

“Los obstáculos  
son esas cosas  
espantosas que  
ves cuando  
apartas los ojos  
de la meta.”

-Henry Ford

# Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L

## Departamento de Energía y Mecánica

### Carrera de Ingeniería Automotriz

**“Proceso de diagnóstico mecánico electrónico y mantenimiento para la puesta a punto de inyectores diésel**

**CRDI Denso”**

**Autores:**

Luna Encalada, Fredy Ricardo

Ortega Pérez, Isaac Ezequiel

**Director:**

Ing. Erazo Laverde, Washington Germán

**Latacunga, 23 de agosto de 2023**



- ❑ **Marco metodológico**
  - ❑ **Antecedentes**
  - ❑ **Planteamiento del problema**
  - ❑ **Descripción resumida del proyecto**
  - ❑ **Justificación e importancia**
  - ❑ **Objetivos del proyecto**
    - ❑ ***Objetivo General***
    - ❑ ***Objetivos Específicos***
  - ❑ **Metas**
  - ❑ **Hipótesis**



## ❑ Marco teórico

❑ Sistema de Inyección diésel CRDI

❑ Sistema de control Electrónico

❑ Sistema de control hidráulico CRDI

❑ Partes del inyector CRDI tipo inductivo

❑ Funcionamiento del inyector CRDI tipo inductivo

❑ Verificaciones de inyectores CRDI



❑ Protocolo de verificación, mantenimiento, pruebas y puesta a punto de inyectores Denso

❑ Pruebas eléctricas del inyector

❑ Proceso de desarmado del inyector

❑ Proceso de calibración del inyector



- Proceso de armado del inyector**
- Caudales de inyección y de retorno**
- Comparación de caudales de inyección y retorno**
- Oscilogramas de voltaje y corriente**
- Datos de oscilogramas de voltaje y corriente**
- Tiempo de inyección y tiempo de retención**
- Resultado del banco de pruebas Tester**
- Reporte del banco de pruebas KOMTEST**
  
- Conclusiones**
- Recomendaciones**



# MARCO METODOLÓGICO



# ANTECEDENTES

Los motores diésel utilizaban sistemas de inyección mecánicos en los que una bomba de inyección mecánica suministraba combustible a los inyectores en el momento adecuado. Estos sistemas eran menos precisos y eficientes en comparación con los sistemas de inyección electrónica que utilizan sensores y actuadores para controlar la inyección de combustible.

La investigación sobre este sistema comenzó en la década de 1980, esta ha continuado hasta la actualidad. El primer sistema CRDI fue desarrollado por la compañía italiana Magneti Marelli en 1986. A partir de entonces, otras empresas automotrices, como Bosch y Denso, han desarrollado sus propios sistemas CRDI.

Chamorro & Lara (2018) afirman que de todos los componentes que conforman el sistema de inyección, el inyector es el que presenta más fallas en su trabajo. En su funcionamiento, el inyector está sometido a duras condiciones de operación, debido a la composición química del combustible, y a las altas temperaturas y presiones.



# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A medida que la demanda de motores diésel es más eficiente, menos contaminantes sigue aumentando, se requiere una mayor comprensión y mejora del sistema de inyección de combustible CRDI Denso.

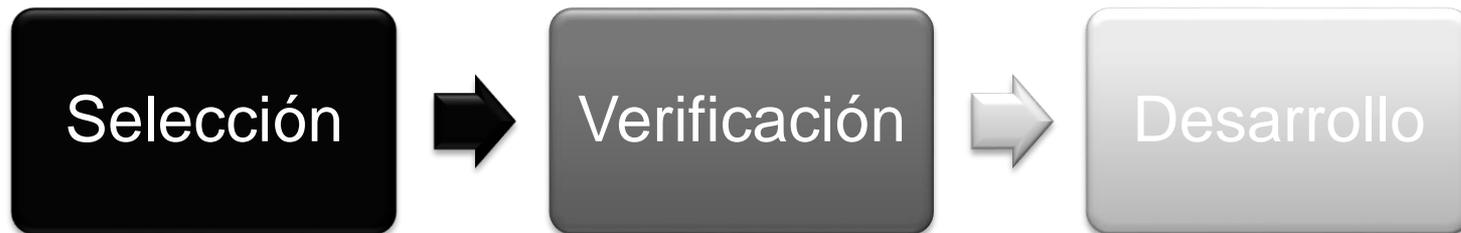
Sin embargo, existen varios problemas relacionados con los inyectores, como la formación de depósitos, la obstrucción de los orificios de inyección, que pueden afectar negativamente el tanto rendimiento como la durabilidad del sistema. Por lo tanto, el planteamiento del problema sería: ¿Cómo se pueden mejorar los inyectores del sistema CRDI Denso para aumentar su eficiencia, durabilidad y reducir la formación de depósitos y la obstrucción de los orificios de inyección?

Los motores diésel modernos utilizan inyectores electrónicos para controlar la cantidad de combustible que se introduce en el motor. Los inyectores Denso CRDI (Common Rail Direct Injection) son una de las opciones más populares en la industria automotriz. Sin embargo, hay preocupaciones en cuanto a su fiabilidad y durabilidad a largo plazo.



# DESCRIPCIÓN RESUMIDA DEL PROYECTO

A través de la UIC, se desarrollará el proyecto de graduación denominado Proceso de diagnóstico mecánico electrónico y mantenimiento para la puesta a punto de inyectores diésel CRDI DENSO, en este contexto se realizará la investigación del estado del arte en fuentes de consulta confiables para posteriormente desarrollar las siguientes tareas que conformaran el trabajo de graduación.



# JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La justificación para analizar los inyectores Denso CRDI, es que estos son un componente crítico del sistema de inyección Common Rail Direct Injection (CRDI), que ha demostrado ser una tecnología efectiva para mejorar la eficiencia y reducir las emisiones de los motores diésel. Sin embargo, el desgaste prematuro de los inyectores puede comprometer el rendimiento y la sostenibilidad del sistema.

Es importante llevar a cabo una investigación detallada sobre los inyectores Denso CRDI para entender cómo funcionan. Con esta información, se pueden desarrollar soluciones técnicas que permitan extender la vida útil de los mismos, mejorar la eficiencia del sistema y reducir los costos de mantenimiento a largo plazo.

Esta investigación es relevante para la industria automotriz y de transporte en general, ya que el sistema CRDI es ampliamente utilizado en una variedad de aplicaciones. Lo que es una prioridad tanto para los consumidores como para los reguladores. La investigación sobre los inyectores Denso CRDI es importante para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de los motores diésel.



## OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el proceso de diagnóstico mecánico electrónico y mantenimiento para la puesta a punto de inyectores diésel CRDI Denso.



- Realizar el levantamiento de requerimientos del sistema.
- Seleccionar los equipos de verificación de diagnóstico.
- Estimar los procesos de desarmado, armado y calibración bajo especificaciones.
- Obtener los oscilogramas de voltaje y corriente de activación.
- Obtener las imágenes patrón de inyectores con técnica Lissajous.
- Verificar el desempeño mecánico e hidráulico de los inyectores.
- Desarrollar el protocolo e informe de reparación, calibración ajuste y puesta a punto.
- Desarrollar el informe de verificación mecánica y eléctrica de inyectores CRDI Denso.



Realizar el proceso de diagnóstico, calibración, ajuste y reparación con una precisión del 90% en función a los parámetros y hoja de características.



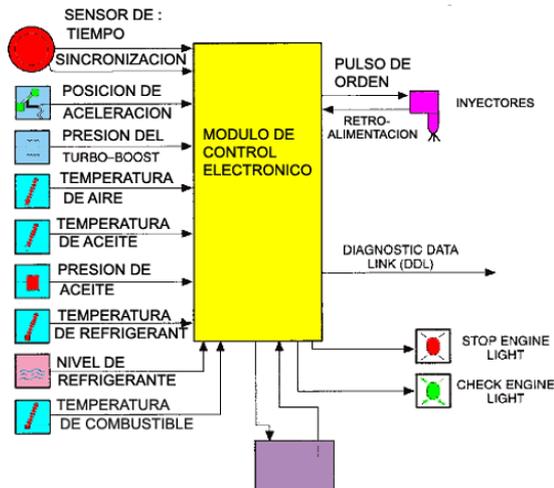
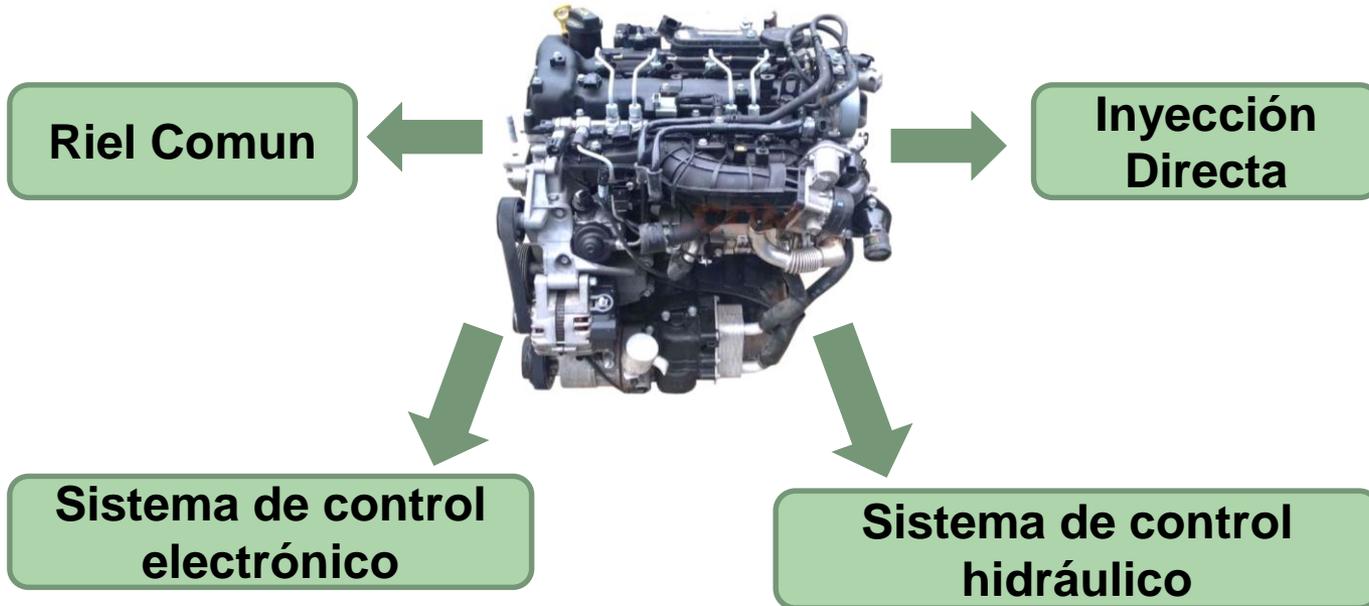
¿El desarrollar del proceso de diagnóstico mecánico electrónico y mantenimiento para la puesta a punto de inyectores diésel CRDI Denso permitirá obtener las variables necesarias para el desempeño óptimo del motor de combustión interna?



# MARCO TEÓRICO

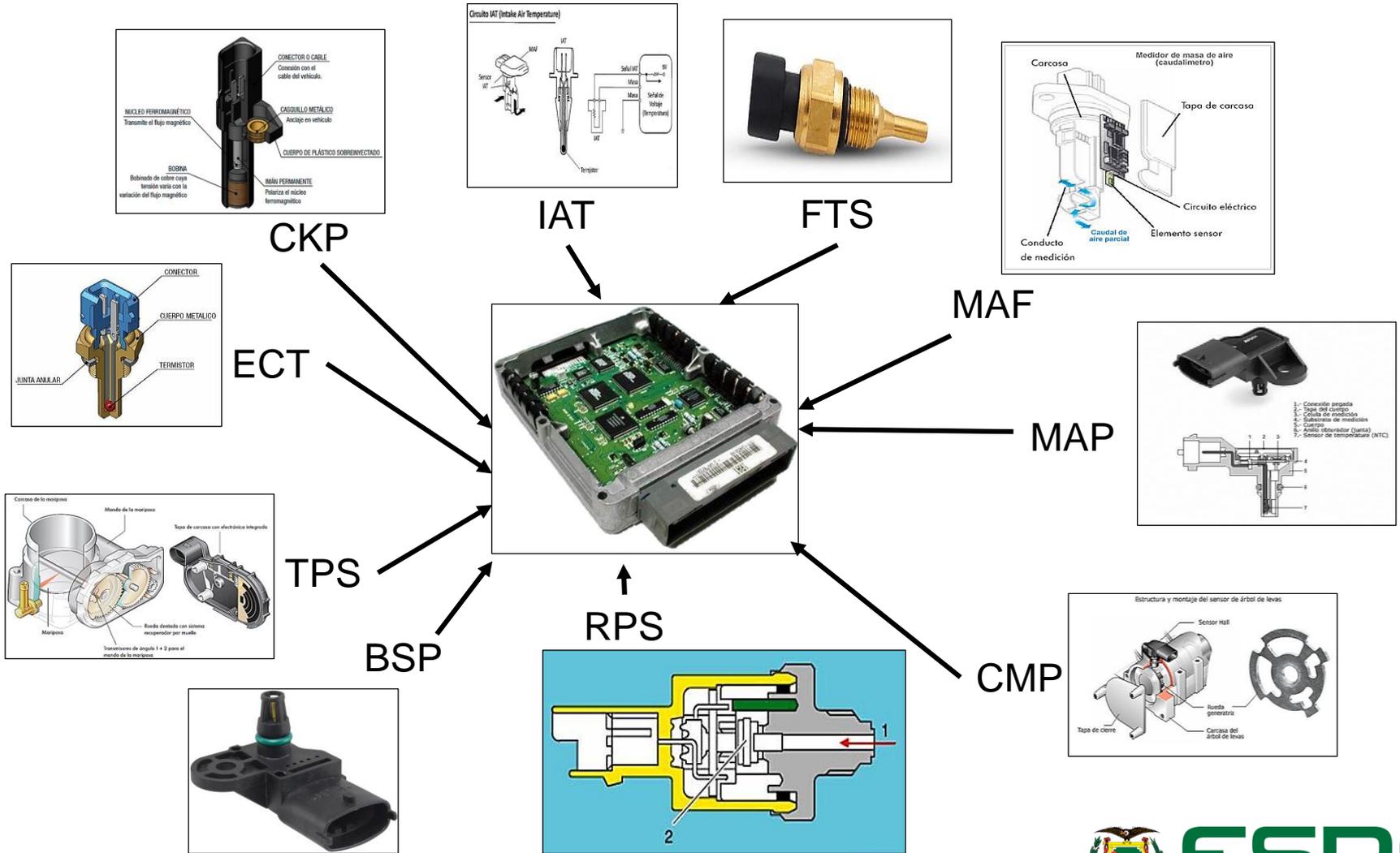


# Sistema de Inyección diésel CRDI



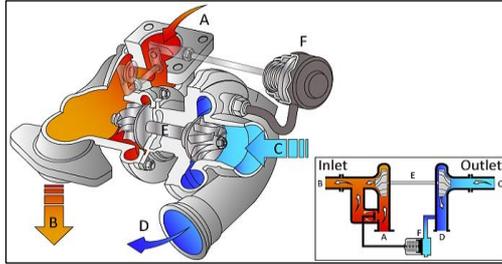
# Sistema de control electrónico de inyección diésel CRDI

## Sensores y transmisores de valor teórico

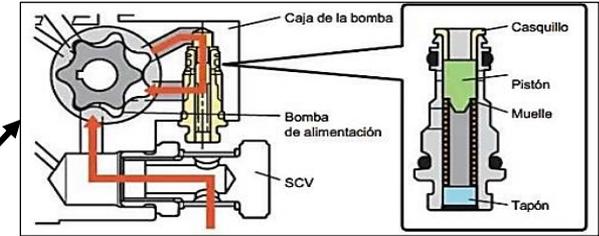


# Sistema de control electrónico de inyección diésel CRDI

## Elementos de regulación (actuadores)



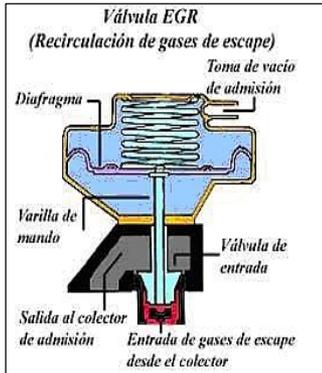
Válvula de control del turbo



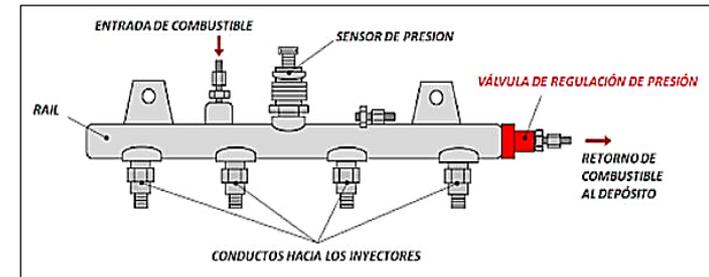
SCV



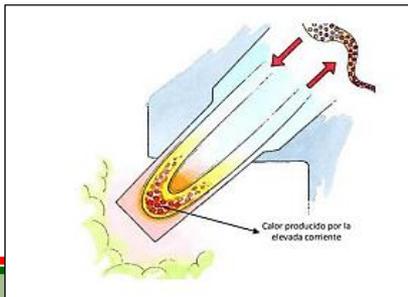
EGR



IPR



Inyector



Bujía de precalentamiento



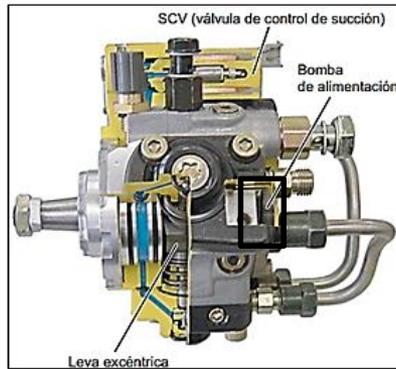
# Sistema de control hidráulico inyección diésel CRDI

## Circuito de baja presión

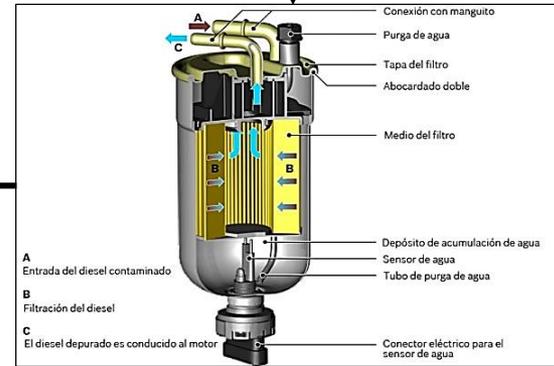
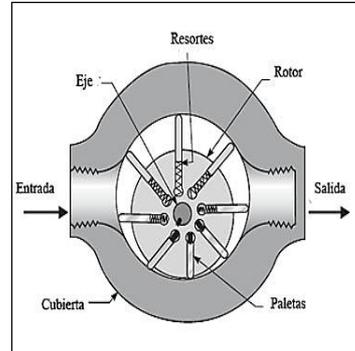
Depósito de combustible



Bomba eléctrica de combustible



Bomba de transferencia

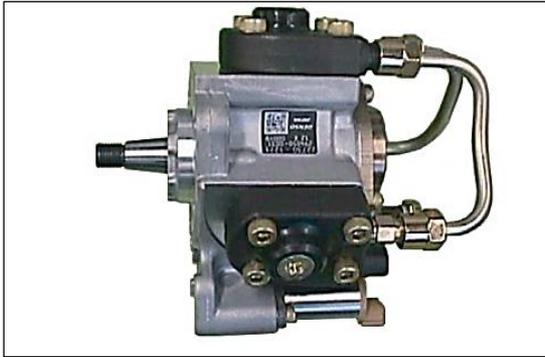


Filtro de combustible

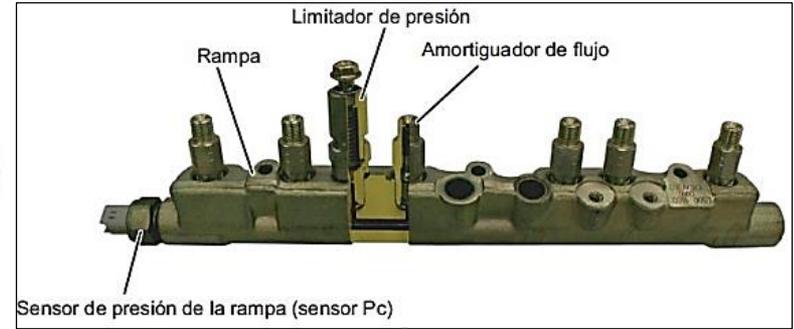


# Sistema de control hidráulico inyección diésel CRDI

## Circuito de alta presión



Bomba de alta presión



Riel común

Cañerías de alta presión

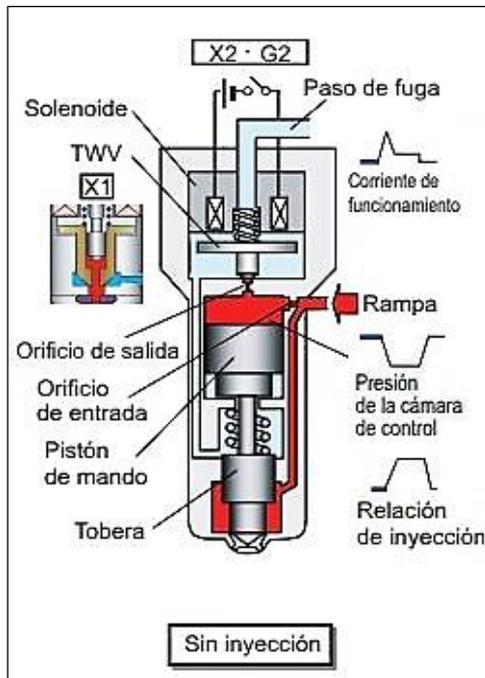


Inyectores

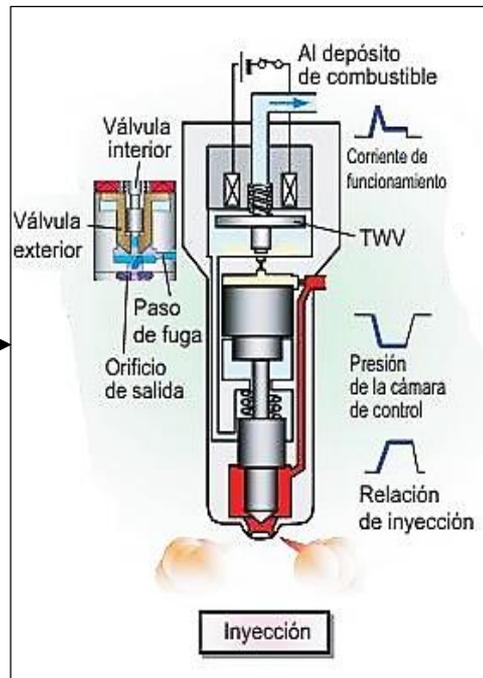




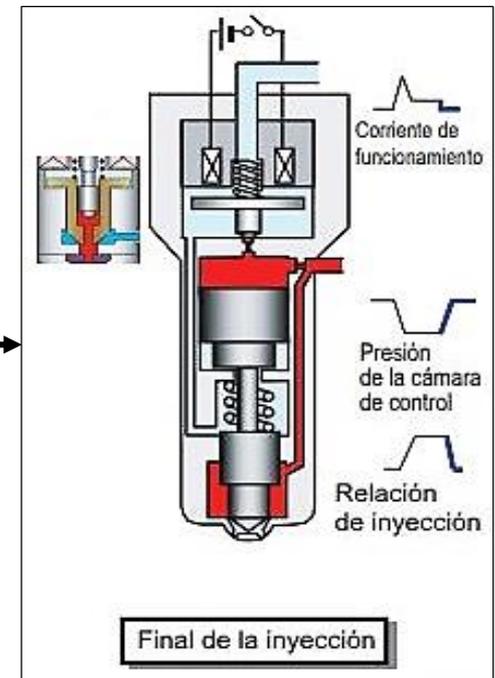
# Funcionamiento del inyector CRDI tipo inductivo



Presión de combustible de la cámara de control y la presión del combustible que se aplica a la aguja de la tobera sean la misma presión de la rampa.



Una vez que fluye el combustible, la presión hidráulica de la cámara de control disminuye, empujando hacia arriba al pistón de mando

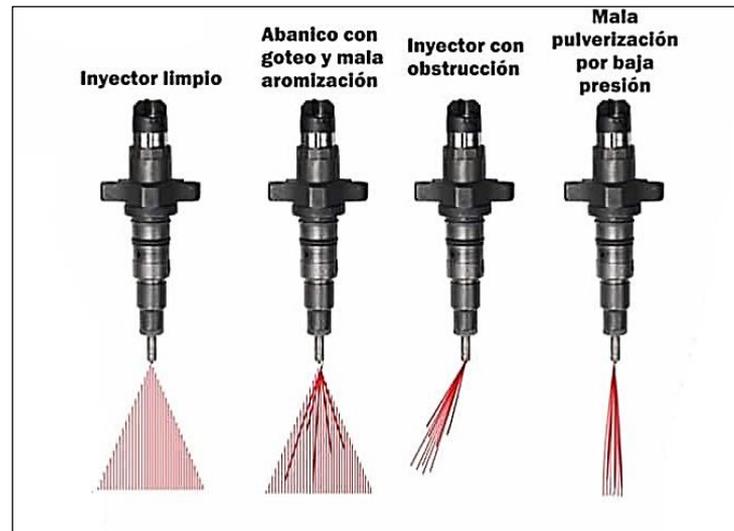


Cuando se cierra el paso de fuga, la presión del combustible dentro de la cámara de control vuelve instantáneamente a la presión de rampa.

# Verificaciones de inyectores CRDI

## Forma de chorro

Un chorro que no es uniforme posee un semblante estriado, cortado o fragmentado, esto es indicio de que la tobera del inyector se encuentra sucia, obstruido de carbonilla o presenta algún tipo de daño. La forma de chorro que se desea en este tipo de pruebas debe ser de forma regular, en forma de abanico y centralizado en función del eje de la aguja, sin interrupciones, cortes y lo fundamental sin goteos.



# Verificaciones de inyectores CRDI

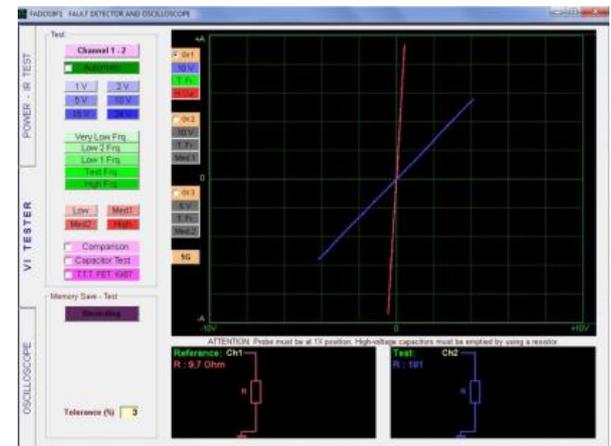
## Verificación de resistencia e inductancia

Se verifica que los valores de resistencia e inductancia se encuentre dentro del rango establecido por el fabricante, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento de la bobina.



## Verificación de las figuras de Lissajous

Se verifica cual es la figura de Lissajous que muestra el trazador de imágenes, la misma que debe coincidir con los valores eléctricos medidos en la bobina



# Verificaciones de inyectores CRDI

## Verificación de fuga de retorno

La cantidad de retorno de combustible que el inyector produce es un indicador del sellado interno y la condición del inyector. Cualquier problema con el sellado de la válvula del solenoide o la aguja de la tobera se desenmascaran o se muestran en forma de mucho retorno. Usualmente, si una cantidad alta de retorno es experimentada será vista en cada test y puede indicar problemas en el asiento de la válvula, problemas en la válvula del solenoide y sellado de la tobera o problemas de desgaste.

## Verificación de entrega de combustible

En esta prueba se verifica netamente los flujos de trabajo del inyector, si los resultados del flujo de un inyector reparado o usado son estimados como fuera de especificación cuando se comparan con un resultado de test de un inyector nuevo, entonces, las entregas de combustible pueden ser alteradas cambiando los calces de calibración (calibration shim) el cual se asienta entre el solenoide y el cuerpo del inyector.



# Verificaciones de inyectores CRDI

## Obtención de oscilogramas de voltaje y corriente

Se verifica el correcto funcionamiento del inyector a través de las curvas de voltaje y corriente, analizando los valores que se presentan en las mismas.



# *Pruebas y análisis de resultados*



# Pruebas eléctricas del inyector Denso 095000 6521

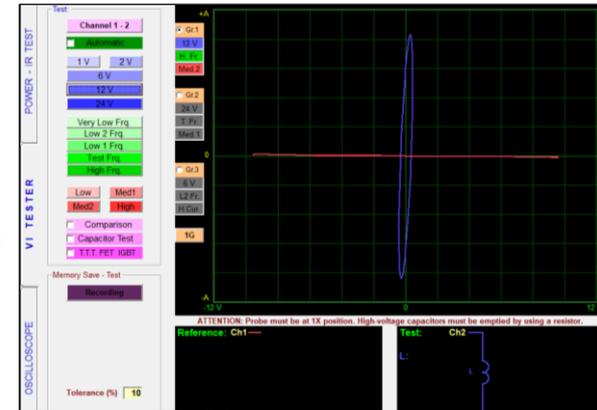
Valor de resistencia del inyector



Valor de la inductancia del inyector



Figura de Lissajous



# Pruebas eléctricas del inyector Denso 23670 0L010

Valor de resistencia del inyector



Valor de la inductancia del inyector

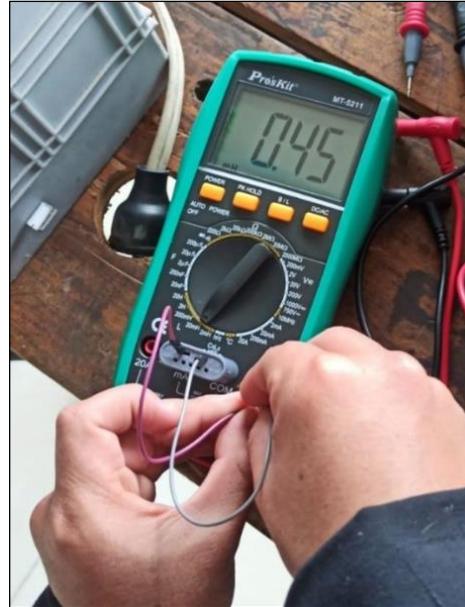
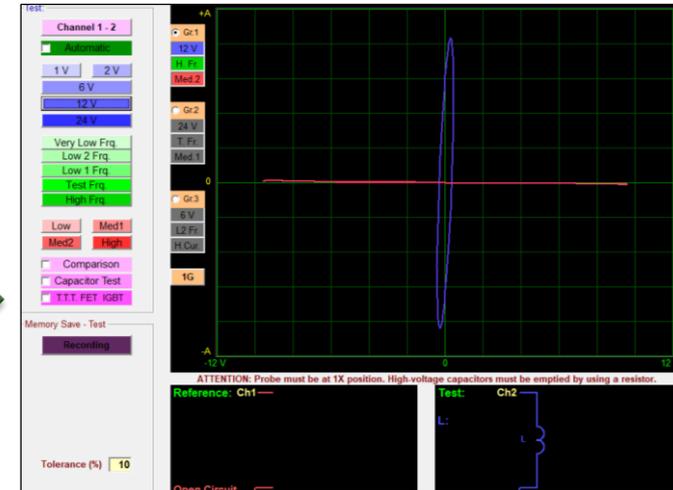
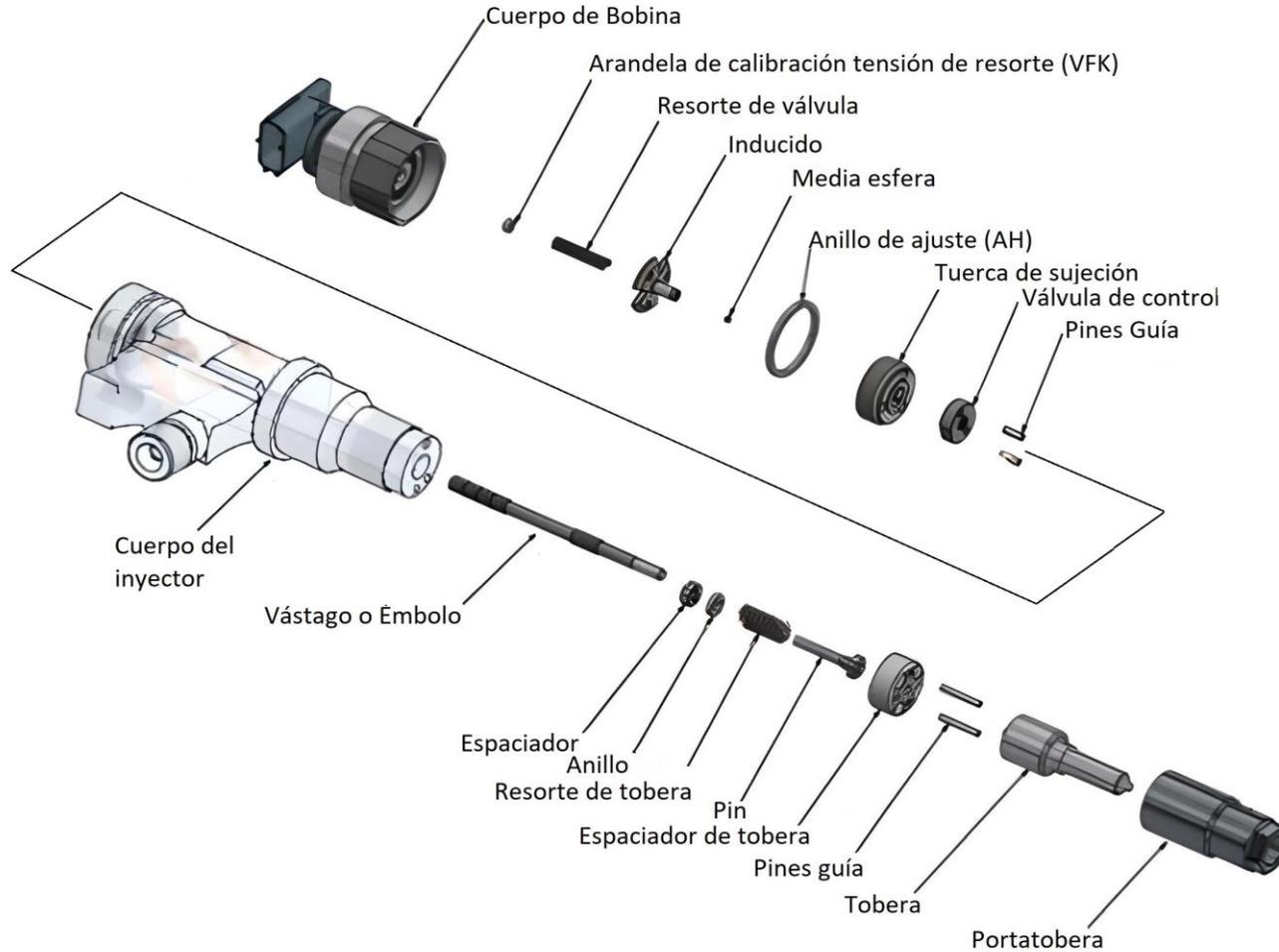


Figura de Lissajous



# Proceso de desarmado de inyectores

## Denso



# Proceso de desarmado de inyectores Denso

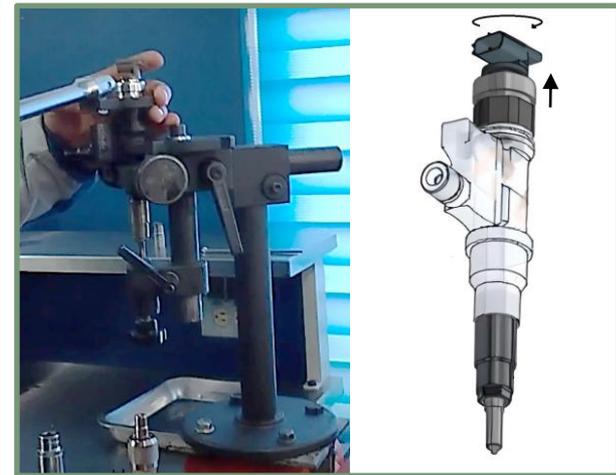
Montaje del inyector en el marco universal



Herramienta: Marco universal para desmontaje de inyectores



Extracción de la bobina del inyector



Herramienta: Llave cortada 29 mm y palanca de fuerza

# Proceso de desarmado de inyectores Denso

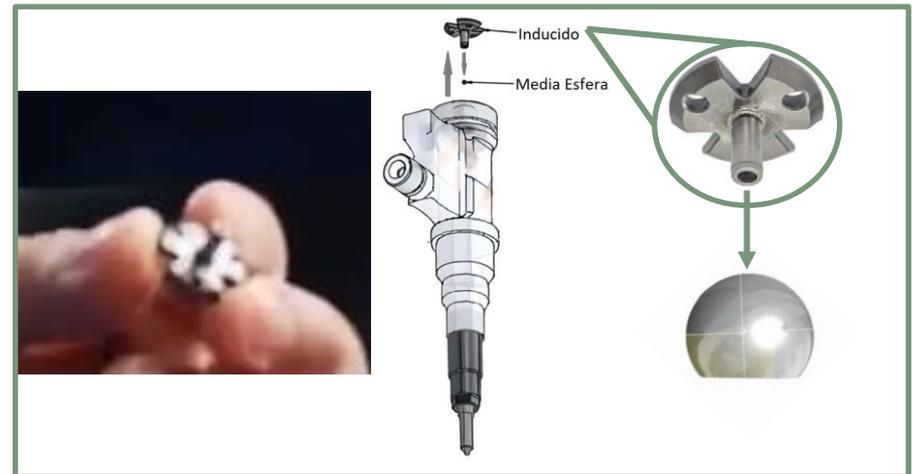
Extracción de los componentes internos del cuerpo de la bobina



Extracción del inducido del cuerpo del inyector



Herramienta: Pinza



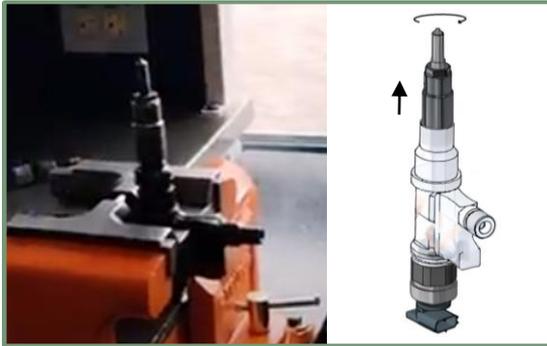
Herramienta: Pinza

# Proceso de desarmado de inyectores Denso

Desajuste del porta tobera



Extracción de los  
componentes internos en el  
porta tobera



Herramienta: Palanca de fuerza  
Dado 14



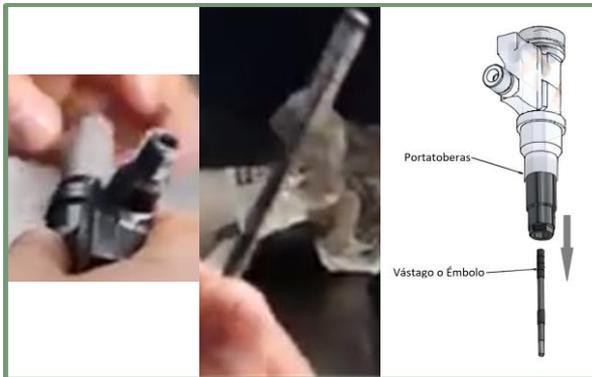
Herramienta: Pinza

# Proceso de desarmado de inyectores Denso

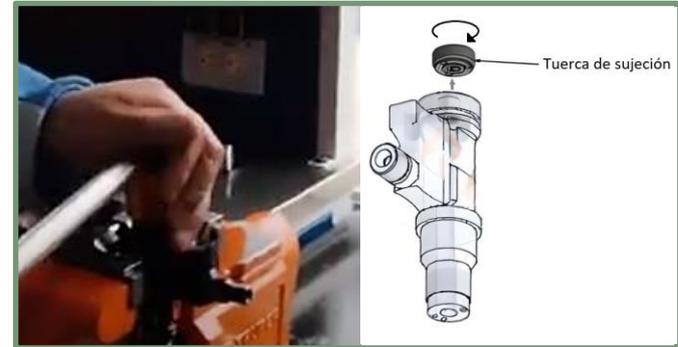
Extracción del vástago o émbolo



Desajuste y extracción del inducido del cuerpo del inyector



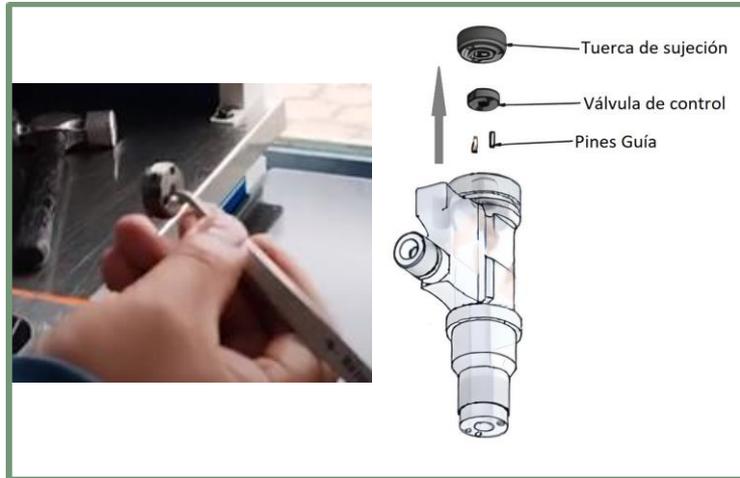
Herramienta: Porta tobera sin uso



Herramienta: Palanca de fuerza y llave de tres pines

# Proceso de desarmado de inyectoros Denso

Extracción de la válvula de control y pines guía



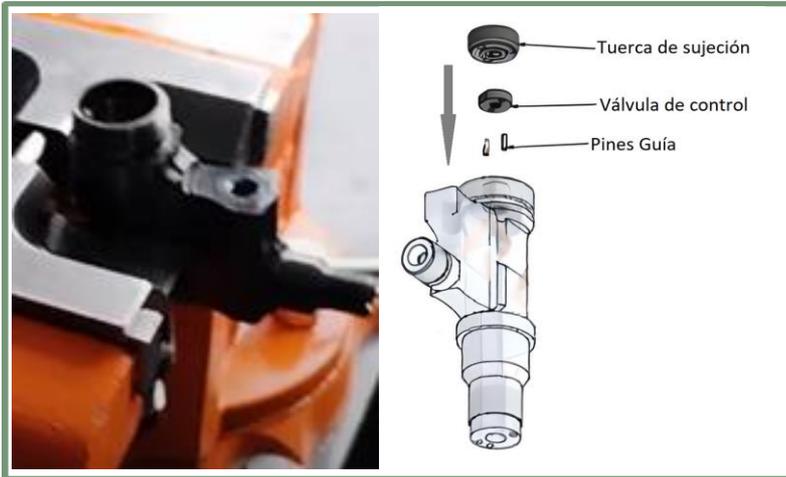
Herramienta: Pinza

# Proceso de armado de inyectoros Denso

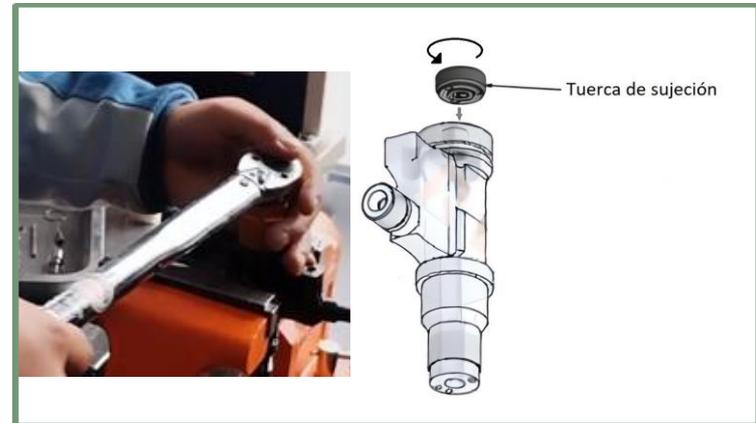
Montaje de válvula de control  
y pines guía



Ajuste de tuerca de sujeción



Herramienta: Pinza



Herramienta: Torquímetro y  
llave de tres pines  
Torque apriete: 65 Nm



# Proceso de armado de inyectores Denso

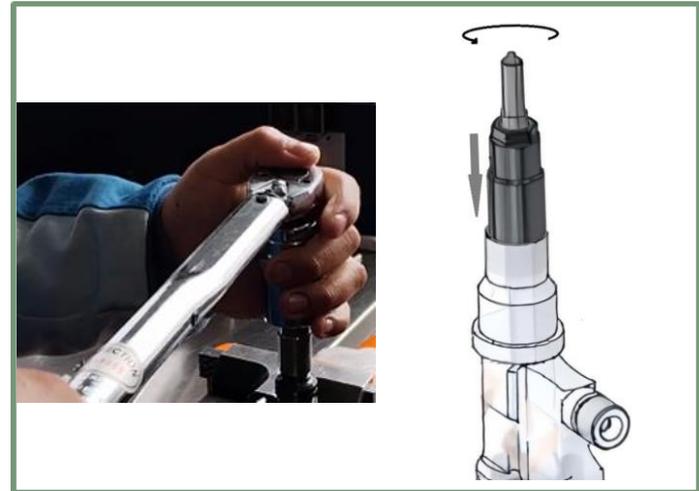
Montaje de componentes



Ajuste de porta tobera



Herramienta: Pinza



Herramienta: Torquímetro y  
dado 14 mm  
Torque apriete: 50 Nm



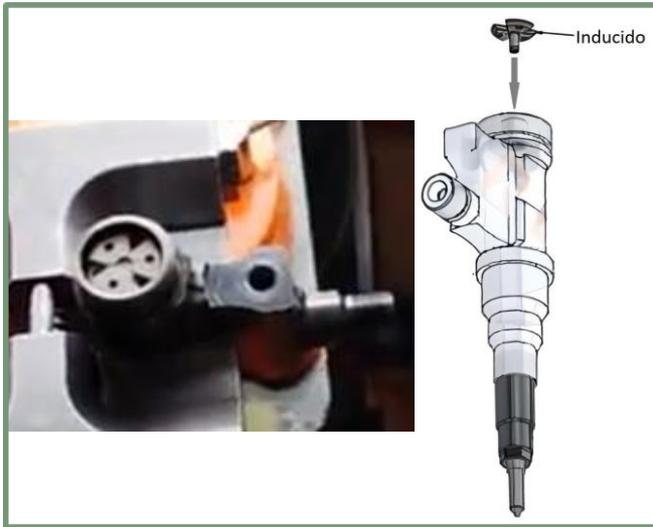
**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Proceso de armado de inyectores Denso

Montaje Del inducido



Ajuste de tuerca de sujeción



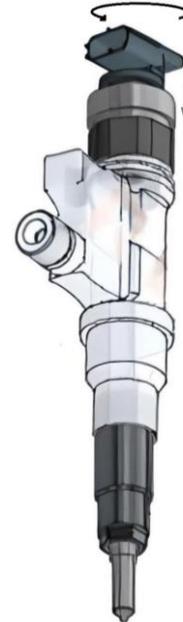
Herramienta: Pinza



Herramienta: Pinza

# Proceso de armado de inyectores Denso

Ajuste del cuerpo de bobina



Herramienta: Torquímetro y  
llave 29 cortada  
Torque de apriete: 18 Nm



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Proceso de calibración de inyectoros Denso

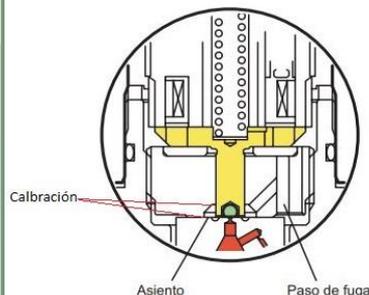
## Calibración de la tuerca de sujeción

Se debe realizar la medición de la parte en la que sobresale la media esfera la cual de ir desde **0.02 mm a 0.04 mm**, con el fin de que se produzca un correcto sellado, ya que si esta medida es menor se producirá daños en la válvula de control.

Medición en la tuerca de sujeción



Ajuste de tuerca de sujeción



Medida= 0.036 [mm]

Herramienta: Reloj palpador

# Proceso de calibración de inyectores Denso

## Calibración del anillo VFK

El anillo VFK debe tener una medida de **1.05 mm hasta 1.18 mm**, este elemento incide en la tensión del resorte de válvula y el tiempo de respuesta del inyector, si existe menor tiempo de respuesta existirá mayor caudal, si existe mayor tiempo de respuesta el caudal será menor.

Montaje Del inducido



Ajuste de tuerca de sujeción



Arandela de calibración  
tensión de resorte (FVK)

Herramienta: Micrómetro



Medida= 1.074 [mm]



# Proceso de calibración de inyectores Denso

## Calibración del anillo AH

Se debe realizar la medición de la profundidad de la bobina con el anillo AH colocado y la medición de la profundidad del cuerpo del inyector con el inducido colocado, la resta de estas dos mediciones de ir de **0.05 mm a 0.08 mm, lo ideal sería 0.06 mm.**

$$x=m-n$$

m: profundidad del cuerpo del inyector con el inducido colocado

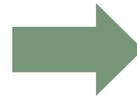
n: profundidad de la bobina con el anillo AH colocado

X= resta entre profundidad del cuerpo y profundidad de la bobina

Medición de la profundidad del cuerpo del inyector con el inducido colocado

Herramienta: Reloj Palpador

n=3.424 mm



# Proceso de calibración de inyectores Denso

## Calibración del anillo AH

Medición de la profundidad de bobina con anillo colocado



Herramienta: Reloj Palpador  
n=3.390 mm



Cálculo de la diferencia

$$\begin{aligned}x &= m - n \\x &= 3.424 \text{ mm} - 3.390 \text{ mm} \\x &= \mathbf{0.034 \text{ mm}}\end{aligned}$$

No se encuentra dentro del rango (0.05 mm-0.08 mm)



# Proceso de calibración de inyectores Denso

## Calibración del anillo AH

Medición de la profundidad de bobina con un nuevo anillo colocado



Herramienta: Reloj Palpador  
n=3.362 mm

Nuevo cálculo de la diferencia

$$\begin{aligned}x &= m - n1 \\x &= 3.424 \text{ mm} - 3.362 \text{ mm} \\x &= 0.062 \text{ mm}\end{aligned}$$

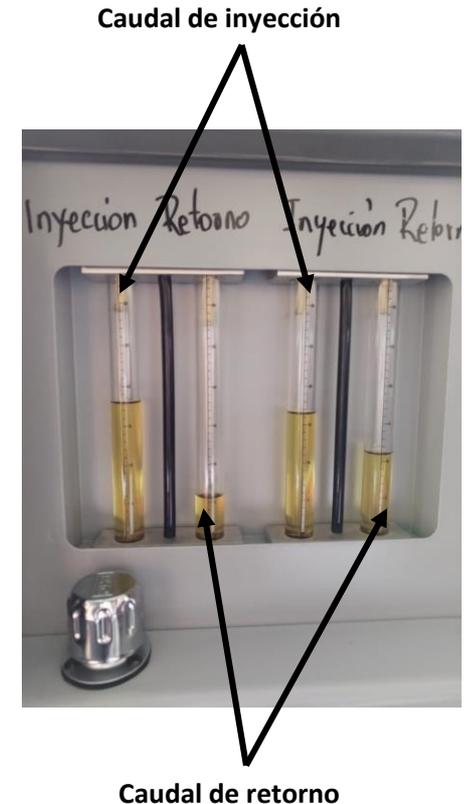
Se encuentra dentro del rango (0.05 mm-0.08 mm)



# Caudales de inyección y de retorno

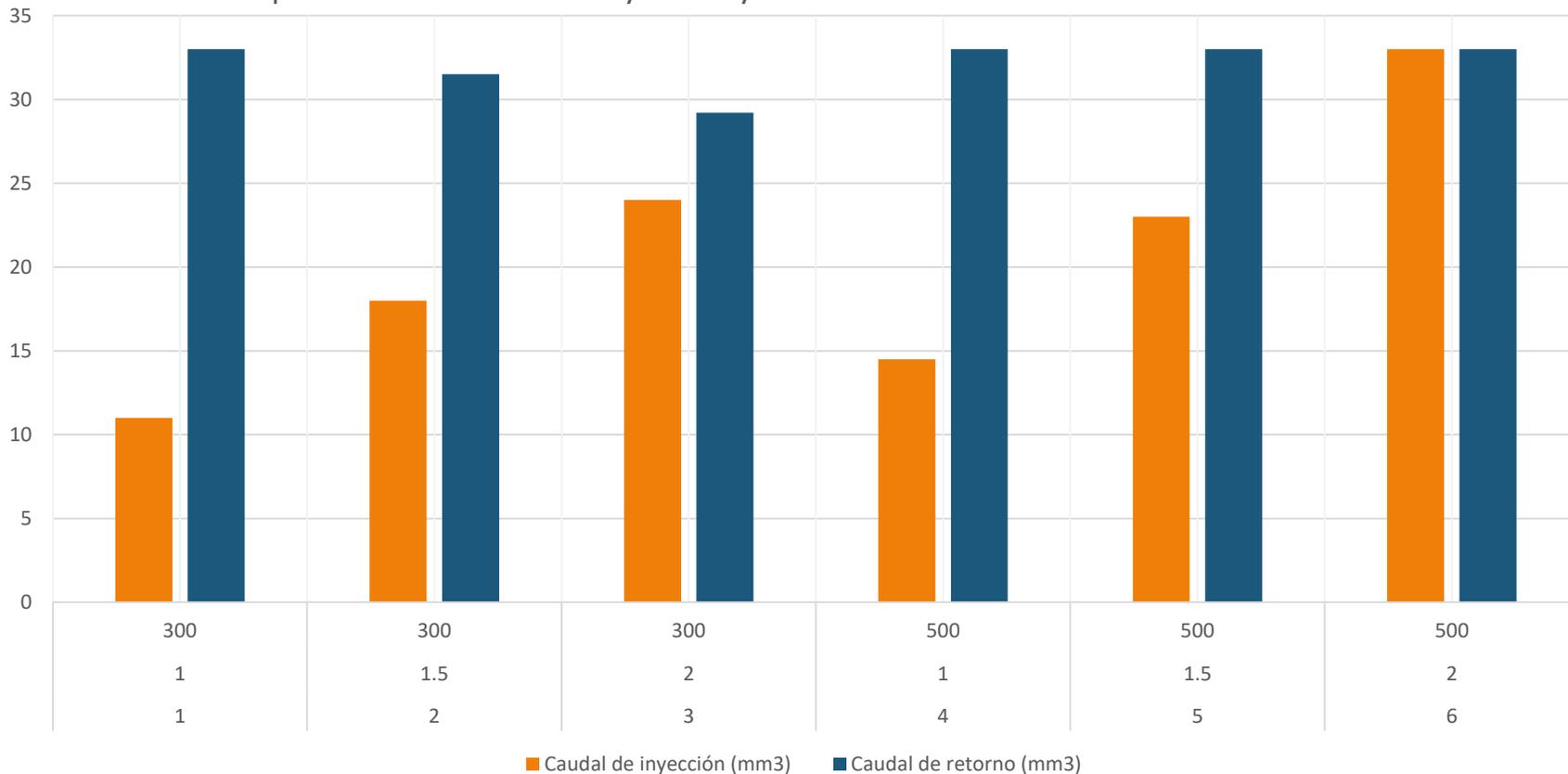
## Denso 095000 6521

N° Prueba	Tiempo de inyección (ms)	Numero de inyecciones (Strocks)	Presión de inyección (bares)	Caudal de inyección (mm <sup>3</sup> )	Caudal de retorno (mm <sup>3</sup> )
1	1	300	500	11	33
2	1.5	300	400	18	31.5
3	2	300	400	24	29.2
4	1	500	400	14.5	33
5	1.5	500	400	23	33
6	2	500	400	33	33



# Comparación de caudales de inyección y retorno inyector Denso 095000 6521

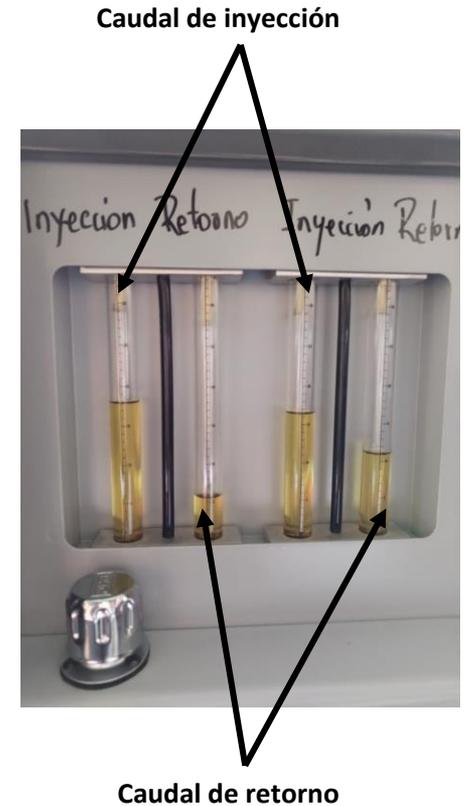
Comparación del caudal de inyección y retorno



# Caudales de inyección y de retorno

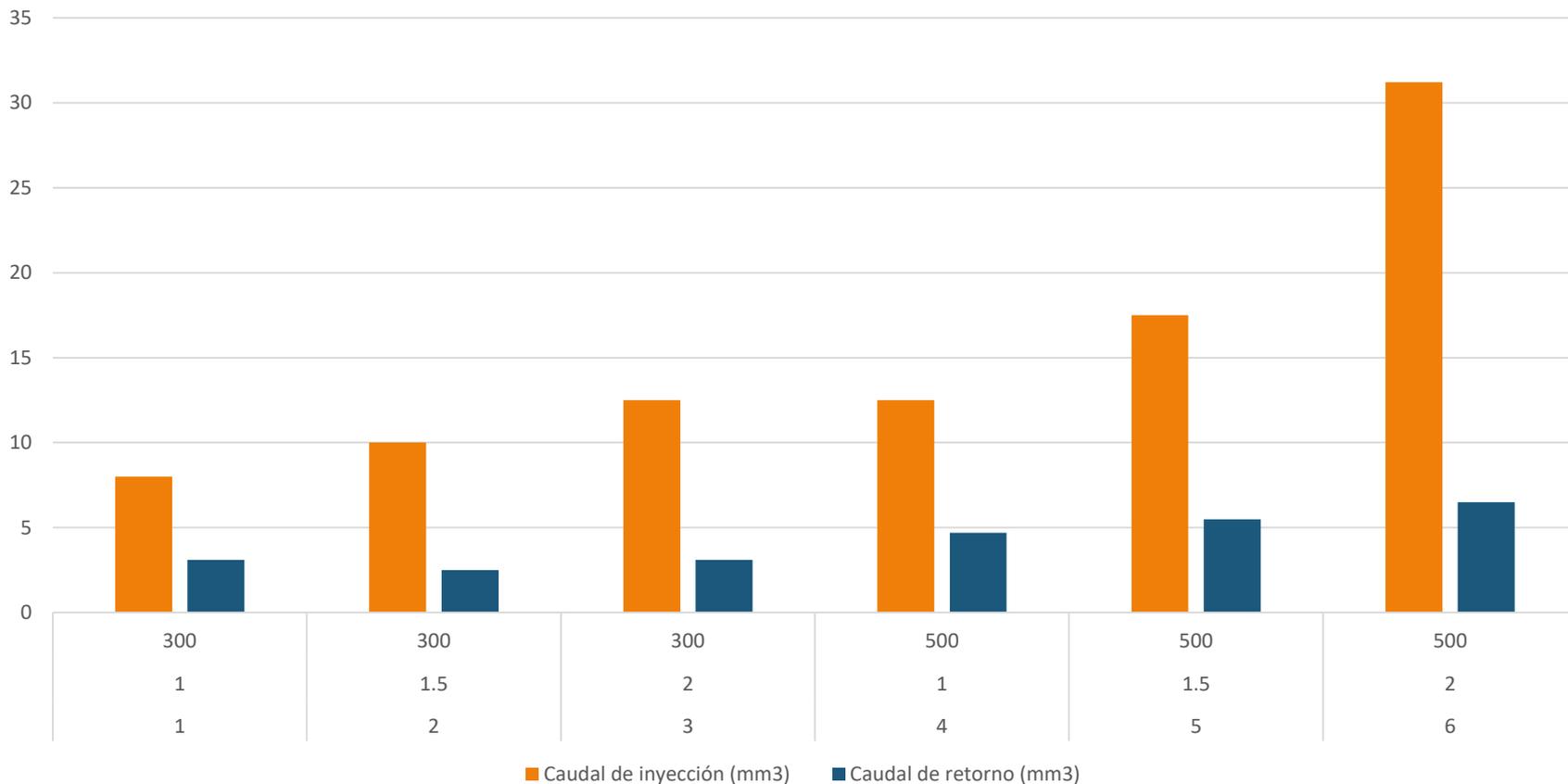
## Denso 23670 0L010

N° Prueba	Tiempo de inyección (ms)	Numero de inyecciones (Strocks)	Presión de inyección (bares)	Caudal de inyección (mm <sup>3</sup> )	Caudal de retorno (mm <sup>3</sup> )
1	1	300	500	8	3.1
2	1.5	300	500	10	2.5
3	2	300	500	12.5	3.1
4	1	500	450	12.5	4.7
5	1.5	500	400	17.5	5.5
6	2	500	450	31.2	6.5

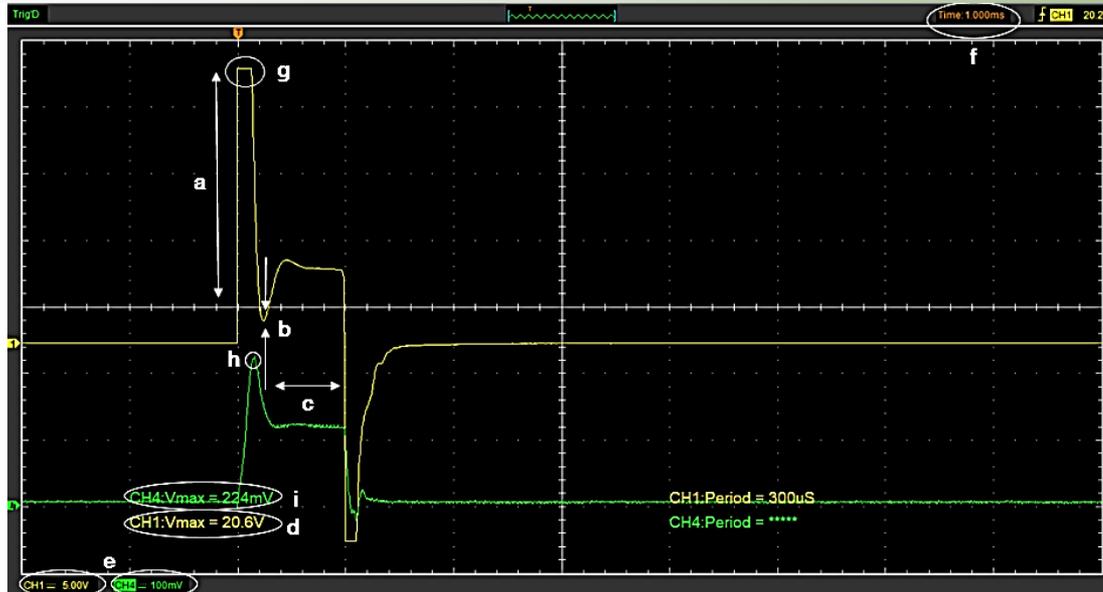


# Comparación de caudales de inyección y retorno inyector Denso 23670 0L010

Comparación del caudal de inyección y retorno



# Oscilogramas de voltaje y corriente

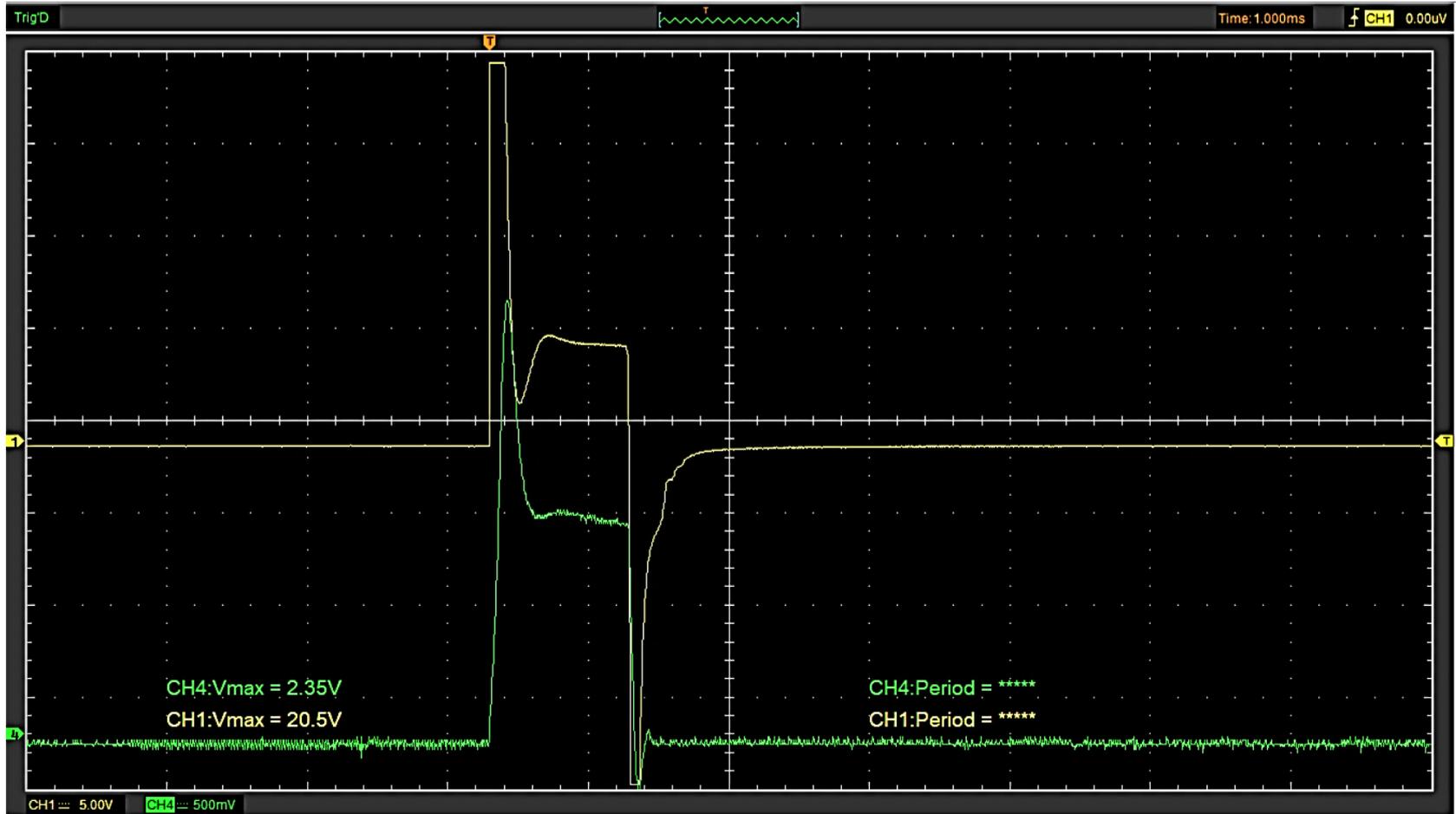


- a) Es la distancia vertical que representa el voltaje de activación cuyas unidades son los voltios.
- b) Es la distancia vertical que representa el voltaje de retención sus unidades son los voltios
- c) Es la distancia que representa el tiempo de retención, y esta ira aumentando o disminuyendo dependiendo el tiempo de inyección.
- d) Representa el voltaje de activación, sus unidades son los voltios y se lo obtiene mediante la opción measure.
- e) Calibración que se puede realizar en el osciloscopio en el eje “Y”, donde se ve representado los voltios.
- f) Calibración que se puede realizar en el osciloscopio en el eje “X”, donde se ve representado el tiempo.
- g) Representa el tiempo de disparo en ms.
- h) El tiempo de disparo del inyector en la gráfica de corriente.
- i) Representa el amperaje de activación del inyector, esta opción se la puede obtener mediante



# Oscilogramas de voltaje y corriente

## Denso 095000 6521



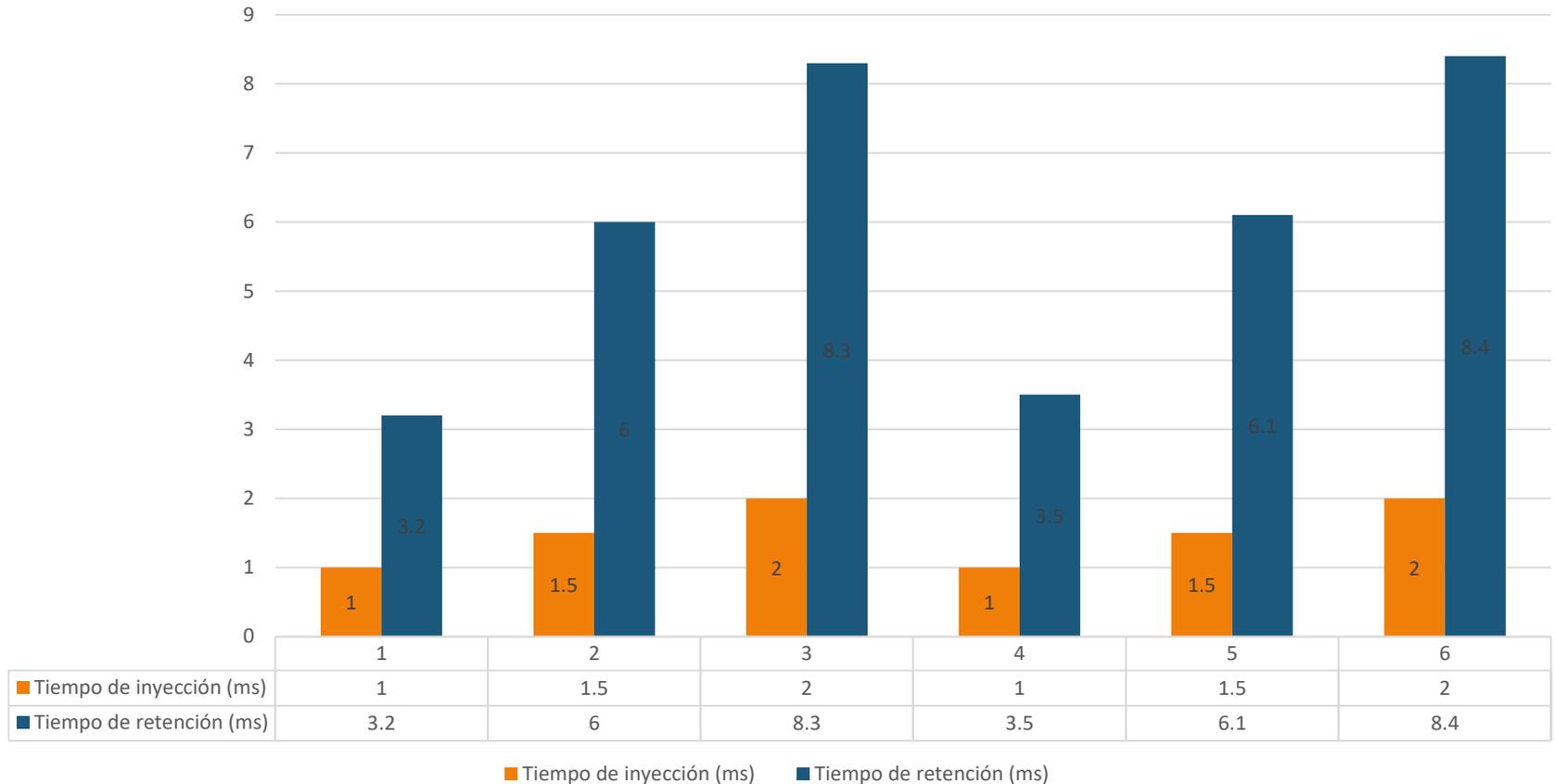
# ***Datos de oscilogramas de voltaje y corriente del inyector Denso 095000 6521***

N° Prueba	Tiempo de inyección (ms)	Numero de inyecciones (Strocks)	Presión (bar)	Voltaje de activación (V)	Voltaje de retención	Tiempo de retención (ms)	Tiempo de disparo (ms)	Corriente de activación (A)
1	1	300	300	20.5	1	3.2	0.5	23.5
2	1.5	300	300	20.9	1	6	0.5	24.3
3	2	300	300	20.9	1.1	8.3	0.6	24.6
4	1	500	500	20.5	0.9	3.5	0.6	23.5
5	1.5	500	500	20.9	1	6.1	0.6	24
6	2	500	500	20.9	1	8.4	0.6	24.5

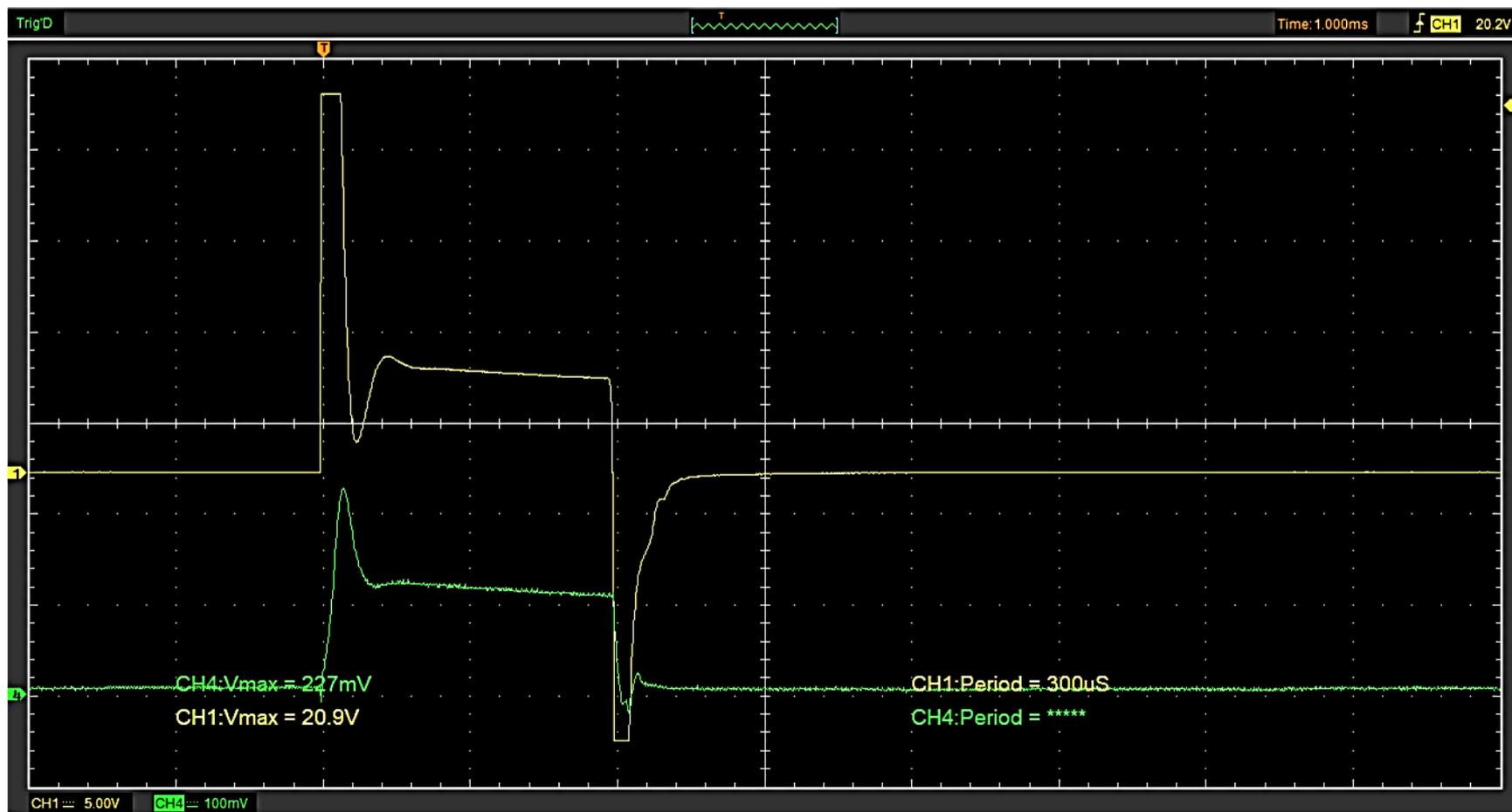


# Tiempo de inyección y tiempo de retención del inyector Denso 095000 6521

Tiempo de inyección y tiempo de retención de inyector Denso 095000 6521



# Datos de oscilogramas de voltaje y corriente del inyector Denso 23670 0L010



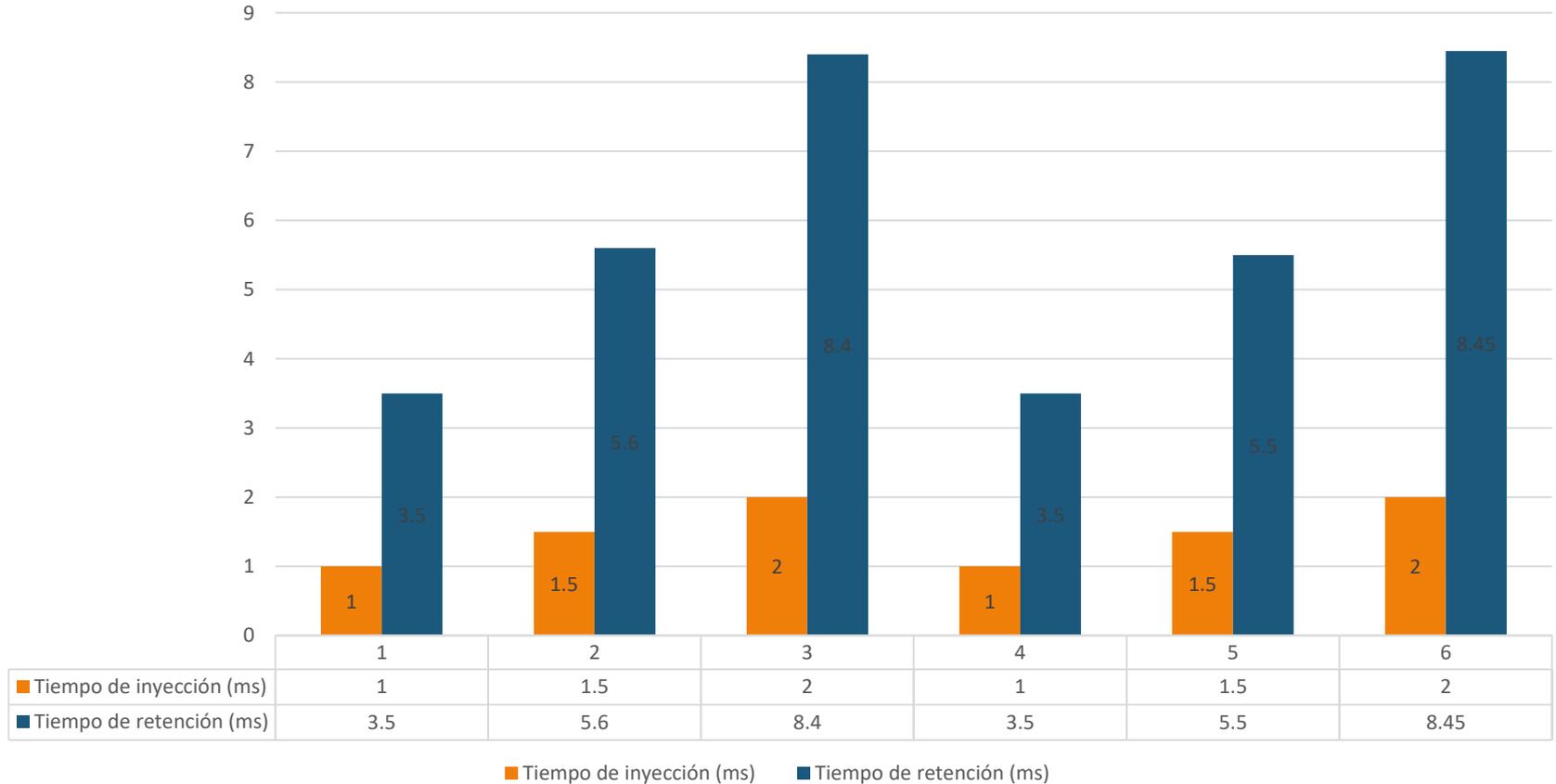
# ***Datos de oscilogramas de voltaje y corriente del inyector Denso 23670 0L010***

N° Prueba	Tiempo de inyección (ms)	Numero de inyecciones (Strocks)	Presión de inyección (bares)	Voltaje de activación (V)	Voltaje de retención (V)	Tiempo de retención (ms)	Tiempo de disparo (ms)	Corriente de Activación (A)
1	1	300	500	20.6	-1	3.5	0.5	22.4
2	1.5	300	500	20.6	-1	5.6	0.5	22.6
3	2	300	500	20.6	-1	8.4	0.5	22.1
4	1	500	450	20.7	-1	3.5	0.45	22.9
5	1.5	500	400	20.7	-1	5.5	0.45	23
6	2	500	450	20.9	-1	8.45	0.45	22.7



# Tiempo de inyección y tiempo de retención del inyector Denso 23670 0L010

Tiempo de inyección y tiempo de retención de inyector Denso 23670 0L010



# Resultado del banco de pruebas Tester del inyector Denso 095000 6521

Resultados del Test inyector Denso 095000-6520

Paso de test	Presión (Mpa)	Ancho de pulso (us)	BIP (us)	Modo	Valor de referencia ( $mm^3/h$ )	Valor medido ( $mm^3/h$ )
Prueba de fugas (Leak Test)	140	0	0	-	35±35	-
Temperatura de banco (Warm)	120	1500	0	-	150±150	-
Combustible alta (VL)	140	1500	0	-	120.5±10.4	-
Combustible + prueba de retorno (VL)	140	1500	0	-	44.7±34	-
Emisiones (EM)	80	700	0	-	28.2±8.6	-
Ralentí (LL)	30	800	0	-	8.5±5.2	-
Preinyección (VE1)	60	500	0	-	7±4.8	-
Preinyección (VE2)	60	350	0	-	2.4±2	-



# Resultado del banco de pruebas Tester del inyector Denso 23670 0L010

## Resultados del Test inyector Denso 23670-0L010

Paso de test	Presión (Mpa)	Ancho de pulso (us)	BIP (us)	Modo	Valor de referencia ( $mm^3/h$ )	Valor medido ( $mm^3/h$ )
Prueba de fugas (Leak Test)	140	0	0	-	30±25	-
Temperatura de banco (Warm)	120	1200	0	-	0±0	-
Combustible alta (VL)	140	1500	0	-	110.7±10	-
Combustible + prueba de retorno (VL)	140	1500	0	-	45±35	-
Emisiones (EM)	80	800	0	-	31.4±8.5	-
Ralentí (LL)	30	900	0	-	10.4±4.5	-
Preinyección (VE1)	60	550	0	-	8.5±4.5	-
Preinyección (VE2)	60	400	0	-	3.4±2.5	-



# Reporte del banco de pruebas KOMTEST del inyector Denso 095000 6521

	PRESS	RPM	PULSE	NORMAL	± mm <sup>3</sup> /h	1. INJEC
	BAR	d/d	uS	mm <sup>3</sup> /h		mm <sup>3</sup> /h
Estanqueidad	1600	1500	0	0	0	0.0
				30.0	30.0	33.4
Plena Carga	1600	1000	900	89.4	12.0	91.8
				45.0	25.0	115.4
Emisiones	1200	1100	800	58.2	9.0	65.5
				0	0	0.0
Ralentí	800	1500	370	3.8	2.0	4.9
				0	0	0
Preinyección	350	1250	650	6.8	4.0	7.3
				8.0	7.0	24.6
Emisiones	900	1100	700	33.4	7.0	36.7
				0	0	0



# Resultado del banco de pruebas KOMTEST del inyector Denso 23670 0L010

	PRESS	RPM	PULSE	NORMAL	± mm <sup>3</sup> /h	1. INJEC
	BAR	d/d	uS	mm <sup>3</sup> /h		mm <sup>3</sup> /h
Estanqueidad	1700	1500	0	0	0	0.0
				25.0	25.0	6.9
Plena Carga	1600	1000	100	71.5	9.0	70.2
				45.0	25.0	39.8
Emisiones	1200	1100	900	51.2	7.0	50.8
				0	0	0.0
Ralentí	800	1500	430	3.6	2.0	3.8
				0	0	0
Preinyección	350	1250	710	6.8	3.0	6.2
				7.0	6.0	4.9
Emisiones	900	1100	800	30.6	6.0	33.1
				0	0	0



# *Conclusiones y recomendaciones*



# Conclusiones

- Se realizó el levantamiento de requerimientos necesarios para realizar los procesos de diagnóstico mecánico y eléctrico, desarmado, calibración, armado y verificación de los inyectores Denso y se determinó los diferentes equipos, herramientas y materiales requeridos.
- Se seleccionó los equipos de verificación y diagnóstico, dentro de los principales equipos requeridos están los bancos de pruebas inyectores CRDI, equipos para verificaciones eléctricas, equipos para verificaciones mecánicas, herramientas para el desarmado y armado del inyector.
- Se realizó el desarmado, armado y calibración de inyectores, para lo cual se detalló cada paso a seguir y las observaciones a tener en cuenta para llevar a cabo cada proceso, tomando en cuenta los valores de como de torque de apriete, y las tolerancias de calibración.



# Conclusiones

- Se determinó el proceso de operación y funcionamiento del inyector Denso, el proceso de verificación que consiste en el desarmado de los inyectores, verificación visual de los componentes, calibración, verificación de caudales, verificaciones eléctricas y verificaciones de pulverización de los inyectores marca Denso. Mediante la simulación y reconocimiento eléctrico concluye que las 4 partes fundamentales para el control de tracción en una moto eléctrica son el acelerador electrónico, el controlador de onda sinusoidal, la batería de litio y el motor eléctrico.
- Se verificó el correcto funcionamiento de los componentes mecánicos de los inyectores Denso, se verificó, se verificó los caudales de inyección y de retorno de los inyectores a diferentes condiciones, además se realizó mediciones de los diferentes valores eléctricos que presenta el inyector en su funcionamiento.



# Recomendaciones

- Definir y priorizar las acciones que han de ser realizadas al momento de proceder a desarmar el inyector debido a que si sufre algún golpe podríamos afectar directamente a la bobina del mismo funcionamiento de los equipos.
- Considerar integrar los manuales del fabricante correspondientes a los inyectores Denso utilizados para la una correcta calibración por ende un funcionamiento adecuado sin embargo una incorrecta calibración ocasionara problemas en el desempeño de inyector.
- Tener en cuenta los valores eléctricos de funcionamiento de un Inyector Denso, con el fin de comparar dichos valores con los valores de los inyectores Denso 095000 6521 y Denso 2367 0L010 y asegurar un correcto funcionamiento de los componentes eléctricos.



# Recomendaciones

- Sugerir acciones específicas al momento del desarmado del inyector, tener en cuenta el orden en el que se extrae cada componente interno con el fin de evitar realizar un ensamblaje erróneo y por ende tener un mal funcionamiento del inyector.
- Limpiar que todos los componentes del inyector para su ensamblaje ya que, si los componentes poseen impurezas, afectará directamente a los valores de funcionamiento del inyector.
- Involucrar el uso y cuidado tanto de los equipos como de las herramientas utilizadas en el transcurso del desarmado, calibración, armado y pruebas de verificación dentro de los bancos de pruebas utilizados.



# *Gracias*



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA