



ING. AUTOMOTRIZ

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

AUTORES:

David Guillermo Toapanta Serrano

David Alexander Vizquete Freire

TUTOR:

Ing. Guanuche Larco Denny Javier

**Estudio de la opacidad en un motor WL-C CRDI, en
relación con la variación del caudal de descarga en
preinyección a 2800 msnm.**

CERTIFICACIÓN

Nosotros, David Guillermo Toapanta Serrano y David Alexander Vizuete Freire declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

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



DAVID GUILLERMO TOAPANTA SERRANO, 1723062749



DAVID ALEXANDER VIZUETE FREIRE, 1719139642

Yo, DENNY JAVIER GUANUCHE LARCO, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Comentado [GLDJ1]: Denny Javier Guanuche Larco

Firma profesor



DEDICATORIA

Dedicado a mis padres que me brindaron su apoyo incondicional y por haberme forjado como la persona que soy. Todo mi agradecimiento y cariño a mi madre que ha cultivado en mí, valores como bondad, responsabilidad, honestidad entre otros y a mi padre quien me ha ensañado el valor del esfuerzo para alcanzar mis metas.

David Guillermo Toapanta Serrano

Este trabajo de titulación va dedicado con todo el amor hacia Dios que me dio la oportunidad de vivir y poner en mi camino a mi familia tan maravillosa que me apoya incondicionalmente y por ser fuente de inspiración para superarme cada día y ser mejor persona para el futuro. A mi madre en el cielo Yesenia Freire que gracias a sus enseñanzas desde pequeño me ha permitido cumplir cada uno de mis objetivos.

David Alexander Vizuete Freire

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, les agradezco a mis padres y mi familia que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado y me han brindado el soporte material y económico para poder concentrarme en los estudios, también agradezco profundamente a mi tutor por su dedicación y paciencia, por su guía y todos sus consejos, los llevaré para siempre en la memoria en mi futuro profesional como también a mis docentes que han sido parte de mi camino universitario, y a todos ellos les quiero agradecer por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí.

David Guillermo Toapanta Serrano

Agradecimiento a Dios por darme la oportunidad de vivir y poder estudiar, a mi padre William Vizuete por ser el ejemplo para seguir mío y por su apoyo incondicional para que finalice mi carrera universitaria, a mi madre que en paz descansa Yesenia Freire por su amor, apoyo y enseñanzas y así poder culminar mi carrera. A mis abuelitos que siempre estuvieron conmigo en todas las etapas de mi vida. A la Universidad Internacional del Ecuador por acogerme en sus aulas, a mis profesores por sus enseñanzas y guía para la elaboración de este proyecto.

David Alexander Vizuete Freire

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	iii
ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN	11
FUNDAMENTACION TEORICA	11
Proceso de inyección.....	12
Preinyección:	13
Componentes de activación para la inyección del sistema Common rail	13
Circuitos de alimentación de combustible	14
Opacidad.....	15
Banco de pruebas de inyectores Common Rail Hartidge Sabre Expert:.....	16
Prueba eléctrica.....	17
Prueba de Plena Carga.....	17
Prueba de caudal para emisiones	18
Prueba de caudal piloto o preinyección.....	18
Prueba de caudal en ralentí.....	18
Prueba de estanqueidad	18
Método de medición de opacidad.....	19
Procedimiento de medición del opacímetro:.....	20
Bibliografía	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1 Esquema sistema de inyección Común rail CRS3-20	12
Figura. 2 Componentes de activación para sistema common riel.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura. 3 Esquema del sistema alimentación de alta y baja presión.....	14
Figura. 4 Primer estado de trabajo del Inyector.....	14
Figura. 5 Segundo estado de trabajo del Inyector.....	15
Figura. 6 Flujograma de proceso de prueba de inyectores y opacidad	17
Figura. 7 Hartrigde Sabré Cri Expert.....	18

Figura. 8 Limpiador de ultrasonido	19
Figura. 9 Opacímetro Brain bee.....	19
Figura. 10 Test oficial opacímetro.....	20
Figura. 11 Comparación Caudal de reflujo vs opacidad.....	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Límite máximo de opacidad.....	16
Tabla 2 Valores de comprobación de los 4 inyectores previo las variaciones de caudal	21
Tabla 3 Rangos descarga de Preinyección o piloto.....	22
Tabla 4 Descarga de Preinyección de 0 mm3/carrera.....	22
Tabla 5 Descarga de Preinyección de 0.4 mm3/carrera.....	22
Tabla 6 Descarga de Preinyección de 0.8 mm3/carrera.....	22
Tabla 7 Descarga de Preinyección de 1.2 mm3/carrera.....	23
Tabla 8 Descarga de Preinyección de 1.6 mm3/carrera.....	23
Tabla 9 Descarga de Preinyección de 2 mm3/carrera.....	23
Tabla 10 Descarga de Preinyección.2.4 mm3/carrera.....	24
Tabla 11 Descarga de Preinyección de 2.8 mm3/carrera.....	24
Tabla 12 Descarga de Preinyección 3.2 mm3/carrera.....	24
Tabla 13 Comparativa de Descarga de Preinyección vs. la opacidad.....	25
Tabla 14 Descarga de Preinyección y opacidad.....	25

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS INTRODUCCIÓN

Anexo 1: Energy information administration (2022). Diesel fuel explained Use of diesel EIA. (06 de 2022). Energy Information Administration.....	29
Anexo 2: Energy information administration (2022). Diesel fuel explained Use of diesel EIA. (06 de 2022). Energy Information Administration.....	29

ANEXOS MARCO TEÓRICO

Anexo 3: Quito Informa. (2021). Controles de opacidad ayudan a mejorar la calidad del aire em Quito	30
Anexo 4: Superprofesionalesbosch . (2002) Diesel electrónico - Modulo II: Introducción a la tecnología Common Rail, Componentes del sistema, importancia, tipos de inyección.	31
Anexo 5: Volvo. (2005). Preinyeccion funcionamiento.Common rail VM	37

ANEXOS MATERIALES Y MÉTODOS

Anexo 6: Automotive Injection Service Solution . (2010). Common rail tecnología de los inyectores. Varis: GREECE.....	49
--	----

ANEXOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Anexo 7: INEN. (2013.). Norma técnica Ecuatoriana 2202. Recuperado el 15 de mayo de 2022, de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2202.pdf	60
Anexo 8: Hartridge_Applications_CRI-180_Results_Inyector 1 antes de realizar las pruebas con variación de caudal en la preinyección	78

Anexo 9: Hartridge_Applications_CRI-180_Results_Inyector 2 antes de realizar las pruebas con variación de caudal en la preinyección	79
Anexo 10: Hartridge_Applications_CRI-180_Results_Inyector 3 antes de realizar las pruebas con variación de caudal en la preinyección	80
Anexo 11: Hartridge_Applications_CRI-180_Results_Inyector 4 antes de realizar las pruebas con variación de caudal en la preinyección	81
Anexo 12: Inyector numero 1 Con caudal de reflujo de preinyección 0 mL/min:	82
Anexo 13: Inyector numero 1 Con caudal de reflujo de preinyección 0,4 mL/min:	83
Anexo 14: Inyector numero 1 Con caudal de reflujo de preinyección 0,8 mL/min:.....	84
Anexo 15: Inyector numero 1 Con caudal de reflujo de preinyección 1,2 mL/min:.....	85
Anexo 16: Inyector numero 1 Con caudal de reflujo de preinyección 1,6 mL/min:	86
Anexo 17: Inyector numero 1 Con caudal de reflujo de preinyección 2,0 mL/min:.....	87
Anexo 18: Inyector numero 1 Con caudal de reflujo de preinyección 2,8 mL/min:	89
Anexo 19: Inyector numero 1 Con caudal de reflujo de preinyección 3,2 mL/min:	90
Anexo 20: Inyector numero 2 Con caudal de reflujo de preinyección 0 mL/min:.....	91
Anexo 21: Inyector numero 2 Con caudal de reflujo de preinyección 0,4 mL/min:.....	92
Anexo 22: Inyector numero 2 Con caudal de reflujo de preinyección 0,8 mL/min:	93
Anexo 23: Inyector numero 2 Con caudal de reflujo de preinyección 1,2 mL/min:.....	94
Anexo 24: Inyector numero 2 Con caudal de reflujo de preinyección 1,6 mL/min:	95
Anexo 25: Inyector numero 2 Con caudal de reflujo de preinyección 2,0 mL/min:.....	96
Anexo 26: Inyector numero 2 Con caudal de reflujo de preinyección 2,4 mL/min:.....	97
Anexo 27: Inyector numero 2 Con caudal de reflujo de preinyección 2,8 mL/min:.....	98
Anexo 28: Inyector numero 2 Con caudal de reflujo de preinyección 3,2 mL/min:	99
Anexo 29: Inyector numero 3 Con caudal de reflujo de preinyección 0 mL/min:	100
Anexo 30: Inyector numero 3 Con caudal de reflujo de preinyección 0,4 mL/min:.....	101
Anexo 31: Inyector numero 3 Con caudal de reflujo de preinyección 0,8 mL/min:	102
Anexo 32: Inyector numero 3 Con caudal de reflujo de preinyección 1,2 mL/min:.....	103
Anexo 33: Inyector numero 3 Con caudal de reflujo de preinyección 1,6 mL/min:	104
Anexo 34: Inyector numero 3 Con caudal de reflujo de preinyección 2,0 mL/min:.....	105
Anexo 35: Inyector numero 3 Con caudal de reflujo de preinyección 2,4 mL/min:.....	106
Anexo 36: Inyector numero 3 Con caudal de reflujo de preinyección 2,8 mL/min:.....	107
Anexo 37: Inyector numero 3 Con caudal de reflujo de preinyección 3,2 mL/min:	108
Anexo 38: Inyector numero 4 Con caudal de reflujo de preinyección 0 mL/min:	109
Anexo 39: Inyector numero 4 Con caudal de reflujo de preinyección 0,4 mL/min:	110
Anexo 40: Inyector numero 4 Con caudal de reflujo de preinyección 0,8 mL/min:.....	111
Anexo 41: Inyector número 4 con caudal de reflujo de preinyección 1,2 mL/min:	112
Anexo 42: Inyector número 4 con caudal de reflujo de preinyección 1,6 mL/min:	113
Anexo 43: Inyector número 4 con caudal de reflujo de preinyección 2,0 mL/min:	114
Anexo 44: Inyector número 4 con caudal de reflujo de preinyección 2,4 mL/min:	115
Anexo 45: Inyector número 4 con caudal de reflujo de preinyección 2,8 mL/min:	116
Anexo 46: Inyector número 4 con caudal de reflujo de preinyección 3,2 mL/min:	117
Anexo 47: Prueba de opacidad previo a los ajustes de caudal en la preinyección.....	118
Anexo 48: Prueba de opacidad con caudal en la preinyección de 0,0 mL/min	119
Anexo 49: Prueba de opacidad con caudal en la preinyección de 0,4 mL/min	120
Anexo 50: Prueba de opacidad con caudal en la preinyección de 0,8 mL/min.....	121
Anexo 51: Prueba de opacidad con caudal en la preinyección de 1,2 mL/min.....	122
Anexo 52: Prueba de opacidad con caudal en la preinyección de 1,6 mL/min	123
Anexo 53: Prueba de opacidad con caudal en la preinyección de 2,0 mL/min.....	124

Anexo 54 Prueba de opacidad con caudal en la preinyección de 2,4 mL/min.....	125
Anexo 55 Prueba de opacidad con caudal en la preinyección de 2,8 mL/min.....	126
Anexo 56 Prueba de opacidad con caudal en la preinyección de 3,2 mL/min.....	127
Anexo 57 Opacómetro brain bee	128

ESTUDIO DE LA OPACIDAD EN UN MOTOR WL-C CRDI, EN RELACIÓN CON LA VARIACIÓN DEL CAUDAL DE DESCARGA EN PREINYECCIÓN A 2800 MSNM.

MsC. Denny Guanuche, David Toapanta, David Vizuite

¹ *Maestría Especialidad - Universidad, Titulo Obtenido, email (institucional)*
@internacional.edu.ec, Quito – Ecuador

² *Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador*
datoapantase@i.edu.ec, Quito – Ecuador

³ *Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, email*
davizuetefr@i.edu.ec, Quito – Ecuador

RESUMEN

Introducción: La medición de opacidad mediante controles aleatorios en la provincia de pichincha, tiene como objetivo sensibilizar a los usuarios sobre los índices mínimos de contaminación. Para evaluar el nivel de opacidad se utilizará un motor WL-C CRDI, variando los caudales de descarga de preinyección o piloto. Además, la investigación tiene como objetivo identificar como incide la modificación del caudal de descarga de la preinyección con respecto al porcentaje de opacidad. **Metodología:** Para las pruebas se utilizara un método científico, adicional el automotor deberá cumplir un protocolo de calibración previo a los ensayos, adicional estará sustentada mediante la norma INEN 2202. **Resultados:** Se realizó nueve pruebas de variación de descarga en la preinyección y opacidad, siendo la sexta prueba con menor porcentaje de opacidad (34,9%) y con una descarga de 2,0mm³/carrera, los límites establecidos por el banco es entre 0,4 mm/carrera y 1,4 mm/ carrera. **Conclusión:** Para finalizar, se entiende que cuando se modifica la descarga de preinyección en los inyectores, también va existir una variación de opacidad, se demostró que desde la primera prueba la variación de descarga tuvo un cambio significativo en el porcentaje de opacidad.

Palabras clave: opacidad, preinyección, INEN 2202, Inyectores CRDI,

ABSTRACT

Introduction: The measurement of opacity through random controls in the province of Pichincha, aims to sensitize users about the minimum levels of contamination. To evaluate the opacity level, a WL-C CRDI engine will be used, varying the pre-injection or pilot discharge flow rates. In addition, the research aims to identify how the calibration of the injectors affects the modification of the discharge flow of the pre-injection with respect to the percentage of opacity. **Methodology:** For the tests, the vehicle must comply with a calibration protocol prior to the tests, it will also be supported by the INEN 2002 standard. The opacity measurement for all the tests will be supported by the INEN 2202 standard. **Results:** nine variation tests were carried out of discharge in the pre-injection and opacity, being the sixth test with the lowest percentage of opacity (34.9%) and with a discharge of 2.0mm³/stroke, the limits established by the bank are between 0.4 mm/stroke and 1.4 mm/ stroke. **Conclusion:** it is concluded that when the pre-injection discharge in the injectors is modified, there will also be an opacity variation, it was shown that from the first test the discharge variation had a significant change in the opacity percentage

Keywords: opacity, pre-injection, INEN 2202, CRDI i

INTRODUCCIÓN

Hoy en día uno de los temas más importantes es trabajar en temas relacionados al medio ambiente, muchas organizaciones e investigadores científicos relacionan su trabajo a temas del medio ambiente, por tal razón, muchas compañías automotrices, en su esfuerzo por reducir las emisiones ya sea de vehículos diésel o a gasolina, buscan siempre reducir los gases contaminantes a la atmósfera; por esta razón el estudio proporcionará la evaluación de los niveles de opacidad con la finalidad de disminuir los mismos. En la actualidad, de acuerdo con la página web de Quitoinforma.gob.ec, en la provincia de Pichincha, cantón Quito, hoy en día se realizan controles preventivos con relación a la opacidad de los vehículos diésel que circulan por las vías capitalinas. (EIA, 2022)

Estas mediciones periódicas que realiza la agencia Metropolitana de Transito (AMT) tiene como finalidad contrastar y sensibilizar a los conductores sobre los indicativos mínimos de contaminación de un automotor. La medición para este indicativo se hace con un elemento de diagnóstico llamado opacímetro, el cual acoge los datos mostrando los resultados de la medición inmediatamente. Según la ANT, el límite máximo permitido en niveles de opacidad de un automotor diésel es evaluado en correspondencia al año de fabricación, es así que para el año 2019 en adelante tiene un 30% de opacidad, de 2000 al 2018 un 50% de opacidad y de 1999 a anteriores un 60% de opacidad. (informa, 2021)

La presente investigación se realizará con el objetivo de identificar como incide la calibración de inyectores en la descarga de preinyección en relación al porcentaje de opacidad de un automotor liviano diésel, con las características geográficas de Quito, además se realizará algunos puntos importantes para la obtención de las pruebas como son: Medir el nivel de opacidad del vehículo antes de la calibración de inyectores, definir los pasos a seguir para una correcta medición de opacidad, determinar el rango de descarga de preinyección idóneo para los inyectores y por último, comparar los resultados determinantes del nivel de opacidad del vehículo con motor diésel y a su vez identificar el rango de descarga de preinyección que inciden en un aumento o disminución de la opacidad en el automotor.

El estudio se llevará a cabo en la provincia de Pichincha-Ecuador, Cantón Quito a 2800 msnm aproximadamente, en un automotor liviano diésel con tecnología CRDI, el cual servirá como objeto de estudio para realizar las pruebas de opacidad, y de esta manera medir los niveles de emisión de gases, asociado a una correcta calibración de inyectores del automotor. Para la investigación se utilizará una metodología técnica para evaluar los índices reales de vehículo en las condiciones de la ciudad de Quito. Los resultados del estudio servirán como una fuente de apoyo técnico para las personas interesadas en métodos para la reducción de gases contaminantes en esta ciudad. (Quito informa, 2021)

FUNDAMENTACION TEORICA

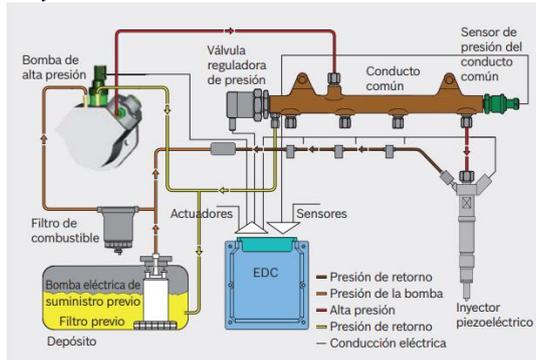
Sistema Common Riel

Bosch patento la inyección Common Riel, nombre que se dio por el acumulador de combustible, este sistema tiene la peculiaridad de generar alta presión que en la actualidad llega hasta los 2800 bares y la inyección se realiza por separado de la generación de presión, la cual esta comandada por la ECU del vehículo. La ECU se encargará de distribuir los

tiempos de inyección, además de comandar preinyecciones, inyecciones principales y post inyección (Automotive Injection Service Solution)

Figura 1.

Esquema sistema de inyección Común rail CRS3-20



Fuente: Bosch (2012)

Este sistema es muy importante ya que la tecnología que se ha desarrollado permite un mejor rendimiento en cuanto al consumo de combustible, alta potencia, disminución de ruido y eficiencia. El sistema está compuesto por la baja presión, que consta de componentes como el depósito de combustible, un filtro y una bomba de baja presión, esta bomba puede ser eléctrica o mecánica, adicional existe una bomba de pistones axiales, que se encarga de generar presión y esta es enviada al acumulador, además la bomba depende de las revoluciones por minutos del motor para su funcionamiento. Esta bomba permite tener presión alta incluso si existe bajas revoluciones como en ralentí. La presión se acumula en un riel, la cual distribuye el combustible a los inyectores por medio de tuberías. (Bosch, 2022)

Los inyectores que trabajan a presiones altas hasta el orden de 2800 bares siempre están con presión, sin embargo, la activación del inyector se controla por una electroválvula, esta señal envía la ECU y permite una inyección más precisa al motor. La inyección se realiza en el momento justo y con la cantidad de combustible adecuada. (superprofesionalesbosch., 2017)

Proceso de inyección

Los inyectores de todos los cilindros tienen una presión estable durante todo el proceso, ya que la inyección es controlada electrónicamente. El proceso de inyección consta de preinyección, inyección principal y post inyección, hasta 8 inyecciones parciales separadas por tiempo de combustión. La preinyección sirve para reducir el ruido que genera la combustión, y la post inyección reduce las partículas internas que quedan de la combustión o para aumentar la temperatura de salida de escape. (superprofesionalesbosch., 2017)

Todos los diferentes tipos de inyecciones son definidos por diferentes aspectos para el correcto funcionamiento del motor y el máximo aprovechamiento del combustible. A

continuación, se detalla en orden las funciones de cada inyección en el proceso de combustión:

- **Preinyección:** ocurre antes de la inyección principal, son inyecciones con una pequeña cantidad de combustible, el cual tiene como finalidad aumentar la temperatura del aire y de esta manera lograr una mejor combustión en el tiempo de la inyección principal, de esta manera aumenta gradualmente la presión del cilindro, reduce vibraciones y ruidos del motor. (Bosch, 2022)

La preinyección ocurre antes que el pistón alcance el PMS, cuando está en carrera ascendente permite bajar los niveles de emisiones contaminantes a consecuencia del aumento de temperatura y la presión en la cámara de combustión. Por consiguiente, da como resultado, el atraso de quema del combustible, la carga se reduce y los niveles contaminantes igual. (Volvo, 2005)

- **Inyección principal:** puede existir una o más según las condiciones y el sistema de trabajo, su función primordial es dividir en partes la mayor cantidad de combustible, de esta manera lograr una mejor combustión y disminuir el consumo y emisiones. Además, ofrece mayor potencia a los sistemas que integran el motor. (Bosch, 2022)

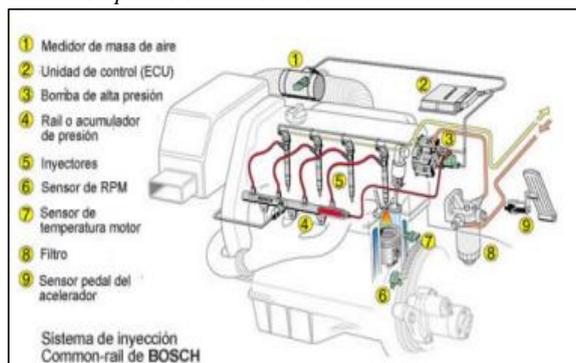
- **Post inyección:** la post inyección sucede en la carrera de escape y se utiliza para regenerar los filtros de partículas de los sistemas de post tratamiento de gases. (Bosch, 2022)

Componentes de activación para la inyección del sistema Common rail:

Los componentes de activación en la figura 2 corresponde a los componentes del sistema common riel, parte desde la presión en el riel de inyectores (4) y con ello la presión de inyección, es generada por la bomba de alta presión (3) de forma independiente de las revoluciones por minuto del motor y del caudal de inyección, el control de esta presión esta monitoreada por el circuito de regulación para la presión de riel compuesto por el sensor de presión (4), la unidad de control del motor (2) y la válvula reguladora de presión (3). El proceso de inyección diésel lo controla el inyector (5) mediante la electroválvula de alta presión (5). (Bosch, 2012)

Figura 2.

Componentes de activación para sistema common riel

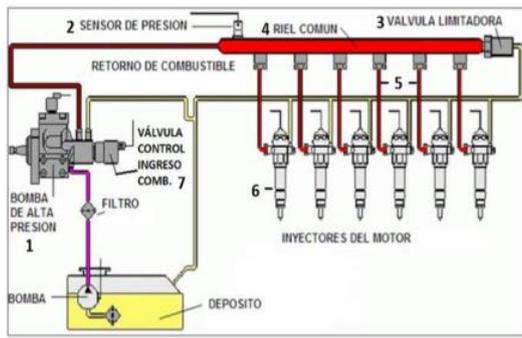


Fuente: Bosch (2012)

Circuitos de alimentación de combustible:

El circuito de baja presión fue diseñado con la finalidad de garantizar que el combustible esté disponible en condiciones para la bomba de alta presión, este está compuesto por: el tanque, el prefiltros, la bomba eléctrica o mecánica de suministro, el filtro principal y el separador de agua, los intercambiadores de calor y calefactores para países con climas extremos. (Bosch, 2022)

Figura 3.
Esquema del sistema alimentación de alta y baja presión

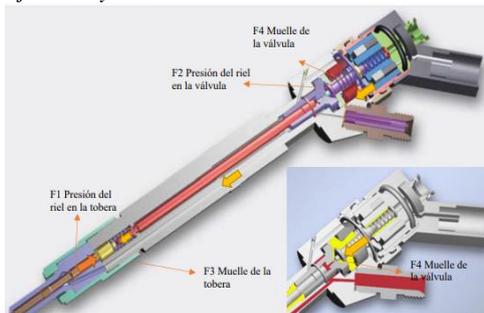


Fuente: Bosch (2012)

En la figura 3 se observa el circuito de alta y baja presión dentro del sistema Common Rail, El circuito de alta presión está compuesto por la bomba de alta presión, las tuberías de alta presión, el riel común, los inyectores, el sensor de presión de riel, la válvula reguladora de presión y la válvula reguladora de caudal.

Inyectores

Figura 4.
Primer estado de trabajo del Inyector



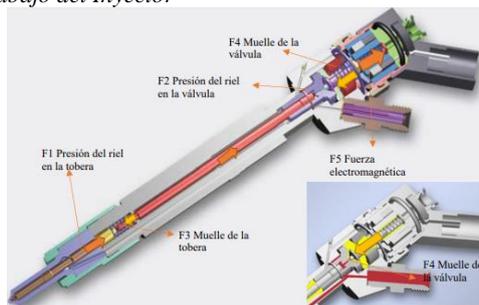
Fuente: Bosch, (2016)

El funcionamiento del inyector comienza en la bobina energizada. La fuerza electromagnética (F5) vence la fuerza del resorte de la válvula (F4) tirando el grupo inducido, lo provoca la desobstrucción del hoyo "A" y la fuga del aceite de la válvula (F2). La fuerza F1 es mayor que la fuerza F2 que abre la tobera y se inicia la inyección.

Inyector cerrado:

Figura 5.

Segundo estado de trabajo del Inyector



Fuente: Bosch,(2016)

En la figura 5, cuando cierra la inyección desaparece F5 la fuerza magnética, la resultante entre las fuerzas F1 la presión del riel en la tobera, F2 presión del riel en la válvula, provoca el cierre de la tobera. La bobina tiene una armadura que tiene ciertos ajustes de calibraciones los cuales incidirán en los caudales de entregas de los inyectores. (Bosch, 2012)

En el sistema CRDI, los inyectores son piezas fundamentales, ya que se encargan de pulverizar cierta cantidad de combustible, la cual debe ser homogénea y llenar toda la cámara de combustión, para lograr una mezcla ideal. Con el pasar de los años y el desarrollo de nuevas tecnologías en sistemas mecánicos, los sistemas con comando convencional se han reemplazado por sistemas eléctrico más eficientes, gracias a estas nuevas invenciones tecnológicas en el mundo automotor se ha conseguido que los inyectores pueden pulverizar múltiples veces y con diferentes duraciones antes que el pistón alcance el punto muerto superior y de esta forma obtener una explosión más eficiente reduciendo gases contaminantes.

En el sistema de inyección CRDI el componente principal es el inyector, ya que éste inyecta diésel en el motor de forma sincronizada, además, el inyector conmutará la apertura y cierre a través de válvulas electromagnéticas o piezoeléctricas.

Opacidad

En un motor diésel, el hollín o humo negro es la principal emisión, el cual se puede medir a través de un opacímetro, según la norma NTE INEN 2207:2002, opacidad es: "grado de reducción de la intensidad de la luz visible que ocasiona una sustancia al pasar aquella a través de esta".

El hollín son minúsculas partículas las cuales no se pueden tratar como un gas, por esa razón un analizador de gases no las puede cuantificar. Para poder saber la cantidad de hollín que emite un motor diésel usamos el Opacímetro. La opacidad es expresada en porcentaje (%), al ser una luz que envía el equipo medidor al receptor, pero el impedimento se le llama transmitancia que es hollín que no deja pasar la luz.

$$Opacidad = 100 * (1 - transmitancia)$$

Ec. 1.1

Para la medición se utilizará un opacímetro, el cual es un instrumento que opera sobre el principio de reducción de la intensidad de la luz y se determinará en porcentaje de opacidad. (INEN, 2013) Los límites máximos de opacidad para automotores diésel en una prueba de aceleración libre según la norma NTE INEN 2202:2013 es:

Tabla 1.

Límite máximo de opacidad

Año modelo	% Opacidad
2000 y posteriores	50
1999 y anteriores	60

Fuente INEN 2202, (2013)

MATERIALES Y METODOS

El estudio estará basado en un método científico; donde va a estar sujeta a un modelo de investigación, por medio del cual permita medir, analizar y evaluar varios factores que abarcarán todo el estudio, con una ruta cuantitativa ya que los datos se encuentran en números. Estos datos se agruparán de tal manera que permita alcanzar los objetivos iniciales donde se pueda establecer una discusión con mayor efectividad. Adicionalmente permitirá establecer conclusiones en donde se pueda validar el problema de la investigación.

Para las pruebas se utilizará un vehículo marca Mazda año 2015, modelo BT-50 STD CRD FL AC CD 4X4 TM, el motor es 2.5 MZR-CD (WL-C), con un máximo de potencia de 150Kw a 3500 RPM y máximo torque 330Nm a 1800 RPM. Con transmisión manual de cinco velocidades. Tiene un sistema de inyección de la marca BOSCH, con una bomba de alta presión CR/CP323/L90/20-78911S y un inyector de código 0 445 110 250 del tipo CR2.1 con una máxima presión 1600 BAR. Se utilizará un banco de pruebas de inyectores Common Rail Hartidge Sabre Expert, un opacímetro Brain bee, Limpiador de ultrasonido, además se aplicará la norma INEN 2202 para las pruebas de opacidad.

Banco de pruebas de inyectores Common Rail Hartidge Sabre Expert:

Permite realizar pruebas de funcionamiento a los inyectores para diagnosticar fallos. Estos bancos pueden probar hasta inyectores con una presión 2800 bar, la confiabilidad y la precisión del banco permitirá al usuario poder reparar y diagnosticar inyectores con alta exactitud. A continuación, se describe todas las pruebas que realiza el banco de inyectores; la cual es la descripción basada en la hoja de resultados que emite el banco.

Pruebas del banco de inyectores:

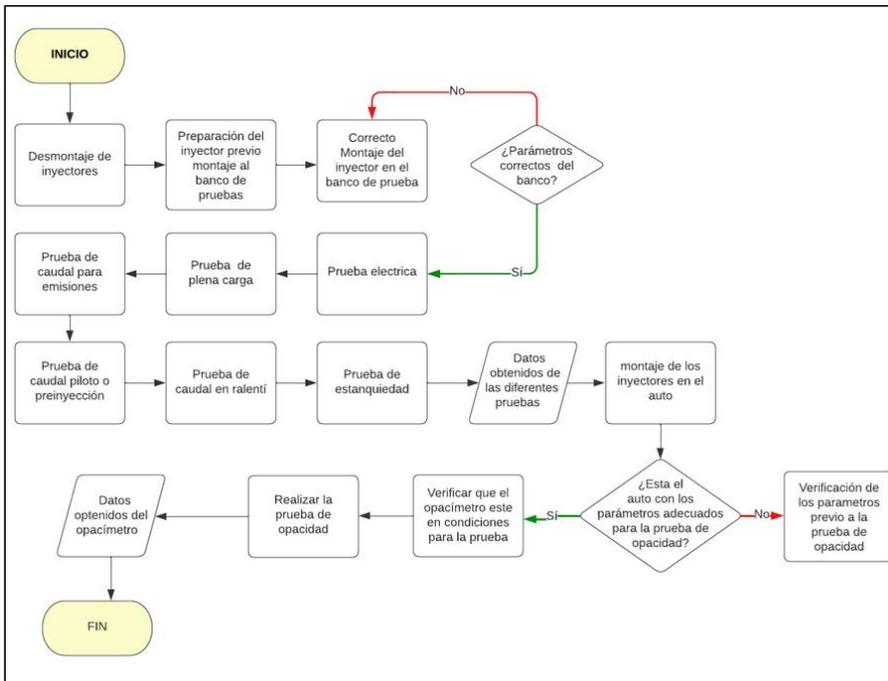
El banco de pruebas se utiliza para inyectores de todas las marcas. Sin embargo, antes de empezar con todas las pruebas, el banco debe alcanzar una temperatura ideal de trabajo de aproximadamente 40,5 °C, otro parámetro para tener en cuenta es la presión que se requiere para cada prueba, en el caso de prueba de estanqueidad es de 160 Mpa. El inyector tiene un máximo permitido para retornar combustible que comprende $\pm 35.0 \text{ mm}^3 / \text{h}$ como nos indica la tabla de parámetros de resultados del banco de pruebas. (Hartridge, 2017)

Comentado [GLDJ2]: Citar fuente

Prueba eléctrica: Mide la resistencia de la bobina del inyector y la inductancia. En el caso de este inyector, la resistencia puede estar en rango de 0.7 a 0.2 ohm y la inductancia de 0.70 a 0.20 mHerz.

Prueba de Plena Carga: La presión que recibirá el inyector para esta prueba es de 1584 bar a 1616 bar, para lo cual la bomba de alta presión del banco está a 1000 RPM. El tiempo de activación de solenoide es de 1490 μs , donde el inyector debe entregar la cantidad de 80.10 a 88.50 $\text{mm}^3/\text{carrera}$ y una cantidad de retorno de 0 a 67 $\text{mm}^3/\text{carrera}$, con la respuesta de tobera entre 472 y 314 μs . La medición tiene la duración de 115 segundos.

Figura 6.
Flujograma de proceso de prueba de inyectores y opacidad de



Fuente: Toapanta D. & Vizuite F. (Autores)

Prueba de caudal para emisiones: Esta prueba determina si la inyección generada por el inyector está dentro de los parámetros de la producción de gases contaminantes, la presión que recibirá el inyector para esta prueba es de 810 bar a 790 bar, para lo cual la bomba de alta presión del banco está a 400 RPM. El tiempo de activación de solenoide es de 710 μ s, donde el inyector debe entregar la cantidad de 18.40 a 23.80 mm³/carrera y una cantidad de retorno de 0 a 30 mm³/carrera, con la respuesta de tobera entre 526 y 350 μ s. La medición tiene la duración de 55 segundos.

Prueba de caudal piloto o preinyección: La presión que recibirá el inyector para esta prueba es de 810 bar a 790 bar, para lo cual bomba la bomba de alta presión del banco está a 400 RPM. El tiempo de activación de solenoide es de 283 μ s, donde el inyector debe entregar la cantidad de 0.40 a 1.40 mm³/carrera y una cantidad de retorno de 0 a 30 mm³/carrera, con la respuesta de tobera entre 530 y 354 μ s. La medición tiene la duración de 55 segundos

Prueba de caudal en ralentí: Este caudal nos permite asegurar que el motor se encuentre en correcto funcionamiento en ralentí, la presión que recibirá el inyector para esta prueba es de 330 bar a 310 bar, para lo cual la bomba de alta presión del banco está a 400 RPM. El tiempo de activación de solenoide es de 755 μ s, donde el inyector debe entregar la cantidad de 4.30 a 7.30 mm³/carrera y una cantidad de retorno de 0 a 67 mm³/carrera, con la respuesta de tobera no tiene importancia en esta prueba. La medición tiene la duración de 55 segundos.

Prueba de estanqueidad: Con esta última prueba se determina si el inyector no tiene fuga de presión interna, el solenoide no tendrá activación para que no haya inyección. La presión que recibirá el inyector para esta prueba es de 1717 bar a 1683 bar siendo la prueba con más presión, para lo cual bomba la bomba de alta presión del banco está a 1000 rpm donde el inyector debe entregar la cantidad de 0 mm³/carrera y una cantidad de retorno de 0 a 80 mm³/carrera, como no hay entrega de caudal, no habrá respuesta de tobera. La medición tiene la duración de 30 segundos.

Figura 7.
Hartridge Sabre Cri Expert



Fuente: Toapanta D. & Vizuite F. (Autores)

Limpiador de ultrasonido

El limpiador de ultrasonido remueve impurezas incrustadas en varias piezas

Figura 8.

Limpiador de ultrasonido



Fuente: Toapanta D. & Vizuite F. (Autores)

Opacímetro:

El opacímetro debe tener la certificación avalada por el país de origen bajo la Norma ISO 11614. Según la Norma NTE INEN 2202:2013, el importador o distribuidor de los opacímetros están obligados a entregar una copia de la certificación porque la autoridad competente puede verificar en cualquier momento la legibilidad de los certificados. (7) El opacímetro tiene un tubo que conecta a la salida del escape con la cámara de medición, un rayo de luz atraviesa la cámara de medición y la atenuación de esa luz es la opacidad esta atenuación es medida por un receptor dentro de la cámara. Para una medida correcta la cámara no debe tener sedimentos de hollín.

Figura. 9

Opacímetro Brain bee



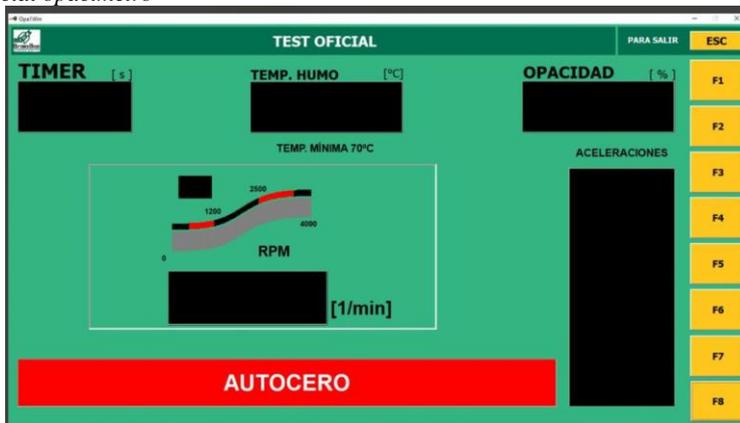
Fuente: Toapanta D. & Vizuite F. (Autores)

Método de medición de opacidad

Antes de la medición se debe verificar ciertos puntos:

- Si el vehículo es de transmisión manual debe estar en neutro y pedal de embrague libre, si el vehículo es transmisión automática debe estar en parqueo. En caso de no tener parqueo debe estar en posición neutro.
- No debe tener obstrucción todo el recorrido del acelerador.
- El vehículo debe estar inmovilizado o las ruedas bloqueadas.
- El aire acondicionado debe estar apagado
- Si tiene freno de motor o de escape deben estar desactivados.
- Se debe verificar que el vehículo tenga libre aceleración que no esté con limitaciones en el gobernador o cual indicación visible o sonora.
- Se debe verificar que no existan fugas la tubería de todo el sistema de escape y que no tenga otra salida adicional al diseño.
- Las condiciones ambientales debe ser la temperatura ambiente por encima de 2°C, que no exista humedad visible o lluvia.

Figura 10.
Test oficial opacímetro



Fuente: Toapanta D. & Vizuet F. (Autores)

Procedimiento de medición del opacímetro:

Para utilizar el opacímetro, primero debe estar caliente y hacer un ajuste a cero o escala mínima. Después de digitar la información del cliente y del vehículo respectivo. El equipo pide insertar la sonda en el tubo de escape a la profundidad que indica el fabricante del opacímetro para garantizar la muestra. Se procede a los ciclos de aceleración libre donde hacemos que el motor alcance su velocidad gobernada y la mantenemos de 2 a 4 segundos, al soltar el acelerador y el motor regresa a ralentí. Mínimo la aceleración se repetirá cuatro veces, la diferencia entre cada ensayo no debe ser mayor del 5%, al final se promedia la opacidad entre el número de ensayos realizados. (INEN, 2013)

El opacímetro de la marca Breen bee tiene una hoja de resultados donde tiene el valor de cada prueba y el promedio, también da el resultado si el vehículo ha pasado la prueba según las normas actuales.

Comentado [GLDJ3]: ¿¿Bajo que norma se desarrolla este procedimiento??, mencionarla

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para iniciar con el proceso del estudio primero se realizó la prueba de opacidad con el opacímetro BrainBee el cual reflejó un resultado de 85.8 %, posterior se realiza el desarme y limpieza de todos los componentes del inyector, se asignó un número a cada inyector según el cilindro en el que estaba montado. Los valores de los inyectores están resumidos en la tabla 2, los valores fuera de parámetro están con fondo rojo.

Comentado [GLDJ4]: Colocar el número de tabla

Tabla 2

Valores de comprobación de los 4 inyectores previo las variaciones de caudal

		Valores de comprobación			
Prueba	Parámetro	Inyector 1	Inyector 2	Inyector 3	Inyector 4
Eléctrica	Resistencia (Ω)	0,11	0,12	0,11	0,11
	Inductancia (mH)	0,33	0,34	0,34	0,33
Full Carga	Respuesta tobera (uS)	400	399	398	400
	Descarga (mm3/Carrera)	79,06	84,75	83,93	83,22
	Caudal de reflujo (mL/min)	37,1	27,5	28,7	26,9
Emisiones	Respuesta tobera (uS)	439	441	440	441
	Descarga (mm3/Carrera)	22,14	22,39	23,33	22,39
	Caudal de reflujo (mL/min)	10,5	5,7	6	5,9
Piloto	Respuesta tobera (uS)	448	453	446	443
	Descarga (mm3/Carrera)	1,82	2,43	2,53	1,62
	Caudal de reflujo (mL/min)	8,1	3,8	4,3	4
Ralentí	Respuesta tobera (uS)	746	736	752	761
	Descarga (mm3/Carrera)	5,62	5,95	6,08	5,32
	Caudal de reflujo (mL/min)	5,3	3,5	2,8	3,7
Fuga estática	Respuesta tobera (uS)	0	0	0	0
	Descarga (mm3/Carrera)	0	0	0	0
	Caudal de reflujo (mL/min)	18,7	8,1	10,3	9,2

Fuente: Toapanta D. & Vizquete F. (Autores)

En la tabla 4 están los rangos de los valores que se utilizará en el estudio de la modificación de descarga de preinyección de reflujo de Preinyección o Piloto. El banco de pruebas de inyectores realiza 6 pruebas las cuales son una eléctrica, full carga, emisiones, piloto, ralentí y fuga estática. Para la modificación de caudal en la prueba piloto, cada inyector tendrá la diferencia de más/menos 0.1 mL/min.

Tabla 3.*Rangos descarga de Preinyección o piloto*

Rangos de Descarga de Preinyección									
Descarga de preinyección (mL/carrera)	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2

Fuente: Toapanta D. & Vizuite F. (Autores)

Pruebas:

1. Con Descarga de Preinyección 0 mm³/carrera:

Tabla 4.*Descarga de Preinyección de 0 mm³/carrera*

Inyector	Descarga de preinyección (mm ³ /Carrera)
1	0.07
2	0
3	0.02
4	0.08
Promedio	0.0425

Fuente: Toapanta D. & Vizuite F. (Autores)

El resultado de opacidad: 66,2%

2. Con Descarga de Preinyección 0.4 mm³/carrera:

Tabla 5.*Descarga de Preinyección de 0.4 mm³/carrera*

Inyector	Descarga de preinyección (mm ³ /Carrera)
1	0.37
2	0.32
3	0.39
4	0.46
Promedio	0.385

Fuente: Toapanta D. & Vizuite F. (Autores)

El resultado de opacidad: 59,2%

3. Con Descarga de Preinyección 0.8 mm³/carrera:

Tabla 6.*Descarga de Preinyección de 0.8 mm³/carrera*

Inyector	Descarga de preinyección (mm ³ /Carrera)
1	0.87
2	0.76
3	0.81
4	0.83
Promedio	0.8175

Fuente: Toapanta D. & Vizuite F. (Autores)

El resultado de opacidad: 53,8%

Comentado [GLDJ5]: No cortar el título de la tabla, tabla y fuente, esto para gráficos, tablas, entre otras verificar a todo el documento

4. Con Descarga de Preinyección 1.2 mm3/carrera:

Tabla 7.

Descarga de Preinyección de 1.2 mm3/carrera

Inyector	Descarga de preinyección (mm3/Carrera)
1	1.13
2	1.17
3	1.28
4	1.15
Promedio	1.1825

Fuente: Toapanta D. & Vizuite F. (Autores)

El resultado de opacidad: 44,3%

5. Con Descarga de Preinyección 1.6 mm3/carrera:

Tabla 8.

Descarga de Preinyección de 1.6 mm3/carrera

Inyector	Descarga de preinyección (mm3/Carrera)
1	1.62
2	1.57
3	1.68
4	1.64
Promedio	1.6275

Fuente: Toapanta D. & Vizuite F. (Autores)

El resultado de opacidad: 39,2%

6. Con Descarga de Preinyección 2 mm3/carrera:

Tabla 9.

Descarga de Preinyección de 2 mm3/carrera

Inyector	Descarga de preinyección (mm3/Carrera)
1	2.02
2	2.08
3	2.02
4	2.05
Promedio	2.0575

Fuente: Toapanta D. & Vizuite F. (Autores)

El resultado de opacidad: 34,9%

7. Con Descarga de Preinyección. 2.4 mm³/carrera:

Tabla 10.

Descarga de Preinyección. 2.4 mm³/carrera

Inyector	Descarga de preinyección (mm ³ /Carrera)
1	2.36
2	2.38
3	2.42
4	2.33
Promedio	2.3725

Fuente: Toapanta D. & Vizuet F. (Autores)

El resultado de opacidad: 40,4%

8. Con Descarga de Preinyección 2.8 mm³/carrera:

Tabla 11.

Descarga de Preinyección de 2.8 mm³/carrera

Inyector	Descarga de preinyección (mm ³ /Carrera)
1	2.87
2	2.82
3	2.86
4	2.85
Promedio	2.85

Fuente: Toapanta D. & Vizuet F. (Autores)

El resultado de opacidad: 60,2%

9. Con Descarga de Preinyección 3.2 mm³/carrera:

Tabla 12.

Descarga de Preinyección 3.2 mm³/carrera

Inyector	Descarga de preinyección (mm ³ /Carrera)
1	3.19
2	3.22
3	3.17
4	3.14
Promedio	3.18

Fuente: Toapanta D. & Vizuet F. (Autores)

El resultado de opacidad: 64,5%

Comparación de Descarga de Preinyección mm³/carrera versus la Opacidad

Tabla 13.

Comparativa de Descarga de Preinyección vs la opacidad

Descarga de Preinyección (mm ³ /carrera)	Opacidad
0,0425	66,2
0,385	59,2
0,8175	53,8
1,1825	44,3
1,6275	39,2
2	34,9
2,3725	40,4
2,85	60,2
3,18	64,5

Fuente: Toapanta D. & Vizuet F. (Autores)

Tabla 14.

Descarga de Preinyección y opacidad

Caudal de reflujo (mm ³ /carrera)	Descarga de Preinyección									
	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2	
Inyector 1 (mm ³ /carrera)	0,07	0,37	0,87	1,13	1,62	2,02	2,36	2,87	3,19	
Inyector 2 (mm ³ /carrera)	0	0,32	0,76	1,17	1,57	2,08	2,38	2,82	3,22	
Inyector 3 (mm ³ /carrera)	0,02	0,39	0,81	1,28	1,68	2,02	2,42	2,86	3,17	
Inyector 4 (mm ³ /carrera)	0,08	0,46	0,83	1,15	1,64	2,05	2,33	2,85	3,14	
Opacidad (%)	66,2	59,2	53,8	44,3	39,2	34,9	40,4	60,2	64,5	

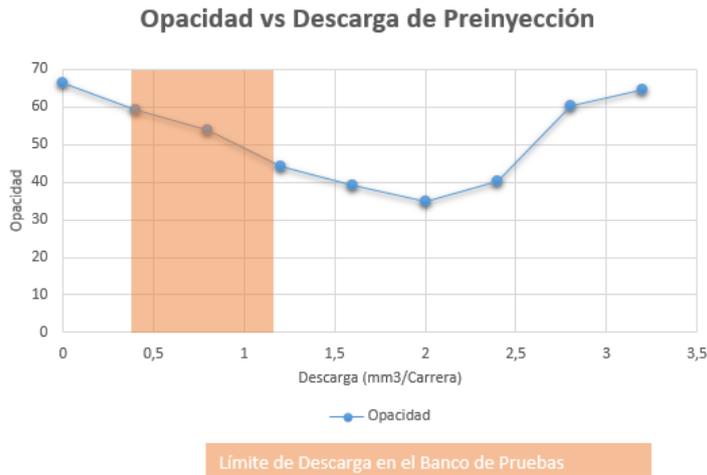
Fuente: Toapanta D. & Vizuet F. (Autores)

En la tabla número 14 muestra un resumen general de descarga de preinyección de todos los inyectores del vehículo vs la opacidad medida, las medidas de descarga de preinyección tendrán una tolerancia de +- 0,1 ml/min. La primera descarga de preinyección se realizó con descarga de 0 mm³/carrera, la cual da como resultado de opacidad del 66,2 %; la segunda prueba se realizó con una descarga de 0,4 mm³/carrera y se obtuvo como resultado una opacidad de 59,2%; la tercera prueba se ejecutó con una descarga de 0,8 mm³/carrera dando como resultado una opacidad de 53,8%; la siguiente prueba se realizó con una descarga de 1,2 mm³/carrera y da como resultado una opacidad de 44,3; la quinta prueba se realizó con una descarga de 1,6 mm³/carrera al medir la opacidad da un resultado de 39,2 %, la quinta prueba se realiza con una descarga de 2 mm³/carrera y se obtiene una opacidad de 34,9%; la prueba con una descarga de 2,4 mm³/carrera da como resultado de opacidad 40,4 %; la penúltima prueba se realizó con una descarga de 2,8 mm³/carrera, obteniendo una

opacidad de 60,2 y la última prueba se realizó con una descarga de 3,2 mm³/carrera obteniendo como resultado una opacidad de 64,5% .

Figura 11.

Comparación Caudal de reflujo vs opacidad



Fuente: Toapanta D. & Vizuet F. (Autores)

En la figura 11 detalla una gráfica de la opacidad del vehículo vs. En la descarga de preinyección se puede observar que el mayor porcentaje de opacidad con 64,5% es en la última prueba con una descarga de 3,2 mL/min. En la sexta prueba se observa la menor cantidad de porcentaje de opacidad con un 34,9 %, la tiene una descarga de preinyección de 2 mL/min. El área de color anaranjado corresponde al límite mínimo (0,4 mm³/carrera) y máximo (1,4 mm³/carrera) de descarga de preinyección del banco de pruebas. El menor porcentaje de opacidad medido esta fuera de los parámetros que indica el banco de pruebas.

Conclusiones

En el proceso de estudio del artículo se observa que la variación de caudal en descarga de preinyección, en un motor WL-C con sistema de inyección CRDI de Bosch, tiene una relación de variación conjunta con el porcentaje de opacidad. Previo a la calibración de los inyectores, la medición de opacidad estaba fuera del porcentaje establecido en la norma INEN 2202, la cual se obtuvo 85,8 % de opacidad, teniendo en cuenta que la descarga de inyección del inyector 1 era de 1,82 mm³/carrera, inyector 2 era de 2,43 mm³/carrera, inyector 3 era de 2,53 mm³/carrera y del inyector 4 era de 1,62 mm³/carrera. Es importante realizar una correcta inspección y preparación del vehículo por parte del técnico previo a la prueba. Se tendrá en cuenta todos los parámetros establecidos, los inyectores calibrados y conforme las distintas pruebas que se llevaron a cabo se pudo concluir que en la primera prueba de variación de descarga de preinyección de 0 mm³/ carrera con un porcentaje de tolerancia de más menos 0,1 mm³/carrera, se obtuvo un porcentaje 66,2 % de opacidad.

Desde la primera prueba se puede determinar que hay una relación directa entre la variación de descarga de preinyección y la opacidad. Dentro de los parámetros que nos otorga el banco de pruebas hay límites mínimos y máximos siendo estos 0,4 mm³/carrea y 1,4 mm³/carrera correspondientemente. Sin embargo, la sexta prueba con una descarga de preinyección de 2,0 mm³/carrea fue el porcentaje de opacidad más bajo que obtuvimos (34,9%), el cual estuvo fuera de rango. Esto quiere decir que la modificación que se realizó en los inyectores demuestra que, desde la primera prueba, existe una variación significativa en el porcentaje de opacidad de este motor WL-C. Por ende, el estudio puede ser de ayuda significativa para los técnicos que deseen reducir el porcentaje de opacidad, permitiendo obtener una alternativa fiable y específica para este tipo de motor.

Los pasos para realizar todas las pruebas de opacidad en el presente artículo, se llevó a cabo conforme las recomendaciones e indicaciones presentes en la norma INEN 2202, a fin de obtener resultados idóneos para la investigación. Ya que es la norma que se encuentra vigente a nivel nacional en todos los centros de revisión técnica vehicular. Previo a las mediciones de opacidad también es muy importantes realizar las pruebas de los inyectores conforme las especificaciones del fabricante del banco de pruebas Hartridge.

Siempre es importante la verificación de todos los sistemas que compone el automotor, porque la opacidad no solo depende del sistema de inyección o inyectores, sino depende de todo un conjunto de sistemas del motor como, el sistema de escape, sistema EGR, sistema de admisión entre otros, que funcionando correctamente el automotor estará dentro de los parámetros de contaminación de opacidad establecidos por la norma INEN 2202 del 2013. Adicionalmente es importante tener en cuenta que los equipos de medición que se vayan a utilizar para opacidad, calibración de inyectores, etc., estén calibrados según las especificaciones del fabricante.

Bibliografía

- Automotive Injection Service Solution . (s.f.). *Common rail tecnología de los inyectores*.
Varis: GREECE.
- Bosch. (2012). Componentes del sistema Common Rail. En *Automotive Aftermarket*.
- Bosch. (2022). *superprofesionalesbosch*. Recuperado el 10 de mayo de 2022, de tps://www.superprofesionalesbosch.com/plataforma/pluginfile.php/45585/mod_resource/content/1/Common%20Rail_Liviano.pdf
- EIA. (06 de 2022). *Energy Information Administration*. Obtenido de <https://www.eia.gov/energyexplained/diesel-fuel/use-of-diesel.php>
- Hartridge. (2017). <https://hartridge.com>. Obtenido de <https://hartridge.com/wp-content/uploads/2022/05/Sabre-CRI-Expert-Hartridge-v2.pdf>
- INEN. (s.f.). *Norma tecnica Ecuatoriana 2202*. Recuperado el 15 de mayo de 2022, de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2202.pdf>

informa, Q. (20 de 10 de 2021). Obtenido de [http://www.quitoinforma.gob.ec/2021/10/20/la-
amt-realiza-controles-de-rtv-y-opacidad-en-la-via/](http://www.quitoinforma.gob.ec/2021/10/20/la-amt-realiza-controles-de-rtv-y-opacidad-en-la-via/)

Quito informa. (21 de abril de 2021). Obtenido de
[http://www.quitoinforma.gob.ec/2021/04/21/controles-de-opacidad-ayudan-a-
mejorar-la-calidad-del-aire-en-quito/](http://www.quitoinforma.gob.ec/2021/04/21/controles-de-opacidad-ayudan-a-mejorar-la-calidad-del-aire-en-quito/)

Superprofesionalesbosch . (2002). Obtenido de
[tps://www.superprofesionalesbosch.com/plataforma/pluginfile.php/45585/mod_resour
ce/content/1/Common%20Rail_Liviano.pdf](tps://www.superprofesionalesbosch.com/plataforma/pluginfile.php/45585/mod_resource/content/1/Common%20Rail_Liviano.pdf)

superprofesionalesbosch. (06 de Junio de 2017). *Bosh*. Recuperado el 10 de Mayo de 2022,
de
[https://www.superprofesionalesbosch.com/plataforma/mod/scorm/player.php?a=56&c
urrentorg](https://www.superprofesionalesbosch.com/plataforma/mod/scorm/player.php?a=56¤torg)

Volvo. (2005). Preinyeccion . En *Common rail Volvo* (págs. 20-28). VM.

Volvo. (2005). *Preinyeccion funcionamiento.Common rail VM* .

ANEXOS

Anexos Introducción

Anexo 1: Energy information administration (2022). Diesel fuel explained Use of diesel EIA. (06 de 2022). Energy Information Administration

Diesel fuel explained

Use of diesel



BASICS +MENU

The inventor of the diesel engine, [Rudolf Diesel](#), originally designed his engine to use coal dust as fuel. He also experimented with vegetable oil before the petroleum industry began making petroleum diesel fuel. Most diesel fuel we use in the United States is refined from crude oil. Use of [biodiesel](#) made from vegetable oils and other materials is now also common.

The first diesel engine automobile trip was completed on January 6, 1930. The nearly 800-mile trip was from Indianapolis, Indiana, to New York City. The trip demonstrated the potential value of the diesel engine design, which has been used in millions of vehicles since its inaugural trip.



Freight truck with diesel engine
Source: Stock photography (copyrighted)

Diesel fuel is important to the U.S. economy

Most of the products we use are transported by trucks and trains with diesel engines, and most construction, farming, and military vehicles and equipment also have diesel engines. As a transportation fuel, diesel fuel offers a wide range of performance, efficiency, and safety features. Diesel fuel also has a greater energy density than other liquid fuels, so it provides more useful energy per unit of volume.

In 2021, [distillate fuel consumption by the U.S. transportation sector](#), which is essentially diesel fuel, was about 46.82 billion gallons (1.11 billion barrels), an average of about 128 million gallons per day. This amount accounted for about 77% of [total U.S. distillate consumption](#), about 15% of [total U.S. petroleum consumption](#), and on an energy content basis, about 25% of total energy consumption by the U.S. transportation sector.

Diesel fuel is used for many tasks

Diesel engines in trucks, trains, boats, and barges help transport nearly all products people consume. Diesel fuel is commonly used in public buses and school buses.

Diesel fuel powers most of the farm and construction equipment in the United States. The construction industry also depends on the power diesel fuel provides. Diesel engines can do demanding construction work, such as lifting steel beams, digging foundations and trenches, drilling wells, paving roads, and moving soil safely and efficiently.

The U.S. military uses diesel fuel in tanks and trucks because diesel fuel is less flammable and less explosive than other fuels. Diesel engines are also less likely to stall than gasoline-fueled engines.

Diesel fuel is also used in diesel engine generators to generate electricity. Many industrial facilities, large buildings, institutional facilities, hospitals, and electric utilities have diesel generators for backup and emergency power supply. Most remote villages in [Alaska](#) use diesel generators as the primary source of electricity.

Also in Diesel fuel explained

- Diesel fuel
- Where our diesel comes from
 - Use of diesel
- Prices and outlook
- Factors affecting diesel prices
- Diesel fuel surcharges
- Diesel and the environment

Learn more

- Petroleum Consumption By Sector—Tables 3.7a to 3.7c
- Fuel Oil and Kerosene Sales: data on distillate sales by type of use and by state
- Prime Supplier Sales Volumes—data on diesel sales by state
- U.S. Petroleum Product Supplied
- U.S. petroleum products consumption by source and sector
- U.S. petroleum flow
- Articles on diesel

Also on Energy Explained

- U.S. energy facts
- Energy use for transportation
- Biomass-based diesel fuels

Frequently asked questions

- Why are diesel fuel prices higher than gasoline prices?
- How many gallons of gasoline and diesel fuel are made from one barrel of oil?

Anexo 2: Quito Informa. (2021). Controles de opacidad ayudan a mejorar la calidad del aire en Quito

SEGUIDAD



Controles de opacidad ayudan a mejorar la calidad del aire en Quito

21 abril, 2021 | 1459 Views | 0 Comments | control opacidad, Operativos

Personal operativo de la Agencia Metropolitana de Tránsito (AMT) con el apoyo técnico de la Secretaría de Ambiente, intensifican los controles de opacidad al transporte de pasajeros para verificar que sus unidades estén dentro de la normativa y con ello mantener la calidad del aire en Quito, en niveles deseables.

Las brigadas de agentes de la AMT revisan con opacímetros calibrados, el nivel de opacidad: humo expulsado por los motores diésel, a través de comprobaciones estandarizadas y durante la aceleración del autobús, bajo norma INEN. Mientras se realizan las pruebas, el dispositivo registra el nivel máximo de opacidad del humo expulsado durante la aceleración.

Cuando la sonda colocada en el tubo de escape de cada automotor registra exceso en los niveles de opacidad, su propietario recibirá una multa que equivale al 10% del Salario Básico Unificado SBU, además será citado para que, en un plazo máximo de 8 días, realice las correcciones a su vehículo y se presente en la Revisión Técnica Vehicular para comprobar el cumplimiento de las normas de emisiones de gases. Si el vehículo nuevamente es encontrado en vía y no ha realizado las correcciones necesarias, será retenido por 5 días y su propietario recibirá una multa de 200 dólares.

Estos controles de opacidad se realizan de manera aleatoria al transporte público de pasajeros, transporte comercial, institucional, escolar y de carga que transitan diariamente por las calles del DMQ.

El material particulado que se emiten a la atmósfera por la combustión del diésel, puede causar graves problemas de salud porque su constitución es tan imperceptible que pueden ingresar al sistema respiratorio fácilmente y provocan problemas pulmonares, sobre todo en mujeres embarazadas, personas con enfermedades respiratorias crónicas, personas de la tercera edad y niños.

Adicionalmente es importante recordar que estos contaminantes también se suman a otros responsables del calentamiento global, causantes de intensas olas de calor, cada vez más fuertes y mayor frecuencia, afectando también a la salud de las personas vulnerables, aumentan el deshielo de glaciares y provocan fuertes inundaciones, y sequías.



Buscar dentro del sitio

Listado completo de categorías

Categorías

Destacados

- Culturas urbanas y familias deportivas: un día en el moderno parque
Turubamba
4 noviembre, 2022 | 0
- 30 700 personas viajaron desde las terminales terrestres de Quito en el primer día de operativo por feriado
3 noviembre, 2022 | 0
- Día de los Difuntos: tradiciones religiosas y rituales
Indígenas perduran en Quito
3 noviembre, 2022 | 0
- Iniciaré recuperación de mesa vial del carril derecho en la avenida
Mariscal Sucre y Huancavilca
3 noviembre, 2022 | 0
- Una vía intransitable quedará en el pasado en San Martín
3 noviembre, 2022 | 0
- Destinos hacia Guayas y Esmeraldas solo saldrán en horarios especiales
3 noviembre, 2022 | 0
- Moradores del barrio Pio XII cuentan con espacios públicos seguros e iluminados
2 noviembre, 2022 | 0

Anexos de marco teórico

Anexo 3: Superprofesionalesbosch . (2002) Diesel electrónico - Modulo II: Introducción a la tecnología Common Rail, Componentes del sistema, importancia, tipos de inyección.

BOSCH Innovación para tu vida 1. Introducción 5 de 33

Conozca la importancia del Common Rail

Haga clic en los números y conozca

- 1 El Common Rail es una tecnología de inyección directa en motores Diesel más eficiente que se ha desarrollado, gracias a su bajo consumo, alta potencia, disminución de ruido y eficiencia.
- 2 Por la atención de estrictos estándares de emisiones, por su versatilidad y practicidad de aplicación extremadamente amplia, también junto con sistemas de post tratamiento de gases.
- 3 Para los distintos profesionales de cada área, los sistemas electrónicos representan un desafío de conocimientos y equipos necesarios para poder atender los requerimientos asociados a la venta, servicio, mantenimiento, diagnóstico y reparación.

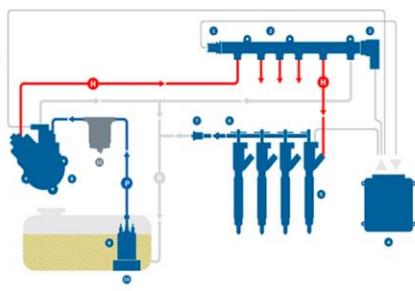


BOSCH Innovación para tu vida 2. Componentes del Common Rail 8 de 33

Conozca los componentes del Common Rail

Haciendo clic en los números abajo.

- 1 La tecnología Common Rail tienen un sin número de variantes, según aplicación y fabricante.
- 2 En la gran mayoría de los casos está compuesto por una bomba de alta presión, un riel común y los inyectores controlados electrónicamente.
- 3 A continuación, se puede observar los componentes principales de una tecnología Common Rail moderno Bosch. Favor tomar en cuenta que existen muchas variantes, según aplicación y fabricante



- Sensor de presión del riel
- Riel común
- Válvula reguladora de presión
- Unidad de control de motor (ECU)
- Inyector de solenóide / piezo
- Retorno
- Válvula contra retorno (piezo)
- Bomba alta presión
- Bomba de suministro
- Pre-filtro

Otros componentes

- Filtro
- Presión de suministro
- Alta presión
- Retorno
- Conector eléctrico
- Combustible



Conozca las características del Common Rail

Haga clic en los iconos de abajo:



La presión de inyección se puede generar independientemente del número de revoluciones del motor y del caudal de inyección.



Sus componentes principales son la bomba de alta presión, el riel común, los inyectores controlados electrónicamente, sensores y actuadores.



La bomba suministra combustible y eleva la presión del mismo, el combustible se dispone en un riel común y es utilizado por los inyectores de manera muy precisa.



Todo el sistema es controlado electrónicamente por la ECU del motor, la cual emplea informaciones de varios sensores para lograr un funcionamiento correcto.



Siendo que hay una marcada tendencia al uso de señales digitales desde los sensores y hacia algunos actuadores, por su mayor grado de precisión.

Proceso de inyección

Conozca el proceso de inyección en el Common Rail haciendo clic en los números abajo.

1 En la tecnología Common Rail (Riel Común), el combustible está disponible en el riel en todo momento, caudal y presión suficiente, garantizando que los inyectores inyecten cantidades muy precisas de combustible en los momentos adecuados del proceso de combustión.

2 Adicionalmente, dado que los inyectores son controlados electrónicamente, se tienen varios procesos de inyección para un mismo ciclo de trabajo.

3 Como pre-inyecciones, inyecciones principales y post - inyecciones.

4 El resultado general es una mejora significativa de la eficiencia del proceso de combustión, un consumo y emisiones notablemente inferiores, potencia y torque significativamente mayores, reducción de ruido y de tamaño de motores, entre otros.

Haga clic en el botón para ver más información.



Tecnología Diesel Bosch: inyección y combustión



Conozca los pasos del proceso de inyección

El proceso de inyección se puede dividir en tres pasos separados por tiempo de combustión. Haga clic en los botones abajo y conozca.

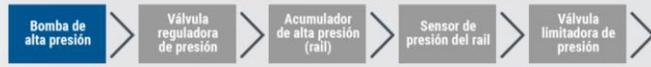


Pre-inyecciones:

Las pre-inyecciones suceden antes de la inyección principal y son inyecciones de pequeñas cantidades de combustible, con varios fines: aumento de la temperatura del aire, para lograr mejor combustión cuando suceda la inyección principal, aumento gradual o escalonado de presión dentro del cilindro, reducción de vibraciones y ruidos entre otros.



Componentes del Common Rail



Bomba de Alta presión

1 2

La bomba de alta presión Common Rail en todas sus variantes es un dispositivo mecánico de bombeo controlado electrónicamente.



Componentes del Common Rail



Bomba de Alta presión

1 2 3

Es responsable de suministrar el combustible en cantidad suficiente en todo momento y junto con la válvula reguladora de presión del riel, de elevar la presión a los valores de trabajo objetivo, aproximadamente entre 1.400 bar a 2.700 bar, depende mucho la versión de la bomba.



Componentes del Common Rail



Inyectores



Los inyectores common rail son dispositivos electromecánicos muy precisos y robustos. Su principio de funcionamiento se describe mediante una comparación sencilla contra un inyector convencional.



Componentes del Common Rail

Bomba de alta presión

Válvula reguladora de presión

Acumulador de alta presión (rail)

Sensor de presión del rail

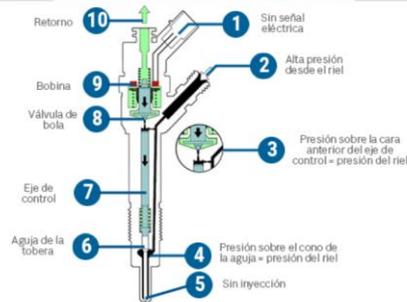
Válvula limitadora de presión

Inyectores

Inyectores



En los inyectores de los Sistemas Common Rail, cuando no hay señal eléctrica de activación, no sucede inyección alguna, sin importar cuál sea la presión del sistema.



Componentes del Common Rail

Bomba de alta presión

Válvula reguladora de presión

Acumulador de alta presión (rail)

Sensor de presión del rail

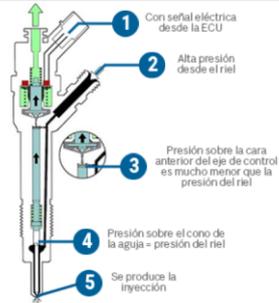
Válvula limitadora de presión

Inyectores

Inyectores



Cuando se envía la señal eléctrica de activación, una pequeña válvula de control disminuye la presión y fuerza de control sobre el eje de control de la aguja de la tobera; liberándola y produciendo la inyección.



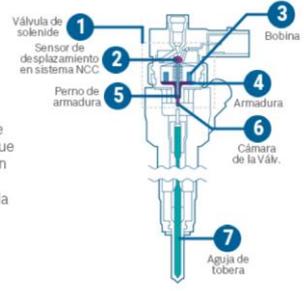
Componentes del Common Rail



Inyectores



En la siguiente imagen se aprecia un corte de un inyector de common rail sin señal, en el que se analiza el proceso de inyección, en función de la corriente que fluye por la bobina, el desplazamiento de la armadura y de la válvula de bola, la presión en la cámara (violeta en esta imagen, negro o gris en las dos anteriores) y a alzada de la aguja.



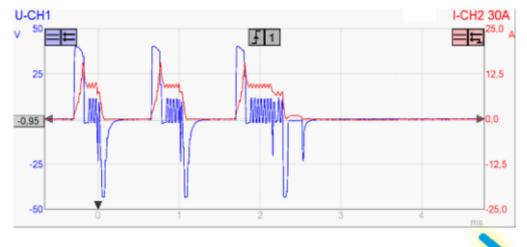
Componentes del Common Rail



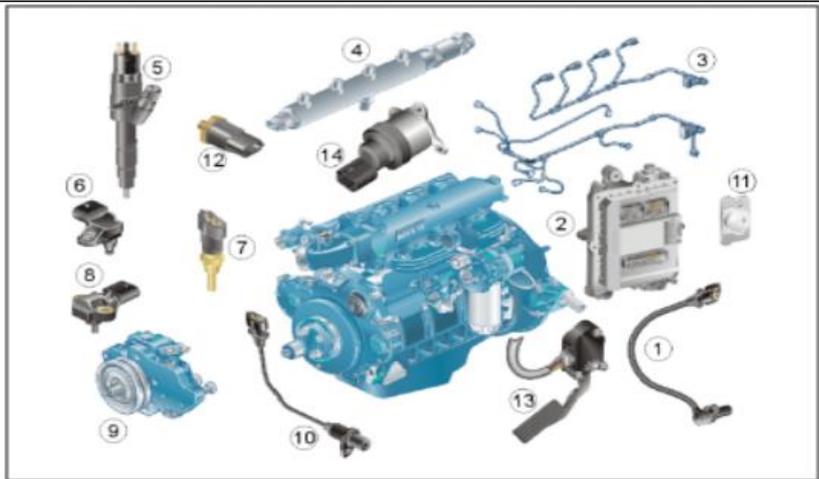
Inyectores



Como dato adicional, en la siguiente gráfica se puede apreciar la señal de voltaje y corriente de un inyector CRI de una aplicación LCV, detallando dos pre-inyecciones y una inyección principal, cuando el motor está a temperatura de operación y la marcha en neutral. En la gráfica se aprecia en azul la Tensión y en rojo la intensidad.



Anexo 4 : Volvo. (2005). Preinyeccion funcionamiento.Common rail VM .



1. Sistema de inyección electrónica – Common rail - Sus componentes

- | | |
|---|--|
| 1. Sensor de rotaciones | 8. Sensor de presión y temperatura del aceite lubricante |
| 2. ECM | 9. Bomba de alta presión |
| 3. Manajo | 10. Sensor de fase del motor |
| 4. Tubo Rail | 11. Sensor de altitud |
| 5. Inyector | 12. Sensor de presión del Rail |
| 6. Sensor de presión y temperatura del aire | 13. Pedal del acelerador |
| 7. Sensor de temperatura del líquido de refrigeración | 14. Válvula reguladora de presión |

"Common Rail", significa "Tubo Común", cuyo concepto es un tubo acumulador de combustible a alta presión, común para todos los inyectores.

Este sistema de inyección electrónico está compuesto básicamente por un depósito de combustible, tuberías, bomba alimentadora, filtro de combustible, bomba de alta presión, tubo acumulador de combustible, inyectores y gerenciador electrónico.

Cuando se pone en marcha el motor, todos los sensores conectados del motor al ECM, informan las presiones, temperaturas, revoluciones, posición del acelerador y otros datos para el funcionamiento normal del motor.

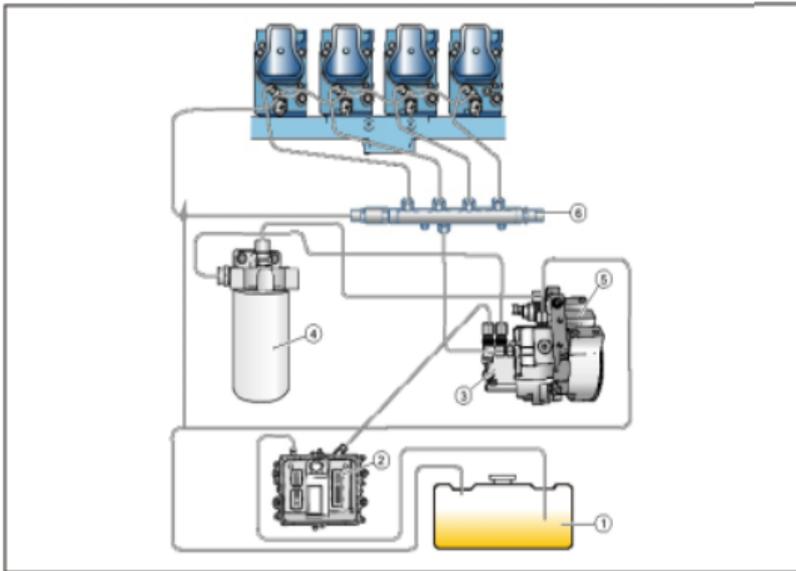
Anotaciones:

.....

.....

.....

.....



2. Common Rail – Baja y Alta Presión

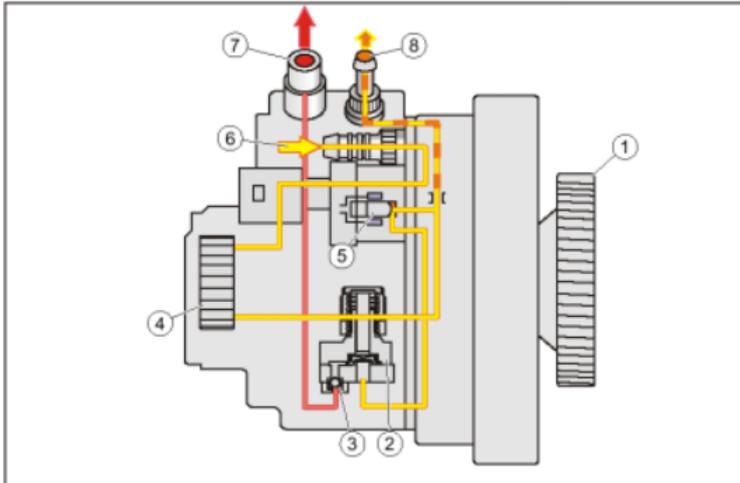
- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| 1. Depósito de combustible | 4. Filtro de combustible |
| 2. Enfriador del ECM | 5. Bomba de alta presión |
| 3. Bomba de combustible | 6. Tubo Rail |

El sistema de combustible se subdivide en dos partes:

- Sistema de baja presión: compuesto por el filtro, la bomba de combustible y la válvula reguladora de presión.
- Sistema de alta presión: compuesto por la bomba de alta presión, tubo Rail e inyector con válvula electromagnética (solenoides).

En la bomba de alta presión, también se conecta la bomba de engranajes de combustible y la válvula reguladora de presión.

Las funciones básicas del Common Rail son controlar la inyección y mantener una suficiente y constante presión del combustible en el momento apropiado, en cantidades exactas y con la máxima presión posible. Para asegurar de esa manera un funcionamiento silencioso, económico y con menos emisión de contaminantes del motor diesel. Las funciones adicionales de control y regulación originan la reducción de las emisiones de gas de escape y de consumo de combustible.



5. Circuito de combustible en la Bomba de alta presión

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Engranaje de accionamiento | 5. Válvula reguladora de presión |
| 2. Elemento bombeador | 6. Conexión de entrada |
| 3. Válvula de salida de presión | 7. Conexión de salida de alta presión |
| 4. Bomba de combustible | 8. Retorno para depósito |

El combustible es succionado (6) por la bomba de engranajes, sigue por los canales internos y llega a la bomba (4), es presionado para la válvula reguladora de presión (MPROP) (5) y entra en la cámara del elemento bombeador (2), donde están el pistón, el resorte, el resalto excéntrico y la válvula de salida de alta presión (3).

La salida (7) del combustible de alta presión para el Common Rail, se hace por la válvula de salida (3), cuya su función es retener el combustible en el tubo Rail y en los caños de alta presión.

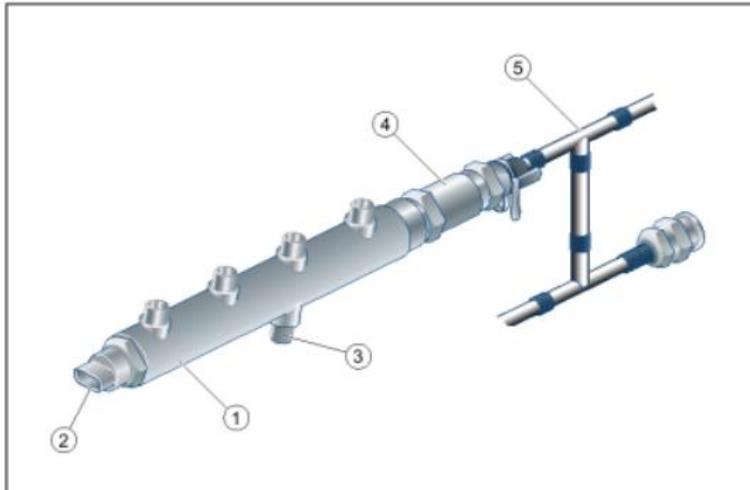
La válvula reguladora de presión (MPROP), tiene la función de controlar el volumen de combustible para el elemento bombeador de alta presión, de acuerdo a las revoluciones y carga del motor. Según la posición, señalizada por el ECM, una parte del combustible se desvía para el depósito, y controlará la presión en el tubo Rail.

El conjunto del elemento pistón y resorte tienen la capacidad de generar alta presión, y alcanzan alrededor de 1350 a 1400 bar, cuando la válvula reguladora está totalmente abierta, suministra todo el volumen de combustible al elemento bombeador.

El accionamiento de las bombas se hace a través de engranajes (1) del sistema de distribución del motor.

Anotaciones:

.....



9. Tubo acumulador de alta presión – Common Rail

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. Common Rail | 4. Válvula de seguridad |
| 2. Sensor de presión | 5. Retorno de combustible |
| 3. Entrada de combustible | |

El tubo acumulador de alta presión está hecho de acero forjado y tiene la función de almacenar el combustible necesario para la inyección de todos los cilindros bajo alta presión.

Además, a través de su gran volumen, ecualiza las variaciones de presión generadas por la bomba de alta presión y por el proceso de inyección.

En el tubo acumulador de alta presión (Rail), están las conexiones de la bomba de alta presión, los tubos de alta presión de los inyectores, el retorno de combustible, la válvula de seguridad y el sensor de presión de combustible.

El volumen del Common Rail está constantemente lleno de combustible a alta presión. Cuando el combustible se inyecta hacia la cámara de combustión en el tiempo de inyección, la presión en el tubo Rail permanece casi constante, debido al gran volumen del acumulador. De la misma forma, las oscilaciones de presión resultante del débito pulsante de la bomba de alta presión son atenuadas, es decir, compensadas.

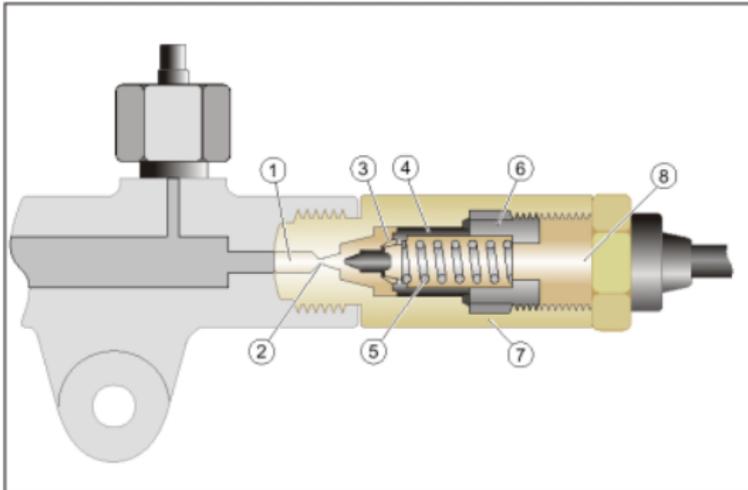
Anotaciones:

.....

.....

.....

.....



10. Válvula limitadora de presión - Common Rail

- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| 1. Conexión de alta presión | 5. Resorte de presión |
| 2. Válvula | 6. Tope |
| 3. Orificio de pasaje | 7. Porta-válvula |
| 4. Pistón | 8. Retorno |

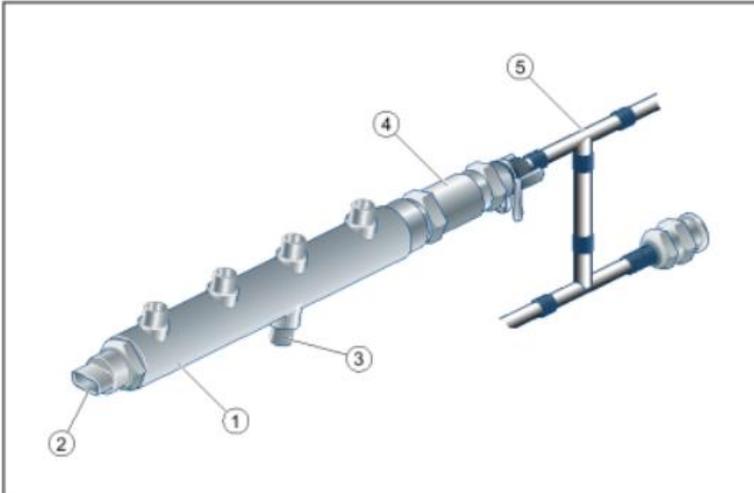
La válvula de seguridad de presión del Common Rail está conectada al tubo Rail de alta presión y tiene como función, restringir la presión máxima en el acumulador y protegerlo del exceso de presión, y libera la salida del exceso de combustible.

Cuando la presión excede el máximo de 1450 bar en el tubo Rail, la válvula de seguridad se abre y el combustible excedente retorna para el depósito. La válvula es un componente que trabaja mecánicamente y consiste de una carcasa con rosca externa para fijación al tubo Rail, una unión al tubo del retorno, un pistón móvil, una aguja y un resorte. El cuerpo tiene un orificio de unión con el tubo Rail, que se cierra en la etapa de sellado de la extremidad cónica del pistón. En la presión normal de servicio hasta 1350 bar, un resorte presiona al pistón para la cara de sellado de modo que el combustible en el tubo Rail permanece cerrado. Solamente cuando se supera la presión máxima del sistema, el pistón se abre para aliviar el exceso de presión, es decir, a 1450 bar.

Cuando la presión cae entre 1400 y 1350 bar, dentro del Common Rail, la válvula se cierra, y mantiene la alta presión normal en el sistema para inyección.

Anotaciones:

.....



9. Tubo acumulador de alta presión – Common Rail

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. Common Rail | 4. Válvula de seguridad |
| 2. Sensor de presión | 5. Retorno de combustible |
| 3. Entrada de combustible | |

El tubo acumulador de alta presión está hecho de acero forjado y tiene la función de almacenar el combustible necesario para la inyección de todos los cilindros bajo alta presión.

Además, a través de su gran volumen, equaliza las variaciones de presión generadas por la bomba de alta presión y por el proceso de inyección.

En el tubo acumulador de alta presión (Rail), están las conexiones de la bomba de alta presión, los tubos de alta presión de los inyectores, el retorno de combustible, la válvula de seguridad y el sensor de presión de combustible.

El volumen del Common Rail está constantemente lleno de combustible a alta presión. Cuando el combustible se inyecta hacia la cámara de combustión en el tiempo de inyección, la presión en el tubo Rail permanece casi constante, debido al gran volumen del acumulador. De la misma forma, las oscilaciones de presión resultante del débito pulsante de la bomba de alta presión son atenuadas, es decir, compensadas.

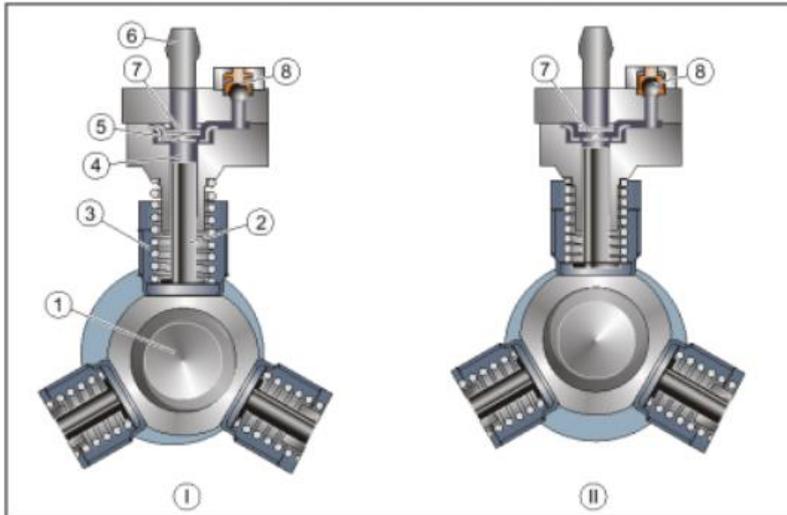
Anotaciones:

.....

.....

.....

.....



8. Bomba de alta presión - Funcionamiento

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Eje de accionamiento | 5. Válvula de entrada |
| 2. Elemento de la bomba (pistón) | 6. Entrada de combustible |
| 3. Resorte de presión | 7. Disco de la válvula de entrada |
| 4. Cámara de compresión | 8. Válvula de salida |

I. En el movimiento descendente del elemento del pistón (bombedador) de la bomba de alta presión, el tubo de entrada (6) succiona el combustible y abre la válvula (5) del disco (7), y llena la cámara de alta presión (4), al mismo tiempo, también presionada por la bomba de combustible, antes, pasa por la válvula reguladora de presión. Al final del recorrido del elemento con pistón, la cámara está totalmente llena de combustible, y en ese momento, el elemento está en el punto más bajo del excéntrico del eje de accionamiento (1).

II. En el movimiento ascendente, la válvula de entrada (5) y el disco (7) cierran la entrada de combustible que va hacia dentro de la cámara. Por el movimiento rotativo del eje de accionamiento (1), el resalte y el excéntrico del eje acciona al elemento con pistón (2), y comprime el combustible, cuando se genera alta presión en la cámara (4).

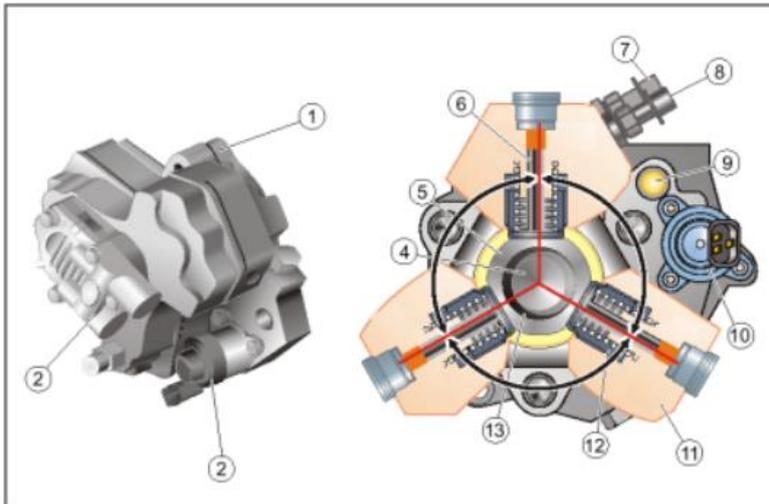
En cuanto la presión de la cámara (4) supera la presión del Common Rail, la válvula de salida (8) abre y permite el pasaje de combustible para el tubo Rail. Cuando se equilibra la presión entre la cámara de alta presión de la bomba y el Common Rail, la válvula de salida se cierra y al mismo tiempo, la válvula reguladora de presión, controla la admisión de combustible a la cámara de alta presión.

Anotaciones:

.....

.....

43



7. Bomba de alta presión – Sus componentes

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 1. Bomba de alta presión | 8. Conexión de alta presión |
| 2. Bomba de combustible | 9. Conexión de avance |
| 3. Válvula reguladora de presión | 10. Regulador de presión |
| 4. Eje de accionamiento | 11. Carcasa |
| 5. Resalto accionador | 12. Resorte de presión |
| 6. Elemento bombeador c/ resorte | 13. Bujes flotantes |
| 7. Conexión de retorno | |

La bomba de alta presión es la interfaz entre el circuito de baja y el de alta presión y tiene la función de generar la presión necesaria para el tubo Rail e inyectores, pulverizando el combustible hacia adentro de la cámara de combustión. La función de la bomba de alta presión es mantener siempre el combustible suficientemente comprimido en todas las gamas de funcionamiento y por toda la vida útil del motor y del vehículo. Esto incluye la disponibilidad de una reserva de combustible necesaria para un proceso rápido de arranque y un rápido aumento de presión en el tubo Rail.

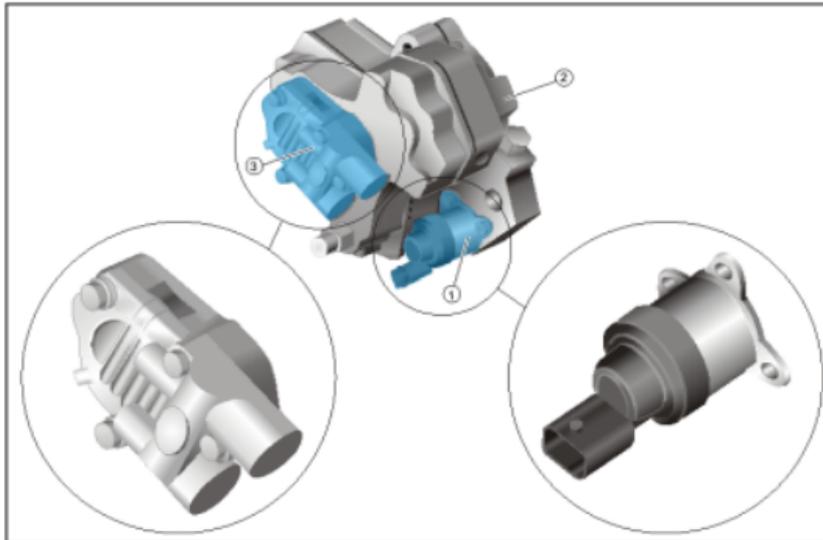
La bomba de alta presión va montada en el motor, sobre el mismo lado que la bomba de inyección del motor convencional y en ella también están conectadas la bomba de combustible y la válvula reguladora de presión.

El accionamiento de la bomba de alta presión lo hace uno de los engranajes de distribución. El eje de accionamiento de la bomba de alta presión tiene un excéntrico hacia arriba y hacia abajo, los tres elementos del bombeador en un ángulo de 120° entre sí, que comprimen el combustible y generan alta presión.

Anotaciones:

.....

.....



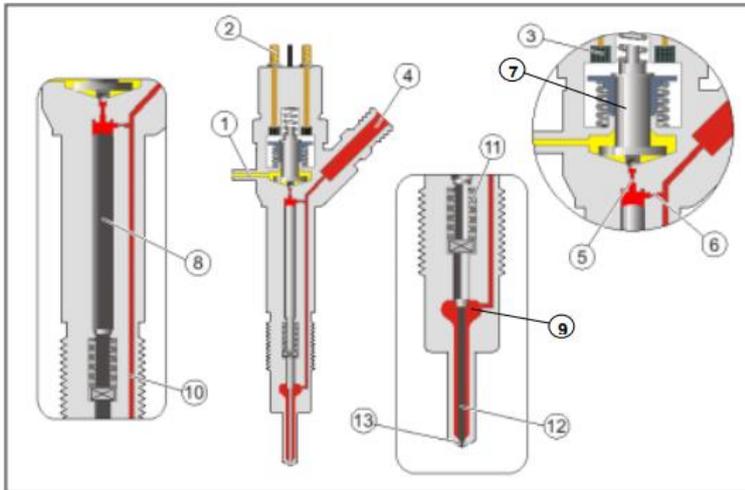
4. Válvula reguladora de presión

1. Válvula reguladora de presión
2. Bomba de alta presión
3. Bomba de engranajes de combustible

La válvula reguladora de presión de combustible está localizada junto a la bomba de alta presión y tiene como función, ajustar y mantener la presión de combustible en el tubo Rail, de acuerdo con la condición de revoluciones y carga del motor:

- En el caso que la presión sea muy alta en el tubo Rail, la válvula reguladora se cierra, controlada por la señal del ECM, y desvía una parte del combustible a través de la restricción de salida para el depósito. Eso disminuye la cantidad de combustible que es dirigido hacia adentro del elemento bombeador de alta presión. La presión en el tubo Rail disminuye debido al poco volumen de combustible presionado.
- En el caso de que la presión sea muy baja en el tubo Rail, la válvula reguladora se abre totalmente, y admite más combustible hacia adentro del elemento bombeador. En consecuencia, a mayor volumen, mayor presión en el tubo Rail.

El módulo de comando de inyección (ECM), que gerencia la válvula reguladora de presión controla en el lado de baja presión, la presión del combustible para que la bomba de alta presión cree solamente la presión requerida en el momento, y disminuya de esta forma la potencia consumida por la bomba de alta presión y el calentamiento en exceso del combustible.



14. Inyector Cerrado - Posición de descanso

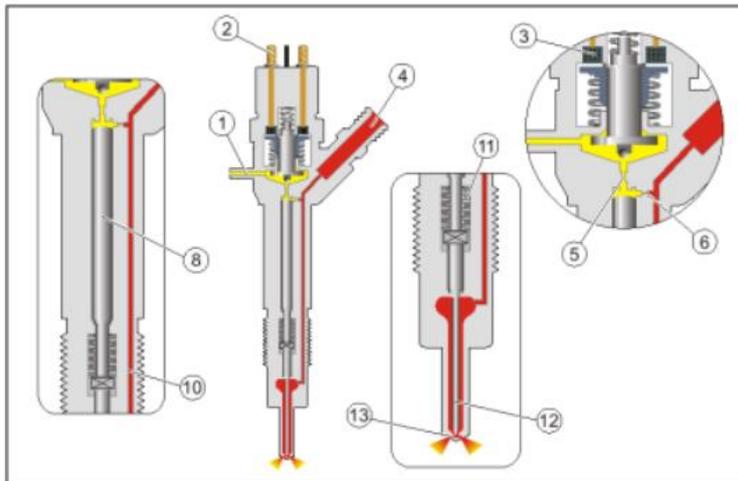
- | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| 1. Retorno de combustible | 8. Vástago de cierre de la aguja |
| 2. Conexión eléctrica | 9. Cámara inferior de alta presión |
| 3. Válvula solenoide | 10. Canal de admisión para inyector |
| 4. Conexión de alta presión | 11. Resorte de presión de la aguja |
| 5. Restricción de salida | 12. Aguja del inyector |
| 6. Restricción de entrada | 13. Asiento de la aguja |
| 7. Actuador del solenoide | |

El combustible va del Common Rail a los inyectores (4), a través de tubos a alta presión y llega al canal interno (10) del inyector hasta la cámara inferior (9). Una parte del combustible entra también en la cámara superior del vástago (8), y fluye por un pasaje de restricción (6).

Esta cámara superior está unida al retorno (1) del combustible a través de una restricción de salida (5), que puede abrirse por medio de la válvula solenoide (3) que acciona el actuador (7), cuando es activada por el ECM.

Cuando la restricción de salida (5) está cerrada, predomina la fuerza de presión del combustible sobre el vástago (8) de la aguja del inyector (12), pues el área superior del vástago es mayor en relación a la punta de la aguja y del asiento. En consecuencia, la aguja (12) es presionada contra el asiento (13), por el combustible y el resorte (11), que sellan totalmente el combustible a ser inyectado, mientras la válvula solenoide (3) esté desactivada.

Por eso, no se podrá inyectar el combustible en la cámara de combustión con la válvula desactivada, mientras que, si se activa, debido a la caída de presión en la cámara superior del vástago, el inyector se abre y pulveriza el combustible a alta presión en la cámara de combustión.



15. Inyector – Principio de Inyección

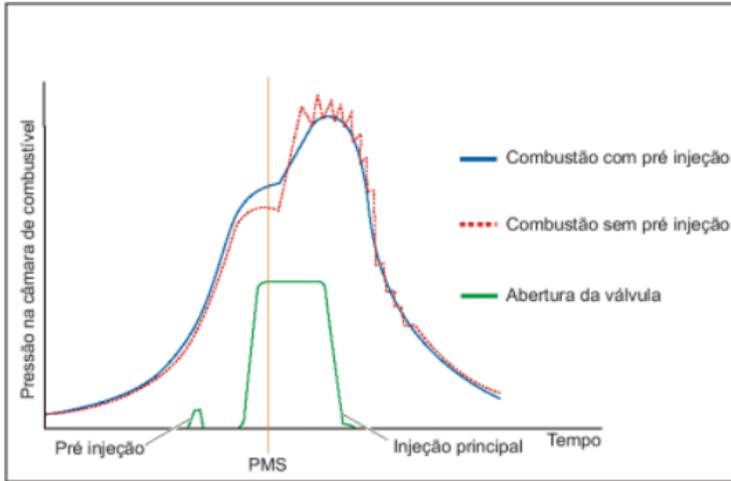
- | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| 1. Retorno de combustible | 8. Vástago de cierre de la aguja |
| 2. Conexión eléctrica | 9. Cámara inferior de presión |
| 3. Válvula solenoide | 10. Canal de admisión para inyector |
| 4. Conexión de alta presión | 11. Resorte de presión de la aguja |
| 5. Restricción de salida | 12. Aguja del inyector |
| 6. Restricción de entrada | 13. Asiento de la aguja |
| 7. Actuador del solenoide | |

Con la activación de la válvula solenoide (3), la restricción de salida (5) se abre. Esto hace con que la presión en la cámara superior del vástago (8) caiga, y disminuya la presión sobre el vástago. Por eso la fuerza de presión del vástago (8) es inferior a la presión de la cámara inferior (9), la aguja (12) se abre venciendo la presión del resorte (11), pulverizando el combustible por el orificio del asiento (13), para dentro de la cámara de combustión.

Esta activación indirecta de la aguja del inyector a través de un sistema mecánico de amplificación de fuerza se emplea porque las fuerzas necesarias para una rápida apertura de la aguja del inyector, no pueden ser producidas directamente por la válvula solenoide.

Por lo tanto, siempre que la válvula solenoide sea activada ocurre la inyección, una vez que con la caída de presión en la cámara superior del vástago, la presión proveniente del Common Rail, abre instantáneamente el inyector.

La apertura de presión del inyector es variable de acuerdo con las revoluciones del motor y la presión en el Common Rail



17. Pre-inyección – Funcionamiento

Para lograr la mejor combustión posible, la inyección se subdivide en pre-inyección e inyección principal, es decir, normal.

En la pre-inyección, antes que el pistón alcance el PMS, una pequeña cantidad de combustible se inyecta en el cilindro correspondiente, lo que provoca un aumento de temperatura y presión en la cámara de compresión. Con eso, el atraso de la quema del combustible y el aumento de presión y carga se reducen.

La pre-inyección tiene como ventajas principales, los bajos ruidos de combustión y bajos niveles de emisiones de contaminantes.

La válvula electromagnética (solenóide) del inyector actúa en la pre-inyección y en la inyección principal por medio del comando electrónico del motor (ECM).

La presión de la inyección principal se mantiene constante, durante todo el proceso de inyección.

Anotaciones:

.....

.....

.....

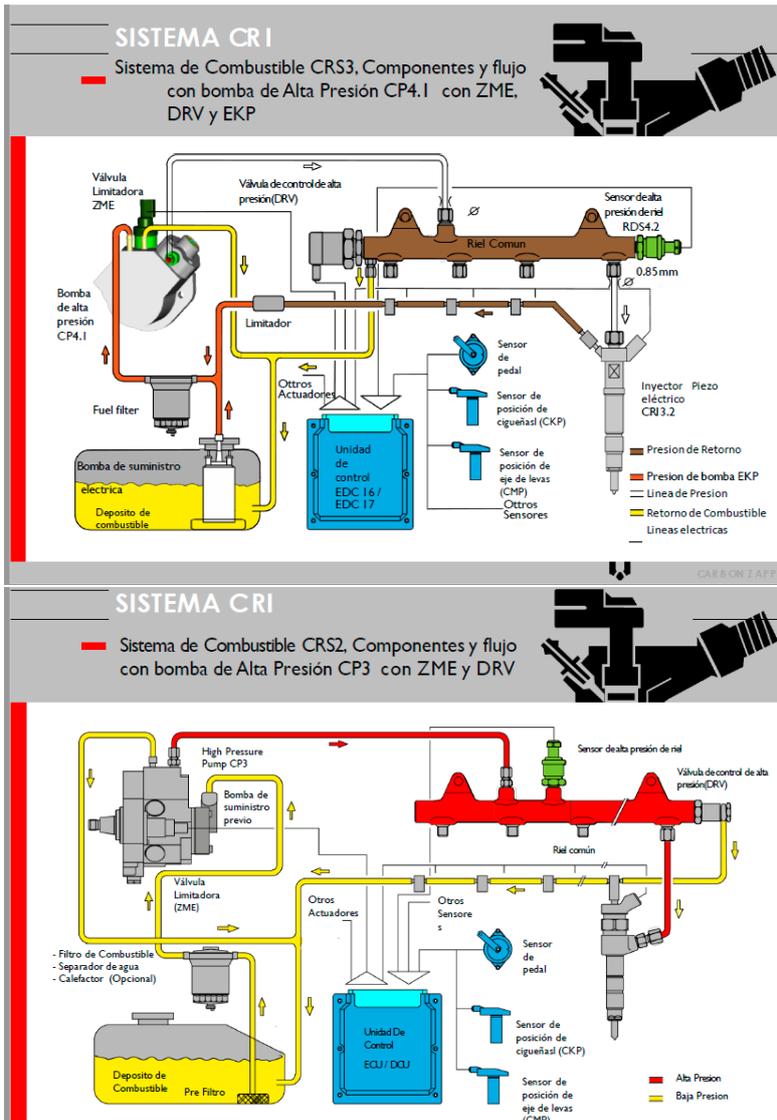
.....

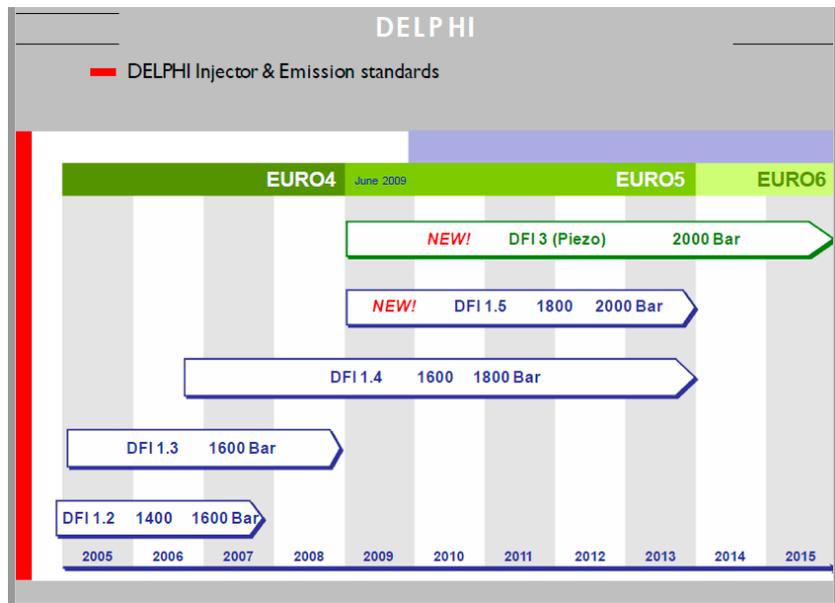
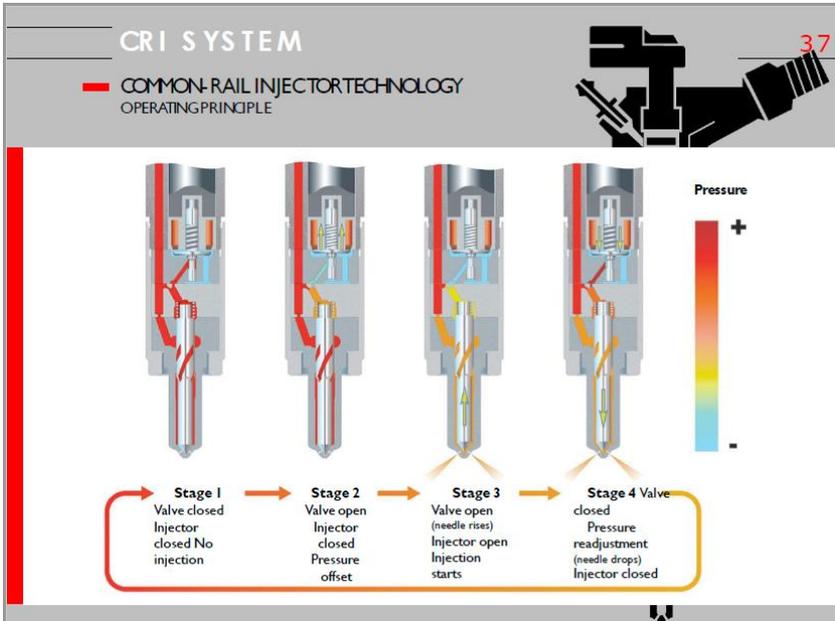
.....

.....

.....

Anexo 5: Automotive Injection Service Solution . (2010). Common rail tecnología de los inyectores. Varis: GREECE.

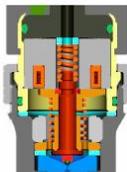




Design of CRI 1 and CRI 2

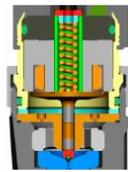
Control Valve Activation Systems

CRI 1



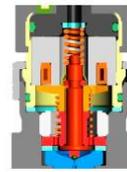
- The Control Valve Plate can only be removed after you have removed first the Holding Nut.
- Special Tool is required to remove the Control Valve Plate Holding Nut.

CRI 2.1



- The Control Valve parts can be removed directly.
- Easy access to the Holding Nut.
- Special Tool is required to remove the Control Valve Holding Nut.

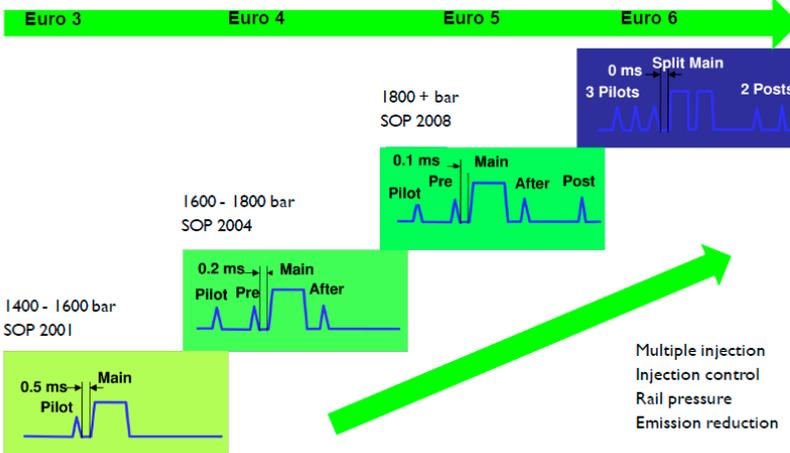
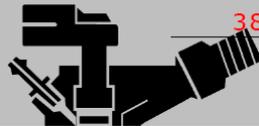
CRI 2.0/2.2



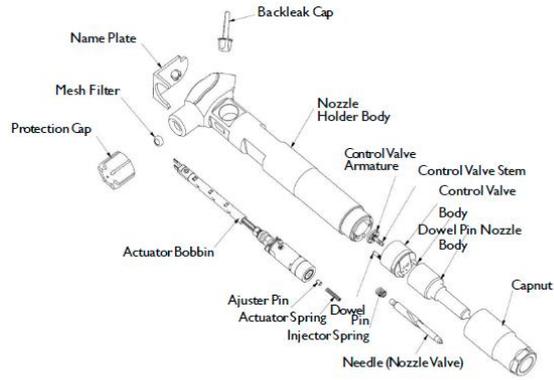
- The Control Valve Plate can only be removed after you have removed first the Center Holding Part and the Lower Holding Nut.
- The center Holding Part of the control valve also has a protective cover.
- Special Tool is required to remove the Control Valve Plate Holding Nut.

CRI SYSTEM

COMMON-RAIL INJECTOR TECHNOLOGY
Evolution to respond to emission standards



Injector components



DFI 1.5 (Solenoid) - Components



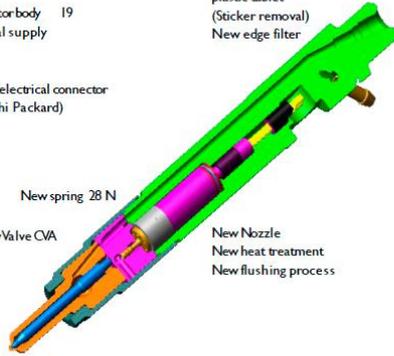
Injector body 19
Radial supply

New electrical connector
(Delphi Packard)

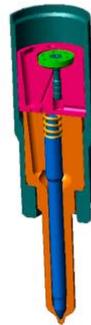
New spring 28 N

New Valve CVA

Datamatrix on
plastic tablet
(Sticker removal)
New edge filter

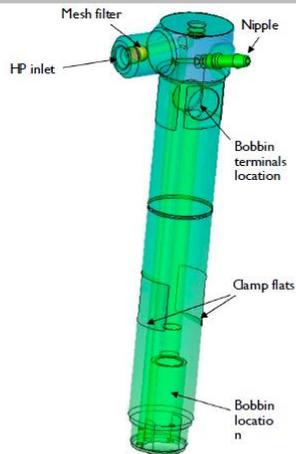


New Nozzle
New heat treatment
New flushing process



New needle New needle
seat
DLC treatment on
needle
seat

Injector Component (2)



NHB (Nozzle Holder Body)

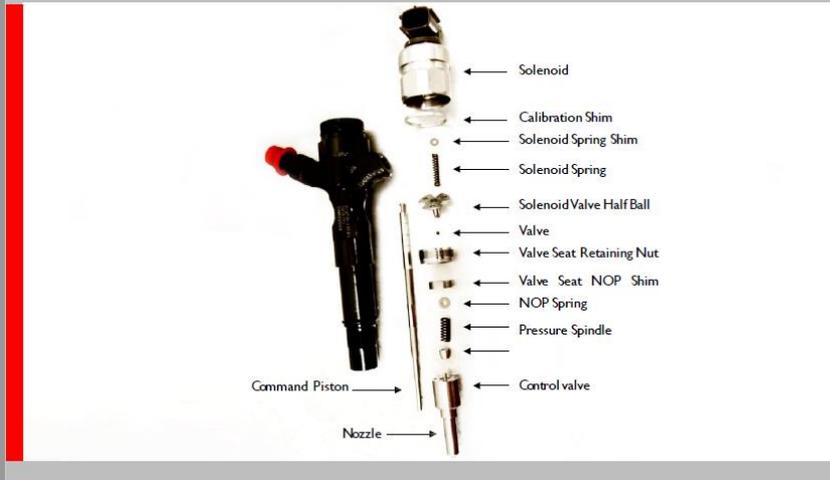
- NHB allows interfaces mechanically, hydraulically and electronically.
- Mesh filter protects orifices and nozzle from contamination
- Bobbin actuates control valve stem movement via magnetic force
- Nipple ensures connection to back leak circuit
- HP inlet ensures connection with HP pipes
- Clamps flats allow injector holding on cylinder head

Injector - Solenoid & Piezo injector difference

Injector	Solenoid	Piezo
	DFI 1.5	DFI 3
Emission standard	Euro 5	Euro 5 / Euro 6
Multiple injections	Up to 5 events per cycle	Up to 6 events per cycle
Maximum Rail Pressure	1800 bar	2000 bar
C3I	20 characters	24 characters
Valve	CVA: Combined Valve Adaptor plate	No, Piezo direct
Minimal operating delivery	1.2 mg per stroke @ 1000 bar 2.0 mg per stroke @ 1800 bar	0.5 mg per stroke @ 2000bar
Timing between two successive injections	200 µs	100 µs
Diameter Body	19mm	
Backleak	Yes	No
Maximum Flow rate	840 ml/min	900ml/min
Electrical drive command	Current	High voltage (250V)

Component Overview and Identification

The photo below shows an exploded stripped Denso G2 injector and labelled components



Dismantling



Figure 2

Figure 3

The solenoid valve can then be removed using long nose pliers. TAKE CARE NOT TO DROP THE 'HALF BALL VALVE' (Fig 3). This is situated in the end of the solenoid valve. It is small and very easily lost!! - (Replacement valves and half ball valves are available through Diesel Distributors).

— Dismantling

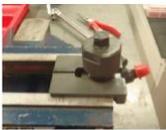
Figure 4



STEP 2 – Valve Seat Removal

Insert the Three Pronged Valve Seat Socket into the guide (Fig 4), ensuring that the 3 prongs are located in the 3 holes in the valve seat retaining screw and then screw the guide over the socket. Tighten the guide all the way down by hand until it is felt to 'bottom out', then unscrew by approximately 1/8th of a turn (Fig 5). We need to ensure that the inner 3 pronged socket will turn, whilst maintaining maximum support from the guide, minimising the risk of the socket tilting.

Figure 6



— Dismantling

Figure 7



With the valve seat removed (Fig 7), carefully remove the 2 locating dowels (Fig 8). Remove the injector from the holding jig and turn upwards, whilst holding your hand over the open end of the body (Fig 9). The command piston should slide out, or at least begin to protrude from the bore. Withdraw the piston from the body. If there is no movement of the command piston at this point, it may signify that it is seized or tight. If this is the case, then it can be left in situ to be removed after the nozzle end has been dismantled.

Figure 8



Figure 9



Dismantling



Figure 10



Figure 11



STEP 3 – Cap nut Removal

Remount the injector in the holding jig with the nozzle assembly pointing upwards.

As with the valve seat retaining nut, the nozzle retaining nut can also be notoriously tight.

One method that can be used to remove the nut more easily and minimise the risk of damage to the body thread and locating dowels involves the use of a pipe cutter to score the cap and 'free' the thread prior to removal. It is common practice to renew the cap nut on CR injectors anyway, so the cap nut will have to be discarded and a new one (available from Diesel Distributors) will be fitted on rebuild.

To remove the cap nut, score a line no deeper than 0.5mm approximately 15mm from the base of the nut (opposite to nozzle side) around the cap nut (Fig 10). Then, using a good 15mm single hex socket, undo the nut. There is a 15mm crow's foot supplied in the kit, but this is best reserved for tightening, if using an injector aligning jig.

Inspection



Figure 13

Solenoid assembly

Resistance checks should be made to the solenoid. The specific resistance measured will depend upon the type of injector and should be compared to a new unit. The resistance recorded on the particular G2 injectors that we tested was approximately 0.5 – 0.7 Ohms.

Obvious signs of any damage to the outer casing or splits/cracks on the electrical connector should be observed. Check for erosion/corrosion of the electrical terminals and ensure that the inner surface of the solenoid is clean and free from dents etc (Fig 13).

Ensure that the solenoid spring is in good condition. It may be a good idea to check and record the length against a new one.

Re-Assembly



Figure 18



Figure 19



Figure 20

When re-assembling any common rail components, clean practices should always be observed and the utmost precaution should be taken to avoid any contamination of the components before and during assembly.

WARNING - The torque values mentioned in the following procedure are a **SUGGESTED VALUE** based upon our experience and **NOT** Denso specification.

STEP 1.2 – Valve Seat Assembly

Mount the injector in the holding jig and place the 2 locating dowels into their bores on the top face of the injector (these dowels are larger in length and diameter to the nozzle locating dowels). Ensure that the valve seat is the correct way round before inserting it into the injector. The bore on the underside of the valve needs to be aligned with the bore hole on the injector face (Fig 18 & 19).

Using the 3 pronged socket, insert and hand tighten the retaining nut into the injector with the sealing face towards the valve. Screw the guide over the socket, ensuring that the socket can still move, but with maximum support from the guide and tighten to 70-75 NM (Fig 20).

Re-Assembly



Figure 21



Figure 22

STEP 2.2 – Solenoid & Solenoid Valve Assembly

Fit the half ball valve into the solenoid valve stem and ensure that the flat face of the half ball valve is visible and level with the stem. **DO NOT INSERT THE VALVE STEM INTO THE VALVE SEAT IF YOU CAN SEE THE SPHERICAL PART OF THE HALF BALL VALVE (Fig 22). IT MUST BE THE FLAT SIDE (Fig 21).**

— Re-Assembly

Figure 26



Figure 28



STEP 3.2 – Nozzle and Cap Nut Assembly

Re-position the injector assembly in the jig with the solenoid towards the bottom.

Insert the command piston into the injector body with the main shank machined with grooves towards the solenoid end (Fig 26).

— Re-Assembly

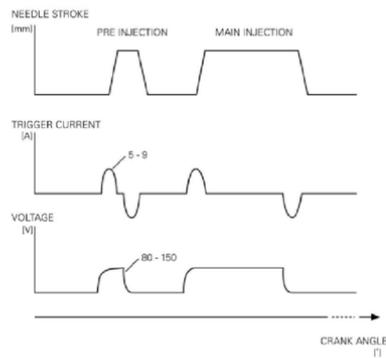


Figure 29

Ideally some kind of injector clamping rig should be used to ensure alignment of the nozzle, if you can find something or manufacture anything suitable to hold the body. The arrangement pictured below (Fig 29) features the Stanadyne Injector Aligning Tool (Part #29617). An injector aligning tool was not used in this exercise and no operational problems were experienced, however it would be better to use one if available to minimise the risk of misalignment or breaking the dowel pins.

System components / Injector

Injector triggering characteristics



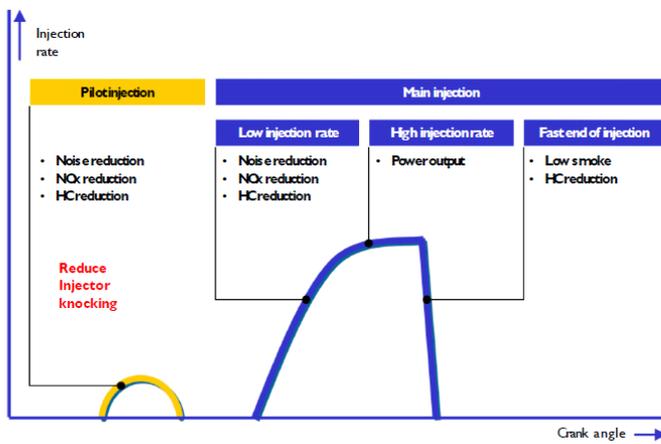
Piezo actuators

The piezo actuator is that part of the injector which operates the injector nozzle, which opens or closes the nozzle spray holes. The amount of fuel to be injected is regulated through the piezo actuator control period.

The actuator loading time is 0,15 ms. The actual injection period during which the valves is opened lies between 0,15 ms and 4,50 ms. After injection, the valves is closed through the discharge of the piezo actuator within 0,15 ms.

During the injection period, between 1mm³ (during pre-injection) and 80 mm³ (during main injection during full load) of fuel injected into the combustion chamber.

Pilot Injection and Injection Rate Shaping



Anexos materiales y métodos

Anexo 6 : INEN. (2013.). Norma técnica Ecuatoriana 2202. Recuperado el 15 de mayo de 2022, de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2202.pdf>



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2202:2013
Primera revisión

**GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES.
DETERMINACIÓN DE LA OPACIDAD DE EMISIONES DE
ESCAPE DE MOTORES DE DIESEL MEDIANTE LA PRUEBA
ESTÁTICA. MÉTODO DE ACCELERACIÓN LIBRE**

Primera edición

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AIR MOTOR VEHICLES. DETERMINATION OF OPACITY OF EXHAUST EMISSIONS OF DIESEL MOTORS BY STATIC TEST. METHOD OF FREE ACCELERATION

First edition

DESCRIPTORES: emisión de gases, protección del medio ambiente, calidad del aire, método de ensayo
MC 08.06-301
CDU: 662.75
CIIU: 3530
ICS: 13.040.50

<p>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</p>	<p>GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. DETERMINACIÓN DE LA OPACIDAD DE EMISIONES DE ESCAPE DE MOTORES DE DIESEL MEDIANTE LA PRUEBA ESTÁTICA. MÉTODO DE ACELERACIÓN LIBRE</p>	<p>NTE INEN 2202:2013 Primera revisión 2013-09</p>
<p style="text-align: center;">1. INTRODUCCIÓN</p> <p>1.1 En la actualidad alrededor del mundo existen muchos procedimientos para realizar mediciones de humo de varias formas. Algunos de estos procedimientos están diseñados para ensayos de banco de pruebas y pueden utilizarse para certificación o propósitos de aprobación. Otros son diseñados para ensayos de campo y pueden usarse en inspecciones y programas de mantenimiento. Los diferentes procedimientos de mediciones de humo existen para satisfacer la necesidad de varias agencias reguladoras e industrias. Los dos métodos comúnmente usados son el método del filtro medidor de humo y el opacímetro.</p> <p style="text-align: center;">2. OBJETO</p> <p>2.1 Esta norma establece el método de ensayo para determinar el porcentaje de opacidad de las emisiones de escape de las fuentes móviles con motor de diesel mediante el método de aceleración libre.</p> <p style="text-align: center;">3. ALCANCE</p> <p>3.1 Esta norma se aplica a los vehículos automotores cuyo combustible es diesel.</p> <p style="text-align: center;">4. DEFINICIONES</p> <p>4.1 Aceleración libre. Es el aumento de revoluciones del motor de la fuente móvil, llevado rápidamente desde marcha mínima a máxima revoluciones, sin carga y en neutro (para transmisiones manuales) y en parqueo (para transmisiones automáticas).</p> <p>4.2 Año modelo. Dato que identifica el año de producción del tipo de vehículo automotor.</p> <p>4.3 Autocalibración. Es la rutina en la cual el equipo verifica el funcionamiento óptimo de todos sus componentes instrumentales y realiza una comparación con los patrones internos incorporados por el fabricante.</p> <p>4.4 Calibración. Conjunto de operaciones mediante las cuales se establece, bajo condiciones especificadas, la relación existente entre el valor indicado por un medidor de opacidad de humos dado y los valores correspondientes a un filtro o elemento de opacidad conocida</p> <p>4.5 Centro de diagnóstico automotor. Instalación o local equipado con los instrumentos definidos por esta norma, para realizar mediciones de las emisiones contaminantes emitidas por el tubo de escape de los vehículos.</p> <p>4.6 Densidad del humo (K) (conocida también como "Coeficiente de extinción de luz" o "Coeficiente de absorción de luz"). Medio fundamental para cuantificar la capacidad de una corriente de humo o del humo de una muestra para oscurecer la luz. Por convención, la densidad del humo se expresa en metros elevado a menos uno (m⁻¹). La densidad del humo es una función del número de partículas de humo por unidad de volumen de gas, la distribución por tamaño de las partículas de humo, y las propiedades de absorción y dispersión de las partículas. Sin la presencia de humos azules o blancos, la distribución de tamaño y las propiedades de absorción / dispersión son similares para todas las muestras de gases de escape diésel y la densidad de humo es principalmente una función de la densidad de las partículas de humo. La densidad de humo o coeficiente de absorción, K, (o m), de una corriente de humo se define de la siguiente manera, a partir de la ley de Beer- Lambert:</p> $K = - (1/L) \ln(1 - N/100)$ <p>En donde:</p> <p>K = densidad del humo m⁻¹ L = longitud de trayectoria óptica efectiva en m N = opacidad en porcentaje</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: emisión de gases, protección del medio ambiente, calidad del aire, método de ensayo.</p>		

4.7 Exactitud. Grado de concordancia (la mayor o menor cercanía) entre el resultado de una medición y un valor verdadero del mensurando.

4.8 Errores máximos permisibles (de un instrumento de medición). Valores extremos de un error permitido por las especificaciones, las regulaciones, etc para un instrumento dado.

4.9 Fuente móvil. Fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse. Para efectos de la presente especificación, son fuentes móviles los vehículos automotores, con excepción de las motocicletas y los vehículos equipados con motores de dos (2) tiempos.

4.10 Fuente móvil a diesel. Fuente móvil que utiliza para su operación un motor accionado con combustible diesel.

4.11 Gobernador de velocidad. Sistema limitador de la velocidad del motor que impide que éste sobrepase la velocidad gobernada.

4.12 Hardware. Equipo físico que conforma un sistema de cómputo, como los aparatos y componentes magnéticos, mecánicos, eléctricos o electrónicos; distintos a los programas (software) que se ejecutan o son parte del sistema.

4.13 Humo blanco y azul. Partículas compuestas especialmente de líquidos (agua, combustible y aceite) incoloros (gotas) que reflejan y refractan la luz observada. El color observado resulta del índice de refracción del líquido en las gotas y del tamaño de las mismas. El humo blanco se debe usualmente a la condensación de vapor de agua o gotas líquidas de combustible. El humo azul es consecuencia, usualmente, de las gotas generadas por la combustión incompleta de combustible o aceite lubricante.

4.14 Humo diesel. Partículas, incluidos aerosoles, suspendidos en la corriente gaseosa del escape de una fuente móvil a diesel, que absorbe, refleja o refracta la luz.

4.15 Humo negro. Partículas compuestas de carbón (hollín), que son expulsadas como producto del proceso de combustión del motor.

4.16 Ley de Beer-Lambert. Para propósitos de medición del humo diésel, se puede utilizar una ecuación que expresa la relación entre la opacidad de una corriente de humo, la longitud de trayectoria óptica efectiva a través de la corriente, y la opacidad del humo por unidad de longitud de trayectoria.

$$T = \frac{\text{Luz transmitida}}{\text{Luz incidente}} = e^{-KL}$$

$$N = 100 (1 - e^{-KL})$$

En donde:

T = transmitancia
K = densidad del humo
N = opacidad
L = longitud de trayectoria óptica efectiva

4.17 Linealidad del medidor de humos. Medida de la desviación máxima absoluta de los valores medidos por el medidor de humo con relación a los valores de referencia.

4.18 Longitud de la trayectoria óptica efectiva (L). Longitud del haz de luz entre el emisor y el detector que es interceptado por la corriente de escape.

4.19 Marcha mínima o ralentí. Velocidad del motor requerida para mantenerlo funcionando y sin carga, y en neutro (para cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas).

4.20 Medición instrumental del humo. Cualquier técnica que involucre la medición directa de una propiedad intrínseca del humo sin acudir al juicio o a la comparación humana.

(Continúa)

4.21 Método de extinción de luz. Cualquier técnica que implique la medición de la cantidad de luz que no logra atravesar una columna de humo.

4.22 Método de filtración. Cualquier método que implique la medición de la cantidad de partículas de hollín recolectadas al hacer pasar los gases de escape a través de un medio filtrante.

4.23 Opacidad (N). Fracción de la luz expresada en porcentaje (%), que al ser enviada desde una fuente se le impide llegar al receptor del instrumento observador y que se expresa en función de la transmitancia.

$$N = 100 (1 - \text{Transmitancia})$$

4.24 Opacómetro. Tipo de medidor de humo diseñado para medir la opacidad de una corriente o una muestra de humo mediante el principio de extinción de luz.

4.25 Opacómetro de tipo muestreo (también denominado opacómetro de flujo parcial). Medidor de humo que toma continuamente una muestra de una porción de la totalidad de los gases de escape que fluyen y los dirige a una celda de medida. Con este tipo de medidores de humo, la trayectoria óptica efectiva es función del diseño del medidor de humo.

4.26 Operador. Persona capacitada para realizar la prueba de humos, y que trabaja para el centro de diagnóstico automotor autorizado.

4.27 Porcentaje de opacidad. Unidad de medición que determina el grado de opacidad de las emisiones de escape de una fuente móvil a diesel.

4.28 Prueba abortada. Prueba que por factores externos a la prueba misma no puede llegar a su fin y no genera un número consecutivo para la emisión del correspondiente certificado de emisiones en los programas de control establecidos por las autoridades competentes.

4.29 Prueba rechazada. Prueba que llega a su fin y posee un número consecutivo. El rechazo se puede dar por incumplimiento de los requisitos dados en la verificación previa o del requisito de opacidad o de las condiciones de prueba durante el ensayo, (ver nota 1).

4.30 Repetibilidad. Grado de concordancia de resultados de sucesivas mediciones de la misma variable, realizadas en iguales condiciones de medida.

4.31 Software de aplicación. Programa específico para la solución de un problema de aplicación.

4.32 Sonda de muestreo. Elemento que se introduce en el tubo de escape del vehículo con el objeto de tomar una muestra de los gases de escape del mismo.

4.33 Sensor de temperatura. Elemento que se utiliza con el fin de determinar la temperatura del aceite lubricante del cárter del motor.

4.34 Sensor de revoluciones por minuto del motor. Elemento que se utiliza con el fin de determinar las revoluciones por minuto del motor.

4.35 Temperatura normal de operación. Temperatura del aceite del motor, establecida por el fabricante o ensamblador del vehículo, para la operación normal del motor. Cuando no se disponga de la especificación del fabricante o ensamblador del vehículo, la temperatura normal de operación se logra cuando el aceite en el cárter del motor ha alcanzado como mínimo los 60°C.

4.36 Tiempo de calentamiento del equipo de ensayo. Es el período en segundos entre el momento en que el equipo es energizado o encendido y el momento en que cumple con los requerimientos de estabilidad, para realizar la lectura de la variable.

4.37 Tiempo de respuesta del equipo de medición. Es el período en segundos que el equipo requiere para medir y entregar los resultados de los ensayos realizados.

NOTA 1. Los operarios deben estar en capacidad para determinar la causa que genera el rechazo de la prueba. Cuando el rechazo es generado por incumplimiento de las condiciones de la prueba, el ensayo debe ser repetido, sin solicitar la reparación del vehículo.

(Continúa)

4.38 Transmitancia (T). Es la fracción de luz, expresada en porcentaje (%), que al ser transmitida desde una fuente, a través de una trayectoria oscurecida por humo, llega al receptor del instrumento observador.

$$T = 1 - \frac{\text{opacidad}}{100}$$

4.39 Velocidad gobernada. Velocidad máxima que puede alcanzar el motor antes de que se produzca la reducción o corte del suministro de combustible, para evitar daños por sobre revoluciones. Es un parámetro especificado por el fabricante del motor.

4.40 Zona de medida del medidor de humo. Longitud efectiva entre la fuente de luz y el detector del medidor de humo por entre los cuales atraviesan los gases de escape e interactúan con el haz de luz del medidor de humo.

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 Relacionado a los Opacímetros:

5.1.1 Los importadores y distribuidores de opacímetros deben obtener una certificación de cumplimiento, expedida por la casa fabricante o propietaria del diseño del equipo o de un laboratorio autorizado por ella y avalada por la autoridad competente del país de origen. El procedimiento de evaluación base para certificar los opacímetros a ser utilizados debe cumplir con la Norma ISO 11014.

5.1.2 Los importadores y distribuidores, están obligados a suministrar copia de la certificación establecida en 5.1, a quienes adquieran los opacímetros.

5.1.3 La autoridad competente, podrá en cualquier momento verificar la legalidad de las certificaciones presentadas por los importadores y distribuidores, sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta norma, así como las características de funcionamiento de los equipos y procedimientos utilizados para medir la opacidad en aceleración libre.

5.2 Inspección y Preparación Previa por parte del operario

5.2.1 Sobre el vehículo se deben verificar los siguientes puntos:

5.2.1.1 Si el vehículo es de transmisión manual, ésta debe estar en posición neutro y el pedal del embrague debe estar libre.

5.2.1.2 Si el vehículo es de transmisión automática, ésta debe colocarse en posición de parqueo, si la transmisión no dispone de esta posición, deberá entonces colocarse en neutro, (ver nota 2).

5.2.1.3 Se debe verificar que no existan obstáculos que impidan el avance libre del pedal del acelerador en todo su recorrido. Si existen tales obstáculos la prueba debe rechazarse.

5.2.1.4 Las ruedas del vehículo deben estar bloqueadas o el vehículo debe estar inmovilizado para evitar que se ponga en movimiento durante la prueba.

5.2.1.5 El aire acondicionado del vehículo debe estar apagado.

5.2.1.6 Si el vehículo está equipado con freno de motor o de escape, éstos deben desactivarse.

5.2.1.7 Todo el sistema de precalentamiento del aire de admisión debe estar apagado.

5.2.1.8 Deben estar desactivados todos aquellos dispositivos instalados en el motor o en el vehículo que alteren las características normales de velocidad del motor y que tengan como efecto la modificación de los resultados de la prueba de aceleración libre o que impidan su ejecución adecuada.

NOTA 2. Las condiciones de ensayo respecto a este numeral pueden ser modificadas para algunas marcas de vehículos automáticos, mediante la expedición de condiciones particulares definidas por la autoridad ambiental.

(Continúa)

5.2.1.9 Se registran los valores de velocidad ralenti y gobernada, (ver nota 3).

5.2.1.10 Se debe verificar que el gobernador de la bomba de inyección esté limitando la velocidad del motor, para lo cual se debe seguir el siguiente procedimiento.

5.2.1.11 Con el motor en ralenti, se presiona lentamente el acelerador y se permite que la velocidad del motor se incremente gradualmente para alcanzar su velocidad gobernada. A medida que se incrementa la velocidad se debe prestar atención a cualquier indicación visible o sonora que pueda poner en duda las buenas condiciones del motor o del vehículo.

5.2.1.12 Si no hay señales de problemas, se debe permitir que el motor incremente su velocidad hasta tal punto en que sea posible comprobar que el gobernador limita la velocidad máxima del motor. Si hay algún indicio de que la capacidad limitadora del gobernador no está operando, o que se esté presentando algún daño en el motor o alguna condición insegura para el personal o el equipo, debe liberarse inmediatamente el acelerador y rechazarse la prueba de aceleración libre.

5.2.1.13 Se debe verificar que no existan fugas en el tubo de escape, silenciador, tapa de llenado del tanque de combustible, tapa de llenado del aceite del motor y en las uniones al múltiple de escape o alguna salida adicional a las de diseño, que provoquen una dilución de los gases del escape o una fuga de los mismos. En caso de que alguna de estas circunstancias se presente, el operario debe ingresar al sistema la información correspondiente, para que el software del medidor de humo permita la generación del certificado de rechazo de la prueba para dicho vehículo.

5.2.1.14 Se verifica la temperatura del aceite del motor, la cual debe estar dentro de los rangos de temperatura normal de operación. Si el motor no cumple con los requisitos de temperatura de operación, se pone en marcha el motor/vehículo bajo carga durante al menos 15 min, o hasta que la temperatura del aceite indique que se han alcanzado dichas temperaturas normales de operación del motor.

5.2.2 Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones especiales de instalación:

5.2.2.1 La sonda del medidor de humo de flujo parcial deberá insertarse en el tubo de escape enfrentando la corriente y en dirección del flujo del humo, siguiendo las instrucciones del fabricante. La distancia entre el borde interior del extremo abierto de la sonda de muestra y la pared del tubo de escape debe ser de al menos 5 mm (0,917 pulgadas).

5.2.2.2 Para el muestreo del humo sólo deben emplearse sondas o tubos de muestreo, o líneas, especificados por el fabricante del medidor de humo. Se deben seguir estrictamente las recomendaciones del fabricante en cuanto a la longitud de la línea de muestreo.

5.2.2.3 Al efectuar la medición de opacidad en vehículos equipados con múltiples salidas de escape, no es necesario medir el humo de cada salida de escape. Se debe seguir el siguiente método.

5.2.2.4 Si no existe diferencia apreciable entre el humo del escape que sale de cada salida del escape múltiple, se debe medir el humo de la salida de escape que permita instalar más fácilmente el opacímetro. Esta determinación debe tomarse por observación visual del humo emitido durante el ciclo preliminar de aceleración libre indicado en 7.4.2.

5.2.2.5 Si existe una diferencia apreciable entre el nivel de humo proveniente de cada una de las salidas del escape, se debe instalar el opacímetro y efectuar el ensayo de aceleración libre sobre la salida de escape que por observación visual parezca tener el mayor nivel de humo.

5.2.2.6 Se debe disponer de un tacómetro para medir la velocidad del motor, el cual debe instalarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante. La información de velocidad deberá ser capturada por la unidad de procesamiento del equipo para que mediante indicaciones visuales en pantalla, le informe al operador si debe presionar el acelerador, liberarlo o dejar el vehículo en ralenti según lo especifica el ciclo de aceleración libre que se indica en 7.4.2.

NOTA 3: En caso de que no se cuente con la información del fabricante del motor sobre el valor de la velocidad gobernada o ralenti se debe determinar dichas velocidades experimentalmente, al momento de verificar que el gobernador de la bomba de inyección limite la velocidad del motor, (ver 5.2.1.10)

(Continúa)

6. CONDICIONES AMBIENTALES

6.1 Las condiciones ambientales pueden afectar los resultados de la prueba de humos en aceleración libre, por lo cual se debe cumplir con lo siguiente:

6.1.1 *Temperatura ambiente.* Debe estar por encima de 2°C (38°F).

6.1.2 *Humedad.* No debe existir humedad visible, neblina o lluvia en el área donde se efectúe la medición de opacidad.

6.1.3 Los lugares en los que se realicen las pruebas no deben favorecer una concentración de gases que puedan afectar la medición y perjudicar la salud de los operadores.

7. MÉTODO DE ENSAYO

7.1 Resumen del Método

7.1.1 Este método de ensayo se basa en la determinación del porcentaje de luz visible que se absorbe y refleja cuando un haz de ésta atraviesa la corriente de las emisiones provenientes del sistema de escape.

7.2 *Equipos.* A continuación se muestran las especificaciones para el equipo de ensayo requerido y auxiliar que se emplea en el ensayo de aceleración libre.

7.2.1 *Equipo de Medición de Humo.* Para realizar la prueba de aceleración libre se requiere el uso de un equipo de medición de humos que debe tener tres unidades funcionales. Estas unidades pueden integrarse en un solo componente o suministrarse como un sistema de componentes conectados entre sí. Las tres unidades funcionales son:

7.2.1.1 Un opacímetro de flujo parcial que cumpla con las especificaciones que se muestran en 7.2.2.

7.2.1.2 Una unidad de procesamiento de datos capaz de realizar las funciones descritas en los Anexos C y D, que además permita controlar la ejecución de la prueba, almacenar los resultados en medio magnético e imprimir los certificados de aprobación o rechazo de la prueba, conforme a lo descrito en 7.2.5.

7.2.1.3 Dispositivos de impresión y registro para emitir los certificados. Adicionalmente, el equipo debe disponer de los elementos para almacenamiento magnético y transmisión de los datos requeridos por la autoridad ambiental correspondiente.

7.2.2 Opacímetro

7.2.2.1 *Linealidad.* La linealidad debe ser $\pm 2\%$ de opacidad o $\pm 0,30 \text{ m}^{-1}$ en densidad de humo, cuando se verifique mínimo en tres puntos, por ejemplo 0 %, 100 % y un valor intermedio el cual se puede obtener empleando un filtro de valor conocido que cumpla con las especificaciones dadas en 7.2.3.1.

7.2.2.2 *Tasa de desviación del cero.* No debe exceder el $\pm 1\%$ de la opacidad/hora.

7.2.2.3 Requisitos de tiempo de respuesta del instrumento

7.2.2.3.1 *Requisito de tiempo total de respuesta del instrumento.* El tiempo total de respuesta del instrumento (t) debe ser: $0,500 \text{ s} \pm 0,015 \text{ s}$; se define como la diferencia entre los tiempos cuando el resultado del medidor de humo alcanza el 10 % y el 90 % de la escala total, cuando la opacidad del gas que se mide está cambiando en menos de 0,01 s; debe incluir todos los tiempos de respuesta física, eléctrica y del filtro. Matemáticamente, se representa con la siguiente ecuación. (Para una metodología más detallada y un cálculo de ejemplo, véase el Anexo C).

$$t = \sqrt{t_p^2 + t_e^2 + t_f^2}$$

(Continúa)

En donde:

t = tiempo total de instrumento
 tp = tiempo de respuesta física
 te = tiempo de respuesta eléctrica
 tf = tiempo de respuesta del filtro

7.2.2.3.2 Tiempo de respuesta física (tp). Es la diferencia entre los tiempos cuando la salida de un receptor de respuesta rápida (con un tiempo de respuesta de no más de 0,01 s) alcanza el 10 % y el 90 % de la desviación completa cuando la opacidad del gas que se mide cambia en menos de 0,1 s.

7.2.2.3.2.1 El tiempo de respuesta física se define sólo para el medidor de humo y excluye la sonda y la tubería de muestra. Sin embargo, en algunos sistemas de medición de humo en uso, la sonda y la línea de muestra pueden afectar de manera significativa el tiempo de respuesta general del sistema. De ser necesario, se debe tener en cuenta esto para cualquier sistema de medición de humo particular.

7.2.2.3.2.2 Para medidores de humo del tipo de flujo parcial donde la zona de medición es una sección recta de la tubería de diámetro uniforme, se puede calcular la respuesta física por medio de la siguiente ecuación:

$$tp=0,8*V/Q$$

En donde:

Q = tasa de flujo de gas que se encuentra a través de la zona de medición.
 V = volumen de la zona de medición.

- a) Para tales instrumentos, la velocidad del gas que se encuentra a través de la zona de medición no debe diferir en más del 50 % de la velocidad promedio sobre el 90 % de la longitud de la zona de medición.
- b) Para todos los medidores de humo, debe medirse el tiempo de respuesta si la respuesta física se calcula como superior a 0,2 s.

7.2.2.3.3 Tiempo de respuesta eléctrica (te). Se define como el tiempo necesario para que el resultado del registrador vaya del 10 % de la escala máxima al 90 % del valor de escala máxima, cuando se colocó una pantalla completamente opaca en frente de la fotocelda en menos de 0,01 s, o se apaga el diodo emisor de luz (LED). Esto a fin de incluir todos los efectos del tiempo de respuesta del resultado del registrador.

7.2.2.3.4 Tiempo de respuesta del filtro (tf). En la mayoría de medidores de humo será necesario filtrar la señal de humo para lograr un tiempo de respuesta general de 0,500 s \pm 0,015 s. La mayoría de medidores de humo presentan un tiempo de respuesta eléctrica muy rápido, aunque los tiempos de respuesta física variarán de un dispositivo a otro dependiendo del diseño y flujo de gas.

7.2.2.3.5 El Anexo C especifica el algoritmo del filtro digital de segundo orden que debe emplearse. Determinación del valor de humo pico. Se debe emplear el algoritmo en el Anexo C para determinar los niveles pico de humo de escape.

7.2.2.4 Fuente de luz y detector del medidor de humo

7.2.2.4.1 Fuente de luz. La fuente de luz debe ser una lámpara incandescente con una temperatura de color en el rango de 2 800 K a 3 250 K, o un diodo emisor de luz (LED) verde con un pico espectral entre 550 nm y 570 nm. En forma alternativa, se puede emplear un LED rojo siempre y cuando se realice la corrección apropiada de longitud de onda luminosa en la forma descrita en el Anexo D.

7.2.2.4.2 Detector de luz. El detector de luz debe ser una fotocelda o un fotodiodo (con un filtro, si es necesario). En el caso de una fuente luminosa incandescente, el detector debe presentar una respuesta espectral de pico en la escala de 550 nm a 570 nm y debe tener una reducción gradual en la respuesta a valores menores al 4 % del valor de respuesta pico por debajo de 430 nm y por encima de 680 nm.

(Continúa)

7.2.2.4.3 Los rayos del haz luminoso deben ser paralelos dentro de una tolerancia de 3° del eje óptico. El detector debe diseñarse de modo tal que no se vea afectado por rayos de luz directos o indirectos con un ángulo de incidencia superior a 3° en el eje óptico.

7.2.2.4.4 Cualquier método tal como el de purga de aire que se emplea para proteger la fuente luminosa y el detector del contacto directo con el hollín del escape debe diseñarse para minimizar cualquier efecto desconocido en la longitud de trayectoria óptica efectiva del humo medido. Para los medidores de humo del tipo de flujo parcial especificados, el fabricante debe dar cuenta de cualquier efecto de la característica de protección al especificar la longitud de trayectoria óptica efectiva del medidor.

7.2.2.4.5 La tasa de muestreo y digitalización de las unidades de procesamiento de datos debe ser de al menos 20 Hertz (es decir, al menos 10 muestras de datos por intervalo de 0,5 s). En forma adicional, el producto del incremento (segundos) de tiempo de muestreo de datos y la mitad de la tasa de muestreo de datos (Hz) redondeada al valor entero superior más cercano deben estar dentro del rango de 0,500 s a 0,510 s.

7.2.3 Equipos Auxiliares de Ensayo

7.2.3.1 Filtros de densidad neutra. Cualquier filtro de densidad neutra empleado en conjunto con la calibración del medidor de humo, mediciones de linealidad, o configuración del rango de la escala, debe tener valor conocido dentro del 0,5 % de opacidad o de 0,04 m⁻¹ de densidad de humo. Se debe revisar la precisión del valor mencionado del filtro por lo menos cada año empleando una referencia trazable a un patrón nacional, (ver nota 4).

7.2.3.2 Tacómetro. El equipo de medición de la velocidad del motor debe tener un error máximo permisible de: ±100 rpm

7.2.4 Unidad de Procesamiento. La unidad de procesamiento, además de estar en capacidad de realizar los cálculos de los Anexos C y D, debe cumplir con los requisitos de software y hardware que se indican en 7.2.5 y 7.2.6.

7.2.5 Especificaciones del Software

7.2.5.1 Sistema Operativo. Las características del sistema operativo deben ser definidas por el ensamblador del equipo o por el diseñador del software de aplicación. No obstante, el sistema operativo debe garantizar capacidad multifunción y de comunicación con todo tipo de ambientes, y permitir la transmisión de información en formato ASCII con encriptación, (ver nota 5).

7.2.5.2 Secuencias Funcionales Automáticas. El software deberá garantizar el desarrollo automático y secuencial de las funciones relacionadas con: la preparación y ejecución de la prueba de aceleración libre para la medición de opacidad de los humos diésel, el cumplimiento de los requerimientos funcionales y estructurales del opacímetro para efectuar una adecuada toma y análisis de la muestra, el almacenamiento, transferencia de la información e impresión de los resultados de la prueba. Como mínimo debe garantizar el desarrollo automático y secuencial de las siguientes funciones:

7.2.5.2.1 Acceso del operario mediante una clave;

7.2.5.2.2 Ingreso de información tal como la identificación del vehículo, del usuario y los datos de la prueba (fecha, ciudad, hora, dirección, etc.). Los datos relacionados con la identificación del centro de diagnóstico deben aparecer automáticamente en la pantalla, ya que esta información debe ser registrada al momento de instalar el software de aplicación;

7.2.5.2.3 Las secuencias relacionadas con la preparación del equipo de medición, preparación del vehículo y procedimiento de medición, que se define en 5.1, 7.4.1 y 7.4.2 de la presente norma, respectivamente;

7.2.5.2.4 Los requisitos del medidor en relación con la realización del cero automático, las necesidades de calibración, requisitos sobre el tiempo de calentamiento, bloqueos automáticos, entre otras.

NOTA 4. Los filtros neutros de densidad son dispositivos de precisión y pueden sufrir daños fácilmente durante su uso. El manejo debe ser mínimo, y cuando se requiera debe realizarse evitando arañar o ensuciar el filtro

NOTA 5. La forma de encriptación debe definirse por la autoridad ambiental competente.

7.2.5.2.4.1 El software de aplicación debe permitir la realización de estas pruebas, chequeos y requisitos de forma automática, presentando mensajes en la pantalla que instruyan de manera adecuada y conveniente al operario y bloqueando las demás funciones del mismo cuando sea necesario y hasta tanto no se hayan realizado los procedimientos o funciones indicadas, de acuerdo con lo establecido en la presente especificación.

7.2.5.3 Características Generales del Software de Aplicación. El software debe poseer la capacidad de producir resultados de configuración múltiple en formato de archivo plano encriptado (ASCII), para ser entregado a la autoridad ambiental competente en modo directo, vía módem o a través de Internet.

El software de aplicación debe demostrar en su pantalla el número asignado al centro de diagnóstico reconocido, el serial y marca del opacímetro, la cantidad de certificaciones realizadas, fecha y hora actual y versión del programa

El software de aplicación debe generar un procedimiento para obtener copias de seguridad, las cuales deben cumplir los requisitos definidos por la autoridad competente.

7.2.5.4 Características de Seguridad Proporcionadas por el Software de Aplicación. El software de aplicación debe proporcionar características de seguridad para el equipo, los programas, la información almacenada y en general para la prueba, de manera que asegure la mayor confiabilidad en la realización de la misma. Como mínimo, el software de aplicación, debe:

7.2.5.4.1 Impedir la visualización de los resultados de la prueba, hasta tanto éstos no hayan sido encriptados, impresos, y grabados en el disco duro;

7.2.5.4.2 Impedir el acceso al sistema operativo, a la raíz del disco duro o a cualquier programa de exploración de contenido del disco duro o de los programas, e impedir la eliminación o modificación de cualquier resultado de la prueba, programas o archivos almacenados;

7.2.5.4.3 Restringir el acceso al medidor de humos y a su operación sólo a los operarios autorizados, a través de la asignación de contraseñas;

7.2.5.4.4 Impedir la realización de las pruebas cuando el equipo no haya alcanzado sus requisitos de estabilidad, temperatura de operación y, en general, todos aquellos requisitos en la presente especificación, hasta tanto los mismos no estén dentro de los parámetros fijados;

7.2.5.4.5 Advertir al operario a través del aviso en pantalla y no permitir el funcionamiento del medidor de gases, es decir, mantener automáticamente bloqueado el equipo, hasta tanto no se verifique la capacidad de recibir y almacenar información en el disco duro;

7.2.5.4.6 Evitar que se adicionen o modifiquen los registros de las bases de datos almacenadas en el disco duro, en forma manual o automática, mediante la utilización de disquete, disco compacto, Internet o cualquier otro dispositivo, si esto ocurre, el software de aplicación no debe permitir el inicio de la operación de análisis por parte del equipo;

7.2.5.4.7 Llevar un registro de la fecha (año, mes, día) y hora en la cual se realizó la copia de seguridad de la información que la autoridad competente defina como necesaria, estos datos hacen parte de la información por reportar a la autoridad competente;

7.2.5.4.8 A petición de la autoridad ambiental, activar un bloqueo automático en la secuencia de prueba, cuando se le haya intentado alterar o violar los programas o archivos del medidor;

7.2.5.4.9 Permitir el ingreso de la secuencia numérica de los certificados de aprobación oficiales;

7.2.5.4.10 Llevar un control automático sobre el número de certificados (aprobados y rechazados) expedidos, que permita descontar o debitar cada uno de los certificados de aprobación expedidos de los ingresados originalmente, y evitar la expedición de aprobaciones o rechazos adicionales cuando se hayan agotado los certificados ingresados originalmente de manera secuencial;

7.2.5.4.11 Asignar un nuevo número consecutivo a los duplicados de certificados de una medición anterior, el cual reemplazará al anterior y conservará los resultados de la prueba original;

7.2.5.4.12 Comprobar la presencia y la debida conexión y comunicación con el computador de al menos una impresora;

(Continúa)

7.2.5.4.13 Tomar un registro completo (fecha, hora y demás información que se haya digitado) cada vez que una prueba haya sido abortada.

7.2.5.4.14 Para efectos de lo establecido en los anteriores ítems, los proveedores o fabricantes de equipos deben proporcionar un código de seguridad a la respectiva autoridad competente o a quien ésta designe para el control y auditoría de los equipos.

7.2.5.4.15 En caso de falla del equipo, sólo se podrá restaurar la información a partir de los archivos de seguridad, bajo el control de la autoridad ambiental competente. La protección de los resultados de la prueba, los archivos, los programas e infraestructura física podrán contar, además de las características de seguridad proporcionadas por el software de aplicación, con sistemas electromecánicos de protección adicionales.

7.2.6 Especificaciones de Hardware. El hardware debe soportar el funcionamiento del software de aplicación propuesto, de tal manera que cuente con los dispositivos necesarios para manejar configuración múltiple en formato de archivo plano (ASCII), y pueda establecer comunicación con un servidor remoto.

7.2.6.1 Así mismo, se debe contar con los dispositivos necesarios para registrar, almacenar y mantener seguramente la información, según los requisitos establecidos por la autoridad competente, y para asegurar un funcionamiento autónomo durante el tiempo definido, también, por la autoridad competente.

7.3 Calibración

7.3.1 El opacímetro debe calentarse y estabilizarse de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Si el opacímetro cuenta con un sistema de purga de aire para prevenir la formación de hollín en los instrumentos ópticos, este sistema también debe activarse y ajustarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

7.3.2 Calibración del 0 %. El circuito eléctrico de la fuente de luz y del receptor deben ser ajustados de tal manera que la lectura de salida marque cero cuando el flujo de luz pase a través de la zona de medición en ausencia de emisiones de escape.

7.3.3 Calibración del 100 %. Utilizar un filtro de densidad óptica neutral y colocar éste perpendicularmente al haz de luz, con un valor que corresponda al 100 % de opacidad, o una pantalla que permita bloquear completamente la fuente de luz, en ausencia de emisiones de escape.

7.3.4 Calibración intermedia. Utilizar por lo menos tres filtros calibrados de densidad neutra, con valores representativos en el rango de 0 a 100 %, en ausencia de emisiones de escape.

7.3.4.1 Insertar los filtros en la trayectoria de la luz, perpendicularmente al haz emitido.

7.3.4.2 El error de lectura no deberá superar a ± 1 % del valor conocido.

7.3.4.3 En el caso de que esas especificaciones no estén disponibles, la calibración se debe realizar por lo menos cada tres meses.

7.3.4.4 Adicionalmente, calibrar el equipo luego de cada mantenimiento correctivo. Esta calibración es independiente de la autocalibración automática que realiza el equipo cada vez que es encendido.

7.3.5 La linealidad del opacímetro debe revisarse periódicamente de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Un filtro neutro de densidad entre 30 y 60% a escala completa que cumpla con los requisitos dados en 7.2.3.1, debe introducirse en el opacímetro y registrar su valor. El instrumento de medida no debe diferir en más del 2% del valor nominal del filtro neutro de densidad o el $0,30 \text{ m}^{-1}$ de densidad de humo, antes de reasumir el ensayo con el medidor. Cualquier exceso en la linealidad debe corregirse antes del ensayo.

(Continúa)

7.4 Procedimiento de medición

7.4.1 Preparación del Equipo de Medición

7.4.1.1 Antes de llevar a cabo el ensayo de aceleración libre, debe configurarse la unidad de datos del medidor de humo. Se recomienda consultar las instrucciones de operación provistas por el fabricante de la unidad de procesamiento, para procedimientos específicos de configuración; sin embargo, se deben cumplir los siguientes pasos funcionales.

7.4.1.1.1 Se debe seleccionar como unidad de medida, aquella requeridos por la autoridad ambiental competente (porcentaje de opacidad o densidad de humo).

7.4.1.1.2 Solamente, en el caso de requerirse el reporte de unidades en porcentaje de opacidad, la unidad de procesamiento de datos debe realizar las correcciones de Beer-Lambert, como se describen en el anexo D, para corregir el resultado de la prueba a las condiciones de medida del tubo de escape estándar. Para este fin es indispensable suministrar los valores de potencia nominal del motor o el diámetro del tubo de escape, de acuerdo con lo establecido en 7.4.1.6.

7.4.1.1.3 Si se emplea una fuente luminosa del medidor de humo de LED (diodo emisor de luz) rojo y se van a realizar correcciones de longitud de onda de la fuente de luz dentro de la unidad de procesamiento de datos, se deben realizar las selecciones adecuadas para activar estos cálculos (ver anexo D).

7.4.1.2 La unidad configurada se debe encender e inicializar, asegurándose del correcto estado de mantenimiento y calibración de la misma, de acuerdo con las instrucciones contenidas en el manual de operación provisto por el fabricante y lo establecido en la presente norma.

7.4.1.3 Antes de efectuar las mediciones de humo, el medidor de humo debe verificar los valores de cero y escala máxima (algunos medidores pueden realizar en forma automática las revisiones de cero y escala máxima. En otros medidores la secuencia debe realizarse manualmente).

7.4.1.3.1 Calentamiento del medidor. Antes de cualquier revisión o ajuste de cero y/o escala máxima, el medidor de humo debe calentarse y estabilizarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Si el medidor de humo está equipado con un sistema de purga de aire, a fin de evitar que se llene de hollín el medidor óptico, se recomienda activar este sistema y ajustarlo de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

El equipo no debe permitir mediciones si no ha superado su tiempo o temperatura de calentamiento.

7.4.1.3.2 Cero del medidor de humo. Con el medidor en el modo de lectura de opacidad, y sin bloqueo del haz luminoso del medidor de humo, se ajusta la lectura para presentar opacidad de 0,0 % \pm 1,0 % ó, 0,00 m⁻¹ \pm 0,10 m⁻¹, si se calibra en unidades de densidad de humo (K).

7.4.1.3.3 Escala total del medidor de humo. Con el medidor de humo en el modo de lectura de opacidad, y evitando que cualquier luminosidad alcance el detector, se ajusta la lectura del medidor para que presente opacidad de 100,0 % \pm 1,0 %, o si se efectúa la calibración del recorrido de la escala del medidor de humo y el fabricante lo requiere, con el medidor de humo en el modo de lectura de Densidad de Humo (K), se instala un filtro de densidad neutra de valor conocido entre el emisor de luz y el detector. El filtro de densidad neutra debe cumplir con los requisitos de precisión que se muestran en 4.2.3.1, y debe presentar un valor nominal en la escala de 1,5 m⁻¹ a 5,5 m⁻¹. Se ajusta la lectura del medidor de humo para presentar el valor nominal del filtro en \pm 0,10 m⁻¹.

7.4.1.4 Una vez el medidor de humo ha realizado lo establecido en 7.4.1.3, un mensaje en la pantalla del mismo le indicará al operador que puede introducir la sonda de prueba en el tubo de escape del vehículo, a la profundidad indicada por el fabricante. Si el diseño del tubo de escape del vehículo no permite que sea insertada a esta profundidad, se requiere del uso de una extensión del tubo de escape, la cual debe garantizar que no se presente dilución de la muestra.

7.4.1.5 Digitar la información del cliente y del vehículo respectivo, de acuerdo con lo establecido en 8.

(Continúa)

7.4.1.6 Se debe determinar la potencia nominal del vehículo solamente en el caso de reporte de resultados en porcentaje de opacidad. En este caso, los valores de potencia nominal del vehículo deben ser asignados directamente por el software de aplicación de acuerdo con la marca y línea del vehículo a partir de una base de datos ingresada y suministrada por la autoridad competente.

En caso de que el motor del vehículo haya sido modificado y su potencia no corresponda a la de marca y línea originales, el software debe permitir digitar el valor de la potencia, el cual será el nominal inscrito en la placa o calcomanía de reglaje fijada en el motor. Solamente, cuando sea imposible acceder a la información anterior referente a la potencia, el software de aplicación debe permitir ingresar el valor del diámetro externo real del tubo de escape, a fin de que el software de aplicación relacione esta información con una longitud real efectiva (L_e) y realice los cálculos descritos en el Anexo D.

7.4.2 Procedimiento de Medición

7.4.2.1 Ciclos de aceleración libre. Con el vehículo acondicionado en la forma que se indica en 5.2 y con el motor operando en ralentí y a temperatura normal de operación; el operador debe desarrollar la siguiente secuencia:

7.4.2.1.1 Oprimir completamente el acelerador en un tiempo menor a un segundo;

7.4.2.1.2 Mantener el acelerador completamente oprimido hasta que el motor alcance su velocidad gobernada, luego de alcanzarla, debe mantenerla de 2 s a 4 s y después soltar el acelerador para que el motor regrese a su velocidad de ralentí, (ver nota 6).

7.4.2.1.3 Una vez suelto el acelerador deben transcurrir 15 s antes de iniciar el siguiente ciclo de aceleración libre. El vehículo debe recibir por lo menos cuatro ciclos de ensayo empleando la secuencia anteriormente descrita. El primer ciclo permite que el operador de la prueba se familiarice con el movimiento adecuado del acelerador, y además retirar el hollín remanente que se pudiera acumular en el sistema de escape del vehículo durante su operación previa. Con los tres ciclos restantes se determinan los valores de humo máximos promediados en 0,5 s, corregidos para cada uno de los tres ciclos de aceleración libre, empleando los algoritmos de procesamiento de datos de humo descritos en los Anexos C y D.

7.4.2.2 Criterios de validación del ensayo. Se deben considerar válidos los resultados de ensayo de 7.4.2.1 sólo después de que se haya cumplido con los siguientes criterios.

7.4.2.2.1 los valores de desviación del cero del medidor de humo luego del ensayo no deben exceder $\pm 2,0$ % de opacidad para mediciones de humo realizadas en opacidad $\pm 0,15 \text{ m}^{-1}$ para mediciones efectuadas en densidad de humo K.

7.4.2.2.2 La diferencia aritmética entre los valores mayores y menores de humo promedio máximo en 0,5 s de los tres ciclos de ensayo no debe exceder de 5,0 % de opacidad ó $0,5 \text{ m}^{-1}$, para mediciones en densidad de humo. Como ejemplo ilustrativo se da el siguiente caso, un vehículo obtiene los siguientes resultados de opacidad en los tres ciclos de medición: 45 % de opacidad, 47 % de opacidad y 50 % de opacidad. La diferencia aritmética de los valores mayores y menores es 50 % de opacidad - 45 % de opacidad = 5 % de opacidad. En este caso específico la prueba se considera válida.

7.5 Errores de Método

7.5.1 Criterios de validación del ensayo. Se deben considerar válidos los resultados de ensayo de 7.4.2.1 sólo después de que se haya cumplido con los siguientes criterios.

7.5.1.1 Los valores de desviación del cero del medidor de humo luego del ensayo no deben exceder $\pm 2,0$ % de opacidad para mediciones de humo realizadas en opacidad $\pm 0,15 \text{ m}^{-1}$ para mediciones efectuadas en densidad de humo K.

NOTA 6. Si a los 5 s de estar el acelerador completamente oprimido, el motor no ha alcanzado su velocidad gobernada, el software de aplicación del equipo deberá rechazar la prueba.

(Continúa)

7.5.1.2 La diferencia aritmética entre los valores mayores y menores de humo promedio máximo en 0,5 s de los tres ciclos de ensayo no debe exceder de 5,0 % de opacidad ó $0,5 \text{ m}^{-1}$, para mediciones en densidad de humo. Como ejemplo ilustrativo se da el siguiente caso, un vehículo obtiene los siguientes resultados de opacidad en los tres ciclos de medición: 45 % de opacidad, 47 % de opacidad y 50 % de opacidad. La diferencia aritmética de los valores mayores y menores es 50 % de opacidad – 45 % de opacidad = 5 % de opacidad. En este caso específico la prueba se considera válida.

7.5.2 Ensayos inválidos

7.5.2.1 Si los datos del ensayo de humo de 7.4.2.1 no cumplen los criterios de validación de ensayo de 7.4.2.2, se recomienda repetir el proceso de medición (ver 7.4.2.1), verificando con anterioridad que el oero del medidor de humo, posterior al ensayo no se exceda a causa de una desviación positiva del oero; la causa probable es la acumulación de hollín en la óptica del medidor de humo. Es necesario interrumpir la exposición al humo de escape antes de volver a poner en cero el medidor.

7.5.2.2 Si después de repetir la prueba:

7.5.2.2.1 Los resultados continúan sin cumplir los criterios de validación que se indican en 7.4.2.2 y persiste alguna la circunstancia que se describe en 7.5.2.1, entonces la prueba debe ser abortada y repetida posteriormente hasta que se hayan resuelto las anomalías del equipo;

7.5.2.2.2 Los resultados continúan sin cumplir los criterios de validación del ensayo y se verifica que no se presenta la circunstancia que se describe en 7.5.2.2.1, el operario debe ingresar al sistema la correspondiente información de falla, para que el software del medidor de humo permita la generación del certificado de rechazo de la prueba para dicho vehículo, ya que esta situación es indicadora de un mal funcionamiento del motor.

8. INFORME DE RESULTADOS

8.1 El resultado final será la media aritmética de los valores de las tres lecturas obtenidas en 7.5.1.

8.2 La institución que realiza la prueba debe emitir un informe técnico con los resultados de la misma, adjuntado el documento de impresión directa del opacímetro.

8.3 Si se cumple con los criterios de validación que se indican en 7.5.1, se deben considerar los datos como válidos y el ensayo se habrá completado. El resultado final del ensayo será el promedio aritmético de los valores de opacidad de los tres ciclos de medida, cada uno de los cuales se ha obtenido aplicando el promedio máximo de 0,5 s calculados conforme a lo señalado en el Anexo C.

8.4 El software de aplicación del equipo debe comparar el resultado final de la prueba con lo establecido en la reglamentación ambiental vigente, y de acuerdo con el resultado deberá emitir el certificado de aprobación o rechazo en los términos y características establecidas por la autoridad competente, (ver nota 7).

8.5 El software de aplicación y el hardware del medidor de humos deben permitir, como mínimo, el registro de la información de la Tabla 1 a la Tabla 6, para ser remitidos a la autoridad ambiental competente, en los términos que ésta requiera.

Nota 7. El cálculo del valor promedio de 0,5 s de cada ciclo de prueba lo deberá realizar automáticamente la unidad de procesamiento del equipo de medida de humo, mediante la incorporación de dispositivos de hardware o software que efectúen el filtraje de la señal conforme al algoritmo indicado en el Anexo A.

(Continúa)

ANEXO D

D.1 Aplicación de correcciones a los valores de humo medidos

D.1.1 Introducción

D.1.1.1 Fundamentalmente, todos los opacímetros de humo miden la transmitancia de la luz a través de una pluma de humo o una muestra de gas que contiene algunas partículas de humo. No obstante, generalmente es deseable cuantificar y reportar las emisiones de humo de escape en unidades de opacidad de humo (N) o densidad de humo (k). Adicionalmente, si se reporta el nivel de humo como opacidad de humo, entonces también es necesario reportar la longitud de trayectoria óptica efectiva asociada, a fin de especificar por completo la concentración de humo del vehículo. Esto debido a que la opacidad de humo medida es una función de la longitud de trayectoria óptica efectiva (EOPL (ver nota 8) empleada para realizar la medición. Por ejemplo, un motor que produjo una opacidad del 20 % cuando se ensayó con un tubo de escape de una EOPL (igual al diámetro interno del tubo) de 76 mm habría arrojado medidas de opacidad del 26 %, 31 % y 36 %, respectivamente, al ensayarse con tubos de escape más largos de EOPL (diámetros internos del tubo) de 102 mm, 127 mm y 152 mm. Por consiguiente, a fin de facilitar las comparaciones de los datos de opacidad de humo de diferentes fuentes con relación a los límites de opacidad que pudieran establecerse, se deben reportar valores de opacidad en longitudes de trayectoria óptica efectiva estándar.

D.1.1.2 Al medir el humo empleando una longitud de trayectoria óptica efectiva que sea diferente a la longitud de trayectoria estándar, se deben convertir los valores de humo medidos a opacidad en la longitud de trayectoria estándar empleando la relación Beer-Lambert adecuada. En forma similar, si se desea reportar los resultados del ensayo en unidades de densidad de humo, se hace necesario emplear la relación Beer-Lambert para convertir los resultados de opacidad medida en densidad de humo.

D.1.1.3 Finalmente, si las medidas de humo se realizan empleando un medidor que cuente con una fuente luminosa LED roja, se hace necesaria una corrección de longitud de onda para compensar el hecho de que la capacidad del humo diesel de absorber la luz dependa de la longitud de onda de dicha luz.

D.1.1.4 En este Anexo se describe la forma como se deben corregir los valores de humo medidos en unidades de reporte deseadas empleando las relaciones Beer-Lambert y el modo como se deben realizar las correcciones de longitud de onda de la fuente luminosa.

D.1.2 Definiciones y Símbolos

D.1.2.1 Humo diésel. Partículas, incluidas las de aerosoles, suspendidas en la corriente de escape de un motor diésel que absorban, reflejen o refracten la luz.

D.1.2.2 Transmitancia (T). Es la fracción de luz expresada en porcentaje (%) que al ser transmitida desde una fuente, a través de una trayectoria oscurecida por humo, llega al receptor del instrumento observador.

$$T = 1 - \frac{\text{opacidad}}{100}$$

D.1.2.3 Opacidad (N). Es la fracción de la luz expresada en porcentaje (%), que al ser enviada desde una fuente se le impide llegar al receptor del instrumento observador y que se expresa en función de la transmitancia.

$$N = 100(1 - \text{Transmitancia})$$

D.1.2.4 Longitud de trayectoria óptica efectiva (L). Longitud de trayectoria óptica oscurecida por el humo entre la fuente luminosa del medidor de humo y el detector de luz. Se debe observar que las porciones de la longitud de la trayectoria de la fuente luminosa total al detector que no se han oscurecido por el humo no contribuyen a la longitud de trayectoria óptica efectiva.

NOTA 8: Sigla en Inglés "Effective optical path length"

(Continúa)

D.1.2.5 Densidad de humo (k). (Conocida también como "Coeficiente de extinción de luz" o "Coeficiente de absorción de luz"); es un medio fundamental para cuantificar la capacidad de una corriente de humo o del humo de una muestra para oscurecer la luz. Por convención, la densidad del humo se expresa en metros a la menos uno (m^{-1}). La densidad del humo es una función del número de partículas de humo por unidad de volumen de gas, la distribución por tamaño de las partículas de humo, y las propiedades de absorción y dispersión de las partículas. Sin la presencia de humos azules o blancos, la distribución de tamaño y las propiedades de absorción/dispersión son similares para todas las muestras de gases de escape diésel, y la densidad de humo es principalmente una función de la densidad de las partículas de humo. La densidad de humo o coeficiente de absorción, K, (m^{-1}) de una corriente de humo se define de la siguiente manera, una forma de la ley de Beer-Lambert:

$$K = -(1/L) \ln (1-N/100)$$

En donde:

L = está expresada en metros, m

D.1.2.6 W. Longitud de onda de la fuente luminosa del medidor de humo.

D.1.2.7 Subíndices

D.2.7.1 m. Se refiere a la condición medida.

D.2.7.2 s. Se refiere a los valores corregidos en una condición estándar.

D.1.3 Relaciones Beer-Lambert

D.1.3.1 La ley Beer-Lambert define la relación entre transmitancia, densidad de humo y longitud de trayectoria óptica efectiva, tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$T = e^{-KL}$$

D.1.3.2 A partir de las definiciones de transmitancia y opacidad, la relación entre estos parámetros puede definirse como se muestra en la siguiente ecuación:

$$N(\%) = 100(1-T)$$

D.1.3.3 A partir de las dos ecuaciones anteriormente se pueden derivar las siguientes relaciones importantes:

$$N_s = 100 \left(1 - \left(1 - (N_m/100) \right)^{(L_s/L_m)} \right)$$

$$K = -(1/L_m) \ln (1 - (N_m/100))$$

D.1.3.4 A fin de lograr resultados adecuados al aplicar las dos primeras ecuaciones, se deben expresar las longitudes de trayectoria óptica efectiva (L y L_m) en unidades de metros (m). Se recomienda expresar las longitudes de trayectoria óptica efectiva empleadas en la tercera ecuación también en metros (m); sin embargo, se puede emplear cualquier unidad de longitud siempre que L_s y L_m se expresen en la misma unidad de medición.

D.1.4 Uso de las Relaciones Beer-Lambert

D.1.4.1 La conversión de los valores medidos de opacidad a las unidades de reporte apropiadas es un proceso de dos pasos. Puesto que, como se observó en D.1.1, la unidad de medida básica de todos los medidores de humo es la transmitancia, el primer paso en todos los casos es convertir la transmitancia (T) en opacidad a la longitud de trayectoria óptica efectiva medida (N_m) empleando la segunda ecuación que se muestra en D.1.3. Puesto que todos los opacímetros realizan esta operación internamente, este paso es obvio para el usuario.

D.1.4.2 El segundo paso del proceso consiste en convertir la N_m en las unidades de reporte deseadas, en la manera indicada a continuación:

D.1.4.3 Si se van a reportar los resultados de ensayo en unidades de opacidad, se debe emplear la ecuación de N_0 para convertir la opacidad en la longitud de trayectoria óptica efectiva medida en opacidad en la longitud de trayectoria óptica efectiva estándar. (En caso de que las longitudes de trayectoria óptica efectiva medida y estándar sean idénticas, N_0 es igual a N_m y no se requiere este paso de conversión secundario).

D.1.4.4 Si se van a reportar los resultados de ensayo en unidades de densidad de humo, entonces debe aplicarse la cuarta ecuación del numeral antes mencionado.

D.1.5 Valores de Entrada de Longitud de Trayectoria Óptica Efectiva. Con el propósito de aplicar la cuarta ecuación de conversión, se hace necesario utilizar la longitud de trayectoria óptica efectiva medida (L_m). Para emplear la tercera ecuación se deben ingresar valores tanto para L_m como para L_s , longitud de trayectoria óptica efectiva estándar. En este Anexo se explica en detalle cómo se determinan estos valores de entrada.

D.1.5.1 Determinación de L_m para opacímetros de Flujo Parcial

D.1.5.1.1 Para estos equipos, L_m es una constante que depende del diseño y la longitud de la celda de medida del instrumento y del sistema de purga de aire. Se recomienda consultar los datos de especificación provistos por el fabricante del medidor para determinar el valor adecuado de L_m .

D.1.5.1.2 Generalmente, se hace necesario determinar L_m dentro de +5 mm para obtener resultados de humo corregidos que sean precisos dentro de $\pm 2\%$ de opacidad o densidad de humo de $\pm 0,2m^{-1}$.

D.1.5.2 Determinación de L_s

D.1.5.2.1 A fin de garantizar las comparaciones de datos de humo significativos, se recomienda reportar los resultados de opacidad del humo en las longitudes de trayectoria óptica efectiva estándar, L_s , que se muestran en la Tabla 12. La Tabla 12 se construyó de tal manera que la longitud de trayectoria óptica efectiva estándar se incrementa con la potencia nominal y se aproxima a los tamaños de tubo trasero de escape comúnmente empleados en aplicaciones de vehículo. En los casos donde no se puede determinar la potencia nominal del motor, el Diámetro Externo (DE) real del tubo de escape proporciona, generalmente, una aproximación aceptable de L_s y se puede emplear en lugar de la Tabla 12.

Tabla 12. Longitudes de trayectoria óptica efectiva estándar

Potencia nominal del motor kW	Potencia nominal del motor BHP	Longitud de trayectoria óptica efectiva estándar L_s mm	longitud de trayectoria óptica efectiva estándar L_s pulgadas
Menos de 37	Menos de 50	38	1,5
37 a menor de 75	50 a menor de 101	51	2
75 a 149	101 a 200	76	3
150 a 224	201 a 300	102	4
225 a menor de	301 o menor de	127	5
Mayor o igual a	Mayor o igual a	150	6

D.1.5.2.2 Al ensayar vehículos con salidas de escape múltiples, se debe emplear la potencia nominal del motor total con la Tabla 12, para determinar la longitud de trayectoria óptica efectiva estándar. Cuando se utilice la Tabla 12, no se debe dividir la potencia nominal del motor por el número de salidas de escape. Si se comete este error, se dará origen a reporte de valores de opacidad de humo erróneamente bajos.

D.1.6 Secuencia de Correcciones de Beer-Lambert. A fin de lograr un alto grado de precisión, se aconseja realizar los cálculos de conversión Beer-Lambert que se describen en D.1.4 sobre cada valor de humo medido instantáneo antes de que tenga lugar cualquier procesamiento de datos adicional. Para realizar los cálculos de esta manera, durante el ensayo de aceleración súbita se requiere una capacidad significativa de procesamiento, puesto que la tasa mínima de procesamiento de datos de humo es de 20 Hz. Además, se requiere la capacidad de entrar valores de L_m y L_s a la unidad de procesamiento de datos.

(Continúa)

D.1.7 Correcciones de Longitud de Onda de la Fuente Luminosa del Medidor de Humo

D.1.7.1 La capacidad del humo diesel de absorber luz depende de la longitud de onda (es decir, el humo diésel no tiene densidad espectral neutral). Por esta razón, los medidores de humo que emplean diferentes fuentes luminosas responderán de manera diferente a la misma muestra de humo, y se requieren correcciones para obtener resultados comparables.

D.1.7.2 Puesto que la mayoría de medidores de humo en la actualidad emplean un LED verde o una fuente luminosa incandescente, con una emisividad espectral de pico equivalente, estas condiciones serán estándar al reportar los resultados de ensayo de aceleración súbita. Se deben corregir las mediciones de humo efectuadas con medidores que emplean fuentes de luz LED roja por medio de las siguientes ecuaciones:

$$N_s = 100 * \left(1 - \left((1 - (N_m/100)) \right) (w_m/w_s) \right)$$

$$K_s = (-1/L) * L_m \left((1 - (N_m/100)) (w_m/w_s) \right)$$

En donde:

w_s = longitud de onda de una fuente de luz LED verde estándar = 570nm

w_m = longitud de onda de una fuente de luz LED roja = 660nm

Figura D.1.1 Cuadro de alineación

Opacidad, %					Densidad K	Opacidad, %					Densidad K
Diámetro exterior del tubo de escape						Diámetro exterior del tubo de escape					
2" 51 mm	3" 76 mm	4" 102 mm	5" 127 mm	6" 152 mm	1/m	2" 51 mm	3" 76 mm	4" 102 mm	5" 127 mm	6" 152 mm	1/m
33	45	55	63	70		54	69	79			
32	44	54	62	69	7,50	53	68	78	85		15,00
31	43	53	61	68							
30	42	52	60	67	7,00	52	67	77	84	89	14,50
29	41	51	59	66							
28	40	50	58	65	6,50	51	66	76	83	88	14,00
27	39	49	57	64							
26	38	48	56	63	6,00	50	65	75	82	87	13,50
25	37	47	55	62							
24	36	46	54	61	5,50	49	64	74	81	86	13,00
23	35	45	53	60							
22	34	44	52	59	5,00	48	63	73	80	85	12,50
21	33	43	51	58							
20	32	42	50	57	4,50	47	62	72	79	84	12,00
19	31	41	49	56							
18	30	40	48	55	4,00	46	61	71	78	83	11,50
17	29	39	47	54							
16	28	38	46	53	3,50	45	60	70	77	82	11,00
15	27	37	45	52							
14	26	36	44	51	3,00	44	59	69	76	81	10,50
13	25	35	43	50							
12	24	34	42	49	2,50	43	58	68	75	80	10,00
11	23	33	41	48							
10	22	32	40	47	2,00	42	57	67	74	79	9,50
9	21	31	39	46							
8	20	30	38	45	1,50	41	56	66	73	78	9,00
7	19	29	37	44							
6	18	28	36	43	1,00	40	55	65	72	77	8,50
5	17	27	35	42							
4	16	26	34	41	0,50	39	54	64	71	76	8,00
3	15	25	33	40							
2	14	24	32	39							
1	13	23	31	38							

D.1.7.3 Se prefiere aplicar las correcciones de longitud de onda, como las correcciones Beer-Lambert, a cada valor de humo medido instantáneo. Sin embargo, si no es posible, y si son aceptables pequeños errores, se pueden aplicar las correcciones de longitud de onda después de obtener valores de humo promedio en la forma descrita en el Anexo C.

D.1.7.4 Se aconseja aplicar las correcciones de longitud de onda de fuente luminosa que emplean las ecuaciones 5 y 6 cuando se emplee el medidor para medir humo diesel, pero no se recomienda emplearlas cuando se esté calibrando el medidor usando un filtro de densidad neutra.

Anexos de resultados y discusión

Anexo 7: Hartridge_Applications_CRI-180_Results_Inyector 1 antes de realizar las pruebas con variación de caudal en la preinyección

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch		IMPORTDIESEL GT		
Número de referencia	0445 110 250		oe9 159		
Datos de gradación antiguos			Panamericana Norte		
Datos de gradación nuevos			Pasaje B		
Hora y fecha	04/09/2022 19:06:41		170208		
Código QR			593 979099539		
			593 02 2824890		
			davidts89@hotmail.com		
Comentarios de la prueba					✓
Calibración					✓
INY 2 MAZDA BT-50					
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0.1	0.5	0.12	Ω	✓
Inductancia	0.1	0.5	0.34	mH	✓
Flush					▲
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1598	bar	✓
Respuesta	314	472	399	μS	✓
Descarga	80.1	88.5	84.75	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	27.5	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	798	bar	✓
Respuesta	350	526	441	μS	✓
Descarga	18.4	23.8	22.39	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5.7	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	453	μS	✓
Descarga	0.4	1.4	2.43	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	3.8	mL/min	✓
Ralenti					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	321	bar	✓
Respuesta	0	0	736	μS	✓
Descarga	4.3	7.3	5.95	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	3.5	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1701	bar	✓
Respuesta	0	0	0	μS	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	8.1	mL/min	✓
NOP					▲
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	▲
Descarga	0.2	2	0	mm3/carrera	▲
Código de evaluación					▲
<small>Rev: 4.02 Tm: 10/04/21 Fp: ADMAR Pm: 1.13 Rm: 1.02 Lm: 0/00</small>					

Anexo 8 : Hartridge_Applications_CRI-180_Results_Inyector 2 antes de realizar las pruebas con variación de caudal en la preinyección

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch		IMPORTDIESEL GT		
Número de referencia	0445 110 250		oe9 159		
Datos de gradación antiguos			Panamericana Norte		
Datos de gradación nuevos			Pasaje B		
Hora y fecha	04/09/2022 19:55:48		170208		
Código QR	 		593 979099539		
			593 02 2824890		
			davids89@hotmail.com		
Calibración					✓
Comentarios de la prueba NY 4 MAZDA BT-50					
Eléctrica					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0.1	0.5	0.11	Ω	✓
Inductancia	0.1	0.5	0.33	mH	✓
Flush					
Alimentación eléctrica máxima					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1601	bar	✓
Respuesta	314	472	400	μS	✓
Descarga	80.1	88.5	83.22	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	26.9	mL/min	✓
Emisiones					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	801	bar	✓
Respuesta	350	526	441	μS	✓
Descarga	18.4	23.8	22.39	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5.9	mL/min	✓
Piloto					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	443	μS	✓
Descarga	0.4	1.4	1.62	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	4	mL/min	✓
Ralenti					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	761	μS	✓
Descarga	4.3	7.3	5.32	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	3.7	mL/min	✓
Fuga estática					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1701	bar	✓
Respuesta	0	0	0	μS	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	9.2	mL/min	✓
NOP					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	⚠
Descarga	0.2	2	0	mm3/carrera	⚠
Código de evaluación					⚠
<small>Sw: 4.32 - Tr: 100020 - Pz: ADM95 - Pv: 1.0 - Rv: 1.0 - Lv: 100</small>					

Anexo 9 : Hartridge_Applications_CRI-180_Results_Inyector 3 antes de realizar las pruebas con variación de caudal en la preinyección

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch		IMPORTDIESEL GT		
Número de referencia	0445 110 250		oe9 159		
Datos de gradación antiguos			Panamericana Norte		
Datos de gradación nuevos			Pasaje B		
Hora y fecha	04/09/2022 19:41:49		170208		
Código QR	 		593 979099539		
			593 02 2824890		
			davidts89@hotmail.com		
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					NY 3 MAZDA BT-60
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0.1	0.5	0.11	Ω	✓
Inductancia	0.1	0.5	0.34	mH	✓
Flush					⚠
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1599	bar	✓
Respuesta	314	472	398	µS	✓
Descarga	80.1	88.5	83.93	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	28.7	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	799	bar	✓
Respuesta	350	526	440	µS	✓
Descarga	18.4	23.8	23.33	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	6	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	446	µS	✓
Descarga	0.4	1.4	2.53	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	4.3	mL/min	✓
Ralenti					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	752	µS	✓
Descarga	4.3	7.3	6.08	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	2.8	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µS	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	10.3	mL/min	✓
NOP					⚠
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	⚠
Descarga	0.2	2	0	mm3/carrera	⚠
Código de evaluación					⚠
<small>Sv= 4.0 ; Tv= 3000 ; Fv= 4000 ; Pv= 1.0 ; Sv= 1.0 ; Lv= 300 ;</small>					

Anexo 10: Hartridge_Applications_CRI-180_Results_Inyector 4
antes de realizar las pruebas con variación de caudal en la preinyección

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch		IMPORTDIESEL GT		
Número de referencia	0445 110 250		oe9 159		
Datos de gradación antiguos			Panamericana Norte		
Datos de gradación nuevos			Pasaje B		
Hora y fecha	04/09/2022 19:21:51		170208		
Código QR			593 979099539		
			593 02 2824890		
			davids89@hotmail.com		
Calibración					✓
Comentarios de la prueba NY 1 MAZDA BT-50					
Eléctrica					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0.1	0.5	0.11	Ω	✓
Inductancia	0.1	0.5	0.33	mH	✓
Flush					
Alimentación eléctrica máxima					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1600	bar	✓
Respuesta	314	472	400	μS	✓
Descarga	80.1	88.5	79.06	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	67	37.1	mL/min	✓
Emisiones					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	350	526	439	μS	✓
Descarga	18.4	23.8	22.14	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	10.5	mL/min	✓
Piloto					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	801	bar	✓
Respuesta	354	530	448	μS	✓
Descarga	0.4	1.4	1.82	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	8.1	mL/min	✓
Ralenti					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	313	bar	✓
Respuesta	0	0	749	μS	✓
Descarga	4.3	7.3	5.62	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5.3	mL/min	✓
Fuga estática					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	μS	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	18.7	mL/min	✓
NOP					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	⚠
Descarga	0.2	2	0	mm3/carrera	⚠
Código de evaluación					
⚠					
<small>0= A32 : 1= T= 0= A20 : 10= A20AC : F= 1.0 : R= 1.0 : G= 300 :</small>					

Anexos Inyector 1 pruebas

Anexo 11 : Inyector numero 1 Con caudal de reflujo de preinyección 0 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch	IMPORTDIESEL GT			
Número de referencia	0 445 110 250	069 159			
Datos de gradación antiguos		Panamericana Norte			
Datos de gradación nuevos		Pasaje B			
Hora y fecha	03/09/2022 07:03:49	593 979 099 539			
Código QR		593 02 2624890			
		davidts69@hotmail.com			
Calibración					✓
Comentarios de la prueba INY 1 PREINYECCION 0					
Eléctrica					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,33	mH	✓
Flush					
Alimentación eléctrica máxima					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1600	bar	✓
Respuesta	314	472	400	µs	✓
Descarga	80,1	88,5	85,40	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	37,1	mL/min	✓
Emisiones					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	350	525	439	µs	✓
Descarga	18,4	23,8	22,15	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	10,5	mL/min	✓
Piloto					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	801	bar	✓
Respuesta	354	530	448	µs	✓
Descarga	0,4	1,4	0,07	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	8,1	mL/min	✓
Ralenti					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	313	bar	✓
Respuesta	0	0	749	µs	✓
Descarga	4,3	7,3	5,80	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,3	mL/min	✓
Fuga estática					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1653	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µs	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	60	18,7	mL/min	✓
NOP					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	▲
Descarga	0,2	2	0	mm3/carrera	▲
Código de evaluación					▲
Rev 4.3.0 - Top 1000-21 - PS - A3210002 - Rev 1.1.0 - Rev 1.1.0 - Rev 1.3.0					

Anexo 12: Inyector numero 1 Con caudal de reflujo de preinyección 0,4 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch	IMPORTDIESEL GT			
	0 445 110 250	oe9 159			
Número de referencia		Panamericana Norte			
Datos de gradación antiguos		Pasaje B			
Datos de gradación nuevos		170208			
Hora y fecha	03/09/2022 09:58:31	593.979.099.539			
Código QR	 	593 02 2824890			
		davidts89@hotmail.com			
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					INY 1 PREINYECCION 0,4
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,33	mH	✓
Flush					▲
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1600	bar	✓
Respuesta	314	472	400	μS	✓
Descarga	80,1	88,5	85,40	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	37,1	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	350	526	439	μS	✓
Descarga	18,4	23,8	22,15	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	10,5	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	801	bar	✓
Respuesta	354	530	448	μS	✓
Descarga	0,4	1,4	0,37	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	8,1	mL/min	✓
Ralenti					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	313	bar	✓
Respuesta	0	0	749	μS	✓
Descarga	4,3	7,3	5,80	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,3	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	μS	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	18,7	mL/min	✓
NOP					▲
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	▲
Descarga	0,2	2	0	mm3/carrera	▲
Código de evaluación					▲
<small>BP-132 - Top 1000-11 - 10 - A201902 - 100-110 - Rev 1.12 - LP-310</small>					

Anexo 13: Inyector numero 1 Con caudal de reflujo de preinyección 0,8 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch	IMPORTDIESEL GT			
	0 445 110 250	oes 159			
Número de referencia		Panamericana Norte			
Datos de gradación antiguos		Pasaje B			
Datos de gradación nuevos		170208			
Hora y fecha	03/09/2022 12:47:23	593.979.099.539			
Código QR			593 02 2824890		
			davids89@hotmail.com		
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					✓
INY 1 PREINYECCION 0,8					
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,33	mH	✓
Flush					▲
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1600	bar	✓
Respuesta	314	472	400	µS	✓
Descarga	80,1	86,5	86,22	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	87	37,1	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	350	525	435	µS	✓
Descarga	18,4	23,8	22,15	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	10,5	mL/min	✓
Piloto					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	801	bar	✓
Respuesta	354	530	448	µS	✓
Descarga	0,4	1,4	0,87	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	8,1	mL/min	✓
Ralenti					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	313	bar	✓
Respuesta	0	0	749	µS	✓
Descarga	4,3	7,3	5,62	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,3	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µS	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	18,7	mL/min	✓
NOP					▲
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	▲
Descarga	0,2	2	0	mm3/carrera	▲
Código de evaluación					▲
Rev. 4.02 - Tor. 2019-21 - Rpt. AP010402 - Págs. 1.10 - Rev. 1.02 - Lun 2.00					

Anexo 14: Inyector numero 1 Con caudal de reflujo de preinyección 1,2 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch	IMPORTDIESEL GT			
	0 445 110 250	oe9 159			
Número de referencia		Panamericana Norte			
Datos de gradación antiguos		Pasaje B			
Datos de gradación nuevos		170208			
Hora y fecha	03/09/2022 15:38:44	593.979.099.539			
Código QR			593 02 2824890		
			davidts89@hotmail.com		
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					
INY 1 PREINYECCION 1,2					
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,33	mH	✓
Flush					▲
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1600	bar	✓
Respuesta	314	472	400	µS	✓
Descarga	80,1	88,5	86,40	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	38,2	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	350	526	439	µS	✓
Descarga	18,4	23,8	22,17	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	10,5	mL/min	✓
Piloto					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	801	bar	✓
Respuesta	354	530	448	µS	✓
Descarga	0,4	1,4	1,13	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	8,1	mL/min	✓
Ralenti					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	313	bar	✓
Respuesta	0	0	749	µS	✓
Descarga	4,3	7,3	5,68	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,3	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	1583	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µS	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	18,8	mL/min	✓
NOP					▲
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	▲
Descarga	0,2	2	0	mm3/carrera	▲
Código de evaluación					▲
<small>Rev 4.02 10/10/2018 10 - A321002 Rev 1.12 Rev 1.12 Rev 2.00</small>					

Anexo 15: Inyector numero 1 Con caudal de reflujo de preinyección 1,6 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch		IMPORTDIESEL GT		
	0 445 110 250		pe9 159		
Número de referencia			Panamericana Norte		
Datos de gradación antiguos			Pacaje B		
Datos de gradación nuevos			170208		
Hora y fecha	03/09/2022 18:13:42		593 979 099 539		
Código QR			593 02 2824890		
			david59@hotmail.com		
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					INY 1 PREINYECCION 1,6
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,33	mH	✓
Flush					▲
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro medida	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
	1554	1616	1600	bar	✓
Respuesta	314	472	400	µS	✓
Descarga	80,1	88,5	86,56	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	87	37,1	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro medida	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
	790	810	800	bar	✓
Respuesta	350	525	439	µS	✓
Descarga	18,4	23,8	22,51	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	10,5	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro medida	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
	790	810	801	bar	✓
Respuesta	354	530	448	µS	✓
Descarga	0,4	1,4	1,62	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	8,1	mL/min	✓
Ralenti					✓
Parámetro medida	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
	310	330	313	bar	✓
Respuesta	0	0	749	µS	✓
Descarga	4,3	7,3	5,72	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,4	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro medida	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
	1663	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µS	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	18,7	mL/min	✓
NOP					▲
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	▲
Descarga	0,2	2	0	mm3/carrera	▲
Código de evaluación					▲
Rev 4.32 - Top Injecor - Rev 4.32(1480) - Rev 1.12 - Rev 1.12 - Top 3.02					

Anexo 16: Inyector numero 1 Con caudal de reflujo de preinyección
2.0 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch	IMPORTDIESEL GT			
	0 445 110 250	0e9 159			
Número de referencia		Panamericana Norte			
Datos de gradación antiguos		Pasaje B			
Datos de gradación nuevos		170208			
Hora y fecha	04/09/2022 07:33:57	593.979.099.539			
Código QR			593 02 2824890		
			davids89@hotmail.com		
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					INY 1 PREINYECCION 2
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,33	mH	✓
Flush					▲
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1600	bar	✓
Respuesta	314	472	400	μS	✓
Descarga	80,1	88,5	86,62	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	37,1	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	350	526	439	μS	✓
Descarga	18,4	23,8	22,71	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	10,7	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	801	bar	✓
Respuesta	354	530	448	μS	✓
Descarga	0,4	1,4	2,02	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	8,1	mL/min	✓
Ralenti					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	313	bar	✓
Respuesta	0	0	749	μS	✓
Descarga	4,3	7,3	5,60	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,4	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	μS	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	18,8	mL/min	✓
NOP					▲
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	▲
Descarga	0,2	2	0	mm3/carrera	▲
Código de evaluación					▲
<small>Rev 4.30 - 14/06/21 - 15 - 4357402 - Rev 1.10 - Rev 1.10 - 14/03/20</small>					

Anexo 17: Inyector numero 1 Con caudal de reflujo de preinyección
2,4 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch		IMPORTDIESEL GT		
Número de referencia	0 445 110 250		oe9 159		
Datos de gradación antiguos			Panamericana Norte		
Datos de gradación nuevos			Pasaje B		
Hora y fecha	04/09/2022 10:04:23		170208		
Código QR			593.979.099.539		
			593 02 2824890		
			davidts99@hotmail.com		
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					
INY 1 PREINYECCION 2,4					
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,33	mH	✓
Flush					▲
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1600	bar	✓
Respuesta	314	472	400	µS	✓
Descarga	80,1	88,5	86,70	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	37,1	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	350	526	439	µS	✓
Descarga	18,4	23,8	22,71	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	10,7	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	801	bar	✓
Respuesta	354	530	448	µS	✓
Descarga	0,4	1,4	2,36	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	8,1	mL/min	✓
Ralentí					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	313	bar	✓
Respuesta	0	0	749	µS	✓
Descarga	4,3	7,3	5,83	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,4	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µS	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	60	16,8	mL/min	✓
NOP					▲
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	▲
Descarga	0,2	2	0	mm3/carrera	▲
Código de evaluación					▲
<small>Rev 4.00 Top Inicio 25 Actualizar Rev 1.00 Rev 1.00 Rev 3.00</small>					

Anexo 18: Inyector numero 1 Con caudal de reflujo de preinyección 2.8 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch		IMPORTDIESEL GT		
Número de referencia	0 445 110 250		0e9 159		
Datos de gradación antiguos			Panamericana Norte		
Datos de gradación nuevos			Pasaje B		
Hora y fecha	04/09/2022 12:17:20		170208		
Código QR			593.979.099.539		
			593 02 2824890		
			davids89@hotmail.com		
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					INY 1 PREINYECCION 2,8
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,33	mH	✓
Flush					⚠
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1600	bar	✓
Respuesta	314	472	400	µS	✓
Descarga	80,1	88,5	84,72	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	37,1	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	350	526	439	µS	✓
Descarga	18,4	23,8	22,73	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	10,7	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	801	bar	✓
Respuesta	354	530	448	µS	✓
Descarga	0,4	1,4	2,87	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	8,1	mL/min	✓
Ralenti					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	313	bar	✓
Respuesta	0	0	749	µS	✓
Descarga	4,3	7,3	5,88	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,4	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µS	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	18,8	mL/min	✓
NOP					⚠
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	⚠
Descarga	0,2	2	0	mm3/carrera	⚠
Código de evaluación					⚠
<small>Rev 4.50 - Top 160x21 - 05 - 2022 (M0) - Rev 1.03 - Rev 1.02 - Lic 3.00</small>					

Anexo 19: Inyector numero 1 Con caudal de reflujo de preinyección 3,2 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch	IMPORTDIESEL GT			
Número de referencia	0 445 110 250	oe9 159			
Datos de gradación antiguos		Panamericana Norte			
Datos de gradación nuevos		Pasaje B			
Hora y fecha	04/09/2022 15:34:26	170208			
Código QR		593.979.099.539			
		593 02 2824890			
		davids89@hotmail.com			
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					INY 1 PREINYECCION 3,2
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,33	mH	✓
Flush					▲
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1600	bar	✓
Respuesta	314	472	400	µS	✓
Descarga	80,1	88,5	84,74	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	37,1	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	350	526	439	µS	✓
Descarga	18,4	23,8	22,74	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	10,7	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	801	bar	✓
Respuesta	354	530	448	µS	✓
Descarga	0,4	1,4	3,19	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	8,1	mL/min	✓
Ralenti					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	313	bar	✓
Respuesta	0	0	749	µS	✓
Descarga	4,3	7,3	5,90	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,4	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µS	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	18,8	mL/min	✓
NOP					▲
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	▲
Descarga	0,2	2	0	mm3/carrera	▲
Código de evaluación					▲
<small>Rev 4.02 Top Issue 21 30 KSP/AMG Rev 1.02 Rev 1.02 Rev 3.00</small>					

Anexos de Inyector 2

Anexo 20 Inyector numero 2 Con caudal de reflujo de preinyección 0 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch	IMPORTDIESEL GT			
	0 445 110 250	oe9 159			
Número de referencia		Panamericana Norte			
Datos de gradación antiguos		Pasaje B			
Datos de gradación nuevos		170208			
Hora y fecha	03/09/2022 07:24:56	593 979 099 539			
Código QR		593 02 2824890			
		davids89@hotmail.com			
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					INY 2 PREINYECCION D
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,12	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,34	mH	✓
Flush					▲
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1598	bar	✓
Respuesta	314	472	399	µS	✓
Descarga	80,1	88,5	84,50	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	27,5	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	798	bar	✓
Respuesta	350	526	441	µS	✓
Descarga	18,4	23,8	22,36	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,7	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	453	µS	✓
Descarga	0,4	1,4	0,00	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	3,8	mL/min	✓
Ralenti					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	321	bar	✓
Respuesta	0	0	736	µS	✓
Descarga	4,3	7,3	5,87	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	3,5	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1701	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µS	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	8,1	mL/min	✓
NOP					▲
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
Presion del inyector	150	200	0	bar	▲
Descarga	0,2	2	0	mm3/carrera	▲
Código de evaluación					▲
<small>SW 4.32 TP 1000-01 P2 - A327-002 Rev 1.02 Rev 1.02 Lp 3/30</small>					

Anexo 21: Inyector numero 2 Con caudal de reflujo de preinyección 0,4 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch		MPORTDIESEL GT		
Número de referencia	D 445 110 250		oe9 159		
Datos de gradación antiguos			Panamericana Norte		
Datos de gradación nuevos			Paquete B		
Hora y fecha	23/09/2022	10:23:44	993 979 099 539		
Código QR			993 02 2824890		
			dsivot289@hotmail.com		
Comentarios de la prueba					Calibración
INY 2 PREINYECCION 0					✓
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,12	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,34	mH	✓
Flush					⚠
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1594	1616	1598	bar	✓
Respuesta	314	472	399	µS	✓
Descarga	80,1	88,5	84,56	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	27,5	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	798	bar	✓
Respuesta	350	526	441	µS	✓
Descarga	18,4	23,8	22,38	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,7	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	453	µS	✓
Descarga	0,4	1,4	0,32	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	3,8	mL/min	✓
Ralentí					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	321	bar	✓
Respuesta	0	0	736	µS	✓
Descarga	4,3	7,3	5,89	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	3,5	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1701	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µS	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	8,2	mL/min	✓
NOP					⚠
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	⚠
Descarga	0,2	2	0	mm3/carrera	⚠
Código de evaluación					⚠
<small> No. 1.00 Tel: 993 979 099 Fax: 993 02 2824890 E-mail: dsivot289@hotmail.com </small>					

Anexo 22; Inyector numero 2 Con caudal de reflujo de preinyección 0,8 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch		IMPORTDIESEL 01		
Número de referencia	D 445 110 250		069 159		
Datos de gradación antiguos			Panamericana Norte		
Datos de gradación nuevos			Pasaje B		
Hora y fecha	03/09/2022	13:05:14	170308		
Código QR			593 979 099 E38		
			593 02 2824890		
			davidt89@hotmail.com		
Calibración ✓					
Comentarios de la prueba					
INY 2 PREINYECCION 0,8					
Eléctrica ✓					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,12	Ω	✓
Inductancia 1	0,1	0,5	0,34	mH	✓
Flush ⚠					
Alimentación eléctrica máxima ✓					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1598	bar	✓
Respuesta	314	472	399	µs	✓
Descarga	80,1	88,5	84,53	mm ³ /camera	✓
Caudal del reflujo	0	67	27,5	mL/min	✓
Emisiones ✓					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	798	bar	✓
Respuesta	350	526	441	µs	✓
Descarga	18,4	23,8	22,36	mm ³ /camera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,7	mL/min	✓
Piloto ✓					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	453	µs	✓
Descarga	0,4	1,4	0,76	mm ³ /camera	✓
Caudal del reflujo	0	30	3,8	mL/min	✓
Ralentí ✓					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	321	bar	✓
Respuesta	0	0	796	µs	✓
Descarga	4,3	7,3	5,88	mm ³ /camera	✓
Caudal del reflujo	0	30	3,5	mL/min	✓
Fuga estática ✓					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1701	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µs	✓
Descarga	0	0	0	mm ³ /camera	✓
Caudal del reflujo	0	80	8,2	mL/min	✓
NOP ⚠					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Preción del inyector	150	200	0	bar	⚠
Descarga	0,2	2	0	mm ³ /camera	⚠
Código de evaluación ⚠					
<small>Rev 1.02 14/06/2011 Rev 1.03/03/2012 Rev 1.10 Rev 1.12 04/2016</small>					

Anexo 23: Inyector numero 2 Con caudal de reflujos de preinyección 1,2 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch		IMPORTDIESEL GT		
Número de referencia	D 44E 110 250		oe9 159		
Datos de gradación antiguos			Panamericana Norte		
Datos de gradación nuevos			Paquete B		
Hora y fecha	03/05/2022	15:56:02	E93 375 098 535		
Código QR			E93 02 2824890		
			davidt85@hotmail.com		
Calibración					✓
Comentarios de la prueba: INY 2 PREINYECCION 1,2					
Eléctrica					
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,12	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,34	mH	✓
Flush					
Alimentación eléctrica máxima					
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1598	bar	✓
Respuesta	314	472	399	µS	✓
Descarga	80,1	88,5	84,53	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujos	0	67	27,5	mL/min	✓
Emisiones					
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	798	bar	✓
Respuesta	350	526	441	µS	✓
Descarga	18,4	23,8	22,36	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujos	0	30	5,7	mL/min	✓
Piloto					
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	453	µS	✓
Descarga	0,4	1,4	1,17	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujos	0	30	3,8	mL/min	✓
Ralenti					
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	321	bar	✓
Respuesta	0	0	736	µS	✓
Descarga	4,3	7,3	5,88	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujos	0	30	3,5	mL/min	✓
Fuga estática					
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1701	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µS	✓
Descarga	0	0	0	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujos	0	80	8,2	mL/min	✓
NOP					
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	⚠
Descarga	0,2	2	0	mm3/cámara	⚠
Código de evaluación					⚠
<small>Rev. 4.02 - Ver. 03/05/2022 - 15:56:02 - 15:56:02 - 15:56:02</small>					

Anexo 24: Inyector numero 2 Con caudal de reflujo de preinyección 1,6 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch		IMPORTDIESEL GT		
Número de referencia	0 445 110 250		oe9 159		
Datos de graduación antiguos			Panamericana Norte		
Datos de graduación nuevos			Pasaje B		
Hora y fecha	03/05/2022	18:21:19	593 375 095 535		
Código QR			593 02 2824890		
			davidt28@hotmail.com		
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					✓
INY 2 PREINYECCION 1,6					
Eléctrica					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,12	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,34	mH	✓
Flush					▲
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1596	bar	✓
Respuesta	314	472	399	µs	✓
Descarga	80,1	88,5	84,60	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujo	0	67	27,5	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	798	bar	✓
Respuesta	350	526	441	µs	✓
Descarga	18,4	23,8	22,40	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,7	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	453	µs	✓
Descarga	0,4	1,4	1,57	mm3/cámara	✗
Caudal del reflujo	0	30	3,8	mL/min	✓
Ralentí					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	321	bar	✓
Respuesta	0	0	736	µs	✓
Descarga	4,3	7,3	5,90	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujo	0	30	3,5	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1701	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µs	✓
Descarga	0	0	0	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujo	0	80	8,1	mL/min	✓
NOP					▲
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	▲
Descarga	0,2	2	0	mm3/cámara	▲
Código de evaluación					▲
<small>Rev 1.00 Rev 1.01 Rev 1.02 Rev 1.03 Rev 1.04 Rev 1.05 Rev 1.06 Rev 1.07 Rev 1.08 Rev 1.09 Rev 1.10 Rev 1.11 Rev 1.12 Rev 1.13 Rev 1.14 Rev 1.15 Rev 1.16 Rev 1.17 Rev 1.18 Rev 1.19 Rev 1.20 Rev 1.21 Rev 1.22 Rev 1.23 Rev 1.24 Rev 1.25 Rev 1.26 Rev 1.27 Rev 1.28 Rev 1.29 Rev 1.30 Rev 1.31 Rev 1.32 Rev 1.33 Rev 1.34 Rev 1.35 Rev 1.36 Rev 1.37 Rev 1.38 Rev 1.39 Rev 1.40 Rev 1.41 Rev 1.42 Rev 1.43 Rev 1.44 Rev 1.45 Rev 1.46 Rev 1.47 Rev 1.48 Rev 1.49 Rev 1.50 Rev 1.51 Rev 1.52 Rev 1.53 Rev 1.54 Rev 1.55 Rev 1.56 Rev 1.57 Rev 1.58 Rev 1.59 Rev 1.60 Rev 1.61 Rev 1.62 Rev 1.63 Rev 1.64 Rev 1.65 Rev 1.66 Rev 1.67 Rev 1.68 Rev 1.69 Rev 1.70 Rev 1.71 Rev 1.72 Rev 1.73 Rev 1.74 Rev 1.75 Rev 1.76 Rev 1.77 Rev 1.78 Rev 1.79 Rev 1.80 Rev 1.81 Rev 1.82 Rev 1.83 Rev 1.84 Rev 1.85 Rev 1.86 Rev 1.87 Rev 1.88 Rev 1.89 Rev 1.90 Rev 1.91 Rev 1.92 Rev 1.93 Rev 1.94 Rev 1.95 Rev 1.96 Rev 1.97 Rev 1.98 Rev 1.99 Rev 2.00</small>					

Anexo 26: Inyector numero 2 Con caudal de reflujo de preinyección 2,4 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch		IMPORTDIESEL GT		
Número de referencia	D 445 110 250		oes 159		
Datos de graduación antiguos			Panamericana Norte		
Datos de graduación nuevos			Pasaje B		
Hora y fecha	04/05/2022 10:22:49		170208		
Código QR			593 575 095 535		
			593 02 2824890		
			davidt28@hotmail.com		
Calibración					✓
Comentarios de la prueba INY 2 PREINYECCION 2,4					
Eléctrica					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,12	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,34	mH	✓
Flush					
Alimentación eléctrica máxima					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1594	1616	1598	bar	✓
Respuesta	314	472	399	µs	✓
Decarga	80,1	88,5	84,73	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujo	0	67	27,5	mL/min	✓
Emisiones					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	798	bar	✓
Respuesta	350	526	441	µs	✓
Decarga	18,4	23,8	22,42	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,6	mL/min	✓
Piloto					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	453	µs	✓
Decarga	0,4	1,4	2,38	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujo	0	30	3,7	mL/min	✗
Ralenti					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	321	bar	✓
Respuesta	0	0	798	µs	✓
Decarga	4,3	7,3	5,02	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujo	0	30	3,5	mL/min	✓
Fuga estática					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1701	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µs	✓
Decarga	0	0	0	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujo	0	80	8,1	mL/min	✓
NOP					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	⚠
Decarga	0,2	2	0	mm3/cámara	⚠
Código de evaluación					
⚠					

Anexo 27: Inyector numero 2 Con caudal de reflujo de preinyección 2,8 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch	IMPORTDIESEL OT			
	0 445 110 250	oe9 159			
Número de referencía		Panamericana Norte			
Datos de graduación antiguos		Pasaje B			
Datos de graduación nuevos		170208			
Hora y fecha	04/09/2022 12:25:41	593 979 098 539			
Código QR		593 02 2834890			
		davidt85@hotmail.com			
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					INY 2 PREINYECCION 2,8
Eléctrica					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,12	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,34	mH	✓
Flush					▲
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1588	bar	✓
Respuesta	314	472	399	µs	✓
Descarga	80,1	88,5	84,73	mm ³ /camara	✓
Caudal del reflujo	0	67	27,5	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	798	bar	✓
Respuesta	350	526	441	µs	✓
Descarga	18,4	23,8	22,42	mm ³ /camara	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,6	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	453	µs	✓
Descarga	0,4	1,4	2,82	mm ³ /camara	✗
Caudal del reflujo	0	30	3,7	mL/min	✓
Ralentí					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	321	bar	✓
Respuesta	0	0	7,96	µs	✓
Descarga	4,3	7,3	6,02	mm ³ /camara	✓
Caudal del reflujo	0	30	3,5	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1701	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µs	✓
Descarga	0	0	0	mm ³ /camara	✓
Caudal del reflujo	0	80	8,1	mL/min	✓
NOP					▲
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	▲
Descarga	0,2	2	0	mm ³ /camara	▲
Código de evaluación					▲
No. 1.00 No. 1.00 No. 1.00 No. 1.00 No. 1.00 No. 1.00					

Anexo 28: Inyector numero 2 Con caudal de reflujo de preinyección 3,2 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Booch D 445 110 250		IMPORTDIESEL GT oe9 159		
Número de referencia			Panamericana Norte		
Datos de gradación antiguos			Pasaje B		
Datos de gradación nuevos			170208		
Hora y fecha	04/05/2002 15:30:37		893 379 095 838		
Código QR			893 02 2824890 clavits89@hotmail.com		
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					INY 2 PREINYECCION 3,2
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,12	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,34	mH	✓
Flush					▲
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1596	bar	✓
Respuesta	314	472	399	µS	✓
Descarga	80,1	88,5	84,73	mm ³ /carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	27,5	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	798	bar	✓
Respuesta	350	526	441	µS	✓
Descarga	18,4	23,8	22,42	mm ³ /carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,6	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	463	µS	✓
Descarga	0,4	1,4	3,22	mm ³ /carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	3,7	mL/min	✓
Ralentí					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	321	bar	✓
Respuesta	0	0	796	µS	✓
Descarga	4,3	7,3	6,02	mm ³ /carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	3,5	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1701	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µS	✓
Descarga	0	0	0	mm ³ /carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	8,1	mL/min	✓
NOP					▲
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	▲
Descarga	0,2	2	0	mm ³ /carrera	▲
Código de evaluación					▲
<small>Rev 1.00 For 662201 05-1081080 Rev 1.10 Rev 1.10 12-130</small>					

Anexos Inyector numero 3

Anexo 29: Inyector numero 3 Con caudal de reflujo de preinyección 0 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch	IMPORTDIESEL GT			
Número de referencia	0 445 110 250	025 155			
Datos de gradación antiguos		Paramericana Norte			
Datos de gradación nuevos		Pasaje B			
Hora y fecha	03/09/2022 07:56:13	170208			
Código QR		593 979 099 539			
		593 02 3824890			
		davids99@hotmail.com			
Comentarios de la prueba					✓
Calibración					✓
INY 3 PREINYECCION D					
Electrica					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
Reciclencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,34	mH	✓
Flush					▲
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1599	bar	✓
Respuesta	314	472	398	µs	✓
Decoarga	80,1	88,5	84,34	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	26,7	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	799	bar	✓
Respuesta	350	526	440	µs	✓
Decoarga	18,4	23,8	22,76	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	6	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	446	µs	✓
Decoarga	0,4	1,4	0,02	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	4,6	mL/min	✓
Ralenti					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	752	µs	✓
Decoarga	4,3	7,3	5,85	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	2,8	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µs	✓
Decoarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	10,3	mL/min	✓
NOP					▲
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
Preción del inyector	150	200	0	bar	▲
Decoarga	0,2	2	0	mm3/carrera	▲
Código de evaluación					▲
Rev 4.02 The Issue 21 7/9 - 02/10/22 Rev 1.02 Rev 1.02 (14/03/22)					

Anexo 30: Inyector numero 3 Con caudal de reflujo de preinyección 0,4 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch	IMPORTDIESEL GT			
Número de referencia	0 445 110 250	ceS 159			
Datos de gradación antiguos		Panamericana Norte			
Datos de gradación nuevos		Paseo B			
Hora y fecha	03/09/2022 10:45:37	170208			
Código QR		593 979 099 539			
		593 02 2824890			
		daviot289@hotmail.com			
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					INY 3 PREINYECCION 0,4
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,34	mH	✓
Flush					⚠
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1599	bar	✓
Respuesta	314	472	398	µs	✓
Descarga	80,1	88,5	84,34	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	26,7	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	799	bar	✓
Respuesta	350	526	440	µs	✓
Descarga	18,4	23,8	22,76	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	6	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	446	µs	✓
Descarga	0,4	1,4	0,39	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	4,6	mL/min	✓
Ralenti					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	752	µs	✓
Descarga	4,3	7,3	5,86	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	2,8	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µs	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	10,6	mL/min	✓
NOP					⚠
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	⚠
Descarga	0,2	2	0	mm3/carrera	⚠
Código de evaluación					⚠
Rev: 1.02 Tor: Issue 21 Pp: 628 (M2) Pp: 1.02 Rev: 1.02 Lp: 3.00					

Anexo 31: Inyector numero 3 Con caudal de reflujo de preinyección 0,8 mL/min:

hartridge					
Tipo de Inyector	Bosch	IMPORTDIESEL GT			
Número de referencial	D 445 110 250	ce9 159			
Datos de gradación antiguos		Panamericana Norte			
Datos de gradación nuevos		Pasaje B			
Hora y fecha	03/09/2022 13:22:17	170208			
Código QR		593.979.099.539			
		593 02 2824890			
		davidts99@hotmail.com			
Calibración					✓
Comentarios de la prueba INY 3 PREINYECCION 0,8					
Eléctrica					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,34	mH	✓
Flush					
Alimentación eléctrica máxima					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1599	bar	✓
Respuesta	314	472	398	µs	✓
Descarga	80,1	88,5	84,35	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	25,7	mL/min	✓
Emisiones					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	799	bar	✓
Respuesta	350	526	440	µs	✓
Descarga	18,4	23,8	22,80	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	6	mL/min	✓
Piloto					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	446	µs	✓
Descarga	0,4	1,4	0,81	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	4,6	mL/min	✓
Ralenti					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	752	µs	✓
Descarga	4,3	7,3	5,87	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	2,9	mL/min	✓
Fuga estática					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µs	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	10,6	mL/min	✓
NOP					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	⚠
Descarga	0,2	2	0	mm3/carrera	⚠
Código de evaluación					⚠
Rev. 1.02 - Torneo 01 - Rev. 02/14/02 - Rev. 1.03 - Rev. 1.02 - Rev. 3.00					

Anexo 32: Inyector numero 3 Con caudal de reflujo de preinyección 1,2 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch		IMPORTDIESEL GT		
Número de referencia	0 445 110 290		pe8 159		
Datos de gradación antiguos			Panamericana Norte		
Datos de gradación nuevos			Pasaje B		
Hora y fecha	03/09/2022 16:13:17		170208		
Código QR			593.978.099.539		
			593.02.2824890		
			davids89@hotmail.com		
Comentarios de la prueba					✓
Calibración					✓
INY 3 PREINYECCION 1,2					
Electrónica					
Parámetro	m.in.	Limite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,34	mH	✓
Flush					
Alimentación eléctrica máxima					
Parámetro	m.in.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1599	bar	✓
Respuesta	314	472	398	µs	✓
Descarga	80,1	88,5	84,38	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	26,7	mL/min	✓
Emisiones					
Parámetro	m.in.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	799	bar	✓
Respuesta	350	526	440	µs	✓
Descarga	18,4	23,8	22,78	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	6	mL/min	✓
Piloto					
Parámetro	m.in.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	446	µs	✓
Descarga	0,4	1,4	1,28	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	4,6	mL/min	✓
Ralenti					
Parámetro	m.in.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	752	µs	✓
Descarga	4,3	7,3	5,87	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	2,9	mL/min	✓
Fuga estática					
Parámetro	m.in.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µs	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	10,6	mL/min	✓
NOP					
Parámetro	m.in.	Limite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	▲
Descarga	0,2	2	0	mm3/carrera	▲
Código de evaluación					▲
Rev: 6.02 File: Issue 02 - 03 - 10/11/2021 Rev: 1.02 Rev: 1.02 Rev: 3.02					

Anexo 33: Inyector numero 3 Con caudal de reflujo de preinyección 1,6 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch	IMPORTDIESEL GT			
	D 445 110 250	oes 155			
Número de referencial		Panamericana Norte			
Datos de gradación antiguos		Pasaje B			
Datos de gradación nuevos		170208			
Hora y fecha	03/09/2022 18:48:51	E93 979 099 E39			
Código QR		E93 02 2824890			
		davids89@hotmail.com			
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					INY 3 PREINYECCION 1,6
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,34	mH	✓
Flush					⚠
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1516	1599	bar	✓
Respuesta	314	472	398	µs	✓
Descarga	80,1	88,5	84,53	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	26,7	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	799	bar	✓
Respuesta	350	526	440	µs	✓
Descarga	18,4	23,8	22,80	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	6	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	446	µs	✓
Descarga	0,4	1,4	1,68	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	4,6	mL/min	✓
Ralenti					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	752	µs	✓
Descarga	4,3	7,3	5,86	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	2,8	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µs	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	10,3	mL/min	✓
NOP					⚠
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	⚠
Descarga	0,2	2	0	mm3/carrera	⚠
Código de evaluación					⚠
Rev 4.02 For: 000021 Rev: 02810002 Rev: 1.02 Rev: 1.02 Rev: 3.02					

Anexo 34: Inyector numero 3 Con caudal de reflujio de preinyeccion 2,0 mL/min:

hartridge					
Tipo de Inyector	Bosch D 445 110 250	IMPORTDIESEL GT deS 155			
Número de referencia		Panamericana Norte			
Datos de gradación antiguos		Pasaje B			
Datos de gradación nuevos		170208			
Hora y fecha	04/09/2022 08:09:46	593.979.099.539			
Código QR	 	593 02 2824890 davidts89@hotmail.com			
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					INY 3 PREINYECCION 2
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,34	mH	✓
Flush					⚠
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1599	bar	✓
Respuesta	314	472	398	µs	✓
Descarga	80,1	88,5	84,53	mm ³ /carrera	✓
Caudal del reflujio	0	67	26,7	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	799	bar	✓
Respuesta	350	526	440	µs	✓
Descarga	18,4	23,8	22,80	mm ³ /carrera	✓
Caudal del reflujio	0	30	6	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	446	µs	✓
Descarga	0,4	1,4	2,02	mm ³ /carrera	✗
Caudal del reflujio	0	30	4,6	mL/min	✓
Ralenti					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	752	µs	✓
Descarga	4,3	7,3	6,86	mm ³ /carrera	✓
Caudal del reflujio	0	30	2,8	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µs	✓
Descarga	0	0	0	mm ³ /carrera	✓
Caudal del reflujio	0	80	10,3	mL/min	✓
NOP					⚠
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	⚠
Descarga	0,2	2	0	mm ³ /carrera	⚠
Código de evaluación					⚠
Rev: 4.00 Tom: 000001 Eje: 420-0400 Rev: 1.00 Rev: 1.00 Len: 3.00					

Anexo 35: Inyector numero 3 Con caudal de reflujo de preinyección 2,4 mL/min:

hartridge					
Tipo de Inyector	Bosch	IMPORTDIESEL GT			
Número de referencial	0 445 110 250	029 155			
Datos de gradación antiguos		Panamericana Norte			
Datos de gradación nuevos		Pasaje B			
Hora y fecha	04/09/2022 10:39:57	170208			
Código QR		593.979.099.639			
		593 02 2824890			
		davidts89@hotmail.com			
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					
INY 3 PREINYECCION 2,4					
Eléctrica					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,34	mH	✓
Flush					⚠
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1599	bar	✓
Respuesta	314	472	398	µS	✓
Descarga	80,1	88,5	84,62	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	35,7	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	799	bar	✓
Respuesta	350	526	440	µS	✓
Descarga	18,4	23,8	22,82	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	6	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	446	µS	✓
Descarga	0,4	1,4	2,42	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	4,6	mL/min	✓
Ralenti					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	752	µS	✓
Descarga	4,3	7,3	5,89	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	2,8	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1583	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µS	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	10,3	mL/min	✓
NOP					⚠
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	⚠
Descarga	0,2	2	0	mm3/carrera	⚠
Código de evaluación					⚠
Rev 4.02 1er. Edic. 21 8p 428 0482 Rev 1.12 Rev 1.12 1p 3.32					

Anexo 36: Inyector numero 3 Con caudal de reflujo de preinyección 2,8 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch		IMPORTDIESEL GT		
Número de referencia	0 445 110 250		029 159		
Datos de gradación antiguos			Panamericana Norte		
Datos de gradación nuevos			Pacaje B		
Hora y fecha	04/09/2022	12:47:32	170208		
Código QR			593 979 098 539		
			593 02 2824890		
			cavito289@hotmail.com		
Comentarios de la prueba					
Calibración					
INY 3 PREINYECCION 2,8					
Eléctrica					
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia I	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,34	mH	✓
Flush					
Alimentación eléctrica máxima					
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1600	bar	✓
Respuesta	314	472	398	µs	✓
Descarga	80,1	88,5	84,62	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujo	0	67	26,8	mL/min	✓
Emisiones					
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	350	526	440	µs	✓
Descarga	18,4	23,8	22,84	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujo	0	30	6,2	mL/min	✓
Piloto					
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	801	bar	✓
Respuesta	354	530	446	µs	✓
Descarga	0,4	1,4	2,86	mm3/cámara	✗
Caudal del reflujo	0	30	4,6	mL/min	✓
Ralentí					
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	752	µs	✓
Descarga	4,3	7,3	5,91	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujo	0	30	3,4	mL/min	✓
Fuga estática					
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	1663	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µs	✓
Descarga	0	0	0	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujo	0	80	18,1	mL/min	✓
NOP					
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	⚠
Descarga	0,2	2	0	mm3/cámara	⚠
Código de evaluación					
⚠					

Anexo 37: Inyector numero 3 Con caudal de reflujio de preinyeccion 3,2 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch		IMPORTDIESEL GT		
Número de referencia	0 445 110 250		ce8 155		
Datos de gradación antiguos			Panamericana Norte		
Datos de gradación nuevos			Pasaje B		
Hora y fecha	04/09/2022 15:14:28		170208		
Código QR			E93.979.099.539		
			E93 02 2824890		
			davidt289@hotmail.com		
Calibración					
Comentarios de la prueba INY 3 PREINYECCION 3,2					
Eléctrica					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,34	mH	✓
Flush					
Alimentación eléctrica máxima					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1600	bar	✓
Respuesta	314	472	398	µs	✓
Decarga	80,1	88,5	84,62	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujio	0	67	26,9	mL/min	✓
Emisiones					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	350	526	440	µs	✓
Decarga	16,4	23,8	22,86	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujio	0	30	6,5	mL/min	✓
Piloto					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	801	bar	✓
Respuesta	354	530	446	µs	✓
Decarga	0,4	1,4	3,17	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujio	0	30	4,6	mL/min	✓
Ralenti					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	752	µs	✓
Decarga	4,3	7,3	5,93	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujio	0	30	3,4	mL/min	✓
Fuga estática					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1663	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µs	✓
Decarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujio	0	80	10,1	mL/min	✓
NOP					
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	⚠
Decarga	0,2	2	0	mm3/carrera	⚠
Código de evaluación					
⚠					
Rev: 0.02 File: 0000-01 Pp: 020 0002 Pp: 1.02 Rev: 1.02 Lp: 3.00					

Anexos inyector numero 4

Anexo 38: Inyector numero 4 Con caudal de reflujo de preinyección 0 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch	IMPORTDIESEL GT			
Número de referencía	0 445 110 250	0e9 159			
Datos de graduación antiguos		Paramericano Norte			
Datos de graduación nuevos		Pasaje B			
Hora y fecha	03/09/2022 08:19:03	170208			
Código QR		593.979.099.539			
		593 02 2824890			
		davidc89@hotmail.com			
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					✓
INY 4 PREINYECCION 0					
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidadec	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,33	mH	✓
Flush					⚠
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidadec	Estado
medida	1584	1616	1600	bar	✓
Respuesta	314	472	400	µs	✓
Desoarga	80,1	88,5	84,53	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujo	0	67	25,9	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidadec	Estado
medida	750	810	800	bar	✓
Respuesta	350	525	441	µs	✓
Desoarga	18,4	23,8	22,15	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,9	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidadec	Estado
medida	750	810	799	bar	✓
Respuesta	354	530	443	µs	✓
Desoarga	0,4	1,4	0,08	mm3/cámara	✗
Caudal del reflujo	0	30	4	mL/min	✓
Ralenti					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidadec	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	761	µs	✓
Desoarga	4,3	7,3	5,32	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujo	0	30	3,7	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidadec	Estado
medida	1683	1717	1701	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µs	✓
Desoarga	0	0	0	mm3/cámara	✓
Caudal del reflujo	0	80	9,2	mL/min	✓
NOP					⚠
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidadec	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	⚠
Desoarga	0,2	2	0	mm3/cámara	⚠
Código de evaluación					⚠
<small> 03-138 10-138 21 10-138 1020 10-138 10-138 10-138 </small>					

Anexo 39: Inyector numero 4 Con caudal de reflujo de preinyección 0,4 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch		IMPORTDIESEL GT		
Número de referencia	0 445 110 250		ce9 159		
Datos de gradación antiguos			Panamericana Norte		
Datos de gradación nuevos			Paquete B		
Hora y fecha	03/09/2022 11:02:38		170208		
Código QR			593.979.099.539		
			593 02 2824890		
			dsv@d289@hotmail.com		
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					INY 4 PREINYECCION 0,4
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,33	mH	✓
Flush					⚠
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1600	bar	✓
Respuesta	314	472	400	µS	✓
Decarga	80,1	88,5	84,53	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	26,9	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	350	526	441	µS	✓
Decarga	18,4	23,8	22,15	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,9	mL/min	✓
Piloto					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	799	bar	✓
Respuesta	354	530	443	µS	✓
Decarga	0,4	1,4	0,48	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	4	mL/min	✓
Ralenti					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	761	µS	✓
Decarga	4,3	7,3	5,32	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	3,7	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1701	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µS	✓
Decarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	9,2	mL/min	✓
NOP					⚠
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	⚠
Decarga	0,2	2	0	mm3/carrera	⚠
Código de evaluación					⚠
<small> 04-130 - 14-130-01 - 15-130-002 - 16-130 - 16-130 - 17-130 </small>					

Anexo 40: Inyector numero 4 Con caudal de reflujo de preinyección 0,8 mL/min:

hartridge					
Tipo de Inyector	Bosch	IMPORTDIESEL GT			
Número de referencia	0 445 110 250	oe5 159			
Datos de gradación antiguos		Panamericana Norte			
Datos de gradación nuevos		Pasaje B			
Hora y fecha	03/09/2022 13:41:53	170208			
Código GR		593.979.099.539			
		593 02 2824890			
		davids89@hotmail.com			
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					
INY 4 PREINYECCION 0,8					
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,33	mH	✓
Flush					▲
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1600	bar	✓
Respuesta	314	472	400	µs	✓
Descarga	80,1	88,5	84,56	mm ³ /carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	26,9	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	799	bar	✓
Respuesta	350	526	441	µs	✓
Descarga	18,4	23,8	22,15	mm ³ /carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,7	mL/min	✓
Piloto					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	799	bar	✓
Respuesta	354	530	443	µs	✓
Descarga	0,4	1,4	0,83	mm ³ /carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	4,2	mL/min	✓
Retenti					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	761	µs	✓
Descarga	4,3	7,3	5,40	mm ³ /carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	3,7	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1701	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µs	✓
Descarga	0	0	0	mm ³ /carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	9,2	mL/min	✓
NOP					▲
Parámetro	min.	Limite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	▲
Descarga	0,2	2	0	mm ³ /carrera	▲
Código de evaluación					▲
<small>Rev 1.08 14/02/2017 15/03/2018 16/11/18 Rev 1.10 12/1/20</small>					

Anexo 41: Inyector número 4 con caudal de reflujo de preinyección 1,2 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch	IMPORTDIESEL GT			
Número de referencia	D 445 110 250	ceS 153			
Datos de gradación antiguos		Paramericana Norte			
Datos de gradación nuevos		Paquete B			
Hora y fecha	03/09/2022 16:25:27	170208			
Código QR		593.979.099.539			
		593 02 2824890			
		davidts89@hotmail.com			
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					
INY 4 PREINYECCION 1,2					
Eléctrica					✓
Parámetro	m.in.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,33	mH	✓
Flush					▲
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	m.in.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1599	bar	✓
Respuesta	314	472	400	µs	✓
Decarga	80,1	88,5	84,57	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	57	26,9	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	m.in.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	799	bar	✓
Respuesta	350	526	441	µs	✓
Decarga	16,4	23,8	22,20	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,7	mL/min	✓
Piloto					✓
Parámetro	m.in.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	443	µs	✓
Decarga	0,4	1,4	1,15	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	4,2	mL/min	✓
Ralentí					✓
Parámetro	m.in.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	761	µs	✓
Decarga	4,3	7,3	5,41	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	3,7	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	m.in.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1701	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µs	✓
Decarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	9,6	mL/min	✓
NOP					▲
Parámetro	m.in.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	▲
Decarga	0,2	2	0	mm3/carrera	▲
Código de evaluación					▲
<small>Rev 1.02 - 16/04/2017 - Rev 1.03/2020 - Rev 1.04 - Rev 1.05 - Rev 1.06 - Rev 1.07 - Rev 1.08 - Rev 1.09 - Rev 1.10 - Rev 1.11 - Rev 1.12 - Rev 1.13 - Rev 1.14 - Rev 1.15 - Rev 1.16 - Rev 1.17 - Rev 1.18 - Rev 1.19 - Rev 1.20 - Rev 1.21 - Rev 1.22 - Rev 1.23 - Rev 1.24 - Rev 1.25 - Rev 1.26 - Rev 1.27 - Rev 1.28 - Rev 1.29 - Rev 1.30 - Rev 1.31 - Rev 1.32 - Rev 1.33 - Rev 1.34 - Rev 1.35 - Rev 1.36 - Rev 1.37 - Rev 1.38 - Rev 1.39 - Rev 1.40 - Rev 1.41 - Rev 1.42 - Rev 1.43 - Rev 1.44 - Rev 1.45 - Rev 1.46 - Rev 1.47 - Rev 1.48 - Rev 1.49 - Rev 1.50 - Rev 1.51 - Rev 1.52 - Rev 1.53 - Rev 1.54 - Rev 1.55 - Rev 1.56 - Rev 1.57 - Rev 1.58 - Rev 1.59 - Rev 1.60 - Rev 1.61 - Rev 1.62 - Rev 1.63 - Rev 1.64 - Rev 1.65 - Rev 1.66 - Rev 1.67 - Rev 1.68 - Rev 1.69 - Rev 1.70 - Rev 1.71 - Rev 1.72 - Rev 1.73 - Rev 1.74 - Rev 1.75 - Rev 1.76 - Rev 1.77 - Rev 1.78 - Rev 1.79 - Rev 1.80 - Rev 1.81 - Rev 1.82 - Rev 1.83 - Rev 1.84 - Rev 1.85 - Rev 1.86 - Rev 1.87 - Rev 1.88 - Rev 1.89 - Rev 1.90 - Rev 1.91 - Rev 1.92 - Rev 1.93 - Rev 1.94 - Rev 1.95 - Rev 1.96 - Rev 1.97 - Rev 1.98 - Rev 1.99 - Rev 2.00</small>					

Anexo 42: Inyector número 4 con caudal de reflujo de preinyección 1,6 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch	IMPORTDIESEL GT			
Número de referencia	0 445 110 250	oeS 153			
Datos de gradación antiguos		Panamericana Norte			
Datos de gradación nuevos		Paquete B			
Hora y fecha	03/09/2022 19:12:32	170208			
Código QR		593.979.099.539			
		593 02 2824890			
		davids89@hotmail.com			
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					
INY 4 PREINYECCION 1,6					
Eléctrica					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,33	mH	✓
Flush					▲
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1601	bar	✓
Respuesta	314	472	400	µs	✓
Decarga	80,1	88,5	84,60	mm ³ /carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	26,5	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	350	526	441	µs	✓
Decarga	18,4	23,8	22,23	mm ³ /carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,5	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	443	µs	✓
Decarga	0,4	1,4	1,84	mm ³ /carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	4	mL/min	✓
Ralenti					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	761	µs	✓
Decarga	4,3	7,3	5,42	mm ³ /carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	3,7	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1701	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µs	✓
Decarga	0	0	0	mm ³ /carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	9,2	mL/min	✓
NOP					▲
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	▲
Decarga	0,2	2	0	mm ³ /carrera	▲
Código de evaluación					▲
<small>Ver 1.00 Ver 1.00</small>					

Anexo 43: Inyector número 4 con caudal de reflujó de preinyección 2,0 mL/min:

hartridge					
Tipo de Inyector	Bosch	IMPORTDIESEL GT			
Número de referencia	D 445 110 250	ce5 153			
Datos de gradación antiguos		Panamericana Norte			
Datos de gradación nuevos		Pasaje B			
Hora y fecha	04/09/2022 08:27:37	170208			
Código QR		593.979.099.539			
		593 02 2824890			
		david289@hotmail.com			
Calibración					
Comentarios de la prueba	INY 4 PREINYECCION 2				
Eléctrica					
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,33	mH	✓
Fluch					
Alimentación eléctrica máxima					
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1515	1600	bar	✓
Respuesta	314	472	400	µS	✓
Decarga	80,1	88,5	84,62	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujó	0	67	26,5	mL/min	✓
Emisiones					
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	799	bar	✓
Respuesta	350	526	441	µS	✓
Decarga	18,4	23,8	22,20	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujó	0	30	5,9	mL/min	✓
Piloto					
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	443	µS	✓
Decarga	0,4	1,4	2,05	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujó	0	30	4,2	mL/min	✓
Ralentí					
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	761	µS	✓
Decarga	4,3	7,3	5,50	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujó	0	30	3,7	mL/min	✓
Fuga estática					
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µS	✓
Decarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujó	0	80	9,4	mL/min	✓
NOP					
Parámetro	mín.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	⚠
Decarga	0,2	2	0	mm3/carrera	⚠
Código de evaluación					
M-130 - 14-15-16-17 - 18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50					

Anexo 44: Inyector número 4 con caudal de reflujo de preinyección 2,4 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch	IMPORTDIESEL GT			
Número de referencia	0 445 110 250	oe9 159			
Datos de graduación antiguos		Panamericana Norte			
Datos de graduación nuevos		Pasaje B			
Hora y fecha	04/09/2022 10:53:47	170208			
Código QR		593.979.099.539			
		593 02 2824890			
		davidts89@hotmail.com			
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					INY 4 PREINYECCION 2.4
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,33	mH	✓
Flush					⚠
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1600	bar	✓
Respuesta	314	472	400	µS	✓
Decarga	80,1	88,5	84,72	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	26,5	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	350	526	441	µS	✓
Decarga	18,4	23,8	22,23	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,9	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	443	µS	✓
Decarga	0,4	1,4	2,33	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	4,2	mL/min	✓
Ralentí					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	761	µS	✓
Decarga	4,3	7,3	5,50	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	3,7	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µS	✓
Decarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	9,8	mL/min	✓
NOP					⚠
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	⚠
Decarga	0,2	2	0	mm3/carrera	⚠
Código de evaluación					⚠

Anexo 45: Inyector número 4 con caudal de reflujo de preinyección 2,8 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch	IMPORTDIESEL GT			
Número de referencia	0 445 110 250	oe9 159			
Datos de graduación antiguos		Panamericana Norte			
Datos de graduación nuevos		Pasaje B			
Hora y fecha	04/09/2022 13:14:58	170208			
Código QR		593.979.099.539			
		593 02 2824890			
		davids89@hotmail.com			
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					INY 4 PREINYECCION 2.8
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,33	mH	✓
Flush					⚠
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1600	bar	✓
Respuesta	314	472	400	µS	✓
Descarga	80,1	88,5	84,78	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	26,5	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	350	526	441	µS	✓
Descarga	18,4	23,8	22,27	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,9	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	799	bar	✓
Respuesta	354	530	443	µS	✓
Descarga	0,4	1,4	2,85	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	4,2	mL/min	✓
Ralentí					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	761	µS	✓
Descarga	4,3	7,3	5,56	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	3,7	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1700	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µS	✓
Descarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	9,9	mL/min	✓
NOP					⚠
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	⚠
Descarga	0,2	2	0	mm3/carrera	⚠
Código de evaluación					⚠
No. 130 Versión: 16-12-2022 No. 130 No. 130 12-2022					

Anexo 46: Inyector número 4 con caudal de reflujo de preinyección 3,2 mL/min:

hartridge					
Tipo de inyector	Bosch		IMPORTDIESEL GT		
Número de referencia	0 445 110 250		ce9 159		
Datos de graduación antiguos			Panamericana Norte		
Datos de graduación nuevos			Pasaje B		
Hora y fecha	04/09/2022 16:38:07		593.979.099.539		
Código QR			593.02.2834890		
			david285@hotmail.com		
Calibración					✓
Comentarios de la prueba					INY 4 PREINYECCION 3,2
Eléctrica					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Resistencia 1	0,1	0,5	0,11	Ω	✓
Inductancia	0,1	0,5	0,33	mH	✓
Flush					▲
Alimentación eléctrica máxima					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1584	1616	1600	bar	✓
Respuesta	314	472	408	µs	✓
Decarga	80,1	86,5	84,82	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	67	26,5	mL/min	✓
Emisiones					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	350	526	441	µs	✓
Decarga	18,4	23,8	22,29	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	5,9	mL/min	✓
Piloto					✗
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	790	810	800	bar	✓
Respuesta	354	530	443	µs	✓
Decarga	0,4	1,4	3,14	mm3/carrera	✗
Caudal del reflujo	0	30	4,2	mL/min	✓
Ralenti					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	310	330	320	bar	✓
Respuesta	0	0	761	µs	✓
Decarga	4,3	7,3	5,58	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	30	3,7	mL/min	✓
Fuga estática					✓
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
medida	1683	1717	1701	bar	✓
Respuesta	0	0	0	µs	✓
Decarga	0	0	0	mm3/carrera	✓
Caudal del reflujo	0	80	9,8	mL/min	✓
NOP					▲
Parámetro	min.	Límite	Valor	Unidades	Estado
Presión del inyector	150	200	0	bar	▲
Decarga	0,2	2	0	mm3/carrera	▲
Código de evaluación					▲
<small> 04-110 16-110 21-110 23-110 25-110 27-110 29-110 31-110 33-110 35-110 37-110 39-110 41-110 43-110 45-110 47-110 49-110 51-110 53-110 55-110 57-110 59-110 61-110 63-110 65-110 67-110 69-110 71-110 73-110 75-110 77-110 79-110 81-110 83-110 85-110 87-110 89-110 91-110 93-110 95-110 97-110 99-110 101-110 103-110 105-110 107-110 109-110 111-110 113-110 115-110 117-110 119-110 121-110 123-110 125-110 127-110 129-110 131-110 133-110 135-110 137-110 139-110 141-110 143-110 145-110 147-110 149-110 151-110 153-110 155-110 157-110 159-110 161-110 163-110 165-110 167-110 169-110 171-110 173-110 175-110 177-110 179-110 181-110 183-110 185-110 187-110 189-110 191-110 193-110 195-110 197-110 199-110 201-110 203-110 205-110 207-110 209-110 211-110 213-110 215-110 217-110 219-110 221-110 223-110 225-110 227-110 229-110 231-110 233-110 235-110 237-110 239-110 241-110 243-110 245-110 247-110 249-110 251-110 253-110 255-110 257-110 259-110 261-110 263-110 265-110 267-110 269-110 271-110 273-110 275-110 277-110 279-110 281-110 283-110 285-110 287-110 289-110 291-110 293-110 295-110 297-110 299-110 301-110 303-110 305-110 307-110 309-110 311-110 313-110 315-110 317-110 319-110 321-110 323-110 325-110 327-110 329-110 331-110 333-110 335-110 337-110 339-110 341-110 343-110 345-110 347-110 349-110 351-110 353-110 355-110 357-110 359-110 361-110 363-110 365-110 367-110 369-110 371-110 373-110 375-110 377-110 379-110 381-110 383-110 385-110 387-110 389-110 391-110 393-110 395-110 397-110 399-110 401-110 403-110 405-110 407-110 409-110 411-110 413-110 415-110 417-110 419-110 421-110 423-110 425-110 427-110 429-110 431-110 433-110 435-110 437-110 439-110 441-110 443-110 445-110 447-110 449-110 451-110 453-110 455-110 457-110 459-110 461-110 463-110 465-110 467-110 469-110 471-110 473-110 475-110 477-110 479-110 481-110 483-110 485-110 487-110 489-110 491-110 493-110 495-110 497-110 499-110 501-110 503-110 505-110 507-110 509-110 511-110 513-110 515-110 517-110 519-110 521-110 523-110 525-110 527-110 529-110 531-110 533-110 535-110 537-110 539-110 541-110 543-110 545-110 547-110 549-110 551-110 553-110 555-110 557-110 559-110 561-110 563-110 565-110 567-110 569-110 571-110 573-110 575-110 577-110 579-110 581-110 583-110 585-110 587-110 589-110 591-110 593-110 595-110 597-110 599-110 601-110 603-110 605-110 607-110 609-110 611-110 613-110 615-110 617-110 619-110 621-110 623-110 625-110 627-110 629-110 631-110 633-110 635-110 637-110 639-110 641-110 643-110 645-110 647-110 649-110 651-110 653-110 655-110 657-110 659-110 661-110 663-110 665-110 667-110 669-110 671-110 673-110 675-110 677-110 679-110 681-110 683-110 685-110 687-110 689-110 691-110 693-110 695-110 697-110 699-110 701-110 703-110 705-110 707-110 709-110 711-110 713-110 715-110 717-110 719-110 721-110 723-110 725-110 727-110 729-110 731-110 733-110 735-110 737-110 739-110 741-110 743-110 745-110 747-110 749-110 751-110 753-110 755-110 757-110 759-110 761-110 763-110 765-110 767-110 769-110 771-110 773-110 775-110 777-110 779-110 781-110 783-110 785-110 787-110 789-110 791-110 793-110 795-110 797-110 799-110 801-110 803-110 805-110 807-110 809-110 811-110 813-110 815-110 817-110 819-110 821-110 823-110 825-110 827-110 829-110 831-110 833-110 835-110 837-110 839-110 841-110 843-110 845-110 847-110 849-110 851-110 853-110 855-110 857-110 859-110 861-110 863-110 865-110 867-110 869-110 871-110 873-110 875-110 877-110 879-110 881-110 883-110 885-110 887-110 889-110 891-110 893-110 895-110 897-110 899-110 901-110 903-110 905-110 907-110 909-110 911-110 913-110 915-110 917-110 919-110 921-110 923-110 925-110 927-110 929-110 931-110 933-110 935-110 937-110 939-110 941-110 943-110 945-110 947-110 949-110 951-110 953-110 955-110 957-110 959-110 961-110 963-110 965-110 967-110 969-110 971-110 973-110 975-110 977-110 979-110 981-110 983-110 985-110 987-110 989-110 991-110 993-110 995-110 997-110 999-110 </small>					

Anexo 47 Prueba de opacidad previo a los ajustes de caudal en la preinyección

		TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO	
OPACIMETRO OPA-300		TACÓMETRO	
Número de Serie :	200103000022	Número de Serie :	
Número de Homologación :	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación :	
Fecha vencimiento calibración :	11/03/2023	Fecha vencimiento calibración :	
DATOS TALLER			
IMPORTDIESEL GT			
CALDERON	2824890		
QUITO	importdieselgt		
DATOS DEL VEHICULO			
Placa :	PCL 5506	Odómetro :	133372
Marca :	MAZDA	Año de Construcción :	2015
Modelo :	BT-50 STD CRD FL AC 2.5 CD 4X4 TM		
No. Chasis :	8LFUNY0W9FMR05407		
LIMITES PRESCRITOS			
Temperatura Motor :	75 [°C]	Diferencia opacidad :	10 [%]
		Opacidad :	50 [%]
VALORES MEDIDOS			
OPACIDAD			
Temperatura Motor :	#82 [°C]		
	Pico opacidad	RPM ralenti	RPM max
	[%]	[1/min]	[1/min]
Aceleración 1 :	86.6 *	#750	#5000
Aceleración 2 :	85.6 *	#750	#5000
Aceleración 3 :	79.2 *	#750	#5000
Aceleración 4 :	88.8 *	#750	#5000
Aceleración 5 :	88.7 *	#750	#5000
RESULTADO DEL TEST : RECHAZADO FALTA TIPO 3			
Valor diferencia de la opacidad :	9.6		
Valor promedio de la opacidad :	85.8		
Fecha y hora de inicio prueba :	02/09/2022	13:24:48	
Fecha y hora de termine prueba :	02/09/2022	13:29:03	
Examinador :	DAVID TOAPANTA		
Firma			

Anexo 48: Prueba de opacidad con caudal en la preinyección de 0,0 mL/min

		TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO	
OPACÍMETRO OPA-300		TACÓMETRO	
Número de Serie :	200103000022	Número de Serie :	
Número de Homologación :	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación :	
Fecha vencimiento calibración :	11/03/2023	Fecha vencimiento calibración :	
DATOS TALLER			
IMPORTDIESELGT			
CALDERON	2824890		
QUITO	Importdieselgt		
DATOS DEL VEHICULO			
Placa :	PCL 5606	Odómetro :	133385
Marca :	MAZDA	Año de Construcción :	2015
Modelo :	BT-50 STD CRD FLAC 2.5 CD 4X4 TM		
No. Chasis :	8LFUNY0W9FMR05407		
LIMITES PRESCRITOS			
Temperatura Motor :	75 [°C]	Diferencia opacidad :	10 [%]
		Opacidad :	50 [%]
VALORES MEDIDOS			
OPACIDAD			
Temperatura Motor :	#80 [°C]		
	Pico opacidad [%]	RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	69.2 +	#750	#5000
Aceleración 2 :	66.8 +	#750	#5000
Aceleración 3 :	68.3 +	#750	#5000
Aceleración 4 :	62.2 +	#750	#5000
Aceleración 5 :	64.7 +	#750	#5000
RESULTADO DEL TEST : RECHAZADO FALTA TIPO 3			
Valor diferencia de la opacidad :	7.0		
Valor promedio de la opacidad :	66.2		
Fecha y hora de inicio prueba :	03/09/2022	09:07:39	
Fecha y hora de termine prueba :	03/09/2022	09:12:17	
Examinador :	DAVID TOAPANTA		
Firma			

Anexo 49: Prueba de opacidad con caudal en la preinyección de 0,4 mL/min

		TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO	
OPACÍMETRO OPA-300		TACÓMETRO	
Número de Serie :	200103000022	Número de Serie :	
Número de Homologación :	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación :	
Fecha vencimiento calibración :	11/03/2023	Fecha vencimiento calibración :	
DATOS TALLER			
IMPORTDIESELGT			
CALDERON	2824890		
QUITO	Importdieselgt		
DATOS DEL VEHICULO			
Placa :	PCL5606	Odómetro :	133411
Marca :	MAZDA	Año de Construcción :	2015
Modelo :	BT-50 STD CRD FLAC 2.5 CD4X4 TM		
No. Chasis :	8LFUNY0W9FMR05407		
LIMITES PRESCRITOS			
Temperatura Motor :	75 [°C]	Diferencia opacidad :	10 [%]
		Opacidad :	50 [%]
VALORES MEDIDOS			
OPACIDAD			
Temperatura Motor :	#80 [°C]		
	Pico opacidad [%]	RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	62.7 *	#750	#5000
Aceleración 2 :	60.3 *	#750	#5000
Aceleración 3 :	56.5 *	#750	#5000
Aceleración 4 :	58.7 *	#750	#5000
Aceleración 5 :	57.9 *	#750	#5000
RESULTADO DEL TEST : RECHAZADO FALTA TIPO 3			
Valor diferencia de la opacidad :	6.5		
Valor promedio de la opacidad :	53.8		
Fecha y hora de inicio prueba :	03/09/2022	14:35:16	
Fecha y hora de termine prueba :	03/09/2022	14:40:28	
Examinador :	DAVID TOAPANTA		
Firma			

Anexo 50 Prueba de opacidad con caudal en la preinyección de 0,8 mL/min

		TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO	
OPACÍMETRO OPA-300		TACÓMETRO	
Número de Serie :	200103000022	Número de Serie :	
Número de Homologación :	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación :	
Fecha vencimiento calibración :	11/03/2023	Fecha vencimiento calibración :	
DATOS TALLER			
IMPORTDIESELGT			
CALDERON	2824890		
QUITO	Importdieselgt		
DATOS DEL VEHICULO			
Placa :	PCL 5506	Odómetro :	133385
Marca :	MAZDA	Año de Construcción :	2015
Modelo :	BT-50 STD CRD FLAC 2.5 CD4X4 TM		
No. Chasis :	8LFUNY0W6FMR05407		
LIMITES PRESCRITOS			
Temperatura Motor :	75 [°C]	Diferencia opacidad :	10 [%]
		Opacidad :	50 [%]
VALORES MEDIDOS			
OPACIDAD			
Temperatura Motor :	#80 [°C]		
	Pico opacidad [%]	RPM ralentí [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	69.2 +	#750	#5000
Aceleración 2 :	66.8 +	#750	#5000
Aceleración 3 :	68.3 +	#750	#5000
Aceleración 4 :	62.2 +	#750	#5000
Aceleración 5 :	64.7 +	#750	#5000
RESULTADO DEL TEST : RECHAZADO FALTA TIPO 3			
Valor diferencia de la opacidad :	7.0		
Valor promedio de la opacidad :	66.2		
Fecha y hora de inicio prueba :	03/09/2022 09:07:39		
Fecha y hora de termine prueba :	03/09/2022 09:12:17		
Examinador :	DAVID TOAPANTA		
Firma			

Anexo 51 Prueba de opacidad con caudal en la preinyección de 1,2 mL/min

		TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO	
OPACÍMETRO OPA-300		TACÓMETRO	
Número de Serie :	200103000022	Número de Serie :	
Número de Homologación :	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación :	
Fecha vencimiento calibración :	11/03/2023	Fecha vencimiento calibración :	
DATOS TALLER			
IMPORTDIESELGT			
CALDERON	2824890		
QUITO	Importdieselgt		
DATOS DEL VEHICULO			
Placa :	PCL 5506	Odómetro :	133397
Marca :	MAZDA	Año de Construcción :	2015
Modelo :	BT-50 STD CRD FLAC 2.5 CD4X4 TM		
No. Chasis :	8LFUNY0W9FMR05407		
LIMITES PRESCRITOS			
Temperatura Motor :	75 [°C]	Diferencia opacidad :	10 [%]
		Opacidad :	50 [%]
VALORES MEDIDOS			
OPACIDAD			
Temperatura Motor :	#80 [°C]		
	Pico opacidad [%]	RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	62.7 *	#750	#5000
Aceleración 2 :	60.3 *	#750	#5000
Aceleración 3 :	56.5 *	#750	#5000
Aceleración 4 :	58.7 *	#750	#5000
Aceleración 5 :	57.9 *	#750	#5000
RESULTADO DEL TEST : RECHAZADO FALTA TIPO 3			
Valor diferencia de la opacidad :	4.8		
Valor promedio de la opacidad :	59.2		
Fecha y hora de inicio prueba :	03/09/2022	11:56:47	
Fecha y hora de termine prueba :	03/09/2022	12:02:53	
Examinador :	DAVID TOAPANTA		
Firma			

Anexo 52: Prueba de opacidad con caudal en la preinyección de 1,6 mL/min

		TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO	
OPACÍMETRO OPA-300		TACÓMETRO	
Número de Serie :	200103000022	Número de Serie :	
Número de Homologación :	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación :	
Fecha vencimiento calibración :	11/03/2023	Fecha vencimiento calibración :	
DATOS TALLER			
IMPORTDIESELGT 2824890 Importdieselgt			
DATOS DEL VEHICULO			
Placa :	PCL 5606	Odómetro :	133411
Marca :	MAZDA	Año de Construcción :	2015
Modelo :	BT-50 STD CRD FLAC 2.5 CD 4X4 TM		
No. Chasis :	8LFUNY0W9FMR05407		
LIMITES PRESCRITOS			
Temperatura Motor :	75 [°C]	Diferencia opacidad :	10 [%]
		Opacidad :	50 [%]
VALORES MEDIDOS			
OPACIDAD Temperatura Motor : #80 [°C]			
	Pico opacidad [%]	RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	62.7 +	#750	#5000
Aceleración 2 :	60.3 +	#750	#5000
Aceleración 3 :	56.5 +	#750	#5000
Aceleración 4 :	58.7 +	#750	#5000
Aceleración 5 :	57.9 +	#750	#5000
RESULTADO DEL TEST : RECHAZADO FALTA TIPO 3			
Valor diferencia de la opacidad :	6.5		
Valor promedio de la opacidad :	53.8		
Fecha y hora de inicio prueba :	03/09/2022	14:35:16	
Fecha y hora de termine prueba :	03/09/2022	14:40:28	
Examinador :	DAVID TOAPANTA		
Firma			

Anexo 53 Prueba de opacidad con caudal en la preinyección de 2,0 mL/min

		TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO	
OPACÍMETRO OPA-300		TACÓMETRO	
Número de Serie :	200103000022	Número de Serie :	
Número de Homologación :	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación :	
Fecha vencimiento calibración :	11/03/2023	Fecha vencimiento calibración :	
DATOS TALLER			
IMPORTDIESELGT			
2824890			
Importdieselgt			
DATOS DEL VEHICULO			
Placa :	PCL 5506	Odómetro :	133424
Marca :	MAZDA	Año de Construcción :	2015
Modelo :	BT-50 STD CRD FLAC 2.5 CD 4X4 TM		
No. Chasis :	8LFUNY0W6FMR05407		
LIMITES PRESCRITOS			
Temperatura Motor :	75 [°C]	Diferencia opacidad :	10 [%]
		Opacidad :	50 [%]
VALORES MEDIDOS			
OPACIDAD			
Temperatura Motor :	#80 [°C]		
	Pico opacidad [%]	RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	46.1 +	#750	#5000
Aceleración 2 :	44.7 +	#750	#5000
Aceleración 3 :	45.2 +	#750	#5000
Aceleración 4 :	43.6 +	#750	#5000
Aceleración 5 :	41.9 +	#750	#5000
RESULTADO DEL TEST : APROBADO CON FALTA TIPO 2			
Valor diferencia de la opacidad :	4.2		
Valor promedio de la opacidad :	44.3		
Fecha y hora de inicio prueba :	03/09/2022 17:18:52		
Fecha y hora de termine prueba :	03/09/2022 17:24:43		
Examinador :	DAVID TOAPANTA		
Firma			

Anexo 56 Prueba de opacidad con caudal en la preinyección de 3,2 mL/min

		TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO	
OPACÍMETRO OPA-300		TACÓMETRO	
Número de Serie :	200103000022	Número de Serie :	
Número de Homologación :	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación :	
Fecha vencimiento calibración :	11/03/2023	Fecha vencimiento calibración :	
DATOS TALLER			
IMPORTDIESELGT			
CALDERON	2824890		
QUITO	Importdieselgt		
DATOS DEL VEHICULO			
Placa :	PCL 5506	Odómetro :	133512
Marca :	MAZDA	Año de Construcción :	2015
Modelo :	BT-50 STD CRD FLAC 2.5 CD 4X4 TM		
No. Chasis :	8LFUNY0W9FMR05407		
LIMITES PRESCRITOS			
Temperatura Motor :	75 [°C]	Diferencia opacidad :	10 [%]
		Opacidad :	50 [%]
VALORES MEDIDOS			
OPACIDAD			
Temperatura Motor :	#80 [°C]		
	Pico opacidad [%]	RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	68.3 +	#750	#5000
Aceleración 2 :	66.2 +	#750	#5000
Aceleración 3 :	63.7 +	#750	#5000
Aceleración 4 :	60.9 +	#750	#5000
Aceleración 5 :	63.2 +	#750	#5000
RESULTADO DEL TEST : RECHAZADO FALTA TIPO 3			
Valor diferencia de la opacidad :	7.4		
Valor promedio de la opacidad :	64.5		
Fecha y hora de inicio prueba :	04/09/2022	17:23:07	
Fecha y hora de termine prueba :	04/09/2022	17:28:58	
Examinador :	DAVID TOAPANTA		
	Firma		

Anexo de materiales y métodos

Anexo 57 Opacómetro brain bee



IT SIMPLY WORKS.



OPA-300

// OPACÍMETRO PARA MOTORES DIÉSEL

Características clave de Línea Emission BRAIN BEE:

- Modularidad: para configurar su estación, escoja un instrumento BRAIN BEE (u otros), y conéctelos a la estación del ordenador
- Sistema abierto: compatible con todos los sistemas comunes de software y hardware
- Solución "plug and play": configuramos y probamos completamente todos nuestros dispositivos de examen de gas de escape
- Precisión extrema en la medición
- Aprobado por varias normativas nacionales (en continuo desarrollo)

NUESTROS OPACÍMETROS PARA MOTORES DIÉSEL SON PEQUEÑOS Y COMPACTOS. ESTAS UNIDADES PORTÁTILES, CON UN SUMINISTRO ELÉCTRICO DE 12 V Y UN MANGO CÓMODO Y ERGONÓMICO, SON PERFECTAS PARA UTILIZARLAS SOBRE LA MARCHA

EL OPA-300 SE HA DISEÑADO CON UNA EXTREMA FLEXIBILIDAD Y FACILIDAD DE USO.

Se puede conectar a un ordenador mediante una interfaz de serie normal (RS-232 o RS-485). Al tener su propio software OMNIBUS-800, puede guiar incluso a los usuarios sin experiencia por el proceso de pruebas de emisión

www.brainbee.mahle.com

MAHLE

// MÁXIMA EFICIENCIA PARA UN MÍNIMO IMPACTO AMBIENTAL.

Modularidad garantizada:

Como muchos otros dispositivos de esta serie, el opacímetro OPA-300 también puede integrarse en varias configuraciones de control de emisiones de BRAIN BEE, lo que permite que los usuarios configuren la estación de pruebas según sus requisitos particulares.

También se puede integrar en estaciones existentes (en un carrito de BRAIN BEE), y por lo tanto encaja perfecta y estéticamente en talleres con equipos de BRAIN BEE.



Cumplimiento

Normas ISO 11614

Homologaciones nacionales

Bulgaria, Francia, Italia, Marruecos, Países Bajos, Rumania, Serbia

CAMPOS DE MEDICIÓN

Transmisión de luz	0	+ 99,9	%	Res. 0,1
Transmisión de luz	0	+ 9,99	M-1	Res. 0,01
Contador de revoluciones	300	+ 9 990	Calor RPM	Res. 10
Temperatura del aceite	20	+ 150	°C	Res. 1
Temperatura del humo	20	+ 400	°C	Res. 1

MAHLE AFTERMARKET

ITALY S.P.A.
via Quasimodo, 4/A
43126 Parma
Italy
Tel. +39 0521 954411
Fax +39 0521 954490
info.aftermarket@it.mahle.com

MAHLE AFTERMARKET

IBERICA S.A.U.
Carrer de Saturn, 31
08228 Terrassa (BCN)
Spain
Tel. +34 93 731 3802
Fax +34 93 786 2476
administracion.iberica@brainbee.com

MAHLE AFTERMARKET

DEUTSCHLAND GmbH
Dürnhaimer Straße 49a
78166 Dorrieschöngen
Germany
Tel. +49 771 8979550
Fax +49 771 897955-90
info.de@brainbee.com

www.brainbee.mahle.com

MAHLE