

Universidad Internacional del Ecuador



Artículo de Investigación Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Mecánica Automotriz.

Tema:

Estudio de la entrega de carga en inyectores CRDI en periodo de mantenibilidad.

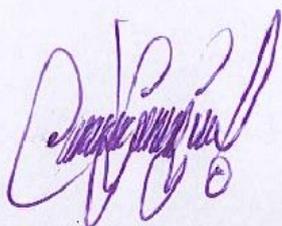
Suntaxi Cóndor Christian Giovanni
Auz Montenegro Santiago Javier
Lisintuña Moreno Jaime Jordano

Director: Msc. Gorky Reyes

Quito, Septiembre 2018

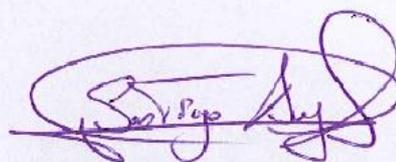
CERTIFICADO DE AUTORÍA

Nosotros, Suntaxi Córdor Christian Giovanny, Auz Montenegro Santiago, Jaime Jordano Lisintuña Moreno declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de nuestra exclusiva responsabilidad.



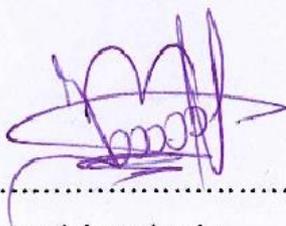
.....
Firma del graduado

Suntaxi Córdor Christian Giovanny



.....
Firma del graduado

Auz Montenegro Santiago Javier

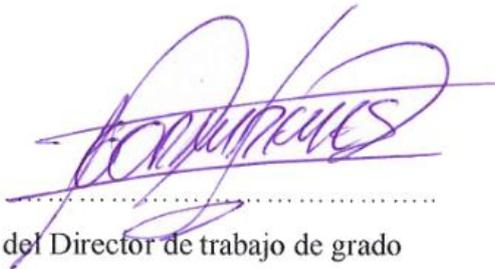


.....
Firma del graduado

Jaime Jordano Lisintuña Moreno

CERTIFICADO DEL DIRECTOR

Yo Ing. Gorky Reyes, docente de la facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable tanto de su originalidad y autenticidad como de su contenido.

A handwritten signature in purple ink, appearing to read 'Gorky Reyes', is written over a horizontal dotted line.

Firma del Director de trabajo de grado
Msc. Gorky Reyes

DEDICATORIA

Quiero agradecer a Dios por haberme otorgado una familia admirable, quienes han creído siempre en mí, siendo un modelo de superación, humildad y sacrificio, enseñándome a valorar todo lo que nos da la vida, a todos ellos dedico el presente trabajo, porque han impulsado en mí, el deseo de superación y el triunfo en la vida.

A mis maestros y compañeros de esta prestigiosa Universidad que con su ayuda pude alcanzar resultados exitosos, grandes amigos que me dejó esta noble institución, pese a los inconvenientes que se presentaron en el transcurso del camino pudimos salir victoriosos.

Gracias a todos los que han recorrido conmigo este camino por que me han enseñado a ser más humano.

Christian Giovanni

DEDICATORIA

Dedico con mucho cariño este trabajo a mi familia quienes han sido un sustento importante durante toda mi carrera y estuvieron a mi lado apoyándome, motivándome a seguir adelante a pesar de las dificultades y obstáculos que se me han presentado.

Es para mí un honor ofrendar este artículo de investigación a la facultad de Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, ya que con todo el apoyo ofrecido por mis compañeros y sobre todo por los señores docentes he podido culminar positivamente este paso en mi vida profesional.

Principalmente a Dios por brindarme la fuerza y sabiduría para sacar adelante este proyecto y cada día mejorar poco a poco en cada uno de mis pasos en la vida.

Santiago Javier

DEDICATORIA

Este proyecto de grado quiero dedicarlo a mi hermoso hijo Jared Lisintuña por ser fuente de motivación e inspiración, la razón de mi vida hoy en día lo cual hace que me vaya superando aún más por el bienestar de mi familia.

A mis amigos y profesores presentes y pasados de la prestigiosa Universidad Internacional del Ecuador, que sin esperar nada a cambio compartimos conocimiento, alegrías, y tristezas para que este sueño por fin se haga realidad.

A mis padres Anita y José por instruirme y forjarme de la mejor manera para afrontar las verdades de la vida, en este reto universitario fueron concluyentes con sus sabios consejos que me ofrecieron para no perder la fe en mí mismo, con todo mi afecto y mi amor se las dedico.

Jaime Jordano

AGRADECIMIENTO

Al concluir un proyecto como es el desarrollo de un artículo de investigación, no se puede dejar de reconocer que todo el crédito es de una sola persona, pues sin el aporte de personas y de una prestigiosa institución hubiese sido imposible culminar con éxito. Es por ello que para mí es una satisfacción utilizar este medio para expresar mis agradecimientos.

A mi madre Piedad, una de las personas que siempre estuvo ahí incansablemente dándome su apoyo. Aun hoy está pendiente de mí para darme sus sabios consejos, por tal motivo este éxito es compartido.

A mi amada esposa Stefania mis hijos Sofía y David son quienes hacen que mi existencia cada día crezca en pensamiento y afecto, quienes son el motor de mis proyectos.

A mis profesores y la prestigiosa universidad que me brindo todo su apoyo y confianza en cada trabajo desarrollado y que han sido una guía todo este tiempo de formación académica.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Ing. Gorky Reyes por toda su colaboración y aporte para el desarrollo de este tema de investigación que ha sido enriquecedor para el conocimiento de las futuras generaciones.

Christian Giovanni

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar en estas líneas mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial al Ing. Gorky Reyes, director de esta investigación, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continúa de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido a lo largo de este tiempo.

Mi gratitud a mi querida Institución la Universidad Internacional del Ecuador, ya que en sus aulas adquirí los conocimientos necesarios para formarme como un buen profesional.

Un agradecimiento muy especial merecen mis padres Jaime Auz y Laura Montenegro quienes siempre han estado a mi lado apoyándome, a mi hermanita quien ha tenido mucha paciencia con todo el apoyo que me ha brindado, a mi novia, una mujer única quien fue una motivación enorme para que yo siga creciendo profesionalmente, a mi tío Carlos Montenegro, que con su apoyo moral y económico pude finalizar este reto, en general a todas las personas que creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis capacidades.

Y sobre todo quiero agradecer a Dios quien me ha guiado en cada paso, para convertir este sueño en realidad.

Santiago Javier

AGRADECIMIENTO

La terminación de este proyecto va con gran agradecimiento a Dios, por sonreírme ante todos mis logros que son el resultado de su ayuda incondicional hacia mí por darme fuerzas para poder culminar mi carrera universitaria.

A mis padres Anita Moreno y José Lisintuña por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, ya que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica, muchas de mis virtudes se los debo a ustedes ya que me formaron con reglas y principios para alcázar mis sueños.

A mis hermanos y demás familia en general por el apoyo que siempre que me brindaron día a día en el transcurso de mi carrera universitaria, quienes con sus palabras de aliento no me dejaron decaer para que sea perseverante y cumpla con mis ideales.

A mi linda esposa Mercedes Soto por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su motivación e inspiración para superarme cada día con su comprensión, cariño y amor lo hemos logrado para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mis compañeros Christian y Santiago, con quienes hemos tenido arduas horas de trabajo, constancia y coraje en este proyecto para poder culminar con éxito.

Jaime Jordano

ÍNDICE DE CONTENIDO

Certificado de autoría

Certificado del director

Dedicatoria

Agradecimiento

Resumen

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO.....	1
2.1. Inyectores Diésel.....	1
2.1.1. Posición del inyector en la culata.....	3
2.1.2. Código de tolerancia de fabricación.....	3
2.2. Síntomas, Causas y Averías más comunes del inyector.....	3
3. MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	4
3.1. Inyector en el vehículo CRDI.....	4
3.1.1 Inyector Bosch.....	4
3.1.2 Inyector Denso.....	5
3.2. Vehículos de prueba	6
3.2.1. Vehículo Japonés Dmax.....	6
3.2.2. Vehículo Europeo Amarok.....	7
3.3. Equipo de ensayo.....	7
3.4. Metodología.....	8
3.5. Procedimiento de mantenimiento de inyectores Bosch y Denso.....	8
4. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	9
4.1. Resultado de entrega de combustible inyector Bosch y Denso a 50.000 km.....	9
4.2. Resultado de entrega de combustible inyector Bosch y Denso a 100.000 km.....	10
4.3. Comparación de entrega en la mantenibilidad a diferente kilometraje.....	11
4.4. Costos de mantenimiento.....	13
5. CONCLUSIONES	13
6. REFERENCIAS.....	14
7. ANEXOS.....	X

ANEXOS INTRODUCCIÓN

Anexo 1	Influencia presión inyección y emisiones	Pág. 1-9
---------	--	----------

ANEXOS MARCO TEÓRICO

Anexo 2	Banco de prueba de inyectores	Pág. 9-20
Anexo 3	Sistema Inyección diésel	Pág. 1-4
Anexo 4	Gestión electrónica diésel	Pág. 2
Anexo 5	Tipos de inyector diésel	Pág. 1
Anexo 6	Inyector diésel	Pág. 1-8
Anexo 7	Inyector ubicación y descripción	Pág. 1
Anexo 8	Common rail diesel fuel system.	Pág. 42-49
Anexo 9	Diseño y construcción banco de pruebas	Pág. 1-33
Anexo 10	Posibles causas y anomalías	Pág. 63-64; 71-75

ANEXOS MATERIALES Y METODOLOGÍA

Anexo 11	Estudio gases contaminantes con vehículos diesel	Pág. 2-6
Anexo 12	Inyectores toberas de inyección Bosch	Pág. 1
Anexo 13	Manual Denso pruebas de inyector	Pág. 1-21
Anexo 14	Parámetro funcionamiento y apriete Bosch	Pág. 20-23
Anexo 15	D-Max Diesel. Descarga ficha técnica 4x4	Pág. 2
Anexo 16	Amarok Pick up	Pág. 1
Anexo 17	Plan de mantenimiento D-máx.	Pág. 2
Anexo 18	Equipo EPS205 Bosch	Pág. 1-3

ANEXOS PROCESO DE ENSAYO

Anexo 18	Prueba de inyectores	Pág. 3-9
----------	----------------------	----------

ESTUDIO DE LA ENTREGA DE CARGA EN INYECTORES CRDI EN PERIODO DE MANTENIBILIDAD

Christian Suntaxi¹, Jaime Lisintuña², Santiago Auz³

¹*Facultad de Ingeniería Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador,
christian_8900@hotmail.com,*

²*Facultad de Ingeniería Mecánica automotriz, Universidad Internacional del Ecuador,
jhordy1206@hotmail.com*

³*Facultad de Ingeniería Mecánica automotriz, Universidad Internacional del Ecuador,
santiagoouz21@hotmail.com*

RESUMEN

En el presente artículo se analizó los períodos de mantenibilidad de los inyectores CRDI, para lo cual se utilizó los inyectores BOSCH y DENSO, que en la actualidad son los más empleados en vehículos de marcas reconocidas a nivel nacional y cuentan con tecnología EURO III. El proceso de comprobación y verificación de las pruebas estáticas se desarrollará en base al kilometraje de 0 a 100.000 km considerando la entrega y retorno de combustible, estas pruebas se realizaron en el banco EPS 205 de la marca BOSCH con los resultados obtenidos se determina el mejor kilometraje para la mantenibilidad del inyector y el declive de rendimiento del inyector si no se programa la mantenibilidad. A partir de los análisis obtenidos se indica que los inyectores tienen un déficit de rendimiento más bajo de lo normal en cuanto a la entrega y retorno de combustible por su recorrido, con esto se debe recalcar que los mantenimientos periódicos se recomienda cada 10.000 km al sistema de inyección así se logra que la vida útil de los inyectores sea más extensa, con esto se evita daños más graves que representa gatos elevados como una reparación o cambio de inyectores.

Palabras claves: Atomización, Presión de combustible, Bosch, Denso, Codificación de inyector.

ABSTRACT

In this article the periods of maintainability of the CRDI injectors were analyzed, for which the BOSCH and DENSO injectors were used, which are currently the most used in vehicles of nationally recognized brands and have EURO III technology. The verification and verification process of the static tests will be developed based on the mileage from 0 to 100,000 km considering the delivery and return of fuel, these tests were performed in the bank EPS 205 of the BOSCH brand with the results obtained is determined the best mileage for injector maintainability and injector performance decline if maintainability is not scheduled. From the obtained analyzes it is indicated that the injectors have a performance deficit lower than normal in terms of the delivery and return of fuel for its route, with this it is necessary to emphasize that the periodic maintenance is recommended every 10,000 km to the system of injection thus it is achieved that the useful life of the injectors is more extensive, this prevents more serious damage that represents high jacks as a repair or change of injectors.

Keywords: Atomization, Fuel pressure, Bosch, Denso, Injector coding.

1.- INTRODUCCIÓN

El contenido de la investigación hace mención al periodo de mantenibilidad tomando en cuenta la presión y entrega a la que trabaja un inyector CRDI, lo que se traduce en un óptimo rendimiento del motor de las diferentes marcas de inyectores más reconocidas a nivel nacional como son Bosch y Denso.

Actualmente el incremento del parque automotriz que incorporan sistemas de inyección electrónica diésel (CRDI) es muy común ver por las carreteras del Ecuador, de tal forma que la evolución de este sistema ha favorecido que el motor diésel sea silencioso y potente.

Realizar mantenimientos periódicos es lo ideal para mantener el sistema en impecable funcionamiento, el cambio de elementos de filtración es el inicio de una mantenibilidad de larga vida que evitará un deterioro prematuro en los inyectores.

Hay que mencionar que los inyectores son elementos muy solicitados, la fricción que genera conjuntamente cuerpo y aguja, fabricados con ajustes muy precisos y hechos expresamente para que trabaje el uno con el otro, han sido fabricadas para que ejecuten presiones muy elevadas de 2000 aperturas por minuto y temperaturas de entre 500°C y 600°C.

En este entorno el proyecto tiene por objetivo cotejar mediante pruebas estáticas los valores de la variación de rendimiento porcentual en sus tres principales etapas: full carga, ralentí, media carga, haciendo relación al kilometraje de recorrido de 0 a 100.000 km y determinar cuál es el kilometraje ideal para realizar una mantenibilidad a los inyectores y documentar que un mantenimiento periódico debe ser de forma continua, de tal manera que se puede realizar un registro donde conste la diferencia de trabajo de los inyectores en

distintas etapas de funcionamiento que estén dentro de las normas especificadas por el fabricante.

2.-MARCO TEÓRICO

2.1.- INYECTOR DIÉSEL

La labor de un inyector es realizar la pulverización del combustible y distribuirlo en la cámara de combustión. Para que esta atomización se ejecute es necesario que el combustible adquiera una velocidad determinada y que la relación longitud-diámetro del orificio tenga un cierto valor.

La figura 1 detalla que de estos factores necesitara la pulverización y el grado de penetración del chorro de combustible, cuanto más alta sea la velocidad, mayor es la pulverización; pero a mayor pulverización corresponde menor penetración, pues las gotas son menos gruesas. [4] [5]

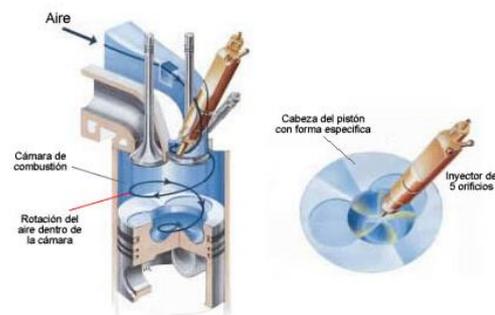


Figura1: Inyección en la Cámara de Combustión.

Fuente: [4]. Sistema de inyección diésel

Por tanto, ante esto, se observa que los inyectores se comportan como electroválvulas capaces de abrirse y cerrarse una infinidad de veces de una forma muy precisa al pulso eléctrico que los acciona, sin fugas ni escapes de carburante. [6].

El inyector utilizado para este artículo es de solenoide o como se le conoce en el medio como de bobina. Estos son uno de los primeros inyectores electrónicos

diésel que se fabricaron, y se denominan de primera generación. [7].

En la figura 2 puede apreciarse los componentes principales del inyector de solenoide: La válvula electromagnética, el porta inyector que incluye cuerpo, racor de alta presión, filtro y muelle de la tobera, formada por cuerpo y aguja. La válvula electromagnética consta de orificios independientes que le servirán para la entrada y salida, y tiene dos posiciones correspondiendo a válvula abierta o cerrada.

La cantidad de combustible inyectado depende del número y diámetro de los orificios de la tobera del tiempo de activación de la electroválvula y de la presión de combustible en el rail.

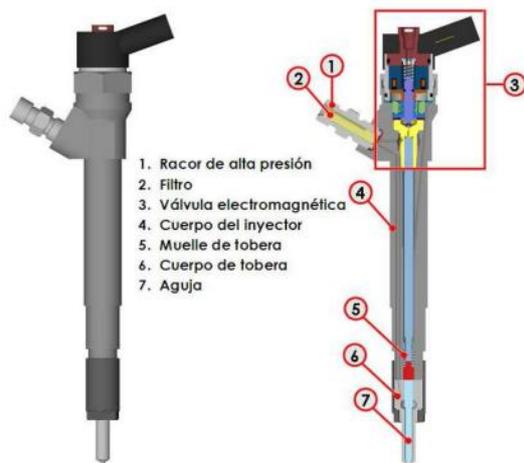


Figura2: Inyección en la Cámara de Combustión.

Fuente: [11] Caracterización hidráulica de un inyector diésel solenoide para motores dual fuel.

Para resolver el problema del ruido excesivo, se introdujo los inyectores de solenoide que funcionan mediante señales electrónicas enviadas por el computador.

La principal utilidad de este sistema es que se puede regular la presión en los inyectores en función de la carga de motor, de una forma muy exacta, con lo

que se alcanza una regulación de caudal óptimo.

La atomización del combustible por parte de un inyector de bobina y la alta presión alcanza un margen de funcionamiento entre 350 a 1200 bares, aumentando el par y por tanto la potencia en todo el rango de revoluciones, de esta manera se reduce el consumo de combustible y la cantidad de emisiones contaminantes. [11].

En la tabla 1 detalla las características principales del inyector de solenoide que demuestra que esta primera generación que lanzó fueron fabricadas para que el trabajo que realicen sean de alta precisión, y mencionar también que son uno de los inyectores que están incorporados en el sistema de inyección de los vehículos europeos y japoneses con sistema Bosch y Denso respectivamente.

Tabla 1: Característica inyector solenoide o bobina

INYECTOR SELENOIDE O BOBINA		
Ira. Generación	Temperatura de trabajo	Pres. de trabajo (BAR)
Electrónico	500-600 °C	350 - 1200

Fuente: [11] Caracterización hidráulica de un inyector diésel solenoide para motores dual fuel.

La forma de descarga en los orificios de la tobera del inyector se llama patrón de atomización, este patrón se determina por características como el número, tamaño, longitud y ángulo de los orificios, así como también por la presión del combustible dentro del inyector.

En la figura 2 se muestran todos los factores influyentes en la forma y longitud de la atomización, la particularidad de un inyector de bobina Bosch o Denso en referencia a su ángulo de inyección está determinada entre 14° a 16° y la tolerancia del orificio del inyector es de 0.004 mm.

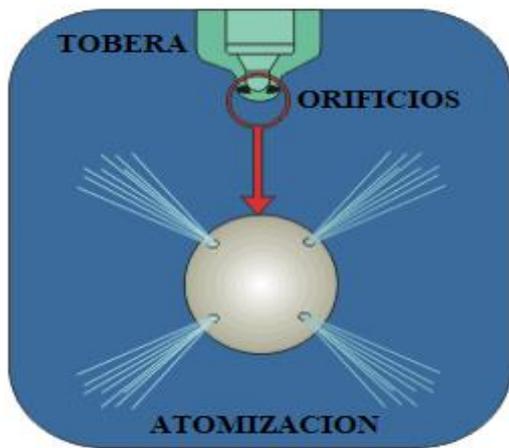


Figura 3: Atomización y tobera de orificio múltiple.

Fuente: [7] Inyectores Diésel.

2.1.1.- POSICIÓN DEL INYECTOR EN LA CULATA

Los inyectores se encuentran ubicados en la cabeza del cilindro (culata) a 90° tal como se observa en la figura 4 están formados de dos partes de alta precisión: cuerpo y aguja, las cuales poseen arandelas de cobre 1.20 a 1.70 mm que permiten una mayor transferencia de calor con el combustible. La sujeción del inyector consta de un perno y seguro de acero de alta calidad, su ajuste varía dependiendo de la marca (30N.m Bosch y 40N.m Denso).



Figura 4: Ubicación inyector en la culata

Fuente: [8] Inyector ubicación y descripción

2.1.2.- CÓDIGO DE TOLERANCIA DE FABRICACIÓN.

Durante la fabricación cada inyector tiene su código de calibración en la parte superior de la bobina, las mismas que están conformadas por 10 dígitos para Bosch y 30 dígitos alfanuméricos para Denso. Estos códigos son de suma importancia ya que servirán para programar al inyector y que su funcionamiento cumpla los estándares de fabricación. En la figura 5 se detalla lo antes mencionado.

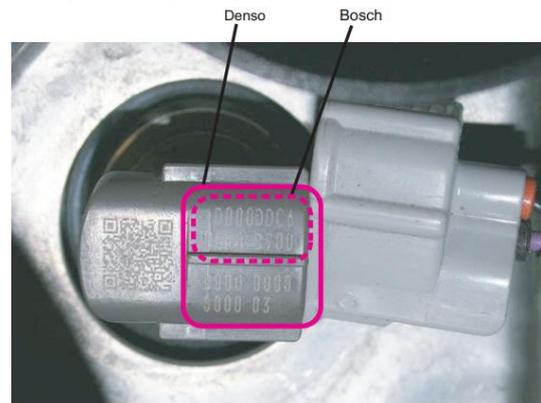


Figura 5: Código del inyector Bosch y Denso

Fuente: [9] Common rail diésel fuel system

2.3.- SÍNTOMAS, CAUSAS Y AVERÍAS MAS COMUNES DEL INYECTOR

En esta sección se muestra las diferentes anomalías que puede presentar un inyector CRDI en sus distintos estados de funcionamiento.

Para evaluar estas variables hay que denotar que el rendimiento de los inyectores también se vincula con síntomas, causas y averías más comunes como se describe en la tabla 4, mediante test rigurosos de manejo se podrá determinar la fuente del problema al que se dará la solución según su síntoma.

Tabla 4: Síntomas y Causas comunes del inyector CRDI

SÍNTOMAS EN EL VEHÍCULO	POSIBLES CAUSAS
Perdida de rendimiento, inestabilidad, ruido, humo	Suciedad en la válvula Corrosión de la válvula Aguja atascada por contaminación Filtro tapado Bobina defectuosa, circuito abierto Avería de conector
Excesivo régimen del motor	Vástago de válvula roto Válvula abierta Muelle de válvula roto (corrosión)
Humo, ralentí inestable	Orificios internos Obstruidos Fugas en la superficie de presión Desgaste en la aguja
Perdida de potencia, dificultad de arranque	Orificios internos obstruidos Depósito de carbonilla Corrosión Excesiva temperatura en la tobera

Fuente: [16] [18] Manual Bosch-Denso

Las averías más frecuentes son ocasionadas por la mala calidad de combustible o la falta de mantenimientos periódicos, conforme a la tabla 5 el conjunto de tobera, válvula y el cuerpo del inyector son desperfectos que desembocan a una cadena de daños internos en el inyector, dependiendo del deterioro se resolverá en una reparación o cambio total.

Tabla 5: Averías comunes del inyector CRDI

AVERÍAS EN EL INYECTOR		
CONJUNTO	PIEZA	TOBERA
Conjunto de la tobera	Aguja	Partículas en ranura de alimentación Rebabas de material Danos en el cono de la aguja Restos de corrosión Muelle roto Orificios de inyección bloqueados
Válvula	Cuerpo de válvula	Restos de fugas Asientos rayados Contaminación del canal de partículas en el vástago
Cuerpo de inyector	Cuerpo	Superficie de presión rayada Rebaba Canal de retorno defectuoso

Fuente: Fuente: [16] [18] Manual Bosch-Denso

Como precaución se recomienda no usar aditivos que se desconoce qué efecto puede causar en el sistema de alimentación y lo que siempre se recalca el cambio de filtros en el kilometraje indicado eso alargaría el cambio de inyectores por corrosión excesiva.

3.- MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1.- INYECTOR CRDI EN EL VEHÍCULO

Actualmente existen mayores exigencias en términos de ruido, economía y desempeño para los motores diésel, es así que Bosch y Denso con sus inyectores de solenoide o bobina adaptado a un motor, contribuyen una óptima combustión. En el siguiente apartado se referirá al desempeño del inyector marca Bosch y Denso. [11]

3.1.1- INYECTOR BOSCH

El inyector Bosch además de mantener la tobera en el cilindro, también se encarga de conducir el combustible de la cañería hasta la tobera, permitiendo la inyección.

Hay que destacar que los fabricantes pensando en la posibilidad de una reparación de un inyector suministran juegos de reparación de los componentes de más desgaste de los porta toberas. [11]

Las toberas son componentes de extremada precisión, responsables de pulverizar finamente el combustible en la cámara de combustión del motor, las mismas que deben inyectar el carburante bajo presiones y temperaturas elevadas, todo para que se obtenga la mayor potencia posible. En la tabla 2, se observa los parámetros del inyector Bosch que están en funcionamiento al 100%, la presión, el pulso de inyección, la entrega de combustible y el retorno en cada estado respectivamente.

Uno de los temas que más resalta del cuadro es la entrega de combustible ya que estos valores hacen la diferencia de otras marcas de inyector por sus elevadas presiones para las que fueron fabricados, de esta forma se puede tomar como base o referencia los valores para realizar comparaciones con inyectores que su funcionamiento sea a diferente kilometraje.

Tabla 2: Parámetros de funcionamiento inyector (Bosch)

INYECTOR BOSCH 0445110320 (EUROPEO)				
ESTADO	PRESIÓN (BAR)	PULSO DE INYECCIÓN	ENTREGA ML/ST	RETORNO ML/ST
ARRANQUE (8-12)	150	1000	10	0
RALENTÍ (4-6)	500	750	4,5	0
MEDIA CARGA (25-30)	1200	800	27,5	0
FULL CARGA (40-50)	1800	1000	46	12
PRE INYECCIÓN (2-7)	800	500	4	0
FUGA ESTÁTICA (0)	1800	0	0	0
INDT. (2,5-4,5) OHM	0	3,2	3	0

Fuente: [18] Manual inyector CRDI Bosch

Las toberas Bosch tiene una nomenclatura alfanumérica (DLLA 143P1696). La figura 6 muestra las características particulares como son: DLLA: Inyector de orificio de ranura larga fijo 143:14,3Angulo de inyección, P1696: Presión máx. de Apertura.



Figura 6: Nomenclatura tobera Bosch

Fuente: [10] Inyectores toberas de inyección Bosch.

3.1.2- INYECTOR DENSO

El inyector denso puso en marcha un sistema de riel común aproximadamente de 2500 bares siendo esta la presión más alta de la industria y nueve inyecciones múltiples por ciclo con gran exactitud.

Este inyector se controla prácticamente por una válvula de dos vías y un orificio, esta válvula gobierna la presión en la cámara de control, para regular de principio a fin la inyección.

El pistón de mando habrá y cierra la válvula el momento de conducir la presión del combustible de la cámara de control a la aguja de la tobera, es ahí cuando se habré la válvula de la aguja de la tobera se produce la pulverización.

En la tabla 3 detallas los valores del inyector Denso, de la misma manera que la tabla 3 se muestra la diferencia de datos o parámetros de funcionamiento en condición nuevas de trabajo sus propios datos de calibración saltan a la vista que la entrega de combustible hay variantes respecto al anterior, lo que nos deja entender que cada fabricante desarrolla los valores para que el inyector trabaje según la necesidad que requiera.

Tabla 3: Parámetros de funcionamiento inyector (Denso)

INYECTOR DENSO 09500-6980 (JAPONÉS)				
ESTADO	PRESIÓN (BAR)	PULSO DE INYECCIÓN	ENTREGA ML/ST	RETORNO ML/ST
ARRANQUE (8-12)	150	1000	10	0
RALENTÍ (3-5)	400	750	3,5	0
MEDIA CARGA (20-25)	1000	800	22,5	0
FULL CARGA (35-45)	1600	1000	41	12
PRE INYECCIÓN (2-7)	600	500	4	0
FUGA ESTÁTICA (0)	1600	0	0	0
INDT. (2,5-4,5)OHM	0	3,2	3	0

Fuente: Fuente: [16] Manual Bosch-Denso

Hay que indicar que para los dos casos de las tablas en mención los datos de calibración son de inyectores totalmente

nuevos sin ningún tipo de alteración de fábrica.

En la figura 7 la tobera Denso con su nomenclatura (DLLA158P844) detalla su singularidad de sus datos que son: DLLA: Inyector de orificio de ranura larga fijo 158: 15,8 Angulo de inyección, P844: Presión máx. de Apertura.



Figura 7: Tobera inyector Denso.

Fuente: [11] Diseño y construcción mecánica de un banco para la comprobación de inyectores diésel: Denso.

Más adelante se realizará comparaciones de valores de inyectores con deficiencia para desarrollar su trabajo de entrega de combustible.

3.2.- VEHÍCULOS DE PRUEBA

Para este estudio se utilizará los vehículos japoneses (Denso) y europeo (Bosch) que incorporan sistema de inyección CRDI, ya que estos vehículos indican mayores defectos en su sistema de inyección electrónica por efecto del combustible, otro factor por el cual se incluye estos modelos en el artículo es porque hay un índice grande de ventas en el Ecuador, y una alta posibilidad de realizar trabajos de calibración o reparación de inyectores.

Hay que entender que si se realiza una mantenibilidad periódica de los inyectores se apunta a concientizar al propietario del vehículo a ser más cuidadoso con el sistema de inyección y

evitar contaminación y gastos excesivos a futuro. [13] [14]

En la figura 8 observamos la partición del número de vehículos vendidos por marca los que corresponden a autos europeos y japones.

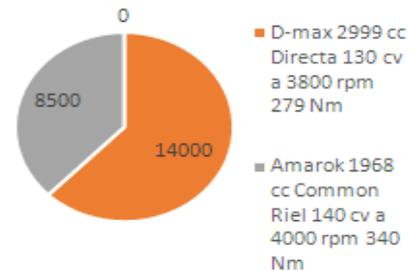


Figura8: Unidades vendidas en Ecuador

Fuente: [12] Estudio de las emisiones de gases contaminantes con vehículos diésel utilizando aditivos locales

3.2.1- VEHÍCULO JAPONÉS D-MAX

En la figura 9 la camioneta japonesa cuenta con un potente motor Isuzu 3.0 con un sistema CRDI Denso con tecnología Euro 3 su eficiente consumo de combustible la convierte en un excelente vehículo de trabajo. Al poseer un motor a diésel en condiciones ideales puede llegar a 56 kilómetros por galón, lo que equivale a 1.000 kilómetros con una sola tanqueada de un valor 20 USD. En la tabla 6 se detalla los datos técnicos más importantes del vehículo.

Tabla 6: Características Chevrolet D-max

MOTOR	3.0L DIÉSEL CRDI, TM
Alimentación	CRDI
Desplazamiento (c.c.)	2999
No Cilindros	4 en línea
No Válvulas	16
Potencia Neta (HP a rpm)	134 a 3600
Relación Compresión	18.3:1
Torque Neto (Nm a rpm)	294 a 1400-3000

Fuente: [13] D-Max Diesel



Figura 9: Vehículo Japonés.

Fuente: [13] D-Max Diesel

3.2.2.- VEHÍCULO EUROPEO AMAROK

La Pickup europea de la figura 10 posee los más altos estándares en términos de economía de combustible, facilidad de uso, lo cual concede múltiples ventajas frente a sus competidoras cuenta con un motor a diésel de 2,0 litros, y cuenta con tecnología Euro 3 los datos técnicos se describen en la siguiente tabla 7.

Tabla 7: Características Volkswagen Amarok

MOTOR	TDI 2.0L BI-TURBO
Alimentación	CRDI
Desplazamiento c.c.	1967
No cilindros	4
No Válvulas	16
Potencia Neta (HP a rpm)	180 a 3500
Relación de Compresión	18:01
Torque Neto (Nm a rpm)	420 a 1750

Fuente: [14] Amarok Pick up



Figura 10: Vehículo Europeo

Fuente: [14] Amarok Pick up

3.3.- EQUIPO DE ENSAYO

Para cotejar los datos de funcionamiento se utilizó el banco de pruebas EPS 205 de Bosch, como se indica en la figura 11 el mismo que puede realizar la verificación de distintos tipos de inyectores CRDI, de versiones europeas y japonesas que están en circulación por las carretas del Ecuador.



Figura 11: Banco de prueba EPS 205

Fuente: [19] Equipo EPS 205 Bosch

Hay que mencionar que el equipo trabaja con altas presiones por lo que es necesario equipo de protección personal para poder realizar la pruebas, los rangos de trabajo del equipo se los describe en la siguiente tabla 8.

Tabla 8: Parámetros de funcionamiento de equipo de prueba

DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
Pruebas de alta presión	100 a 1800 Bares
Potencia nominal	4,2 KW
Temperatura de servicio	5°C - 40°C*
Presión de aceite	180 MPa
Cañerías de alta presión	6mm
Lubricante	ISO- 9113
Simulador sistemas crdi	Bosch, Denso, Delphi
Número de revoluciones máximo	3500 rpm

Fuente: [19] Equipo EPS 205 Bosch

El proceso es totalmente automático se lo realiza individualmente a cada inyector,

la sujeción es rápida y sencilla donde únicamente con conectarlos al equipo de diagnóstico y colocar el software correcto según la marca y el código del inyector, las pruebas se las realiza en condiciones reales de funcionamiento mediante la generación de presión de hasta 1800 bar a través de la bomba de alta presión Common-rail integrada.

El equipo realiza pruebas de trabajo y operación eficiente, en relanti y plena carga midiendo los volúmenes de caudal de inyección o entrega y el retorno de combustible. Hay que tomar en cuenta que dependiendo del fallo que presenta el inyector el técnico podrá emitir su criterio de diagnóstico.

Las pruebas que se ejecutan generalmente con cinco tipos, de estanqueidad (Leak Test), Plena carga (VL), Punto de emisiones (EM), Ralentí (LL), Preinyección. [22]

3.4.-METODOLOGÍA

En el artículo se analiza cómo se debe efectuar un correcto manteniendo a los inyectores CRDI, empleando los procedimientos establecidos por las marcas Bosch y Denso.

Para realizar una evaluación correcta a un inyector CRDI se necesita tener un alto conocimiento adquirido así como el espacio físico adecuado, y el perfecto manejo de herramientas de precisión.

Lo primero que se tiene que hacer es descartar cualquier problema que pueda tener en todo el sistema de alta presión, se debe descartar un código de falla mediante un escáner, para descartar cualquier tipo de falla eléctricas en sensores o ECU.

De igual forma hay que observar la llegada de combustible a la bomba de alta presión, descartando problemas de filtros

obstruidos o bomba de transferencia en mal estado, la que suele ir en el depósito. En la figura 12 hace menciona los pasos de una inspección, a seguir ya que cada uno de estos requerimientos se debe cumplir en su totalidad para obtener datos de las posibles soluciones que servirán para el trascurso de la ejecución de la mantenibilidad de un inyector.

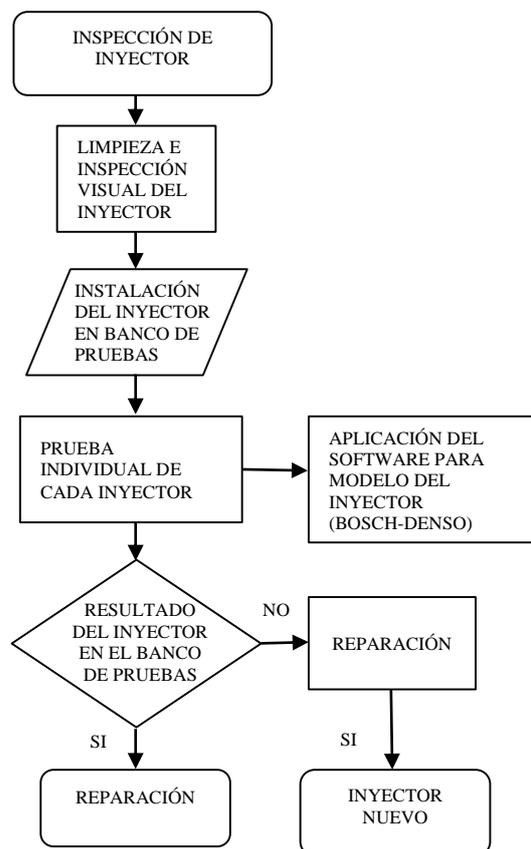


Figura 12: Inspección de inyector (BOSCH – DENSO)

Fuente: [16] [18] Manual Bosch-Denso

3.5.- PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE INYECTORES BOSCH Y DENSO

Si se busca alargar la vida útil de los inyectores y los componentes internos de la bomba de alta presión debemos verificar que el combustible que fluye por ellos sea limpio y de máxima calidad, pero en el Ecuador es casi imposible porque el Diesel no cumple estándares como en otras regiones del mundo.

En Ecuador los fabricantes recomiendan los mantenimientos o cambios de filtros cada 10.000 Km, a continuación, se describe en la tabla 9 el mantenimiento preventivo al sistema de alimentación CRDI, es aplicable para las dos marcas tanto como para el europeo y japonés.

Tabla 9: Actividades que se realizan en el Mantenimiento

MANTENIMIENTOS PERIODICOS	10.000 km	20.000 km	30.000 km	40.000 km	50.000 km	60.000 km	70.000 km	80.000 km	90.000 km	100.000 km
Cambio de filtro de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio de filtro decantador	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Purga sistema de alimentación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza de inyectores					X					X
Revisión y control de cañerías y abrazaderas del sistema de alimentación					X					X

Fuente: [16] Plan de mantenimiento

El cambio de filtros es fundamental, en el mercado existen gran cantidad de repuestos originales y genéricos estos no cumplen ni siquiera los requerimientos mínimos de retención de partículas, por esta causa siempre se recomienda equipo original ya que sus componentes filtrantes tienen una retención de partículas de 2 a 3 micras con esto se logra un mejor rendimiento y protección para el sistema de inyección.

Los mantenimientos periódicos que se realizan en los vehículos son repetitivos según el kilometraje a excepción de los mantenimientos de 50.000 y 100.000 km ya que aquí es donde se realiza la limpieza y revisión en el banco de pruebas, como se muestra en la figura 13.



Figura 13: Banco de prueba EPS 205

Fuente: [20] Equipo EPS 205 Bosch

Se coloca el tipo de inyector, modelo (BOSCH y DENSO), y su respectivo código o serie una vez instalado todos los datos en el equipo nos guía directamente hacia el test de limpieza, lo cual demora de 30 min por cada inyector, la limpieza comienza con presiones bajas de 300 bar hasta llegar entre 800 a 1000 bares, una vez concluida la limpieza se verificará mediante un nuevo test si el inyector necesita una calibración o reparación completa.

4.- RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1.- RESULTADO DE ENTREGA DE COMBUSTIBLE INYECTOR BOSCH Y DENSO A 50.000 Km

En la tabla 10 se observa que existe una deficiencia de entrega de combustible en el inyector Denso y Bosch, aplicado a vehículos Europeo y Japonés con sistemas CRDI, por desgaste de la aguja de la tobera cambiando la atomización de inyección por un taponamiento de los orificios de salida de combustible con un kilometraje recorrido de 50.000 km, como consecuencia se observa que los vehículos presentan una pérdida de potencia leve, procediendo hacer un diagnóstico de inyección para observar los resultados en todas sus pruebas en el banco EPS-205.

Con estos resultados de inyección lo correcto es realizar un mantenimiento parcial en donde se reemplazará la aguja de pulverización o tobera y sellos de estanqueidad para recuperar la presión y entrega adecuada del inyector tal como muestra la figura 14.

Tabla 10: Parámetros de funcionamiento del inyector Bosch y Denso a los 50.000 Km

VEHICULO EUROPEO - INYECTOR BOSCH 0445110320 A 50.000 Km					
ESTADO	PRESION (BAR)	PULSO INY (STROCKS)	ENTREGA ML/ST	RETORNO ML/ST (0-30)	TEMP. C
ARRANQUE (8-12)	150	1000	<u>7</u>	<u>0</u>	15
RALENTI (4-6)	500	750	<u>3,8</u>	<u>0</u>	35
MEDIA CARGA (25-30)	1200	800	<u>23</u>	<u>0</u>	60
FUL CARGA (40-50)	1800	1000	<u>38</u>	<u>25</u>	90
PRE INYECCION (2-7)	800	500	<u>8</u>	<u>0</u>	60
FUGA ESTATICA (0)	1800	0	<u>0</u>	<u>0</u>	60
INDT. (2,5-4,5)OHM	0	3,2	<u>3</u>	<u>0</u>	10
VEHICULO JAPONES - INYECTOR DENSO 09500-5478 A 50.000 Km					
ESTADO	PRESION (BAR)	PULSO INY (STROCKS)	ENTREGA ML/ST	RETORNO ML/ST (0-20)	TEMP. C
ARRANQUE (8-12)	150	1000	<u>7</u>	<u>0</u>	15
RALENTI (3-5)	400	750	<u>3,8</u>	<u>0</u>	35
MEDIA CARGA (20-25)	1000	800	<u>19</u>	<u>0</u>	60
FUL CARGA (35-45)	1600	1000	<u>32</u>	<u>25</u>	90
PRE INYECCION (2-7)	600	500	<u>8</u>	<u>0</u>	60
FUGA ESTATICA (0)	1600	0	<u>0</u>	<u>0</u>	60
INDT. (2,5-4,5)OHM	0	3,2	<u>3</u>	<u>0</u>	10

Fuente: [16] [18] Manual Bosch-Denso



Figura 14: Pieza de sustitución a los 50.000 Km

Fuente: [16] [18] Manual Bosch-Denso

4.2.- RESULTADO DE ENTREGA DE COMBUSTIBLE INYECTOR BOSCH Y DENSO A 100.000 Km

De la misma forma que en la anterior reparación, es necesario de una comprobación del inyector en el banco EPS-205, para determinar qué tan

defectuoso se encuentra el mismo, ya que como antecedente existe una deficiencia de rendimiento en el vehículo con síntomas claros como pérdida de potencia exceso de humo negro, azul y dificultad de encendido.

Con estos resultados de inyección es necesario realizar una reparación completa del inyector, para esto se reemplaza elementos como válvula del inyector, kit de la tobera completo, sellos, esfera de asentamiento y disco intermedio, con esto se garantiza un mejor rendimiento y desempeño del inyector. En la figura 15 se observa los elementos de reemplazo.

Tabla 13: Valores comparativos del Inyector Bosch y Denso a los 100.000 Km.

VEHICULO EUROPEO - INYECTOR BOSCH 0445110320 A 100.000 Km					
ESTADO	PRESION (BAR)	PULSO INY (STROCKS)	ENTREGA ML/ST	RETORNO ML/ST (0-30)	TEMP. C
ARRANQUE (8-12)	150	1000	<u>2,14</u>	<u>0</u>	15
RALENTI (4-6)	500	750	<u>8,01</u>	<u>0</u>	35
MEDIA CARGA (25-30)	1200	800	<u>48,04</u>	<u>0</u>	60
FUL CARGA (40-50)	1800	1000	<u>30</u>	<u>70</u>	90
PRE INYECCION (2-7)	800	500	<u>19,22</u>	<u>0</u>	60
FUGA ESTATICA (0)	1800	0	<u>0</u>	<u>0</u>	60
INDT. (2,5-4,5)OHM	0	3,2	<u>3,2</u>	<u>0</u>	10
VEHICULO JAPONES - INYECTOR DENSO 09500-5478 A 100.000 Km					
ESTADO	PRESION (BAR)	PULSO INY (STROCKS)	ENTREGA ML/ST	RETORNO ML/ST (0-20)	TEMP. C
ARRANQUE (8-12)	150	1000	<u>0</u>	<u>0</u>	15
RALENTI (3-5)	400	750	<u>6,3</u>	<u>0</u>	35
MEDIA CARGA (20-25)	1000	800	<u>19,95</u>	<u>0</u>	60
FUL CARGA (35-45)	1600	1000	<u>21</u>	<u>50</u>	90
PRE INYECCION (2-7)	600	500	<u>14,7</u>	<u>0</u>	60
FUGA ESTATICA (0)	1600	0	<u>0</u>	<u>0</u>	60
INDT. (2,5-4,5)OHM	0	3,2	<u>1,19</u>	<u>0</u>	10

Fuente: [16] [18] Manual Bosch-Denso



Figura 15: Pieza de cambio a los 100.000 Km
Fuente: [16] [18] Manual Bosch-Denso

4.3.- COMPARACIÓN DE ENTREGA EN LA MANTENIBILIDAD A DIFERENTE KILOMETRAJE

A continuación, se realiza la comparación de entrega de combustible del inyector Bosch y Denso, de los diferentes kilometrajes.

En la figura 16 se observa la diferencia porcentual de un inyector totalmente nuevo a los 0 Km. Donde los principales parámetros son la entrega 46 y 41 (ml/st) y retorno 12 y 12 (ml/st) que trabajan al 100% que corresponde a Bosch y Denso respectivamente.

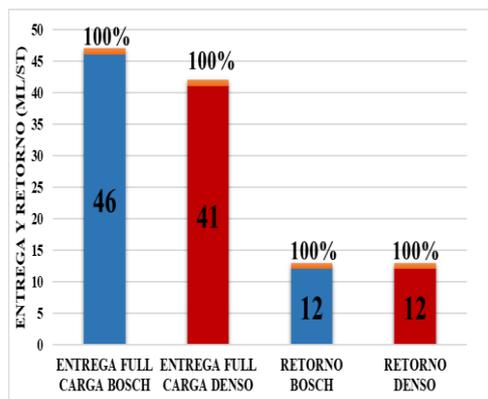


Figura 16: Parámetro principal de funcionamiento 0 Km

Fuente: [16] [18] Manual Bosch-Denso

En este caso la figura 17 analizamos la diferencia de entregas a los 50.000 Km, donde se observa la variación en su rendimiento, hay que mencionar que si el

retorno se mantiene entre 75% a 100% es aceptable para su marcha, mientras que el retorno incrementa de 12 a 25 (ml/st) baja su porcentaje de funcionamiento a 48%. En base a estos datos se deduce que hay una alteración de un 17% Bosch y 22% Denso en su entrega.

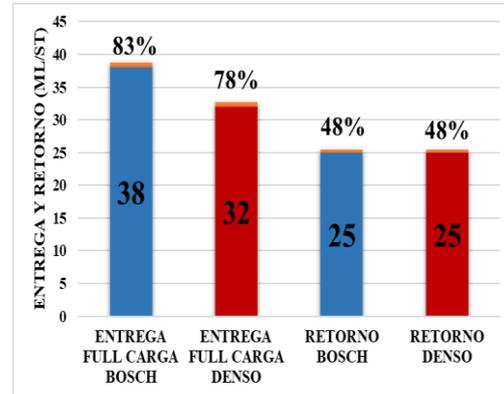


Figura 17: Parámetro principal de funcionamiento 50.000 Km

Fuente: [16] [18] Manual Bosch-Denso

Para la figura 18 donde los parámetros de funcionamiento a los 100.000 Km, se observa una gran alteración en sus datos estadísticos, para el caso de la entrega existe un 40% Bosch y 50% Denso de deficiencia y su retorno una desigualdad de 58 y 38 (ml/st) Bosch y Denso con respecto a la figura 18. Según esta información el inyector prácticamente se tendrá que realizar una reparación.

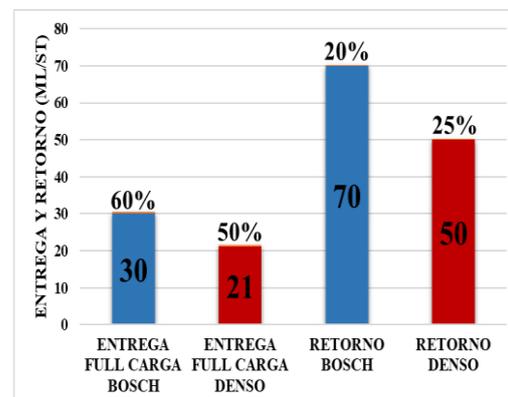


Figura 18: Parámetro principal de funcionamiento 100.000 Km

Fuente: [16] [18] Manual Bosch-Denso

Para realizar una reparación se toma en cuenta el proceso a seguir para el despiece basándose en el manual apropiado de la marca y la utilización de las herramientas de precisión, tomar muy en cuenta que no se debe intercambiar partes internas del inyector ya que influye al momento de una calibración o reparación, de preferencia utilizar piezas originales para un rendimiento óptimo del inyector cumpliendo el detalle de la figura 19.

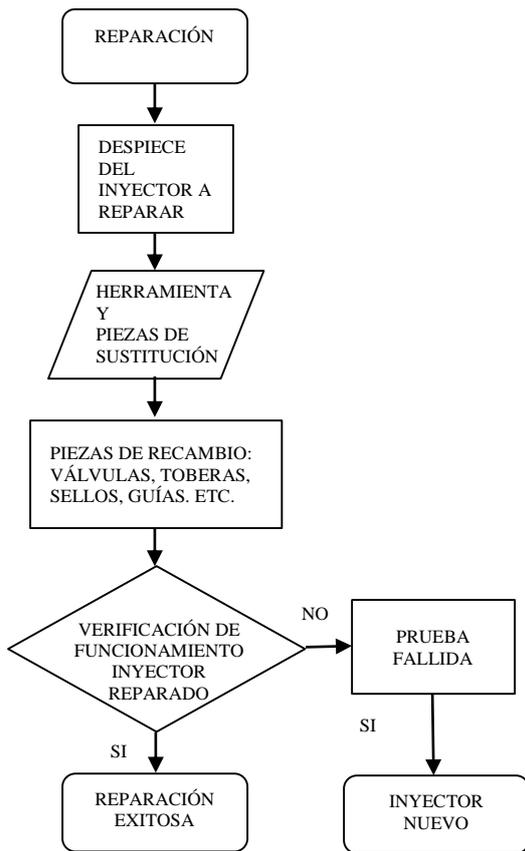


Figura 19: Reparación de inyector (BOSCH – DENSO)

Fuente: [16] [18] Manual Bosch-Denso

Una vez cumplido con el procedimiento de restauración a cabalidad, se verifican los patrones de funcionamiento los mismos que están muy cercanos a los valores que el fabricante específico, según la marca (Bosch, Denso).

En la figura 20 señala las desigualdades de comportamiento en las diferentes etapas de entrega de combustible del

inyector Bosch, para este análisis el resultado da a notar que el inyector a 50.000 Km trabaja con un promedio del 63% con respecto a los 0 Km en cada etapa de entrega de combustible, y con un inyector a los 100.000 Km un promedio del 32%, con referencia al inyector a los 0 Km. De tal forma que demuestra que el porcentaje de deficiencia es alto a los 100.000 Km y la reparación puede ser una de las alternativas. Todo esto por efecto de la mala calidad de combustible diésel y el no realizar mantenimientos preventivos que acortan el buen desempeño del motor.

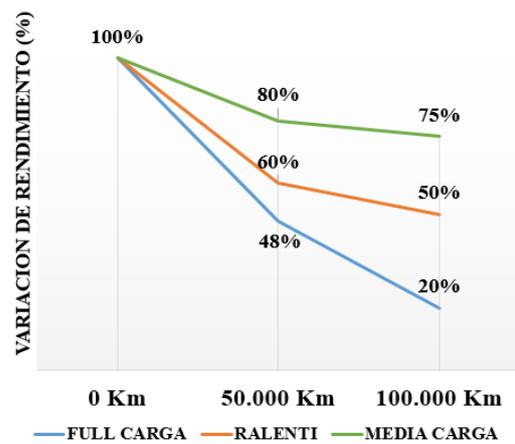


Figura20: Variación de rendimiento Bosch
Fuente: [16] [18] Manual Bosch-Denso

Para la figura 21 el análisis del inyector Denso corresponde un promedio de 54% a los 50.000 Km y 39% a los 100.000 Km haciendo referencia a 0 Km, lo que denota que se llega a las mismas condiciones a los 100.000 Km la reparación del inyector.

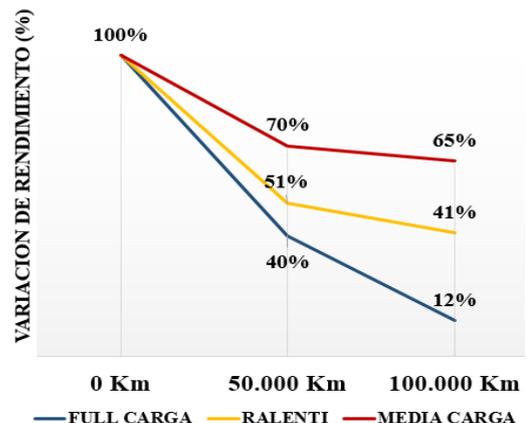


Figura21: Variación de rendimiento Denso
Fuente: [16] [18] Manual Bosch-Denso

4.4.- COSTOS DE MANTENIMIENTO

La avería de un inyector diésel para muchos es un dolor de cabeza e incluso en ocasiones para el mismo técnico, es un componente vital para estos vehículos cuya reparación puede resultar muy costosa, superior incluso a un inyector nuevo.

En la figura 22 muestra los costos de reparación versus los costos de reemplazo nuevo de un inyector CRDI se nota que la sustitución de un inyector nuevo alcanza un valor de hasta \$450 y una reparación integra \$300. Entre comprar un inyector nuevo y la reparación hay una diferencia de \$ 150 más la calibración que tiene un consto de \$80 dará un total de \$230.

Indudablemente una reparación seria la opción más recomendable, siempre y cuando el técnico diagnostique que la reconstrucción es factible.

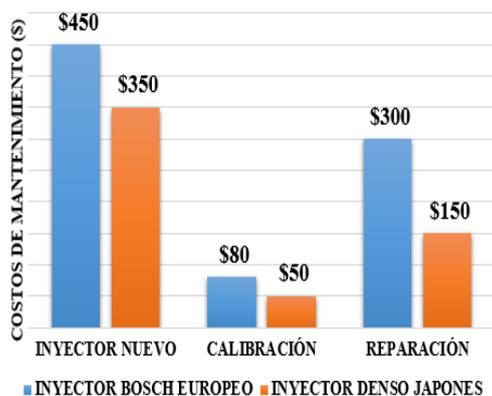


Figura 22: Costo mantenimiento inyector Bosch-Denso

Fuente: Autores del artículo

5.- CONCLUSIONES

- La oportunidad de realizar la investigación se originó por la gran demanda de vehículos con sistema de inyección CRDI que se encontraron en talleres especializados Diésel. Se identificó que la mayor dificultad era en el inyector, lo que generaba diferentes tipos de anomalías.

- Al desarrollar el presente artículo se identificó que uno de los principales problemas para el deterioro de los inyectores es el combustible diésel por su alto contenido de azufre y los periodos largos de sustitución de elementos filtrantes, por ello se sugiere el cambio de filtros cada 10.000 km con esto se espera que, al llegar a su mantenibilidad programada, no tenga fallos graves en el sistema de inyección y no llegar a casos extremos como una reparación de los inyectores.
- Tanto el inyector Bosch como el Denso se basa su funcionamiento en la alta presión, es por eso que se sugiere que el mejor kilometraje para la mantenibilidad del inyector es a los 50.000 km, donde su diagnóstico básicamente será una calibración que en costos es de \$80 a \$50 según la marca del inyector, el cambio consta de la tobera y sello de estanqueidad, esto ayudara a recuperar su presión y su rendimiento en un 30 %, la misma que es favorable para la mantenibilidad a los 100.000 km, que por temas de costo se traduce en ahorro.
- Las pruebas realizadas recolecto información objetiva el cual demostró que al llegar a los 100.000 km sin antes haber realizado previos mantenimientos hay un declive de rendimiento de los inyectores en los periodos de entrega de combustible que son: full carga, ralentí y media carga, lo que indica un rendimiento muy bajo con un promedio del 23 % por exceso de retorno y una disminución de entrega del 55 %, con estos datos la reparación o adquisición de un inyector nuevo son las únicas opciones lo que se convierte en costos bastante elevados.

6.- REFERENCIAS

- [1] Zeballos. R. Influencia presión inyección y emisiones. Bolivia.2015. pp 1-9 Obtenido de: <http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S1729-75322015000100003&script=sciarttext&tlng=es>
- [2] Arellano H. Banco de prueba de inyectores. Ecuador. 2015. pp 10-29 Obtenido de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4045>
- [3] Manuel Alonso Pérez. Técnicas del automóvil Motores. Madrid España.2005, pp 465.
- [4] Revista tecnológica. Sistema Inyección Diésel. 2011. Obtenido de: pp 1-4 http://www.aficionadosalamecanica.net/gestion_electronica_diesel.htm
- [5] Gonzales. M. Gestión electrónica diésel. 2009. pp 2 Obtenido de: <http://blogdeautomoviles.com/common-rail-un-poco-de-historia/>
- [6] Borja García G. Caracterización hidráulica de un inyector diésel solenoide para motores dual fuel. 2014. Obtenido de: <http://www.grupopedia.com/vida-y-estilo/autos/tipos-de-inyectores-de-combustible-diesel/>
- [7] Albeiro Buitrago. Inyectores Diésel. 2008. pp 1-8 Obtenido de: http://albeirobuitrago.blogspot.com/2008/08/inyectores_12.html
- [8] Enciclopedia Wikipedia. Inyector ubicación y descripción 2018. pp 1 Obtenido de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Inyector_\(motor\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Inyector_(motor))
- [9] AK Training. Common rail diesel fuel system. 2015. Obtenido de: https://www.slideshare.net/amgadradhihadi/common-rail-diesel-fuel-systems?next_slideshow=1
- [10] ERIKC. Inyectores toberas de inyección Bosch. Obtenido de: <http://spanish.erikc-commonrail.com/sale-8862737-bosch-tobe.html>
- [11] Salinas Carbajal, Diego Andrés. Espe 2013. pp. 1-33 Diseño y construcción mecánica de un banco para la comprobación de inyectores diésel: Denso, Delphi y Bosch del sistema CRDI. Obtenido de: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/7217>
- [12] Vargas H, Kevin A. Estudio de las emisiones de gases contaminantes con vehículos diesel utilizando aditivos locales 2017. pp.2-6 Obtenido de: <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1883>
- [13] Proauto Chevrolet. D-Max Diesel. Descarga ficha técnica 4x4 2018. pp.2 Obtenido de: <https://proautochevrolet.com.ec/modelos/chevrolet-dmax-diesel-cabina-doble>
- [14] Volkswagen Cepsa. Amarok Pickup 2018. Obtenido de: <http://www.vw-cepsa.com.ec/index.php/modelos-cepsa/amarok>
- [15] Find new roads Chebrolet. Plan de mantenimiento D-max. 2018. pp 2 Obtenido de:

http://www.academia.edu/9315491/El_Plan_de_Mantenimiento_D-Max

http://www.academia.edu/14374466/PRUEBAS_DE_INYECTORES

- [16] Diesel All Makes manual Denso. Pruebas de inyector. 2012, pp 1-21. Importación directa de repuestos para sistemas de inyección diésel. Talleres en el norte de Quito
- [17] González. G Manual Bosch. Solución de diagnóstico inyectores Bosch. Brasil. 2013, pp 5. Obtenido de:
[http://www.boschautopartes.mx/BAP_Technical_Resources%2FDiesel%2FFolleto%20Inyectores%20Diesel%202013%20\(LR\).pdf](http://www.boschautopartes.mx/BAP_Technical_Resources%2FDiesel%2FFolleto%20Inyectores%20Diesel%202013%20(LR).pdf)
- [18] Manual Bosch. Parámetro funcionamiento y apriete Bosch 2017, pp 20-23. Obtenido de: Centro de capacitación; Asistencia técnica Diesel All Makes. Talleres en el norte de Quito.
- [19] Manual Bosch automotive. Equipo EPS205 Robert Bosch . 2012, pp 1-3. Obtenido de:
http://es-ww.bosch-automotive.com/es/internet/ww/products_workshopworld/testing_equipment_products/diesel_system_testing_testingequipment_products/eps_200/eps_205_dieselsystem_testingequipment_products_workshopworld.html
- [22] Manual Siemens. Posibles causas y anomalías.2013, pp 63-75. Obtenido de:
<http://automotrizenvideo.com/wp-content/sp-resources/forum-file-uploads/lisandro/2014/10/Gestion.pdf>
- [21] Revista tecnológica. Prueba de inyectores 2011, pp 1-3. Obtenido de: