



**ING. AUTOMOTRIZ**

**Trabajo integración Curricular previa a la obtención del título de  
Ingeniero en Mecánica Automotriz.**

**AUTORES:**

Alex Javier Cifuentes Topón  
Carlos Efraín Guano Lema  
Richard Alexander Sinailín Vásquez

**TUTOR:**

PhD Gorky Reyes Ing. MSc  
PhD Denny Guanuche Ing. MSc

**ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE  
INYECCIÓN EN INYECTORES CRDI  
EN PERIODOS DE MANTENIMIENTO**

**QUITO – ECUADOR | 2023**



## Acuerdo de Confidencialidad

### DECLARAMOS QUE

La investigación denominada: “ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE INYECCIÓN EN INYECTORES CRDI EN PERIODOS DE MANTENIMIENTO” se desarrolló en base a la investigación integral y responsable de los autores de libros e investigaciones, respetando los derechos intelectuales de terceras personas que son citados de acuerdo con las fuentes bibliográficas presentes.

De acuerdo con el proyecto de titulación presentado se afirma que el trabajo es indiscutiblemente de nuestra autoría y sistemáticos en la guía de nuestro docente tutor asignado.

Indudablemente, nos responsabilizamos del contenido completo de la investigación presentada a continuación.



Alex Javier Cifuentes Topón



Carlos Efraín Guano Lema



Richard Alexander Sinailín Vásquez

## APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Denny Javier Guanuche Larco certifico que conozco al autor/a del presente trabajo siendo la responsable exclusiva tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



---

.....  
DIRECTOR DE TESIS

**Dedicatoria**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por bendecirme con la guía a lo largo de nuestra existencia y ser el soporte y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Este trabajo de tesis se lo dedico especialmente a mis padres Janeth Vásquez y Charles Sinailín que, gracias a su esfuerzo, comprensión y por ser como son. Me permiten cumplir mi objetivo y forjar la persona que soy ahora.

Gracias a mis mentores universitarios y mis hermanos que de una u otra manera me apoyaron durante toda esta trayectoria de mis estudios para finalizar mi meta.

**Richard Alexander Sinailín Vásquez**

**Agradecimiento**

Un sincero agradecimiento a la Universidad Internacional del Ecuador en especial a la escuela de Ingeniería Automotriz por permitirme ser parte de ella y ser un digno profesional de la sociedad.

Estoy sumamente agradecido con todos los miembros de la facultad de la Escuela de Ingeniería, en especial con el Ing. Gorky Reyes, líder de este proyecto, el Ingeniero Denny Guanuche y el Ing. Andrés Castillo, quienes desinteresadamente me brindaron su apoyo y buenos consejos para completar mis estudios universitarios.

También a toda mi familia, quienes, con su apoyo incondicional me permiten llegar a esta inolvidable estancia de mi vida profesional.

**Richard Alexander Sinailín Vásquez**

**Dedicatoria**

Este trabajo de titulación se lo dedico a mis padres quienes con su experiencia me ayudaron a tomar buenas decisiones y así poder culminar mi carrera universitaria, a mis tías quienes con su esfuerzo, humildad y solidaridad me supieron brindar su apoyo incondicional todo este tiempo.

**Alex Javier Cifuentes Topón**

**Agradecimiento**

Agradezco al creador por brindarme salud y vida para poder alcanzar mis objetivos, de igual manera a todos los ingenieros quienes me impartieron su conocimiento y finalmente a mi tía Cleotilde Caiza quien con su amor y comprensión me ayudo a dar el primer paso en mi vida universitaria.

**Alex Javier Cifuentes Topón**

**Dedicatoria**

Mi trabajo va dedicado a Dios por brindarme la salud para lograr mis objetivos en el transcurso de mi vida, a los seres que más amo mis padres, Martha Lema y Efraín Guano gracias al apoyo moral y sus consejos me han enseñado que con dedicación y esfuerzo toda meta propuesta en un inicio de la vida se logra alcanzar.

Para mi hermana Mónica Guano una persona muy importante en el transcurso de mis estudios, por su confianza y motivación en los momentos muy difíciles, fue un pilar fundamental para lograr mi carrera.

**Carlos Efraín Guano Lema**

## **Agradecimiento**

Primeramente doy gracias a Dios por permitirme tener la experiencia de adquirir conocimientos dentro de mi universidad, gracias a mi universidad por la oportunidad de ser un profesional en lo que tanto me apasiona, gracias a cada docente que hizo parte de este proceso de formación, gracias a mi familia por el apoyo incondicional para cumplir con excelencia el desarrollo de este proyecto, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermoso que es la vida y lo justa que puede llegar a ser cuando uno se propone metas en el camino.

**Carlos Efraín Guano Lema**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Acuerdo de Confidencialidad .....	III
Dedicatoria .....	V
Agradecimiento .....	VI
Dedicatoria .....	VII
Agradecimiento .....	VIII
Dedicatoria .....	IX
Agradecimiento .....	X
ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE INYECCIÓN EN INYECTORES CRDI EN PERIODOS DE MANTENIMIENTO .....	12
RESUMEN .....	12
ABSTRACT .....	12
Introducción .....	13
Marco teórico .....	14
Métodos y Materiales .....	16
Análisis y Discusión .....	20
Conclusiones .....	25
Bibliografía .....	26
ANEXOS INTRODUCCIÓN .....	28
Anexo 1 Objetivo General y específicos (pregunta de investigación) .....	28
Anexo 2 Justificación Investigación .....	33
Anexo 3 Metodología de la Investigación .....	38
ANEXOS FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	39
Anexo 4 Desarrollar una investigación Científica .....	39
Anexo 5 Características de la fundamentación teórica .....	42
ANEXOS MATERIALES Y METODOS .....	45
Anexo 6 Definición de Método y Técnica .....	45
Anexo 7 Metodología y Materiales .....	47
Anexo 8 Materiales Comprobador de inyectores Diesel 205 .....	50
ANEXOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	54
Anexo 9 Pruebas mecánicas, eléctricas e hidráulicas .....	54
Figura 10 Prueba de Inyector Common Rail .....	60
Anexo 11 Resultados de pruebas mecánicas, eléctricas e hidráulicas .....	61
Anexo 12 Mantenimiento del inyector .....	63
Análisis y discusión - Comparativa de Resultados .....	67
Anexo 13 Análisis Pruebas LEAK, WARM y BACK .....	68
Anexo 14 Conclusiones, Estadística Descriptiva y Fotografías .....	71

## ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE INYECCIÓN EN INYECTORES CRDI EN PERIODOS DE MANTENIMIENTO.

*PhD Gorky Reyes Ing. MSc<sup>1</sup>, PhD Denny Guanuche Ing. MSc<sup>2</sup>, Alex Cifuentes C<sup>3</sup>, Carlos Guano D<sup>4</sup>,  
Richard Sinailín V.<sup>5</sup>*

<sup>1</sup> *Maestría En Sistemas Automotrices – Universidad Escuela Politécnica Nacional del Ecuador, Magister Ingeniero en Sistemas Automotrices Mecánico, gureyesca@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

<sup>2</sup> *Maestría En Sistemas Automotrices – Universidad Escuela Politécnica Nacional del Ecuador, Magister Ingeniero en Sistemas Automotrices Mecánico, deguanuchela@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

<sup>3</sup> *Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, alcifuentesto@uide.edu.ec, Quito - Ecuador*

<sup>4</sup> *Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, caguanole@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

<sup>5</sup> *Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, risinailinva@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

### RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue analizar parámetros de inyección diésel en relación a la eficiencia y funcionamiento en inyectores CRDI. El procedimiento del análisis se basa en los distintos periodos de mantenimiento que optimizan la vida útil del inyector, a fin de mejorar su rendimiento de inyección mediante pruebas de estanqueidad, plena carga, calentamiento del inyector y retorno. Para esto se realizaron una serie de pruebas mecánica, hidráulica y eléctrica que conociste en la verificación y comprobación de cada parte de un inyector CRDI. En la actualidad la eficiencia de la inyección permite controlar la pérdida de potencia, alto consumo de combustible, exceso de humos negros causados por el desgaste o daños en la superficie del inyector. Los resultados señalaron que al realizar mantenimiento al inyector y al ser ingresado al comprobador de inyectores Bosch EPS 205 la eficiencia del inyector mejoro de una forma exitosa pasando las cuatro pruebas principales que son: Prueba estanqueidad (Leak), Calentamiento del inyector (Warm), Retorno (Back), Plena carga (Max), de esta manera se optimiza el funcionamiento del inyector, de acuerdo con este análisis de eficiencia de inyección se determinó que es de suma importancia realizar un correcto mantenimiento periódicamente a nuestro vehículo como el cambio de filtros de combustible, limpieza de tanque de combustible si fuera necesario y un mantenimiento de inyectores cada 80.000km o 100.000km dependiendo de su fabricación.

**Palabras clave:** Eficiencia, Pulverización, Atomización, Prueba Warm o calidez, Prueba Back o retorno.

### ABSTRACT

The objective of this research was to analyze diesel injection parameters in relation to the efficiency and operation of CRDI injectors. The analysis procedure is based on the different maintenance periods that optimize the useful life of the injector, in order to improve its injection performance through tightness, full load, injector heating and return tests. For this, a series of mechanical, hydraulic and electrical tests were carried out that you met in the verification and verification of each part of a CRDI injector. Currently, the efficiency of the injection allows controlling the loss of power, high fuel consumption, excess black smoke caused by wear or damage to the injector surface. The results indicated that when performing maintenance on the injector and when it was entered into the Bosch EPS 205 injector tester, the efficiency of the injector successfully improved after the four main tests, which are: Leak test, Injector heating (Warm), Return (Back), Full Load (Max), in this way the operation of the injector is optimized, according to this injection efficiency analysis it was determined that it is of the utmost importance to carry out correct maintenance periodically to our vehicle such as changing filters fuel, fuel tank cleaning if necessary and injector maintenance every 80,000km or 100,000km depending on its manufacture.

**Keywords:** Efficiency, Spraying, Atomization, Warm Test or warmth, Back Test or return.

## Introducción

El avance en la tecnología moderna últimamente alcanzó límites tangibles inimaginables en muchos aspectos de la humanidad. En este caso con la aparición de los motores de combustión interna, ciertamente el funcionamiento del motor no ha cambiado en más de 100 años, las emisiones de gases nocivos al medio ambiente y también aumentado la potencia mecánica bruta entregada, son las averías en el sistema de alimentación (pérdida de potencia, alto consumo de combustible, exceso de humos negros, etc.), causados por el desgaste o daños en las superficies de la aguja del inyector, originados por depósitos orgánicos e inorgánicos y procesos de cavitación. (Mena Navarrete, 2018)

El proceso del sistema de alimentación en diésel se realiza al ingresar el aire en el interior del cilindro, es decir, perfectamente filtrado y una vez comprimido, se introduce a gran presión el combustible, en este caso el Diesel; mezclándose ambos componentes en la cámara de combustión.

Por tal razón, el objetivo de la presente investigación esta referido al análisis de procedimientos mecánicos en el sistema de combustible tipo diésel, se determina de cómo está conformado, encontrándose en ellos el depósito de combustible, la bomba, el filtro y los inyectores o el carburador, siendo este, el que se encarga de suministrar el combustible al motor, donde cada componente debe funcionar a la perfección para lograr el rendimiento y la fiabilidad esperados del vehículo. Dicho objetivo se complementará con la recopilación bibliográficas, métodos e instrumentos de medición y finalmente de la práctica operativa de campo.

Entre los artículos relacionados al tema, se tiene análisis de la variación de presión de inyección para determinar el consumo específico de combustible en motores common rail de 3000cc, publicado por la universidad de César Vallejo, bajo la línea de investigación de modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos, fundamentándose en el objetivo del proceso de combustión en el motor diésel que influye fuertemente en factores tales como el rendimiento, las emisiones de los gases de escape y el nivel de ruido, depende en gran medida de cómo se prepara la mezcla aire combustible. (Cervera, 2018)

También se consultó el tema “repotenciación de un motor diésel e implementación a un banco didáctico para el laboratorio de motores de la escuela de ingeniería automotriz de la epoch” por la escuela superior politécnica de Chimborazo, dónde se plantea la repotenciación de un motor Nissan Diesel e implementación a un banco didáctico para el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Automotriz tiene como finalidad incrementar la potencia, disminuir la emisión de gases contaminantes y ser utilizado como herramienta de aprendizaje para desarrollar aplicaciones en el conocimiento y las destrezas. (Vargas, 2014)

Por otro lado, se consultó el tema relacionado al sistema de inyección diésel electrónico, para servicio automotriz pesado. principio de funcionamiento, el cuál expone Los principales sistemas de inyección diésel electrónico más comunes que se vienen trabajando por casi tres décadas se representan en los motores de inyección tiempo-presión, que por medio de dosificación y sincronización electrónica y alta presión de inyección, lograda por la acción mecánica del árbol de levas, puede presentar una mejor y eficiente combustión. Cabe mencionar que el transportista de hoy busca bajar costos de operación con base en el consumo de combustible, ya que este rubro representa aproximadamente el 60% de estos costos. (Vallejo, 2013)

Por último, se revisó el manual del mantenimiento del sistema de alimentación, el cual permitió verificar:

- Sistema de combustible
- Bomba de inyección
- Mecanismo de control del motor
- Bomba de cebado

- Filtro de combustible<sup>18</sup>
- Tanque de combustible
- Inyector bomba
- Nombres de componentes del inyector bomba
- Tipos de inyector bomba
- Mantenimiento del inyector bomba (inyector de orificios)
- Estructura y funcionamiento del inyector.

El método aplicar es de tipo descriptivo, analítico y deductivo, el mismo respaldado por un instrumento de medición de órdenes cualitativo – cuantitativo.

### **Marco teórico**

Para la realización de la presente investigación se han tomado en cuenta diferentes estudios relacionados al tema que servirán como marco referencial para el desarrollo progresivo del presente proyecto.

Nicolás Pancho (2016), en su tesis " Fundamento Teórico y Aplicación de la Bomba del Sistema Diésel" de la Universidad Internacional SEK, en su tesis plantea que el Sistema de bomba de Inyección diésel tiene como finalidad el introducir el combustible, a alta presión en las cámaras de combustión de los distintos cilindros del motor. La cantidad de combustible a inyectar en cada ciclo de funcionamiento del motor depende mucho de las características del mismo, del régimen de funcionamiento, de una elevada presión interna en el interior de la cámara y la necesidad de conseguir una buena mezcla de combustible con el aire para que la combustión sea completa.

Además, La finalidad del sistema de bomba de inyección de combustible se alcanza con el trabajo realizado por todo el sistema, el mismo que va desde el depósito de combustible hasta terminar en el inyector. La investigación se enmarca en una de las materias que siempre ha estado vinculadas al Ingeniero Automotriz desde los inicios de esta rama de la ingeniería. En esta investigación se analizan los sistemas de formación de mezcla de los motores diésel, denominados comúnmente sistemas de inyección de combustible, que están íntimamente ligados al proceso de combustión ya que el desarrollo de la combustión en estos motores depende fuertemente de los parámetros fundamentales que caracterizan la inyección del combustible.

Finalmente, cabe recordar que en los motores diésel se quema una mezcla heterogénea que comienza a formarse dentro del cilindro desde el momento que penetra la primera gota de combustible pero que, una vez producido el autoencendido y el período de rápida combustión generalmente durante un tiempo, la formación de la mezcla con la propia combustión y por tanto la velocidad con la que ésta progresa está condicionada por la misma. Posteriormente se analizan cada uno de los sistemas de inyección partiendo de los de bomba en línea más tradicionales hasta los actuales más sofisticados y precisos como el "common rail" que permiten alcanzar el nivel de prestaciones Este análisis se hace bajo una misma estructura: aplicaciones, principio de funcionamiento y sistemas de control.

Ricardo Herrera (2015), en su tesis "Diseñar e implementar un banco de pruebas para la bomba de alimentación de combustible modelo dfp1, para el sistema common rail delphi, para prácticas de laboratorio en el taller de ingeniería automotriz de la universidad tecnológica equinoccial" expone que La implementación de un banco de pruebas para la bomba de inyección diésel Common rail DELPHI, surgió de la necesidad de obtener un método práctico y didáctico para que los estudiantes de la facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial, puedan comprender de mejor manera el funcionamiento de los sistemas de inyección diésel más actuales y tengan una base para realizar diagnósticos

acertados sobre este tipo de componentes. Una vez que se contó con la información necesaria sobre el funcionamiento de los diferentes tipos de sistemas de inyección diésel se logró enfocar el diseño sobre uno de los componentes más usados en el mercado actual de vehículos diésel, como es la bomba rotativa de lata presión modelo DFP1 de la marca DELPHI.

“Los motores Diesel comprenden los sistemas de riel común CRDI. Según la AEADE el 60% de las unidades con motores Diesel utilizan sistemas CRDI. Con estos sistemas la reducción de emisiones es notoria, además la economía en combustible dado que presuriza el sistema encima de 2000 Bar” (Pullas, 2022)

También en el proceso de diseño y construcción se puede verificar el funcionamiento de los principales elementos de un sistema de inyección diésel de alta presión, además se efectuó pruebas de simulación bajo condiciones de operaciones similares a las de un vehículo en pleno funcionamiento, los estudiantes tuvieron la oportunidad de aplicar sus conocimientos sobre este tipo de sistemas en un caso real, lo que facilitó la comprensión de estos.

### **Inyectores**

La gestión de los inyectores es de dirigir el chorro y la de efectuar la pulverización de la diminuta cantidad de combustible de tal modo que el combustible sea disperso homogéneamente por toda la cámara de combustión. (Cadena, D., 2013)

Cabe señalar, que el sistema de inyección es el responsable de que se consigan los requerimientos de entrega de combustible del motor Diesel. Para ello, tiene que cumplir las siguientes funciones básicas, a continuación:

- Introducir el combustible en el interior de la cámara de combustión según una ley, denominada tasa de inyección, que va a definir el comportamiento de las diferentes fases de la combustión en sincronismo con el movimiento del pistón.
- Atomizar el combustible para aumentar la superficie en contacto con el aire caliente, tras la etapa de compresión, y acelerar la evaporación.
- Mezclar el combustible con el aire disponible en la cámara de combustión.

Por tal razón, Según el rango de presiones de trabajo, se distinguen dos partes en un sistema de inyección: baja presión (desde presión atmosférica hasta una presión del orden de 0,3 MPa) y alta presión (desde 10 hasta 200 MPa, dependiendo del punto de funcionamiento y del sistema considerado). (Pullas, 2022)

Un inyector es un componente del sistema de inyección de combustible. Su misión es pulverizar, de forma homogénea y en el instante preciso, una cantidad de combustible determinada hacia la cámara de combustión donde, al mezclarse con el aire a elevadas temperaturas, se consigue la combustión.

### **Tipos de inyectores diésel**

Existen dos tipos de inyección directa en función del método en que se ejecuta:

- **El método common-rail**, (‘conducto común’) es un sistema electrónico de inyección de combustible. El carburante del tanque es succionado hacia la bomba de alta presión. Esta lo bombea a alta presión hacia el conducto común, que actúa de acumulador y se encarga de mandar el combustible a los cilindros a través de los inyectores, controlados mediante electroválvulas por la unidad de control electrónica (ECU).
- **El método bomba-inyector**, es un sistema de inyección en el que cada cilindro dispone de una bomba y un inyector, por lo tanto, la alta presión se genera directamente en cada cilindro, evitando de este modo, tuberías y consiguiendo mayores presiones.

### **Mantenimiento y periodos de inyectores**

El inyector Denso tiene similitud a los inyectores Bosch en su funcionamiento ya que son igual del tipo bobinado, pero tienen un distintivo especial ya que estos inyectores son programables en la ECM. (Silva, 2017)

El estado de los inyectores está directamente relacionado con la vida útil del motor y el consumo de combustible, en caso de una avería en los inyectores, estos se evidencian por una drástica reducción de potencia y por el aumento significativo del consumo. Por tales razones se recomienda:

- Efectuar las tareas de mantenimiento preventivo y predictivo respetando las prescripciones recomendadas por el fabricante del vehículo, especialmente en la sustitución del filtro de combustible (recomendablemente, cada 30.000 km).
- No apurar el depósito de combustible por debajo de una cuarta parte del tanque para evitar que los sedimentos de carburante entren en el circuito.
- Añadir aditivos limpia-inyectores es una opción para prevenir obstrucciones. No obstante, siempre hay que atender a las especificaciones del producto y a las recomendaciones del fabricante.

Se debe considerar que los inyectores diésel exigen un mantenimiento básico, también es importante cumplir con las advertencias antes descritas para evitar averías de mayor envergadura, y así asegurar una óptima vida al vehículo.

Para el lavado se debe inyectar una solución de limpieza para inyectoras de alta presión por el conducto de salida del combustible del inyector y al pulsarlo eléctricamente esto con la finalidad de que expulse todos los sedimentos y partículas de carbón que pueden ser encontradas en el microfiltro alojado en la entrada de la gasolina del inyector. (Magazine, 2019)

## Métodos y Materiales

### Métodos

En la presente investigación el tipo de análisis para obtener el objetivo principal es de carácter inductivo ya que con este método se valorara y se comparara los resultados de inyectores ya analizados en función de los vehículos que se ofertan a nivel nacional, para ello en primera instancia mediante un método bibliográfico, se identificó los vehículos e inyectores ofertados a nivel nacional para que con esta información nosotros determinar qué tipo de mantenimiento puedo tener en una segunda instancia se realizó un análisis a profundidad de los diferentes tipos de mantenimiento que posee el inyector para garantizar un correcto funcionamiento y en una tercera instancia mediante un método experimental bajo pruebas de laboratorio en el comprobador automático, se analizó la eficiencia de inyección en inyectores CRDI en periodos de mantenimiento. Las personas que realizan una investigación explicativa lo hacen con el objetivo de estudiar con detalle la interacción del fenómeno. Las personas que realizan una investigación explicativa lo hacen con el objetivo de estudiar con detalle la interacción del fenómeno. (Ortega, 2022)

### Materiales

Equipos de medición EPS 205

El comprobador automático de inyectores mecánicos y common rail EPS 205 de Bosch es un equipo útil de verificación que cuenta con una bomba manual de accionamiento, un manómetro, un recipiente de combustible, tuberías de acoplamiento y una válvula de paso que conecta al inyector. Gracias a este se realiza la verificación del patrón de pulverización indicado por el fabricante, además podemos identificar su presión de tarado y estanqueidad, los datos técnicos se especifica en la tabla 1. (Bosch, 2023)

### Figura 1

*Comprobador automático*



Fuente: (Autores, 2023).

### Multímetro (polímetro o tester)

El polímetro es una herramienta necesaria en la investigación ya que este permite trabajar con sistemas eléctricos y electrónicos automotrices, también se lo conoce como DMM. Esta herramienta se la utilizara para medir la resistencia de la parte eléctrica del inyector, como dato adicional se puede medir la inductancia de este.

### Figura 2

*Multímetro*



Fuente: (Autores, 2023).

### Megóhmetro

Este equipo realizar una medida de aislamiento de los cables ya sea en motores, aisladores, transformadores, etc. Gracias a este equipo vamos a poder saber si el inyector pasa la prueba de aislación el valor que nos indicará este equipo será en (M $\Omega$ ).

### Figura 3

*Megómetro.*



Fuente: (Autores, 2023)

## Inyector

Este es un elemento indispensable para el vehículo es por ello por lo que realizar un mantenimiento mecánico, eléctrico e hidráulico es ideal. Este es el encargado en ejecutar el estanco izado a la cámara de combustión, es por ello por lo que lo someteremos a pruebas mecánicas, visuales y electrónicas, para de esta manera analizar la eficiencia de trabajo.

Los inyectores tienen un papel crucial en el proceso de combustión de un motor térmico, dado que su mal funcionamiento provoca que el combustible no llegue de forma adecuada a la cámara de combustión. Es por este motivo por el que mantenerlos en buen estado resulta de suma importancia para la salud de nuestro motor. (Rodi, 2021)

### **Figura 4**

*Inyector CRDI*



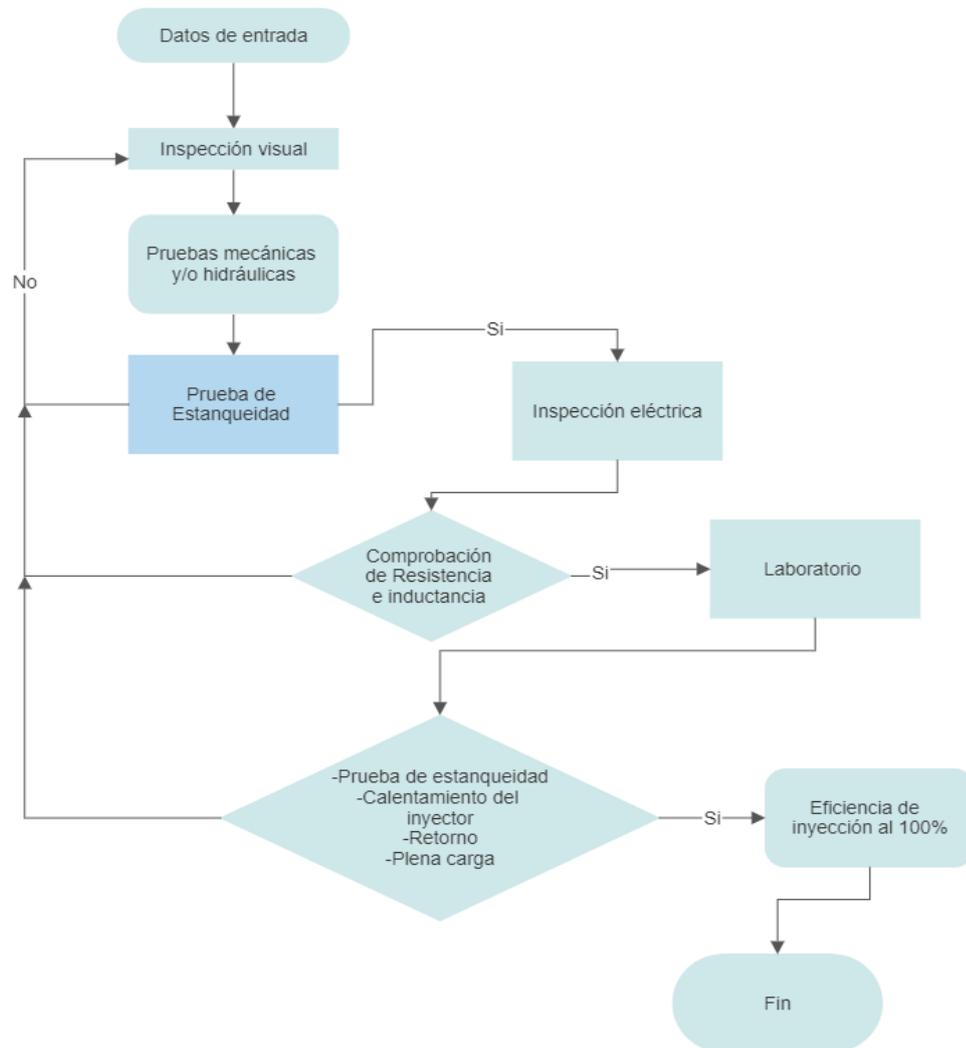
Fuente: (Autores, 2023)

### **Datos de entrada**

Un inyector tiene ciertos parámetros que facilita la verificación del estado actual en que se encuentra dicho inyector. El inyector por utilizar debe ser sometidos a diferentes pruebas a fin de conocer el porcentaje, de eficiencia de inyección que está trabajando.

En el desmontaje de inyectores hay que tomar en cuenta que pueden sufrir averías tanto las partes mecánicas, estos sistemas CRDI manejan presiones de 250 bar en ralentí hasta 2000 bar a plena carga en los ductos de combustible. Mediante una inspección visual se puede ver si existe fugas de combustible en el exterior del inyector lo cual señalaría que existe pérdida de presión en el sistema y por ende un mal funcionamiento. Esto se lo puede realizar mediante la comprobación de estanqueidad. Un inyector al ser CRDI va a trabajar con un actuador el cual va tener una resistencia (OHM) y una inductancia (2mH), los cuales tienen que estar en los parámetros establecidos según el fabricante de cada inyector. Al utilizar un multímetro y un medidor de inductancia, el trabajo de comprobación se hace minucioso ya que estos equipos de diagnóstico son capaces de verificar la medición que se realice y la interpretación es exacta.

**Figura 5.**  
Diagrama de Flujo de datos de entrada



Fuente: (Autores, 2023)

**Figura 6**  
Prueba de estanqueidad



Fuente: (Autores, 2023)

Como podemos observar en la figura 5 el inyector es sometido a una presión de 300 MPa, a fin de verificar si el inyector presenta retorno de combustible. Nuestro inyector no pasa la prueba de estanqueidad debido a que la pluma del manómetro disminuye rápidamente y existe retorno abundante en el inyector, posiblemente la parte mecánica o hidráulica se encuentre con desgaste.

**Figura 7***Medición de resistencia en el inyector*

Fuente: (Autores, 2023)

En la figura 6 se observa que la resistencia (OHM) del inyector se encuentra en el rango de 0,5 a 1 según el fabricante. Si el valor es menor la bobina se encuentra averiada, es difícil que la resistencia del inyector en algún caso sea mayor. Si fuera el caso la bobina estaría averiada.

**Figura 8***Medición de inductancia en el inyector*

Fuente: (Autores, 2023)

En la figura 7 podemos observar la medición de inductancia (2mh) del inyector se encuentra en el rango de 0,5 a 1. Si el valor es menor la bobina se encuentra averiada.

**Análisis y Discusión**

En el laboratorio se realizó las pruebas de inyección con el comprobador automático de inyectores mecánicos y common rail EPS 205 de Bosch, en donde se verificara estanqueidad (Leak), calentamiento del inyector (Warm), retorno (Back) y Plena carga (Max) y conocer el patrón de inyección y orificios defectuosos en el inyector se observa que los orificios que están trabajando en perfectas condiciones y aquellos que se encuentran taponados en la punta de la tobera ocasionado que exista un retorno excesivo y no pueda pasar a las siguientes etapas de comprobación. Con el comprobador EPS 205 Bosch se puede definir si la cantidad de combustible es la adecuada para que el motor pueda empezar a funcionar con normalidad o requiere realizar mantenimiento preventivo o correctivo según los datos obtenidos por el comprobador de inyectores BOSCH.

**Figura 9***Prueba Inyector Common Rail*

Paso de prueba	Duración activación ( $\mu$ s)	Presión (MPa)	Tiempo medic. (s)	Caudal inyección		Caudal retorno		Evaluación
				Valor nominal ( $\text{mm}^3/\text{H}$ )	Valor real ( $\text{mm}^3/\text{H}$ )	Valor nominal ( $\text{mm}^3/\text{H}$ )	Valor real ( $\text{mm}^3/\text{H}$ )	
Leak test	0	145	40	$17,5 \pm 17,5$	---	$35,0 \pm 35,0$	4,10	✓
Warm	950	135	60	$150,0 \pm 150,0$	47,88	$17,5 \pm 17,5$	51,42	✗
Back	1733	135	40	$102,0 \pm 15,8$	82,99	$35,0 \pm 35,0$	95,14	✗
Max	950	135	40	$31,0 \pm 13,5$	14,72	$17,5 \pm 17,5$	44,33	✗

Fuente: (Autores, 2023), *Protocolo EPS 205*

En la figura 9 se observa que la ingresar el inyector al comprobador EPS 205 Bosch, no paso en la mayoría de las pruebas sometidas, trabajando con una eficiencia del 25%, este porcentaje se lo determina mediante cuatro pruebas que el inyector debe pasar y tener el 100% si se logrará completar estas pruebas. En este caso el inyector pasa la primera prueba de estanqueidad (Leak), teniendo un total fracaso en las siguientes etapas de retorno (Back), calentamiento del inyector (Warm), plena carga (Max).

Al no cumplir con estos parámetros se procede a realizar mantenimiento preventivo y correctivo, según las necesidades a fin de obtener un mayor porcentaje de eficiencia de inyección y alargar la vida útil de mismo.

### **Mantenimiento del inyector**

Durante este proceso se separan las partes eléctricas, mecánicas e hidráulicas del inyector y se verifica el estado del inyector mediante equipos de medición (reloj palpador, torquímetro, micrómetro, microscopio electrónico), para la limpieza preventiva de las partes internas o reemplazo si es necesario. El proceso de calibración se realiza de acuerdo a los parámetros de movimiento de la aguja de la boquilla del inyector y la carrera de la válvula de la bobina del inyector, para ello se utiliza un reloj palpador y tablas de calibración según el fabricante, para encontrar la altura exacta del anillo de calibración.

El objetivo principal de un manteniendo preventivo o correctivo es llegar a obtener un equilibrio mecánico e hidráulico dentro del inyector, el cual mostrará en el banco de pruebas la aprobación de la prueba que constan tanto de ensayos de fuga de combustible, ralentí, full carga, preinyección y emisiones

En este inyector se realizó los siguientes mantenimientos:

- Limpieza de las partes de la tobera
- Cambio de la válvula de control por desgaste excesivo
- Calibración del inducido y el cuerpo eléctrico

### **Figura 10**

*Desmontaje parte eléctrica, mecánica e hidráulica*



Fuente: (Autores, 2023)

En la figura se realiza el desmontaje para continuar con la inspección visual de cada parte del inyector, para conocer y verificar el estado de las partes internas que constituye dicho inyector.

### Figura 11

Verificación de a válvula de control en el microscopio



Fuente: (Autores, 2023)

En la figura se puede observar por medio del equipo de medición (microscopio eléctrico), el desgaste que tiene la válvula de control de inyección, ocasionando que el inyector no pueda tener una buena eficiencia en la etapa retorno (Back), se realizó el cambio de dicho elemento para obtener mejores resultados en el comprobador automático.

### Figura 12

Calibración del inyector



Fuente: (Autores, 2023)

En la figura muestra la calibración del inyector según las especificaciones del fabricante, en el cual se verifica que anillo de calibración sea exacto, el proceso es necesario para mejorar la eficiencia a plena carga (Max) y calentamiento del inyector (Warm).

Al realizar el mantenimiento del inyector, se prueban en laboratorio con equipos EPS 205 de Bosch para comprobar sus porcentajes de eficiencia de inyección y conocer si existe mejoras en el mismo.

### Figura 13

Prueba Inyector Common Rail

Paso de prueba	Duración activación ( $\mu$ s)	Presión (MPa)	Tiempo medic. (s)	Caudal inyección		Caudal retorno		Evaluación
				Valor nominal ( $\text{mm}^3/\text{H}$ )	Valor real ( $\text{mm}^3/\text{H}$ )	Valor nominal ( $\text{mm}^3/\text{H}$ )	Valor real ( $\text{mm}^3/\text{H}$ )	
Leak test	0	145	40	--- $\pm$ ---	---	20,0 $\pm$ 15,0	12,23	✓
Warm	950	135	60	150,0 $\pm$ 150,0	78,16	--- $\pm$ ---	---	✓
Back	1733	135	40	--- $\pm$ ---	---	35,0 $\pm$ 25,0	40,91	✓
Max	950	135	40	80,0 $\pm$ 8,7	76,53	--- $\pm$ ---	---	✓
TL	720	60	40	25,0 $\pm$ 7,4	25,72	--- $\pm$ ---	---	✓
LL	720	30	40	8,5 $\pm$ 4,8	8,75	--- $\pm$ ---	---	✓
VE	410	60	40	4,7 $\pm$ 1,8	5,76	--- $\pm$ ---	---	✓

Fuente: (Autores, 2023), *Protocolo EPS 205*

En la imagen nos muestra los resultados en los que se encuentra actualmente el inyector luego de realizar el mantenimiento preventivo y correctivo.

### Comparativa de Resultados

Al Observar los resultados medición del inyector averiado y reparado se comparará los siguientes datos en relación con el paso de prueba.

### Prueba de fugas Estanqueidad (Leak Test)

El paso de prueba leak Test mide el retorno de combustible estático para apreciar si el anillo de sello de alta presión, la bola y el asiento están dañados o no, la evaluación de ambas indica que el inyector está en buenas condiciones ya que no presenta fugas en el caudal de inyección, y el caudal de retorno se mantiene dentro de los estándares del valor nominal.

**Tabla 1**

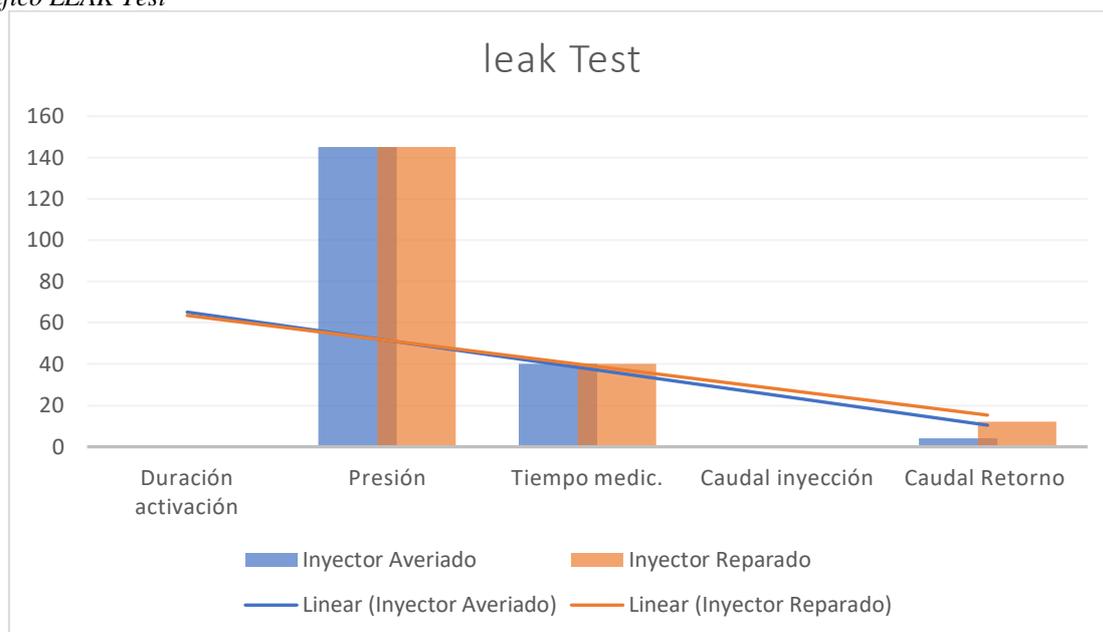
*Datos de prueba de Estanquidad*

INYECTOR	Duración activación	Presión	Tiempo medición	Caudal inyección	Caudal retorno	Evaluación
Inyector Averiado	0	145 Mpa	40	0	4,10	✓
Inyector Reparado	0	145 Mpa	40	0	12,23	✓

Fuente: (Autores, 2023)

### Figura 14

*Gráfico LEAK Test*



Fuente: (Autores, 2023)

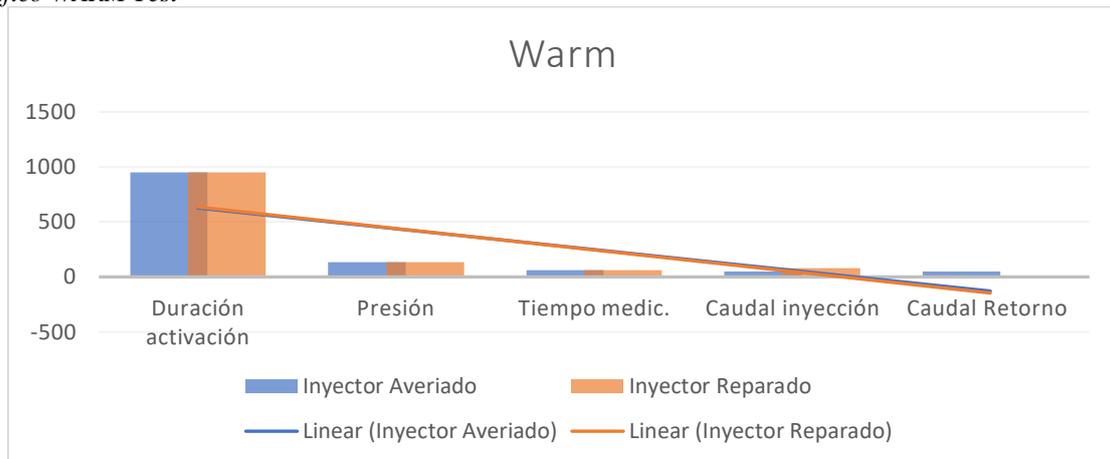
### Prueba Cálida (Warm)

La prueba Warm o de calidez es una condición física del inyector que presenta valores bajos y altos es decir el inyector es deficientes cuando presenta problemas, al realizar un mantenimiento correctivo se debe calibrar al inyector mediante las especificaciones técnicas del fabricante, en valores nominales del caudal de inyección entre 150,00\_+ 150,00.

**Tabla 2***Datos de prueba Warm*

INYECTOR	Duración activación	Presión	Tiempo medición	Caudal inyección	Caudal retorno	Evaluación
Inyector Averiado	950	135 Mpa	60 s	47,88	51,42	X
Inyector Reparado	950	135 Mpa	60 s	78,16	0	✓

Fuente: (Autores, 2023)

**Figura 15***Gráfico WARM Test*

Fuente: (Autores, 2023)

**Prueba de Retorno (Back)**

La comprobación del caudal y presión en el retorno del inyector trabaja bajo el principio de equilibrio del caudal de inyección con el caudal del retorno al existir un alto volumen de retorno, implica que hay un alto volumen de inyección de combustible, optimizando el funcionamiento del inyector.

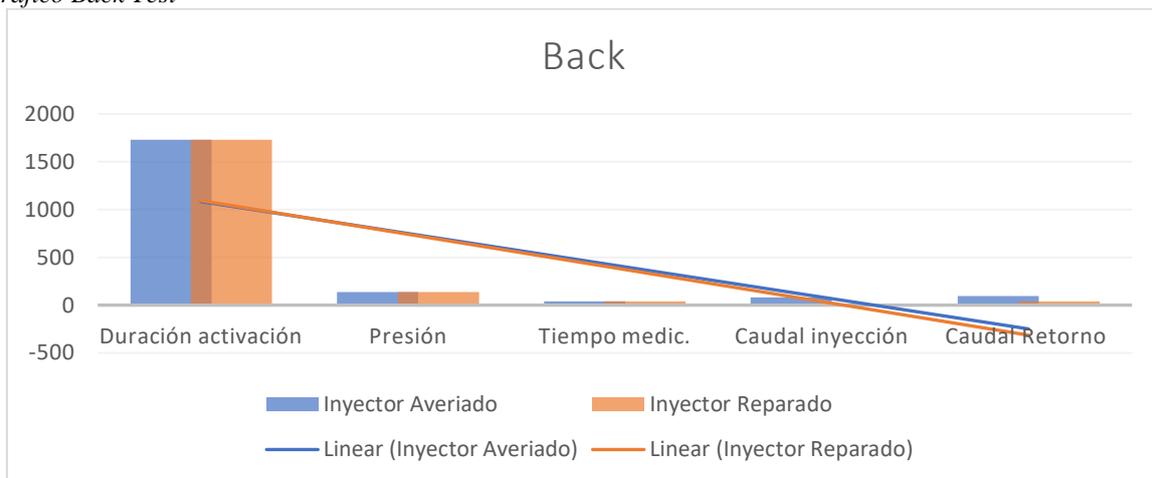
**Tabla 3***Datos de prueba BACK*

INYECTOR	Duración activación	Presión	Tiempo medición	Caudal inyección	Caudal retorno	Evaluación
Inyector Averiado	1733	135 Mpa	40 s	82,99	95,14	X
Inyector Reparado	1733	135 Mpa	40 s	0	40,91	✓

Fuente: (Autores, 2023)

**Figura 16**

Gráfico Back Test



Fuente: (Autores, 2023)

### Conclusiones

Según los resultados previstos se concluye mediante la prueba de fugas de estanqueidad que el inyector está en buenas condiciones sin fugas en el flujo de inyección y el flujo de retorno no excede los estándares nominales con el caudal de retorno de  $20,0 \pm 15,0$  mm<sup>3</sup>/H con el inyector reparado.

Después de haber visto y también comprobado tanto en la parte electrónica como mecánica a un inyector, como conclusión diríamos que al tener un inyector deficiente tendríamos problemas en nuestro vehículo como una baja potencia, en algunos casos cascabeleos o inestabilidad de motor, consumo elevado de combustible, exceso de emisión de gases de escape y también tirones o problemas al encender el vehículo.

Es importante realizar un correcto mantenimiento periódico a nuestro vehículo como el cambio de filtros de combustible, limpieza de tanque de combustible si fuera necesario y la limpieza de inyectores cada 80.000km o 100.000km dependiendo lo que el fabricante recomienda y el tipo de uso que se le da al vehículo.

Resaltamos las características del Inyector Common Rail en dos etapas cuando se encuentra averiado y reparado con el fin de relacionar los detalles de acuerdo con el diagrama de flujo expuesto figura 5, que permite la inspección visual de las pruebas mecánica, hidráulica y eléctrica para presentar el análisis de la eficiencia de inyección en inyectores CRDI desarrollado a continuación.

**Tabla 4***Características Inyector Common Rail*

<b>Características Inyector Common Rail</b>	
<b>Inyector Averiado</b>	<b>Inyector Reparado</b>
Contaminación del inyector, agua en el combustible, Diesel, partes por millón de azufre, micropartículas, causas por almacenamiento inadecuado en estaciones de servicio.	Limpian y descarbonizan inyectores y válvulas. Lubrican todo el sistema de combustible, desde los conductos hasta la punta de la aguja del inyector. Optimizando su funcionamiento.
Inyector sin señal de activación.	El probador de alta presión permite calibrar los inyectores, al realizar pruebas de presión
El inyector entrega menos combustible por obstrucción o suciedad.	Excelente pulverización
Al tener fugas de combustible el inyector genera un aumento en el consumo de combustible.	Menor consumo de combustible

Fuente: (Autores, 2023)

### Bibliografía

- Bosch, R. (14 de 01 de 2023). *BOSCH*. Obtenido de Comprobador para inyectores Diesel Avanzado: <https://www.boschaftermarket.com/es/es/equipos-y-diagnosis/equipos-de-taller/sistemas-y-bancos-de-pruebas/eps-205>
- BOSH CAR SERVICE. (2015). Sistema de inyección Common Rail. Recuperado el 2022
- Cadena, D. (2013). Diseño e implementación de un banco de pruebas de inyectores de vehículos a diesel crdi para la escuela de ingeniería automotriz.
- Cervera. (2018). “ANALISIS DE LA VARIACIÓN DE PRESIÓN DE INYECCIÓN PARA DETERMINAR EL CONSUMO ESPECIFICO DE COMBUSTIBLE EN MOTORES COMMON RAIL DE 3000CC, CHICLAYO.”. CHICLAYO-PERÚ: FACULTAD DE INGENIERÍA - Universidad Cesar Vallejo.
- Magazine, A. (01 de 07 de 2019). *Proceso de limpieza de inyectores* . Obtenido de Proceso de limpieza de inyectores del automóvil: <https://www.autobodymagazine.com.mx/2017/07/01/limpieza-inyectores-3/>
- MAY, ED. (s.f.). *Mecánica para Motores Diesel*. Tomo I y II. Mc Graw Hill.
- Mena Navarrete, L. (04 de 12 de 2018). *Revista de Ingeniería SCIELO*. Obtenido de Estudio por rugosidad por análisis de Fourier de las toberas de inyectores sistema riel comun CRDI: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052018000400654&lang=es](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052018000400654&lang=es)
- Nicolás Andrés Pancho Bredtmann. (2016). *Fundamento Teórico y Aplicación de la Bomba del Sistema Diésel*. Quito - Ecuador : Universidad Internacional SEK.
- Ortega, C. (17 de 04 de 2022). *Question Pro*. Obtenido de Inicio Investigación de mercado: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-explicativa/#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20explicativa%20permite%20que%20los%20investigadores%20encuentre,de%20estudiar%20con%20detalle%20la%20interacci%C3%B3n%20del%20fen%C3%B3meno.>

- Pullas, C. (10 de 12 de 2022). *Biblioteca UIDE Repositorio*. Obtenido de Análisis comparativo del desempeño de un inyector CRDI mediante equipo EPS 205: [https://biblioteca.uide.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=52893&query\\_desc=kw%2Cwrdl%3A%20inyectores](https://biblioteca.uide.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=52893&query_desc=kw%2Cwrdl%3A%20inyectores)
- Rodi, S. (11 de 08 de 2021). *Rodi Motor Services*. Obtenido de Consejos para el mantenimiento de los inyectores de tu Coche: <https://www.rodi.es/blog/mantenimiento-inyectores/>
- Silva, D. (15 de 08 de 2017). *SISTEMA DE INYECCIÓN DIÉSEL CRDI*. Obtenido de CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA INYECTORES DIÉSEL CRDI, BOSCH, DENSO, DELPHI: [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/20070/1/8932\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/20070/1/8932_1.pdf)
- STANTON ABBEY. (s.f.). *Averías de los motores diesel*. Madrid – España, Dossat S.A.
- Vallejo. (2013). *SISTEMAS DE INYECCIÓN DIÉSEL ELECTRÓNICO, PARA SERVICIO AUTOMOTRÍZ PESADO. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala - Facultad de Ingeniería - Escuela de Ingeniería Mecánica.
- Vargas. (2014). “REPOTECIACIÓN DE UN MOTOR DIESEL E IMPLEMENTACIÓN A UN BANCO DIDÁCTICO PARA EL LABORATORIO DE MOTORES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA ESPOCH”. RIOBAMBA – ECUADOR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO - FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.

## ANEXOS INTRODUCCIÓN

### Anexo 1 Objetivo General y específicos (pregunta de investigación)

#### 1.1. Objetivo General

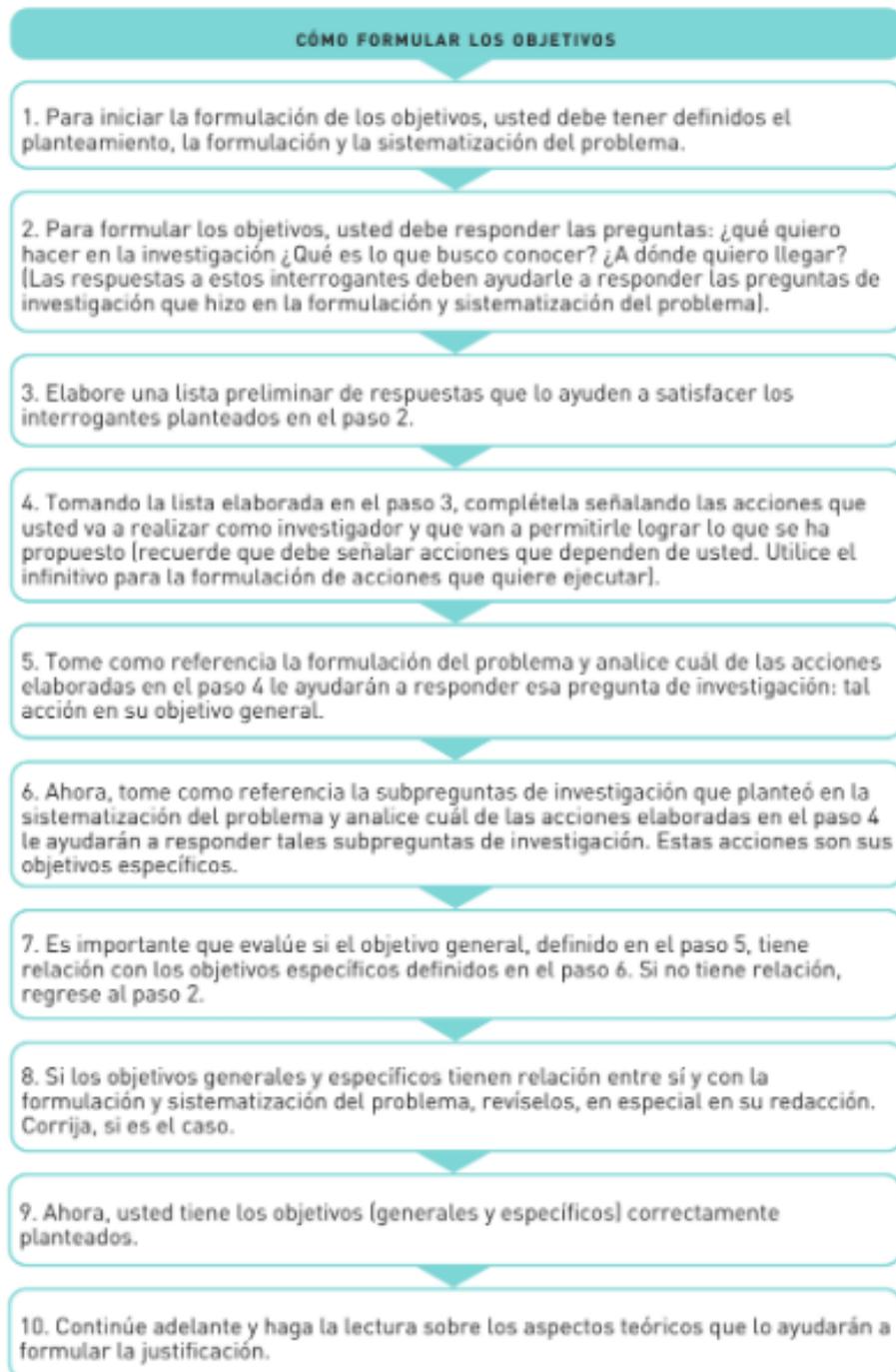
#### 1.2. Objetivos Específicos

Figura 15

*Áreas cognitivas para la formulación de objetivos*

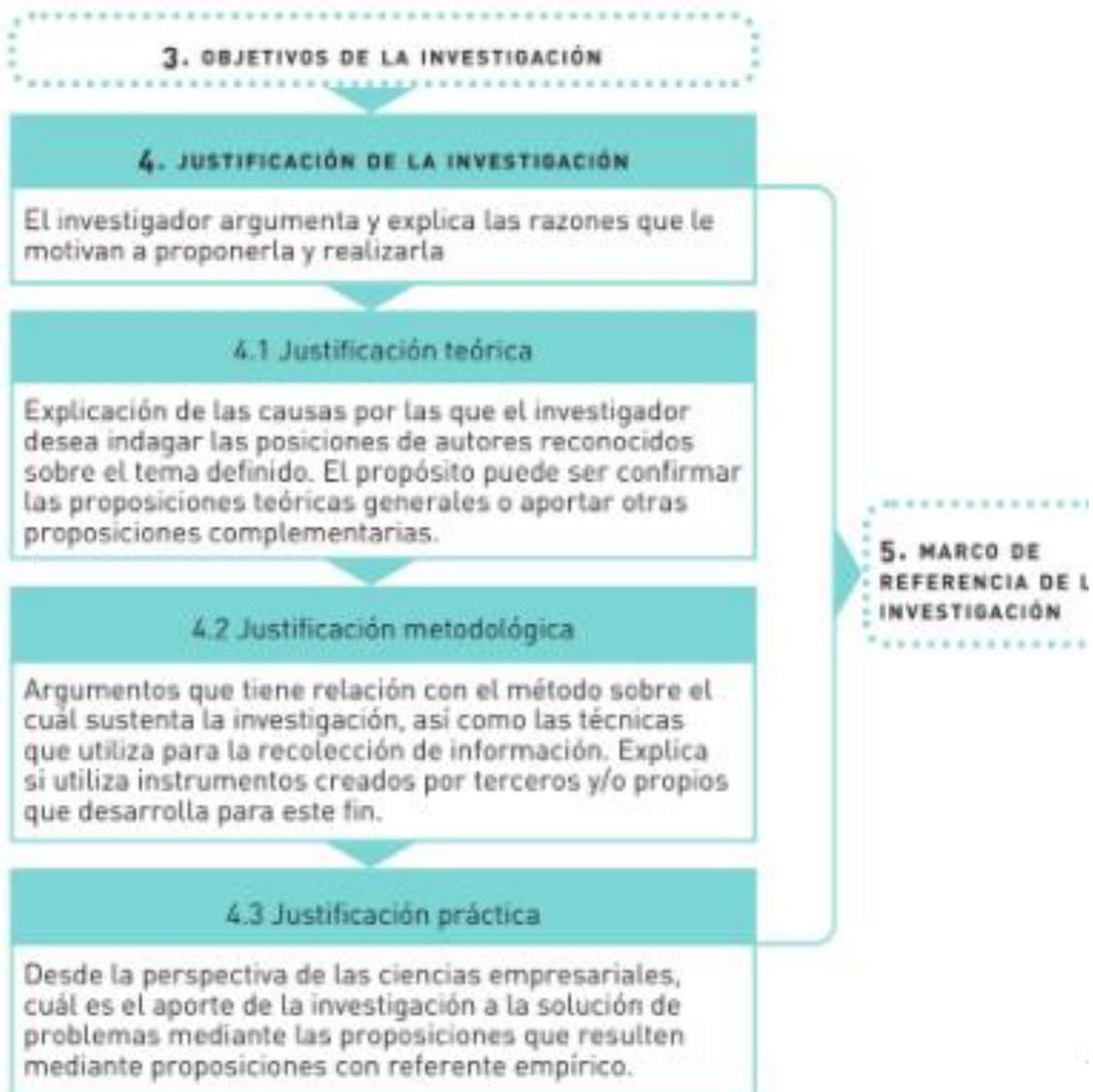
Áreas cognitivas para la formulación de objetivos		
Áreas cognitivas	¿Qué alcance tienen?	Ejemplos de verbos
<b>Conocimiento</b>	Memorización de datos específicos, principios, generalizaciones, métodos y procesos.	Definir, describir, mencionar, identificar
<b>Comprensión</b>	Capacidad para captar el sentido directo de una comunicación o un fenómeno.	Explicar, interpretar, reconocer, comparar
<b>Aplicación</b>	Capacidad para utilizar el conocimiento en situaciones nuevas y concretas.	Aplicar, resolver, desarrollar, demostrar, elaborar, utilizar, realizar, preparar...
<b>Análisis</b>	Capacidad para subdividir el conocimiento de un fenómeno en sus partes para entenderlo.	Diferenciar, distinguir, inferir, concluir, seleccionar, descomponer, contrastar, examinar
<b>Síntesis</b>	Capacidad para juntar las partes analizadas que forman un nuevo todo.	Elaborar, diseñar, construir, crear, organizar
<b>Evaluación</b>	Sirven para juzgar el valor del material para un propósito determinado.	Juzgar, criticar, cuestionar, valorar, defender, estimar (Bloom y otros, 1974)

Fuente: Ramírez (2011, pp. 74-75).

**Figura 16***Áreas cognitivas para la formulación de objetivos*

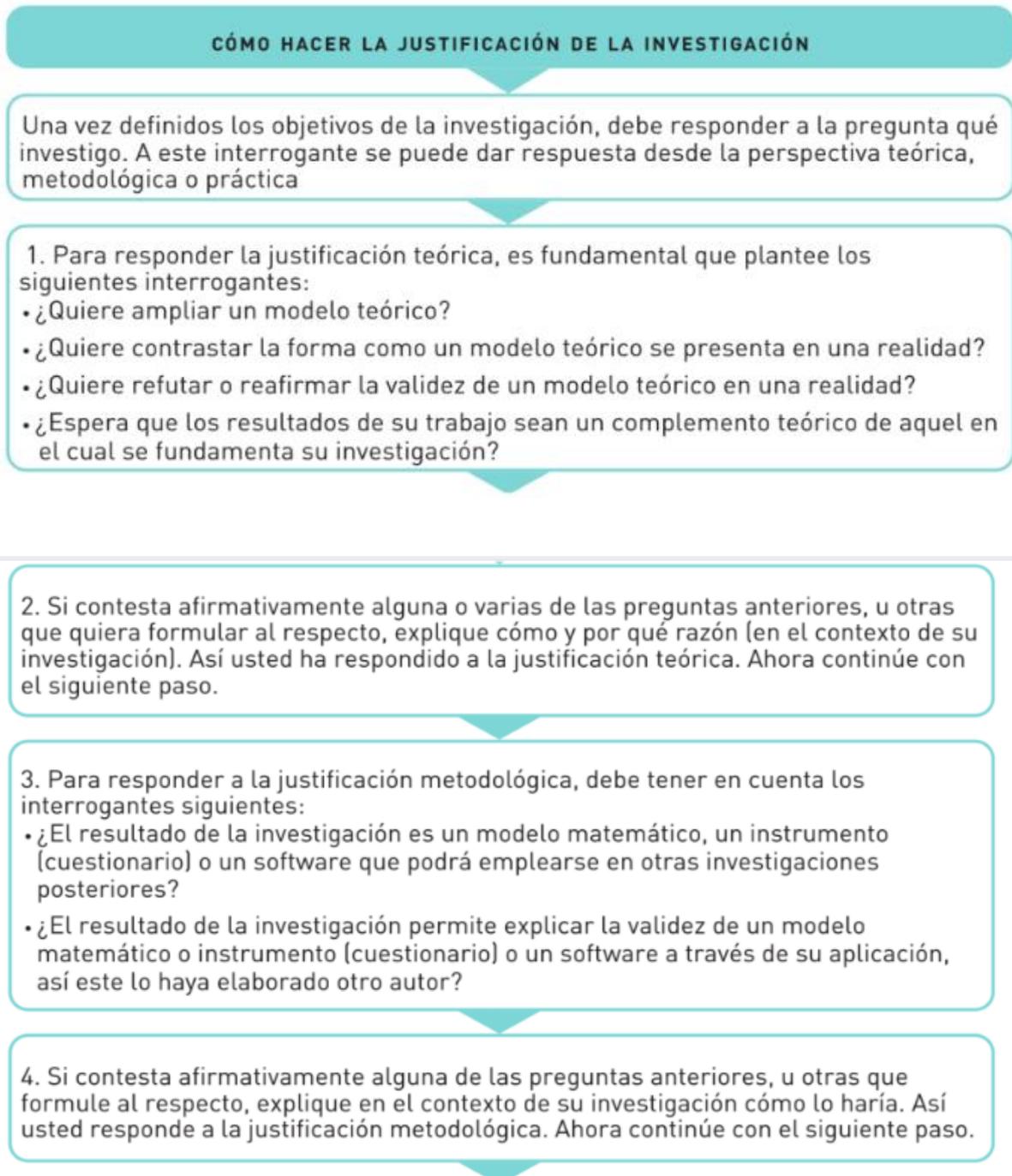
## Fundamentación del problema (importancia y justificación)

Figura 17



## Posibles Hipótesis

Figura 18



Fuente: (Autores, 2023)

## Marco Referencial

5. Para responder a la justificación práctica, piense en los siguientes aspectos:

- ¿El resultado de la investigación tiene una aplicación concreta y puede mostrar resultados?
- ¿El resultado de la investigación lo ayudará a mejorar los sistemas y procedimientos de una empresa u organización?
- ¿El resultado de la investigación lo ayudará a resolver problemas de una empresa u organización?
- ¿El resultado de la investigación será una respuesta o solución a problemas concretos económicos, administrativos que, al aplicarla, permita mejorar la situación actual?
- ¿Tiene la investigación otros resultados prácticos distintos a los anteriormente señalados?

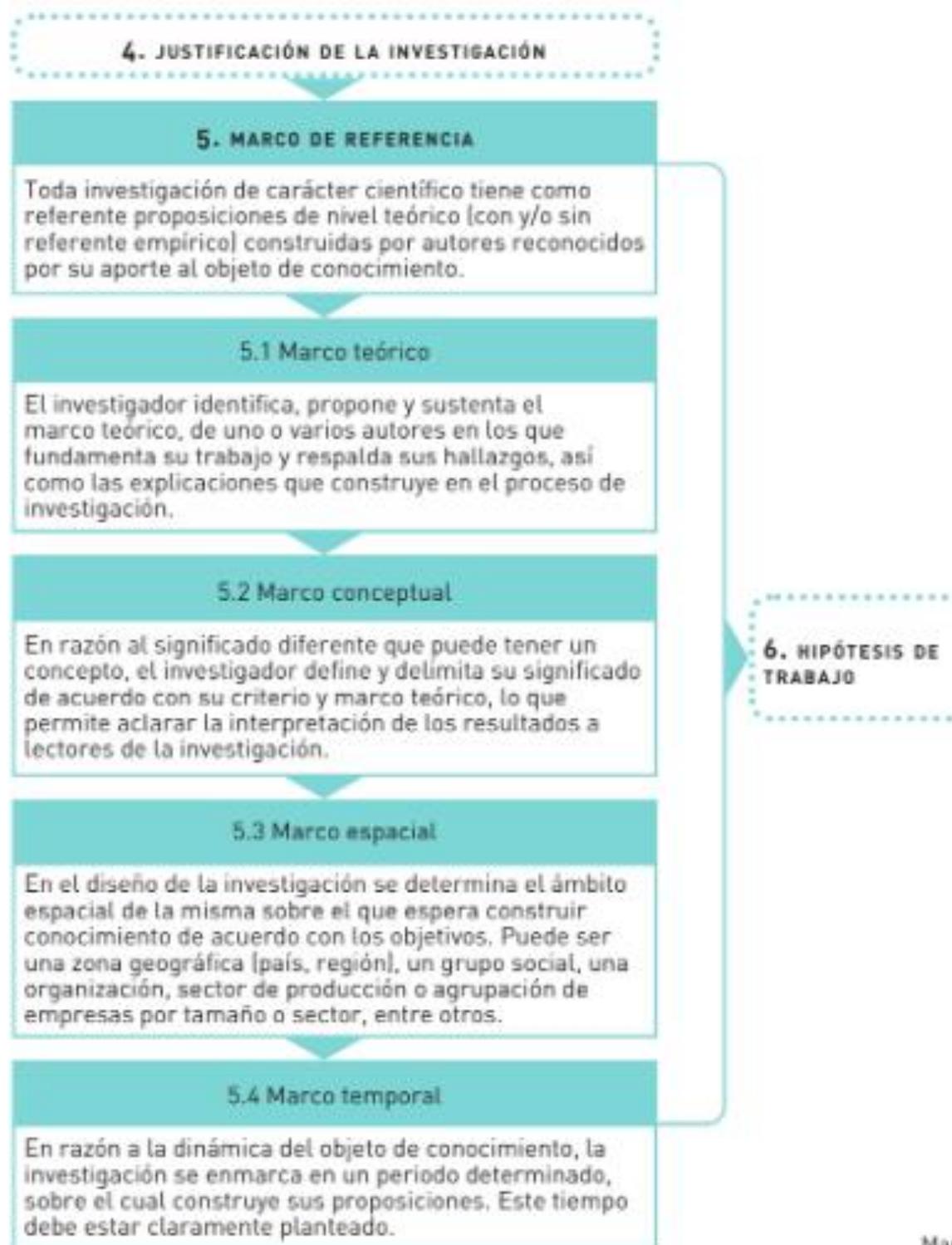
6. Si contesta afirmativamente alguno o varios de los interrogantes planteados, u otros que formule al respecto, explique de qué modo se presentan en su investigación. Así usted responde a la justificación práctica.

7. Reúna los resultados de los análisis de los pasos 1, 3 y 5; de allí obtiene su justificación teórica, metodológica o práctica, según sea el caso.

8. Ahora continúe con la lectura acerca del marco de referencia.

Fuente: (Autores, 2023)

## Anexo 2 Justificación Investigación



Mar

Fuente: (Autores, 2023)

### 5.1. Teórico

El marco teórico tiene dos aspectos diferentes. Por una parte, permite ubicar el tema objeto de investigación dentro del conjunto de las teorías existentes, con el propósito de precisar en cuál corriente de pensamiento se inscribe y en qué medida significa algo nuevo o complementario.

Por otra parte, el marco teórico es una descripción detallada de cada uno de los elementos de la teoría que usarán directamente en el desarrollo de la investigación. También incluye las relaciones más significativas que se producen entre esos elementos teóricos.

De esta manera, el marco teórico está completamente determinado por las características y necesidades de la investigación. Lo constituye la presentación de postulados según autores e investigadores que hacen referencia al problema investigado y que permiten una visión completa de las formulaciones teóricas sobre las cuales ha de fundamentarse el conocimiento científico propuesto en las fases de la observación, descripción y explicación. Por tanto, el marco teórico es un factor determinante de la investigación, pues sus diferentes fases están condicionadas por aquel.

Algunas de las funciones del marco teórico son las siguientes:

1. Permite decidir qué datos se captarán y cuáles son las técnicas de recolección más apropiadas. Impide que se recojan datos inútiles, que harían más costosa la investigación y dificultarían el análisis.
2. Proporciona un sistema para clasificar los datos recolectados, ya que estos se agrupan en torno al elemento de la teoría para el cual se recogieron.
3. Orienta al investigador en la descripción de la realidad observada y su análisis. En la medida en que los contenidos del marco teórico se correspondan con la descripción de la realidad, será fácil establecer las relaciones entre esos dos elementos, lo cual constituye la base del análisis.
4. Impide que pasen inadvertidos al investigador algunos aspectos sutiles que no se pueden captar a partir del sentido común o de la experiencia.
5. Como se expresa en forma escrita, es un documento que se puede someter a la crítica y se puede complementar y mejorar.
6. Vuelve más homogéneo el lenguaje técnico empleado y unifica los criterios y conceptos básicos de quienes participan en la investigación.

El marco teórico supone una identificación de fuentes secundarias sobre las cuales se podrá diseñar la investigación propuesta, lectura de textos, libros especializados, revistas y trabajos anteriores, en la modalidad de tesis de grado, es fundamental en su formulación.

También lo es la capacidad de síntesis y comprensión de textos por parte del investigador. No existe una norma en cuanto a la extensión del marco teórico que se formula en el proyecto; es importante que quien lo presente, lo haga de modo que le permita obtener un conocimiento claro y concreto del mismo, ya que, en el desarrollo de la investigación, se ampliará y complementará.

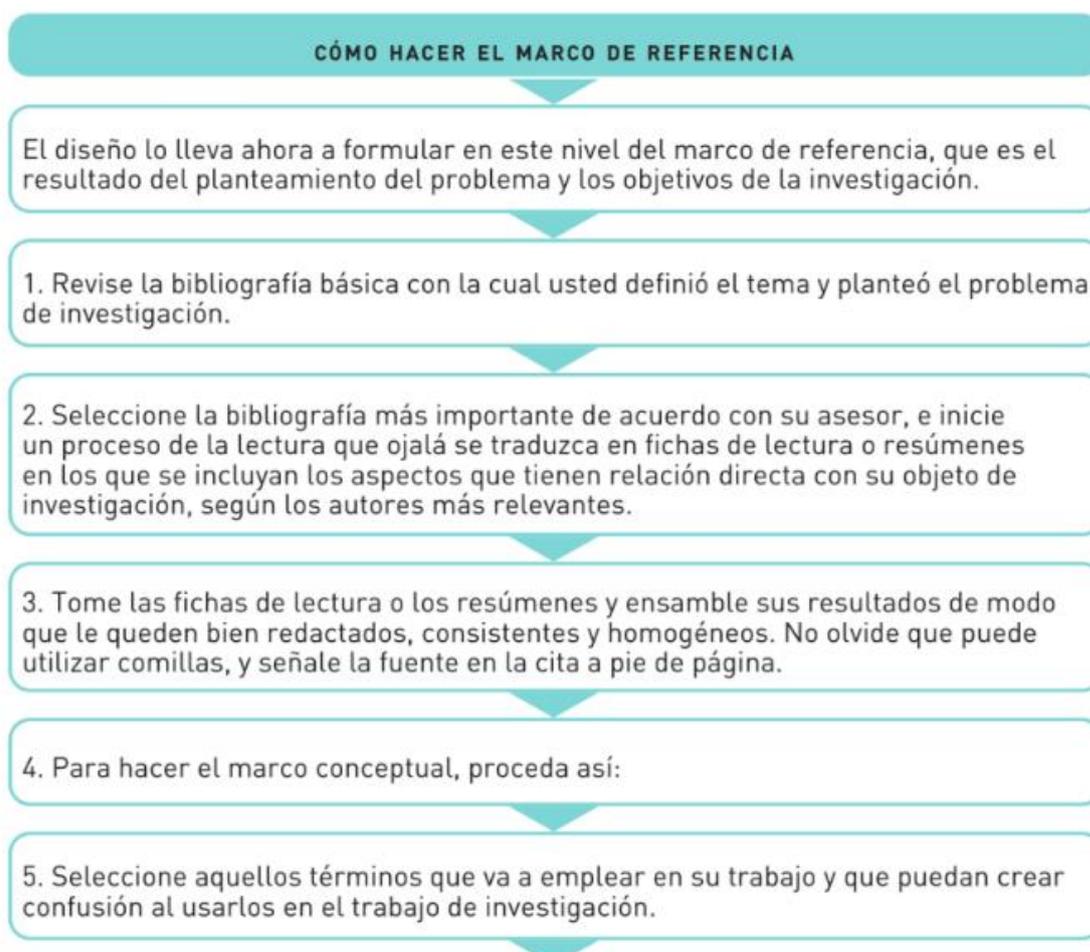
Fuente: (Autores, 2023)

## Hipótesis Conceptual

### 5.2. Conceptual

- Su función es definir el significado de los términos (lenguaje técnico) que van a emplearse con mayor frecuencia y sobre los cuales convergen las fases del conocimiento científico (observación, descripción, explicación y predicción).
- Con base en la teoría presentada y el enfoque individual del investigador, este define y delimita conceptualmente los términos que pueden aparecer involucrados en las variables de investigación (síntomas y causas del problema), en los objetivos planteados o en el marco teórico.
- Por ejemplo, para una investigación sobre organización se definirán: sistema, autoridad, comunicación, jerarquía, etc. Para mercadeo: cliente, producto, segmento de mercado, canales de distribución, estrategias de comunicación.
- Si es de economía internacional, se definirán reservas internacionales, balance de bienes y servicios, balanza de cuenta corriente, balanza de pagos, tipo de cambio, base monetaria, divisas, etc.
- Si es de consumo y sus implicaciones en la economía, los términos por definir serán multiplicador de ocupación, multiplicador de inversión, multiplicador dinámico, consumo autónomo, ingreso nacional, ahorro, propensión marginal al consumo, propensión media a consumir, especulación, etc.

## Marco de Referencia



Fuente: (Autores, 2023)

6. Haga una lista de los términos e inicie una definición de los mismos. Para ello, recuerde el marco teórico definido anteriormente o el concepto que usted tiene sobre cada uno de los términos.

7. Escriba en forma de glosario cada uno de los términos que considere necesarios, teniendo en cuenta su concepto personal, o el de un autor. En el último caso, señale en la cita a pie de página la fuente respectiva.

8. Ya usted tiene los marcos teórico y conceptual. Continúe con la lectura sobre hipótesis de trabajo.

Fuente: (Autores, 2023)

## Hipótesis

1. "Es una proposición o principio aceptado, quizá sin fe, con el objeto de obtener consecuencias lógicas y, por este método, comprobar su acuerdo con los hechos que son conocidos o que pueden ser determinados" (Selltiz, 1976, p. 52).
2. "Es el enunciado de una relación de causa-efecto bajo una forma que permite la verificación empírica" (Caplow, 1972, p. 31).
3. "Son proposiciones en las que se plantean explicaciones o soluciones tentativas a un problema u objeto de investigación" (Cohen y Nagel, 1968, p. 18).
4. "Son supuestos en los que se generalizan y se expresan racionalmente los resultados obtenidos por la investigación científica para alcanzar ciertas consecuencias, ya sea ejecutando otros experimentos, realizando operaciones racionales o haciendo ambas cosas a la vez" (De Gortari, 1965, p. 33).
5. "Hipótesis es una proposición enunciada para responder tentativamente a un problema. Proposición es un conjunto de palabras que expresan un sujeto y sus atributos gramaticales, relacionados entre sí por un verbo. El adverbio tentativamente dice que proponemos la respuesta sin saber aun si las

Las hipótesis de trabajo se plantean para explicar hechos o fenómenos que caracterizan o identifican el objeto de investigación. Formular hipótesis implica un pleno conocimiento del problema, al igual que el correcto manejo de un marco teórico. Por esta razón, su planteamiento es posterior a estas fases en el diseño propuesto.

Con el propósito de aclarar algunos aspectos que deben tomarse en cuenta para la formulación de hipótesis, a continuación se mencionan planteamientos importantes como los señalados por Mario Bunge:

Las hipótesis deben ser proposiciones elaboradas correctamente desde el punto de vista formal (no tautológicas, coherentes y no contradictorias) y, a partir de la corrección formal, proporcionar algún significado, es decir, plantear algo en relación con los hechos a que hacen referencia. En segundo lugar, deben basarse en el conocimiento científico preexistente o, en el peor de los casos, no estar en abierta contradicción con lo que la ciencia ya sabe acerca de la estructura y comportamiento de la naturaleza y de la sociedad. En tercer lugar, al formular una hipótesis, deberá tenerse en cuenta que pueda ser verificada apelando a los procedimientos metodológicos y técnicos de que la ciencia dispone. No tiene sentido someter a contrastación empírica una hipótesis cuyas implicaciones

## Anexo 3 Metodología de la Investigación



Fuente: (Autores, 2023)

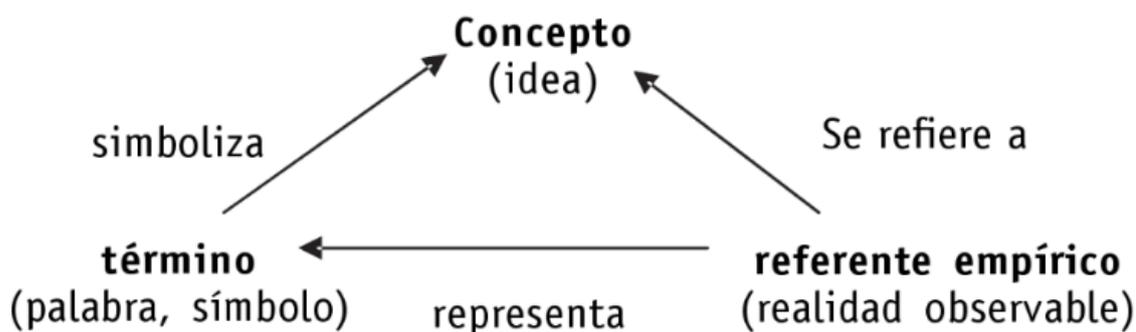
## ANEXOS FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### Anexo 4 Desarrollar una investigación Científica

*¿Qué es investigar en educación?*

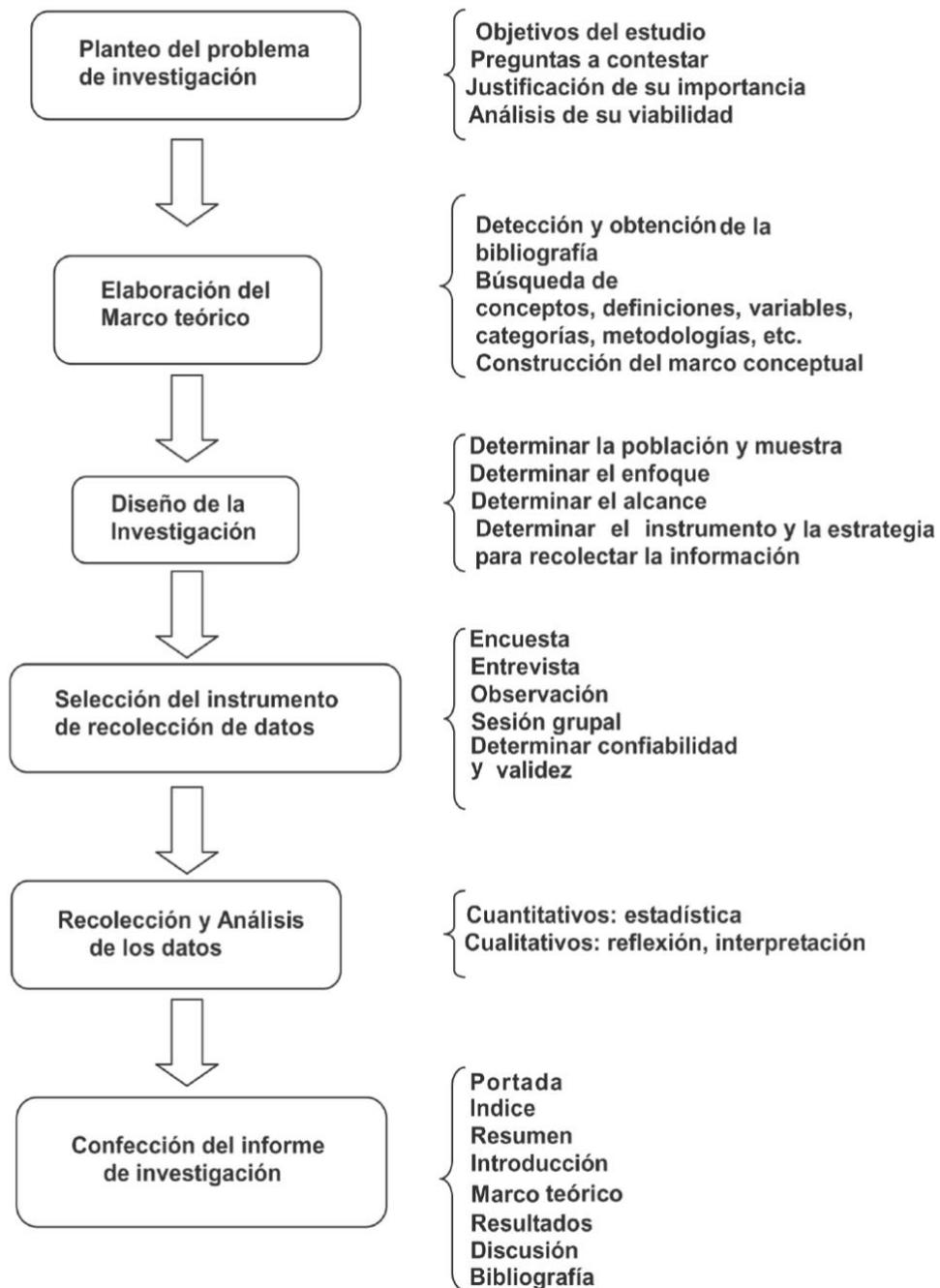
Teniendo presente que una simple definición siempre deja muy pobre un concepto tan amplio como es el **de investigación educativa** intentaremos sintetizar su conceptualización en la siguiente idea: un conjunto sistemático **de conocimientos** acerca **de la metodología** científica aplicada a **la investigación de** carácter empírico sobre los diferentes aspectos relativos a **la educación**.

Hacer **investigación** educativa significa aplicar el proceso organizado, sistemático y empírico que sigue el método científico para comprender, conocer y explicar **la** realidad educativa, como base para construir **la** ciencia y desarrollar el conocimiento científico **de la** educación.



Fuente: (Autores, 2023)

## PEQUEÑA SEMBLANZA DE LOS PASOS A SEGUIR PARA DESARROLLAR UNA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA



## DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA SOCIAL A INVESTIGAR

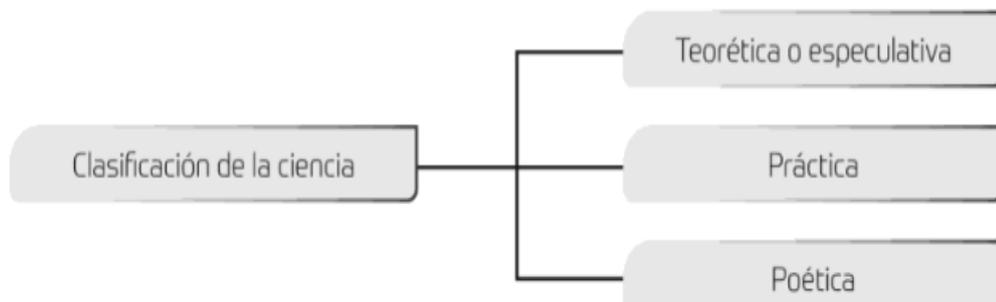
AREA	ASPECTO	UNIDAD DE ANÁLISIS
SALUD	<b>Prestaciones:</b> Cantidad, calidad, cobertura, etc. <b>Adicciones:</b> drogadicción, alcoholismo, etc. <b>Patologías:</b> obesidad, aborto, anorexia, sida, etc. Otros	Sistema nacional Sistema provincial Hospital Clínica Dispensario Grupo específico Individuo Otros
EDUCACIÓN	<b>Organización:</b> social, institucional, etc. <b>Infraestructura</b> <b>Enseñanza</b> <b>Aprendizaje</b> Otros	Sistema nacional Sistema provincial Nivel: primario, medio, etc. Institución curso, año, etc. Individuo, otros.
TRABAJO	<b>Condiciones laborales:</b> contratatos, vacaciones, remuneración, etc. <b>Organización:</b> jerarquías, rendimiento, etc. Otros	Empresa: privada, pública, etc. División Grupo específico Individuo Otros
POLITICA	Mecanismos de <b>captación:</b> publicidad, afiliación, bolsones, etc. <b>Cumplimiento</b> de promesas electorales <b>Tendencias</b> Otros	Partido nacional Partido provincial Comité Grupo específico Individuo Otros
ECONOMIA	<b>Impacto</b> social de medidas tomadas <b>Evolución</b> de gastos, inversiones, etc. Otros	Sistema nacional Sistema provincial Unidad específica: empresa, negocio, etc.

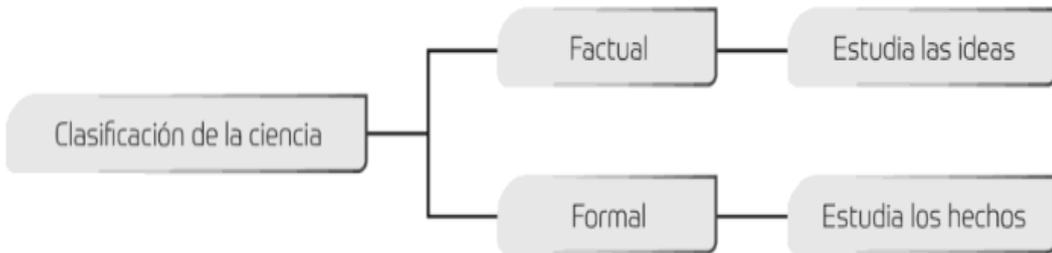
Algunos pocos conceptos centrales a investigar, solo a modo de orientación, pueden ser:

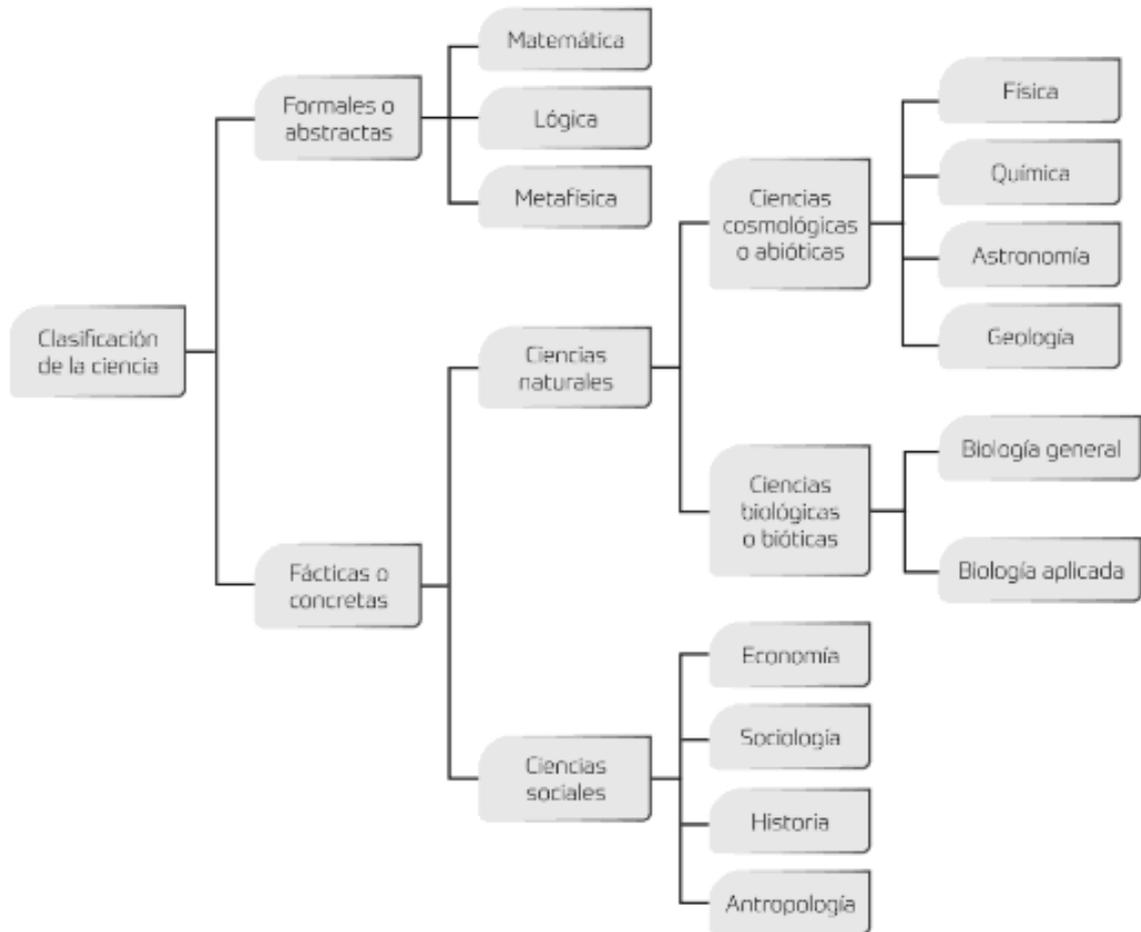
***discriminación estrategias violencia actitudes maltrato  
 deserción abandono estratificación preferencias  
 explotación rendimiento dificultades otros***

Estos conceptos centrales, pueden ser relativos a cualquier área de investigación, por ejemplo: puedo elegir trabajar en el **área**

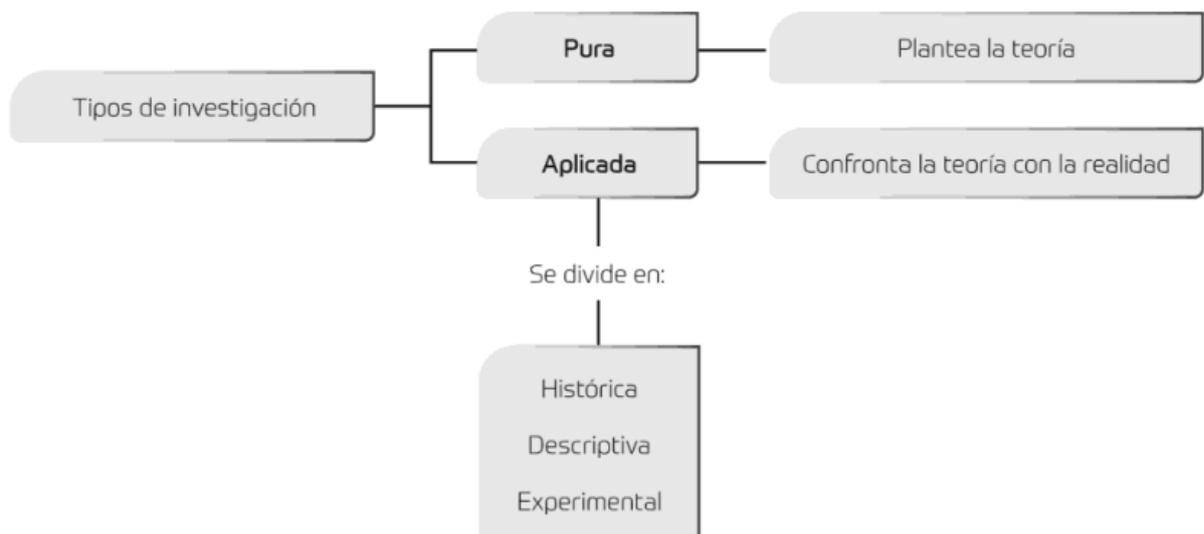
## Anexo 5 Características de la fundamentación teórica





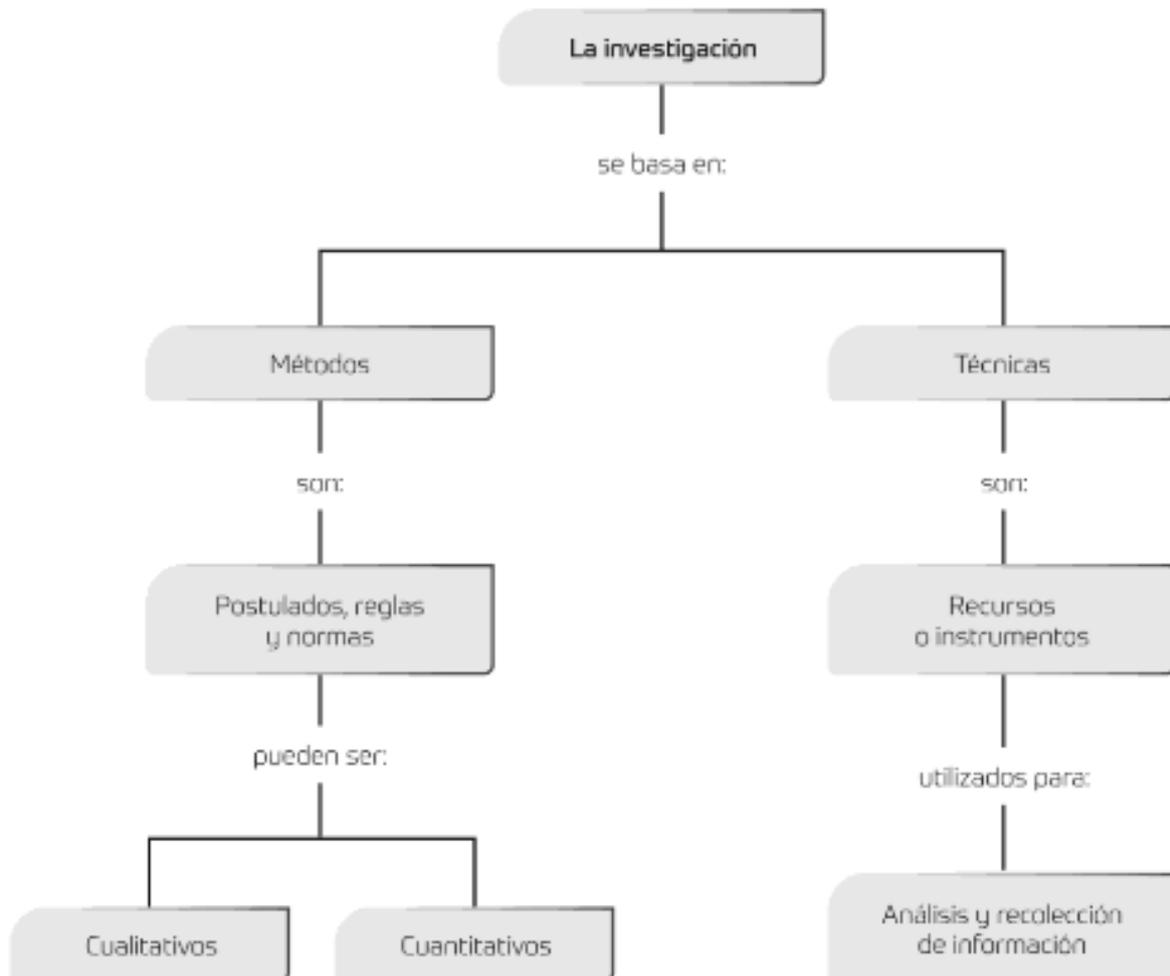


Fuente: (Autores, 2023)



## ANEXOS MATERIALES Y METODOS

### Anexo 6 Definición de Método y Técnica



Fuente: (Autores, 2023)

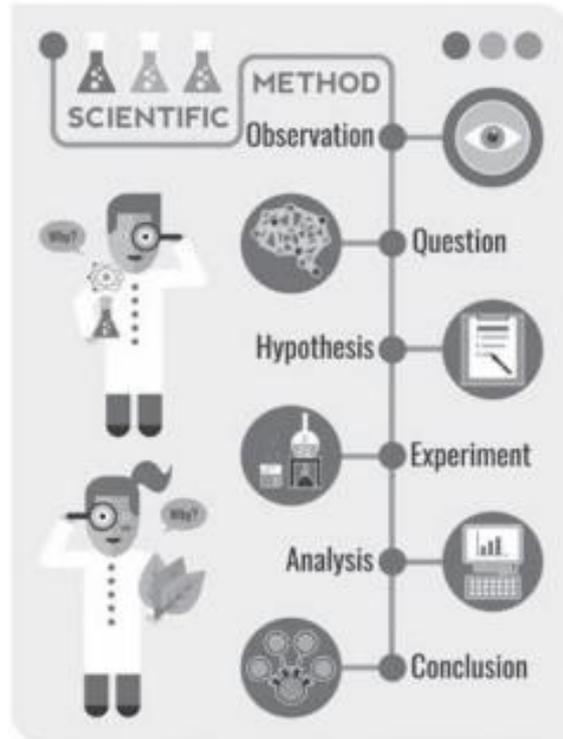
## Tipos de Métodos

### 1.7.1.1 Método cualitativo

Consiste en la verificación de teorías mediante el uso de datos obtenidos del sujeto de estudio. En este método los datos numéricos no se consideran tan relevantes, ya que de forma inductiva se interpretan las observaciones de los parámetros. Por ejemplo: estudiar el comportamiento de determinado grupo de estudiantes que presentan bajo rendimiento escolar.

### 1.7.1.2 Método cuantitativo

A diferencia del método cualitativo, este se centra en el análisis de datos numéricos que permitan evaluar el fenómeno de estudio, para poder realizar interpretaciones de la causa o causas que originan el problema con el propósito de dar soporte de una forma mensurable a las conclusiones elaboradas a partir del resultado. Por ejemplo: analizar los factores que afectan a la economía nacional.



Fuente: (Autores, 2023)

## **Anexo 7 Metodología y Materiales**

En la actualidad uno de los principales problemas que mantiene el correcto mantenimiento de inyectores inductivos es identificar las etapas que son de vital importancia en la adecuada atomización y rendimiento del combustible, como los vehículos con CRDI, son las averías en el sistema de alimentación (pérdida de potencia, alto consumo de combustible, exceso de humos negros, etc.), causados por el desgaste o daños en las superficies de la aguja del inyector, originados por depósitos orgánicos e inorgánicos y procesos de cavitación. (Mena Navarrete, 2018).

Así como limpieza y mantenimiento de inyectores que se debe hacer a partir de los 25.000 Km para evitar el depósito de polvo y mugre en las piezas internas del inyector que vienen a ser muy delicadas por el tamaño y función que cumplen las mismas tendrá como consecuencias un menor rendimiento del motor, excesivos gases y fallas mecánicas como desperfectos genera una mala o equivocada manutención de los inyectores inductivos.

¿Es factible el análisis de las etapas con el equipo BOSCH EPS 205 que demuestre su funcionamiento y efectividad?

### **Alcance**

La importancia del proyecto se enfoca en el estudio de las etapas de mantenimiento de inyectores inductivos mediante el análisis de los datos que arroja el equipo BOSCH EPS 205 con el propósito de reconocer la función y operación de acuerdo con el desarrollo del equipo y material.

### **Justificación e importancia de la Investigación**

#### **Justificación Teórica**

La base teórica del trabajo va de la mano con el inyector inductivo y con el equipo BOSCH EPS 205 para verificar el funcionamiento y efectividad con el material en la facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador.

#### **Justificación Metodológica**

El enfoque para definir el proyecto es mediante el método Deductivo de la mano de la práctica de acuerdo con la experimentación de modo que al analizar el equipo con el que se va a realizar el estudio de las etapas de mantenimiento de los procesos para observar de

manera puntual y física el trabajo que se realiza para las diferentes pruebas de la mano del método científico como guía de investigación.

### **Justificación Práctica**

Los datos y resultados de la práctica de Resistencia en la bobina, fugas y goteos, funcionamiento mecánico del inyector, patrón de pulverización caudal y calibración las cuales se realiza algunas veces para obtener tolerancia de 5 a 10 % de cada inyector se podrá interpretar y analizar de acuerdo con los resultados.

### **Marco Metodológico**

#### **Tipo de Investigación**

En la presente se utiliza la investigación explicativa permite que los investigadores encuentren un fenómeno que no se estudió con profundidad. Aunque no da una conclusión de dicho estudio ayuda a entender de forma eficiente el problema. Las personas que realizan una investigación explicativa lo hacen con el objetivo de estudiar con detalle la interacción del fenómeno. (Ortega, 2022)

Por ende, el trabajo con este método permite la presentación sistemática de datos con el fin de describir de qué modo o porque causa una situación o acontecimiento para encontrar la solución con el estudio descriptivo del investigador.

### **MATERIALES**

Equipos y herramientas

- Scanner
- Prueba de juegos de inyectores Bosch CRDI, Delphi, Denso, Siemens
- Multímetro
- Juego de llaves
- Juego de copas y desarmadores
- Boya para limpiar inyectores
- Equipo EPS 205

## Ubicación Geográfica

El presente se efectuará en la ciudad de Quito dentro de la Universidad Internacional del Ecuador mediante el uso de las instalaciones de la facultad de Ingeniería Automotriz donde se desarrollará y acoplará el equipo EPS 205 de Bosch de Inyectores Inductivos.

## Figura

Ubicación Geográfica de la Escuela de Ingeniería Automotriz – UIDE



**Fuente:** (Google Maps, 2022).

## Hipótesis

El mantenimiento preventivo regular puede ayudar a prolongar la vida útil de los inyectores inductivos y garantizar que sigan funcionando correctamente. Esto puede incluir limpieza y pruebas periódicas, así como el reemplazo de los inyectores en los intervalos recomendados. Cabe resaltar que mientras más específica sea la falla o reparación, de igual forma se verá afectado el mantenimiento adecuado al inyector.

## Anexo 8 Materiales Comprobador de inyectores Diesel 205

El banco de pruebas o comprobador de inyectores Diesel Bosch 205 facilita el proceso de verificaciones de toda la gama de inyectores de tipo inductivo que se encuentran en el mercado; “Los motores Diesel comprenden los sistemas de riel común CRDI. Según la AEADE el 60% de las unidades con motores Diesel utilizan sistemas CRDI. Con estos sistemas la reducción de emisiones es notoria, además la economía en combustible dado que presuriza el sistema encima de 2000 Bar. Se utilizó el equipo de diagnóstico BOSCH EPS 205 para inyectores Diesel (Bosch, Denso, Delphi, Siemens), evaluándose a los inyectores en pruebas determinadas donde se simula el funcionamiento real de un motor en sus distintas condiciones” (Pallas, 2022).

**Figura 1.** Equipo Bosch EPS 205.



**Fuente** (Bosch, 2023).

El dispositivo capaz de entregar gasolina como una inyección es el denominado inyector que forma parte del sistema de alimentación de los vehículos a diésel y gasolina, ahora se tiene información suficiente para el mantenimiento de estos con distintas etapas como “gracias a la arquitectura electrónica permite controlar los inyectores de forma precisa y óptima. Tenemos dos tipos de inyectores: con control de solenoide y el inyector piezoeléctrico. Las fallas más comunes en estos tipos de inyectores se deben a impurezas en

el combustible, altas temperaturas, oxidación, concentración de barniz y depósitos de carbón” (Pullas, 2022).

Los inyectores son componentes de extremada precisión, responsables de pulverizar finamente el combustible en la cámara de combustión del motor. Los modernos motores diésel están equipados con inyectores que inyectan combustible bajo presiones y temperaturas elevadas, todo para que se obtenga la mayor potencia posible. Los inyectores Bosch son producidos bajo los más rigurosos estándares de fabricación, y obedecen al mismo patrón de calidad mundial Bosch, en cualquier parte del mundo. (Bosch S., 2022).

**Figura 2.** Inyectores



**Fuente** (Bosch S., Componentes del Inyector , 2022)

El conjunto porta inyector es responsable por alojar el inyector y también se encarga de conducir el combustible diésel de la cañería hacia el inyector, permitiendo la inyección en los motores diésel. Cada cilindro de motor necesita un porta inyector. El porta inyector está proyectado para la utilización exclusiva de los inyectores originales Bosch. (Bosch S., Autopartes Bosch, 2022).

**Figura 3.** Porta Inyector



**Fuente** (Bosch S., Autopartes Bosch, 2022)

Cuando el inyector esta obstruido se tiene algunas características semejantes los cuales son: se entrega menos combustible debido a la obstrucción o suciedad, también puede tener fuga constante de combustible generando un consumo excesivo aparte no obtiene un patrón de pulverización correcto y finalmente este puede tener varios de los problemas de funcionamiento. Después de observar al momento notamos que alguno de estos síntomas es hora de que partamos al taller a realizar el mantenimiento oportuno con el fin de prevenir males mayores por lo que conllevaría a reparaciones innecesarias o cambio de repuestos.

Se debe realizar ensayos en los inyectores con control de solenoide BOSCH serie, los mismos que son:

- Estanqueidad (LT), Plena carga (VL), Inyección previa (VE), Ralentí (LL), Punto de emisiones (EM).

### **Mantenimiento para el método de limpieza por ultrasonido**

Con este método, se tiene que extraer los inyectores y colocarlos en un banco de pruebas donde se someten a pruebas y mediciones distintas con características como la **resistencia**, **estanqueidad**, **patrón de pulverización** y **caudal**. este método viene a ser más eficaz ya que nos permite corregir de forma personalizada el posible defecto de cada inyector antes de reinstalar los inyectores.

### **Proceso de limpieza**

Por lo tanto, en primer lugar, los inyectores cuando son desmontados van a ser sometidos a otro procedimiento de limpieza por medio de ultrasonido esta limpieza se realiza por energía de ondas ultrasónicas para formar una implosión al interior del inyector desprendiendo todas las partículas de carbón y barniz almacenadas en el interior. Lavado, se debe inyectar una solución de limpieza para inyectoras de alta presión por el conducto de salida del combustible del inyector y al pulsarlo eléctricamente esto con la finalidad de que expulse todos los sedimentos y partículas de carbón que pueden ser encontradas en el microfiltro alojado en la entrada de la gasolina del inyector. (Magazine, 2019)

### **Comprobación de fugas**

Se somete al inyector a presión del líquido y no debe ser activado o pulsado con el fin de comprobar si el inyector se presenta alguna fuga de combustible en sus sellos o en la aguja inyectora. Comprobación eléctrica del inyector, se somete a pulsaciones a fin de comprobar el funcionamiento y forma de activación eléctrica. Verificación del abanico, cuando eso metido la limpieza por medio de laboratorio se comprueba que inyección en la forma de abanico es uniforme en todos los inyectores. Comprobación de caudal, se realiza mediante la simulación controlada de pulsos de inyección para a para trabajar normalmente en el interior del vehículo y mediante probetas marcadas las verificadas en los inyectores al mismo tiempo. (Magazine, 2019)

## ANEXOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Anexo 9 Pruebas mecánicas, eléctricas e hidráulicas

#### MATERIALES Y MÉTODOS

Se aplicará la investigación experimental, para determinar, analizar y conocer las condiciones como presión, frecuencia, tiempo, ancho de pulso, caudal y entrega, que son sometidos los inyectores el vehículo y en el banco de diagnóstico para inyectores que presenta el motor a diésel con sistema CRDI, mejorando de esta manera el aprendizaje de los estudiantes. (Silva, 2017)

A continuación, se pone en conocimiento los datos de pruebas necesarias para trabajar con los inyectores:

**Tabla 1.**

#### *Pruebas Eléctricas*

INYECTOR	Resistencia OHM	Inductancia L	Capacitancia C
CRI 1	0,5 +- 0,1	220 – 230 mH	-----
CRI 2.0 - 2.2	0,5 +- 0,1	315 – 325 mH	-----
CRI 2.1	0,5 +- 0,1	270 – 290 mH	-----
CRI 2.5	0,5 +-0,1	312 – 352 mH	-----
CRI 3	160-220 K	-----	180 – 220 uF
VDO	160-220 K	-----	300 – 350 uF
DENSO LIGERO	0,4 +- 0,1	460 – 500 mH	-----
DENSO PESADO	0,8 +- 0,1	400 – 440 mH	-----
DELPHI	0,5 +- 0,1	460 – 500 mH	-----

Fuente: Autores 2023

#### **Inyector Denso**

El inyector Denso tiene similitud a los inyectores Bosch en su funcionamiento ya que son igual del tipo bobinado, pero tienen un distintivo especial ya que estos inyectores son programables en la ECM. (Silva, 2017)

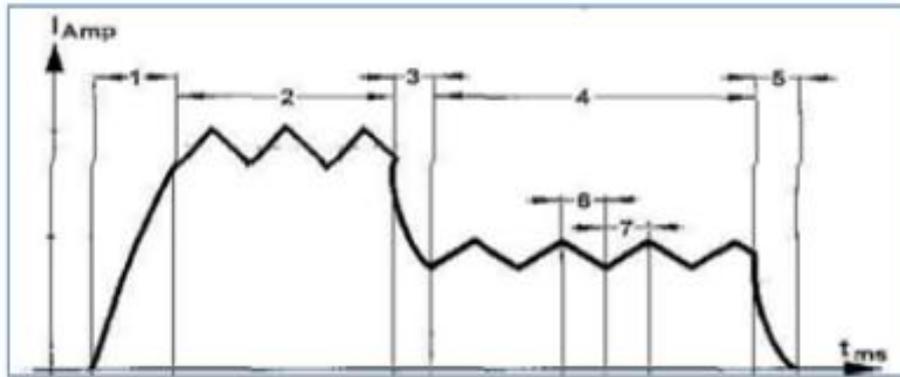
**Figura 4.** Inyector Denso



Fuente: Autor

### **Control de la inyección denso**

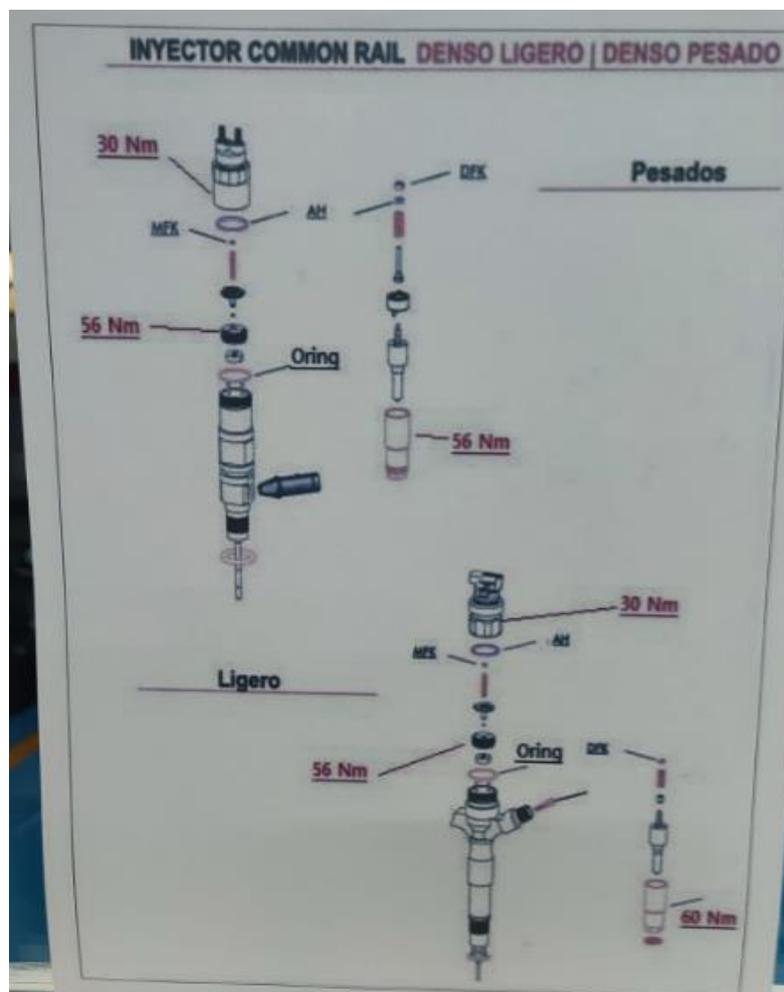
1. Descarga del condensador
2. Corriente de tracción para el inyector
3. Carga del condensador
4. Corriente de sujeción del inyector
5. Carga del condensador PST apagado
6. Corriente de sujeción regulada rueda libre
7. Corriente de sujeción regulada etapa con corriente encendida



**Figura 5.** Control de la inyección inyectador denso

Fuente: (Silva, 2017)

**Figura 5.** Esquemas Inyectador Common Rail Denso Ligero - Pesado



Fuente: Autor, Laboratorio EPS 205 – UIDE

Los inyectores diésel Common Rail Denso sobresalen como aparatos de alta precisión además son los encargados de inyectar el combustible citado al motor, por ejemplo, en este caso directamente a cada cilindro

**Figura 6** Inyector diésel Common Rail Denso Tipo CRI



Fuente: Autor, Laboratorio EPS 205 – UIDE

**Tabla 2.**

*Mediciones CRI 1*

Modelo de inyector	AH Carrera de Inducido	Entre HIERRO RLS	Carrera de aguja de Tobera DNH	Sobre Carrera UEH	MICRO ESFERA	Profundidad Protuberancia de agua de tobera
CRI 1	0,048 mm 0,063 mm	0,06 mm +- 0,01mm	0,25 mm +- 0,05mm	X	0,048 mm 0,063 mm	0,00 mm+- 0,02 mm

Fuente: Laboratorio EPS 205 – UIDE

**Figura 7** Protocolo EPS 205

## Prueba Inyector Common Rail

### Protocolo EPS 200

#### Prueba inyector Common Rail



Fecha

16/07/2015 3:28:59

#### Expedido por

Universidad Internacional del Ecuador Tel.:  
 Facultad de Ingeniería Automotriz Fax:  
 Av. Simón Bolívar Email:

Inspector:

#### Datos cliente

Tel.:  
 Fax:  
 Email:

No. cliente:

#### Inyector Common Rail

No.tipo-pieza: 23670-0L110  
 Fabricante: Denso  
 Perfil activación: GX-02  
 Descripción: G2

#### Resultados medición

Número de serie: ----

Paso de prueba	Duración activación ( $\mu$ s)	Presión (MPa)	Tiempo medic. (s)	Caudal inyección		Caudal retorno		Evaluación
				Valor nominal (mm <sup>3</sup> /H)	Valor real (mm <sup>3</sup> /H)	Valor nominal (mm <sup>3</sup> /H)	Valor real (mm <sup>3</sup> /H)	
Leak test	0	145	40	---- $\pm$ ----	----	20,0 $\pm$ 15,0	19,42	✓
Warm	950	135	60	150,0 $\pm$ 150,0	77,96	---- $\pm$ ----	----	✓
Back	1733	135	40	---- $\pm$ ----	----	35,0 $\pm$ 25,0	50,12	✓
Max	950	135	40	80,0 $\pm$ 8,7	77,76	---- $\pm$ ----	----	✓
TL	720	60	40	25,0 $\pm$ 7,4	25,17	---- $\pm$ ----	----	✓
LL	720	30	40	8,5 $\pm$ 4,8	8,29	---- $\pm$ ----	----	✓
VE	410	60	40	4,7 $\pm$ 1,8	6,17	---- $\pm$ ----	----	✓

Fuente: Autor en el Laboratorio EPS 205 – UIDE

**Figura 8** Protocolo EPS 205**Prueba Inyector Common Rail DENSO 23670-0L110****Protocolo EPS 200**  
**Prueba inyector Common Rail**

Fecha

16/07/2015 3:07:34

**Expedido por**

Universidad Internacional del Ecuador Tel.:  
Facultad de Ingeniería Automotriz Fax:  
Av. Simón Bolívar Email:

Inspector:

**Datos cliente**

Tel.:  
Fax:  
Email:

No. cliente:

**Inyector Common Rail**

No.tipo-pieza: 23670-0L110  
Fabricante: Denso  
Perfil activación: GX-02  
Descripción: G2

**Resultados medición**

Número de serie: ----

Paso de prueba	Duración activación ( $\mu$ s)	Presión (MPa)	Tiempo medic. (s)	Caudal inyección		Caudal retorno		Evaluación
				Valor nominal (mm <sup>3</sup> /H)	Valor real (mm <sup>3</sup> /H)	Valor nominal (mm <sup>3</sup> /H)	Valor real (mm <sup>3</sup> /H)	
Leak test	0	145	40	---- $\pm$ ----	----	20,0 $\pm$ 15,0	11,05	✓
Warm	950	135	60	150,0 $\pm$ 150,0	76,34	---- $\pm$ ----	----	✓
Back	1733	135	40	---- $\pm$ ----	----	35,0 $\pm$ 25,0	44,35	✓
Max	950	135	40	80,0 $\pm$ 8,7	77,20	---- $\pm$ ----	----	✓
TL	720	60	40	25,0 $\pm$ 7,4	25,38	---- $\pm$ ----	----	✓
LL	720	30	40	8,5 $\pm$ 4,8	8,10	---- $\pm$ ----	----	✓
VE	410	60	40	4,7 $\pm$ 1,8	5,94	---- $\pm$ ----	----	✓

Fuente: Autor en el Laboratorio EPS 205 – UIDE

**Figura 10 Prueba de Inyector Common Rail**



Fuente: Autor en el Laboratorio EPS 205 – UIDE

### Anexo 11 Resultados de pruebas mecánicas, eléctricas e hidráulicas

En la siguiente tabla se muestra los posibles fallos de los aparatos descritos con cada prueba ejecutada por el equipo EPS 205.

**Tabla 2.**

*Pruebas Fallada*

<b>PRUEBA FALLADA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POSIBLE FALLO EN LA TOBERA</b>	<b>PROSIBLE FALLO EN LA VÁLVULA DE CONTROL</b>
<b>LT</b>	+	<b>X</b>	<b>B</b>
	-	<b>B</b>	<b>X</b>
<b>VL</b>	+	<b>B</b>	<b>X</b>
	-	<b>B</b>	<b>X</b>
<b>EM</b>	+	<b>B</b>	<b>X</b>
	-	<b>B</b>	<b>X</b>
<b>LL</b>	+	<b>X</b>	<b>B</b>
	-	<b>B</b>	<b>X</b>
<b>VE</b>	+	<b>X</b>	<b>B</b>
	-	<b>B</b>	<b>X</b>

Fuente: Autores 2023

**Pruebas:**

Estanqueidad LT

Plena carga VL

Emisiones EM

Ralentí VL

Preinyección VE

Por lo que se conlleva con su respectiva tolerancia, lo cual nos indica que si sobre pasa el límite superior establecido (+) o es menor al límite inferior (-), nos muestra cuál es la posible falla del inyector lo cual estará determinado por una B buena o X mala.

## Datos primarios, Estadística descriptiva y estadística analítica

### Pruebas de Laboratorio

En el laboratorio se va realizar las pruebas de inyección con el comprobador automático de inyectores mecánicos y common rail EPS 205 de Bosch, en donde se verificara estanqueidad (Leak), calentamiento del inyector (Warm), retorno (Back) y Plena carga (Max) y conocer el patrón de inyección y orificios defectuosos en el inyector se observa que los orificios que están trabajando en perfectas condiciones y aquellos que se encuentran taponados en la punta de la tobera ocasionado que exista un retorno excesivo y no pueda pasar a las siguientes etapas de comprobación. Con el comprobador EPS 205 Bosch se puede definir si la cantidad de combustible es la adecuada para que el motor pueda empezar a funcionar con normalidad o requiere realizar mantenimiento preventivo o correctivo según los datos obtenidos por el comprobador de inyectores BOSCH.

### Datos Iniciales

Inyector Common Rail	
No.tipo-pieza:	23670-0L110
Fabricante:	Denso
Descripción:	G2

### Resultados medición

Número de serie: ----

Paso de prueba	Duración activación ( $\mu$ s)	Presión (MPa)	Tiempo medic. (s)	Caudal inyección		Caudal retorno		Evaluación
				Valor nominal (mm <sup>3</sup> /H)	Valor real (mm <sup>3</sup> /H)	Valor nominal (mm <sup>3</sup> /H)	Valor real (mm <sup>3</sup> /H)	
Leak test	0	145	40	17,5 $\pm$ 17,5	----	35,0 $\pm$ 35,0	4,10	✓
Warm	950	135	60	150,0 $\pm$ 150,0	47,88	17,5 $\pm$ 17,5	51,42	✗
Back	1733	135	40	102,0 $\pm$ 15,8	82,99	35,0 $\pm$ 35,0	95,14	✗
Max	950	135	40	31,0 $\pm$ 13,5	14,72	17,5 $\pm$ 17,5	44,33	✗

Fuente: Autores 2023

En la figura se observa que la ingresar el inyector al comprobador EPS 205 Bosch, no paso en la mayoría de las pruebas sometidas, trabajando con una eficiencia del 20% aproximadamente, esto debido a que el inyector no pasa las pruebas de retorno (Back), calentamiento del inyector (Warm), plena carga (Max).

Al no cumplir con estos parámetros se procede a realizar mantenimiento preventivo y correctivo, según las necesidades a fin de obtener un mayor porcentaje de eficiencia de inyección y alargar la vida útil de mismo.

### **Anexo 12 Mantenimiento del inyector**

Durante este proceso se separan las partes eléctricas, mecánicas e hidráulicas del inyector y se verifica el estado del inyector mediante equipos de medición (reloj palpador, torquímetro, micrómetro, microscopio electrónico), para la limpieza preventiva de las partes internas o reemplazo si es necesario. El proceso de calibración se realiza teniendo en cuenta los parámetros de movimiento de la aguja de la boquilla del inyector y la carrera de la válvula de la bobina del inyector, para ello se utiliza un reloj palpador y tablas de calibración según el fabricante, para encontrar la altura exacta del anillo de calibración.

El objetivo principal de un mantenimiento preventivo o correctivo es llegar a obtener un equilibrio mecánico e hidráulico dentro del inyector, el cual mostrará en el banco de pruebas la aprobación del test que constan tanto de ensayos de fuga de combustible, ralentí, full carga, preinyección y emisiones

En este inyector se realizó los siguientes mantenimientos:

- Limpieza de las partes de la tobera
- Cambio de la válvula de control por desgaste excesivo
- Calibración del inducido y el cuerpo eléctrico



### Figura desmontaje parte eléctrica, mecánica e hidráulica

Fuente: Autores 2023

En la figura se realiza el desmontaje para continuar con la inspección visual de cada parte del inyector, para conocer y verificar el estado de las partes internas que constituye dicho inyector.



Figura verificación de a válvula de control en el microscopio

Fuente: Autores 2023

En la figura se puede observar por medio del equipo de medición (microscopio eléctrico), el desgaste que tiene la válvula de control de inyección, ocasionando que el inyector no pueda tener una buena eficiencia en la etapa retorno (Back), se realizó el cambio de dicho elemento para obtener mejores resultados en el comprobador automático.



Figura calibración del inyector

Fuente: Autores 2023

En la figura muestra la calibración del inyector según las especificaciones del fabricante, en el cual se verifica que anillo de calibración sea exacto, el proceso es necesario para mejorar la eficiencia a plena carga (Max) y calentamiento del inyector (Warm).

Al realizar el mantenimiento del inyector, se prueban en laboratorio con equipos EPS 205 de Bosch para comprobar sus porcentajes de eficiencia de inyección y conocer si existe mejoras en del mismo.

## Datos Reparados

### Inyector Common Rail

No.tipo-pieza: 23670-0L110  
 Fabricante: Denso  
 Descripción: G2

### Resultados medición

Número de serie: ----

Paso de prueba	Duración activación ( $\mu$ s)	Presión (MPa)	Tiempo medic. (s)	Caudal inyección		Caudal retorno		Evaluación
				Valor nominal (mm <sup>3</sup> /H)	Valor real (mm <sup>3</sup> /H)	Valor nominal (mm <sup>3</sup> /H)	Valor real (mm <sup>3</sup> /H)	
Leak test	0	145	40	---- $\pm$ ----	----	20,0 $\pm$ 15,0	12,23	✓
Warm	950	135	60	150,0 $\pm$ 150,0	78,16	---- $\pm$ ----	----	✓
Back	1733	135	40	---- $\pm$ ----	----	35,0 $\pm$ 25,0	40,91	✓
Max	950	135	40	80,0 $\pm$ 8,7	76,53	---- $\pm$ ----	----	✓
TL	720	60	40	25,0 $\pm$ 7,4	25,72	---- $\pm$ ----	----	✓
LL	720	30	40	8,5 $\pm$ 4,8	8,75	---- $\pm$ ----	----	✓
VE	410	60	40	4,7 $\pm$ 1,8	5,76	---- $\pm$ ----	----	✓

Fuente: Autores 2023

En la figura nos muestra los resultados en los que se encuentra actualmente el inyector luego de realizar el mantenimiento preventivo y correctivo.

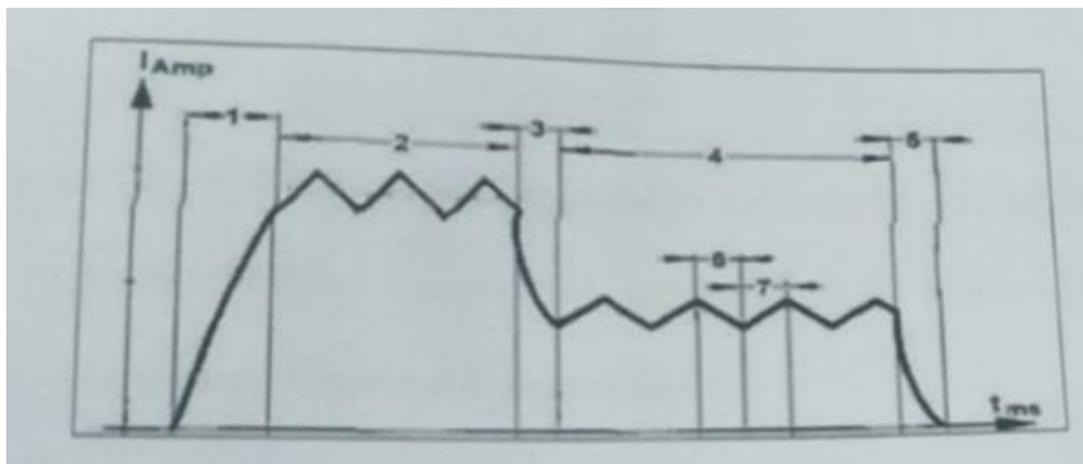
## Análisis y discusión - Comparativa de Resultados

A continuación, se presenta el análisis comparativo de resultados, una vez expuestos los datos iniciales y reparados con el equipo EPS 205 con el cual se realizó la práctica del inyector Denso 23670-0L110 que arrojaron resultados de medición que se analizan de acuerdo con los parámetros de:

### Control de la Inyección Denso

1. Descarga del condensador
2. Corriente de tracción para el inyector
3. Carga del condensador
4. Corriente de sujeción del inyector
5. Carga del condensador PST apagado
6. Corriente de sujeción regulada rueda libre
7. Corriente de sujeción regulada etapa con corriente encendida

Figura

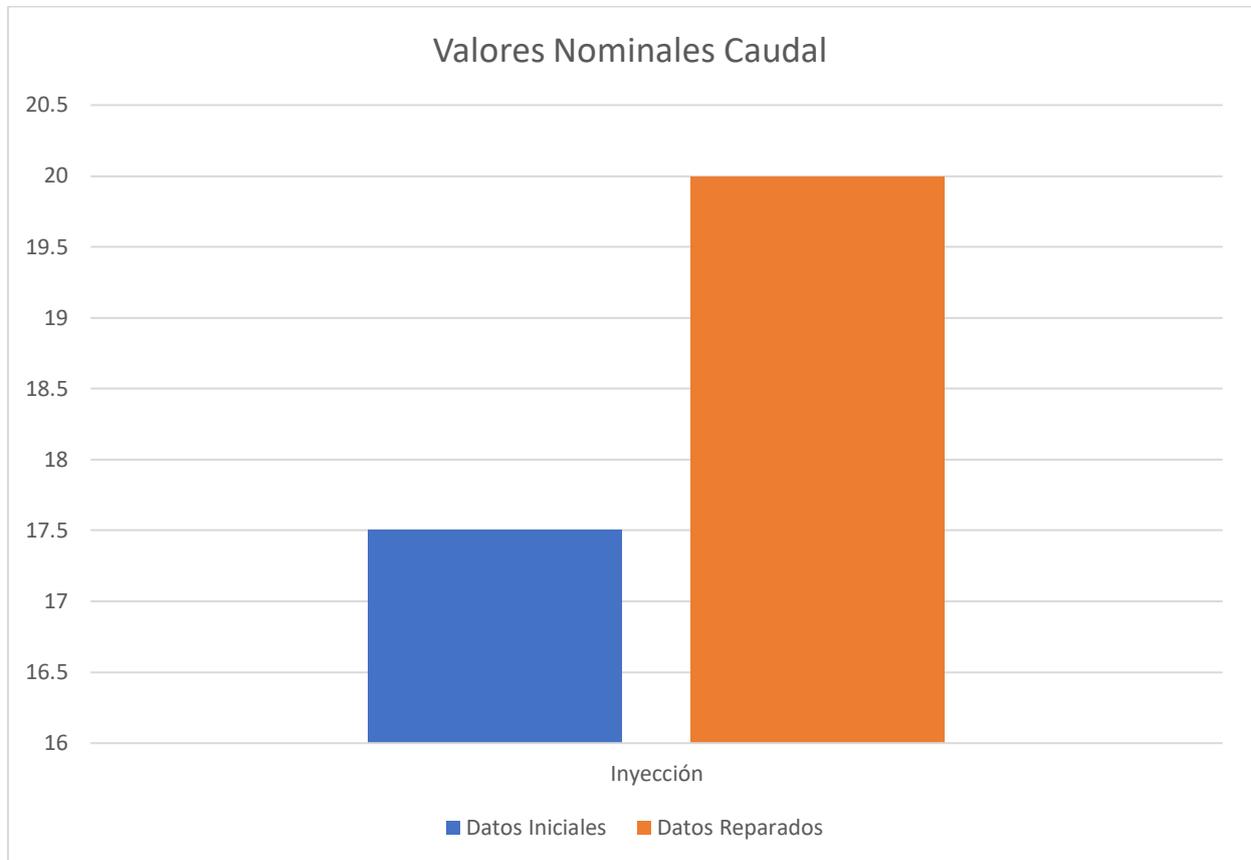


Fuente: Autores 2023

Después de la reparación mediante el mantenimiento del Inyector Denso 23670-0L110 se realizó de nuevo la prueba en el banco de inyectores dando como resultados aprobados las pruebas de: Estanqueidad, Plena carga, Inyección previa, Ralentí y Punto de emisiones mostrados en la prueba de **Datos reparados**.

### Anexo 13 Análisis Pruebas LEAK, WARM y BACK

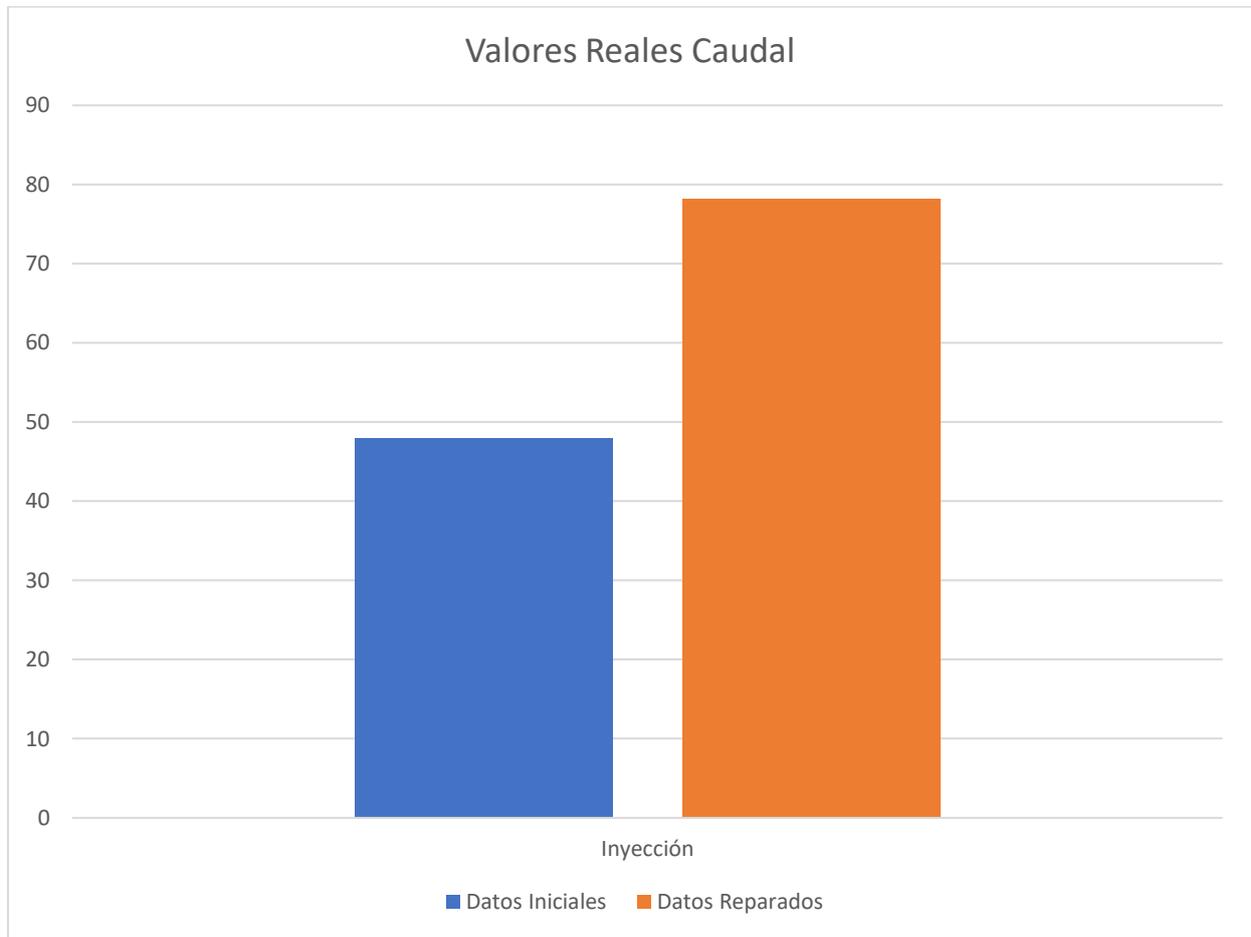
#### Prueba LEAK



Fuente: Autores 2023

En el gráfico de columnas agrupadas para la prueba de LEAK se puede apreciar una diferencia entre los datos iniciales y reparados de 12,5% en la eficiencia por lo que el mantenimiento del Inyector Denso 23670-0L110 mejora después del trabajo mecánico.

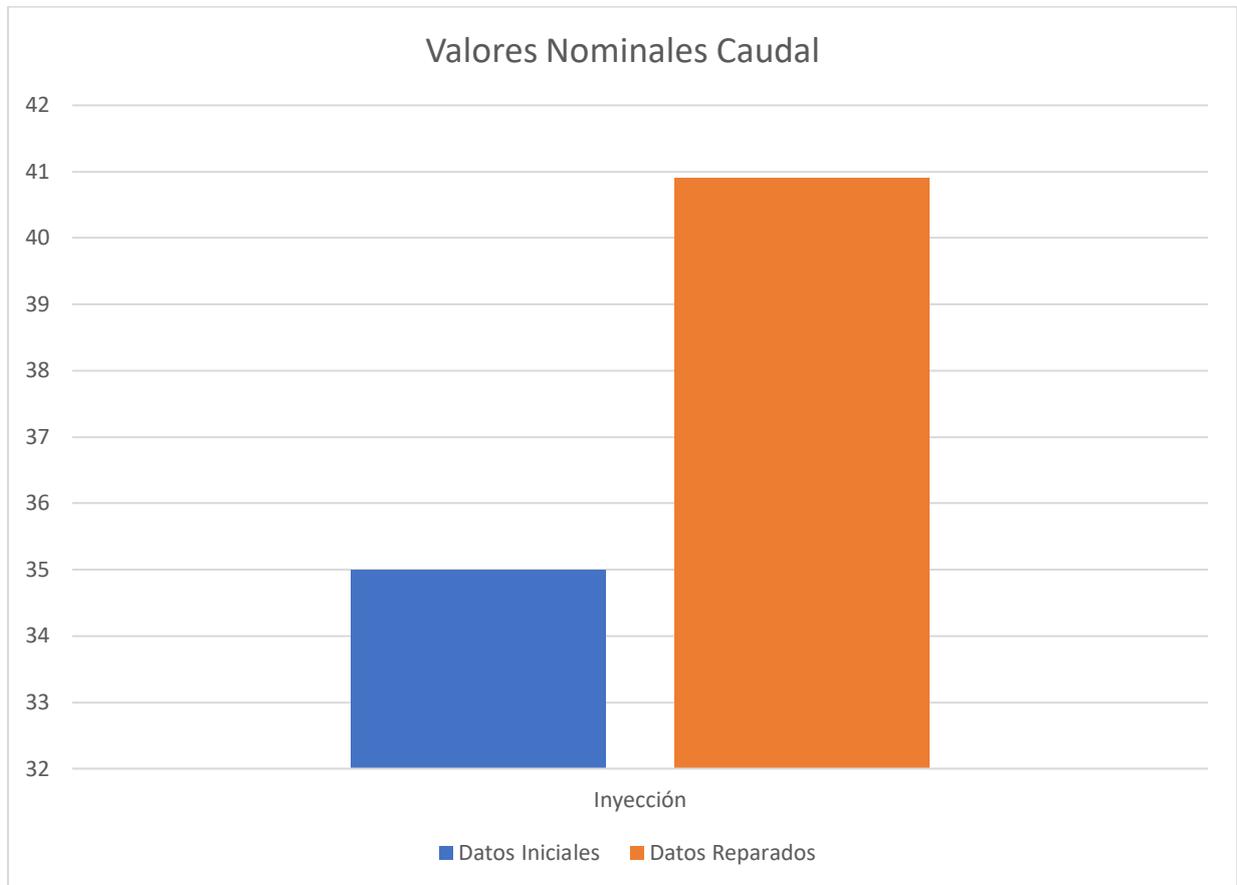
## Prueba WARM



Fuente: Autores 2023

En el gráfico de la prueba de Warm se puede comparar entre el dato inicial de 47,88 con el reparado de 78,16 que existe una diferencia de 38,74 % por lo que indica que el mantenimiento preventivo y correctivo es una evidencia de la mejoría del Inyector Denso de acuerdo con la eficiencia de Inyección y sus características.

## Prueba BACK



Fuente: Autores 2023

De acuerdo con el gráfico de la prueba Back se diferencia de 35 a 40,91 en el valor nominal del caudal con el 14,44 % lo cual se observa en antes y después del mantenimiento correctivo del Inyector Denso 23670-0L110 que demuestra un menor consumo y alta eficiencia que va de la mano Control de la Inyección Denso-presentada.

## Anexo 14 Conclusiones, Estadística Descriptiva y Fotografías

Después de haber visto y también comprobado tanto en la parte electrónica como mecánica a un inyector, como conclusión diríamos que al tener un inyector deficiente tendríamos problemas en nuestro vehículo como una baja potencia, en algunos casos cascabeleos o inestabilidad de motor, consumo elevado de combustible, exceso emisión de gases de escape y también tirones o problemas al encender el vehículo.

Es de suma importancia realizar un correcto mantenimiento periódico a nuestro vehículo como el cambio de filtros de combustible, limpieza de tanque de combustible si fuera necesario y la limpieza de inyectores cada 80.000km o 100.000km dependiendo lo que el fabricante recomiende y también el tipo de uso que se le da al vehículo también se recomendaría tratar de no circular con las reservas de combustible ya que pueden contener impurezas al tener todo esto en cuenta concluiríamos diciendo que de todo esto depende la vida de los inyectores y de los demás elementos.

**Tabla 1**

*Datos Técnicos Comprobador automático*

Tensión nominal de CA trifásica	380 V a 460 V
Presión atmosférica correspondiente a una altitud de	700 hPa a 1060 hPa $\leq$ 2200m
Pares de apriete para conexión de alta presión, tapón roscado y tubos	25 Nm a 30 Nm
Nivel de presión de sonido de emisión en el lugar de trabajo conforme a DIN EN ISO 11201	< 71,5 dB (A)
Nivel de potencia de sonido conforme a DIN EN ISO 3744	< 84,1 dB (A)

Fuente: (Autores, 2023).

## Datos Técnicos

**Tabla 2**

*Datos técnicos multímetro*

Función	Rango	Precisión
Voltaje CD	500 V	0.3 %
Corriente CD	10 A	1.0 %
Resistencia	0 a 10 MΩ	0.5 %
Voltaje CA	500 V	2.5 %
Corriente CA	10 A	2.5 %

Fuente: (Autores, 2023).

## Datos Técnicos

**Tabla 3**

*Datos técnicos del Megóhmetro.*

Tensión de servicio cable/equipo	Tensión continua de prueba
24 a 50 V	50 a 100 VDC
50 a 100 V	50 a 100 VDC
100 a 240 V	50 a 100 VDC
440 a 550 V	500 a 1000 VDC
2400 V	1000 a 2500 VDC
4100 V	1000 a 5000 VDC
5000 a 12000 V	2500 a 5000 VDC
>12000 V	5000 a 10000 VDC

Fuente: (Autores, 2023)

## Materiales y Método.

Comprobador automático de inyectores mecánicos y Common rail. EPS 205 de Bosch.

José Pardiñas (2018) en su libro, “Sistemas auxiliares del motor” expone que la comprobación de los inyectores mecánicos se realiza con un comprobador de inyectores. Este es un útil de verificación que en su versión más simple posee una bomba de accionamiento manual, un depósito de combustible, un manómetro, una válvula de paso y una tubería de acoplamiento al inyector. Con este comprobador se verifica el patrón de pulverización de los inyectores, su presión de tarado y su estanqueidad. En el caso de los inyectores bimuelle, solo se puede comprobar la presión de apertura de su primera fase. Existen otros tipos de comprobadores automáticos, que permiten determinar el tarado de las dos fases del inyector.



Figura 1 Comprobador automático

Fuente: (Cifuentes, Guano, 2023).

Sistemas con bomba de inyección electrónica. Concentraremos nuestro estudio en la familia de bombas VE EDC y VE.MV-VR de Bosch, ampliamente implantadas en las primeras generaciones EDC de motores de inyección indirecta y directa. Si bien las características constructivas de estas bombas difieren de las bombas lineales, algunos de sus sensores emplean

el mismo principio de medición que los empleados en las bombas VP 36/37. En cuanto a las bombas EPIC, su autodiagnóstico por valores reales no difieren en líneas generales de otros modelos de bomba EDC, aunque es siempre importante un conocimiento de los sensores que emplea para su control. El análisis de esta bomba con osciloscopio, si bien es posible, no resulta de fácil interpretación en lo que el diagnóstico de la misma se recomienda basarlo en su autodiagnóstico y en las comprobaciones básicas de resistencia de sus sensores y electroválvulas (José Pardiñas, 2018).

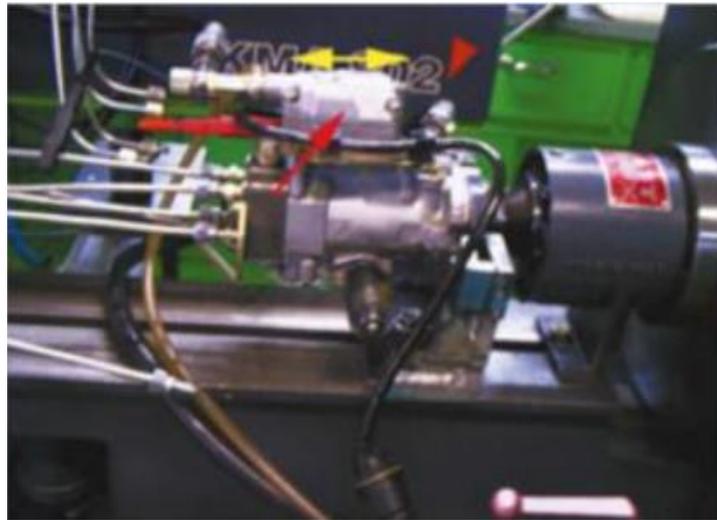


Figura 2 Posicionador

Fuente: (José Pardiñas, 2018).

### Datos Técnicos

Tensión nominal de CA trifásica	380 V a 460 V
Corriente nominal	15 A
Fusible	16 A
Número de fases	3P a PE
Frecuencia de entrada	50 Hz/60 Hz
Potencia nominal	4,2 KW
Aire comprimido	0,5 Mpa a 0,8 Mpa
Temperatura de almacenaje	-2 °C a 60°C
Temperatura de funcionamiento	5°C a 40°C
Temperatura ambiente para precisión de la medición	10°C a 35°C
Humedad relativa máx. perm.	≤90% (25°C, 24 horas de duración)
Grado de protección	IP 22
Presión del aceite	180 Mpa
Velocidad máxima	3500 min-1
Tensión de control	24 VDC
Presión atmosférica correspondiente a una altitud de	700 hPa a 1060 hPa ≤2200m
Pares de apriete para conexión de alta presión, tapón roscado y tubos	25 Nm a 30 Nm
Capacidad del tanque de aceite de prueba	6,5 l
Nivel de presión de sonido de emisión en el lugar de trabajo conforme a DIN EN ISO 11201	< 71,5 dB (A)
Nivel de potencia de sonido conforme a DIN EN ISO 3744	< 84,1 dB (A)
Dimensiones (al x an x pr)	580 x 560 x 780 mm
Peso de EPS 205 incl. embalaje	210 kg
Peso de EPS 205 (sin aceite de prueba ni embalaje)	130 kg
Dimensiones colector de aceite (al x an x pr)	30 x 570 x 720 mm

Tabla 1 Datos técnicos Comprobador automático

Fuente: (Bosch, 2021).

### Multímetro digital

Tom Denton (2020) en su libro, “Sistemas eléctrico y electrónico del automóvil” explica que los multímetros son una herramienta esencial para trabajar en sistemas eléctricos y electrónicos automotrices es un buen multímetro digital (conocido como DMM). Los multímetros digitales son más adecuados para la precisión de lecturas al igual que las habilidades disponibles.

Función	Rango	Precisión
Voltaje CD	500 V	0.3 %
Corriente CD	10 A	1.0 %
Resistencia	0 a 10 MΩ	0.5 %
Voltaje CA	500 V	2.5 %
Corriente CA	10 A	2.5 %
Residir	3,4,5,6,8 cilindros	2.0 %
rpm	10,000 rpm	0.2 %
Trabajo	% on/off	0.2 % kHz
Frecuencia	Over 100 kHz	0.01 %
Temperatura	>9000 C	0.3 % + 30 C
Abrazadera de corriente alta	1000 A (DC)	Depende de las condiciones
Presión	3 bar	10.0 % de la escala estándar

Tabla 2 Funciones de un multímetros.

Fuente: (Denton, 2020).

### Megóhmetro

Escaño González, Juan Manuel, Andrade Ortiz (2021) en su libro, “Sistemas de potencia” exponen que el megóhmetro es un instrumento para la medida del aislamiento eléctrico en alta tensión. El nombre de este instrumento deriva de que la medida del aislamiento de cables, motores, transformadores, aisladores, etc. Se expresa en megaohmios (MΩ). Este instrumento es un tipo especial de óhmetro en el que la batería de baja tensión se sustituye por un generador de alta tensión, de forma que la medida de la resistencia se efectúa con voltajes más elevados.



Figura 3 Medida de aislamiento de un inyector

Fuente: (Autores 2023).

Las tensiones de prueba recomendadas en función de las tensiones de servicio de las instalaciones y los ejemplos, obtenida de la guía IEEE 43 publicadas en marzo de 2014 (Escaño González, Juan Manuel, Andrade Ortiz, 2021).

Tensión de servicio cable/equipo	Tensión continua de prueba
24 a 50 V	50 a 100 VDC
50 a 100 V	50 a 100 VDC
100 a 240 V	50 a 100 VDC
440 a 550 V	500 a 1000 VDC
2400 V	1000 a 2500 VDC
4100 V	1000 a 5000 VDC
5000 a 12000 V	2500 a 5000 VDC
>12000 V	5000 a 10000 VDC

Tabla 3 Tensión de ensayo.

Fuente: (Escaño González, Juan Manuel, Andrade Ortiz, 2021).

Durante el ensayo de aislamiento se acumula una cantidad de energía que debe descargarse antes de cualquier otra intervención. Se puede producir la descarga a través de tierra, o provocando un cortocircuito entre todos los conductores que han sido medidos. Muchos megóhmetros disponen de circuitos internos de descarga que aseguran esta descarga de forma automática y con toda seguridad. A tal efecto, el megóhmetro dispone de un botón que habrá que pulsar para comprobar este término (Esaño González, Juan Manuel, Andrade Ortiz, 2021).

## **Inyector**

Robert Bosch (2005) en su libro, “Sistemas de inyección diesel por acumulador. Common rail” explica que los inyectores están conectados al conducto común mediante tuberías de combustible a alta presión de escasa longitud. El estanqueizado de los inyectores hacia la cámara de combustión se lleva a cabo mediante una arandela estanqueizante de cobre. Los inyectores van montados en la culata mediante elementos de fijación. Los inyectores Common Rail son adecuados para su montaje trecto/pblicuo, según la versión de los inyectores, en los motores Diesel de inyección directa.

La característica del sistema es la generación de la presión de inyección independientemente del número de revoluciones del motor y del caudal de inyección. El comienzo de inyección y el caudal de inyección se controlan mediante el inyector activado eléctricamente. El momento de inyección se controla con el sistema ángulo-tiempo de la regulación Electrónica Diesel (EDC). Para ello se precisan dos sensores del número de revoluciones, montados uno en el cigüeñal y otro en el árbol de levas para la identificación de los cilindros (Robert Bosch, 2005).

La disminución de gases de escape y la reducción permanente de nivel de ruidos de los motores Diesel exige una preparación de la mezcla óptima, por lo que a los inyectores se les exige caudales de preinyección e inyecciones múltiples (Robert Bosch, 2005).

Actualmente se utilizan de serie tres diferentes tipos de inyector:

Inyector con válvula electromagnética e inducido de una pieza.

Inyector con válvula electromagnética e inducido de dos piezas.

Inyector con regulador piezoeléctrico.

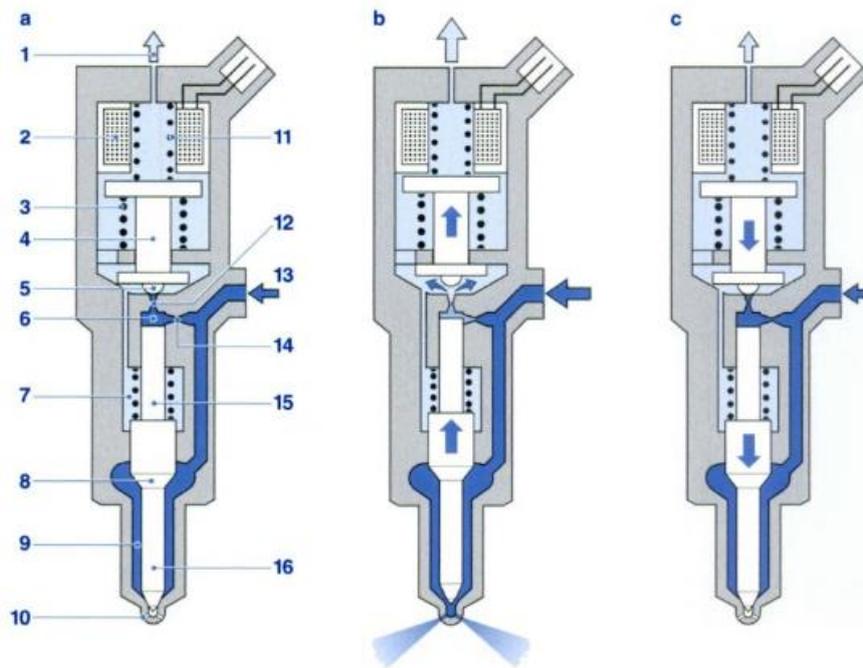


Figura 4 Inyector principio de funcionamiento

Fuente: (Robert Bosch, 2005).

Los inyectores inyectan el combustible en la cámara de combustión del motor Diesel. Influyen esencialmente en la formación de la mezcla y la combustión y con ello en la potencia del motor y el comportamiento de los gases de escape y la emisión de ruidos. Para que los inyectores cumplan correctamente su tarea deben adaptarse al motor mediante diferentes versiones en función del sistema de inyección (Robert Bosch, 2005).

### **Método cuantitativo.**

Fidias G. Arias (2019) en su libro, “Revista Actividad Física y Ciencias” expone que el modelo cuantitativo se centra en los hechos o causas del fenómeno social, con escaso interés por los estados subjetos del individuo. Este método utiliza el cuestionario, inventarios y análisis demográficos que producen números, los cuales pueden ser analizados estadísticamente para verificar, aprobar o rechazar las relaciones entre las variables definidas operacionalmente, además regularmente la representación de resultados de estudio cuantitativos viene sustentada con tablas estadísticas, gráficas y un análisis numérico.

Identificamos e ingresamos los valores establecidos por cada fabricante tales como presiones, temperatura, tiempo, ect, en el comprobador de inyectores analizando la información entregada

por este equipo se pudo diagnosticar la eficiencia de cada inyector en periodos de mantenimiento.

Cada 15 000 o 30 000 kilometros de recorrido del vehículo se debe dar mantenimiento predictivo o preventivo al inyector ya que al comprar el combustible este viene con impurezas.

A continuación podemos identificar que al ingresar los valores establecidos por cada fabricante en la base de datos del banco, se realiza la prueba de forma de chorro, presión de apertura, estanqueidad, zumbido, etc, en el primer inyector, con lo cual identificamos que este trabaja al 100% ya que paso todas las pruebas a las cual fue sometido, este inyector tiene aproximadamente 45 000 kilometros de trabajo y se a realizado todos los mantenimiento en el tiempo establecido por el fabricante.

#### Número de serie: ----

Paso de prueba	Duración activación ( $\mu$ s)	Presión (MPa)	Tiempo medic. (s)	Caudal inyección		Caudal retorno		Evaluación
				Valor nominal (mm <sup>3</sup> /H)	Valor real (mm <sup>3</sup> /H)	Valor nominal (mm <sup>3</sup> /H)	Valor real (mm <sup>3</sup> /H)	
Leak test	0	145	40	---- $\pm$ ----	----	20,0 $\pm$ 15,0	15,87	✓
Warm	950	135	60	150,0 $\pm$ 150,0	75,75	---- $\pm$ ----	----	✓
Back	1733	135	40	---- $\pm$ ----	----	35,0 $\pm$ 25,0	44,25	✓
Max	950	135	40	80,0 $\pm$ 8,7	76,06	---- $\pm$ ----	----	✓
TL	720	60	40	25,0 $\pm$ 7,4	24,88	---- $\pm$ ----	----	✓
LL	720	30	40	8,5 $\pm$ 4,8	8,58	---- $\pm$ ----	----	✓
VE	410	60	40	4,7 $\pm$ 1,8	5,84	---- $\pm$ ----	----	✓

Figura 5 Analisis de eficiencia inyector 1

Fuente: (Autores 2023).

Analizamos que al someter a las pruebas establecidas por el fabricante al inyector 2 este trabaja aproximadamente con una eficiencia del 80%, debemos tener en cuenta que este inyector tiene aproximadamente 60 000 kilometros de trabajo al cual no se le a realizado ningun tipo de mantenimiento predictivo o preventivo por lo cual se debera realizar un mantenimiento correctivo para que el inyector funcione nuevamente al 100% de su eficiencia.

Paso de prueba	Duración activación ( $\mu$ s)	Presión (MPa)	Tiempo medic. (s)	Caudal inyección		Caudal retorno		Evaluación
				Valor nominal (mm <sup>3</sup> /H)	Valor real (mm <sup>3</sup> /H)	Valor nominal (mm <sup>3</sup> /H)	Valor real (mm <sup>3</sup> /H)	
Leak test	0	170	200	---- $\pm$ ----	----	40,0 $\pm$ 40,0	18,12	✓
VL	1330	160	90	95,6 $\pm$ 9,3	79,72	42,0 $\pm$ 24,0	43,59	✗
EM	695	80	40	25,4 $\pm$ 4,6	25,58	---- $\pm$ ----	----	✓
LL	675	32	40	5,3 $\pm$ 3,0	5,18	---- $\pm$ ----	----	✓
VE	220	80	40	1,5 $\pm$ 1,2	2,03	---- $\pm$ ----	----	✓

Figura 6 Analisis de eficiencia inyector 2

Fuente: (Autores 2023).

Analizamos que el ingresar el inyector 3 este no paso en la mayoría de las pruebas sometidas, trabajando con una eficiencia del 20% aproximadamente, esto debido a que el inyector nunca fue desmontado para realizar un mantenimiento predictivo, preventivo o correctivo por lo cual para que este inyector funcione al 100% nuevamente se deba invertir mucho dinero, es por ello que lo mas recomendable seria cambiarlo por uno nuevo ya que tiene mas de 150 000 kilometros te trabajo.

Paso de prueba	Duración activación ( $\mu$ s)	Presión (MPa)	Tiempo medic. (s)	Caudal inyección		Caudal retorno		Evaluación
				Valor nominal (mm <sup>3</sup> /H)	Valor real (mm <sup>3</sup> /H)	Valor nominal (mm <sup>3</sup> /H)	Valor real (mm <sup>3</sup> /H)	
Leak	0	140	40	---- $\pm$ ----	----	35,0 $\pm$ 35,0	4,50	✓
Warm	1000	100	60	150,0 $\pm$ 150,0	47,31	---- $\pm$ ----	----	✓
VI	1500	140	40	102,0 $\pm$ 15,8	84,93	---- $\pm$ ----	----	✗
VI(R)	1500	140	40	---- $\pm$ ----	----	35,0 $\pm$ 25,0	88,63	✗
Em	520	100	40	31,0 $\pm$ 13,5	14,58	---- $\pm$ ----	----	✗
LI	600	30	40	9,7 $\pm$ 4,3	14,61	---- $\pm$ ----	----	✗
Ve1	310	80	40	3,3 $\pm$ 2,1	0,22	---- $\pm$ ----	----	✗
Ve2	370	80	40	7,8 $\pm$ 4,1	1,47	---- $\pm$ ----	----	✗

Figura 7 Analisis de eficiencia inyector 3

Fuente: (Autores 2023).

## Anexo 15 Estadística Descriptiva

Test Bench

Tabla de inyectores inductivos Denso

INYECTOR 095000 - 637* FTR						
Prueba	Q Inyección (mm <sup>3</sup> /H)	Q Retorno (mm <sup>3</sup> /H)	RPM	Presión (Mpa)	Pulso (uS)	Tiempo (s)
<i>Leak</i>		35.0 ± 35.0	600	140.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1500	60
<i>VL</i>	114.9 ± 10.8		800	140.0	1500	40
<i>VL(R)</i>		52.4 ± 43.0	800	140.0	1500	40
<i>EM</i>	29.7 ± 8.4		500	80.0	950	40
<i>LL</i>	9.3 ± 4.3		300	30.0	1250	40
<i>VE1</i>	9.0 ± 4.3		800	80.0	650	40
<i>VE2</i>	2.7 ± 2.1		600	80.0	450	40
INYECTOR 095000 - 639*						
Prueba	Q Inyección (mm <sup>3</sup> /H)	Q Retorno (mm <sup>3</sup> /H)	RPM	Presión (Mpa)	Pulso (uS)	Tiempo (s)
<i>Leak</i>		35.0 ± 35.0	600	140.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1500	60
<i>VL</i>	113.9 ± 11.0		800	140.0	1500	40
<i>VL(R)</i>		65.0 ± 45.0	800	140.0	1500	40
<i>EM</i>	32.4 ± 8.0		500	100.0	950	40
<i>LL</i>	9.0 ± 4.3		300	35.0	1250	40
<i>VE1</i>	8.8 ± 4.7		800	80.0	650	40
<i>VE2</i>	3.0 ± 2.8		600	80.0	450	40
INYECTOR 095000 - 652* HINO 300						
Prueba	Q Inyección (mm <sup>3</sup> /H)	Q Retorno (mm <sup>3</sup> /H)	RPM	Presión (Mpa)	Pulso (uS)	Tiempo (s)
<i>Leak</i>		35.0(0.0 - 70.0)	600	140.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0(0.0 - 300.0)		600	120.0	1500	60
<i>VL</i>	120.5(110.1 - 130.9)		800	140.0	1500	40
<i>VL(R)</i>		44.7 (10.7 - 78.7)	800	140.0	1500	40
<i>EM</i>	28,2(19.6 - 36.8)		500	80.0	700	40
<i>LL</i>	8.5(3.3 - 13.7)		300	30.0	800	40
<i>VE</i>	7.0(2.2 - 11.8)		800	60.0	500	40
<i>VE2</i>	2.4(0.4 - 4.4)		600	60.0	350	40

INYECTOR 095000 - 01U00412						
Prueba	Q Inyección (mm <sup>3</sup> /H)	Q Retorno (mm <sup>3</sup> /H)	RPM	Presión (Mpa)	Pulso (uS)	Tiempo (s)
<i>Leak</i>		20.0 ± 15.0	600	135.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1000	60
<i>Back</i>		40.0 ± 35.0	800	140.0	1500	40
<i>Max</i>	214.0 ± 15.0		800	140.0	1500	40
<i>Low</i>	38.0 ± 4.5		500	80.0	850	40
<i>Pro</i>	7.0 ± 3.0		300	80.0	500	40
<i>Start</i>	17.0 ± 3.0		800	35.0	1000	40

INYECTOR - 0351						
Prueba	Q Inyección (mm <sup>3</sup> /H)	Q Retorno (mm <sup>3</sup> /H)	RPM	Presión (Mpa)	Pulso (uS)	Tiempo (s)
<i>Leak</i>		45.0 ± 35.0	600	130.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1500	60
<i>Back</i>		40.0 ± 25.0	800	145.0	800	40
<i>Max</i>	115.0 ± 9.0		800	145.0	800	40
<i>TL</i>	23.0 ± 5.8		500	60.0	630	40
<i>LL</i>	8.0 ± 3.7		300	30.0	700	40
<i>VE</i>	2.5.0 ± 1.4		800	60.0	330	40

INYECTOR 03U01595-0221						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	(Mpa)	Pulso (uS)	(s)
<i>Leak</i>		20.0 ± 15.0	600	135.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1000	60
<i>Back</i>		35.0 ± 25.0	800	145.0	850	40
<i>Max</i>	76.8 ± 7.3		800	145.0	900	40
<i>TL</i>	21.3 ± 5.8		500	60.0	700	40
<i>LL</i>	12.1 ± 3.7		300	30.0	850	40
<i>VE</i>	2.7 ± 1.4		800	60.0	380	40

INYECTOR 095000 - 659*						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	Presión (Mpa)	Pulso (uS)	Tiempo (s)
<i>Leak</i>		40.0 ± 40.0	600	140.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1500	60
<i>VL</i>	160.3 ± 13.4		800	140.0	1500	40
<i>VL(R)</i>		49.5 ± 38.0	800	140.0	1500	40
<i>EM</i>	25.0 ± 8.7		500	100.0	600	40
<i>LL</i>	10.9 ± 4.3		300	25.0	1000	40
<i>VE1</i>	10.5 ± 5.0		800	80.0	500	40
<i>VE2</i>	4.0 ± 3.0		600	80.0	350	40
INYECTOR 06U12917-0140						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	(Mpa)	Pulso (uS)	Tiempo (s)
<i>Leak</i>		45.0 ± 35.0	600	130.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	100.0	1000	60
<i>Back</i>		90.0 ± 55.0	800	130.0	1600	40
<i>Max</i>	131.0 ± 10.0		800	130.0	1600	40
<i>TL</i>	44.0 ± 7.8		500	100.0	880	40
<i>LL</i>	12.7 ± 4.8		300	30.0	900	40
<i>VE</i>	6.5 ± 3.1		800	100.0	500	40
INYECTOR 0761						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	(Mpa)	Pulso (uS)	Tiempo (s)
<i>Leak</i>		45.0 ± 35.0	600	130.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1000	60
<i>Back</i>		40.0 ± 25.0	800	135.0	1733	40
<i>Max</i>	164.0 ± 8.7		800	160.0	2100	40
<i>TL</i>	48.0 ± 7.4		500	120.0	1200	40
<i>LL</i>	9.7 ± 4.8		300	35.0	100	40
<i>VE</i>	4.8 ± 9.8		800	100.0	660	40

INYECTOR 0451						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	(Mpa)	Pulso (uS)	(s)
<i>Leak</i>		45.0± 35.0	600	130.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1500	60
<i>Back</i>		40.0 ± 25.0	800	145.0	1600	40
<i>Max</i>	115.0 ± 9.0		800	145.0	800	40
<i>TL</i>	23.0 ± 5.8		500	60.0	630	40
<i>LL</i>	8.0 ± 3.7		300	30.0	700	40
<i>VE</i>	2.5 ± 1.4		800	60.0	330	40
INYECTOR 09500-874# (Hilux)						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	(Mpa)	Pulso (uS)	(s)
<i>Leak</i>		45.0± 35.0	600	150.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1500	60
<i>Back</i>		32.5 ± 12.7	800	135.0	880	40
<i>Max</i>	52.0 ± 6.2		800	135.0	880	40
<i>TL</i>	24.0 ± 4.1		500	80.0	760	40
<i>LL</i>	4.0 ± 2.0		300	25.0	1080	40
<i>VE</i>	3.2 ± 1.7		800	80.0	560	40
INYECTOR 0613						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	(Mpa)	Pulso (uS)	(s)
<i>Leak</i>		45.0± 35.0	600	130.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1000	60
<i>Back</i>		40.0 ± 25.0	800	135.0	1733	40
<i>Max</i>	142.0 ± 8.7		800	160.0	2100	40
<i>TL</i>	50.0 ± 7.4		500	100.0	1000	40
<i>LL</i>	10.0 ± 4.8		300	35.0	1000	40
<i>VE</i>	4.8 ± 2.5		800	100.0	460	40

INYECTOR 8-98203849-0 (Dmax)						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	Presión (Mpa)	Pulso (uS)	Tiempo (s)
<i>Leak</i>		40.0 ± 40.0	600	140.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1000	60
<i>VL</i>	105.5 ± 9.5		800	140.0	1500	40
<i>VL(R)</i>		32.4 ± 20.0	800	140.0	1500	40
<i>EM</i>	33.5 ± 7.5		500	100.0	700	40
<i>LL</i>	13.3 ± 4.6		300	25.0	960	40
<i>VE1</i>	11.0 ± 4.1		800	80.0	500	40
<i>VE2</i>	2.3 ± 1.8		600	80.0	350	40
INYECTOR 095000-6376 (Ftr)						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	Presión (Mpa)	Pulso (uS)	Tiempo (s)
<i>Leak</i>		35.0 ± 35.0	600	140.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1000	60
<i>VL</i>	114.9 ± 10.8		800	140.0	1500	40
<i>VL(R)</i>		52.4 ± 43.0	800	140.0	1500	40
<i>EM</i>	29.7 ± 8.4		500	80.0	950	40
<i>LL</i>	9.3 ± 4.3		300	30.0	1250	40
<i>VE</i>	9.0 ± 4.3		800	80.0	650	40
<i>VE2</i>	2.7 ± 2.1		600	80.0	450	40
INYECTOR 16600-EB70D						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	Presión (Mpa)	Pulso (uS)	Tiempo (s)
<i>Leak</i>		35.0 ± 35.0	600	140.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1000	60
<i>VL</i>	186.2 ± 14.7		800	140.0	1500	40
<i>VL(R)</i>		80.0 ± 40.0	800	140.0	1500	40
<i>EM</i>	39.6 ± 11.4		500	80.0	700	40
<i>LL</i>	14.2 ± 7.5		300	30.0	800	40
<i>VE1</i>	10.0 ± 5.0		800	60.0	500	40
<i>VE2</i>	3.5 ± 2.0		600	60.0	350	40

INYECTOR 16600-EB70# (Navara)						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	(Mpa)	Pulso (uS)	(s)
<i>Leak</i>		45.0± 35.0	600	150.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1000	60
<i>Back</i>		52.5 ± 17.9	800	135.0	816	40
<i>Max</i>	62.0 ± 6.2		800	135.0	752	40
<i>TL</i>	32.0 ± 5.1		500	80.0	720	40
<i>LL</i>	2.5 ± 1.5		300	25.0	688	40
<i>VE</i>	2.3 ± 1.0		800	80.0	336	40
INYECTOR 095000-6593						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	Presión (Mpa)	Pulso (uS)	Tiempo (s)
<i>Leak</i>		40.0 ± 40.0	600	140.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1000	60
<i>VL</i>	160.3 ± 13.4		800	140.0	1500	40
<i>VL(R)</i>		49.5 ± 38.0	800	140.0	1500	40
<i>EM</i>	25.0 ± 8.7		500	100.0	600	40
<i>LL</i>	10.9 ± 4.3		300	25.0	1000	40
<i>VE</i>	10.5 ± 5.0		800	80.0	500	40
<i>VE2</i>	4.0 ± 3.0		600	80.0	350	40
INYECTOR 16600-EB30E						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	Presión (Mpa)	Pulso (uS)	Tiempo (s)
<i>Leak</i>		35.0 ± 35.0	600	140.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1000	60
<i>VL</i>	190.6 ± 16.0		800	140.0	1500	40
<i>VL(R)</i>		55.0 ± 40.0	800	140.0	1500	40
<i>EM</i>	34.6 ± 11.0		500	80.0	700	40
<i>LL</i>	13.6 ± 5.5		300	30.0	800	40
<i>VE1</i>	9.6 ± 4.8		800	60.0	500	40
<i>VE2</i>	3.3 ± 2.8		600	60.0	350	40

INYECTOR 095000-639#						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	Presión (Mpa)	Pulso (uS)	Tiempo (s)
<i>Leak</i>		35.0 ± 35.0	600	140.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1000	60
<i>VL</i>	113.9 ± 11.0		800	140.0	1500	40
<i>VL(R)</i>		65.0 ± 45.0	800	140.0	1500	40
<i>EM</i>	32.4 ± 8.0		500	100.0	900	40
<i>LL</i>	9.0 ± 4.3		300	35.0	1000	40
<i>VE1</i>	8.8 ± 4.7		800	80.0	650	40
<i>VE2</i>	3.0 ± 2.8		600	80.0	450	40
INYECTOR 095000-641#						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	Presión (Mpa)	Pulso (uS)	Tiempo (s)
<i>Leak</i>		45.0 ± 35.0	600	150.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1000	60
<i>Return</i>		40.0 ± 32.0	800	135.0	1060	40
<i>P01</i>	62.4 ± 6.9		800	170.0	1020	40
<i>P02</i>	37.2 ± 4.5		500	170.0	736	40
<i>P03</i>	69.9 ± 7.7		700	112.0	1380	40
<i>P04</i>	11.1 ± 3.1		300	112.0	544	40
<i>P05</i>	4.8 ± 2.2		800	112.0	464	40
<i>P06</i>	3.5 ± 2.8		600	112.0	416	40
INYECTOR 095000-648#						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	Presión (Mpa)	Pulso (uS)	Tiempo (s)
<i>Leak</i>		35.0 ± 35.0	600	140.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1000	60
<i>VL</i>	175.5 ± 13.6		800	140.0	1500	40
<i>VL(R)</i>		40.0 ± 35.0	800	140.0	1500	40
<i>EM</i>	27.9 ± 9.5		500	100.0	600	40
<i>LL</i>	10.3 ± 4.5		300	25.0	1000	40
<i>VE1</i>	10.0 ± 3.6		800	80.0	500	40
<i>VE2</i>	3.1 ± 2.2		600	80.0	300	40

INYECTOR 16600-ECOO#						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	(Mpa)	Pulso (uS)	(s)
<i>Leak</i>		45.0± 35.0	600	150.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1000	60
<i>Back</i>		35.0 ± 25.0	800	135.0	816	40
<i>Max</i>	71.0 ± 6.2		800	135.0	752	40
<i>TL</i>	39.0 ± 5.1		500	80.0	720	40
<i>LL</i>	2.5 ± 1.5		300	25.0	688	40
<i>VE</i>	2.3 ± 1.0		800	80.0	336	40

INYECTOR 095000-647#						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	Presión (Mpa)	Pulso (uS)	Tiempo (s)
<i>Leak</i>		35.0 ± 35.0	600	150.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1000	60
<i>VL</i>	91.3 ± 8.5		800	140.0	1300	40
<i>VL(R)</i>		45.0 ± 25.0	800	140.0	1300	40
<i>EM</i>	26.0 ± 5.0		500	100.0	800	40
<i>LL</i>	14.1 ± 4.5		300	40.0	1000	40
<i>VE1</i>	2.4 ± 2.1		800	80.0	400	40
<i>VE2</i>	3.1 ± 2.2		600	80.0	300	40

INYECTOR 095000-6583						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	Presión (Mpa)	Pulso (uS)	Tiempo (s)
<i>Leak</i>		40.0 ± 40.0	600	140.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1000	60
<i>VL</i>	215.5 ± 14.8		800	140.0	1500	40
<i>VL(R)</i>		45.0 ± 36.0	800	140.0	1500	40
<i>EM</i>	34.2 ± 8.6		500	100.0	650	40
<i>LL</i>	14.0 ± 5.3		300	25.0	1000	40
<i>VE1</i>	10.9 ± 4.6		800	80.0	500	40
<i>VE2</i>	3.8 ± 2.9		600	80.0	350	40

INYECTOR 6C1Q-9K54-AC DIMED						
Prueba	(mm <sup>3</sup> /H)	(mm <sup>3</sup> /H)	RPM	Presión (Mpa)	Pulso (uS)	Tiempo (s)
<i>Leak</i>		45.0 ± 35.0	600	150.0	0	40
<i>Warm</i>	150.0 ± 150.0		600	120.0	1000	60
<i>Return</i>		47.0 ± 28.0	600	160.0	1300	60
<i>MAX POW</i>	92.0 ± 8.5		800	160.0	1300	40
<i>MEDIUM 1</i>	49.6 ± 5.8		400	135.0	900	40
<i>MEDIUM 2</i>	38.8 ± 4.2		400	80.0	1000	40
<i>PILOT</i>	5.2 ± 2.2		800	80.0	470	40
<i>IDLE</i>	8.2 ± 2.4		300	35.0	830	40
<i>IDLE (R)</i>		15.0 ± 5.0	300	35.0	830	40

## Electrical testing of Bosch common rail Injectors

### Contents:

1. Adapter cable for Hybridtester FSA 050 (article number 0 684 010 050 / 1 687 023 571)
2. Electrical testing of Bosch common rail solenoid valve (MV) injectors
3. Electrical testing of Bosch common rail piezo injectors

1

Automotive Aftermarket

AA-AS/TSS51-EU- Le | 28.02.2014 | © Robert Bosch GmbH 2014. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.


**BOSCH**

### 1. Adapter cable for FSA 050

Adapter cable "K", article number 1 684 463 849



Adapter cable "AK", article number 1 684 463 850



#### Applies to:

- Bosch Solenoid valve injector, generation:

CRI 1.0 / 2.0 / 2.1 / 2.2

CRIN 1 / 2 / 3, with 'K' oder 'AK' – plug

Bosch order number CRI:

0 445 110 xxx

Bosch order number CRIN:

0 445 120 xxx

Electrical testing of:

- Insulation resistance
- continuity / blockage of magnet assembly



- Bosch Piezo-Injector, generation:

CRI 3

Bosch order number:

0 445 115 xxx / 0 445 116 xxx / 0 445 117 xxx

Electrical testing of :

- Insulation resistance
- Checking discharge resistor of actuator module
- Checking actuator module for damage



2

Automotive Aftermarket

AA-AS/TSS51-EU- Le | 28.02.2014 | © Robert Bosch GmbH 2014. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.


**BOSCH**

## 2. Electrical testing of Bosch common rail solenoid valve (MV) injectors

### **Important:**

Testing (insulation, continuity / blockage) is described in conjunction with the Bosch FSA 050 and the corresponding test cables.

Ensure safe contact if use is made of universal insulation testers and test cables.

3

Automotive Aftermarket

AA-AS/TSS51-EU- Le | 28.02.2014 | © Robert Bosch GmbH 2014. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.

**BOSCH**

## 2. Electrical testing of Bosch common rail solenoid valve (MV) injectors



### **Use of testers**

- When using testers, it is essential to heed the technical documentation of the manufacturer and in particular the safety instructions.
- All testers used must be appropriate to and approved for the intended application.
- The testers and the associated safety devices must be in a reliable safe condition.
- The equipment must exhibit the relevant safety and approval marks.
- Work with testers and in particular insulation testers is only to be performed by trained personnel.
- Take care when using insulation testers, as hazardous voltages can occur at the measurement outputs of the tester, at the test specimen and in the surrounding area.
- Special safety measures must be taken before starting work when using insulation testers.

4

Automotive Aftermarket

AA-AS/TSS51-EU- Le | 28.02.2014 | © Robert Bosch GmbH 2014. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.

**BOSCH**

## 2. Electrical testing of Bosch common rail solenoid valve (MV) injectors

### 1. Insulation test

- ! Heed the setting and connection information for high-voltage and insulation testing in the tester operating instructions.

To permit leakage current localization, do not clean the injector before performing insulation testing.



\* Figure exemplary

### Automotive Aftermarket

5

AA-AS/TSS51-EU- Le | 28.02.2014 | © Robert Bosch GmbH 2014. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.



# BOSCH

## 2. Electrical testing of Bosch common rail solenoid valve (MV) injectors

### 1. Insulation test

- ! **Deactivate test mode before changing the plug contacts.**

1. Connect the black test cable of the tester to the negative connection and to the metal part of the injector (Fig. 1, Pos. 1).
2. Connect the corresponding adapter cable (K or AK) to the electrical connection of the injector (Fig. 1, Pos. 2).
3. Insert one plug contact of the adapter cable (Fig. 1, Pos. 3) in the positive connection of the tester.
4. Switch on the tester, set a test voltage of 100 V and press the start button for testing.
5. Then insert the 2nd plug contact of the adapter cable (Fig. 1, Pos. 4) in the positive connection of the tester and repeat testing.

**Set value in each case: => 1 kΩ**

- Replace the injector if the set values are not attained.

\* Figure exemplary



Fig. 1\*

### Automotive Aftermarket

6

AA-AS/TSS51-EU- Le | 28.02.2014 | © Robert Bosch GmbH 2014. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.



# BOSCH



### 3. Electrical testing of Bosch common rail piezo injectors

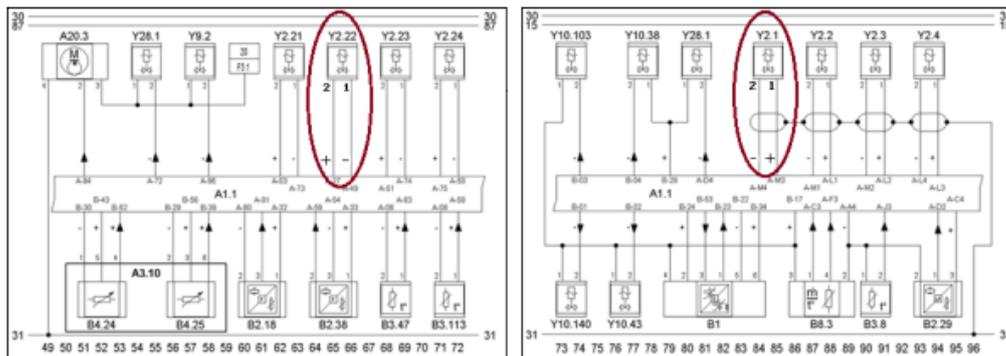
#### Important:

Testing is described in conjunction with the Bosch FSA 050 and the corresponding test cables. Ensure safe contact if use is made of universal insulation testers and test cables. Always heed the following with regard to actuator module testing:



**Pay attention to correct polarity at the plug connection of the injector and the tester. Incorrect polarity can damage the actuator module.**

Refer to the service documentation of the vehicle manufacturer or the "Electrical terminal diagram" section of the Bosch ESI[tronic] vehicle instructions for details. Refer to the examples (Y2.xx = Injector):



#### Automotive Aftermarket

9

AA-AS/TSS51-EU- Le | 28.02.2014 | © Robert Bosch GmbH 2014. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.


**BOSCH**

### 3. Electrical testing of Bosch common rail piezo injectors



#### Use of testers

- When using testers, it is essential to heed the technical documentation of the manufacturer and in particular the safety instructions.
- All testers used must be appropriate to and approved for the intended application.
- The testers and the associated safety devices must be in a reliable safe condition.
- The equipment must exhibit the relevant safety and approval marks.
- Work with testers and in particular insulation testers is only to be performed by trained personnel.
- Take care when using insulation testers, as hazardous voltages can occur at the measurement outputs of the tester, at the test specimen and in the surrounding area.
- Special safety measures must be taken before starting work when using insulation testers.

#### Automotive Aftermarket

10

AA-AS/TSS51-EU- Le | 28.02.2014 | © Robert Bosch GmbH 2014. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.


**BOSCH**

### 3. Electrical testing of Bosch common rail piezo injectors

#### 1. Insulation test

- ! Heed the setting and connection information for high-voltage and insulation testing in the tester operating instructions.
- 🛠 To permit leakage current localization, do not clean the injector before performing insulation testing.



11

Automotive Aftermarket

AA-AS/TSS51-EU- Le | 28.02.2014 | © Robert Bosch GmbH 2014. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.


**BOSCH**

### 3. Electrical testing of Bosch common rail piezo injectors

#### 1. Insulation test

- ! **Deactivate test mode before changing the plug contacts.**

1. Connect the black test cable of the tester to the negative connection and to the metal part of the injector (Fig. 1, Pos. 1).
2. Connect the corresponding adapter cable (K or AK) to the electrical connection of the injector (Fig. 1, Pos. 2).
3. Insert one plug contact of the adapter cable (Fig. 1, Pos. 3) in the positive connection of the tester.
4. Switch on the tester, set a test voltage of 100 V and press the start button for testing.
5. Then insert the 2nd plug contact of the adapter cable (Fig. 1, Pos. 4) in the positive connection of the tester and repeat testing.

**Set value in each case:      => 10 MΩ**

- Replace the injector if the set values are not attained.



Fig. 1

12

Automotive Aftermarket

AA-AS/TSS51-EU- Le | 28.02.2014 | © Robert Bosch GmbH 2014. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.


**BOSCH**

### 3. Electrical testing of Bosch common rail piezo injectors

#### 2. Checking discharge resistor (Fig. 1, Pos. 2) of actuator module (Fig. 1, Pos. 1)

! Heed the setting and connection information for resistance testing in the tester operating instructions.

1. Connect the corresponding adapter cable (K or AK) to the electrical connection of the injector (Fig. 2, Pos. 2) and to the tester (Fig. 2, Pos. 1).
2. Activate resistance measurement on the tester (k $\Omega$  range) and perform testing.

**Set value:** 150 k $\Omega$ – 210 k $\Omega$

→ Replace the injector if the set value is not attained.

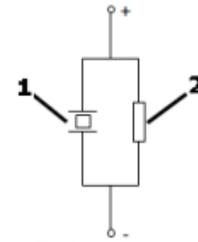


Fig. 1



Fig. 2

Automotive Aftermarket

13

AA-AS/TSS51-EU- Le | 28.02.2014 | © Robert Bosch GmbH 2014. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.



**BOSCH**

### 3. Electrical testing of Bosch common rail piezo injectors

#### 3. Checking actuator module for damage

! Heed the setting and connection information for high-voltage and insulation testing in the tester operating instructions.

1. Use the appropriate adapter cable (K or AK) to connect the injector to the tester (Fig. 1, Pos. 1 and 2).

! **Pay attention to correct polarity (Fig. 1, Pos. 1). Incorrect polarity can damage the actuator module. Refer to the notes on Page 2. Heed the latching position for the K connector (Fig. 2, Pos. 1).**

2. Switch on the tester, set a test voltage of 100 V and press the start button for testing.

**Limit value:** 170 k $\Omega$

→ Replace the injector if the limit value is undershot.



Fig. 1

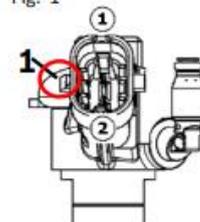


Fig. 2

Automotive Aftermarket

14

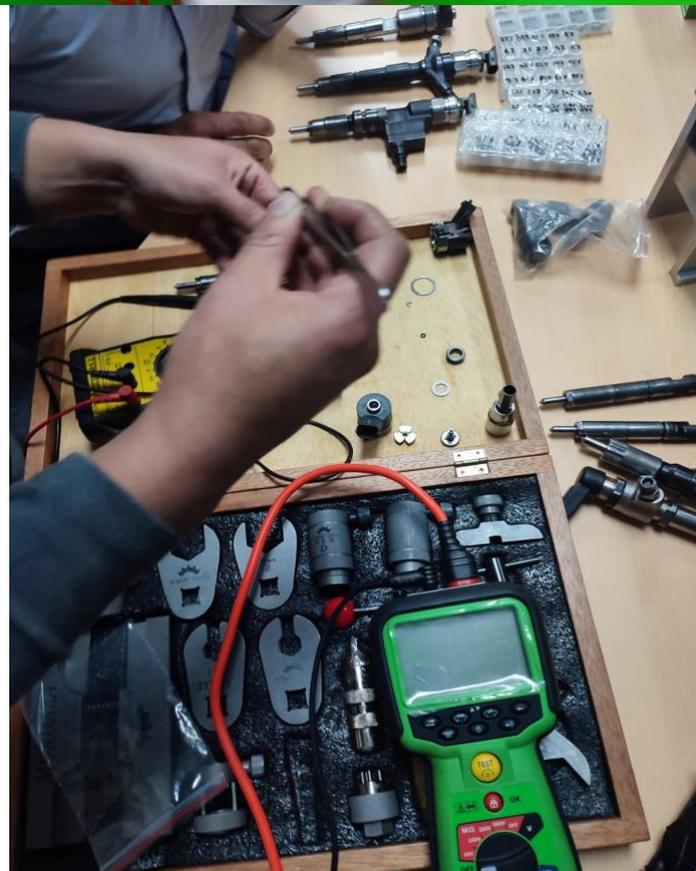
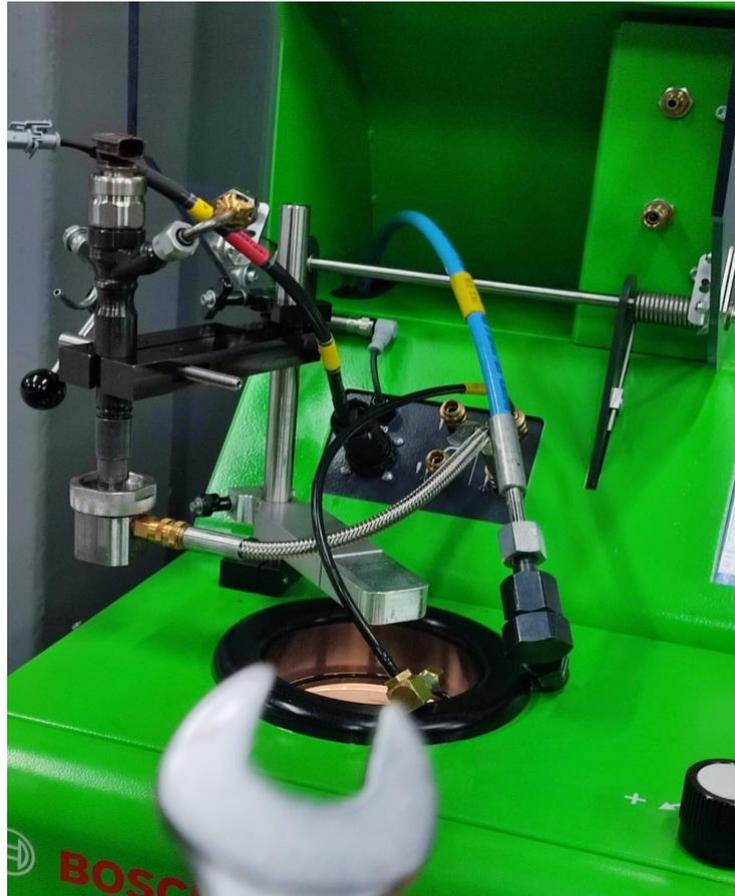
AA-AS/TSS51-EU- Le | 28.02.2014 | © Robert Bosch GmbH 2014. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.



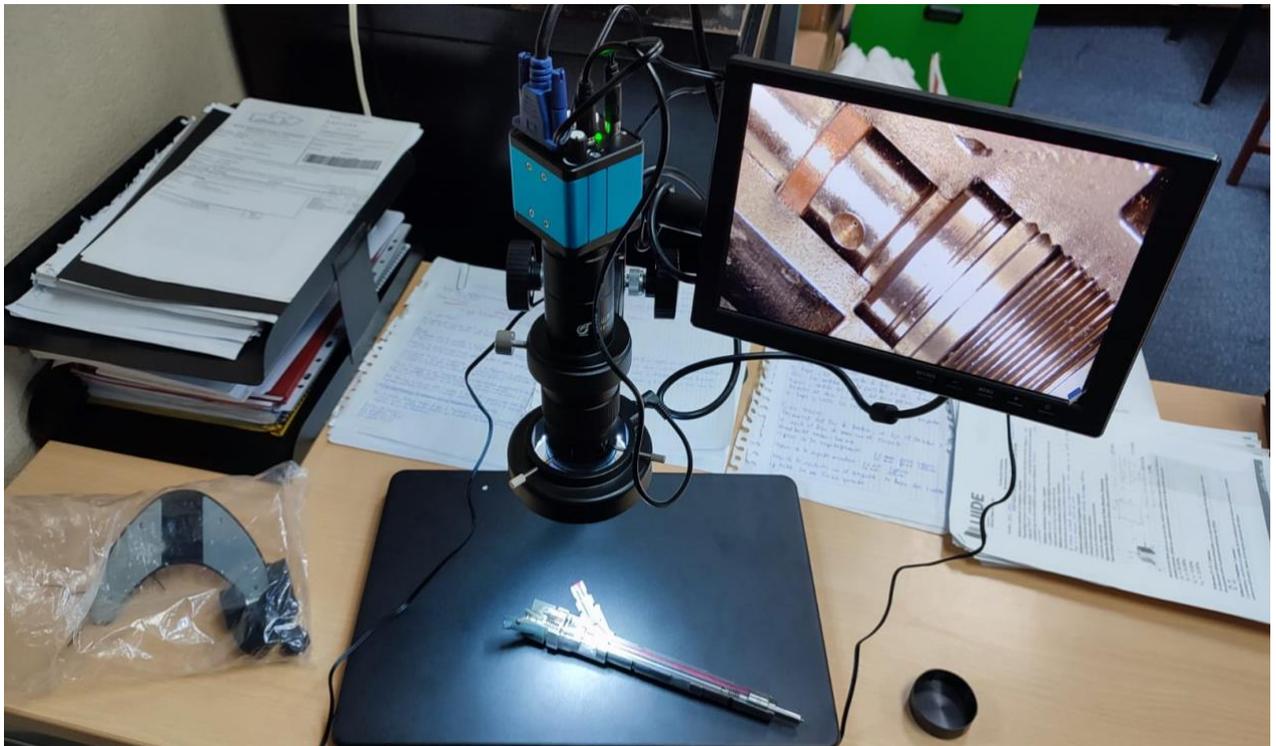
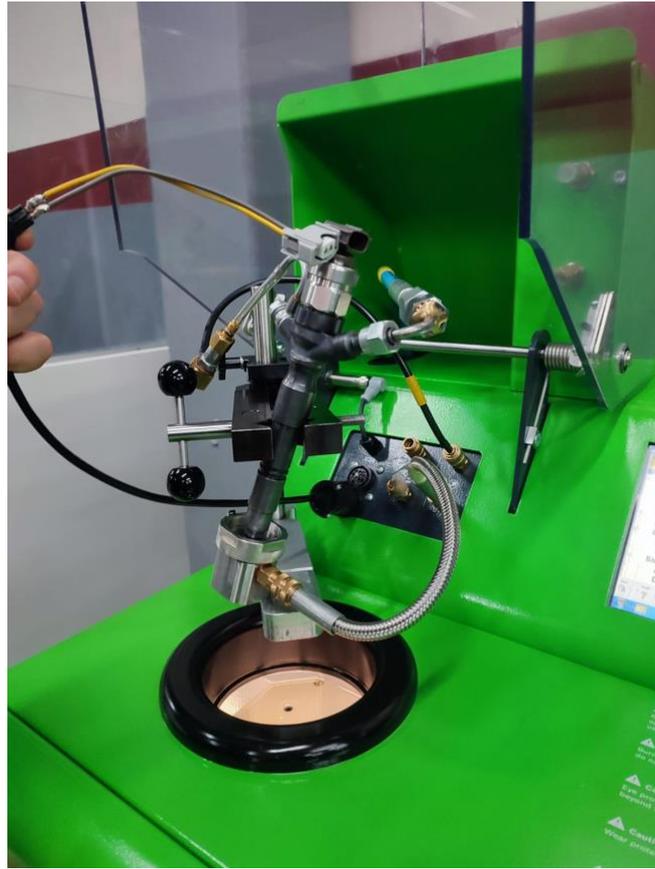
**BOSCH**

**Anexo 16 Fotografías de la Práctica en el Laboratorio**









Fuente: Autores, 2023