreno y equipamiento. ....	60
Tabla 4. Proyección de gastos en sueldos mensuales. ....	61
Tabla 5. Proyección de egresos anuales. ....	61
Tabla 6. Proyección de ventas según cantidad de trabajos por técnico. ....	62
Tabla 7. Proyección al 75% de la capacidad del laboratorio. ....	62
Tabla 8. Punto de equilibrio del laboratorio. ....	63
Tabla 9. Proyección del laboratorio para cubrir costos y gastos. ....	63
Tabla 10. Proyección del VAN y el TIR. ....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Límites geográficos de la ciudad de Guayaquil. ....	4
Figura 2. Inyección a diésel. ....	5
Figura 3. Sistema de inyección a diésel. ....	6
Figura 4. Inyección indirecta. ....	7
Figura 5. Cámara de turbulencia. ....	8
Figura 6. Cámara de reserva de aire. ....	9
Figura 7. Inyección directa. ....	10
Figura 8. Pistones de aluminio fundido. ....	11
Figura 9. Pistones forjados a presión. ....	12
Figura 10. Pistones hipereutéticos. ....	13
Figura 11. Pistones con recubrimiento. ....	13
Figura 12. Bomba alimentadora. ....	14
Figura 13. Partes de la bomba de inyección en línea. ....	15
Figura 14. Descripción y funcionamiento del émbolo. ....	16
Figura 15. Componentes de la válvula de descarga. ....	16
Figura 16. Componentes de la dosificación de combustible. ....	17
Figura 17. Regulador mecánico y sus partes. ....	17
Figura 18. Regulador neumático. ....	18
Figura 19. Regulador de velocidad electrónico. ....	18
Figura 20. Lubricación de la bomba de inyección lineal. ....	19
Figura 21. Bomba rotativa de alta presión. ....	20
Figura 22. Bomba de alta presión. ....	21
Figura 23. Componentes de la bomba de alta presión. ....	21
Figura 24. Regulador centrífugo. ....	22
Figura 25. Componentes del regulador centrífugo. ....	22
Figura 26. Válvula electromagnética de parada. ....	23
Figura 27. Avance de inyección. ....	24
Figura 28. Componentes del avance de inyección. ....	24
Figura 29. Representación esquemática de un inyector. ....	25
Figura 30. Inyector mecánico. ....	26
Figura 31. Inyector de dos y tres orificios. ....	27
Figura 32. Funcionamiento del inyector de espiga o tetón. ....	27

Figura 33. Inyector pintaux. ....	28
Figura 34. Sistema unidad inyector bomba. ....	29
Figura 35. Funcionamiento de UIS durante la preinyección. ....	30
Figura 36. Funcionamiento de la UIS durante la inyección principal. ....	32
Figura 37. Sistema Unidad bomba-tubería inyector. ....	33
Figura 38. Sistema riel común CRS. ....	34
Figura 39. Turbocompresor. ....	35
Figura 40. Turbocompresor de geometría fija. ....	35
Figura 41. Turbocompresor de geometría variable. ....	36
Figura 42. Sistema de inyección con bomba lineal e inyectores. ....	37
Figura 43. Sistema de inyección con bomba rotativa e inyectores con riel común. ....	37
Figura 44. Bomba COVEC de Bosch. ....	38
Figura 45. Bomba manual para comprobación de inyectores mecánicos. ....	39
Figura 46. Banco de pruebas de sistemas HEUI. ....	39
Figura 47. Equipo de comprobación y calibración de bombas de inyección. ....	40
Figura 48. Equipo de comprobación sistemas riel común. ....	40
Figura 49. Equipo de limpieza ultrasónica. ....	41
Figura 50. Acabados del sistema de limpieza con ultrasonido. ....	42
Figura 51. Compartimiento para realizar el arenado de piezas. ....	42
Figura 52. Juego de llaves mixtas. ....	43
Figura 53. Juego de dados y rache. ....	44
Figura 54. Playo ajustable. ....	44
Figura 55. Playo de presión. ....	45
Figura 56. Juego de dados hexagonal y torx. ....	45
Figura 57. Palanca de torque. ....	46
Figura 58. Tornillos de banco. ....	46
Figura 59. Limas de desbaste. ....	46
Figura 60. Calibradores de precisión. ....	47
Figura 61. Ventas de vehículos por provincia 2016 y 2017. ....	47
Figura 62. Ventas de vehículos en Guayas. ....	48
Figura 63. Ventas de vehículos livianos a diésel en el 2017. ....	49
Figura 64. Ventas de vehículos pesados a diésel en el 2017. ....	49
Figura 65. Mostrador de laboratorio a diésel. ....	53
Figura 66. Área de trabajo. ....	53

Figura 67. Área de equipos de comprobación. ....	54
Figura 68. Herramientas especiales para equipos de comprobación. ....	54
Figura 69. Área de almacén de repuestos. ....	55
Figura 70. Diagramación de la propuesta de ubicación de áreas.....	55
Figura 71. Equipos de protección personal necesarios en el laboratorio.....	58

## **RESUMEN**

Este proyecto trata sobre la factibilidad de la implementación de un laboratorio para sistemas de inyección a diésel en la ciudad de Guayaquil, en el que el se va a presentar una guía técnica para las personas interesadas en invertir en el desarrollo del mercado automotriz de la ciudad.

Se describirán aspectos básicos de los sistemas de inyección a diésel, sus componentes y su funcionamiento y la utilización de los equipos con tecnología avanzada necesarios para la calibración de los mismos, tomando en cuenta los sistemas de inyección más comunes en el parque automotor.

Se detallarán las condiciones que debe cumplir un laboratorio de sistemas de inyacción a diésel de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes de estos sistemas, tanto en los aspectos de disposición de las máquinas, distribución de espacios, organización de herramientas, manejo de insumos así como también los recursos energéticos.

También se brindará información acerca de los costos de los equipos a utilizar, como la infraestructura y la mano de obra.

**Palabras clave:** costos, invertir, inyección, equipos y laboratorio

## **ABSTRACT**

This project is about the feasibility of the implementation of a laboratory for diesel injection systems in the city of Guayaquil, in which the will present a technical guide for people interested in investing in the development of the city's automotive market .

Basic aspects of diesel injection systems, their components and their operation and the use of equipment with advanced technology necessary for the calibration thereof, taking into account the most common injection systems in the automotive fleet, will be described.

The conditions that must be met by a laboratory of injackng systems to diesel according to the specifications of the manufacturers of these systems, both in the aspects of layout of the machines, distribution of spaces, organization of tools, handling of inputs as well as also the energy resources.

Information will also be provided on the costs of the equipment to be used, such as infrastructure and manpower.

**Keywords:** costs, investment, injection, equipment and laboratory

## **INTRODUCCIÓN**

En la ciudad de Guayaquil, cada año se ve un incremento en la utilización de vehículos con sistemas de inyección a diésel y dentro del mercado de mantenimiento de estos sistemas se evidencia una tendencia a realizar estos trabajos de forma poco técnica y gran parte de ellos no cuentan con los requisitos mínimos exigidos por los fabricantes de sistemas de inyección a diésel, por lo que el autor ha querido recopilar dentro de este proyecto los aspectos técnicos necesarios para realizar un servicio de mantenimiento cumpliendo con las normas mínimas exigidas por estos fabricantes.

El motor diésel es un motor combustión mediante el autoencendido de la mezcla aire/combustible, que aspira solamente aire, sometiéndolo a alta compresión generando la combustión con máximo grado de eficiencia.

Para que el rendimiento sea fiable y económico en los motores diesel se requiere de sistemas de inyección que funcionen con alta precisión.

Para que el sistema de inyección diesel ofrezca todos los beneficios y ventajas, precisa pasar por mantenimientos preventivos y estar bien regulado, de esta manera podremos garantizar su correcto funcionamiento.

# CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Alcance

La ciudad de Guayaquil presenta un parque automotriz con gran cantidad de motores diésel, tanto en vehículos livianos, como en la categoría de vehículos pesados, donde al encontrarse estos vehículos con problemas en el sistema de inyección diésel, debido a una mala calibración de las bombas de inyección del combustible o mantenimientos deficientes a inyectores, así como, a líneas de alimentación, desencadenan un gran problema de contaminación de gases nocivos, además de presentar un deficiencia en el rendimiento de los motores diésel, lo cual representa un mayor consumo de combustible y afecta directamente a la economía del usuario, también podemos suponer efectos adversos en la salud de los habitantes de Guayaquil por las consecuencias dañinas de la mala combustión, por lo que se busca que la implementación de laboratorios diésel con tecnología adecuada al mercado logren abarcar de forma eficaz el sector automotriz que se encuentra desatendido.

Se intenta aportar a la comunidad automotriz de Guayaquil para que los profesionales del área usen los datos recopilados en este estudio, para lograr la implementación exitosa de un laboratorio de sistemas de inyección diésel.

Se encuentra enfocada mi investigación en el objetivo 5 que busca impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida, teniendo como meta incrementar el porcentaje de la inversión en investigación y desarrollo, como porcentaje del Producto Interno Bruto, enfocado en la línea de investigación de la Universidad Internacional del Ecuador que promueve el fortalecimiento de los actores de la economía y desarrollo empresarial.

Se desea optimizar el uso de recursos, pero siempre garantizando la calidad del servicio que se requiera conforme las necesidades de los usuarios de vehículos con motor diésel, utilizando máquinas y herramientas con tecnología actualizada, también contando con personal capacitado que pueda brindar diagnósticos correctos a los distintos problemas del sistema de inyección diésel.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo determinar la forma adecuada para realizar la implementación de un laboratorio de sistemas de inyección diésel en la ciudad de Guayaquil, analizando las debilidades de la competencia, brindando soluciones técnicas a los diferentes problemas que se suscitan en los sistemas de inyección, para atender a los usuarios de vehículos con motores diésel?

## **1.3. Sistematización del problema**

¿Cuál es la influencia que logrará esta investigación en el mercado automotriz y de qué forma se llevará a cabo este estudio en el parque automotriz con motores diésel de Guayaquil?

¿Cuál es el correcto proceso para la implementación de un laboratorio de sistemas de inyección diésel en Guayaquil?

¿Qué maquinarias y herramientas especializadas se utilizarán en la implementación de un laboratorio de sistemas de inyección diésel?

¿Cómo se establecerá la inversión inicial necesaria para la implementación de un laboratorio de sistemas de inyección diésel?

¿Cuáles serán las posibles causas de la falta de inversión por parte de los talleres automotrices, para realizar trabajos en motores diésel?

## **1.4. Objetivos de la investigación**

### **1.4.1. Objetivo general.**

Estudiar la factibilidad técnica y económica para la implementación de un laboratorio de sistemas de inyección diésel en la ciudad de Guayaquil, con la finalidad de mejorar nuestro sistema ecológico para contribuir al plan del buen vivir, conociendo los clientes potencialmente desatendidos que son usuarios de vehículos con motores diésel, además de conocer las empresas que actualmente trabajan en labores relacionadas a la inyección a diésel.

### **1.4.2. Objetivos específicos.**

Realizar un estudio de mercado de los talleres autorizados e informales que se dediquen a trabajos relacionados con el mantenimiento a sistemas de inyección a diésel, recopilando de la misma forma información sobre los tipos de sistemas de inyección a diésel más comunes encontrados en el sector automotriz de Guayaquil.

Segregar la población de vehículos livianos y pesados que conforman el parque automotor de la ciudad de Guayaquil que trabajan con sistemas de inyección a diésel.

Definir las máquinas y herramientas que se necesitarán para cubrir las necesidades de mantenimientos preventivos y correctivos de los diferentes tipos de sistemas de inyección a diésel del público meta.

Establecer la inversión inicial necesaria para brindar un servicio eficiente, así como, establecer el valor actual neto y la tasa interna de retorno del laboratorio de sistemas de inyección a diésel. Examinar las posibles causas de la falta de inversión por parte de los talleres automotrices, para realizar trabajos en motores a diésel.

## **1.5. Justificación y delimitación**

### **1.5.1. Justificación teórica.**

Tomando en consideración que la utilización de vehículos con sistemas de inyección a diésel en la ciudad de Guayaquil va en aumento, se debe considerar la implementación de un laboratorio de inyección a diésel para contribuir a la reducción de emisiones nocivas debido al deficiente mantenimiento de estos sistemas, lo que también afecta a la vida útil de los motores con sistemas de inyección a diésel.

### **1.5.2. Justificación metodológica.**

En esta investigación podremos observar los pasos para la implementación de un laboratorio de sistemas de inyección a diésel, estos nos determinarán la viabilidad técnica y práctica de esta implementación, así como su posible impacto. Este proyecto se desarrollará mediante el método mixto de investigación, mediante una observación de campo, y documental, las cuales brindarán una perspectiva real dirigida hacia la inversión en el sector automotriz.

### 1.5.3. Justificación práctica.

Los resultados de este proyecto nos darán un respaldo para la correcta implementación de un laboratorio de sistemas de inyección diésel, además de guiarnos para la correcta aplicación de mantenimientos preventivos a los sistemas de inyección a diésel, con fundamentos técnicos que brinden un servicio de calidad, lo que supone emisiones de gases más limpias.

### 1.5.4. Delimitación temporal.

El trabajo se desarrollará en desde el mes de julio, hasta el mes de octubre de 2018, lapso que permitirá realizar la investigación, así como diseñar la propuesta.

### 1.5.5. Delimitación geográfica.

El trabajo se desarrollará en la ciudad de Guayaquil, Figura 1, dentro del perímetro urbano, especialmente en las zonas de desarrolla el mercado automotriz, entre estos destacamos la zona norte: Mapasingue, vía perimetral, calle Ayacucho, la avenida Francisco de Orellana entre otros puntos de investigación consultados.

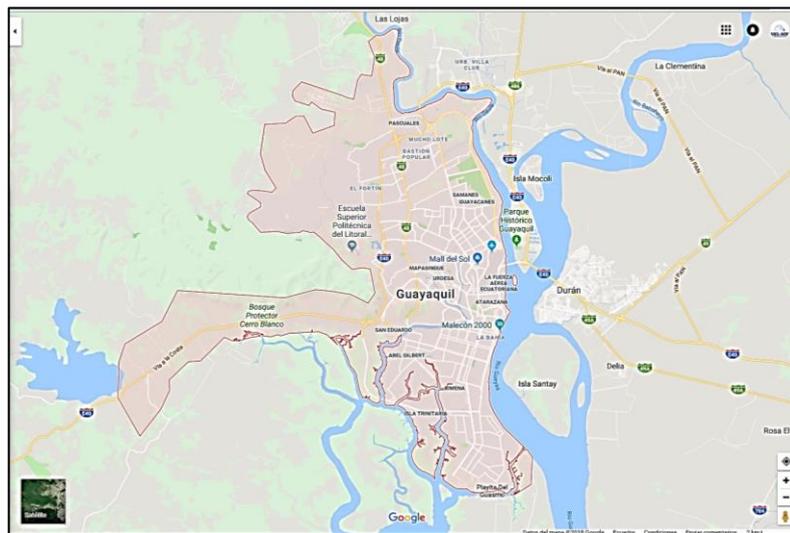


Figura 1. Límites geográficos de la ciudad de Guayaquil.  
(Google, 2018)

### 1.5.6. Delimitación del contenido

La información detallada en el presente trabajo está constituida en base a manuales de máquinas y demás documentación técnica, también de libros sobre el correcto mantenimiento de los sistemas de inyección a diésel, y mediante visitas a diferentes laboratorios en la ciudad.

## CAPÍTULO II. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. La inyección a diésel.

En los motores diésel, se realiza la combustión cuando el combustible que se inyecta casi gaseoso, por medio de los inyectores se mezcla con el aire, y tras la carrera de compresión del pistón eleva su temperatura generando el calor necesario para que se encienda la mezcla a través del autoencendido (Castillejo, 2014).

Bajo estas premisas, mientras más alta es la presión en el sistema mejor será el aerosol del diésel en la cámara del motor permitiendo una mejor mezcla aire/combustible, como se observa en la Figura 2.



*Figura 2. Inyección a diésel.  
(Gamboa, 2015)*

El funcionamiento del sistema se realiza básicamente mediante la alimentación de una bomba de baja presión que mantiene el combustible a presión constante.

El combustible es guiado por las cañerías pasando a través de los filtros que se encargan de eliminar las burbujas, partículas e incluso el agua que se encuentre mezclado con el diésel para alimentar la bomba de inyección, la cual se encarga de elevar la presión del combustible y enviar el combustible a los inyectores quienes finalmente se encargarán de ingresar el diésel a la precámara o el cilindro directamente para mezclarse con el aire.

Con el fin de que la combustión sea lo más eficiente posible, el inicio de esta debe estar bien calibrado, de modo que, el inicio se adelante o se retrase según el punto de funcionamiento.

Para esto, las bombas tienen una serie de sistemas correctores, si bien éstos eran mecánicos, en la actualidad se han sustituido por sistemas de regulación electrónicos.

### 2.1.1. Inyección de combustible.

El sistema de inyección es el responsable de suministrar el combustible al motor. Se compone de una etapa de baja presión y otra de alta, en la que se encuentra la bomba inyectora; ésta genera la presión de inyección requerida y suministra el combustible al circuito de alta presión. A su vez, la bomba inyectora es alimentada a través del circuito de baja presión, encargado de transportar el combustible desde el depósito y filtrarlo para garantizar que entre en el circuito de alta presión libre de impurezas y humedad (Castillejo, 2014), como se observa en la Figura 3.

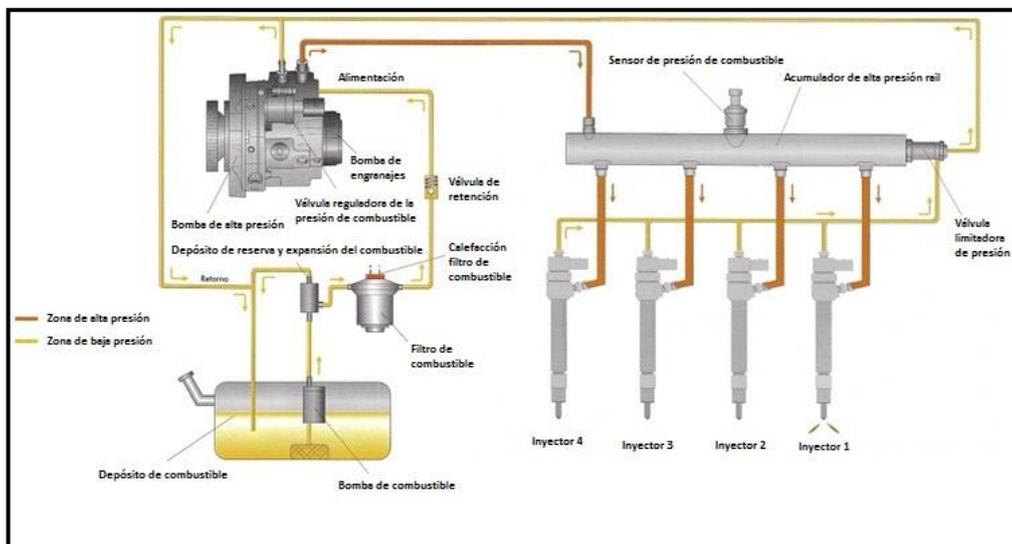


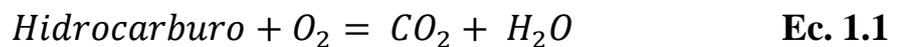
Figura 3. Sistema de inyección a diésel.  
(Divassón, 2011).

### 2.1.2. Combustión.

Es el desprendimiento de energía que produce una reacción química en la cual están involucrados dos componentes; el aire que contiene oxígeno y un material oxidante, podemos recordar que poco después de que se descubriera el oxígeno, Antoine Lavoisier, entendió que este nuevo elemento era el fragmento que faltaba para completar el enigma y llevar a cabo la combustión.

Este realizó experimentos y formuló la teoría de la combustión donde indicaba que las sustancias cambian con el oxígeno del aire cuando estas se queman, manifestó que la respiración y la combustión eran procesos químicos análogos, pues en ambos procesos un material reacciona con el oxígeno y produce dióxido de carbono y agua, así la masa se conserva en ambas situaciones, entonces podemos señalar que durante la combustión los compuestos que contienen carbono, hidrógeno y algunas veces también el oxígeno se incineran en presencia del aire, consumiendo oxígeno y produciendo como resultado dióxido de carbono y agua en forma gaseosa.

Finalmente podemos pensar que cuando un hidrocarburo, pasa por el proceso de una combustión completa, se consume el oxígeno presente en el mismo y se produce dióxido de carbono y agua, por lo tanto, la fórmula general de una situación ideal podría determinarse como la siguiente ecuación:



### 2.1.3. Inyección Indirecta.

La inyección directa es aquel sistema en que el inyector introduce el combustible en una precámara de combustión como se muestra en la Figura 4.

La inyección indirecta ha sido muy utilizada en los motores de automóvil y maquinaria agrícola e industrial de pequeña o media cilindrada, ésta era la única forma de reducir las emisiones de ruido y gases contaminantes.

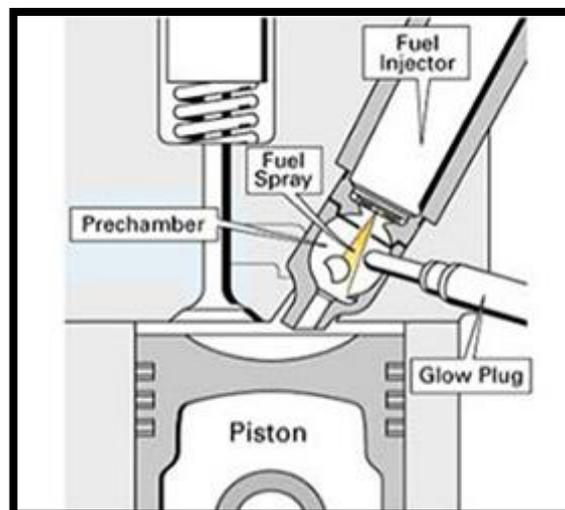


Figura 4. Inyección indirecta.  
(Diesel Hub, 2018)

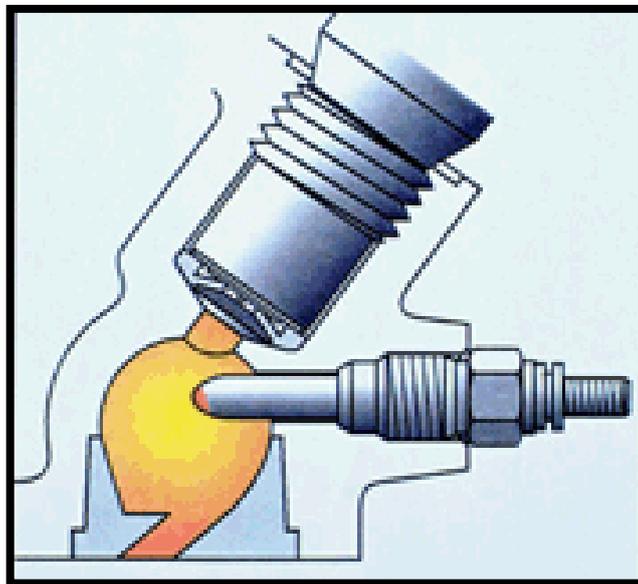
Mediante esta particularidad podemos generar un aumento lento de la presión en el interior del cilindro produciendo una marcha relativamente silenciosa, como se observa en la Figura 4.

#### **2.1.3.1. Motores con cámara de turbulencia.**

Poseen una la cámara de combustión auxiliar y una bujía de espiga incandescente. Esta es de forma esférica o elíptica.

En el interior de la cámara se crea un fuerte remolino generando una turbulencia, el encendido y la combustión toman lugar en un corto tiempo.

Dando como resultado, un nivel de ruido reducido, así como la emisión del humo negro durante el manejo a elevada velocidad, como se observa en la Figura 5.



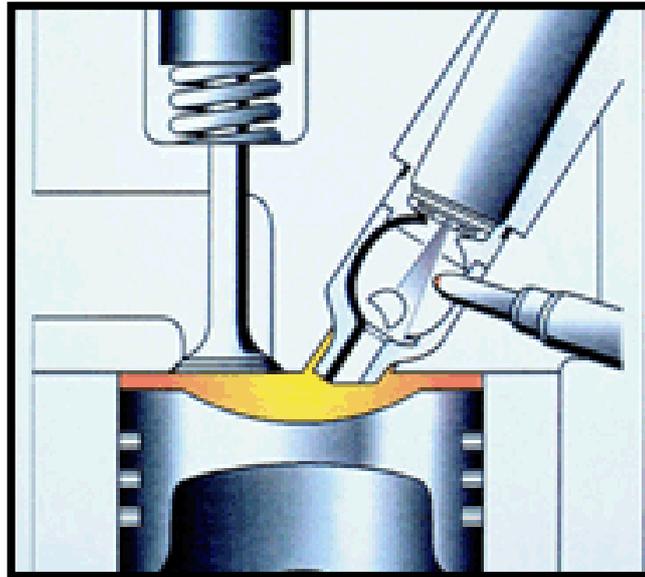
*Figura 5. Cámara de turbulencia.*  
(Fierros Clásicos, 2014)

#### **2.1.3.2. Motores con cámara auxiliar de reserva de aire.**

El aire es comprimido y reducido, a una presión de entre 101 y 132 bar. El combustible es inyectado al Venturi, donde empieza a inflamarse el combustible.

El calor dilata el aire del acumulador que puede estar formado en el pistón saliendo al cilindro y terminando la combustión del diésel a medida que se inyecta.

En la actualidad este sistema es poco usado, debido a su alto consumo, aunque tiene un funcionamiento muy suave y arranque en frío, como se ve en la Figura 6.



*Figura 6.* Cámara de reserva de aire.  
(Fierros Clásicos, 2014).

#### **2.1.4. Inyección Directa.**

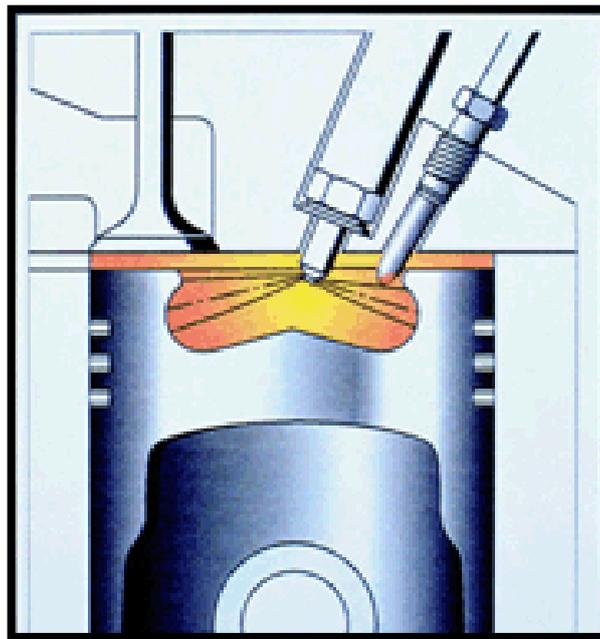
Es aquella en que el inyector introduce el combustible directamente en la cámara de combustión. En la inyección directa la formación de la mezcla aire/combustible depende básicamente de las características del chorro y de la distribución del aire dentro del cilindro, Por lo tanto, este tipo sistema es muy sensible a la pulverización del diésel, el cual debe ajustarse con precisión para asegurar una mezcla efectiva.

Las constantes mejoras que vienen realizándose en los sistemas de inyección diésel han llevado al desarrollo del motor diésel de inyección directa a alta presión. Este sistema en su versión inicial emplea un inyector situado sobre el centro de la cámara de combustión para inyectar el diésel uniformemente, para conseguir la máxima eficiencia del combustible la inyección es controlada por un dispositivo electrónico. Estas innovaciones brindan al motor la rápida ignición de los sistemas de inyección indirecta, así como la alta presión durante el período principal de propagación, característica de los sistemas de inyección directa.

Los nuevos TDI tienen un sistema de inyección innovador, en el que cada cilindro tiene su propia bomba integrada en el inyector.

La presión actúa mecánicamente sobre levas adicionales incorporadas en el árbol de levas, lo cual supone una enorme ventaja: una muy alta presión de hasta 2050 bar es dirigida al orificio de salida de cada inyector, tengamos en cuenta que la presión obtenida con los sistemas anteriores era de 1000 bares, prácticamente se ha logrado duplicar la presión dando como resultado mejor pulverización del diésel facilitando de esta manera su combustión, como se muestra en la Figura 7.

Como resultado de estas características se logra disminuir el ruido y mejorar tanto el rendimiento como las emisiones.



*Figura 7. Inyección directa.*  
(Fierros Clásicos, 2014).

### **2.1.5. Pistones.**

Para obtener un mejor desplazamiento de la pulverización del combustible existen diferentes tipos de diseños de pistones, además estos deben estar contruidos de materiales muy resistentes para soportar las altas temperaturas y presiones que se generan dentro de la cámara de combustión, y a su vez muy livianos para que no afecten las cargas de inercia.

Para lograr estas propiedades comenzaremos por los materiales de los pistones, los pistones son principalmente de aluminio, por ser un metal con amplias cualidades.

En la fabricación de los pistones, al aluminio se le agregan otros elementos para obtener fórmulas adecuadas que proporcionan las características particulares necesarias según el tipo y aplicación del motor.

#### **2.1.5.1. Pistones de aluminio fundido.**

Para la fabricación de pistones uno de los procesos más antiguo y aún vigente, consiste en la fundición de lingotes de aluminio en grandes Crisoles, que luego se vacían en moldes especiales enfriados por agua.

Posteriormente, comienza el proceso de mecanizado, efectuado por diferentes maquinarias controladas por computadoras y por último pasan por una serie de procesos térmicos que les dan las propiedades requeridas para las condiciones de trabajo de los motores, como podemos observar su acabado final en la Figura 2.7.



*Figura 8.* Pistones de aluminio fundido.  
(Innovación diésel, 2008)

#### **2.1.5.2. Pistones forjados a presión.**

Para la realización de este proceso de fabricación se utilizan barras de aleaciones de aluminio cortados a la medida y sometidos a altas presiones de hasta 3000 toneladas de fuerza, los cuales se pasan por troqueles.

En los troqueles se forja con exactitud las dimensiones del pistón, las ranuras de los anillos con maquinados a precisión para brindar óptima calidad y confiabilidad en el uso de estos, como lo podemos observar en la Figura 9.

Estos pistones por sus características son utilizados en motores de uso diario como de trabajos pesados e incluso en los motores de autos para competencias.



*Figura 9. Pistones forjados a presión.  
(Innovación diésel, 2008)*

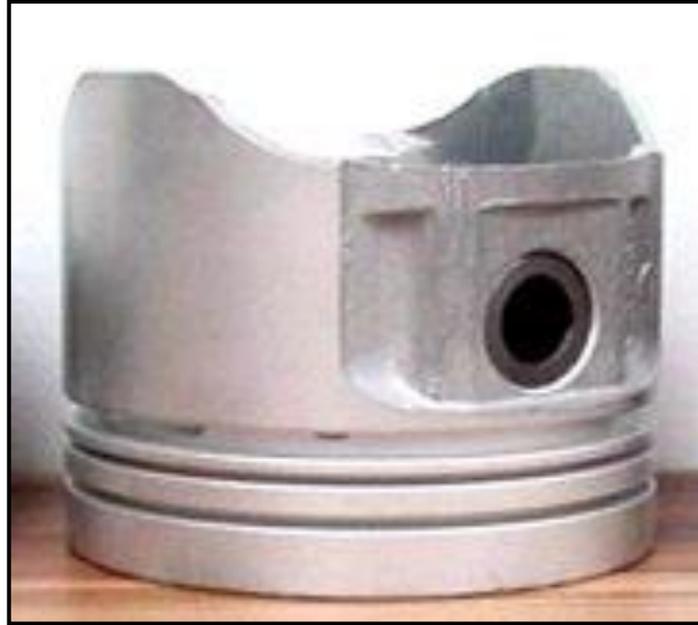
### **2.1.5.3. Pistones hipereutéticos.**

Estos pistones son fabricados con nuevas formulaciones que permiten agregar una mayor cantidad de silicio, por lo tanto, su expansión molecular es más uniforme.

Esta técnica de fabricación proporciona a estos pistones características especiales, como podemos observar el acabado en la Figura 10.

Son excelentes para soportar mayores esfuerzos, su resistencia y control de la dilatación a temperaturas altas es muy buena, reduciendo el riesgo de que el pistón se pegue o agarre en el cilindro.

La vida útil del pistón es mayor porque que debido a su construcción las ranuras de los anillos y el orificio del pasador del pistón son más duraderas.



*Figura 10.* Pistones hipereutéticos.  
(Innovación diésel, 2008).

#### **2.1.5.4. Pistones con recubrimiento.**

Inicialmente se utilizó el estaño, pero por ser nocivo a la salud ha sido eliminado por los fabricantes de pistones. En sustitución se está aplicando el nuevo recubrimiento antifricción compuesto por molibdeno y grafito en las faldas, como podemos observar el acabado en la Figura 10. Este compuesto evita que los pistones se rayen, ayuda a prevenir daños por la lubricación inadecuada y mejora el sellado de los pistones.



*Figura 11.* Pistones con recubrimiento.  
(Innovación diésel, 2008)

### 2.1.6. Bomba de baja presión.

Para los sistemas de inyección a diésel con bombas lineales, requieren de una bomba alimentadora que suministre combustible al circuito con una presión aproximada de un bar.

Esto asegura que la bomba de inyección en línea reciba la cantidad de combustible para su funcionamiento. Ambas bombas funcionan durante todo el tiempo de trabajo del motor diésel, eso significa que sus componentes se desgastan y deben ser reemplazados para asegurar su correcto funcionamiento.

#### 2.1.6.1. Bomba Manual.

La bomba manual sirve para eliminar burbujas de aire del sistema diésel, está instalada junto a la bomba alimentadora.

El aire puede "entrar" en el sistema, por ejemplo, cuando se realiza el cambio de los filtros de combustible, o cuando se hace el mantenimiento en la bomba de inyección diésel.

Componentes de desgaste detallados en la Figura 12.

- Bomba Manual
- Rodillo
- Pistón
- Resorte del pistón
- Válvulas
- Filtro

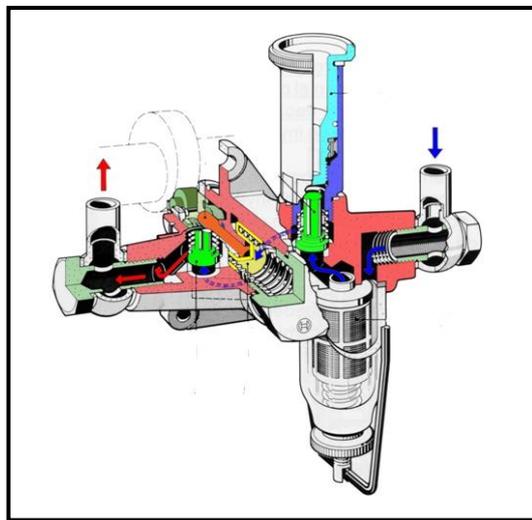


Figura 12. Bomba alimentadora.  
(Bosch Automotive Aftermarket, 2015)

### 2.1.7. Tipos de sistemas de inyección.

Uno de los elementos más importantes del sistema de inyección diésel de un vehículo es la bomba de alta presión, tiene como principal función elevar la presión del combustible, dosificar la cantidad de combustible que se inyecta a los cilindros y regular el par motor.

#### 2.1.7.1. Sistemas con bomba de inyección en línea.

Las bombas de inyección en línea se componen de cilindros y émbolos, como podemos observar en la Figura 13, los cuáles se encargan de comprimir el combustible para que sea inyectado en la cámara del cilindro del motor a una determinada presión a través de los inyectores (Bosch, 2007).

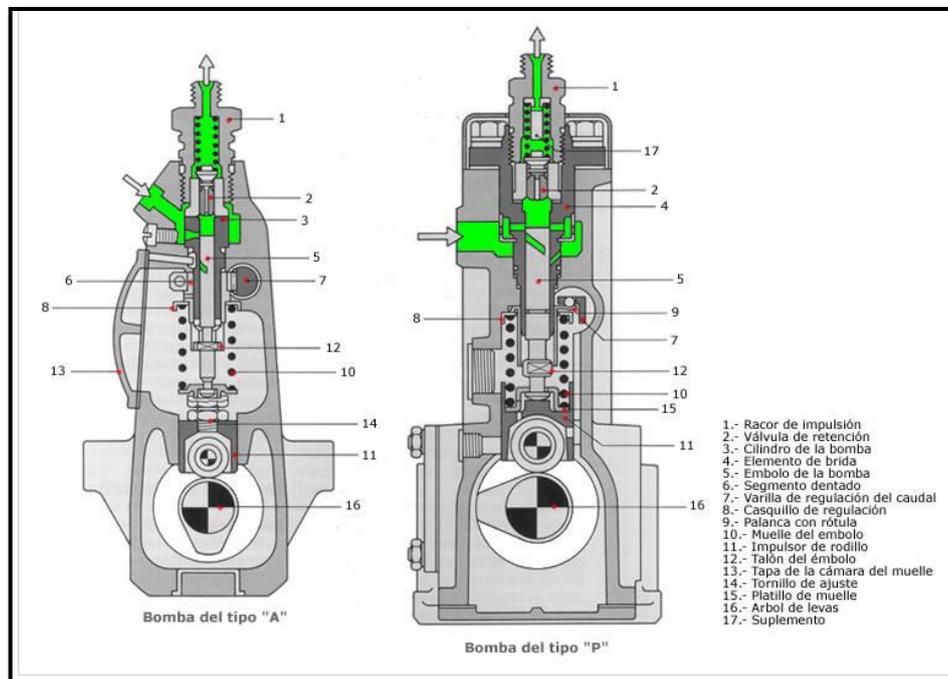


Figura 13. Partes de la bomba de inyección en línea.  
(Bosch, 2007)

La bomba de inyección en línea tiene tantos elementos de bombeo como cilindros el motor. Un árbol de levas accionado por el motor eleva los émbolos, y un muelle en la parte superior provoca el descenso.

La carrera de los émbolos no puede variar, pero se necesita de un sistema que varíe la cantidad de combustible bombeado, como se muestra en la Figura 14.

Para ello el émbolo tiene una serie de ranuras inclinadas que a través de un mecanismo que provoca el giro del émbolo, permite la variación de la carrera útil en función de la carga y el número de revoluciones del motor.

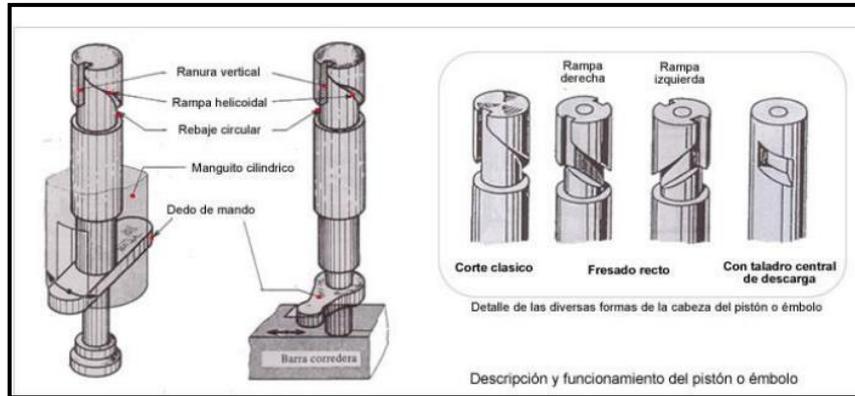


Figura 14. Descripción y funcionamiento del émbolo.  
(Bosch, 2007)

Otro de los elementos principales de estas bombas es la válvula de descarga. Se encuentra situada entre el elemento de bombeo y la tubería de alta presión que conduce el combustible al inyector, como se muestra en la Figura 15. Estas válvulas hacen que la inyección se corte bruscamente.

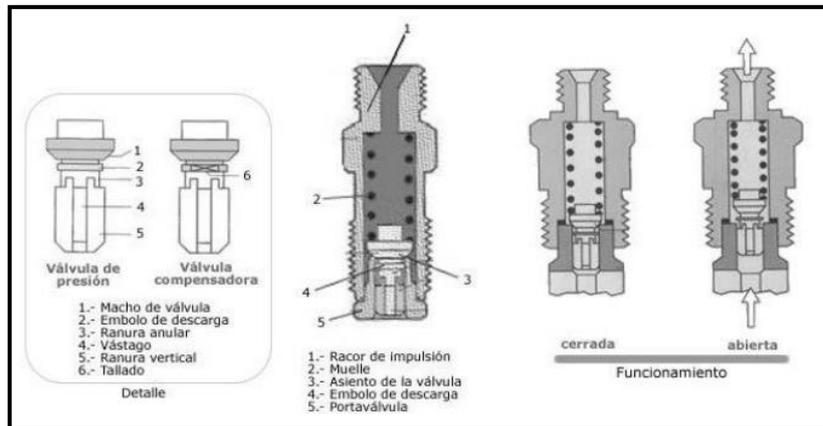


Figura 15. Componentes de la válvula de descarga.  
(Bosch, 2007)

Para controlar la cantidad de diésel que se envía al motor, y que los émbolos giren en el sistema de la bomba lineal hay un aditamento que va conectado a los émbolos, este aditamento es la cremallera o barra corredera, la cual es movida por el pedal del acelerador, regulando de esta manera la cantidad de combustible.

A continuación, podemos observar los componentes que accionan el sistema como se muestra en la Figura 16.

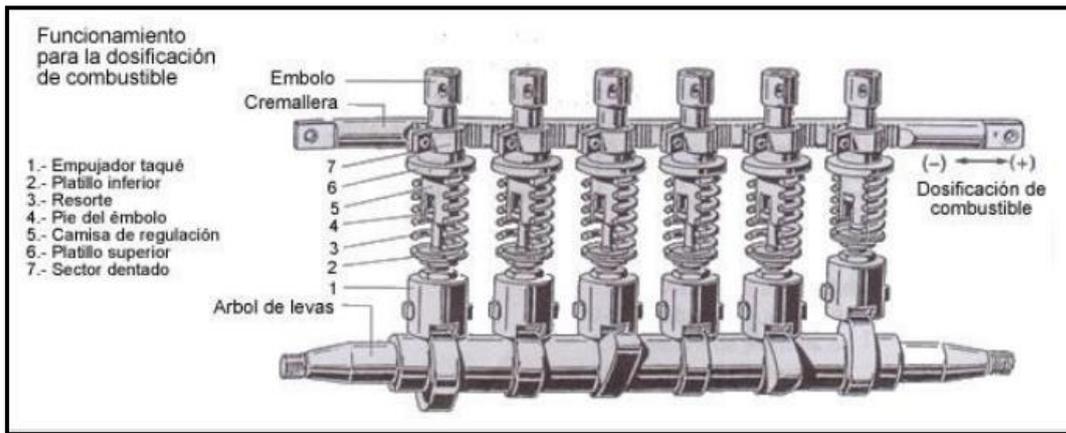


Figura 16. Componentes de la dosificación de combustible.  
(Bosch, 2007)

### 2.1.7.2. Regulador de velocidad.

El regulador de velocidad tiene como función principal limitar la velocidad máxima del motor en vacío. De no contar con este sistema de control el motor en vacío se podría acelerar sin control hasta llegar a la autodestrucción (Bosch, 2007).

Para los sistemas de inyección con bombas lineales existen tres tipos de regulador de velocidad; mecánicos, neumáticos y electrónicos. Como podemos ver en las Figuras 17, 18 y 19.

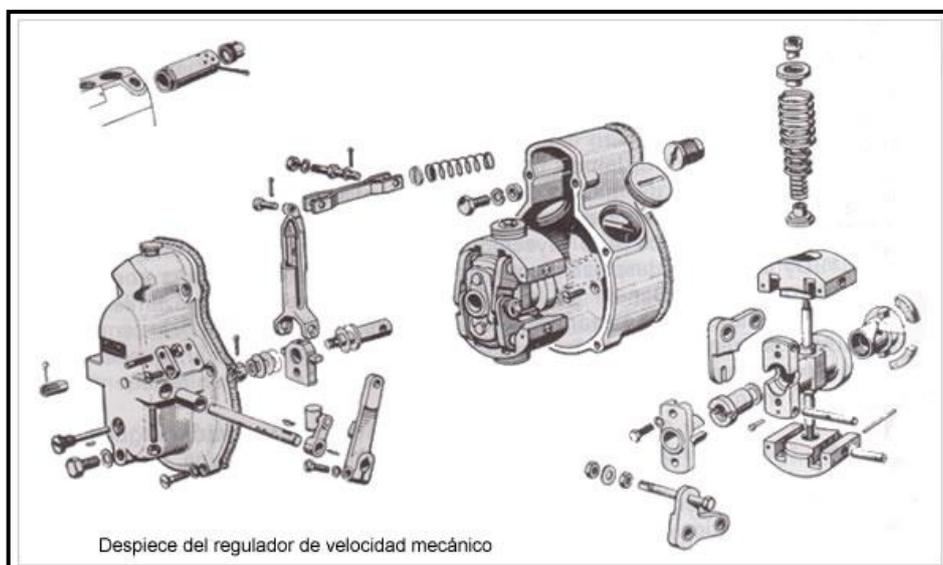
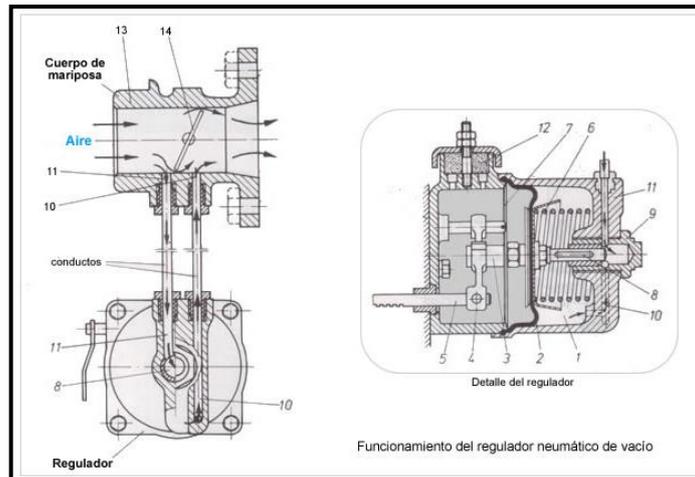


Figura 17. Regulador mecánico y sus partes.  
(Aficionados a la mecánica, 2014)



*Figura 18.* Regulador neumático.  
(Aficionados a la mecánica, 2014)



*Figura 19.* Regulador de velocidad electrónico.  
(Aficionados a la mecánica, 2014)

El regulador de velocidad también puede tener la función de regular la velocidad de ralentí y de mantener una velocidad constante al variar el par resistente del motor o cuando éste trabaja en vacío, actuando sobre la cremallera que regula la carrera útil del émbolo en el cilindro.

Como es sabido la cantidad de combustible a inyectar en los cilindros depende de la posición que ocupe la cremallera, ésta es accionada por el pedal del acelerador. Podría ocurrir, por ejemplo, que al descender por una pendiente (el par resistente del motor decrece) el motor se revolucione; en este caso, el regulador para máxima velocidad desplaza la cremallera, de forma que disminuya el caudal de combustible a inyectar a medida que aumenta el número de revoluciones. (Castillejo, 2014).

Si tomamos en cuenta la misión del regulador de velocidad podemos tener tres tipos de sistemas: regulador de máxima velocidad, regulador de mínima velocidad y de máxima velocidad y regulador de todas las velocidades.

### 2.1.7.3. Lubricación de la bomba.

En la mayoría de los casos estas bombas se lubrican por medio del circuito lubricante del motor. Se lubrica tanto la parte de la bomba donde están los elementos de bombeo como el regulador centrífugo de velocidad. Con este tipo de lubricación, la bomba de inyección está exenta de mantenimiento. El aceite del motor filtrado se hace llegar a la bomba de inyección y al regulador a través de una tubería, por un orificio de entrada, como lo observamos en la Figura 20. En caso de fijación de la bomba al motor, en bandeja, el aceite lubricante vuelve al motor a través de una tubería de retorno, mientras que en caso de fijación mediante brida frontal lo hace a través del alojamiento del árbol de levas o de orificios especiales (Castillejo, 2014).

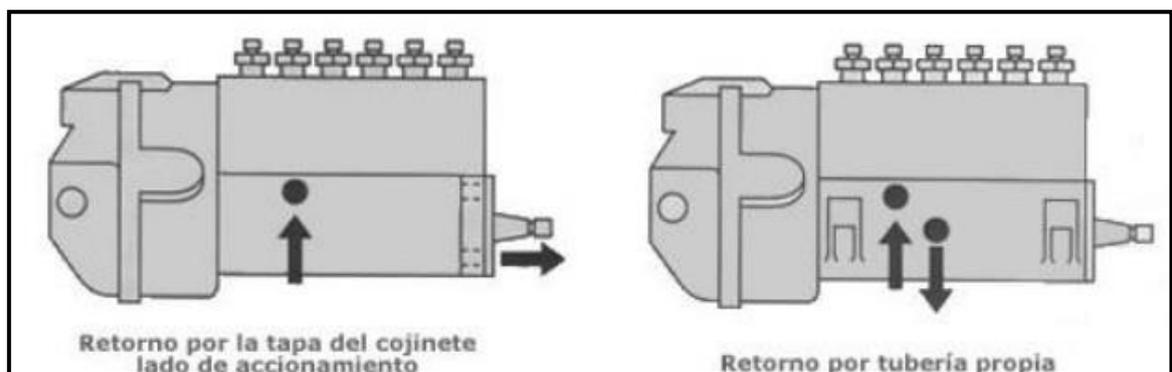


Figura 20. Lubricación de la bomba de inyección lineal.  
(Castillejo, 2014)

En el caso de bombas de inyección sin conexión al circuito del aceite del motor el aceite lubricante se cambia cuando se desmonta la bomba de inyección o cuando el motor se somete a una revisión general. La bomba se llena de aceite lubricante a través del capuchón de purga de aire o el filtro de purga de aire existente en el tapón.

El nivel de aceite se controla al mismo tiempo que se realizan los cambios de aceite del motor previstos por el fabricante de este último. El aceite sobrante (por entrada de combustible de fuga) se evacua, mientras que si falta tendrá que rellenarse. Las bombas y los reguladores con circuito de aceite separado poseen respectivamente una varilla para controlar el nivel del aceite. (Castillejo, 2014).

#### 2.1.7.4. Sistemas con bomba de inyección rotativa.

Este tipo de bomba también se conoce como bomba distribuidora. Este tipo de bombas nació de la necesidad de mejorar el comportamiento de los motores diésel pequeños utilizados en vehículos de turismo.

Estos motores requerían un sistema de inyección de alto rendimiento capaz de realizar inyecciones más rápidas y precisas, y que además fuera más ligero y compacto, para adaptarse mejor a las necesidades de estos vehículos. La bomba de inyección rotativa cumplía estos requisitos. Estas bombas podían lograr presiones de inyección mayores que sus antecesoras, sobre los 1600 bares, lo que también supuso una mejora en el consumo y en la reducción de los niveles de emisiones como se puede apreciar en la imagen 2.20. (Castillejo, 2014).

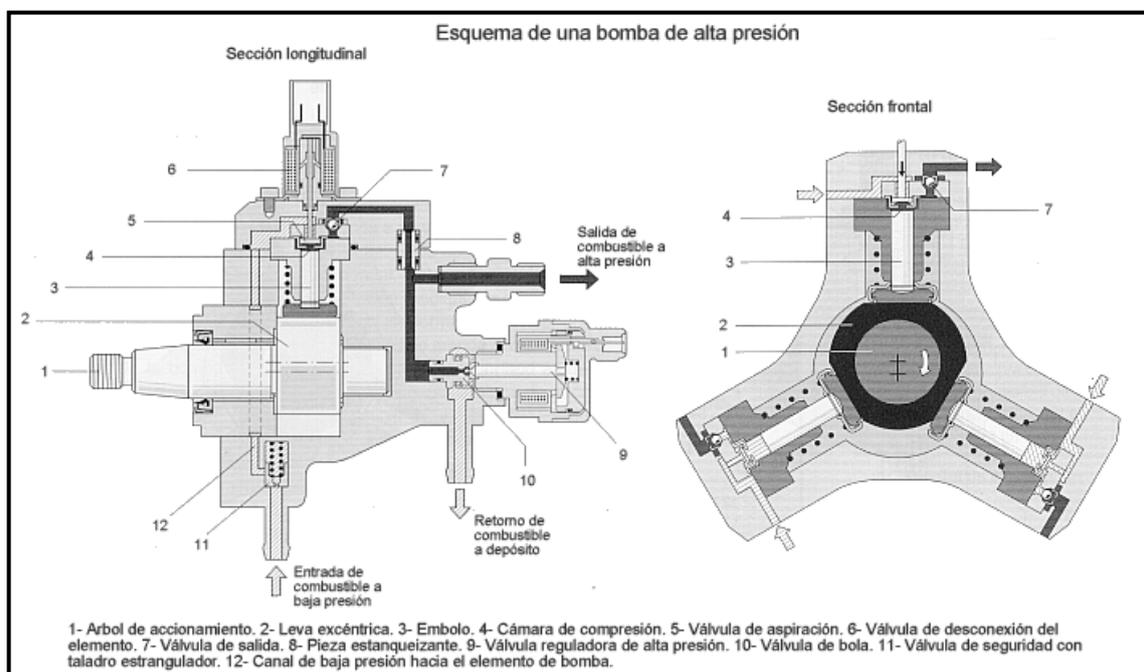


Figura 21. Bomba rotativa de alta presión.  
(Aficionados a la mecánica, 2014)

- **Bomba de alta presión.**

Componente de la bomba se encuentra en la cámara interna es la encargada de elevar la presión del diésel, y distribuir el combustible entre las cámaras de combustión del motor. Como se muestra en la Figura 22.

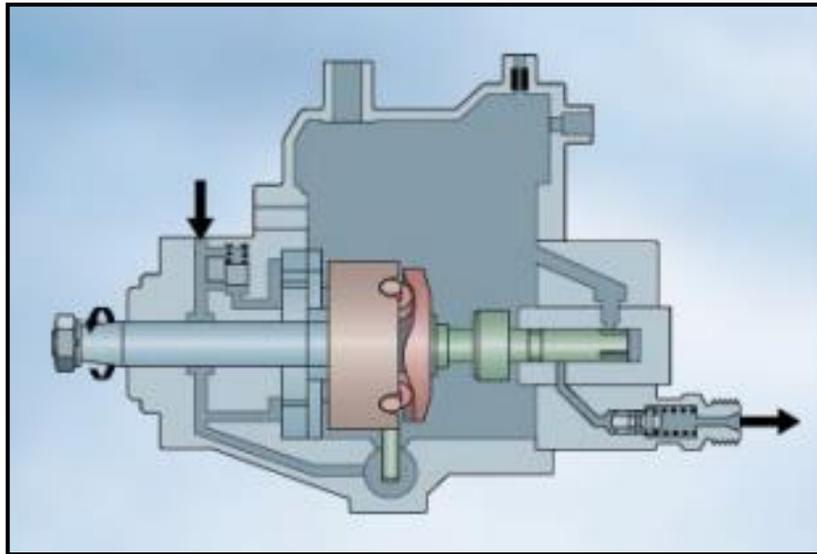


Figura 22. Bomba de alta presión.  
(Bosch Automotive Aftermarket, 2015)

Para su funcionamiento, el pistón distribuidor ejecuta un movimiento rotativo y axial, al estar el pistón en el punto muerto inferior, libera la entrada del diésel en la cámara de alta presión a través de uno de los canales de alimentación. El pistón distribuidor avanza, realizando la compresión del combustible en la cámara de alta presión, hasta alcanzar el punto muerto superior, enviando el combustible para uno de los cilindros del motor, por medio del porta-válvula, sus partes se observan en la Figura 23.

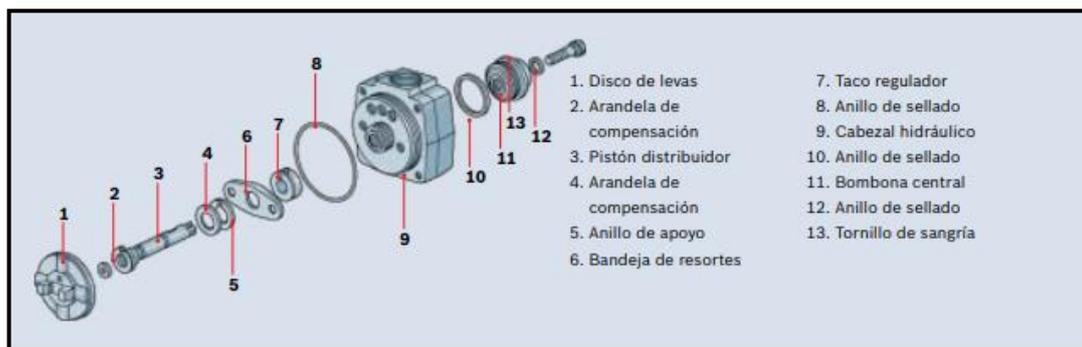


Figura 23. Componentes de la bomba de alta presión.  
(Bosch Automotive Aftermarket, 2015)

- **Regulador centrífugo.**

El conjunto regulador consiste en un mecanismo de fuerza centrífuga y trabaja con un grupo de palancas. La facilidad de manejo de los vehículos con motores diésel es satisfactoria porque el motor obedece a todos los movimientos del pedal del acelerador, como se muestra en la Figura 24.

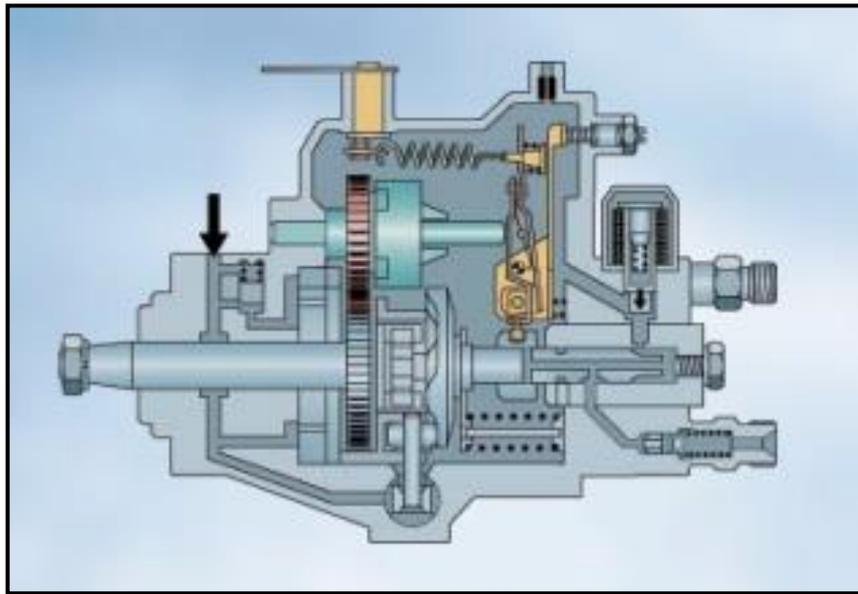


Figura 24. Regulator centrífugo.  
(Bosch Automotive Aftermarket, 2015)

La función del regulador de rotaciones es mantener la rotación mínima en el ralentí, determinar una rotación máxima para la bomba y mantener la relación aire/combustible en el motor, se muestran sus componentes en la Figura 25.

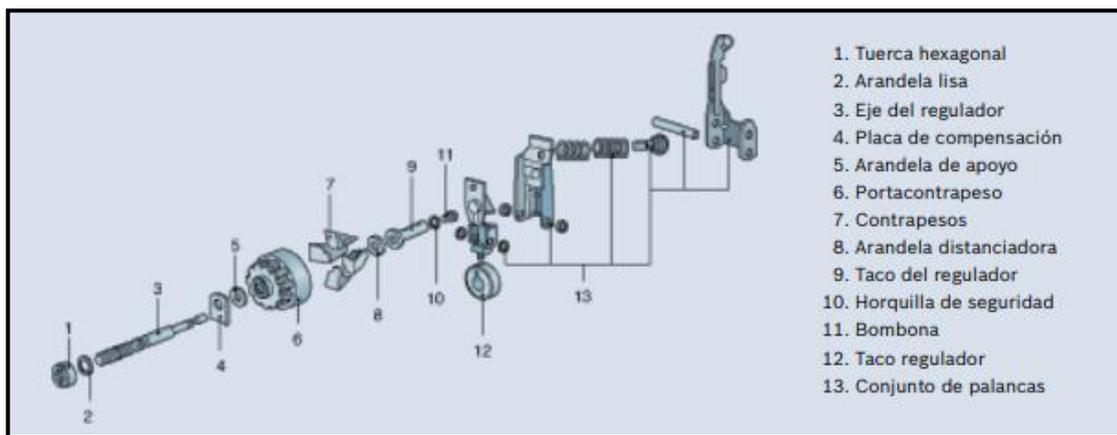
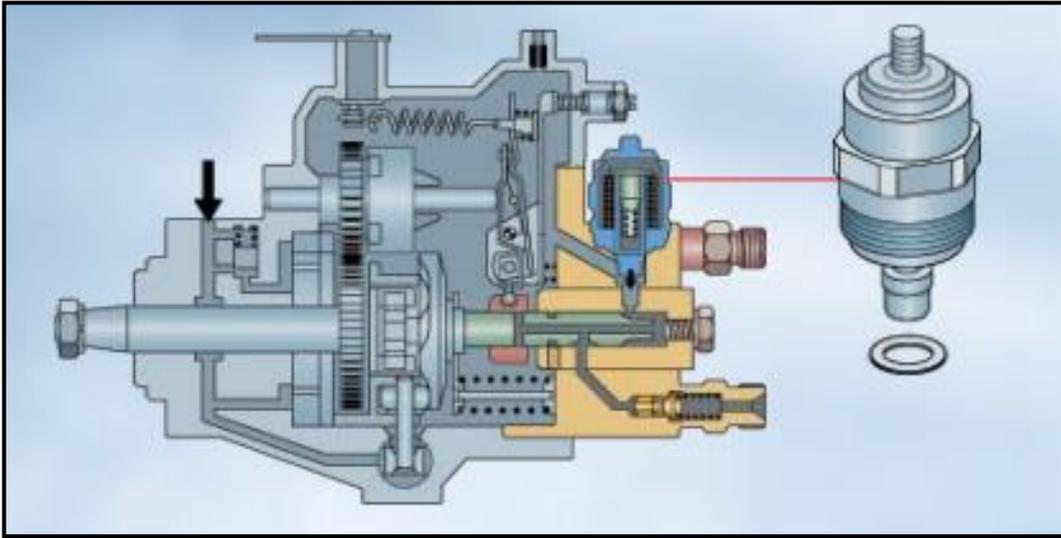


Figura 25. Componentes del regulador centrífugo.  
(Bosch Automotive Aftermarket, 2015)

- **Dispositivo de parada.**

La válvula electromagnética de parada tiene como principal función cortar el paso del combustible que entra en la cámara de alta presión de la bomba, el corte de esta se puede apreciar en la Figura 26.

Opcionalmente la bomba distribuidora puede equiparse con un dispositivo mecánico de parada, que funciona con una palanca estranguladora accionada por el conductor.



*Figura 26.* Válvula electromagnética de parada.  
(Bosch Automotive Aftermarket, 2015)

El componente funciona eléctricamente, y es activada y desactivada por el conductor del vehículo al accionar y desactivar el switch de encendido del vehículo.

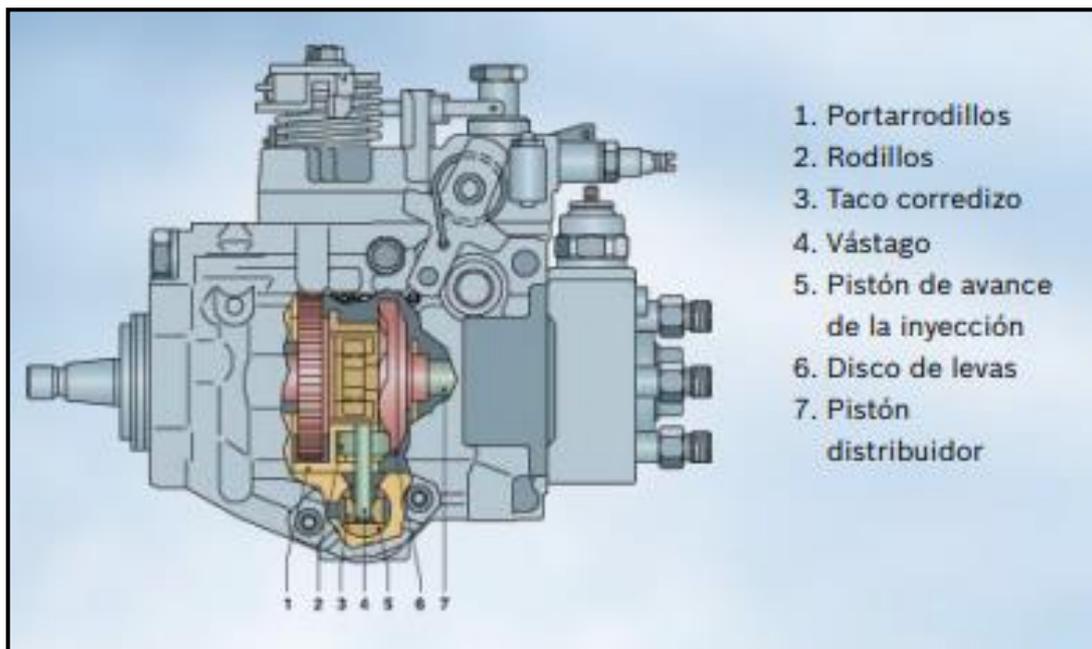
Cuando el conductor enciende el vehículo girando la llave el émbolo sube, liberando el paso del combustible hacia adentro de la cámara de alta presión. Cuando la llave es girada en el encendido cortando la corriente eléctrica, el resorte empuja el émbolo para abajo, cerrando el paso de diésel hacia adentro de la cámara de alta presión.

- **Bomba distribuidora con avance de inyección.**

Aunque el combustible se inyecte a alta velocidad y a elevadas rotaciones, la inyección sufre un retraso. Uno de los motivos es la dimensión de la tubería.

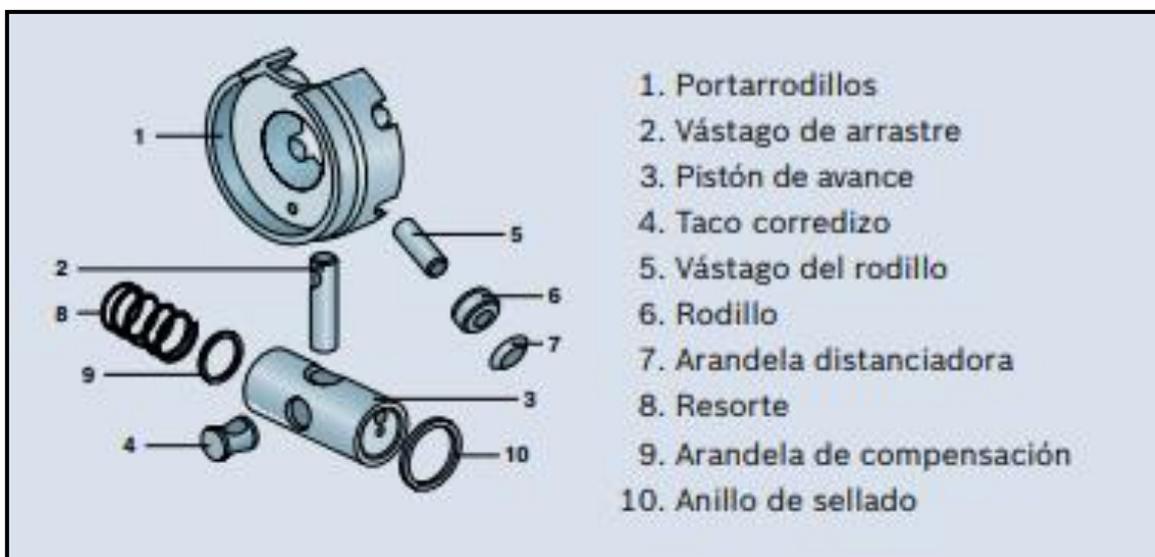
Como la velocidad de quema del combustible en el motor es constante y es necesario un período de tiempo para que el combustible y el aire formen una mezcla inflamable, esto podría causar pérdida de potencia en altas rotaciones y el combustible no se quemaría totalmente, produciendo humo.

Para impedir ese retraso, el avance de inyección anticipa el momento de la inyección para mayores revoluciones, interviene el mecanismo mostrado en la Figura 27.



*Figura 27. Avance de inyección.*  
(Bosch Automotive Aftermarket, 2015)

Cuando la rotación aumenta, crece también la presión interna de la bomba. El pistón de avance es empujado para adelante, superando la fuerza del resorte, desplazando todo el conjunto, con esto se avanza la posición de los rodillos con relación a los relieves de la pista del disco de levas, los elementos están detallados en la Figura 28.



*Figura 28. Componentes del avance de inyección.*  
(Bosch Automotive Aftermarket, 2015).

## 2.2. Inyector de diésel

El inyector diésel es el componente del sistema de inyección, que se encarga de introducir el combustible finamente pulverizado en la cámara de combustión. Dependiendo que sean inyectores para motores de inyección directa o indirecta, su construcción y morfología es distinta.

Los inyectores llamados de orificios son los de inyección directa y los de tetón de inyección indirecta. Realmente esta característica mencionada es de la tobera, que es el principal componente que se sustituye en el inyector cuando se repara. El inyector es el elemento que nos permite determinar externamente, si un motor es de inyección directa o indirecta, se muestra en la Figura 29 el esquema del inyector.

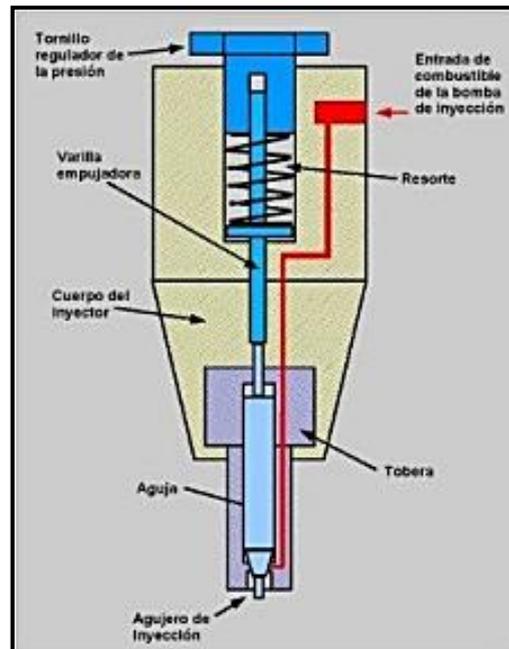


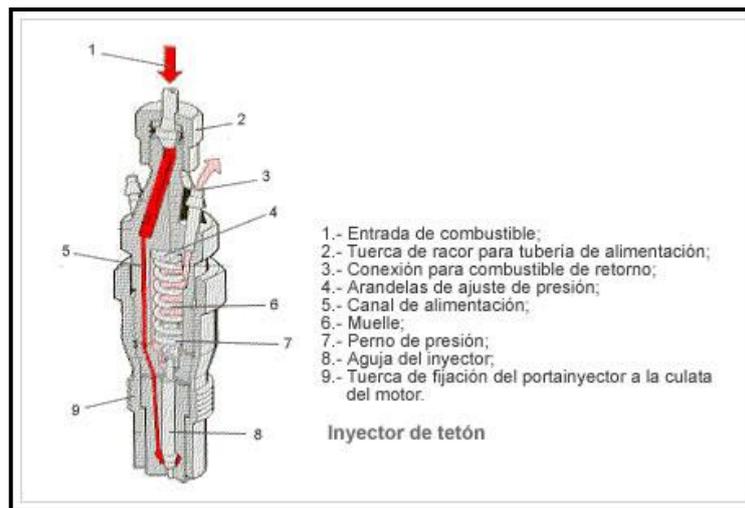
Figura 29. Representación esquemática de un inyector.  
(Aficionados a la mecánica, 2014)

Con las primeras gestiones electrónicas para motores diésel se utilizaban inyectores con sensor de movimientos de aguja o inyectores pilotados, o como se denominan vulgarmente, los inyectores con cable.

Son inyectores mecánicos completamente iguales a los convencionales y pueden ser reparados sin ningún problema. Su diferencia se encuentra en el hecho de llevar una bobina eléctrica en la parte superior que detecta el movimiento de la aguja de la tobera, lo que supone de hecho el comienzo real de la inyección. (Taller de macánica, 2014).

### 2.2.1. Inyectores mecánicos.

Se conoce como inyector mecánico a aquel componente que se encarga de inyectar el diésel a la cámara del cilindro, mediante la acción de la presión del combustible que ejerce la bomba de presión. En su interior se encuentra un resorte calibrado a determinada presión, esta presión de inyección puede ser regulada por medio de un tornillo de reglaje inmovilizado por una contratuerca, cuando el resorte es desplazado hacia arriba se libera la aguja dejando pasar el diésel a través del orificio de la tobera. Figura 30.



*Figura 30.* Inyector mecánico.  
(Aficionados a la mecánica, 2014).

Podemos clasificar a los inyectores mecánicos en tres tipos:

- Inyectores de orificios.
- Inyectores de espiga o de tetón.
- Inyector pintaux.

#### 2.2.1.1. Inyectores de orificios.

Hay inyectores con uno o más orificios. El inyector de un orificio se aplica, lo mismo que el de tetón, en el caso en que la inyección es indirecta.

Por el contrario, para inyección directa se utilizan inyectores con varios orificios de 2 a 7 de 0,2 mm de diámetro. Naturalmente, estos orificios se obturan fácilmente. Por esto se dispone en la tubería un filtro suplementario.

La introducción de la aguja en el cuerpo del inyector es de la máxima importancia. En efecto, la aguja se debe introducir cuidadosamente a mano en el cuerpo del inyector al mismo tiempo que se la gira suavemente. Nunca se deben utilizar agujas y cuerpos de inyectores que no corresponden, ya que la aguja y el cuerpo forman un par. Cuando los orificios están obturados solo se les puede destapar utilizando una aguja destinada a este uso o limpiándola con un líquido a presión. (Arellano Cabrera & Falconi Toro, 2015). Podemos observar en la Figura 31 el inyector de dos y tres orificios.

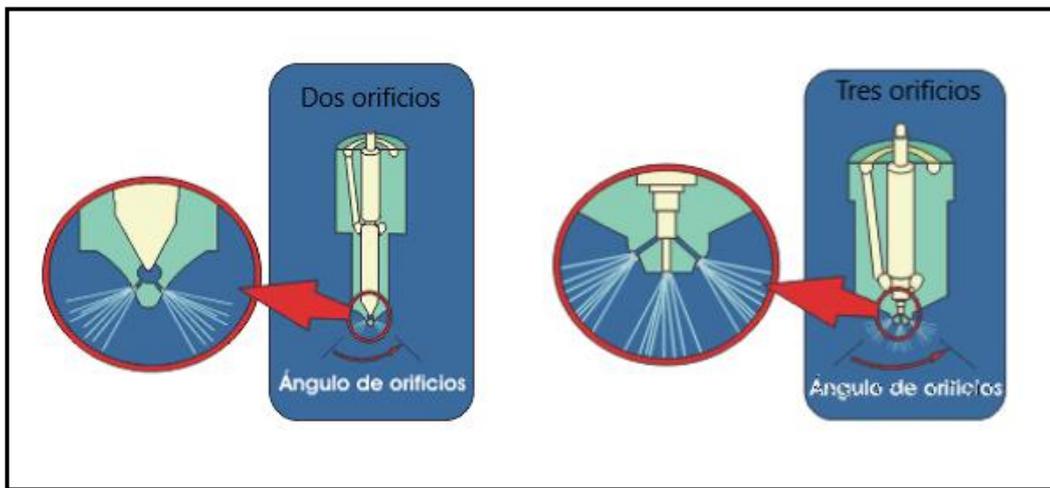


Figura 31. Inyector de dos y tres orificios.  
(Taller de mecánica, 2014).

### 2.2.1.2. Inyector de espiga.

Este inyector es muy sencillo y presenta la ventaja de que él mismo se limpia. Como el combustible se escurre a lo largo del tetón que cierra el orificio, es difícil que se forme depósito o que se obstruya, se muestra en la Figura 32 su disposición.

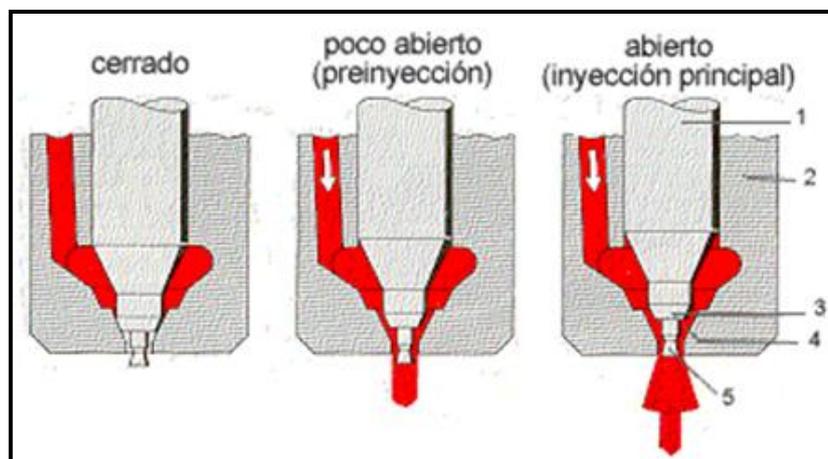


Figura 32. Funcionamiento del inyector de espiga o tetón.  
(Mecánica, 2014).

Sin embargo, este tipo no conviene en motores de inyección directa; en efecto, en estos motores el combustible debe ser inyectado a una presión muy elevada y la pulverización debe ser muy fina. (Arellano Cabrera & Falconi Toro, 2015).

### 2.2.1.3. Inyector pintaux.

El inyector central tiene una aguja con estrangulamiento. La parte cilíndrica central se adapta perfectamente en la abertura del inyector. Cuando la aguja se empuja hacia arriba, el inyector central queda aún cerrado antes de que comience la inyección. Por su parte, el inyector auxiliar comienza inmediatamente la inyección, y principalmente contra la parte más caliente de la cámara de turbulencia.

El resultado es que el combustible eyectado finamente a alta presión no experimenta más que un pequeño retardo en el encendido. Podemos observar su forma en la Figura 33.

Cuando comienza la inyección central, el inyector auxiliar ha cebado ya la combustión, por lo que no se produce golpe de ariete; sin embargo, se produce en donde una cantidad mayor de combustible inyectado por una abertura mayor provoca un retardo más importante en el encendido. Cuando el número de revoluciones es mínimo, el inyector auxiliar b proporciona la mayor cantidad de combustible a 400 r.p.m. la relación es de 1:6.

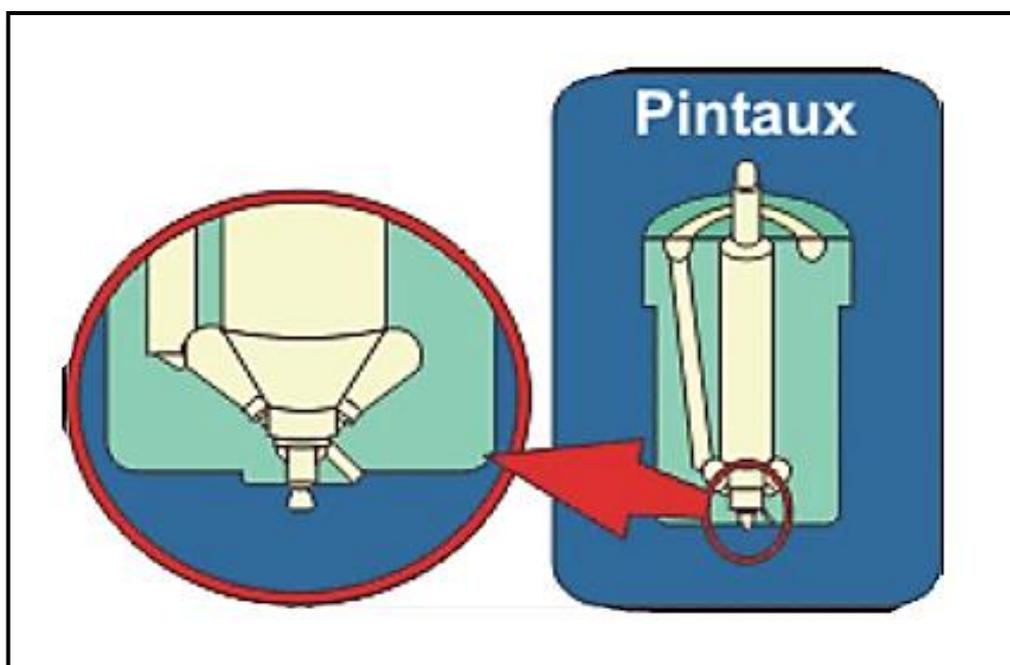


Figura 33. Inyector pintaux.  
(Taller de macánica, 2014).

## 2.2.2. Unidad inyector bomba.

En los sistemas con inyector unitario conocido por sus siglas en inglés UIS, también llamado unidad inyector-bomba.

En este inyector la bomba de inyección, la electroválvula de alta presión que controla la inyección y el inyector forman una unidad individual, llamada inyector-bomba. Esta construcción compacta hace más fácil el suministro y reduce el retraso de inyección. Esto se debe a que la línea de alta presión entre la bomba y la tobera de inyección es muy corta, y, por tanto, el volumen de compresión es muy pequeño. Figura 34.

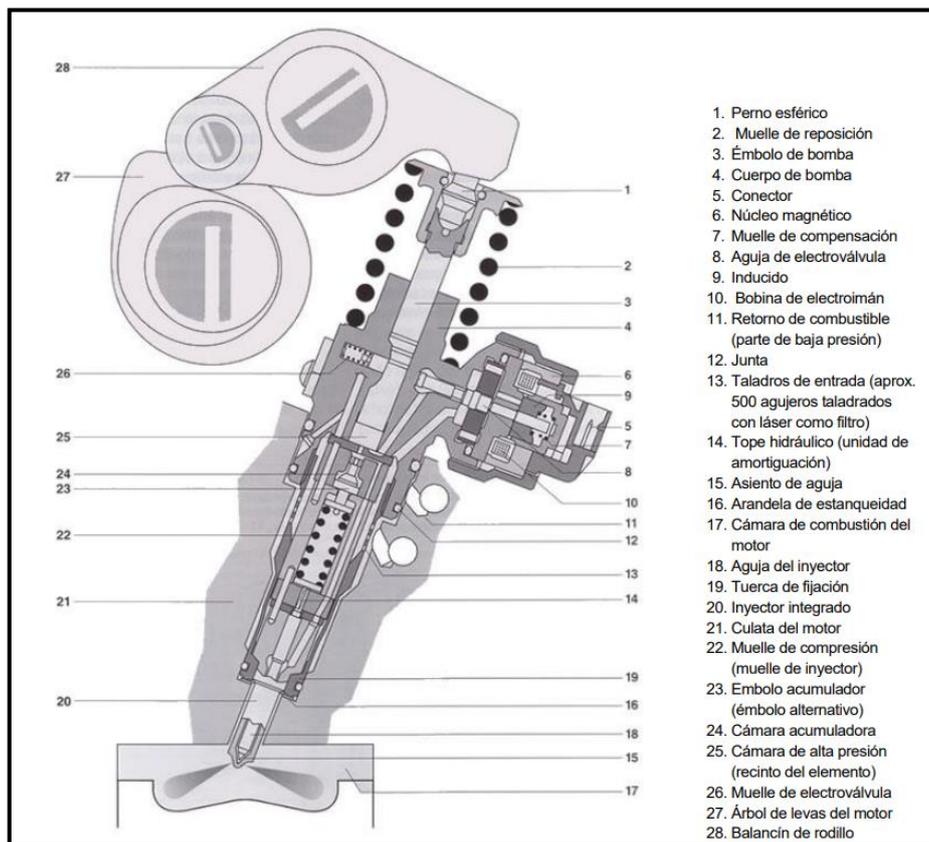


Figura 34. Sistema unidad inyector bomba.  
(Bosch, 2007)

La presión máxima que se alcanza en un sistema UIS varía según el tipo de bomba y su aplicación, varían entre 1.800 y 2.200 bares en motores de vehículos comerciales y hasta 2.050 bares en turismos.

Los sistemas UIS se montan directamente sobre la culata del motor y son accionados por el árbol de levas de este a través de un balancín.

La curva de inyección depende directamente de la forma de la leva. Están diseñados para que el émbolo se ascienda más lento durante el llenado de la bomba, para prevenir el arrastre de aire, y descienda más rápido durante la inyección, para lograr la presión de suministro adecuada. (Castillejo, 2014).

La preinyección de estas unidades inyector-bomba utilizadas, se puede dividir en cuatro fases como se detalla en la Figura 35.

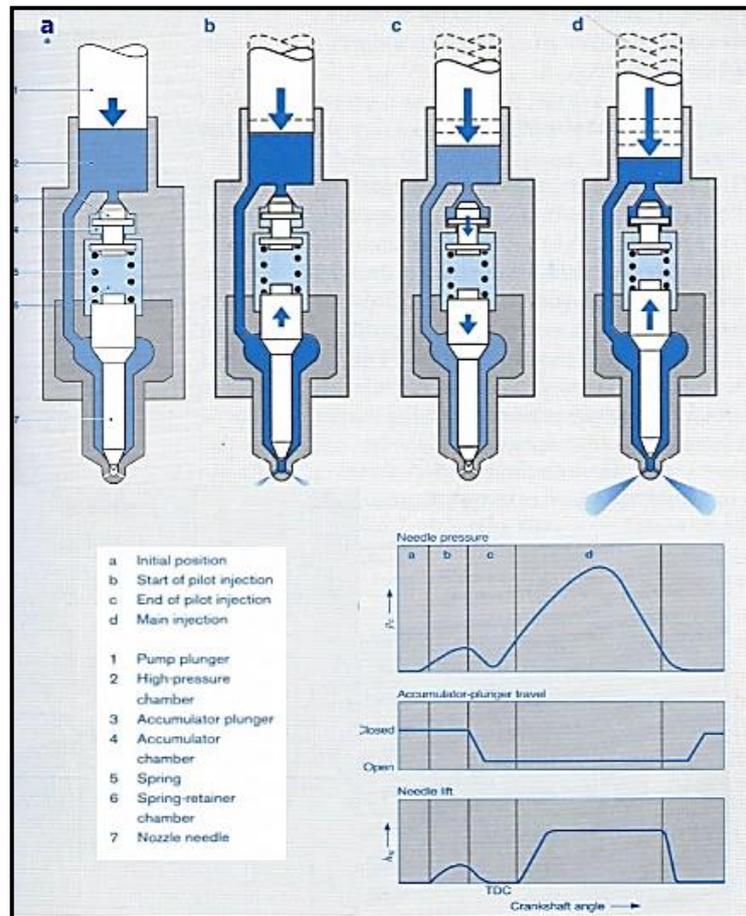


Figura 35. Funcionamiento de UIS durante la preinyección. (Bosch, 2007)

La primera fase o posición inicial (a) en esta fase la aguja del inyector y el émbolo del acumulador se encuentran en su asiento. La electroválvula está en posición abierta, por lo que la presión no puede aumentar.

La segunda fase o comienzo de la preinyección (b), cuando se cierra la electroválvula, la presión aumenta paulatinamente hasta alcanzar la presión de apertura del inyector para la preinyección, la aguja del inyector se levanta e inicia la inyección previa.

Esta presión es menor que la necesaria para la inyección principal casi 180 bares debido a que el muelle se encuentra menos comprimido. Durante esta fase, se limita hidráulicamente la carrera de la aguja del inyector mediante una unidad de amortiguación.

La tercera fase o fin de la preinyección (c), La presión sigue en aumento levantando el émbolo acumulador de su asiento y se establece una comunicación entre la cámara de alta presión y la cámara de acumulación. La disminución de presión originada y el aumento simultáneo de la tensión previa del muelle de compresión hacen que la aguja del inyector se cierre, finalizando la inyección.

La cantidad de combustible inyectado es del orden de 1.5 milímetros cúbicos y depende de la presión de apertura y de la elevación del émbolo acumulador.

En la cuarta fase o comienzo de la inyección principal, debido al continuo aumento de la presión en la cámara de alta presión. Por la compresión del muelle, la presión requerida ahora para la apertura de la aguja es de 300 bares aproximadamente. Al alcanzarse la presión de apertura, comienza la inyección principal.

El intervalo de tiempo entre la inyección previa y la principal está determinado por la elevación del émbolo acumulador y por la velocidad del motor. Suele estar aproximadamente entre 0,2 y 0,6 milisegundos. (Castillejo, 2014).

La inyección principal se puede dividir en cuatro fases, Figura 36:

En la primera fase o carrera de aspiración (a), el muelle antagonista mueve el émbolo hacia arriba durante la rotación de la leva; el diésel, que se encuentra permanentemente bajo presión, fluye a la cámara de baja presión, en esta etapa la electroválvula se encuentra abierta, el diésel llega a la cámara de alta presión.

En la segunda fase o carrera previa (b), el émbolo de bomba baja debido al accionamiento de la leva, la electroválvula está abierta de forma que el émbolo fuerza al diésel a pasar a la parte de baja presión de la alimentación de combustible.

En la tercera fase o carrera de suministro e inyección de combustible (c), la unidad de control suministra corriente a la bobina del electroimán de la válvula, de manera que la aguja de la electroválvula es halada al asiento, cortándose la comunicación entre la cámara de alta presión y la parte de baja presión. Esto se denomina "comienzo de inyección eléctrico".

El cierre de la aguja de la electroválvula se traduce en un cambio de la corriente de la bobina. La presión del diésel en la cámara de alta presión es incrementada debido al recorrido en bajada del émbolo de la bomba, por lo que se incrementa la presión en la tobera. Al alcanzarse la presión de apertura del inyector a unos 300 bares se levanta la aguja del inyector y el diésel es inyectado en la cámara de combustión a esto se denomina "comienzo de inyección real".

A causa del caudal generado por el émbolo de la bomba, la presión se incrementa durante todo el proceso de inyección. El punto de máxima presión se alcanza durante la transición entre la carrera de inyección y la carrera residual.

En la cuarta fase o carrera residual (d), en el momento en que la bobina de electroimán se desconecta, la electroválvula se abre después de un breve tiempo de retardo y comunica nuevamente la cámara de alta presión con la parte de baja presión. En este instante la presión cae de repente hasta que llega al valor de cierre del inyector y termina la inyección.

Los sistemas de inyector-bomba son altamente seguros. En caso de fallo o mal funcionamiento, lo máximo que puede ocurrir es una sola inyección descontrolada. Si la electroválvula permanece abierta no se podrá inyectar, puesto que el diésel fluirá de vuelta a la parte de baja presión y no es posible que la presión se incremente. Cuando la electroválvula está permanentemente cerrada, el diésel no puede entrar a la cámara de alta presión y no se producirá la inyección. Puesto que la unidad inyector-bomba está montada en la culata, se encuentra expuesta a temperaturas elevadas. Por lo que, para mantener el nivel bajo de la temperatura en la unidad, es refrigerada mediante el diésel que retorna a la parte de baja presión. (Castillejo, 2014).

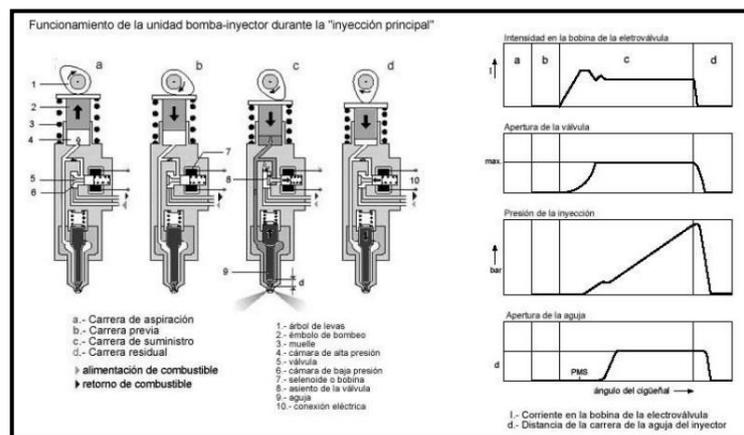


Figura 36. Funcionamiento de la UIS durante la inyección principal. (Bosch, 2007).

### 2.2.3. Unidad bomba-tubería-inyector UPS.

El funcionamiento es muy parecido al sistema UIS, la única diferencia entre los dos sistemas es que en el UPS la generación de la alta presión es por medio de una corta tubería.

En estos sistemas la tobera va montada en la culata a través de un porta-inyector, mientras que en los sistemas UIS va integrada directamente en el inyector. La bomba va montada al lado del bloque del motor y se acciona directamente por el árbol de levas, Figura 37.

Esto ofrece algunas ventajas con respecto al UIS; no necesita ningún diseño nuevo en la culata, al no ser necesarios balancines da rigidez de accionamiento, el trabajo es sencillo a la hora de hacer reparaciones ya que la bomba se desmonta fácilmente.



*Figura 37. Sistema Unidad bomba-tubería inyector.  
(Bosch Automotive Aftermarket, 2015)*

### 2.2.4. Sistema riel común CRS

El control electrónico de este sistema de inyección representa un gran paso en el desarrollo de los motores diésel. El moderno sistema de riel común, CRS por sus siglas en inglés (Common Rail System) de Bosch presenta la más nueva tecnología empleada en sistemas de inyección electrónica.

En el sistema CRS, la generación de presión y la inyección de combustible están separadas, lo que significa que la bomba genera la alta presión disponible para todos los inyectores a través de una galería común, que puede ser controlada independiente de la revolución del motor.

La presión del diésel, el inicio y fin de inyección son precisamente calculados por la unidad de control a partir de datos obtenidos de los diferentes sensores instalados en el motor, esto proporciona un excelente desempeño, bajo ruido y la mínima emisión de gases contaminantes. La versatilidad de este sistema da para que pueda ser instalado en vehículos livianos, camiones y autobuses. (Bosch Automotive Aftermarket, 2015).



*Figura 38.* Sistema riel común CRS.  
(Bosch Automotive Aftermarket, 2015)

### **2.2.5. Turbo compresor.**

La potencia de un motor de combustión interna está determinada por la cantidad de aire y de combustible que se puede comprimir en sus cilindros y por la velocidad del motor. Los turbocompresores ingresan al motor aire a una presión elevada, aumentando la cantidad de aire que ingresa al cilindro, el cual queda disponible para la combustión.

Un turbo-alimentador está impulsado por el gas de escape, que es el resultado de la combustión del diésel. Este gas, el cual se encuentra a una temperatura próxima a los 600°C, es enviado a alta velocidad hacia los álabes de una turbina que impulsa un rotor del compresor instalado en el mismo eje.

El rotor aspira el aire ambiente y lo comprime, este aire atraviesa el inter-cooler y lo envía al múltiple de admisión del motor, desde donde ingresa a los cilindros. La turbo-alimentación incrementa hasta cuatro veces la potencia del motor. Lo que eleva hasta el 75 por ciento el rendimiento del motor.

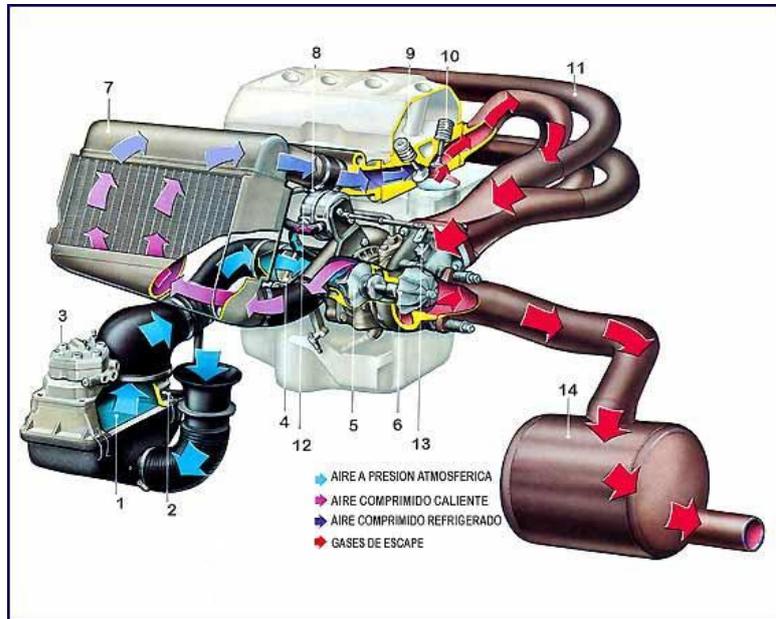


Figura 39. Turbocompresor.  
(Laustela, 2005)

## 2.2.6. Tipos de turbo compresores.

### 2.2.6.1. Turbo compresor de geometría fija.

El turbocompresor de geometría fija está constituido por una turbina y un compresor que se encuentran dentro de sus respectivas carcasas de forma opuesta y ambas unidas por un eje común, como se muestra en la Figura 40.

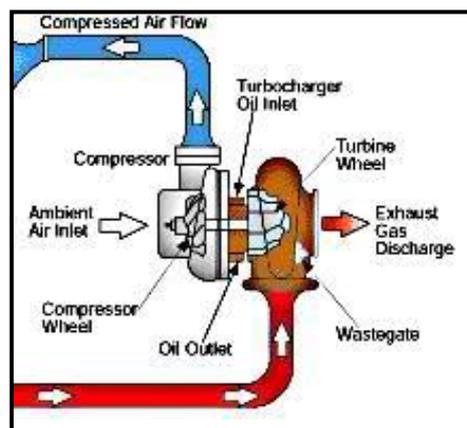


Figura 40. Turbocompresor de geometría fija.  
(Ies sierra de guara, 2007)

Tanto la turbina como el compresor contienen álabes que les sirven para aumentar la presión de alimentación de aire. En una parte anexa al turbo también se encuentra la válvula de descarga wastegate.

Esta válvula se encarga de limitar la presión de sobrealimentación del turbo desviando una cantidad de gases de escape directamente al tubo de escape sin pasar por la turbina.

### 2.2.6.2. Turbo compresor de geometría variable.

Son los más utilizados en los motores modernos. Su funcionamiento es parecido a los turbos de geometría fija, con la diferencia de que este sistema no requiere de una válvula de descarga, puesto que el sistema puede hacer disminuir el giro de la turbina y, por tanto, rebajar la presión a los valores preestablecidos en determinados modos de funcionamiento del motor.

En los turbos de geometría variable es la gestión electrónica la encargada de regular disminuyendo o aumentando la fuerza que ejercen los gases de escape sobre la turbina. Gracias a esto se consiguen tiempos de respuesta del turbo muy breves, además de una velocidad de gases alta y una progresiva activación de la turbina desde bajos regímenes.

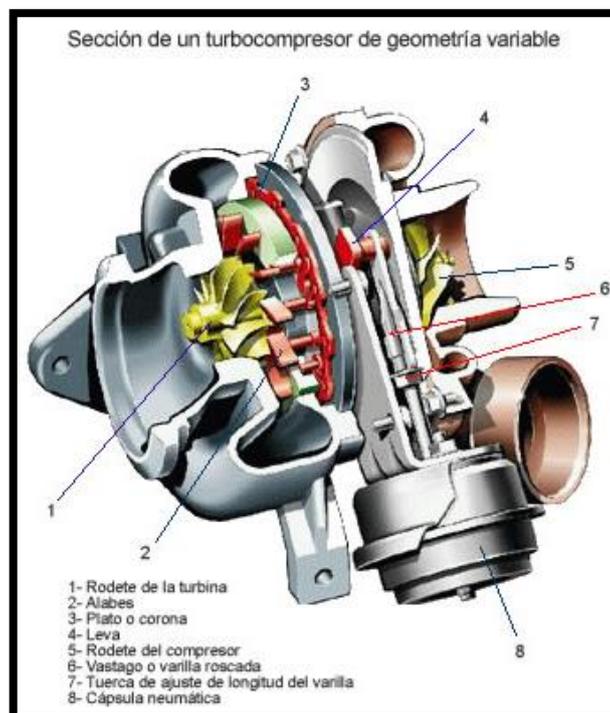


Figura 41. Turbocompresor de geometría variable.  
(Ies sierra de guara, 2007)

## CAPÍTULO III. INTERPRETACIÓN DE DATOS

### 3.1. Sistemas de inyección a diésel más comunes en Guayaquil.

#### 3.1.1. Bombas lineales.

Utilizadas por vehículos pesados, embarcaciones navales y generadores eléctricos, se combinan con inyectores mecánicos en el caso de sistemas con precámara se utilizan inyectores de tipo PDN y DN y en el caso de sistemas con cámara, se combinan con inyectores sencillos, de aguja y dobles, como en la Figura 42.



Figura 42. Sistema de bomba lineal e inyectores.  
(Bosch Automotive Aftermarket, 2015).

#### 3.1.2. Bombas rotativas.

Utilizadas en los vehículos livianos, camionetas y pequeños camiones, las más comunes son las rotativas VE, combinadas con inyectores de doble calibración, PDR. Y las bombas CRDi, con inyectores CRDi y CRDi 2. Las principales marcas que existen en el mercado son Bosch, Delphi, Denso y Siemens, como se muestra en la Figura 43.



Figura 43. Sistema con bomba rotativa e inyectores con riel común.  
(Bosch Automotive Aftermarket, 2015).

### 3.1.3. Bombas Covec.

Una variedad de bombas diseñadas por las marcas Bosch, Denso, Epic y EDC. Principalmente para el mercado europeo, en sus versiones VP29, VP37 y VP44.

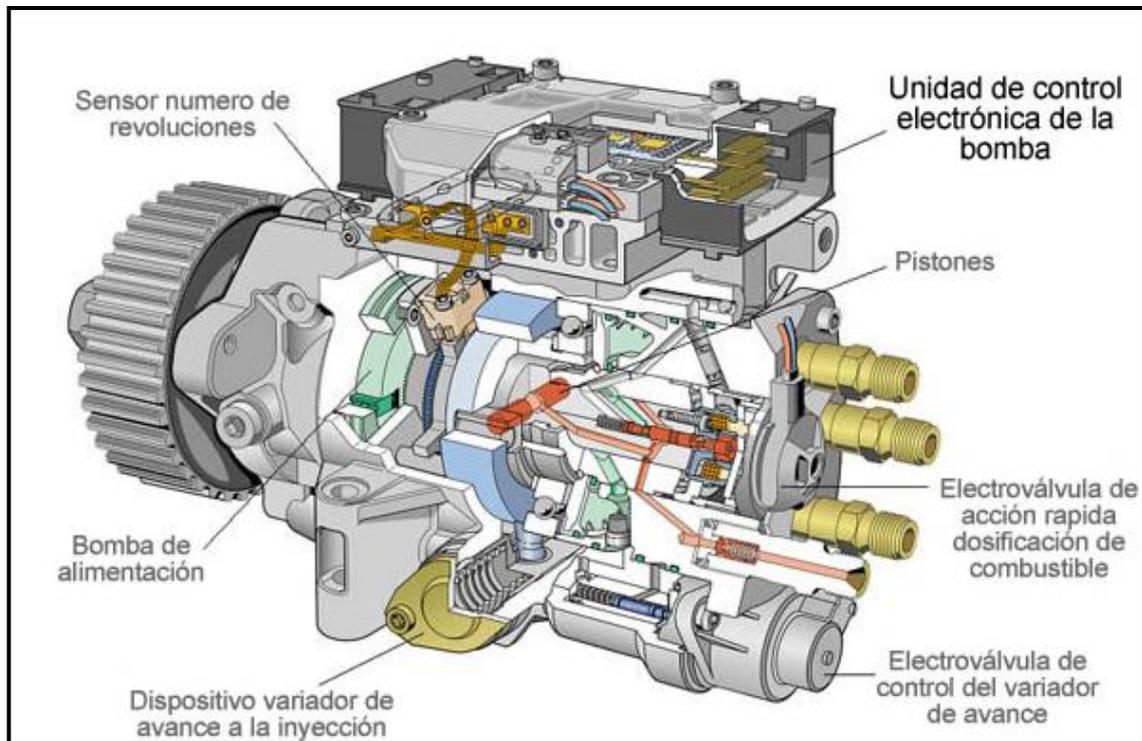


Figura 44. Bomba COVEC de Bosch.  
(Bosch Automotive Aftermarket, 2015)

## 3.2. Equipos y herramientas

Para la reparación y calibración de los sistemas de inyección a diésel se necesita además de las herramientas manuales, una serie de equipos especializados que permitan realizar el trabajo de mantenimiento.

Otra consideración que se debe tener en cuenta a la hora de realizar los mantenimientos, son las especificaciones que los fabricantes de los sistemas de inyección a diésel determinan para poder realizarlos, tales como calibraciones para cada sistema, por otra parte se deben realizar estas calibraciones a temperaturas ambientales controladas para garantizar que el mantenimiento fue correctamente realizado, esto es debido a que la temperatura influye de sobremanera en la dilatación de los componentes metálicos de los sistemas de inyección.

### 3.2.1. Comprobador de inyectores mecánicos.

El comprobador de inyectores mecánicos o comprobador de toberas consiste en una bomba manual que al accionar carga el inyector de combustible, esta bomba posee un manómetro en el cual se puede observar el incremento de presión y se puede detectar a que presión el inyector realiza su trabajo, así como la forma del spray, y también en este equipo podemos comprobar la estanqueidad de inyector al dejarlo a determinada presión y ver si esta comienza a decaer, Figura 45.

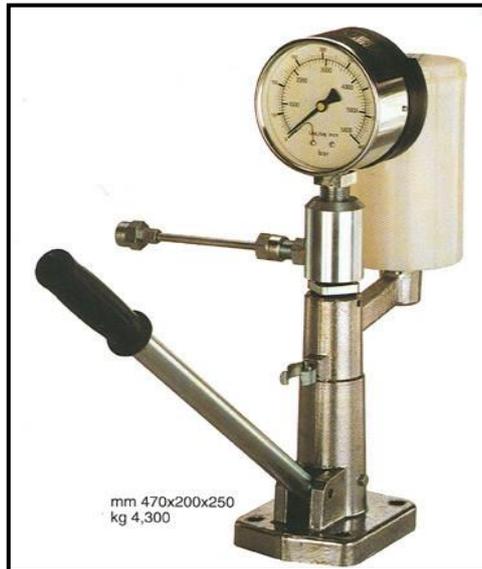


Figura 45. Bomba para inyectores mecánicos (Innovación diésel, 2008).

### 3.2.2. Comprobador de inyectores HEUI.

Estos equipos cuentan con un accesorio en donde se montan los inyectores para simular las condiciones de funcionamiento del sistema de inyección, este mismo accesorio puede montarse en los bancos de comprobación de bombas de inyección para generar las revoluciones del motor, Figura 46.



Figura 46. Banco de pruebas de sistemas HEUI. (Gardner Espinosa C.A., 2018).

### **3.2.3. Banco de pruebas bombas lineales y rotativas.**

El banco de pruebas sirve para reglar y ensayar las bombas de inyección, los reguladores de velocidad, los variadores de avance y las bombas de alimentación de combustible, en condiciones análogas a los de servicio, Figura 47.



*Figura 47.* Equipo para bombas de inyección.

#### **3.2.3.1. Accionamiento.**

El motor eléctrico, el engranaje hidráulico, el engranaje de cuatro escalones y las bombas de alimentación están sujetos en un bastidor. El motor eléctrico acciona. A través de la correa trapezoidal, el engranaje hidráulico y las bombas de alimentación.

### **3.2.4. Banco de pruebas para bombas e inyectores CRDi.**

Este banco de pruebas está diseñado para realizar comprobaciones tanto de inyectores CRDi como las bombas CRDi de alta presión. Utiliza una base de datos para realizar las pruebas necesarias en los sistemas de inyección CRDi, Figura 48.



*Figura 48.* Equipo de comprobación sistemas riel común.  
(Gardner Espinosa C.A., 2018).

### 3.2.4.1. Comprobaciones que se realizan.

- Presión de trabajo hasta 2.500 Bar HP. Protección electrónica y segura de la capucha protectora Codificación del inyector C2i / C3i, IMA / ISA y otros.
- Medición de Masa electrónica dinámica.
- Medición (CRDi, HEUI, EUI / EUP).
- Medición de masa electrónica estática (DFAP).
- Medición (CRp).
- Fase de prueba completamente automática y rápida.

### 3.2.5. Limpiador de ultrasonido.

El mecanismo de la limpieza ultrasónica es un efecto creado por la acción de ondas de alta frecuencia (entre 18 Y 70 KHz.) sobre un líquido que actúa como agente limpiante.



*Figura 49.* Equipo de limpieza ultrasónica.  
(Tierra tech, 2018)

El proceso conocido como “cavitación” consiste en la formación y desaparición de millones de pequeñas burbujas en el líquido. Estas burbujas se producen en toda la masa líquida, llegando también a fisuras o hendiduras, muy pequeñas, Figura 49 y 50.

La cavitación es producida por la alternación de una compresión y una depresión generada durante un medio ciclo de la onda sonora. Esto da la formación de altos y bajos puntos de presión. Como el líquido esta dilatado más allá de su resistencia a la tracción durante la depresión, estas cavidades comienzan a aumentar su tamaño original. Durante la subsiguiente fase de compresión, las mismas explotan violentamente. Este fenómeno ocurre a una velocidad proporcional a la frecuencia ultrasónica aplicada (Quimica True, 2018).



*Figura 50.* Acabados del sistema de limpieza con ultrasonido.  
(Tierra tech, 2018)

Aunque en la cavitación las burbujas son extremadamente pequeñas y liberan individualmente sólo diminutas cantidades de energía, el efecto acumulativo de millones de implosiones es intenso, creando un fuerte poder limpiante que puede desalojar tenaces suciedades (Química True, 2018).

### **3.2.6. Limpiador de sandblasting.**

El proceso de sandblasting o arenado ha sido, es un importante método utilizado para realizar tareas de limpieza y preparación de superficies en diferentes tipos de industrias como ser la construcción, metalmecánica, fundiciones, petróleo, minería, agricultura, para tratar tanto metales, como cerámicas, concretos entre otros, se muestra la Figura 51.



*Figura 51.* Compartimiento para arenado de piezas.  
(Aficionados a la mecánica, 2014)

En el proceso de sandblasting se utiliza aire comprimido para propulsar partículas abrasivas a altas velocidades sobre la superficie a limpiar. Este equipo es excelente para eliminar todas las impurezas que se adhieren a las paredes de las bombas de inyección, dejándolas perfectamente limpias, se debe tener mucho cuidado al realizar el arenado, se deben tapar todos los conductos para evitar que el arenado raye el interior de los cilindros y no quede restos de arena en los conductos internos de las bombas.

Es fundamental saber que tanto los equipos de granallado, arenado o Sandblasting que arrojan abrasivos a alta velocidad requieren normas de seguridad y equipos de protección especialmente formulados y diseñados para realizar estas tareas.

Cuando los procesos y métodos de trabajos son los adecuados, el trabajo es seguro, sin embargo, cuando no se toman los recaudos necesarios, las personas que trabajan en el proceso pueden sufrir serias consecuencias que podrían evitarse siguiendo una serie de pautas y recomendaciones apropiadas. (CYM materiales S.A., 2018).

### **3.2.7. Herramientas generales.**

#### **3.2.7.1. Llaves mixtas.**

La llave mixta es una herramienta de mano para ensamble y mantenimiento de maquinaria. Esta herramienta es una barra de acero que en uno de sus extremos se ha forjado una “boca” y en el otro una “caja”, Figura 52, en donde se puede alojar la cabeza de una tuerca o tornillo hexagonal y hacer que gire para apretar o aflojar la tuerca o tornillo. Se fabrican en los dos sistemas de medidas: métrico e inglés y cada extremo de esta herramienta tiene una medida única. Esto permite tener en una misma herramienta las ventajas tanto de la llave española como la de estrías. (Ibero , 2018).



*Figura 52.* Juego de llaves mixtas.  
(Ibero , 2018)

### 3.2.7.2. Juegos de Dados y mandos.

Son herramientas cilíndricas cuya parte central es de forma hexagonal o estriada y sirven para la aflojar o apretar pernos y tuercas, vienen en diferentes medidas, tanto milimétricas como SAE, estas se acoplan a un mando conocido como rache, el cual tiene un seguro que le permite girar hacia la izquierda o derecha y queda bloqueado en el sentido contrario para permitir ajustar o aflojar los pernos o tuercas.

Estos mandos vienen con acoples para  $\frac{1}{4}$ ",  $\frac{3}{8}$ "  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{4}$ " o 1", dependiendo de la aplicación requerida.



Figura 53. Juego de dados y rache.  
(Ibero , 2018)

### 3.2.7.3. Playos sencillos y de presión.

Los alicates son una herramienta multifunción, generalmente utilizada para la sujeción de otros elementos, para cortar o para aplicar fuerzas de pliegue y/o torque.



Figura 54. Playo ajustable.  
(Taller Profesional, 2018)

El playo de presión tiene la particularidad que una vez sujeta la pieza no es necesario seguir ejerciendo la presión con la mano, pues su mecanismo de ajuste le permite agarrar la pieza (Taller Profesional, 2018).



*Figura 55.* Playo de presión.  
(Taller Profesional, 2018)

#### **3.2.7.4. Juego de llaves y dados torx y hexagonales.**

Son similares a los dados hexagonales, pero poseen un diseño singular para ser usado en pernos o tornillos especiales.



*Figura 56.* Juego de dados hexagonal y torx.  
(De máquinas y herramientas, 2014)

#### **3.2.7.5. Torquímetro.**

El torquímetro es una herramienta de precisión, la cual es empleada para aplicar una tensión determinada en los pernos, tuercas, etc. Figura 57. Son útiles en aplicaciones donde no entran las llaves mixtas o se dificulta la manipulación de los accesorios de sujeción, como las tuercas y/o pernos, deben tener una tensión específica (De máquinas y herramientas, 2014).



*Figura 57. Palanca de torque.*  
(De máquinas y herramientas, 2014)

### **3.2.7.6. Tornillo de banco.**

Es un accesorio de sujeción muy utilizado en todo tipo de talleres, muy adecuado para sujetar con fuerza las carcasas de las bombas de inyección a diésel y los accesorios para montar y desarmar los inyectores, como se muestra en la Figura 58.



*Figura 58. Tornillos de banco.*  
(Taller Profesional, 2018)

### **3.2.7.7. Desbastadores.**

Son una serie de herramientas que se utilizan para rebajar y pulir superficies metálicas, estas pueden ser limas, o piedras especiales, como se muestran en la Figura 59.



*Figura 59. Limas de desbaste.*  
(De máquinas y herramientas, 2014)

### 3.2.7.8. Calibradores.

Son herramientas de medición de exactitud, muy necesarias para realizar calibraciones de espesores, profundidad y holgura, como se muestran en la Figura 60.

Entre estas tenemos los calibradores de galgas, los micrómetros y el vernier.

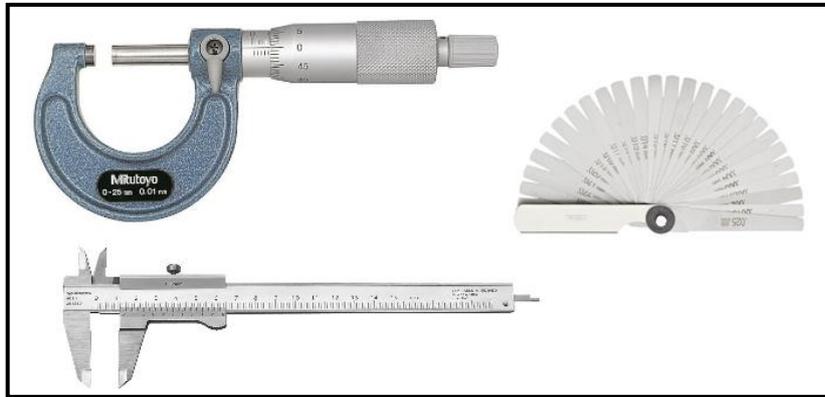


Figura 60. Calibradores de precisión.  
(Taller Profesional, 2018)

### 3.3. Vehículos más vendidos en Guayas

En el mercado de Guayaquil, podemos encontrar una variedad de marcas y modelos que utilizan sistemas de inyección a diésel, en la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE) se grafica el siguiente mapa detallando la participación de ventas de vehículos del año 2016 y 2017, como se muestran en la Figura 61.

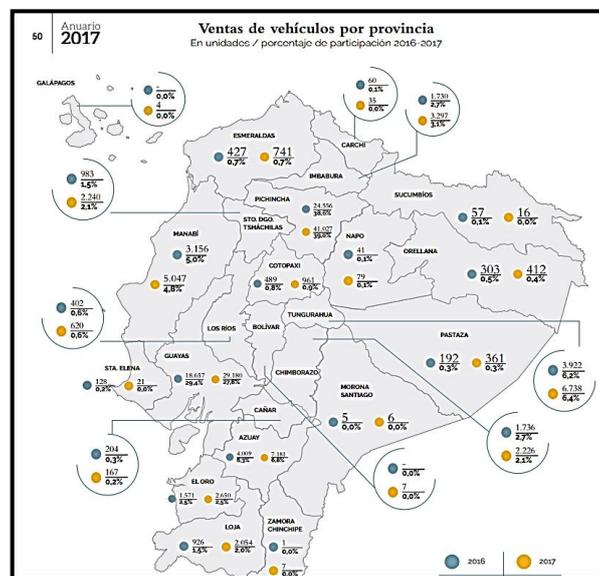


Figura 61. Ventas de vehículos por provincia 2016 y 2017.  
(AEADE, 2017)

La participación de ventas en la provincia del Guayas según la AEADE en el año 2017 fue del 27.8% con un total de 29180 unidades como se detalla en la Figura 62.

Los vehículos más vendidos en el mercado según la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, son los de la marca Chevrolet, por tanto es importante señalar las cifras detalladas en el anuario de la AEADE, donde se nombran los principales modelos vendidos en Guayas.

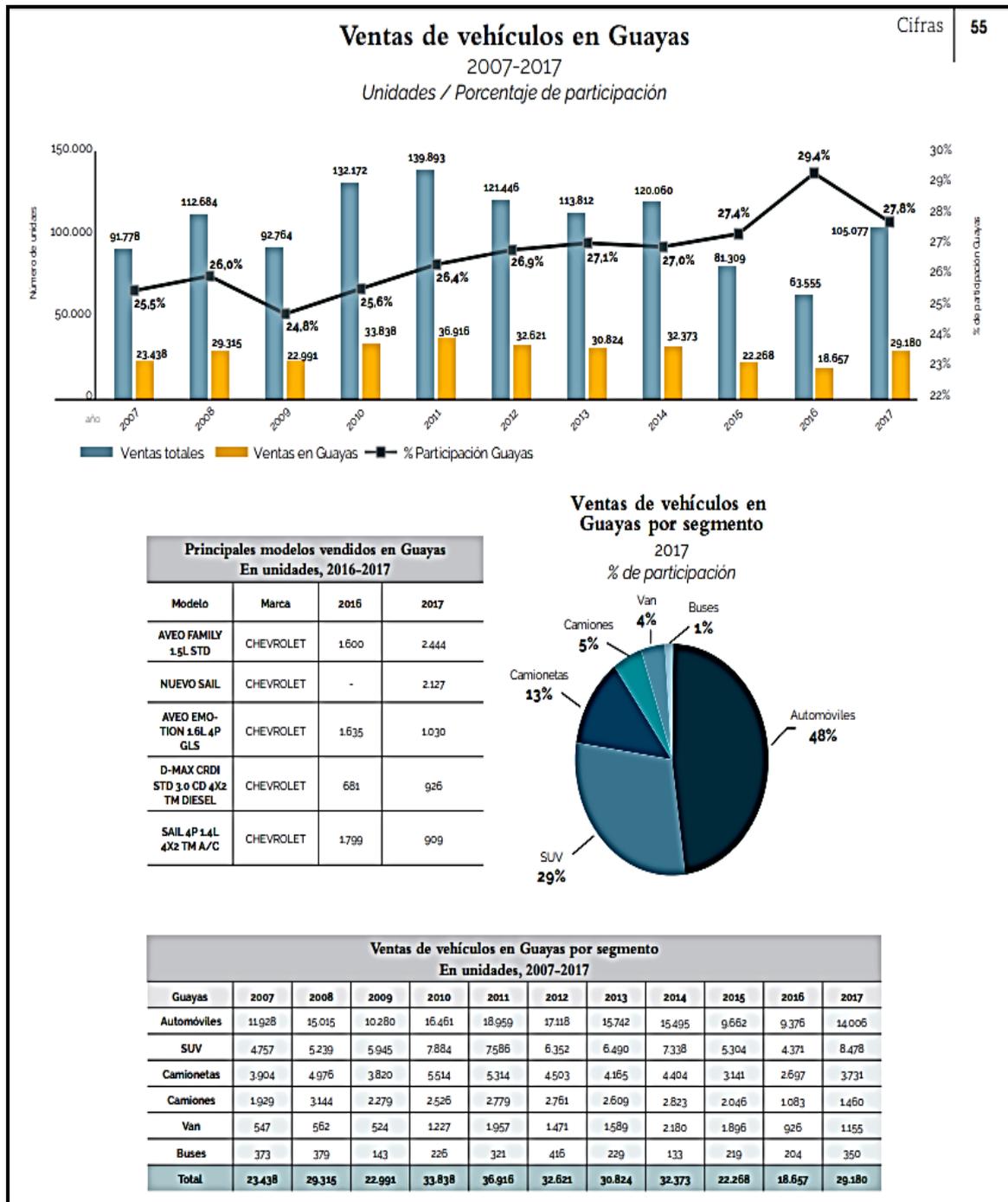


Figura 62. Ventas de vehículos en Guayas.  
(AEADE, 2017)

Para esta investigación se realizó la consulta vía correo electrónico a la AEADE, solicitando la cantidad de vehículos a Diésel vendidos en el 2017, quienes supieron contestar oportunamente los siguientes datos detallados en la figura 63 y 64.

Según el asistente técnico Doménica Pardo colaboradora de la AEADE, estos son los datos que corresponden a la población total de vehículos vendidos en el Ecuador, debido a que no tienen segregadas por provincia las ventas, clasificados por tipo de combustible, sin embargo, se puede establecer una relación respecto al porcentaje de participación del Guayas para obtener un dato aproximado.

<b>VENTAS LIVIANOS 2017 DIESEL</b>	
AUTOMÓVIL	491
SUV	717
CAMIONETA	10.226
VAN	678
<b>TOTAL</b>	<b>12.112</b>

*Figura 63.* Ventas de vehículos livianos a diésel en el 2017. (AEADE, 2017).

<b>VENTAS PESADOS 2017 DIESEL</b>	
BUS	1.854
CAMIÓN	5.720
<b>TOTAL</b>	<b>7.574</b>

*Figura 64.* Ventas de vehículos pesados a diésel en el 2017. (AEADE, 2017)

En Guayas la cantidad total de vehículos que se estima fueron vendidos en el 2017 asciende a más de 4000 unidades, destacando entre ellas las camionetas que son fuerza de trabajo para muchos agricultores, ganaderos o comerciantes, quienes las utilizan muchas veces en las proximidades de Guayaquil.

Estos potenciales clientes recurren a realizar sus mantenimientos en esta ciudad, es un número importante contrastado con la cantidad de laboratorios diésel ubicados en la urbe, por lo que se observa gran demanda contra poca oferta del servicio técnico, como se muestra en la Tabla 1, donde se realizan estimaciones de la población de vehículos a diésel vendidos en el Guayas e el año 2017.

Tabla 1.  
*Cantidad aproximada de vehículos a diésel vendidos en el Guayas en el 2017.*

Tipos de vehículos a diésel vendidos en el 2017.	Porcentaje de participación en ventas del Guayas en el 2017.	Cantidad de vehículos a diésel vendidos en el Ecuador en el 2017.	Cantidad aproximada de vehículos a diésel vendidos en el Guayas en el 2017.
<b>Automóvil</b>		491	136
<b>SUV</b>		717	199
<b>Camioneta</b>		10 226	2 842
<b>Van</b>	27.8%	678	188
<b>Bus</b>		1854	515
<b>Camión</b>		5720	159
		<b>Total</b>	<b>4039</b>

### 3.4. Realización de visita a laboratorio diésel

Para efectos de mayor comprensión del tema, se realizó la visita al laboratorio diésel perteneciente al Ing. Michael Quinteros, el cual está ubicado en el norte de la ciudad de Guayaquil, en la calle Francisco de Orellana y Rodolfo Baquerizo Nazur, donde el autor realizó una entrevista detallada a continuación:

1. ¿Cuál es el nombre comercial de su laboratorio diésel?

Respuesta: Laboratorio centro diésel.

2. ¿Cuántos años tiene usted en el negocio de los vehículos a diésel?

Respuesta: Mi padre inició en el año 1976 y continuo yo desde 1999 hasta hoy.

3. ¿Qué servicios ofrece su laboratorio a diésel?

Respuesta: Mi laboratorio ofrece servicios como la comprobación, calibración y reparación de bombas a diésel, así también la comprobación, reparación y calibración de inyectores mecánicos y electrónicos, además la reparación de turbos.

4. ¿Qué marca de vehículos constituye la mayor parte de su clientela?

Respuesta: En los sistemas de inyección de bomba lineal que son los más comunes en la actualidad, las marcas que más se manejan son Chevrolet, Hino, Mercedes y Volkswagen, en sistemas de inyección de bomba rotativa los vehículos más comunes son Kía, Hyundai,

Chevrolet y Toyota; para los sistemas CRDi las marcas más usuales son Chevrolet, Kía, Hyundai y Volkswagen.

5. ¿Qué máquinas o equipos tiene usted disponible para la realización de mantenimientos?

Respuesta: Calibradora de bombas a diésel Marca Bosch, una bomba manual para comprobación de inyectores mecánicos y un escáner marca Bosch con el que se realizan comprobaciones en sitio para los sistemas CRDi.

6. Según su experiencia: ¿Qué sistemas de inyección a diésel son los más comunes en la ciudad de Guayaquil?

Respuesta: Empezando por las bombas de inyección en línea se encuentran las del tipo Zexel, Denso y Delphi, respecto ahora a las bombas rotativas las más comunes son las del tipo VE, paralelo a este tipo vienen las Covtec como la VP29, VP37 Y VP44, estas bombas venían en los vehículos Hyundai H1, en el Skoda Octavia y Fabia, en marcas Bosch, Denso Epic y EDC, aunque actualmente son menos comerciales. Las bombas CRDi que vienen en marca Denso, Bosch, Delphi y Siemens.

7. ¿Qué disponibilidad local existe en la adquisición de repuestos para la reparación de bombas e inyectores a diésel?

Respuesta: En general existe buena disponibilidad de repuestos en el mercado para realizar reparaciones, sin embargo, aún una parte importante de las compras se deben realizar en el extranjero, pero se debe tomar en cuenta que por ejemplo para los inyectores CRDiII no existen repuestos disponibles y para los inyectores Denso hay muy poca variedad de toberas en el mercado, aunque para inyectores CRDiI hay la línea completa de repuestos, esto es solamente en marca Bosch y Denso, porque para los inyectores Siemens y Delphi tampoco hay repuestos en el mercado local.

8. ¿Cuáles son las marcas de inyectores más comunes en el mercado automotriz de Guayaquil?

Respuesta: Según mi experiencia las marcas más comunes son Bosch, Delphi, Denso y Siemens, en el orden nombrado.

9. Según su experiencia: ¿Cuáles son los sistemas de inyección a diésel que tienen reparación y cuáles no?

Respuesta: Los sistemas que tienen reparación por nombrar algunos son: Bosch y Denso, en el caso de Delphi como mencioné antes, es más difícil hacer una reparación debido a la poca disponibilidad de repuestos en el mercado, porque cuando se encuentran los repuestos en el extranjero resultan ser más caros que comprar un inyector nuevo.

10. ¿Cree usted que los usuarios de vehículos a diésel tienen conciencia de realizar mantenimientos preeventivos a sus vehículos, sí o no y por qué?

Respuesta: Según mi perspectiva los usuarios de vehículos a diésel, no suelen realizar mantenimientos preventivos, los casos más comunes son mantenimientos correctivos de urgencia, porque la máquina o vehículo no brinda las prestaciones que debería. Se recomienda a los clientes realizar limpiezas de los inyectores, debido a las malas condiciones en las que se transporta y almacena el combustible, además es necesario realizar mantenimientos de calibración de bombas para evitar la contaminación por material particulado que es tan común inclusive en los transportes públicos, lo que se evidencia en las veredas de las paradas de buses, que muchas veces se encuentran llenas de hollín.

## **CAPÍTULO IV. DISEÑO DEL LABORATORIO**

### **4.1. Consideraciones para el diseño del laboratorio de inyección a diésel**

Se deben considerar algunos aspectos muy importantes en la implementación de un laboratorio de inyección a diésel, entre ellos están la distribución y dimensiones de las áreas, ya que estos deben permitir la circulación de los técnicos con la suficiente comodidad y que les brinde la seguridad para no impactar con algún equipo, es importante también considerar normas de seguridad que favorezcan la facilidad de escapatoria del lugar de trabajo en caso de catástrofes naturales o incendios.

Otras de las recomendaciones que se deben tener en cuenta, es que el local debe estar climatizado a 25 grados centígrados para garantizar la adecuada calibración de los sistemas de inyección a diésel.

Debemos realizar una correcta señalización de las áreas, para que el personal operativo tenga en todo momento una guía y según sus responsabilidades use el tipo de equipo de protección personal adecuado en cada área.

En las áreas de limpieza de piezas debe existir una buena ventilación para evitar daños en la vías respiratorias de los técnicos, debido a los productos químicos que se utilizan.

#### 4.1.1. Áreas de recepción y entrega de los trabajos.

Estas áreas deben tener el espacio suficiente para que un encargado de recepción de los trabajos a realizar pueda atender al cliente, realizar las órdenes de trabajo, y posteriormente realizar las entregas de los trabajos realizados.



Figura 65. Mostrador de laboratorio a diésel.  
(Diesel Car S.A., 2018)

#### 4.1.2. Área de trabajo.

En esta área se encontrarán definidos los puestos de trabajo para cada técnico, donde se procederán a desarmar, y armar los diferentes componentes del sistema de inyección a diésel, debe existir una mesa designada para calibración de bombas, otra separada para trabajar con inyectores y cada mesa deberá contar con las herramientas necesarias detalladas en el anterior capítulo, para trabajar y realizar las calibraciones posteriores a la comprobación de los componentes en los bancos de pruebas.



Figura 66. Área de trabajo.  
(Diesel Car S.A., 2018)

En estos puestos de trabajo se debe conservar la limpieza, pues son factores primordiales al momento de realizar las calibraciones, además de tener a la mano las herramientas para la correcta operación de estos elementos.

#### 4.1.3. Áreas de equipos de comprobación.

Esta área debe estar adyacente a los puestos de trabajo, los equipos deben estar ubicados de tal forma que permitan el libre movimiento de los técnicos.



*Figura 67.* Área de equipos de comprobación.  
(Diesel Car S.A., 2018)

Otra consideración muy importante es que se debe contar con un espacio para colocar los accesorios que estos equipos de calibración requieren para realizar su trabajo, estos deben estar ubicados de tal manera que faciliten su acceso, una vez más se recomienda orden y limpieza.



*Figura 68.* Herramientas especiales para equipos de comprobación.  
(Autodiésel Lino, 2018)

#### 4.1.4. Área de bodega de repuestos.

Esta área está destinada para el almacenaje de las piezas y partes de los diferentes tipos de sistemas de inyección a los que se les va a brindar servicio, es imprescindible que se realice una clasificación y un correcto sistema de inventario que pueda garantizar tanto el control de stock, como la facilidad de acceder a los repuestos necesarios.



Figura 69. Área de almacén de repuestos.  
(Diesel Car S.A., 2018)

#### 4.1.5. Área de limpieza.

En el área designada para la limpieza de componentes estarán los equipos dedicados a limpiar los componentes antes de realizar el desarmado, e incluso posterior a este como en el caso de los equipos de limpieza ultrasónica.

### 4.2. Diagramación del laboratorio de inyección a diésel

La Figura 70 muestra una propuesta del diagrama del laboratorio diésel incluyendo todas las áreas necesarias.

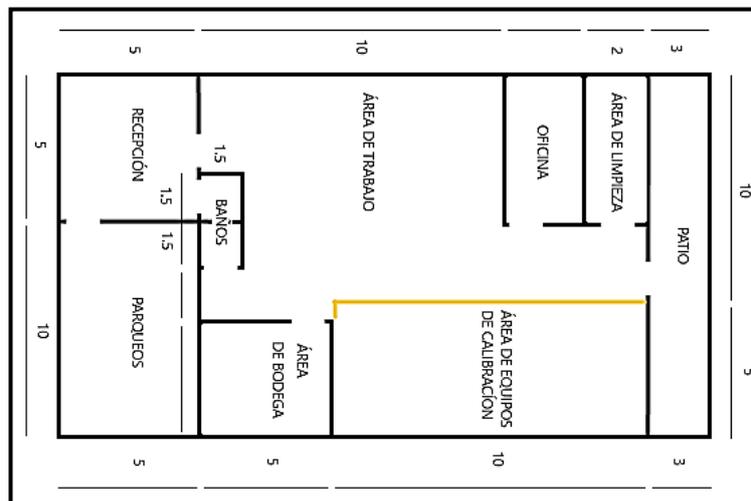


Figura 70. Diagramación de la propuesta de ubicación de áreas.

### **4.3. Perfiles del personal**

#### **4.3.1. Perfil del personal administrativo y atención al cliente.**

El perfil del personal administrativo debe cumplir las siguientes características:

Ser las personas encargadas de atender a los clientes, además ser el nexo en la relación entre la gerencia y la parte operativa del laboratorio, por lo que debe tener buenos conocimientos de interrelación personal, también debe tener conocimientos técnicos para poder aclarar las dudas que pueda tener un cliente, además debe tener un amplio manejo de herramientas digitales, como capaz de realizar tablas de excel y redactar reportes.

#### **4.3.2. Perfil del personal operativo.**

El personal operativo debe cumplir con las siguientes características:

Ser técnicos en mecánica y/o electrónica, con capacitaciones en el manejo de equipos de bancos de pruebas de bombas de inyección a diésel, tener por lo menos 3 años de experiencia en trabajos similares.

### **4.4. Requerimientos mínimos para un laboratorio de inyección a diésel**

Para la instalación de un laboratorio a diésel se debe realizar algunos pasos, cumplir con los permisos municipales, del cuerpo de bomberos y demás requisitos que solicitan otras autoridades como el ministerio de relaciones laborales, detallaremos a continuación los principales:

#### **4.4.1. Servicio de rentas internas.**

Deben realizar el trámite para la obtención del Registro Único del Contribuyente (R.U.C), trámite indispensable para la realización de cualquier negocio.

#### **4.4.2. Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil.**

- Requisitos para locales comerciales de 101 a 499 m<sup>2</sup>.
- Extintor de 10 lb. de polvo químico seco PQS (ABC), uno por cada 50 m<sup>2</sup>. Debe instalarse a una altura de 1.53 m del piso al soporte, debidamente señalizados ya sea del tipo reflectivo o foto luminiscente.
- Lámparas de emergencia que estarán ubicadas en todas las vías de evacuación y puertas de salida.
- Instalaciones eléctricas en buen estado.

- Sistema de detección de humo con panel centralizado (no a batería ni pila).
- Letreros de evacuación “SALIDA” que estén con fondo verde y letras blancas en formato de 30 cm x 20 cm. Deben instalarse en vías de evacuación. Puede ser tipo reflectivo o foto luminiscente.
- Letrero de “SALIDA” de tipo luminoso constante a batería o foto luminiscente en la parte superior de la puerta principal y alterna.
- Apertura de las puertas en sentido de la evacuación, es decir, de adentro hacia afuera. Se prohíbe la implementación de cualquier dispositivo de cierre que impida el ingreso o egreso de personas.
- Puerta de emergencia debidamente señalizada con letrero de “SALIDA” de tipo luminoso constante a batería o foto luminiscente.
- Escaleras de emergencia en caso de ser requeridas.
- Plan de Emergencia y Evacuación será presentado mediante el formato de entrega firmado por el representante legal. (Bomberos de Guayaquil, 2018).

#### **4.4.3. Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil.**

Para iniciar un negocio en la ciudad de Guayaquil se deben realizar los siguientes trámites: en primer lugar se debe hacer la consulta de uso de suelo, esta se realiza mediante la página del municipio, en la opción servicios en línea o en la ventanilla 52 del Municipio de Guayaquil, una vez confirmado que se puede realizar la actividad en ese predio se procede a obtener el permiso del cuerpo de bomberos y posterior a esto se solicita la patente municipal, se pagan las tasas exigibles y la tasa de habilitación (Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil, 2018).

#### **4.4.4. Ministerio de relaciones laborales.**

Todo emprendedor debe tener claro las normas, reglamentos y leyes de trabajo, dentro de estas podemos encontrar que es necesario la elaboración de un contrato entre el empleador y el empleado, y que este debe ser registrado dentro de los 30 días posteriores a la contratación del empleado así como su registro en el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (I.E.S.S.). (Ministerio de relaciones laborales, 2018).

En estas normas se encuentran los requisitos y obligaciones que tienen tanto el empleado como el empleador. Aquí también se contempla las seguridades que se deben brindar a los

empleados en su área de trabajo, y la responsabilidad que este tiene de cumplir con el uso de los equipos de protección personal (E.P.P), para garantizar su protección y salud.

Dentro de los principales E.P.P. que debe utilizar un operario de un laboratorio de inyección a diésel constan:

- Gafas de seguridad
- Guantes de nitrilo
- Botas de punta de acero y suela antideslizante
- Protectores auditivos
- Mascarillas para protección de gases
- Ropa adecuada
- Casco



*Figura 71.* Equipos de protección personal necesarios en el laboratorio.  
(Mecánica, 2014)

## **4.5. Factibilidad económica**

### **4.5.1. Inversión inicial.**

Se desglosan los valores de inversión inicial para la implementación de un negocio de este tipo en la ciudad de Guayaquil, desde los permisos municipales, adecuaciones del local, mobiliario, herramientas, máquinas y otros, esto en el siguiente apartado.

### **4.5.2. Costos de infraestructura.**

Dentro de los costos de adecuación de la infraestructura se detalla en el siguiente apartado los gastos de pintura, adecuación de pisos, oficina y áreas del taller, también están los gastos que incurren la adecuación de instalaciones eléctricas, de agua, entre otras.

Tabla 2.

*Inversión inicial, para permisos e instalaciones.*

DETALLE DE INVERSIÓN INICIAL		VALOR PARCIAL(USD)	SUB-TOTAL (USD)	INVERSIÓN TOTAL (USD)
<b>GASTOS PERMISOS MUNICIPIO</b>			702	8382
	PERMISO DE USO DE SUELO	2		
	PERMISO DE LETRERO PATENTE	200		
	TASA DE HABILITACIÓN	200		
<b>GASTOS PERMISOS BOMBEROS</b>			200	
	PERMISO AÑO 2018	200		
<b>GASTOS INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>			2080	
	ILUMINACIÓN	780		
	LAMPARAS DE EMERGENCIA	300		
	CORRIENTE TRIFÁSICA	200		
	INSTALACIONES 110V	500		
	INSTALACIONES 220V	300		
<b>GASTOS PINTURA Y ADECUACIÓN</b>			1700	
	PINTURA PAREDES INTERNAS	500		
	PINTURA DE SEGURIDAD	200		
	PINTURA EPÓXICA PISO	700		
	PINTURA FACHADA	100		
	ADECUACIONES	200		
<b>GASTOS INSTALACIÓN AGUA</b>			1500	
	TOMAS DE AGUA Y PUNTOS	500		
	SERVICIOS HIGIÉNICOS	1000		
<b>GASTOS ADECUACIÓN DE OFICINA</b>			2200	
	ESTRUCTURA	1500		
	MUEBLES	500		
	INSUMOS	200		

Tabla 3.

*Inversión inicial, para terreno y equipamiento.*

<b>DETALLE DE INVERSIÓN INICIAL</b>	<b>VALOR PARCIAL(USD)</b>	<b>SUB-TOTAL (USD)</b>	<b>INVERSIÓN TOTAL (USD)</b>
<b>GASTOS HERRAMIENTAS PRINCIPALES</b>		1100	285500
CAJAS DE HERRAMIENTAS	600		+8382
HERRAMIENTAS PESADAS	500		=293882
<b>GASTOS HERRAMIENTAS ESPECIALES</b>		1300	
HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS	300		
HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS	300		
HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO	500		
HERRAMIENTAS DE PRECISIÓN	200		
<b>GASTOS MÁQUINAS Y EQUIPOS</b>		148300	
LIMPIADORA SANDBLASTING	4000		
COMPRESOR	2000		
LIMPIADORA DE INYECTORES	500		
BANCO DE RPUEBAS CRDI	110000		
CALIBRADORA DE BOMBAS DIÉSEL	25000		
ESCÁNER PRUEBAS CRDI	6800		
<b>GASTOS TRAMPA DE GRASA Y CANALES</b>		2200	
TRAMPA DE GRASA	700		
INSTALACIÓN DE CANALES	1500		
<b>GASTOS LETREROS Y PUBLICIDAD</b>		1200	
PUBLICIDAD	1000		
LETREROS	200		
<b>GASTOS DOCUMENTOS CONTABILIDAD</b>		150	
FACTURAS Y OTROS DOCUMENTOS	150		
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>		1000	
ASESORÍAS Y SERVICIOS PRESTADOS	1000		
<b>GASTOS LOGÍSTICA Y TRANSPORTE</b>		250	
TRANSPORTE EQUIPOS	250		
<b>GASTOS DE TERRENO</b>		100000	
<b>GASTOS DE CONSTRUCCIÓN</b>		30000	

### 4.5.3. Costos de capital humano.

Se establecen los costos mensuales aproximados que representa mantener la empresa y la edificación como tal y para esto se inicia detallando a continuación los sueldos mensuales tentativos tanto del personal técnico como el administrativo. Se conoce que los gastos mensuales no sólo se basan en los sueldos a los empleados, que en sí representan el mayor rubro, sin embargo, se encuentran gastos de logística, de mantenimiento, entre otros; para de esta forma establecer un costo anual de gastos, aproximado a la realidad, teniendo en cuenta que estos valores son variables y pueden sufrir cambios por situaciones inesperadas. Una vez teniendo en cuenta estos valores y habiendo establecido el costo de la mano de obra, que representa como laboratorio se puede fijar un valor aproximado del total de la mano de obra y un estimado de la capacidad utilizada en la empresa.

Tabla 4.

*Proyección de gastos en sueldos mensuales.*

SUELDOS MENSUALES					
	CANTIDAD	SUELDO	TOTAL	COSTO HORA (MO)	
PERSONAL SERVICIO TÉCNICO ESPECIALIZADO	3	\$600	\$1800	3,75	
PERSONAL SERVICIO TÉCNICO GENERAL	3	\$400	\$1200	2,5	
PERSONAL ADMINISTRATIVO	2	\$400	\$800	2,5	
PERSONAL ATENCIÓN AL CLIENTE	2	\$400	\$800	2,5	
<b>TOTAL DE SUELDOS MENSUALES</b>			<b>\$4600</b>		

Tabla 5.

*Proyección de egresos anuales.*

GASTOS MENSUALES	PARCIALES
GASTOS DE OPERACIÓN	\$200
GASTOS DE MANO DE OBRA	\$4600
GASTOS ADMINISTRATIVOS	\$500
GASTOS DE IMPUESTOS	\$200
GASTOS DE MANTENIMIENTOS	\$200
GASTOS DE SERVICIOS BÁSICOS	\$250
GASTOS DE LOGÍSTICA	\$200
OTROS GASTOS	\$150
<b>TOTAL DE GASTOS MENSUALES</b>	<b>\$6300</b>
<b>TOTAL DE GASTOS ANUALES</b>	<b>\$75600</b>

Conociendo de esta forma la cantidad de horas de trabajo que debe producir el negocio para suplir los gastos mensuales, incluyendo los sueldos de los empleados, sin embargo, cabe recalcar que no es lo ideal, porque las empresas buscan crecer y poder reinvertir en mejoras, aunque no está de más conocer el punto de estabilidad para que la empresa subsista en momentos de crisis.

Tabla 6.

*Proyección de ventas según cantidad de trabajos por técnico.*

PROYECCIÓN DE VENTAS					
TIPO DE HORA TRABAJADA	CANTIDAD DE TRABAJOS MENSUALES	PRECIO POR TRABAJO	CANTIDAD DE TÉCNICOS	CAPACIDAD PORCENTAJE	INGRESOS APROXIMADOS
<b>CANTIDAD DE HORAS ESPECIALIZADA (CALIBRACIÓN Y REPARACIÓN DE BOMBAS)</b>	5	\$200	3	0,75	\$2.250,00
<b>CANTIDAD DE HORAS ESPECIALIZADA (REPARACIÓN DE TURBOS)</b>	2	\$270	3	0,75	\$1.215,00
<b>CANTIDAD DE HORAS ESPECIALIZADA (CALIBRACIÓN Y REPARACIÓN DE INYECTORES)</b>	40	\$70	3	0,75	\$6.300,00
<b>CANTIDAD DE HORAS GENERALES (COMPROBACIÓN DE BOMBAS)</b>	5	\$150	3	0,75	\$1.687,50
<b>GANANCIA EN VENTA DE REPUESTOS</b>					\$4.500,00
				<b>INGRESOS MENSUALES APROXIMADOS</b>	<b>\$ 15.952,50</b>
				<b>INGRESOS ANUALES APROXIMADOS</b>	<b>\$191.430,00</b>

En la tabla 7 se estiman los gastos e ingresos mensuales para obtener el saldo efectivo, de esta forma establecemos la obtención neta mensual.

Tabla 7.

*Proyección al 75% de la capacidad del laboratorio.*

PROYECCIÓN AL 75% DE LA CAPACIDAD DEL LABORATORIO	GASTOS MENSUALES	INGRESOS MENSUALES	SALDO EFECTIVO MENSUAL
	<b>\$6300</b>	<b>\$15.952,50</b>	<b>\$9.652,50</b>

Tabla 8.

*Punto de equilibrio del laboratorio.*

PUNTO DE EQUILIBRIO					
TIPO DE HORA TRABAJADA	PROYECCIÓN DE VENTAS				INGRESOS APROXIMADOS
	CANTIDAD DE TRABAJOS	COSTO POR TRABAJO	CANTIDAD DE TÉCNICOS	CAPACIDAD TALLER PORCENTAJE	
<b>CANTIDAD DE HORAS ESPECIALIZADA (CALIBRACIÓN Y REPARACIÓN DE BOMBAS)</b>	5	200	3	0,25	\$750,00
<b>CANTIDAD DE HORAS ESPECIALIZADA (REPARACIÓN DE TURBOS)</b>	4	270	3	0,25	\$810,00
<b>CANTIDAD DE HORAS ESPECIALIZADA (CALIBRACIÓN Y REPARACIÓN DE INYECTORES)</b>	26	70	3	0,25	\$1.365,00
<b>CANTIDAD DE HORAS GENERALES (COMPROBACIÓN DE BOMBAS)</b>	4	150	3	0,25	\$450,00
<b>GANANCIA EN VENTA DE REPUESTOS</b>					\$2.925,00
<b>INGRESOS MENSUALES APROXIMADOS</b>					\$ 6.300,00

Como en el paso anterior se notó que se detalla la proyección estimada de la capacidad del laboratorio, basados en sólo utilizar el 75% de la capacidad total para atender a los consumidores, además, se establece un punto de equilibrio, que implica la disminución de trabajos realizados por mes, según la cantidad de técnicos, trabajando al 25% de la capacidad del laboratorio, esto con el fin de obtener los datos de la cantidad mínima de trabajos que son necesarios para conservar la empresa, en momentos de baja rotación, es decir se pretende cumplir con los sueldos de los trabajadores, servicios básicos y otros gastos mensuales ya detallados en la tabla 5.

Tabla 9.

*Proyección del laboratorio para cubrir costos y gastos.*

PROYECCIÓN DEL LABORATORIO PARA CUBRIR COSTOS Y GASTOS	GASTOS MENSUALES	INGRESOS MENSUALES	SALDO EFECTIVO MENSUAL
	<b>6300</b>	<b>6300</b>	<b>0</b>

Es importante también conocer la tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de la inversión que está definida como la tasa de interés, con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN) es igual a cero, esto para tener una mejor idea de la proyección en los siguientes años.

Tabla 10.

*Proyección del VAN y el TIR.*

<b>INVERSIÓN INICIAL</b>		<b>293882,00</b>				
<b>FLUJO DE INGRESOS</b>		<b>FLUJO DE EGRESOS</b>		<b>FLUJO DE EFECTIVO NETO</b>		<b>VAN Y TIR</b>
<b>AÑO</b>	<b>VALOR</b>	<b>AÑO</b>	<b>VALOR</b>	<b>AÑO</b>	<b>VALOR</b>	
						-293882,00
<b>2018</b>	191430,00	2018	75600,00	1	115830,00	115830,00
<b>2019</b>	210573,00	2019	83160,00	2	127413,00	127413,00
<b>2020</b>	231630,30	2020	91476,00	3	140154,30	140154,30
<b>2021</b>	254793,33	2021	100623,60	4	154169,73	154169,73
<b>2022</b>	280272,66	2022	110685,96	5	169586,70	169586,70
						<b>VAN</b> \$342.618,00
						<b>TIR</b> <b>36%</b>

#### **4.6. Análisis de resultados**

Basados en los cálculos realizados mediante las formulas de excel del VAN y el TIR el autor considera que este proyecto es viable con una tasa de retorno que es muy positiva, lo que brinda la seguridad a la persona que desee implementar un laboratorio, se espera que este proyecto sirva como bases para presentar a entidades bancarias que puedan otorgar créditos a las personas interesadas.

Es necesario recalcar que los técnicos deben ser especializados, a lo que se puede llegar mediante capacitaciones continuas, ya que hay muchas empresas que ofrecen estos servicios cuando se adquiere los equipos en sus empresas, lo cual representa un punto de ventaja para el emprendedor.

La atención al cliente debe ser personalizada también por personal capacitado para explicar los beneficios de los mantenimientos preventivos, ofreciendo ventajas como el ahorro de dinero evitando la compra de repuestos, ahorro de combustible, la colaboración con el medio ambiente y otros beneficios entre ellos alargar la vida del motor y los tiempos de parada de los vehículos.

Es importante resaltar que este proyecto, busca contribuir a la economía, pues genera fuentes de trabajo para los conciudadanos y por lo que sus familias resultarán beneficiadas de igual forma, además sin alejarse del objetivo económico de la empresa pues es una iniciativa como se ha mostrado muy rentable, otro de los aspectos importantes que se pueden destacar es que pueden existir alianzas estratégicas con consecionarias u otros talleres que necesiten mano de obra especializada, por lo que esto representaría un ingreso fijo para la empresa.

La importancia de la ubicación que se escoja para este proyecto influirá en los resultados así como la publicidad invertida, aunque se sabe que la mejor publicidad es la que va de boca en boca de los clientes, por esto es indispensable ofrecer un servicio de calidad, así como responder las inquietudes de los clientes oportunamente.

La inversión inicial en repuestos no se ha considerado en este capítulo por el alcance de la misma pero se estima que en los primeros años de la empresa se pueden obtener los repuestos localmente sin tener demasiado stock y además se sugiere entrar en procesos de importación directa cuando se escoja tener un almacén en la empresa.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones.

- Se realizó la investigación respecto a los talleres autorizados e informales que se dedican al mantenimiento de sistemas de inyección a diésel, se obtuvo información sobre los tipos diferentes sistemas de los vehículos más comunes en el sector automotriz de Guayaquil.
- Se obtuvo información de los vehículos livianos y pesados que conforman el parque automotor de la ciudad de Guayaquil y que trabajan con sistemas de inyección a diésel y se pudo observar que este está en constante crecimiento.
- Se definieron las máquinas y herramientas que se necesitan para cubrir las necesidades de mantenimientos preventivos y correctivos de los diferentes tipos de sistemas de inyección a diésel del público meta, a pesar de tener un costo elevado se puede conseguir en el mercado equipos remanufacturados que nos brindan buenas opciones de adquisición.
- Se estableció la inversión inicial necesaria para brindar un servicio eficiente, así como, se estableció el valor actual neto y la tasa interna de retorno del laboratorio de sistemas de inyección a diésel, dando como resultado una recuperación del capital invertido en un plazo no muy largo.
- Se examinaron las posibles causas de la falta de inversión por parte de los talleres automotrices, para realizar trabajos en sistemas de inyección a diésel y podemos concluir que influye el poco interés de los dueños de los vehículos por dar el correcto mantenimiento a sus motores.

## **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda la implementación de un laboratorio a diésel en vista de que el parque automotor con sistemas de inyección a diésel ha mantenido un crecimiento en los últimos años por lo que resulta viable la implementación del laboratorio a diésel.
- Si no se posee todo el capital y no se puede aplicar a un crédito, se recomienda que tomando en cuenta que los equipos especializados tienen un costo elevado como inversión inicial, se puede hacer una adquisición inicial de una parte de las máquinas hasta que el negocio se capitalice y se pueda hacer un reinversión.
- Es recomendable hacer una inversión en personal capacitado dedicado a concientizar a los dueños de vehículos de inyección a diésel a realizar mantenimientos preventivos para que conozcan la importancia de que sus autos tengan una calibración adecuada.

## Bibliografía

- AEADE. (2017). *Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador*. Obtenido de <http://www.aeade.net/>
- Aficionados a la mecánica. (2014). *Aficionados a la mecánica*. Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.net>
- Arellano Cabrera, H., & Falconi Toro, D. (2015). *Diseño y construcción de un banco de pruebas para inyectores mecánicos*. Riobamba.
- Autodiésel Lino. (2018). *Laboratorio diésel, zona de reparación*. Obtenido de [www.linodiesel.com](http://www.linodiesel.com)
- Bomberos de Guayaquil. (2018). *Requisitos para permisos*. Obtenido de <https://www.bomberosguayaquil.gob.ec>
- Bosch Automotive Aftermarket. (2015). *Sistemas Modernos de inyección a diésel, unidades completas y su despiece*.
- Bosch, R. (2007). *Automotive Handbook*. En *Automotive Handbook*.
- Castillejo, A. (2014). *Sistemas de Inyección en Motores Diesel*. Recuperado el 5 de julio de 2018, de Bibing: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/90174/fichero/TFG.+Alejandro+Castillejo+Calle.pdf>
- CYM materiales S.A. (2018). *GgRANALLADORAS-SANDBLASTING*.
- De máquinas y herramientas. (2014). *Como funciona un torquímetro*. Obtenido de <http://www.demaquinasyherramientas.com>
- Diesel Car S.A. (2018). *Laboratorio convencional diésel*. Obtenido de [www.dsmsieselcar.com.ar](http://www.dsmsieselcar.com.ar)
- Diesel Hub. (2018). *Diesel Hub*. Obtenido de <http://www.dieselhub.com>
- Dirección General de Relaciones Laborales de Catalunya. (diciembre de 2006). *Manual para la identificación y evaluación de riesgos laborales*. Obtenido de Manual IPER: <http://www.usmp.edu.pe/recursoshumanos/pdf/Manual-IPER.pdf>
- Divassón, F. B. (2011). *Tecnomovil*. Obtenido de formación de inyección TDI: <http://fbelectronica.com>
- Fierros Clásicos. (14 de Abril de 2014). Obtenido de <https://fierrosclasicos.com>
- Gamboa, I. L. (Agosto de 2015). *INYECCIÓN ELECTRÓNICA Y MOTORES DIÉSEL*. Obtenido de <http://motoresymas.com>
- Gapp, R., Fisher, R., & Kobayashi, K. (2008). *Esmerald Insight*. Obtenido de <https://doi.org/10.1108/00251740810865067>
- Gardner Espinosa C.A. (2018). *Gardner Espinosa*. Obtenido de <http://www.garner.com.ec>
- Google. (12 de Julio de 2018). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps>
- Ibero . (2018). *LLaves Mixtas*. Ciudad de México.
- Ies sierra de guara. (2007). *Manuales autodidácticos, sistemas de sobrealimentacion*. Obtenido de <http://www.iessierradeguara.com>
- Innovación diésel. (15 de junio de 2008). *Innovación diésel*. Obtenido de <http://senaydiesel.blogspot.com>
- Laustela, E. (2005). El turboalimentador. *ABB*, 69.
- Mecánica. (22 de Septiembre de 2014). *Mecánica*. Obtenido de <http://www.mecanicco.com>
- Ministerio de relaciones laborales. (2018). *código de trabajo*. Obtenido de <http://www.trabajo.gob.ec/>
- Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil. (2018). *Requisitos ciudadanos*. Obtenido de <https://www.guayaquil.gob.ec>
- Quimica True. (2018). *Boletín Técnico*. Obtenido de VENTAJAS DE LA LIMPIEZA POR ULTRASONIDO: [www.qtrue.com.ar](http://www.qtrue.com.ar)

Taller de mecánica. (5 de Junio de 2014). *Taller de mecanica*. Obtenido de <http://www.talldemecanica.com>

Taller Profesional. (8 de Septiembre de 2018). *Tipos de alicates y sus usos*. Obtenido de [www.talldprofesional.com](http://www.talldprofesional.com)

Tierra tech. (<https://www.tierratech.com> de 09 de 2018). Equipos de limpieza ultrasonido.