



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

**Investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales para el diagnóstico avanzado del estado mecánico de los motores de combustión interna.**

Escudero Medina, Johan Sebastián y Gagnay Ruiz, Víctor Andrés

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Trabajo de trabajo de integración curricular previo a la obtención del Título de Ingeniero

Automotriz

Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio

23 de febrero del 2023

Latacunga



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

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica  
Carrera de Ingeniería Automotriz

Reporte de verificación de contenido

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**  
magister

**UIC Diagnostico avanzado estado mecanico-Escudero-Gagñay (1)**

9% Similitudes  
< 1% Texto entre comillas  
< 1% similitudes entre comillas  
< 1% Idioma no reconocido

Nombre del documento: UIC Diagnostico avanzado estado mecanico-Escudero-Gagñay (1).docx  
ID del documento: 9ed5524f19ad01baa626e350a0f14c3720d97a93  
Tamaño del documento original: 19,54 Mo

Depositante: LEONIDAS ANTONIO QUIROZ ERAZO  
Fecha de depósito: 23/2/2023  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 23/2/2023

Número de palabras: 28.803  
Número de caracteres: 180.317

Ubicación de las similitudes en el documento:

**Fuentes principales detectadas**

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>UIC Arteaga Venegas.docx</b>   UIC Arteaga Venegas #2169df El documento proviene de mi biblioteca de referencias 30 fuentes similares	4%		Palabras idénticas : 4% (1084 palabras)
2	<b>UIC DIAGNÓSTICO AVANZADO SEÑALES SENSORES Y ACTUADORES_CAISA...</b> #d9072a El documento proviene de mi biblioteca de referencias 30 fuentes similares	3%		Palabras idénticas : 3% (881 palabras)
3	<b>UIC DIAGNÓSTICO AVANZADO. SISTEMA DE ENCENDIDO. BONILLA, TAMAQ...</b> #1bdwaf El documento proviene de mi biblioteca de referencias 30 fuentes similares	3%		Palabras idénticas : 3% (794 palabras)
4	<b>UIC Torque y Potencia - Arias, Tapia.docx</b>   UIC Torque y Potencia - Arias, Ta... #4b317ee El documento proviene de mi biblioteca de referencias 29 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (245 palabras)
5	repositorio.espe.edu.ec   Análisis avanzado de localización de averías mecánicas y e... http://repositorio.espe.edu.ec:8080/bitstream/21000/207274/1/T-ESPEL-MAI-0669.pdf.txt 29 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (260 palabras)

**Fuentes con similitudes fortuitas**

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>ceaelectronica.com</b>   USB Autoscope IV   CEA Electrónica https://ceaelectronica.com/product/usb-autoscope-iv/	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (24 palabras)
2	<b>dSPACE.espoch.edu.ec</b>   Implementación de un sistema de tratamiento de gases de ... http://dSPACE.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/2283/3/65T00040.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (29 palabras)
3	<b>www.normalizacion.gob.ec</b> https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nfe_inen_2204-2.pdf	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (24 palabras)
4	<b>diagtools.eu</b>   Injectorservice USB Autoscope IV https://diagtools.eu/es/equipos-de-medicion/54-usb-autoscope-iv.html	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (15 palabras)
5	<b>www.mitsubishi-motors.com.pe</b>   Descubre 5 síntomas de una fuga de vacío en un ... https://www.mitsubishi-motors.com.pe/blog/sintomas-fuga-vacio-autor/	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (10 palabras)

**Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)** Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- 1 [http://autoscope.eu/wp-content/uploads/2022/02/usb\\_autoscope\\_4\\_full-kit\\_1024.jpg](http://autoscope.eu/wp-content/uploads/2022/02/usb_autoscope_4_full-kit_1024.jpg)
- 2 [http://autoscope.eu/wp-content/uploads/2014/11/px35\\_1024.jpg](http://autoscope.eu/wp-content/uploads/2014/11/px35_1024.jpg)
- 3 [https://www.academia.edu/36577552/Manual\\_electronica\\_automovil\\_fundamentos\\_sensores\\_actuadores\\_sistemas\\_componentes\\_funcionamiento](https://www.academia.edu/36577552/Manual_electronica_automovil_fundamentos_sensores_actuadores_sistemas_componentes_funcionamiento)
- 4 <http://dSPACE.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/16042/1/65T00419.pdf>
- 5 <http://autoscope.eu/products/?lang=es>

  
Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio

C.C.: 0502509995



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Ingeniería Automotriz**

**Certificación**

Certifico que el trabajo de integración curricular: **“Investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales para el diagnóstico avanzado del estado mecánico de los motores de combustión interna”** fue realizado por los señores **Escudero Medina, Johan Sebastian** y **Gañay Ruiz, Víctor Andrés**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

**Latacunga, 23 de febrero de 2023**

A handwritten signature in blue ink is positioned above a horizontal dotted line. The signature is stylized and appears to read 'Leonidas Antonio Quiroz Erazo'.

**Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio**

C.C.: 0502509995



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Ingeniería Automotriz**

**Responsabilidad de autoría**

Nosotros, **Escudero Medina, Johan Sebastian** y **Gagñay Ruiz, Víctor Andrés**, con cédula de ciudadanía n° **0503907768** y **1751182401** declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“Investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales para el diagnóstico avanzado del estado mecánico de los motores de combustión interna”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

**Latacunga, 23 de febrero de 2023**

**Escudero Medina, Johan Sebastián**

C.C.: 0503907768

**Gagñay Ruiz, Víctor Andrés**

C.C.: 1751182401



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Ingeniería Automotriz**

**Autorización de publicación**

Yo/nosotros, **Escudero Medina, Johan Sebastian** y **Gagñay Ruiz, Víctor Andrés**, con cédula de ciudadanía n° **0503907768** y **1751182401** autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **“Investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales para el diagnóstico avanzado del estado mecánico de los motores de combustión interna”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

**Latacunga, 23 de febrero de 2023**

**Escudero Medina, Johan Sebastián**

C.C.: 0503907768

**Gagñay Ruiz, Víctor Andrés**

C.C.: 1751182401

### **Dedicatoria**

Dedico este proyecto de integración curricular en primer lugar a Dios por permitirme el privilegio de llegar a este punto en mi carrera profesional, por bendecirme con salud, sabiduría y principalmente la oportunidad de realizar este paso.

A mi padre Luis Escudero, por siempre brindarme el apoyo incondicional a lo largo de todo este camino, ya que sin el todo lo que he realizado habría sido imposible. A mi madre Mercy Medina uno de mis pilares fundamentales tanto mentalmente, como espiritualmente, siempre brindándome el apoyo que necesite. Gracias mis queridos padres.

A mi hermano Diego que ha sido un ejemplo de carácter y responsabilidad para mi persona, ayudándome a forjar el carácter necesario para llegar a este punto. A mi hermano David quien nunca dudo de mi persona apoyándome en los momentos más difíciles. A mi hermana Paulina siendo mi inspiración día tras día, apoyándome moralmente en todas las situaciones complicadas que tuve a lo largo de mi aprendizaje.

Finalmente, a todas las personas que forman parte de mi vida quienes me apoyaron y aconsejaron de la mejor manera posible en todo este camino que he recorrido.

**ESCUDERO MEDINA, JOHAN SEBASTIAN**

### **Dedicatoria**

A Dios quien ha sido mi guía para poder cumplir todas mis metas y permitirme la oportunidad de llegar a esta etapa de mi vida, por no desampararme en los momentos más difíciles dándome el valor de seguir adelante y nunca redimirme.

Este trabajo le dedico, especialmente a mis padres Víctor y Silvia que me apoyaron moral, emocional y económicamente durante toda su vida, aconsejándome para seguir por el camino del bien. Gracias por enseñarme a afrontar y superar las dificultades que se me han presentado, logrando así mis metas tanto personales como profesionales. Me siento orgulloso que sean mis padres, los amo mucho.

Finalmente quiero dedicarle a compañeros y amigos, por apoyarme y extenderme su mano en los días difíciles de la carrera, demostrándome que puedo contar con su apoyo incondicional cuando lo necesite.

**GAGÑAY RUIZ, VICTOR ANDRES**

## **Agradecimientos**

Totalmente agradecido con Dios por permitirme culminar este camino que he decidido realizar, bendiciéndome principalmente con salud, sabiduría y una familia espectacular que me ha brindado su apoyo incondicional en todos los pasos que he recorrido.

A mis padres Luis y Mercy, a mis hermanos Diego, David y Paulina siendo los pilares fundamentales de mi inspiración a continuar cada día, brindándome su apoyo, su cariño y su confianza en toda mi vida universitaria.

A los docentes del departamento de Energía y Mecánica por su paciencia y apoyo en todo el desarrollo de mi vida estudiantil como profesional, pero principalmente como persona, además quiero recalcar el agradecimiento en la tutoría de esta investigación.

En general a toda la comunidad universitaria de las Fuerzas Armadas ESPE-L quienes tuvieron un aporte muy significativo en cada paso que he realizado a lo largo de mi aprendizaje en esta prestigiosa institución.

**ESCUDERO MEDINA, JOHAN SEBASTIAN**

## **Agradecimientos**

En primer lugar, agradezco a Dios quien a lo largo de mi vida siempre ha estado guiándome en mi camino ayudándome a superar cada obstáculo que se ha presentado, dándome la fuerza y salud para poder alcanzar este tan esperado logro.

Agradezco a mis padres Víctor y Silvia, a mis hermanas Jessica y Melany y demás familia por su apoyo incondicional que me han demostrado durante toda la vida, porque gracias a sus consejos y exigencias he logrado culminar una de las metas más importantes de mi vida.

De igual manera agradezco a mis mejores amigos, Josué, Jinson, Alexander, Edith, Neyda y Lady, por su valiosa amistad, apoyo y consejos brindados durante tantos años de la carrera universitaria.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L, en especial a la carrera de Ingeniería Automotriz y docentes por brindarme todos los conocimientos y sabiduría de esta maravillosa carrera y así poder alcanzar el objetivo de ser un profesional.

**GAGÑAY RUIZ, VICTOR ANDRES**

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

<b>Caratula.....</b>	<b>1</b>
<b>Reporte de verificación de contenido .....</b>	<b>2</b>
<b>Certificación .....</b>	<b>3</b>
<b>Responsabilidad de autoría .....</b>	<b>4</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>6</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>7</b>
<b>Agradecimientos .....</b>	<b>8</b>
<b>Agradecimientos .....</b>	<b>9</b>
<b>Índice de contenido .....</b>	<b>10</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>15</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>21</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>23</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>24</b>
<b>Capítulo I: Planteamiento del problema de investigación .....</b>	<b>25</b>
<b>Antecedentes .....</b>	<b>25</b>
<b>Planteamiento del problema .....</b>	<b>27</b>
<b>Justificación e importancia .....</b>	<b>28</b>
<b>Descripción del proyecto .....</b>	<b>29</b>
<b>Objetivos del proyecto.....</b>	<b>30</b>
<b><i>Objetivo general.....</i></b>	<b>30</b>

<i>Objetivos específicos</i> .....	30
Hipótesis .....	31
Variables de investigación .....	32
<i>Variable dependiente</i> .....	32
<i>Variable independiente</i> .....	32
Capítulo II: Fundamentación Teórica.....	33
Puesta a punto del motor de combustión interna.....	33
Vehículo de prueba VP .....	33
Sensores automotrices.....	34
<i>Sensor de posición del cigüeñal (CKP)</i> .....	34
Sensor inductivo. ....	34
<i>Sensor de posición del árbol de levas (CMP)</i> .....	35
Sensor efecto Hall.....	35
USB Autoscope IV .....	36
<i>Elementos del panel frontal</i> .....	36
<i>Elementos del panel trasero</i> .....	37
Accesorios .....	38
<i>Transductor de presión</i> .....	40
SCRIPT CSS .....	40
SCRIPT PX.....	41
Analizador de gases automotriz .....	42
<i>Analizador de gases KANE PLUS 4-2</i> .....	43
Scanner automotriz.....	44

<i>Otofix D1</i> .....	44
<b>Norma Técnica Ecuatoriana</b> .....	45
<i>NTE INEN 2204:2017</i> .....	45
<i>NTE INEN 2203:2000</i> .....	46
<b>Capitulo III: Estudio de visualización, grabación y análisis de las señales del estado</b>	
<b>mecánico de los motores de combustión interna</b> .....	47
<b>Puesta a punto del motor de combustión interna</b> .....	47
<i>Verificación de la puesta a punto del motor</i> .....	50
<b>Protocolo de ejecución de SCRIPTS USB Autoscope IV</b> .....	51
<b>Protocolo de medición de gases</b> .....	53
<b>Pruebas en el motor</b> .....	54
<i>Condiciones ideales</i> .....	55
<i>Primera falla - Escape obstruido</i> .....	56
<i>Segunda falla - Fugas de vacío</i> .....	57
<i>Tercera falla - Cilindro sin trabajar</i> .....	58
<i>Cuarta falla - Desconexión del sensor CMP</i> .....	59
<i>Quinta falla - Aumento de compresión en los cilindros</i> .....	61
<b>Ejecución de pruebas en el motor</b> .....	62
<i>Protocolo de pruebas del motor en condiciones ideales</i> .....	62
<b>Prueba con el SCRIPT PX</b> .....	63
<b>Prueba con el SCRIPT CSS</b> .....	69
<b>Prueba con analizador de gases</b> .....	70
<i>Protocolo de la primera falla - Escape obstruido</i> .....	72
<b>Prueba con el SCRIPT PX</b> .....	73

Prueba con el SCRIPT CSS. ....	78
Prueba con analizador de gases. ....	78
<b><i>Protocolo de la segunda falla - Fugas de vacío.....</i></b>	<b>80</b>
Prueba con el SCRIPT PX.....	80
Prueba con el SCRIPT CSS. ....	85
Prueba con analizador de gases. ....	85
<b><i>Protocolo de la tercera falla - Cilindro sin trabajar.....</i></b>	<b>87</b>
Prueba con el SCRIPT CSS. ....	87
Prueba con analizador de gases. ....	91
<b><i>Protocolo de la cuarta falla - Desconexión del sensor CMP .....</i></b>	<b>95</b>
Prueba con el SCRIPT PX.....	96
Prueba con el SCRIPT CSS. ....	101
Prueba con analizador de gases. ....	101
<b><i>Protocolo de la quinta falla - Aumento de compresión en los cilindros .....</i></b>	<b>102</b>
Prueba con el SCRIPT PX.....	104
Prueba con el SCRIPT CSS. ....	109
Prueba con analizador de gases. ....	111
 <b>Capitulo IV: Análisis de resultados para el diagnóstico avanzado del estado</b>	
<b>mecánico del motor de combustión interna. ....</b>	<b>116</b>
<b>Análisis del SCRIPT PX en condiciones ideales .....</b>	<b>116</b>
<b><i>Fases de distribución de gases .....</i></b>	<b>119</b>
<b>Análisis del SCRIPT CSS en condiciones ideales .....</b>	<b>120</b>
<b><i>Eficiencia de los cilindros.....</i></b>	<b>120</b>
<b><i>Rueda fónica .....</i></b>	<b>121</b>
<b>Análisis de los gases de escape en condiciones ideales .....</b>	<b>122</b>

<b>Análisis de la primera falla- escape obstruido .....</b>	<b>122</b>
<b>Análisis de la segunda falla - fugas de vacío .....</b>	<b>128</b>
<b>Análisis de la tercera falla- Cilindro sin trabajar .....</b>	<b>132</b>
<b>Análisis de la cuarta falla- Desconectar sensor CMP .....</b>	<b>142</b>
<b>Análisis de la quinta falla- Aumento de compresión en los cilindros.....</b>	<b>148</b>
<b>Diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor de combustión interna .....</b>	<b>161</b>
<b>Capítulo V: Marco administrativo .....</b>	<b>176</b>
<b>Recursos .....</b>	<b>176</b>
<i>Recursos humanos .....</i>	<i>176</i>
<i>Recursos tecnológicos .....</i>	<i>176</i>
<i>Recursos financieros .....</i>	<i>177</i>
<b>Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>179</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>179</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>181</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>182</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>189</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	<i>Sensor CKP</i> .....	34
<b>Figura 2</b>	<i>Sensor CMP</i> .....	35
<b>Figura 3</b>	<i>USB Autoscope IV y accesorios</i> .....	36
<b>Figura 4</b>	<i>Pines del panel frontal</i> .....	37
<b>Figura 5</b>	<i>Pines traseros USB Autoscope IV</i> .....	38
<b>Figura 6</b>	<i>Transductor de presión</i> .....	40
<b>Figura 7</b>	<i>Grafica del SCRIPT CSS</i> .....	41
<b>Figura 8</b>	<i>Grafica con el SCRIPT PX</i> .....	42
<b>Figura 9</b>	<i>Analizador de gases KANNE PLUS 4-2</i> .....	44
<b>Figura 10</b>	<i>Escáner automotriz OTOFIX D1</i> .....	45
<b>Figura 11</b>	<i>Protocolo puesta a punto motor de combustión interna</i> .....	47
<b>Figura 12</b>	<i>Sección A protocolo puesta a punto motor de combustión interna</i> .....	48
<b>Figura 13</b>	<i>Sección B protocolo puesta a punto motor de combustión interna</i> .....	49
<b>Figura 14</b>	<i>Sección C protocolo puesta a punto motor de combustión interna</i> .....	50
<b>Figura 15</b>	<i>Protocolo para verificación de la puesta a punto motor de combustión interna</i> .....	51
<b>Figura 16</b>	<i>Protocolo de uso del SCRIPT PX del USB Autoscope IV</i> .....	52
<b>Figura 17</b>	<i>Protocolo para de uso del SCRIPT CSS del USB Autoscope IV</i> .....	53
<b>Figura 18</b>	<i>Protocolo para de uso del analizador de gases</i> .....	54
<b>Figura 19</b>	<i>Protocolo para las pruebas del USB Autoscope IV y analizador de gases en condiciones ideales</i> .....	55

<b>Figura 20</b>	<i>Protocolo para las pruebas en condición de falla escape obstruido.....</i>	<i>56</i>
<b>Figura 21</b>	<i>Protocolo para las pruebas en condición de falla fugas de vacío.....</i>	<i>57</i>
<b>Figura 22</b>	<i>Protocolo para las pruebas en condición de cilindro sin trabajar.....</i>	<i>59</i>
<b>Figura 23</b>	<i>Protocolo para las pruebas en condición de falla desconexión CMP de admisión... </i>	<i>60</i>
<b>Figura 24</b>	<i>Protocolo para las pruebas en condición de falla aumento de compresión en los cilindros.....</i>	<i>61</i>
<b>Figura 25</b>	<i>Conexión del USB Autoscope en el motor.....</i>	<i>63</i>
<b>Figura 26</b>	<i>Interfaz para selección del script Px .....</i>	<i>64</i>
<b>Figura 27</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro uno .....</i>	<i>65</i>
<b>Figura 28</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro dos .....</i>	<i>66</i>
<b>Figura 29</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro tres .....</i>	<i>67</i>
<b>Figura 30</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro cuatro .....</i>	<i>68</i>
<b>Figura 31</b>	<i>Interfaz para selección del SCRIPT CSS .....</i>	<i>69</i>
<b>Figura 32</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT CSS.....</i>	<i>70</i>
<b>Figura 33</b>	<i>Instalación sonda en el escape.....</i>	<i>70</i>
<b>Figura 34</b>	<i>Uso del analizador de gases.....</i>	<i>71</i>
<b>Figura 35</b>	<i>Informe emitido por el software.....</i>	<i>72</i>
<b>Figura 36</b>	<i>Obstrucción del escape .....</i>	<i>73</i>
<b>Figura 37</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro uno .....</i>	<i>74</i>
<b>Figura 38</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro dos .....</i>	<i>75</i>
<b>Figura 39</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro tres .....</i>	<i>76</i>

<b>Figura 40</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro cuatro</i>	77
<b>Figura 41</b>	<i>Informe de resultados del script Css</i>	78
<b>Figura 42</b>	<i>Informe emitido de la prueba del analizador de gases</i>	79
<b>Figura 43</b>	<i>Desconexión de las fugas de vacío</i>	80
<b>Figura 44</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro uno</i>	81
<b>Figura 45</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro dos</i>	82
<b>Figura 46</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro tres</i>	83
<b>Figura 47</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro cuatro</i>	84
<b>Figura 48</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT CSS</i>	85
<b>Figura 49</b>	<i>Informe emitido de la prueba del analizador de gases</i>	86
<b>Figura 50</b>	<i>Inyector desconectado</i>	87
<b>Figura 51</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT CSS cilindro dos</i>	88
<b>Figura 52</b>	<i>Informe de resultados del script Css cilindro tres</i>	89
<b>Figura 53</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT CSS cilindro cuatro</i>	90
<b>Figura 54</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT CSS cilindro uno</i>	91
<b>Figura 55</b>	<i>Informe emitido por el software</i>	92
<b>Figura 56</b>	<i>Informe emitido por el software</i>	93
<b>Figura 57</b>	<i>Informe emitido por el software</i>	94
<b>Figura 58</b>	<i>Informe emitido por el software</i>	95
<b>Figura 59</b>	<i>Desconectar sensor CMP de admisión</i>	96
<b>Figura 60</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro uno</i>	97

<b>Figura 61</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro dos</i>	98
<b>Figura 62</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro tres</i>	99
<b>Figura 63</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro cuatro</i>	100
<b>Figura 64</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT CSS</i>	101
<b>Figura 65</b>	<i>Informe emitido por el software</i>	102
<b>Figura 66</b>	<i>Medición de aceite 5W30</i>	103
<b>Figura 67</b>	<i>Introducción de aceite 5W30 a la cámara de combustión</i>	103
<b>Figura 68</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro uno</i>	105
<b>Figura 69</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro dos</i>	106
<b>Figura 70</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro tres</i>	107
<b>Figura 71</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro cuatro</i>	108
<b>Figura 72</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT CSS en el cilindro uno</i>	109
<b>Figura 73</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT CSS en el cilindro dos</i>	110
<b>Figura 74</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT CSS en el cilindro tres</i>	110
<b>Figura 75</b>	<i>Informe de resultados del SCRIPT CSS en el cilindro cuatro</i>	111
<b>Figura 76</b>	<i>Informe emitido por el software</i>	112
<b>Figura 77</b>	<i>Informe emitido por el software</i>	113
<b>Figura 78</b>	<i>Informe emitido por el software</i>	114
<b>Figura 79</b>	<i>Informe emitido por el software</i>	115
<b>Figura 80</b>	<i>Valores obtenidos de las características generales</i>	117
<b>Figura 81</b>	<i>Valores obtenidos de la eficiencia volumétrica</i>	118

<b>Figura 82</b>	<i>Valores obtenidos de la pérdida de potencia.....</i>	119
<b>Figura 83</b>	<i>Fases de distribución de gases en estado ideal.....</i>	119
<b>Figura 84</b>	<i>Eficiencia de los cilindros del SCRIPT CSS.....</i>	120
<b>Figura 85</b>	<i>Rueda fónica del informe SCRIPT CSS.....</i>	121
<b>Figura 86</b>	<i>Valores de la pérdida de potencia en la falla del escape obstruido.....</i>	124
<b>Figura 87</b>	<i>Valores de la eficiencia volumétrica en la falla del escape obstruido.....</i>	125
<b>Figura 88</b>	<i>Eficiencia de los cilindros en la falla del escape obstruido.....</i>	126
<b>Figura 89</b>	<i>Valores de la prueba del análisis de gases en la falla del escape obstruido.....</i>	127
<b>Figura 90</b>	<i>Valores de la eficiencia volumétrica en la falla de fugas de vacío.....</i>	129
<b>Figura 91</b>	<i>Eficiencia de los cilindros en la falla del de fugas de vacío.....</i>	130
<b>Figura 92</b>	<i>Valores de la prueba de gases en la falla de fugas de vacío.....</i>	131
<b>Figura 93</b>	<i>Eficiencia del cilindro dos desconectado el inyector.....</i>	132
<b>Figura 94</b>	<i>Eficiencia del cilindro tres desconectado el inyector.....</i>	133
<b>Figura 95</b>	<i>Eficiencia del cilindro cuatro desconectado el inyector.....</i>	134
<b>Figura 96</b>	<i>Eficiencia del cilindro uno desconectado el inyector.....</i>	135
<b>Figura 97</b>	<i>Valores de pruebas desarrolladas con el cilindro 2 desconectado.....</i>	137
<b>Figura 98</b>	<i>Valores de pruebas desarrolladas con el cilindro 3 desconectado.....</i>	138
<b>Figura 99</b>	<i>Valores de pruebas desarrolladas con el cilindro 4 desconectado.....</i>	140
<b>Figura 100</b>	<i>Valores de pruebas desarrolladas con el cilindro 1 desconectado.....</i>	142
<b>Figura 101</b>	<i>Valores de ángulos de apertura y cierre de las válvulas en la falla CMP desconectado.....</i>	144

<b>Figura 102</b>	<i>Valores de la eficiencia volumétrica en la falla del CMP desconectado .....</i>	145
<b>Figura 103</b>	<i>Eficiencia de los cilindros cuando se desconecta el sensor CMP .....</i>	146
<b>Figura 104</b>	<i>Valores de pruebas del análisis de gases con el sensor CMP desconectado.....</i>	148
<b>Figura 105</b>	<i>Valores características generales en la quinta falla aceite en el cilindro.....</i>	150
<b>Figura 106</b>	<i>Eficiencia del cilindro uno con aceite en la cámara de combustión.....</i>	151
<b>Figura 107</b>	<i>Eficiencia del cilindro dos con aceite en la cámara de combustión.....</i>	152
<b>Figura 108</b>	<i>Eficiencia del cilindro tres con aceite en la cámara de combustión.....</i>	153
<b>Figura 109</b>	<i>Eficiencia del cilindro cuatro con aceite en la cámara de combustión.....</i>	154
<b>Figura 110</b>	<i>Valores de las pruebas del análisis de gases de escape en el cilindro uno .....</i>	156
<b>Figura 111</b>	<i>Valores de pruebas del análisis de gases en la falla aceite en el cilindro 2 .....</i>	158
<b>Figura 112</b>	<i>Valores de pruebas del análisis de gases en la falla aceite en el cilindro 3 .....</i>	159
<b>Figura 113</b>	<i>Valores de pruebas del análisis de gases en la falla aceite en el cilindro 4 .....</i>	161

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Características del motor</i> .....	33
<b>Tabla 2</b>	<i>Accesorios del USB Autoscope</i> .....	39
<b>Tabla 3</b>	<i>Especificaciones del Kane plus 4-2</i> .....	43
<b>Tabla 4</b>	<i>Límites máximos de emisiones permitidos por fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)</i> .....	45
<b>Tabla 5</b>	<i>Datos obtenidos del informe del SCRIPT PX en condiciones ideales</i> .....	116
<b>Tabla 6</b>	<i>Datos obtenidos de los gases de escape del motor en condiciones ideales</i> .....	122
<b>Tabla 7</b>	<i>Variación de datos de la pérdida de potencia del escape obstruido</i> .....	123
<b>Tabla 8</b>	<i>Variación de datos de la eficiencia volumétrica del escape obstruido</i> .....	125
<b>Tabla 9</b>	<i>Variación de datos de la prueba de gases del escape obstruido</i> .....	127
<b>Tabla 10</b>	<i>Variación de datos de la eficiencia volumétrica de las fugas de vacío</i> .....	128
<b>Tabla 11</b>	<i>Variación de datos de la prueba de gases de fugas de vacío</i> .....	131
<b>Tabla 12</b>	<i>Variación de datos análisis de gases con el cilindro 2 desconectado</i> .....	136
<b>Tabla 13</b>	<i>Variación de datos análisis de gases con el cilindro 3 desconectado</i> .....	138
<b>Tabla 14</b>	<i>Variación de datos análisis de gases cilindro 4 desconectado</i> .....	139
<b>Tabla 15</b>	<i>Variación de datos análisis de gases con el cilindro 1 desconectado</i> .....	141
<b>Tabla 16</b>	<i>Variación de la apertura y cierre de válvulas con el sensor CMP desconectado en características generales</i> .....	143
<b>Tabla 17</b>	<i>Variación de datos de apertura y cierre de válvulas con el sensor CMP desconectado en eficiencia volumétrica</i> .....	145

<b>Tabla 18</b>	<i>Variación de datos del análisis de los gases de escape con el sensor CMP desconectado</i> .....	147
<b>Tabla 19</b>	<i>Variación de datos de las características generales cuando se introduce aceite en los cilindros</i> .....	149
<b>Tabla 20</b>	<i>Variación de datos análisis de gases del cilindro uno con aceite lubricante</i> .....	155
<b>Tabla 21</b>	<i>Variación de datos análisis de gases del cilindro dos con aceite lubricante</i> .....	157
<b>Tabla 22</b>	<i>Variación de datos análisis de gases del cilindro tres con aceite lubricante</i> .....	159
<b>Tabla 23</b>	<i>Variación de datos análisis de gases del cilindro cuatro con aceite lubricante</i> .....	160
<b>Tabla 24</b>	<i>Diagnóstico avanzado del motor de combustión interna</i> .....	162
<b>Tabla 25</b>	<i>Recursos humanos</i> .....	176
<b>Tabla 26</b>	<i>Recursos tecnológicos</i> .....	177
<b>Tabla 27</b>	<i>Recursos financieros</i> .....	178

## Resumen

La investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales para el diagnóstico avanzado del estado mecánico de los motores de combustión interna, realizó protocolos del uso de los equipos de medición para el motor del vehículo de prueba a gasolina de 2.0 L, inyección multipunto y sistema de encendido DIS COP, en condiciones ideales de funcionamiento y condiciones de falla. El diagnóstico avanzado del estado mecánico motor de combustión interna utilizó el USB Autoscope IV, ejecutando lenguajes de programación propias del equipo, siguiendo el lenguaje de programación otorgados mediante el SCRIPT PX Y el SCRIPT CSS por el equipo, obteniendo datos desde la visión cuantitativa y gráfica de relación de compresión, régimen de giro, fases de distribución, ángulos de apertura de válvulas, ángulos de cierre de válvulas, eficiencia volumétrica, pérdidas de potencia, eficiencia de los cilindros y características de la rueda fónica; así como; medición de gases post combustión en pruebas de ralentí y aceleración, en distintas condiciones de ensayo como lo son en puesta a punto y en condiciones de falla en el automóvil de prueba. Para ejecutar el diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor de combustión interna se aplicó el análisis del flujo de datos como método eficiente de estudio.

Palabras clave: USB autoscope, Diagnóstico avanzado, SCRIPT PX, SCRIPT CSS, Post combustión.

### **Abstract**

The investigation of the visualization, recording and analysis of signals for advanced diagnosis of the mechanical condition of internal combustion engines, carried out protocols of the use of measuring equipment for the 2.0 L gasoline test vehicle engine, multipoint injection and DIS COP ignition system, under ideal operating conditions and fault conditions. The advanced diagnosis of the mechanical condition of the internal combustion engine used the USB Autoscope IV, executing the equipment's own programming languages, following the programming language provided by the SCRIPT PX and the SCRIPT CSS by the equipment, obtaining data from the quantitative and graphic view of compression ratio, engine speed, distribution phases, valve opening angles, valve closing angles, volumetric efficiency, power losses, cylinder efficiency and characteristics of the phonic wheel; as well as; measurement of post combustion gases in idle and acceleration tests, in different test conditions such as tuning and fault conditions in the test car. To perform the advanced diagnosis of the mechanical condition of the internal combustion engine, data flow analysis was applied as an efficient method of study.

Key word: USB autoscope, Advanced diagnosis, SCRIPT PX, SCRIPT CSS, Post combustion.

## Capítulo I

### Planteamiento del problema de investigación

#### Antecedentes

La nueva generación del diagnóstico del automóvil a través de equipos de alta tecnología, desarrolló las competencias y capacidades de técnicos, ingenieros y personas vinculadas al mantenimiento automotriz dotando de una mejor capacidad de análisis del estado de los sistemas complementarios de los motores de combustión interna, mediante la visualización, grabación y análisis de las señales en todos los sistemas del vehículo, en particular de sensores, actuadores, sistemas eléctricos – electrónicos, sistemas de suministro de combustible, sistemas de admisión, sistemas post – tratamiento de emisiones y mecánica del motor. (Escuela Politécnica Nacional, 2021)

El uso eficiente de información en tiempo real aseguró un diagnóstico eficiente sobre el estado y operación de los sistemas eléctricos, electrónicos y mecánicos del vehículo, lo que permite realizar el diagnóstico rápido y óptimo de los motores de ciclo Otto y Diésel. (Morocho, 2019)

El uso eficiente de hardware y software creó un sistema que proporciona la captura continua de datos, lo que amplía en gran medida la funcionalidad de la visualización, grabación y análisis de las señales en sistemas complementarios de los motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado, para el procesamiento a través de técnicas BATCH para lotes de grandes volúmenes de datos y procesamiento en STREAM por modelo de flujo de datos coligados a hechos que fluyen continuamente a través de una red de transformación que componen el sistema vehicular. (Chávez, 2021)

Las fallas mecánicas en los motores de combustión interna de los automóviles son muy comunes y sus causas varían, así como las formas de solucionarlas y las situaciones donde pueden ocurrir; en el mejor de los casos, un inconveniente de este tipo implica detener el

coche, revisarlo y afrontar los costos de reparación. Hay que recordar que esto te puede suceder en una carretera alejada y sin posibilidades de comunicarte con un taller. Es importante conocer un poco más sobre las fallas de un automóvil, cuáles son las más frecuentes, y cómo prevenirlas para cuidar el estado mecánico del motor del vehículo y evitar imprevistos. (Aprende INSTITUTE, 2022)

Gran cantidad de vehículos modernos, no puede cumplir con la revisión técnica vehicular debido a problemas mecánicos que nos presenta el motor, esto por la falta de diagnóstico de los componentes del motor y el incorrecto mantenimiento periódico que se debe realizar. (Intriago, 2010)

La nueva generación del diagnóstico del automóvil a través de equipos de alta tecnología, desarrolla las competencias y capacidades de técnicos, ingenieros y personas vinculadas al mantenimiento automotriz dotando de una mejor capacidad de análisis del estado de los sistemas complementarios de los motores de combustión interna, mediante la visualización, grabación y análisis de las señales en todos los sistemas del vehículo, como es la mecánica del motor. El uso eficiente de información en tiempo real asegura un diagnóstico eficiente sobre el estado y operación del estado mecánico del motor del vehículo, lo que permite realizar el diagnóstico rápido y óptimo de los motores de ciclo Otto y Diésel. (Morocho, 2019)

El diagnóstico del estado mecánico del motor de combustión interna con equipo avanzado ayuda entender y diferenciar los distintos problemas mecánicos que nos presenta el motor de combustión interna, obteniendo información relevante sobre la vida y los diferentes componentes del motor en funcionamiento. Estos datos del estado del mismo pueden ser utilizados para una reparación rápida y precisa a través de técnicas BATCH para lotes de grandes volúmenes de datos y procesamiento en STREAM por modelo de flujo de datos

coligados a hechos que fluyen continuamente a través de una red de transformación que componen el sistema vehicular. (Olger Criollo, 2014)

La carencia de una guía técnica que permita consultar sobre parámetros de funcionamientos reales y precisos de la mecánica del motor ha causado que el diagnóstico de posibles averías en el correcto funcionamiento del motor, sea extremadamente largo, y muchas veces indetectables, por la dificultad que esto implica y por la poca información disponible de manuales. (Héctor Matute, 2014)

### **Planteamiento del problema**

El desarrollo tecnológico de los sistemas vehiculares tanto en motores de ciclo OTTO y DIÉSEL, acompañado del crecimiento del parque automotor mundial, creó una demanda de servicio postventa vinculado al mantenimiento del automóvil, es así que se buscó optimizar los procesos de diagnosis a través de técnicas que garanticen la fiabilidad del diagnóstico de averías con altos grados de eficiencia y optimización de tiempos, de tal manera que se redujeron costes de mantenimiento , así como, las regulaciones ambientales nacionales y aprobación de los procesos previos a la matriculación vehicular; se creó la necesidad de buscar alternativas de diagnóstico de averías mediante el uso eficiente de equipos y técnicas en el servicio de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de los sistemas vehiculares de los automóviles en el sector público y privado.

De tal manera que se expuso posibles medidas y soluciones a la problemática planteada, se propuso la investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en sistemas complementarios de los motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado.

Los protocolos de diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor, identificando averías con altos grados de eficiencia y optimización de tiempos, de tal manera que se

redujeron costes de mantenimiento, así como, las regulaciones ambientales nacionales y aprobación de los procesos previos a la matriculación vehicular, diagnóstico el cual se realizó mediante el uso eficiente de equipos.

A través de una metodología innovadora con un diagnóstico por nuevas técnicas con el uso de equipos de última generación, este proceso resultó más eficaz para lo cual se determinó el estado mecánico del motor, mediante el uso de datos en tiempo real con un método de procesamiento adecuado se determinó el tipo de mantenimiento que se desarrolló preventivo, predictivo y correctivo, puesto que, una avería mecánica del motor pudo generar pérdida del torque y potencia del motor, vibraciones, ruidos además de un consumo de combustible incorrecto, por lo que se propuso la investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en sistemas complementarios de los motores de combustión interna.

### **Justificación e importancia**

El presente proyecto se enfocó en la reducida información que existe del proceso de diagnóstico y a los avances tecnológicos que correspondieron al estado mecánico del vehículo, es necesario un mayor conocimiento en el análisis avanzado del estado mecánico del motor para lo cual se efectuó un diagnóstico eficaz y preciso en motores de combustión interna, tomando en cuenta la información experimental recopilada de nuevas técnicas y equipos de diagnóstico, siendo de gran importancia la utilización de un equipo avanzado para un diagnóstico más rápido y preciso del motor.

El diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor de combustión interna con equipo avanzado ayudó a entender y diferenciar los distintos problemas mecánicos que presentó el motor de combustión interna, donde se obtuvo información relevante sobre la vida y los diferentes componentes del motor en funcionamiento.

El alcance del trabajo se basó en la visualización, grabación y análisis del estado mecánico en motores de combustión interna mediante en el cual se desarrolló protocolos de diagnóstico avanzado, ya que en la actualidad los equipos de diagnóstico automotriz presentaron resultados muy superficiales donde es necesario la intervención de los técnicos, ingenieros y personas vinculadas al mantenimiento automotriz donde se interpretó y se atendió los problemas del diagnóstico del motor, el diagnóstico automotriz avanzado se realizó con dispositivos que permitieron visualizar, grabar y analizar señales que se presentaron en sistemas vehiculares donde se localizó averías en sistemas de encendido, distribución de gases y mecánica del motor.

### **Descripción del proyecto**

El presente trabajo de integración curricular para el desarrollo de protocolos de diagnóstico del estado mecánico de los motores de combustión interna a través de visualización, grabación y análisis de datos”, consideró lo siguiente:

Se fundamentó de manera científica a través de fuentes Bibliográficas confiables mediante bases de datos digitales, normativas, manuales y artículos referentes a motores de combustión interna y diagnóstico avanzado del estado mecánico a través de técnicas como BATCH y STREAM.

Se estableció un procedimiento idóneo para el uso eficiente de equipos de medición y diagnóstico automotriz con tecnología de punta que determinó el estado mecánico del motor, a través del procesamiento de volúmenes de datos y modelo de flujo de datos coligados de los sistemas vehiculares con flujos de información en tiempo real.

Se elaboró diagramas de flujo mediante el código ASME sobre el uso del equipo de diagnóstico, técnicas de diagnóstico y donde se determinó el estado del estado del motor de combustión interna.

Se desarrolló un protocolo mediante las normas NTE INEN 961 donde se establecieron las condiciones de ensayo aplicable a la evaluación del rendimiento de los M.C.I. que se presentaron relacionados al procesamiento de la información a través de técnicas para lotes de grandes volúmenes de datos y procesamiento por modelo de flujo de datos coligados a hechos que fluyen continuamente a través de una red de transformación que componen el sistema vehicular donde se determinó condiciones de fallo mecánicos del motor mediante diagnóstico avanzado.

Se procesó la información a través de técnicas BATCH y STREAM por modelo de flujo de datos de los subsistemas del motor de combustión interna de tal forma que se procesó la información de manera gráfica y analítica como método de diagnóstico avanzado y se determinó la condición mecánica del motor de combustión interna, donde se consideró señales analógicas y digitales donde se encontró fallos en sistemas electrónicos del vehículo y se analizó la parte mecánica de motores donde se visualizó los oscilogramas grabados y almacenados

## **Objetivos del proyecto**

### ***Objetivo general***

Investigar la visualización, grabación y análisis de las señales para el diagnóstico avanzado del estado mecánico de los motores de combustión interna.

### ***Objetivos específicos***

- Realizar un método de diagnóstico del estado mecánico de los motores de combustión interna a través de técnicas BATCH.
- Reconocer el funcionamiento adecuado para un diagnóstico avanzado del estado mecánico de los motores de combustión interna mediante el uso del equipo de medición y diagnóstico automotriz.

- Investigar el proceso adecuado de implementación de protocolos de diagnóstico automotriz, dentro de la normativa vigente nacional.
- Conocer los parámetros del diagnóstico más eficaz de los elementos mecánicos de los motores de combustión interna.
- Procesar de manera gráfica a través de la técnica BATCH para lotes de grandes volúmenes de datos para determinar el estado de los sistemas complementarios del motor de combustión interna.
- Optimizar el diagnóstico de averías del estado mecánico de los motores de combustión interna por procesamiento de datos en tiempo real mediante la técnica STREAM.
- Ejecutar el diagnóstico del estado mecánico de los motores de combustión interna que presente fallas mecánicas para poder visualizar e interpretar el funcionamiento de equipo digitales para encontrar fallos en sistemas electrónicos del vehículo y analizar la parte mecánica de motores durante la visualización o posteriormente sobre los oscilogramas grabados y almacenados.
- Recolectar información de los datos que se obtienen en tiempo real y flujo de datos para desarrollar la correlación que existe entre los datos obtenidos y el estado mecánico del motor de combustión interna.
- Interpretar el estado mecánico de los motores de combustión interna mediante el análisis de los resultados obtenidos del diagnóstico avanzado.
- Concluir el trabajo investigativo con los resultados obtenidos durante el desarrollo del mismo, previo a la presentación y defensa final.

### **Hipótesis**

El procesamiento de datos de los sistemas complementarios de los motores de combustión interna a través de técnicas BATCH y STREAM desarrollará una metodología de diagnóstico avanzado con una eficiencia del 95%.

**Variables de investigación**

Para el presente proyecto se establecerán variables dependiente e independiente.

***Variable dependiente***

Diagnóstico mecánico avanzado en motores de combustión interna.

***Variable independiente***

Uso de equipos de alta tecnología en el diagnóstico mecánica del motor de combustión interna.

## Capítulo II

### Fundamentación Teórica

#### Puesta a punto del motor de combustión interna

El motor del automóvil debe funcionar correctamente ante diversos tipos de condiciones de operación, de no ser así puede ser necesario una serie de operaciones que se efectúan para ajustar el motor a sus condiciones óptimas de funcionamiento. La puesta a punto del motor restablece la capacidad de conducción, la potencia y rendimiento del motor, y se debe realizar en los periodos de tiempo que el fabricante indica en el manual del vehículo. (Crouse & Anglin, 2005)

Algunas de las operaciones que se realiza para la puesta a punto del motor son:

- Cambio de aceite y filtro de aceite.
- Cambio de filtro de aire y combustible.
- Limpieza o cambio de bujías e inyectores.
- Revisión de los niveles de líquido anticongelante.
- Revisar el sistema de distribución y batería.

#### Vehículo de prueba VP

El vehículo de prueba es una SUV todoterreno del segmento C producido por el fabricante surcoreano Kia Motors. (Kia, 2019)

#### Tabla 1

*Características del motor*

KIA SPORTAGE R SL AC 2.0 5P 4X2 TM	
Tipo	Inyección Multipunto
Cilindrada (cc)	1998

---

**KIA SPORTAGE R SL AC 2.0 5P 4X2 TM**


---

Cilindros	4 en línea
Potencia máxima (ps@rpm)	166 a 6.200 RPM
Torque máximo (kg.m@rpm)	20,1 a 4.600 RPM
Sistema de válvulas	16 válvulas D-CVVT
Sistema de encendido	DIS COP
Combustible	Gasolina
Tipo	K-Tronic

---

*Nota.* En la tabla se muestra las características importantes del motor del motor del vehículo de prueba. Tomado de (Kia, 2019)

### **Sensores automotrices**

#### ***Sensor de posición del cigüeñal (CKP)***

El sensor tiene el cometido de determinar el número de revoluciones y la posición del eje del cigüeñal. Por lo general están ubicados cerca del volante de inercia, en una corona dentada. (Alonso, 2019).

**Sensor inductivo.** Este tipo de sensor cuenta por lo general cuenta con 2 cables, muchas de las veces no cuentan con una línea de alimentación, porque a la ECU solo le interesa la frecuencia producida. (Alonso, 2019).

### **Figura 1**

*Sensor CKP*



*Nota.* Se indica el sensor de posición del cigüeñal y la distribución de pines. Adaptada de Electrónica y servicio. Tomado de (Orozco, 2021)

### **Sensor de posición del árbol de levas (CMP)**

Este sensor lee las estrías en los engranajes del árbol de levas, por lo que la computadora reconoce el estado de los cilindros y los activa sincrónicamente secuencia de inyectores.

Está ubicado detrás de la tapa de sincronización en la parte delantera del motor. Si este sensor no funciona, el motor no funcionará. Inicialmente, la computadora interpretará esta señal como que el motor no está girando. (Vélez, 2012)

**Sensor efecto Hall.** Emite una señal cuadrada de voltaje que es recibida por la ECU, este sensor de efecto hall cuenta con 3 cables. (Vélez, 2012)

### **Figura 2**

*Sensor CMP*



*Nota.* Se observa en la figura el sensor de posición del árbol de levas y la distribución de pines. Adaptada de Electrónica y servicio. Tomado de (Orozco, 2021)

## USB Autoscope IV

Permite visualizar, grabar y analizar todos los tipos de señales presentes en sistemas eléctricos, electrónicos del vehículo, sistemas de encendido, los mecanismos de distribución de gas y la mecánica del motor.

Muestra la información más precisa de los estados de operación de los sistemas electrónicos y mecánicos del vehículo, el equipo realiza el diagnóstico rápido de los motores usando los scripts, CSS, PX y el POWER. (Cuenca, 2021)

### Figura 3

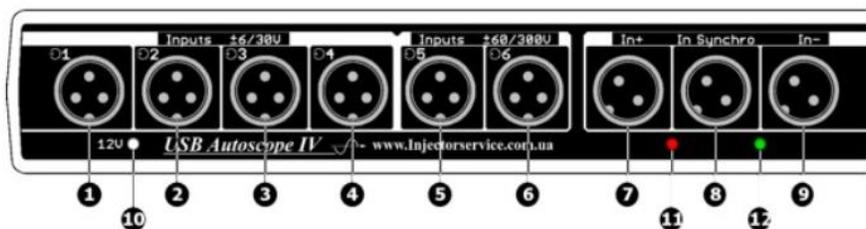
*USB Autoscope IV y accesorios*



*Nota.* Se muestra el USB Autoscope IV y sus diferentes accesorios como las puntas de medición, transductor, sincronizador, cables universales, etc. Tomado de ([http://autoscope.eu/wp-content/uploads/2022/02/usb\\_autoscope\\_4\\_full-kit\\_1024.jpg](http://autoscope.eu/wp-content/uploads/2022/02/usb_autoscope_4_full-kit_1024.jpg))

### ***Elementos del panel frontal***

La parte frontal del USB Autoscope se conforma de 9 pines de entrada, los cuales se conectan al motor o computadora para uso del software USB Oscilloscope.

**Figura 4***Pines del panel frontal*

*Nota.* En la imagen se observa la ubicación y numeración de los pines frontales del USB Autoscope IV. Tomado de (Technology, 2015)

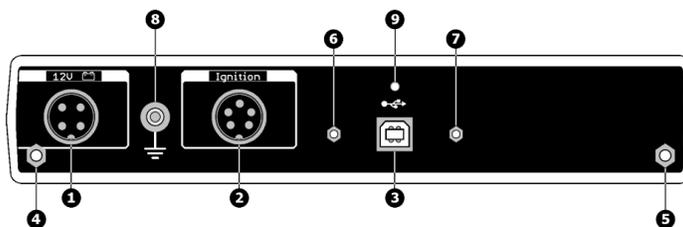
- **Pines del 1 al 4.** Conexiones de entradas analógicas y un rango de tensión de entrada  $\pm 6/30V$
- **Pines del 5 al 6.** Conexiones para entradas analógicas y un rango de tensión de entrada  $\pm 60 / 300 V$ .
- **Pines 7 & 9.** Conexiones "In+" e "In-", sólo funciona cuando la entrada "12 V" está alimentada. Se utilizan para la conexión de las sondas de alta tensión. Las señales de las sondas de alta tensión se suman inversamente y van a la entrada analógica 8.
- **Pin 8.** Conexión "In Synchro", sólo funciona cuando la entrada "12 V" está alimentada. Se utiliza para el transductor de sincronización (disparo) que se utiliza para detectar la chispa de encendido. La señal del transductor va a la entrada analógica 7 a través de un detector de picos.
- **Pin 10.** Indicador de potencia de los transductores.
- **Pines 11 & 12.** Indicador de polaridad de impulsos del transductor de sincronización, sólo funciona cuando la entrada "12 V" está alimentada.

### ***Elementos del panel trasero***

La parte trasera del USB Autoscope cuenta de 9 pines, que se conectan a diferentes partes del vehículo y del computador para uso del software USB Oscilloscope.

**Figura 5**

*Pines traseros USB Autoscope IV*



*Nota.* En la imagen se observa la ubicación y numeración de los pines traseros del USB Autoscope IV. Tomado de (Technology, 2015)

- **Pin 1.** Conexión de 12 V. Se utiliza para alimentar determinados transductores que se conectan a las entradas. Se conecta a la batería del vehículo diagnosticando a través del cable de alimentación.
- **Pin 2.** Conexión de encendido. Entradas analógicas 7, 8.
- **Pin 3.** Conexión USB. Se utiliza para conectar el USB Autoscope IV al puerto USB 2.0 480 Mbit/s (HI-SPEED) de un ordenador portátil o PC. La conexión utiliza un cable USB 2.0 tipo A-B.
- **Pines 4 & 5.** Distanciadores para fijar el dispositivo al soporte de dispositivos.
- **Pines 6 & 7.** Distanciadores para fijar el colgador del cable USB.
- **Pin 8.** Terminal de tierra del dispositivo.
- **Pin 9.** Indicador de estado USB.

### **Accesorios**

El USB Autoscope IV cuenta de varios accesorios para las mediciones de los sensores y actuadores. Dependiendo de los accesorios estos se pueden conectar en el USB Autoscope, motor y computadora.

**Tabla 2***Accesorios del USB Autoscope*

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Imagen</b>
2	Cable universal XLR	
1	Transductor de presión	
1	Sensor de sincronización	
1	Extensión flexible de rosca 12 y 14	
1	Chispómetro	
2	Sonda de prueba	
2	Punta de medición con aguja	

Nota. Esta tabla muestra los accesorios del USB Autoscope IV, las cantidades y una imagen referencial del accesorio. Tomado de (Autoscope, 2014)

### ***Transductor de presión***

Son sensores que transforman la presión del cilindro del motor en una señal eléctrica para su posterior análisis a través de un osciloscopio, en base a la frecuencia y amplitud, por medio de esto se puede dar una conclusión del funcionamiento y estado del motor de combustión interna, se puede diagnosticar problemas de combustión, compresión y sincronización de encendido. (Chavez, 2021)

Es posible colocar transductores de presión de bujías, lo que permite conseguir datos en tiempo real cuando el vehículo está en funcionamiento. (mechacnic.com.au, 2020)

### **Figura 6**

*Transductor de presión*



Nota. Tomado de Autoscope, por Autoscope, 2021. Tomado de ([http://autoscope.eu/wp-content/uploads/2014/11/px35\\_1024.jpg](http://autoscope.eu/wp-content/uploads/2014/11/px35_1024.jpg)).

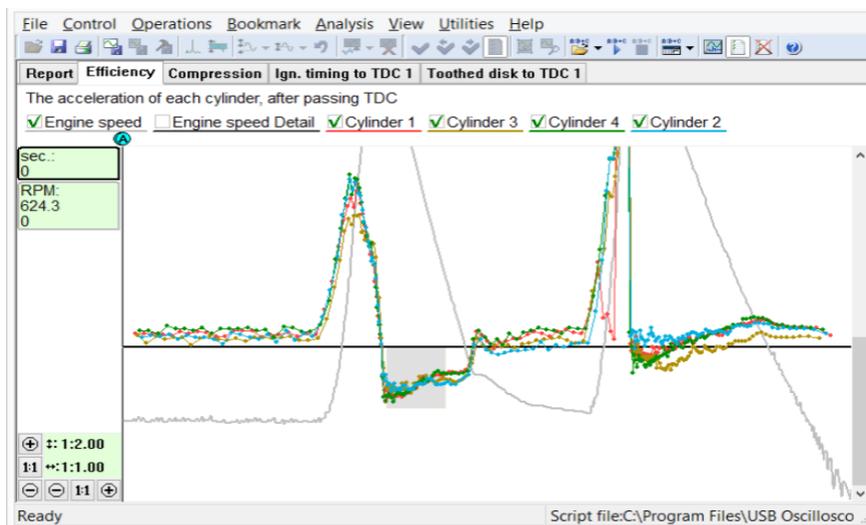
### **SCRIPT CSS**

Este script está diseñado para determinar las causas de la falta de uniformidad de los cilindros del motor a través de la comparación de su eficiencia en los distintos regímenes de su funcionamiento. Permite determinar de manera exacta cuál de los cilindros no está funcionando correctamente y en cual sistema se encuentra el problema: el sistema de combustible, sistema de encendido o en la parte mecánica del motor. (Cuenca, 2021)

También el script calcula las características de la rueda fónica y del sensor de cigüeñal, entregando los resultados de forma gráfica.

## Figura 7

Grafica del SCRIPT CSS



*Nota.* Muestra los gráficos de eficiencia de los cilindros en los diferentes regímenes del funcionamiento del motor. Tomado de (Cuenca, 2021)

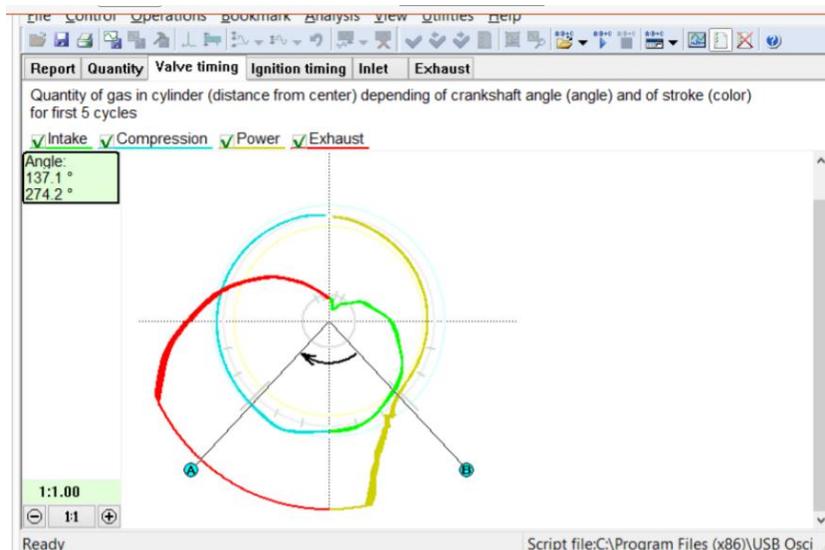
## SCRIPT PX

Este SCRIPT está diseñado para un análisis profundo de la onda de presión en el cilindro. El análisis se indica de forma textual y gráfica.

Dentro del SCRIPT PX se observa la cantidad de gas en función del ángulo de rotación del cigüeñal, observando de una manera clara y fácil las fases de distribución de gases.

## Figura 8

Grafica con el SCRIPT PX



*Nota.* Indica las “fases de distribución de gases” del informe Px. Tomado de (Cuenca, 2021)

El SCRIPT PX analiza la posición relativa entre el pico de presión del cilindro y el pulso de sincronización de la bujía, dando como resultado un gráfico de avance de encendido en velocidad del motor y base a la carga. Además, el PX indica el gráfico de llenado del cilindro durante la carrera de admisión. (Cuenca, 2021).

### Analizador de gases automotriz

Un analizador de gases de escape mide los gases contaminantes que emite el vehículo. Se coloca una sonda en la tubería de salida para detectar los gases de escape.

Las emisiones que se miden son el oxígeno ( $O_2$ ), si es alto es producto de una mezcla pobre y si es bajo es a causa de una mezcla rica, normalmente el oxígeno debe ubicarse debajo del 2%. Dióxido de carbono ( $CO_2$ ), mientras mal alto mejor, su rango es entre 12 y 15% en volumen. Monóxido de carbono (CO) es uno de los gases más perjudiciales por lo que su valor debe ser bajo, su rango es hasta 1 % en volumen y los hidrocarburos no quemados (HC), no debe superar las 200 ppm. (Mendoza, 2019)

El valor de lambda indica la relación aire combustible, la cual debe ser de 14,7 gr de aire por 1 gr de gasolina. Una lambda igual a 1 indica que la mezcla aire combustible es estequiométrica, una lambda mayor a 1, indica que existe una mezcla pobre y una lambda menor a 1, muestra una mezcla rica. (Augeri, 2011)

### ***Analizador de gases KANE PLUS 4-2***

Este analizador de gases es ultra portátil diseñado para trabajos automotrices. Capaz de medir en porcentajes los compuestos químicos que emana un motor de combustión interna por el escape hasta ciertos rangos de medición como se muestra en la tabla. (Kane, 2013)

**Tabla 3**

*Especificaciones del Kane plus 4-2*

<b>Parámetro</b>	<b>Resolución</b>	<b>Rango</b>
Monóxido de carbono	0,01%	0-10% Sobre rango 20%
Oxígeno	0,01%	0-21% Sobre rango 25%
Hidrocarburo	1ppm	0-5000 ppm Sobre rango 10000 ppm
Dióxido de carbono	0,1%	0-16% Sobre rango 25%
Óxido Nítrico	1ppm	0-1500ppm Sobre rango 5000 ppm
Monóxido de carbono corregido	0,01%	0-15%
Lambda	0,001	0,8-1,2

*Nota.* En la tabla se observa la resolución y rango de medición de los gases de escape del analizador de gases. Tomada de (Kane, 2013)

Cuenta con una pantalla LCD grande para visualizar todos los datos simultáneamente, capaz de conectarse vía bluetooth a la computadora o teléfono celular. (Globaltech, 2019)

### **Figura 9**

*Analizador de gases KANNE PLUS 4-2*



*Nota.* Muestra en porcentaje los compuestos químicos de los gases de escape. Tomado de (Kane, 2019)

### **Scanner automotriz**

Es utilizado para diagnosticar las fallas electrónicas producidas a través de los diferentes sensores y actuadores del vehículo, por medio del conector OBD2, el cual suele ubicarse debajo del volante o en la parte izquierda del acelerador.

El Funcionamiento consiste en generar códigos de falla que presenta el vehículo para proceder a dar una solución, y luego borrarlos de la computadora. (Booster, 2010)

### **Otofix D1**

Es un modelo universal, se conecta fácilmente con distintas marcas y modelos de vehículos americanos, asiáticos, europeos, Latinoamérica y China. (Otofix, 2017)

**Figura 10***Escáner automotriz OTOFIX D1*

**Nota.** En la imagen se observa la interface del escáner OTOFIX D1. Tomada de Otofif, por Otofif D1 (Otofif, 2017)

### **Norma Técnica Ecuatoriana**

#### ***NTE INEN 2204:2017***

La norma establece los límites permitidos de emisiones contaminantes producidas por los motores a gasolina de acuerdo al año de los vehículo y altitud, considerando la relación de dióxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC), para determinar la relación de rechazado o aprobado en una prueba. (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion, 2017)

**Tabla 4**

*Límites máximos de emisiones permitidos por fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)*

<b>Año modelo</b>	<b>% CO<sup>a</sup></b>		<b>ppm HC<sup>a</sup></b>	
	<b>0 - 1500<sup>b</sup></b>	<b>1500 - 3000<sup>b</sup></b>	<b>0 - 1500<sup>b</sup></b>	<b>1500 - 3000<sup>b</sup></b>
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1000	1200

Año modelo	% CO <sup>a</sup>		ppm HC <sup>a</sup>	
	0 - 1500 <sup>b</sup>	1500 - 3000 <sup>b</sup>	0 - 1500 <sup>b</sup>	1500 - 3000 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Volumen

<sup>b</sup> Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm)

*Nota.* En la tabla se muestra los límites máximos de emisiones permitidos para vehículos de gasolina en marcha mínima o ralentí. Tomado de (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2017)

### **NTE INEN 2203:2000**

La norma establece procedimientos de medición para determinar niveles de emisiones de gases, se especifica métodos de equipos, calibración, medición e informe para emisiones de gases de escape, bajo pruebas estáticas. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2000)

## Capítulo III

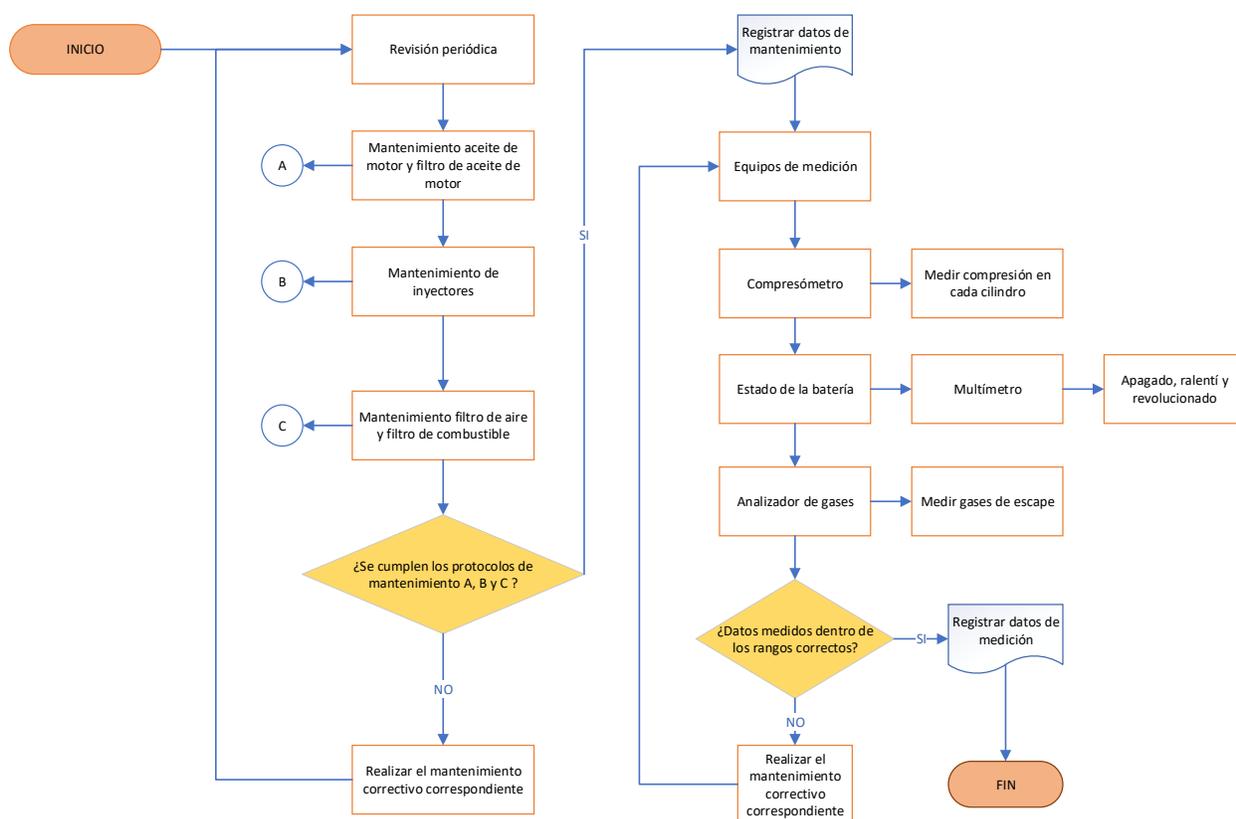
### Estudio de visualización, grabación y análisis de las señales del estado mecánico de los motores de combustión interna

#### Puesta a punto del motor de combustión interna

Es importante para la investigación obtener datos en estado ideal del vehículo, que permita un análisis de resultados eficiente con respecto a las pruebas de fallas y generar un protocolo que posibilite poner a punto el motor de combustión interna. Se detalla el protocolo para la puesta a punto del vehículo de prueba.

**Figura 11**

*Protocolo puesta a punto motor de combustión interna*

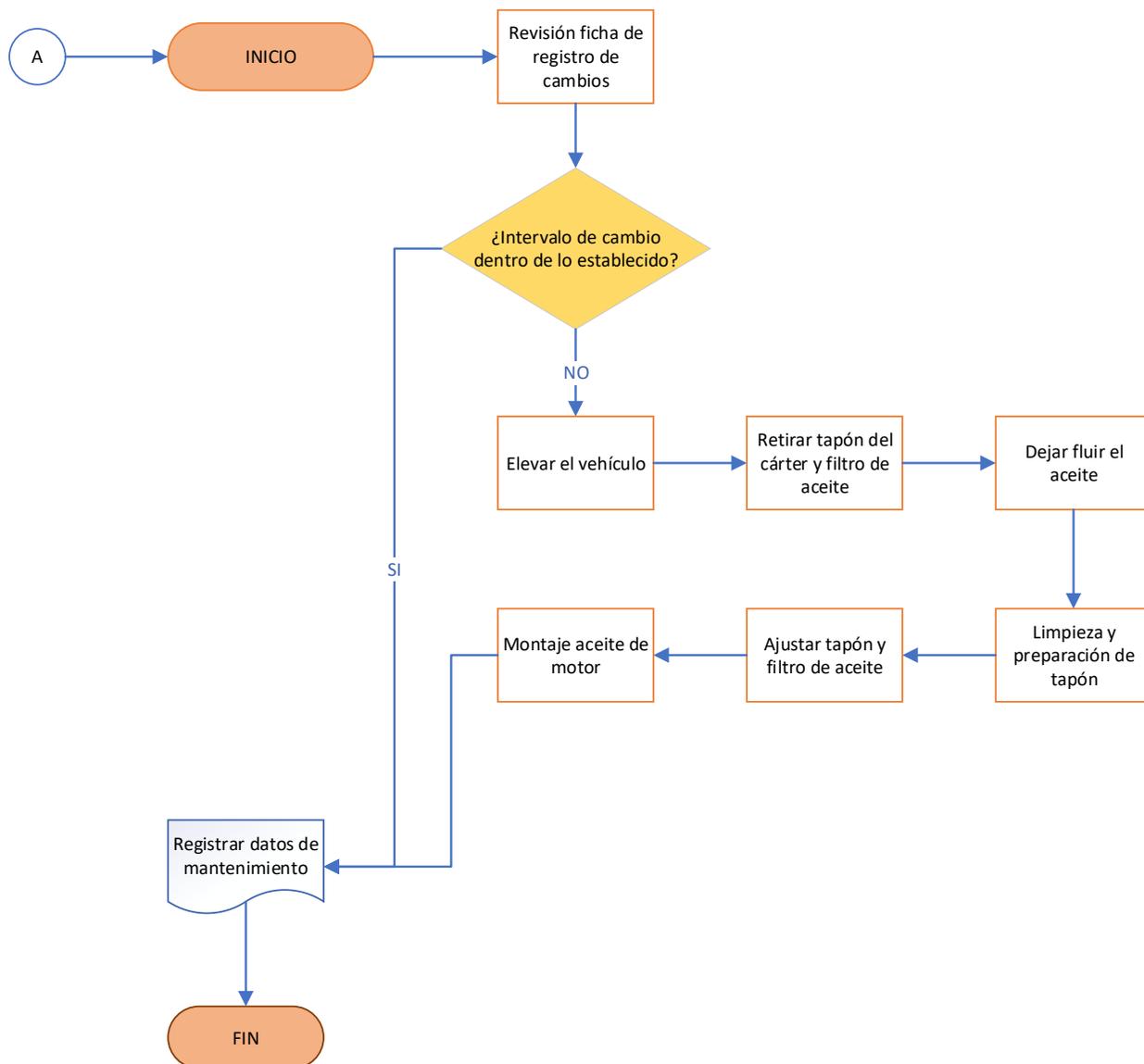


*Nota.* Diagrama de flujo presenta un protocolo de la puesta a punto de un motor de combustión interna que considera procesos de mantenimiento de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos.

Se refleja la sección A del protocolo de puesta a punto del motor de combustión interna, enfocado al mantenimiento preventivo del aceite y filtro de aceite.

**Figura 12**

*Sección A protocolo puesta a punto motor de combustión interna*

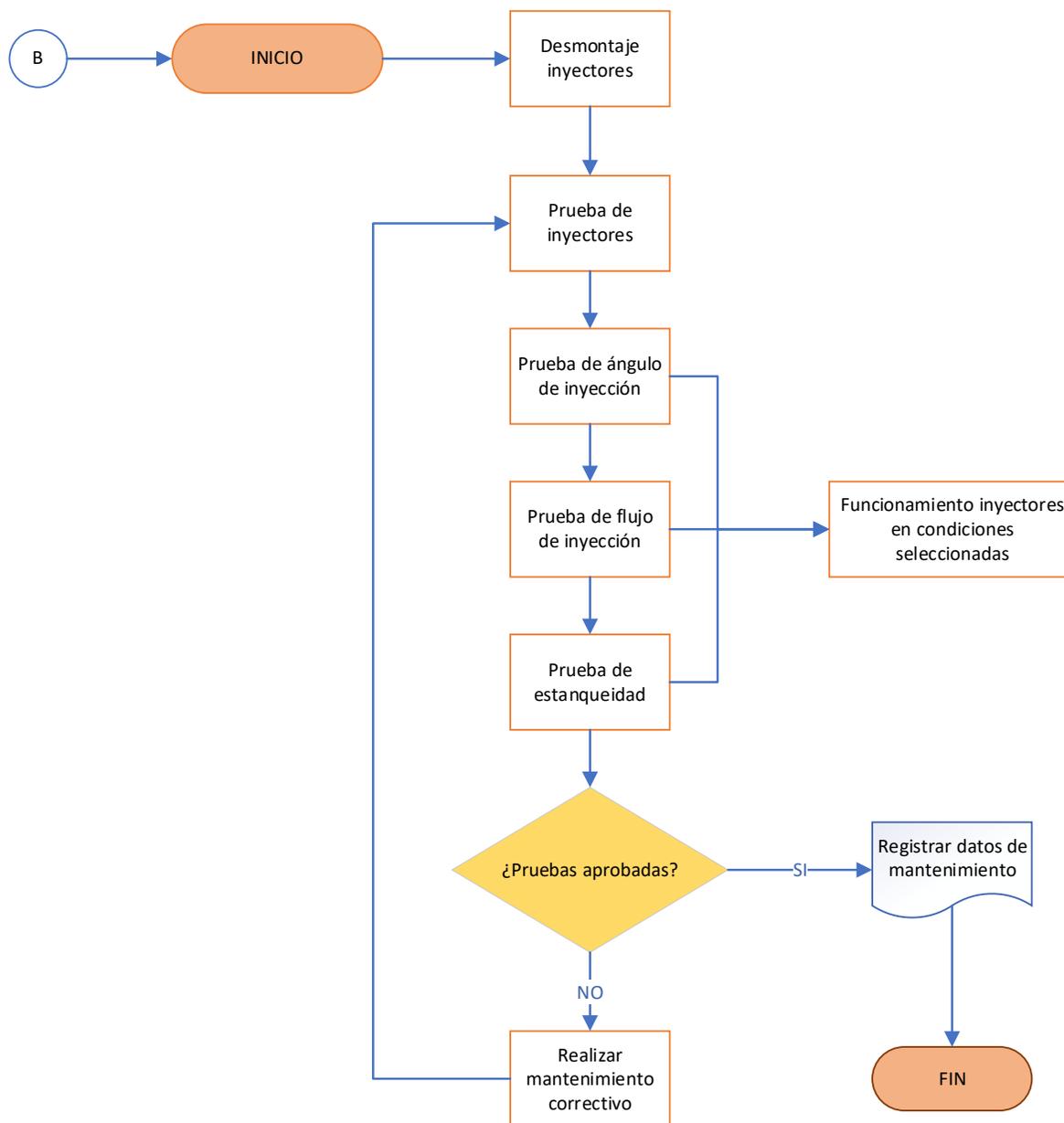


*Nota.* Diagrama de flujo sección A detalla el mantenimiento preventivo enfocado al lubricante del motor y filtro de aceite como parte del protocolo de puesta a punto del vehículo de prueba.

Se señala la sección B del protocolo de puesta a punto del motor de combustión interna, haciendo hincapié en el proceso de puesta a punto de los inyectores a gasolina.

**Figura 13**

*Sección B protocolo puesta a punto motor de combustión interna*

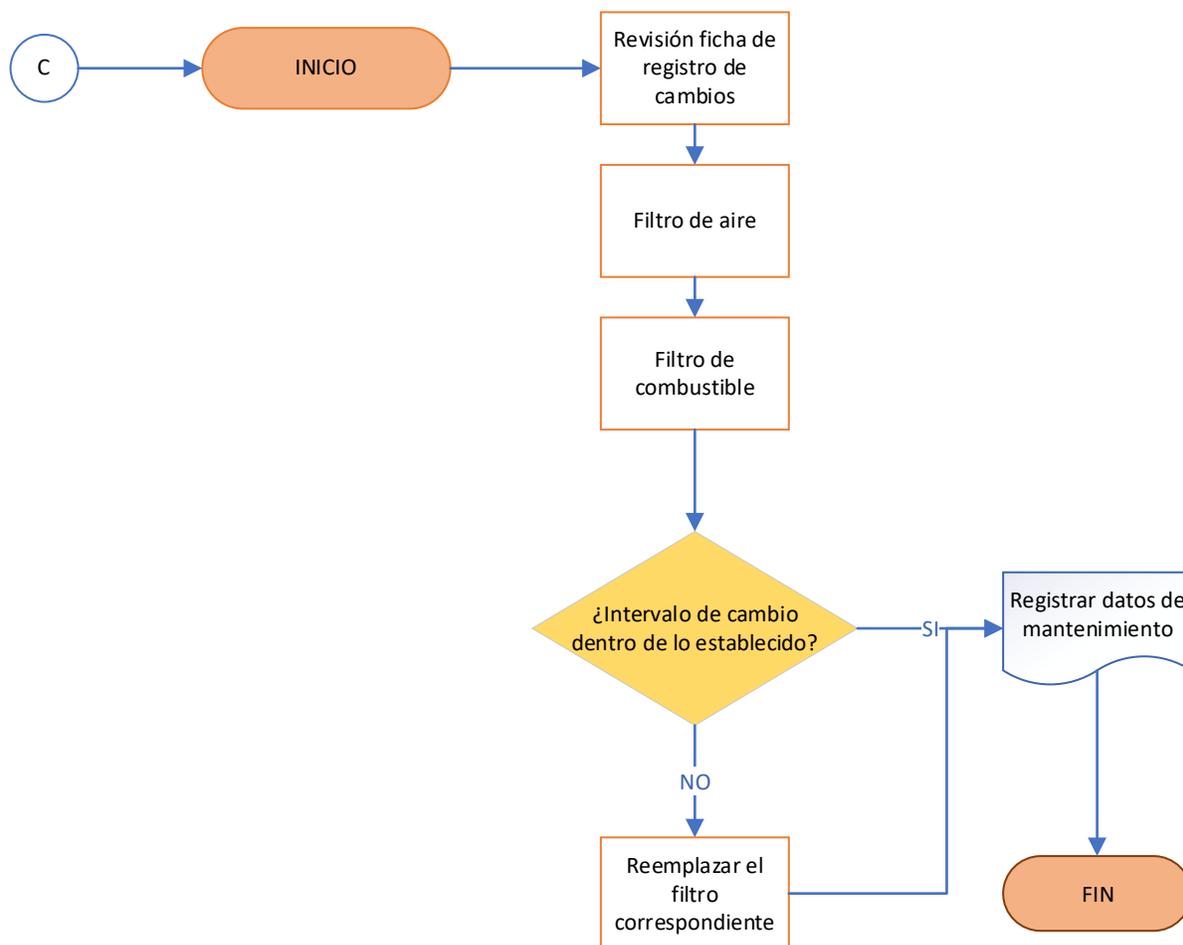


*Nota.* Diagrama de flujo sección B señala las cuatro pruebas de funcionamiento de un inyector como parte del protocolo de la puesta a punto del vehículo de prueba.

En la figura se visualiza la sección C del protocolo de puesta a punto del motor de combustión interna, en donde se señala con más énfasis el mantenimiento preventivo de los filtros, tanto de aire como de combustible.

**Figura 14**

*Sección C protocolo puesta a punto motor de combustión interna*



*Nota.* Diagrama de flujo sección C presenta el mantenimiento preventivo de los filtros tanto de aire como de combustible como parte del protocolo de la puesta del vehículo de prueba.

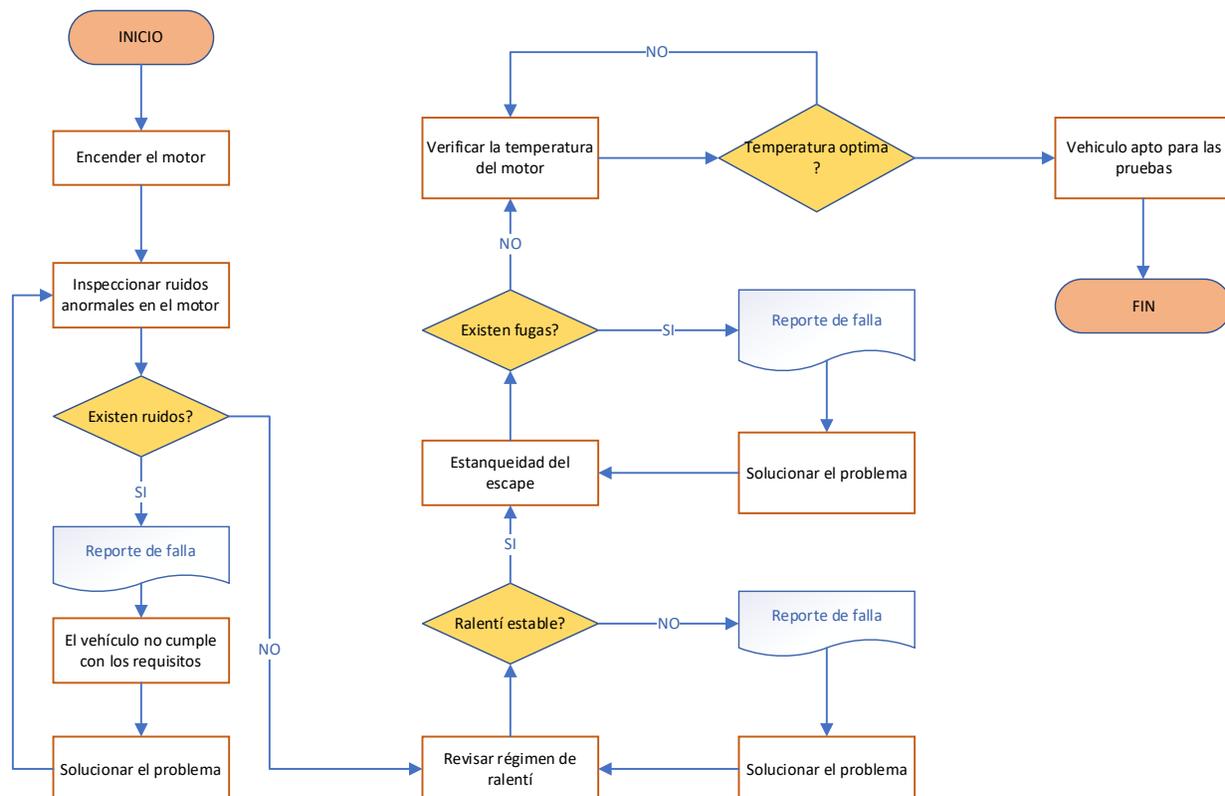
### **Verificación de la puesta a punto del motor**

Para utilizar los equipos de medición se debe tener una cuenta un protocolo que permita verificar que el vehículo de prueba se encuentre en óptimas condiciones y dar paso al uso de

los distintos equipos. Se observa el protocolo para la verificación de la puesta a punto del vehículo de prueba.

**Figura 15**

*Protocolo para verificación de la puesta a punto motor de combustión interna*



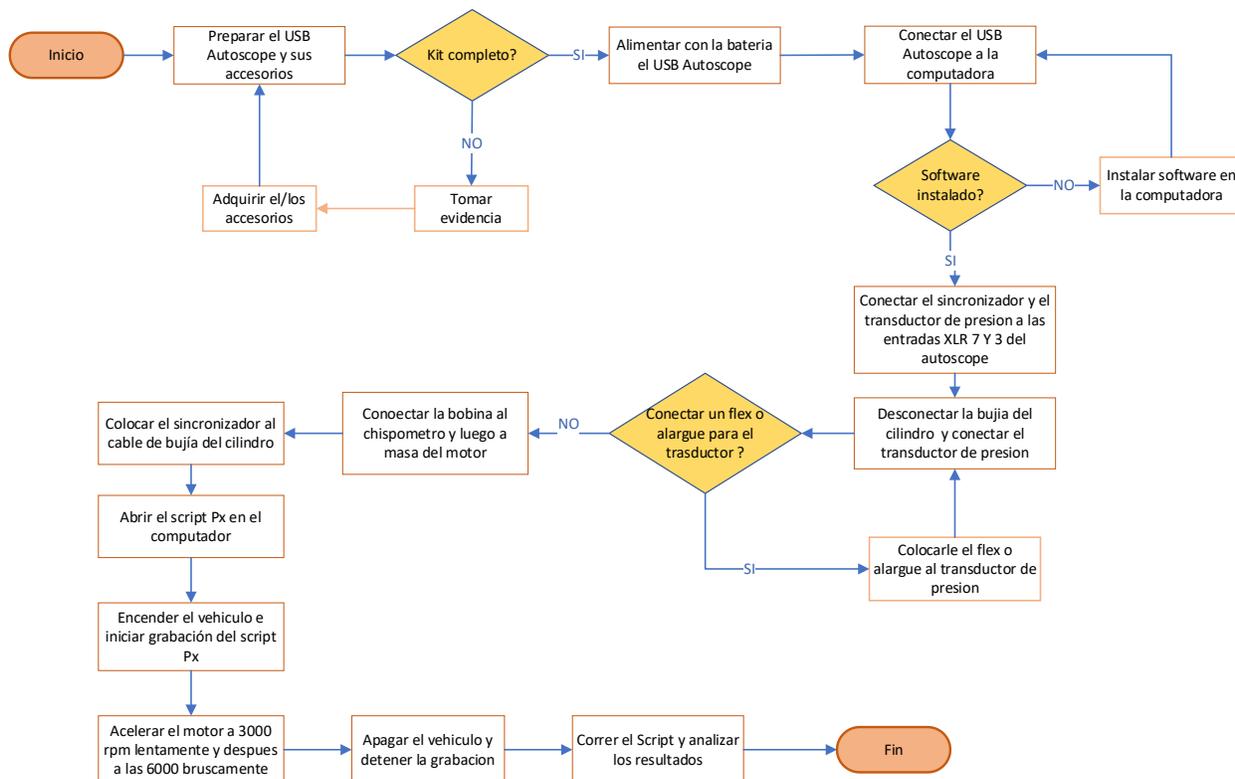
*Nota.* Diagrama de flujo presenta un protocolo de verificación de la puesta a punto del vehículo de prueba que considera los procesos de mantenimiento preventivos y correctivos realizados.

### Protocolo de ejecución de SCRIPTS USB Autoscope IV

Previo a realizar las diferentes pruebas en el motor del vehículo, se debe tener en cuenta el correcto manejo del USB Autoscope IV, se observa los protocolos de uso del equipo, en la ejecución del SCRIPT PX.

Figura 16

## Protocolo de uso del SCRIPT PX del USB Autoscope IV

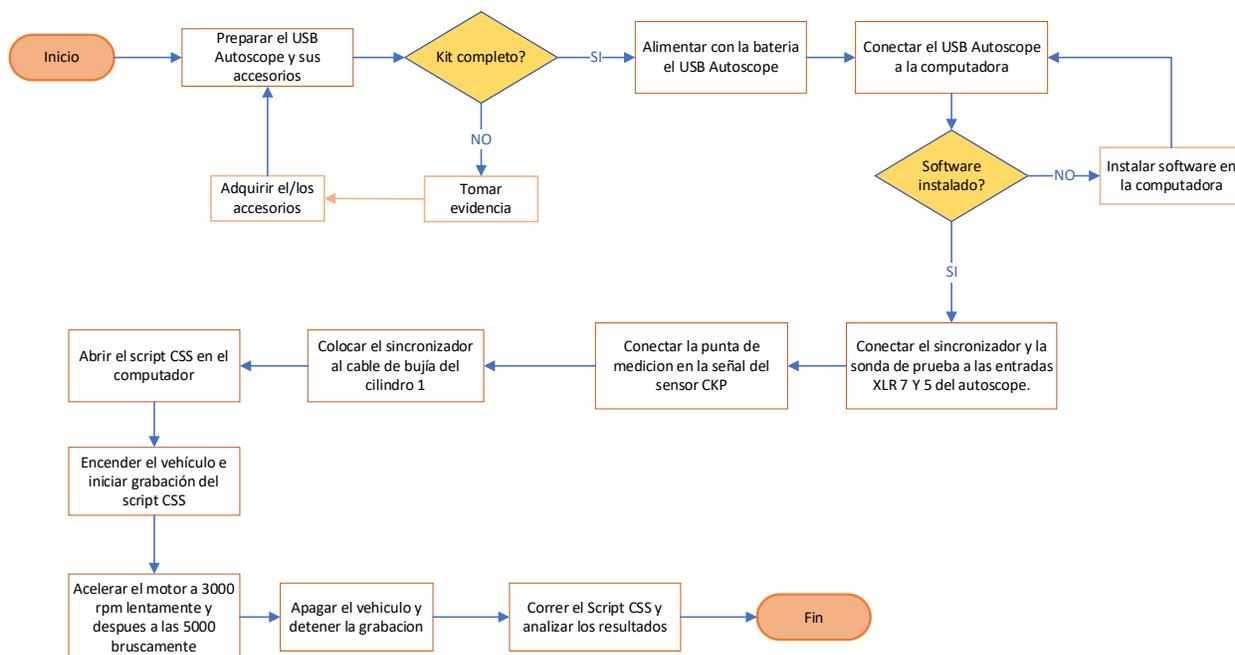


*Nota.* Diagrama de flujo presenta un protocolo de ejecución del SCRIPT PX que considera la manera de conectar los diferentes accesorios del equipo en el vehículo de prueba.

Se visualiza el protocolo de uso del SCRIPT CSS, ya que para cada prueba a ejecutar se debe conocer los diferentes accesorios que se necesitan para emplear de forma correcta el lenguaje de programación del USB Autoscope IV.

Figura 17

*Protocolo para de uso del SCRIPT CSS del USB Autoscope IV*



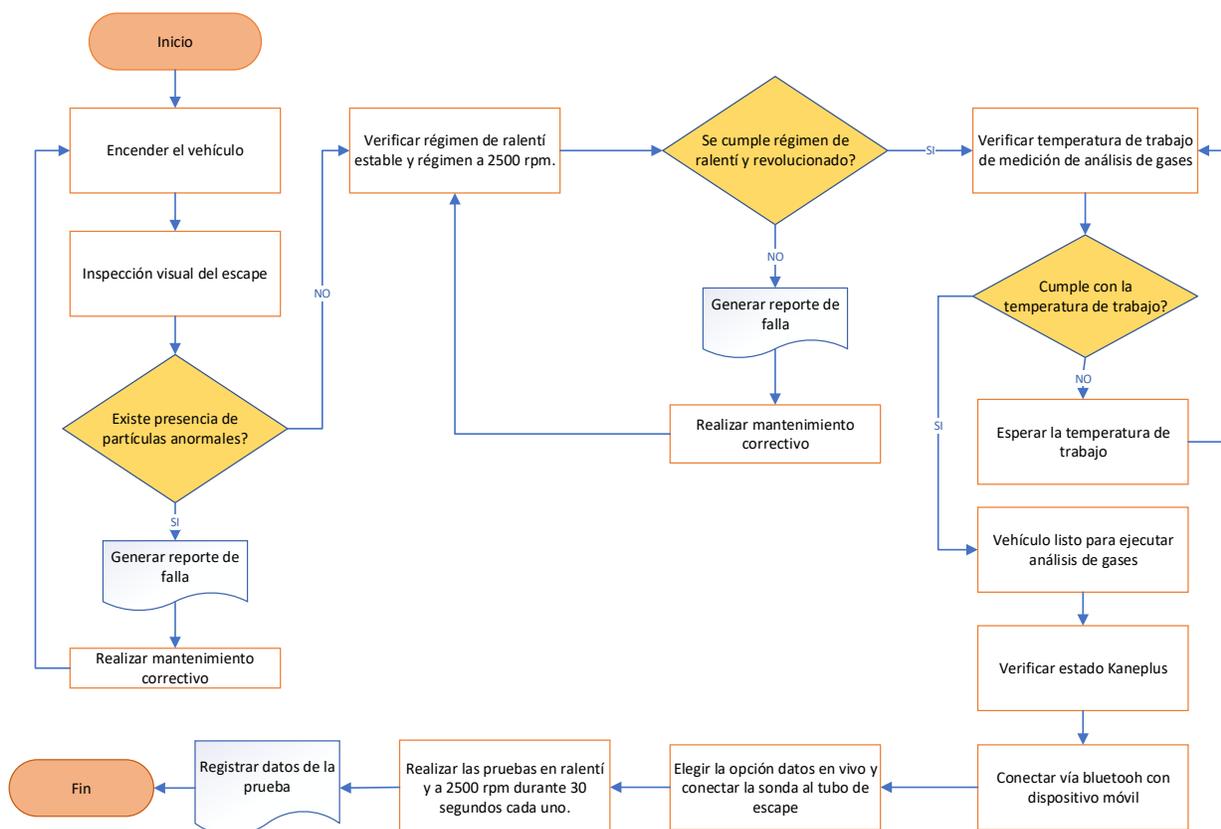
*Nota.* Diagrama de flujo detalla un protocolo de ejecución del SCRIPT CSS que considera la manera de conectar los accesorios en el vehículo de prueba.

### Protocolo de medición de gases

Para cada protocolo de prueba de los SCRIPTS del USB Autoscope IV se utiliza el analizador de gases a fin de determinar los resultados y la relación que puede tener en las distintas pruebas de falla, los gases post combustión del vehículo de prueba. Con el propósito de realizar un análisis en base al flujo de datos para el diagnóstico mecánico avanzado.

Figura 18

Protocolo para de uso del analizador de gases



*Nota.* Diagrama de flujo refleja un protocolo de uso del analizador de gases que considera el proceso para la medición de gases post combustión en estado ideal y en condición de falla.

### Pruebas en el motor

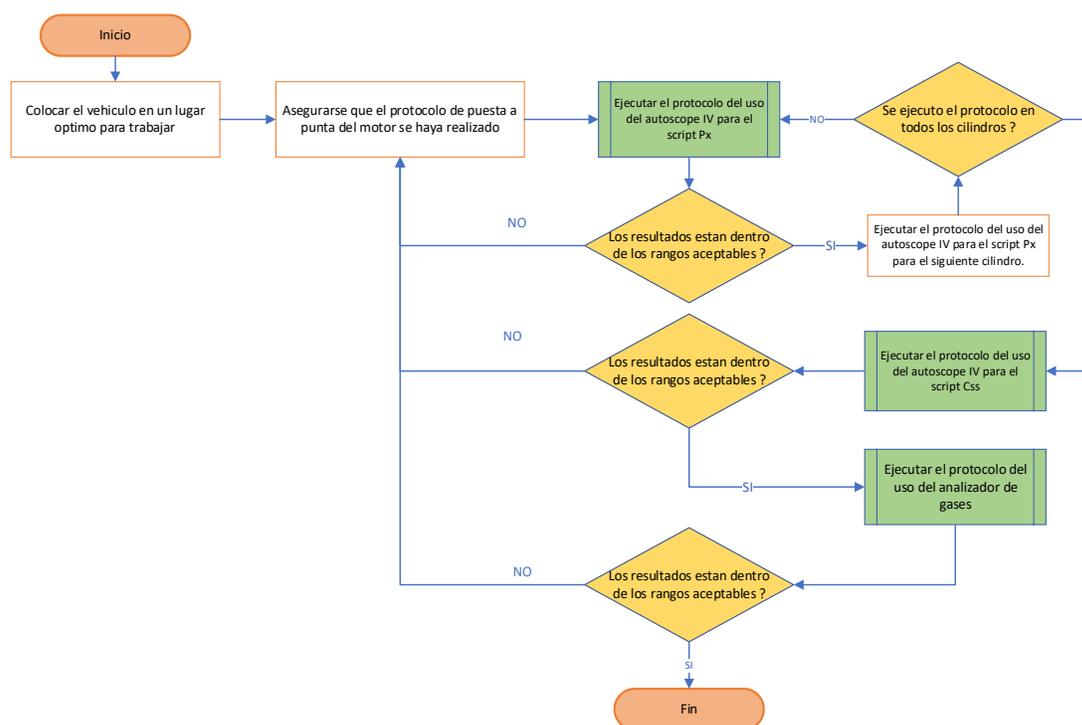
Para las pruebas en el motor se considera dos parámetros de estudio los cuales están instituidas en la toma de datos con el motor en estado normal e ideal, alcanzado mediante los protocolos de puesta a punto del vehículo de prueba, así como se detalla la incidencia en diferentes condiciones de fallo.

### Condiciones ideales

Para desarrollar las pruebas del USB Autoscope IV y del analizador de gases se ejecutó los protocolos de uso del SCRIPT PX, del SCRIPT CSS y de medición de gases en el vehículo de prueba.

**Figura 19**

*Protocolo para las pruebas del USB Autoscope IV y analizador de gases en condiciones ideales*



*Nota.* Diagrama de flujo de la ejecución de los protocolos SCRIPT PX, SCRIPT CSS y de medición de gases que considera el estado del vehículo de prueba en condiciones ideales del motor.

Para las pruebas se realizan cinco condiciones de fallas al motor de combustión interna, los cuales afectaran el rendimiento del motor, hecho que se visualiza mediante la ejecución de

los protocolos de uso del SCRIPT PX y del SCRIPT CSS del USB Autoscope IV en las diferentes condiciones detalladas.

Tomando en cuenta cada una de las fallas se ejecuta el protocolo de uso de medición de gases, llegando a tener un flujo de datos de dióxido de carbono, oxígeno e hidrocarburos que estarán bajo las condiciones estandarizados en la normativa.

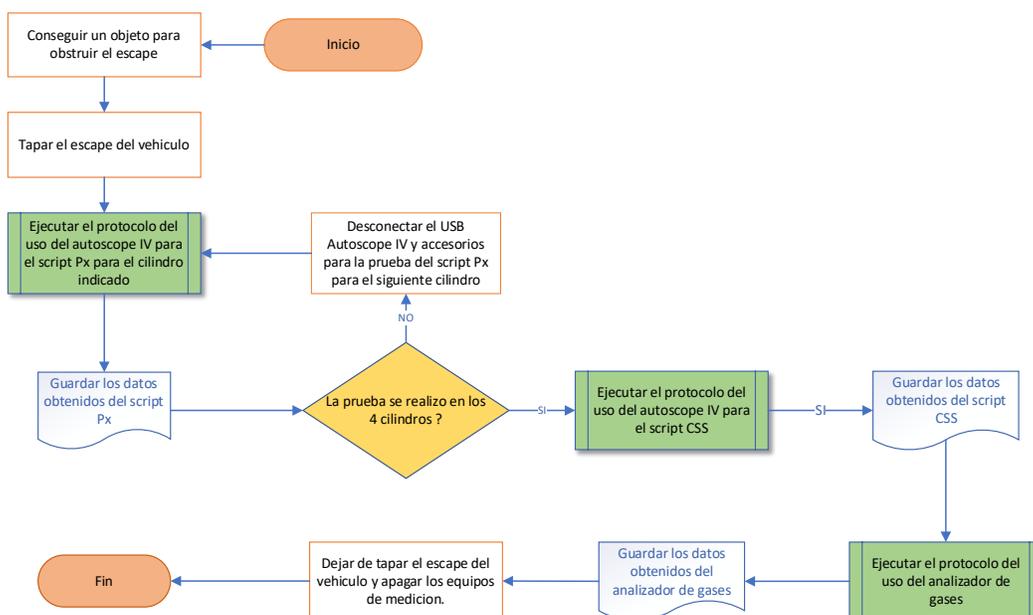
### **Primera falla - Escape obstruido**

En esta prueba se limita la salida de los gases de escape a partir de un sistema de mallado, restringiendo en un 90 % la evacuación de las emisiones post combustión del motor, generando así la condición de falla requerida, de este modo afectando la eficiencia del motor por acumulación de gases, incidiendo en el proceso de barrido del ciclo de escape.

Se ejecuta el protocolo del SCRIPT PX de la figura 16, el protocolo del SCRIPT CSS de la figura 18 y se ejecutó el protocolo de medición de gases de la figura 18.

### **Figura 20**

#### *Protocolo para las pruebas en condición de falla escape obstruido*



*Nota.* Diagrama de flujo refleja la ejecución de los protocolos de uso del SCRIPT PX, SCRIPT CSS y de medición de gases que considera la condición de falla de obstrucción de evacuación de las emisiones del motor post combustión.

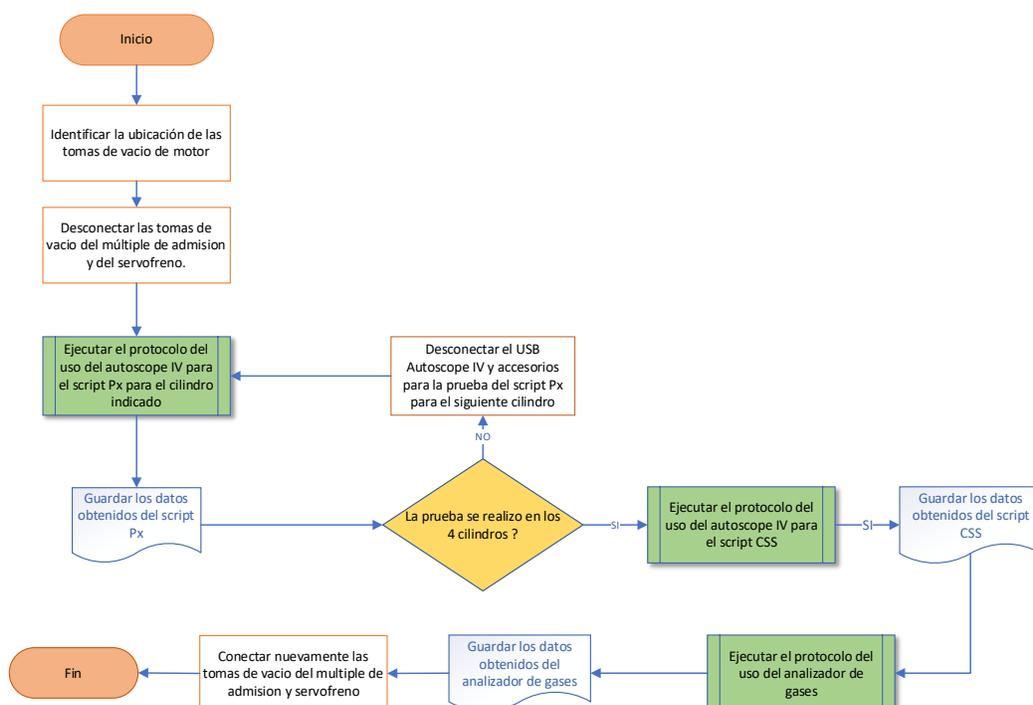
### **Segunda falla - Fugas de vacío**

Para esta prueba se desconecta la toma de vacío perteneciente al servofreno del vehículo de prueba, de igual forma se desconecta la cañería de vacío ubicada en el múltiple de admisión del motor, incidiendo en un llenado irregular en el ciclo admisión del oxígeno hacia las cámaras de combustión de los cilindros, afectando la señal que se enviará por parte del sistema electrónico a la computadora.

Se ejecuta el protocolo del SCRIPT PX de la figura 16, el protocolo del SCRIPT CSS de la figura 18 y se ejecutó el protocolo de medición de gases de la figura 18.

### **Figura 21**

*Protocolo para las pruebas en condición de falla fugas de vacío*



*Nota.* Diagrama de flujo presenta la ejecución de los protocolos de uso del SCRIPT PX, SCRIPT CSS y de medición de gases que considera la condición de falla, la desvinculación de tomas de vacío y la incidencia en el llenado del motor de combustión interna.

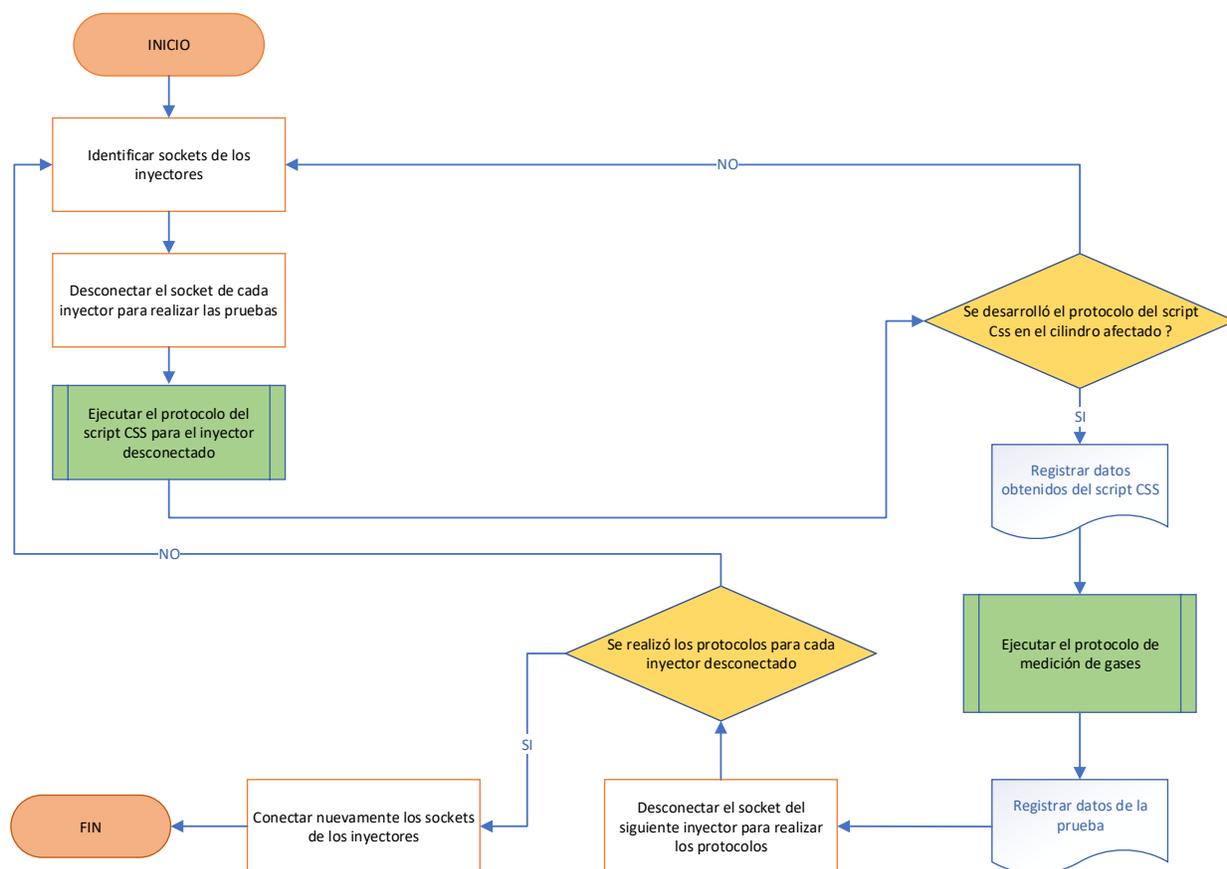
***Tercera falla - Cilindro sin trabajar***

En esta prueba se requiere del fallo íntegro del trabajo que entrega un cilindro al motor de combustión interna, para lo cual se desconecta el inyector, así no se genera la combustión debido a la ausencia de combustible que posibilite el encendido, afectando directamente el sistema de inyección para visualizar la incidencia en la eficiencia volumétrica de la cámara de combustión.

Teniendo en cuenta que se ejecuta únicamente el protocolo de uso del SCRIPT CSS de la figura 17 y el protocolo de medición de gases de la figura 18, ya que en el protocolo de uso del SCRIPT PX no se comprueba el estado de otros cilindros, solamente detecta el estado del cilindro al cual está conectado, no siendo factible realizarlo.

Figura 22

Protocolo para las pruebas en condición de cilindro sin trabajar



*Nota.* Diagrama de flujo detalla ejecución de protocolos de uso del SCRIPT CSS y de medición de gases que considera la condición de falla, el cilindro sin trabajar producto de desconectar el inyector evitando que se produzca la combustión.

#### **Cuarta falla - Desconexión del sensor CMP**

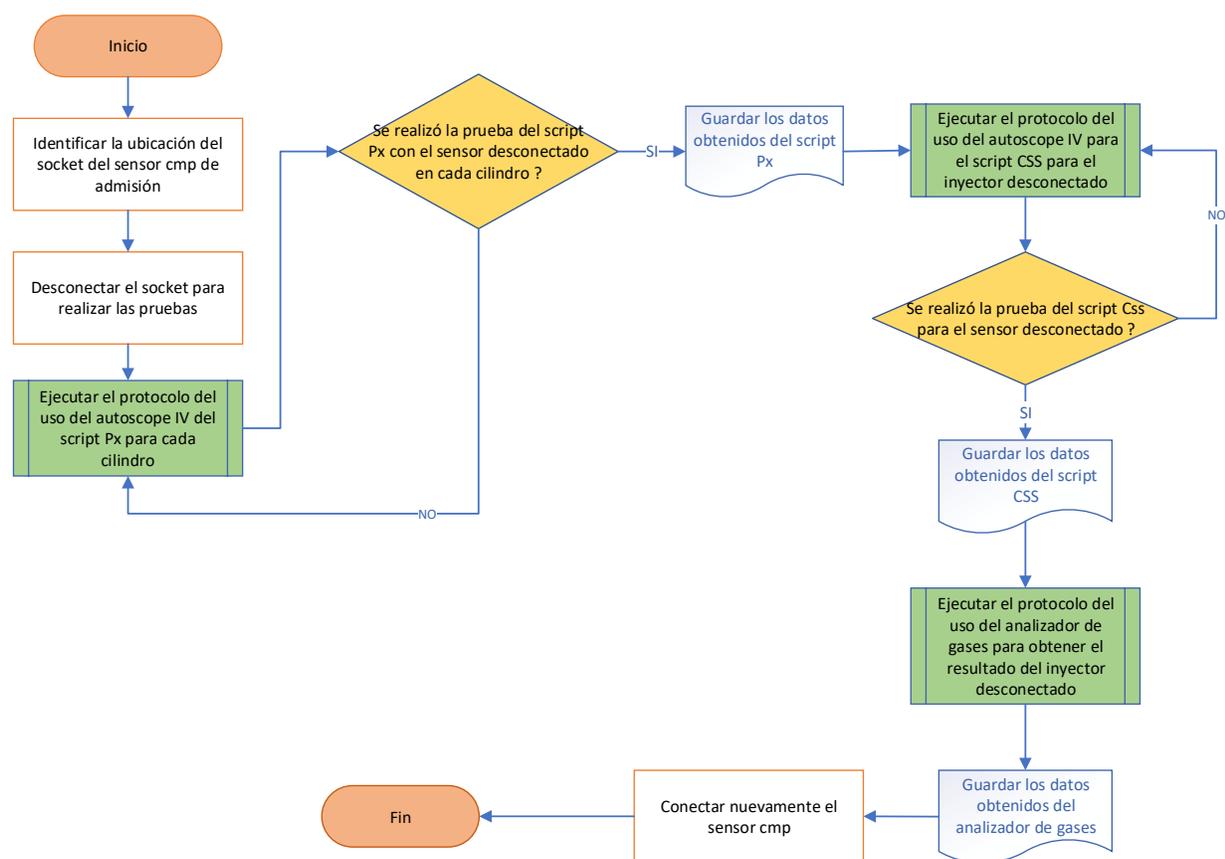
Para esta prueba se necesita la falla de señal del árbol de levas de admisión por lo que se debe desconectar el socket del sensor CMP, incidiendo en la eficiencia volumétrica del llenado de admisión, de tal forma que se obtiene una señal irregular, afectando directamente a los ángulos de apertura y ángulos de cierre de las válvulas.

Se debe tener en cuenta el diseño del motor ya que, al contar con dos árboles de levas uno para la admisión y el otro para el escape, se pueden ejecutar los SCRIPTS, puesto que en modelos que tengan un solo árbol de levas y por lo tanto con un sensor CMP no se podrían realizar las pruebas.

Se ejecuta el protocolo del SCRIPT PX de la figura 16, el protocolo del SCRIPT CSS de la figura 18 y se ejecutó el protocolo de medición de gases de la figura 18.

### Figura 23

*Protocolo para las pruebas en condición de falla desconexión CMP de admisión*



*Nota.* Diagrama de flujo refleja la ejecución de los protocolos de uso del SCRIPT PX, SCRIPT CSS y de medición de gases que considera la condición de falla, la desconexión socket del

sensor CMP de admisión y la incidencia en la eficiencia volumétrica del motor de combustión interna.

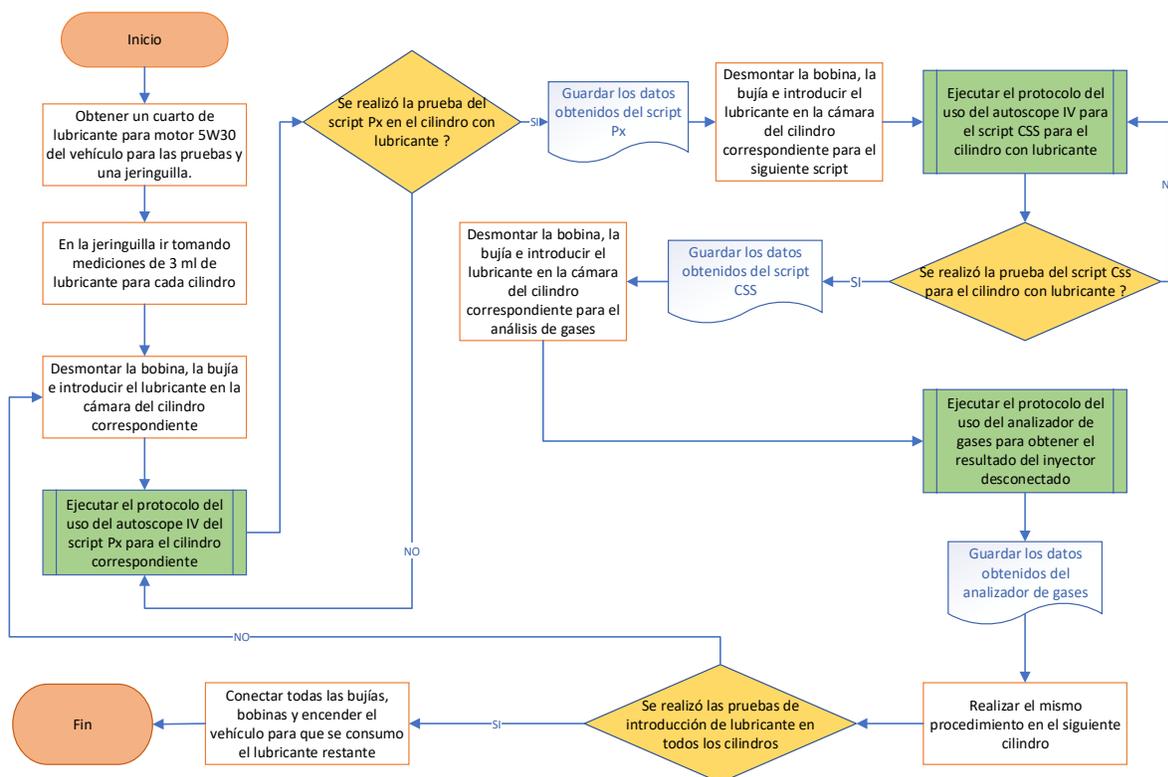
### **Quinta falla - Aumento de compresión en los cilindros**

En esta prueba se necesita incrementar la compresión dentro del cilindro, por lo que se introduce lubricante de motor en la cámara de combustión, importante tener en cuenta la cantidad a insertar dentro de la cámara, así como el lubricante por lo que se verifica los datos del mismo que consta en su clasificación SAE. Con un aumento de la compresión se puede observar la incidencia en la relación de compresión calculada, con las emisiones de gases obtenidas debido a la detonación directa de lubricante en el ciclo de trabajo.

Se ejecuta el protocolo del SCRIPT PX de la figura 16, el protocolo del SCRIPT CSS de la figura 17 y se ejecutó el protocolo de medición de gases de la figura 18.

### **Figura 24**

#### *Protocolo para las pruebas en condición de falla aumento de compresión en los cilindros*



*Nota.* Diagrama de flujo refleja la ejecución de los protocolos de uso del SCRIPT PX, SCRIPT CSS y de medición de gases que considera la condición de falla, el aumento de la compresión en la cámara de combustión la incidencia en las emisiones de gases por la detonación de aceite.

### **Ejecución de pruebas en el motor**

Para la ejecución de pruebas en el motor se considera dos parámetros de estudio las cuales están instituidas en la toma de datos con el motor en estado ideal y con condiciones de falla.

#### ***Protocolo de pruebas del motor en condiciones ideales***

Para esta prueba el motor debe estar en condiciones óptimas de funcionamiento, obtenidos a partir del protocolo de puesta a punto del motor y el protocolo de verificación de puesta a punto del motor de la figura 15.

En esta prueba se instala el equipo USB Autoscope IV con el motor en condiciones ideales, para realizar la ejecución de los protocolos de uso del SCRIPT PX, el SCRIPT CSS y de medición de gases.

**Figura 25**

*Conexión del USB Autoscope en el motor*



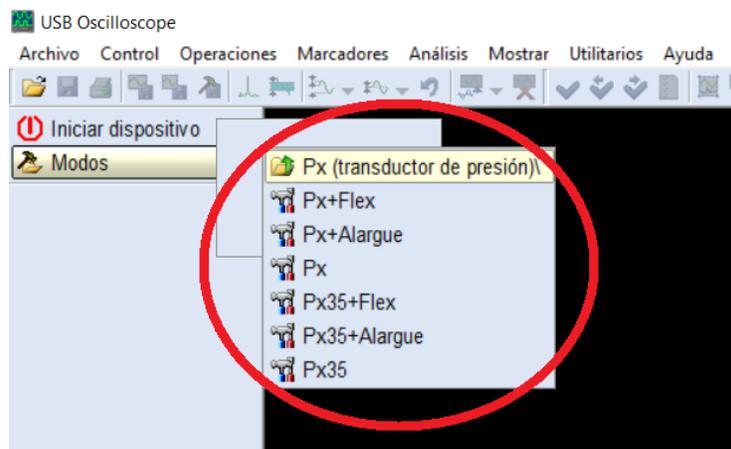
*Nota.* En la figura se observa la ubicación del equipo USB Autoscope IV y accesorios en el vehículo de prueba.

**Prueba con el SCRIPT PX.** Consiste en realizar pruebas al motor por medio de un transductor de presión y una señal tomada de la chispa de la bujía, la misma que funciona como señal de sincronización.

Se abre el software USB Oscilloscope se selecciona en “modos”, “Px (Transductor de presión)” y “Px35+Flex”.

**Figura 26**

*Interfaz para selección del script Px*

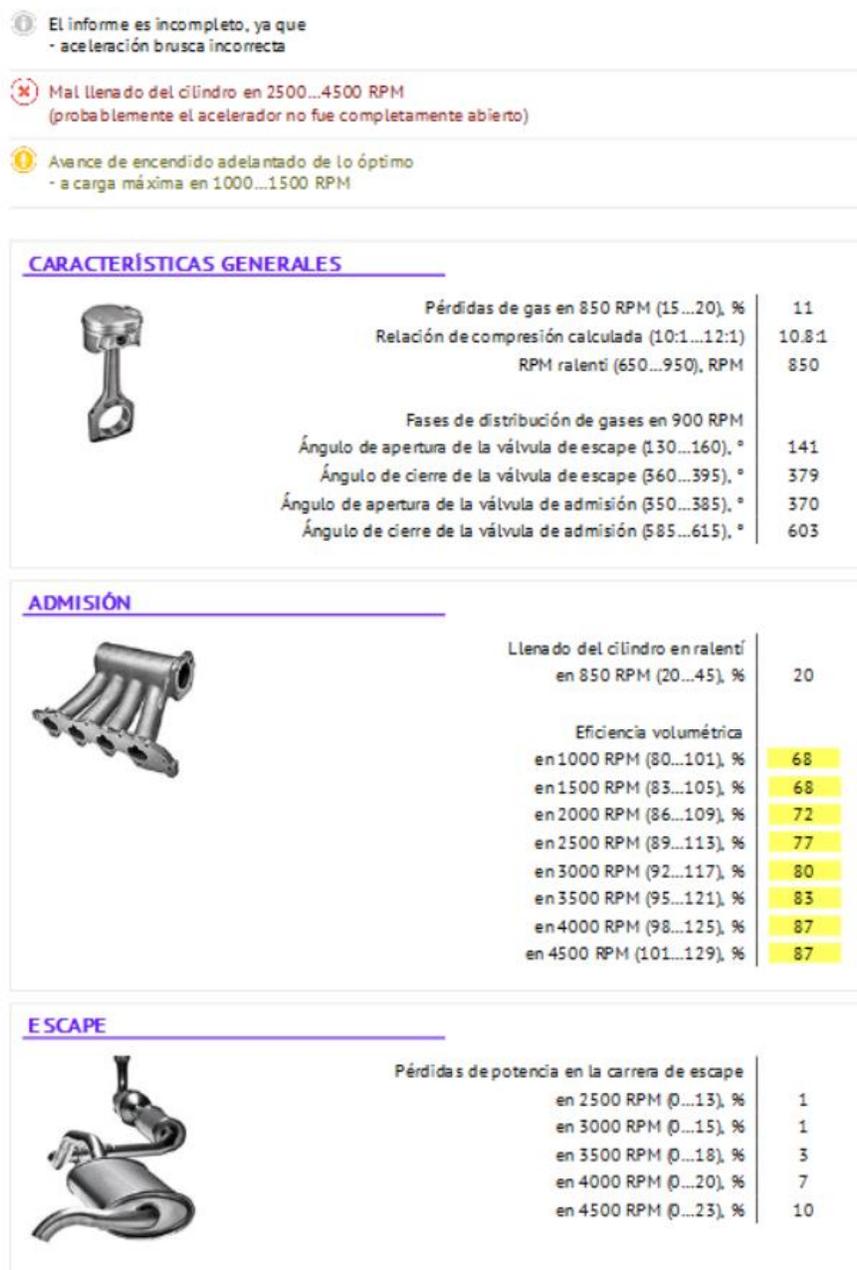


*Nota.* Se observa la interfaz para seleccionar el modo Px35+flex, que considera la opción idónea para realizar la prueba.

En el caso de ejecución del protocolo del SXRIPPT PX los reportes de las pruebas se obtienen a partir de cada cilindro, por lo que se detallan los datos alcanzados de forma particular. Se ejecuta el protocolo de prueba del SCRIPT PX donde se registraron los resultados obtenidos en el cilindro 1 del motor en condiciones ideales, donde se considera la alteración del apartado de eficiencia volumétrica debido a la diferencia de altitud del lugar donde se realizaron las pruebas, a la altitud de la ciudad de origen del equipo dicha diferencia afecta la presión atmosférica en el llenado del ciclo de admisión del motor de combustión interna.

Figura 27

## Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro uno

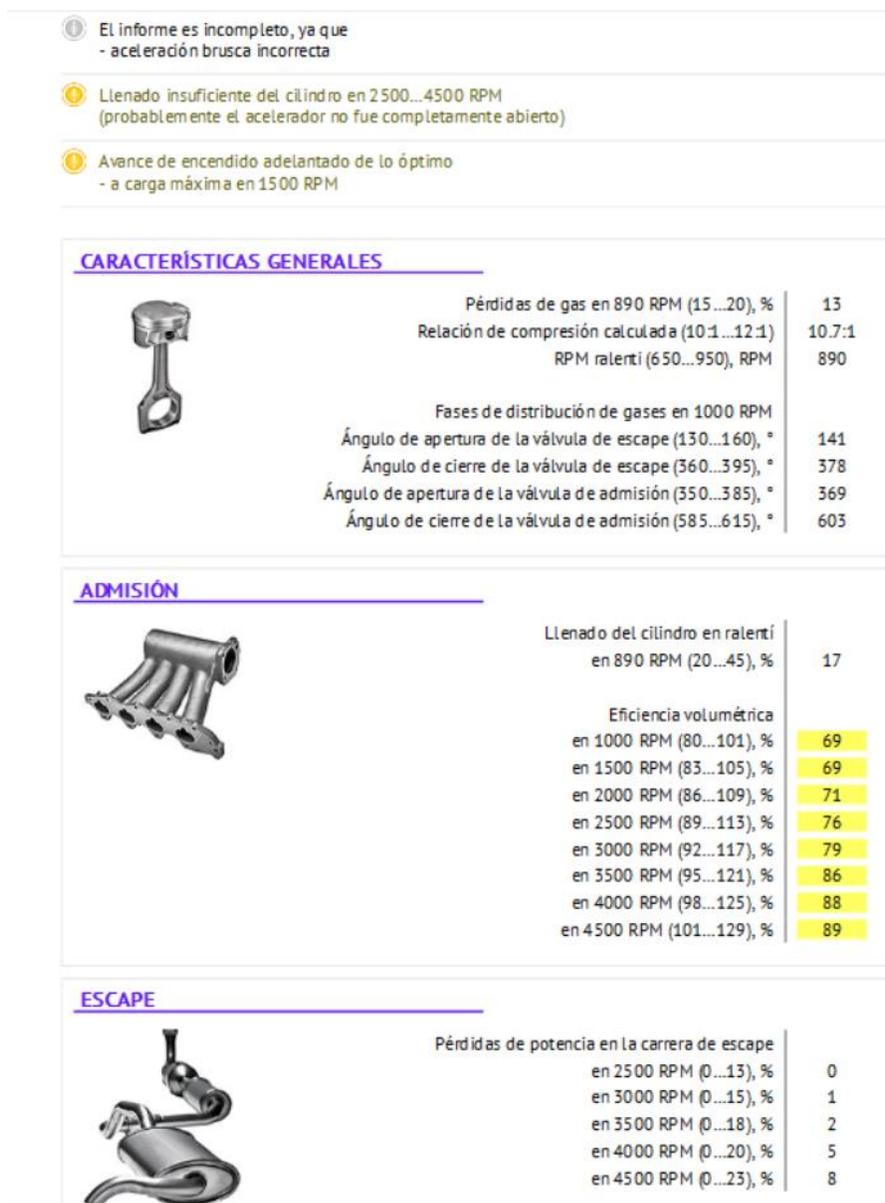


Nota. En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 1 del motor en condiciones ideales, que considera resultados de eficiencia volumétrica sujetos a la variación de altitud en la ciudad que se realizaron las pruebas.

Se detallan los datos conseguidos en el cilindro 2, mediante la ejecución del protocolo de uso del SCRIPT PX en condiciones ideales del motor.

## Figura 28

### Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro dos

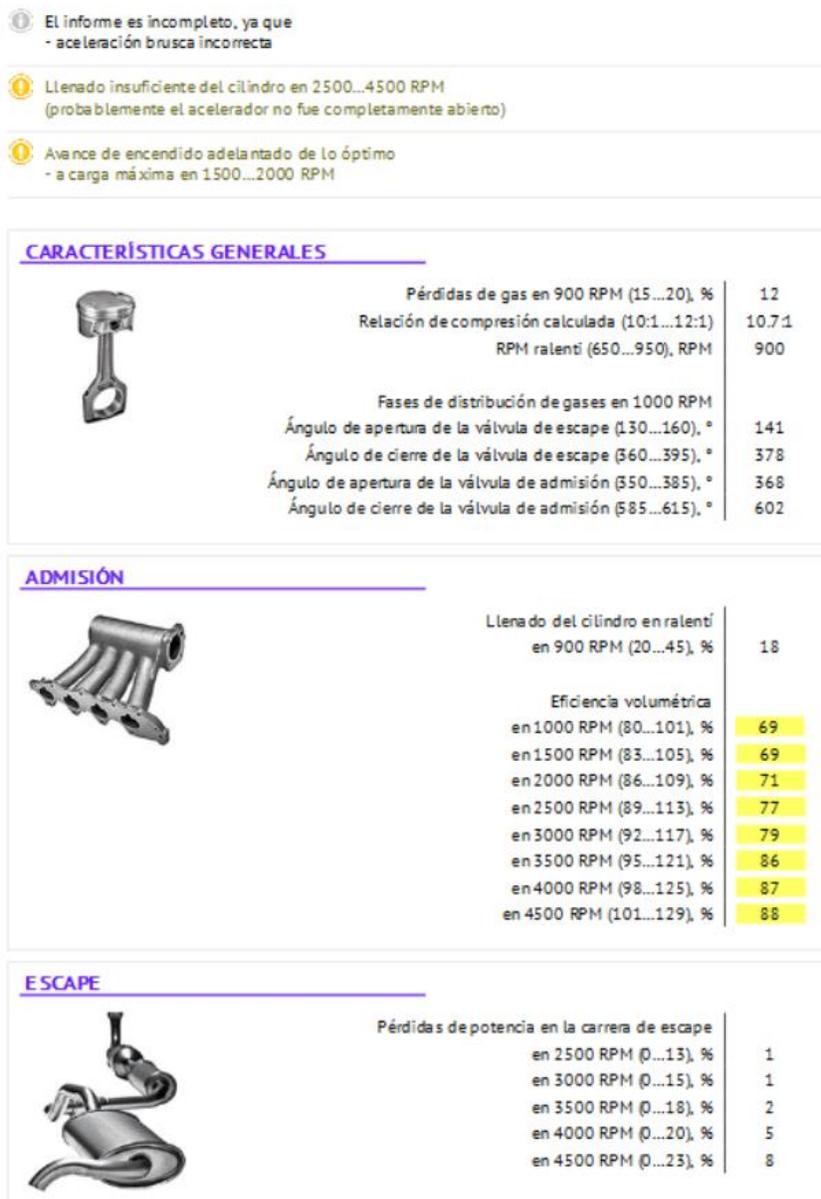


*Nota.* En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 2 del motor en condiciones ideales, que considera resultados de eficiencia volumétrica sujetos a la variación de altitud en la ciudad que se realizaron las pruebas.

Se registraron los datos obtenidos en el cilindro 3, mediante la ejecución del protocolo de uso del SCRIPT PX en condiciones ideales del motor.

## Figura 29

### Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro tres

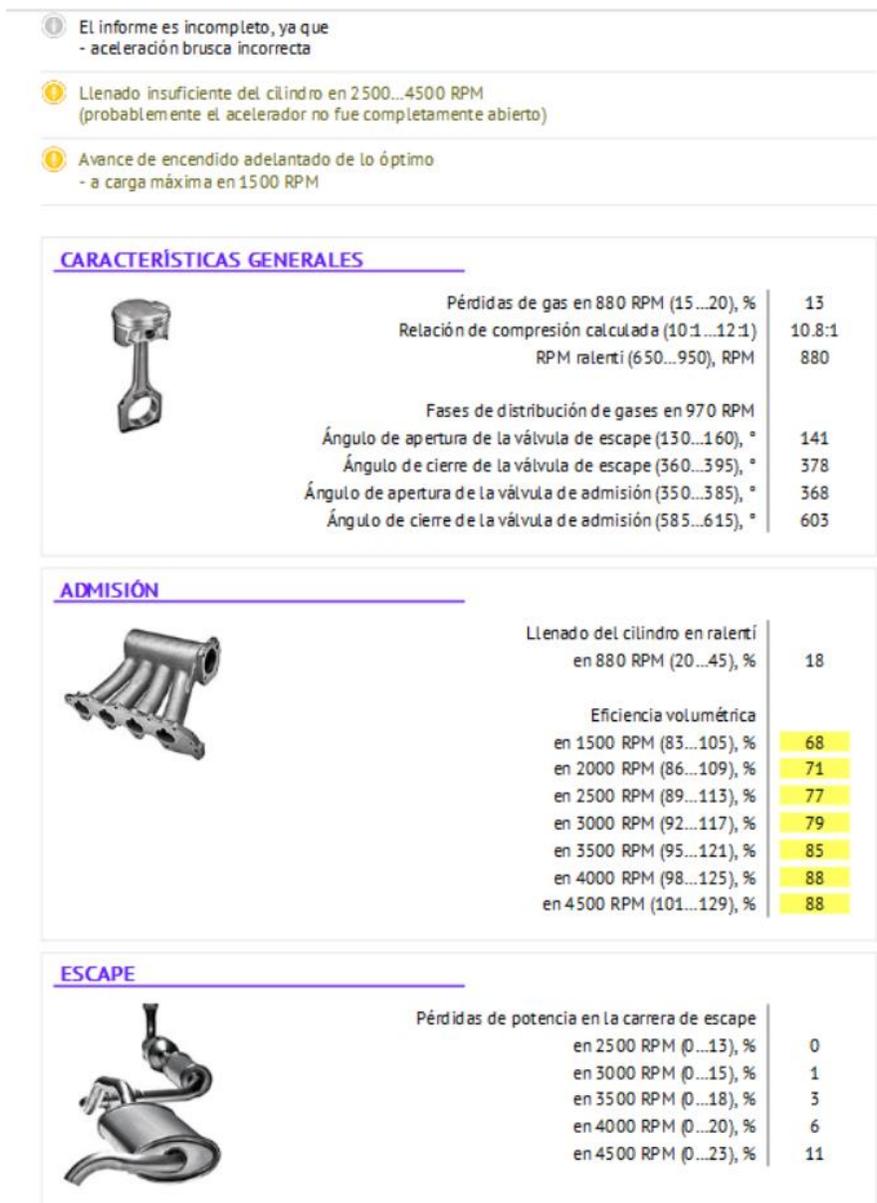


*Nota.* En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 3 del motor en condiciones ideales, que considera resultados de eficiencia volumétrica sujetos a la variación de altitud en la ciudad que se realizaron las pruebas.

Se detallan los datos conseguidos en el cilindro 4, ejecutando el protocolo de uso del SCRIPT PX en condiciones ideales del motor.

### Figura 30

#### Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro cuatro



*Nota.* En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 4 del motor en condiciones ideales, que considera resultados de eficiencia volumétrica sujetos a la variación de altitud en la ciudad que se realizaron las pruebas.

**Prueba con el SCRIPT CSS.** Consiste en realizar pruebas de la eficiencia del motor, por medio del CKP obteniendo sus pulsos de giro y una señal tomada de la chispa de la bujía, la misma que funcionó como sincronización.

Se efectúa el programa USB Oscilloscope se seleccionó en “modos”, “Css” y “Css” de 2 canales.

### Figura 31

*Interfaz para selección del SCRIPT CSS*

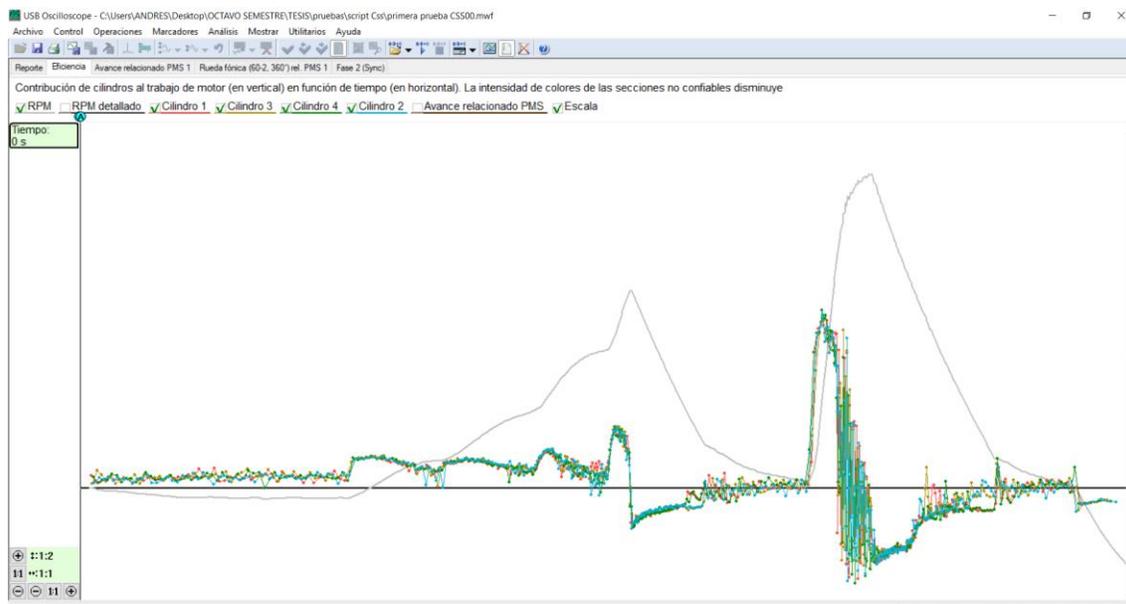


*Nota.* Se observa la interfaz para seleccionar el modo Css, que considera la opción idónea para realizar la prueba.

Se ejecuta el protocolo de prueba del SCRIPT CSS donde se alcanzan datos de eficiencia, adjuntando los siguientes resultados obtenidos de los cuatro cilindros del motor de combustión interna, en condiciones ideales del vehículo de prueba.

## Figura 32

### Informe de resultados del SCRIPT CSS



*Nota.* En la figura se detallan los resultados obtenidos del SCRIPT CSS en los 4 cilindros del motor en condiciones ideales, que considera la contribución de los cilindros al trabajo del motor.

**Prueba con analizador de gases.** Para esta prueba se instala la sonda del equipo en el escape del vehículo de prueba para la toma de datos en cada condición, en este caso con el motor en condiciones ideales.

## Figura 33

### Instalación sonda en el escape



*Nota.* Se observa la forma de instalar la sonda del equipo en el escape del vehículo.

Para el protocolo de uso del analizador de gases de la marca Kane plus, se obtienen datos en vivo, además de imprimir el reporte de la prueba con el motor en condiciones ideales.

### Figura 34

*Uso del analizador de gases*

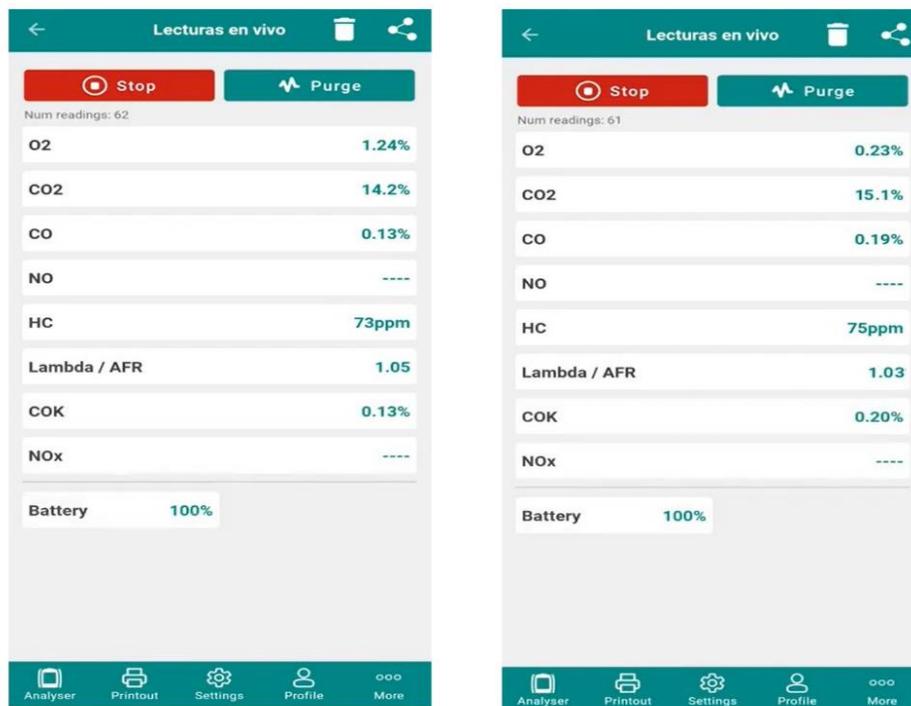


*Nota.* Se observa la ejecución de medición de gases con el Kane plus e impresión del reporte de la prueba.

Esta prueba se ejecuta en un régimen de giro a 2500 rpm y en ralentí, donde se obtienen porcentajes de los gases emitidos post combustión por el motor de combustión interna en condiciones ideales.

**Figura 35**

*Informe emitido por el software*



*Nota.* En la imagen se observa dos reportes, en la figura de la izquierda se detallan los valores obtenidos de los gases emitidos por el motor en ralentí y en la figura de la derecha en un régimen de 2500 rpm, con el motor en condiciones ideales.

### ***Protocolo de la primera falla - Escape obstruido***

Para esta prueba se utiliza el ensayo de mallado para obtener la saturación de salida de los gases que emana el motor post combustión, limitando la evacuación producida por la contrapresión en el ciclo de escape, sellando la superficie del tubo por medio de un obturador de paso.

**Figura 36***Obstrucción del escape*

*Nota.* En la figura se observa la obstrucción del escape que considera la ejecución del ensayo de mallado, en la salida de las emisiones post combustión en el tubo de escape.

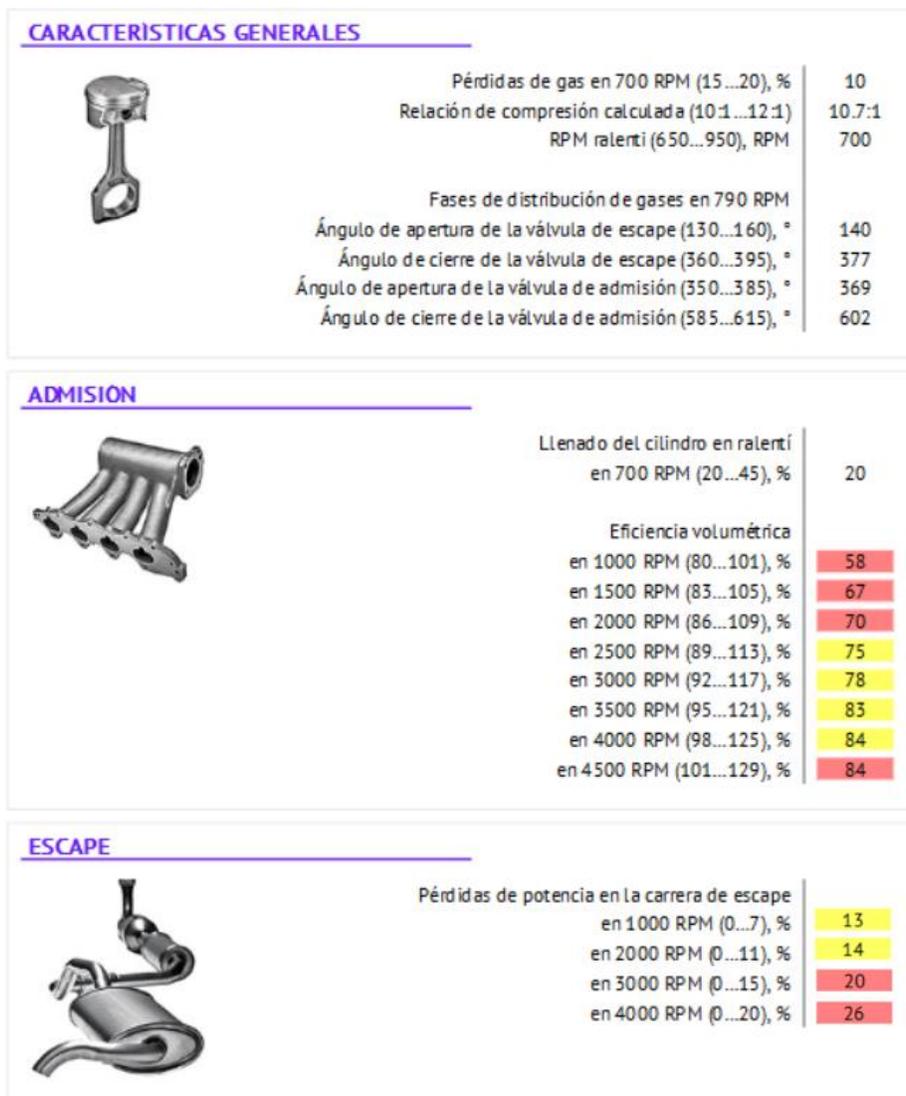
**Prueba con el SCRIPT PX.** Se ejecuta el protocolo de prueba del SCRIPT PX donde se registraron los resultados obtenidos en el cilindro 1 del motor en condición de falla de la obstrucción del escape.

Figura 37

## Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro uno

✘ Mal llenado del cilindro en 1000...4500 RPM  
(probablemente el acelerador no fue completamente abierto)

✘ Alta resistencia de escape en 1000...4000 RPM

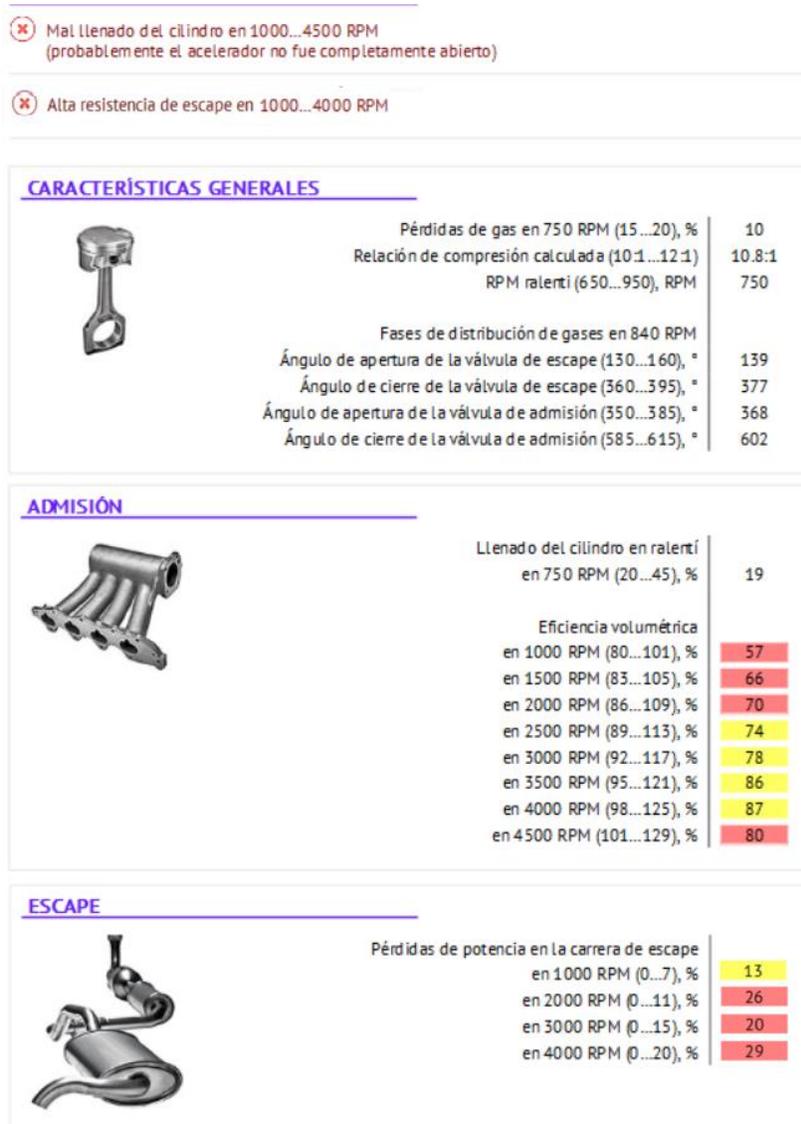


Nota. En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 1 del motor en condición de falla el escape obstruido, que considera resultados de eficiencia volumétrica y pérdidas de potencia en la carrera de escape con variación por la acumulación de gases en el barrido del motor de combustión interna.

Se detallan los datos conseguidos en el cilindro 2, mediante la ejecución del protocolo de uso del SCRIPT PX en condición de falla de la obstrucción del escape.

### Figura 38

#### Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro dos

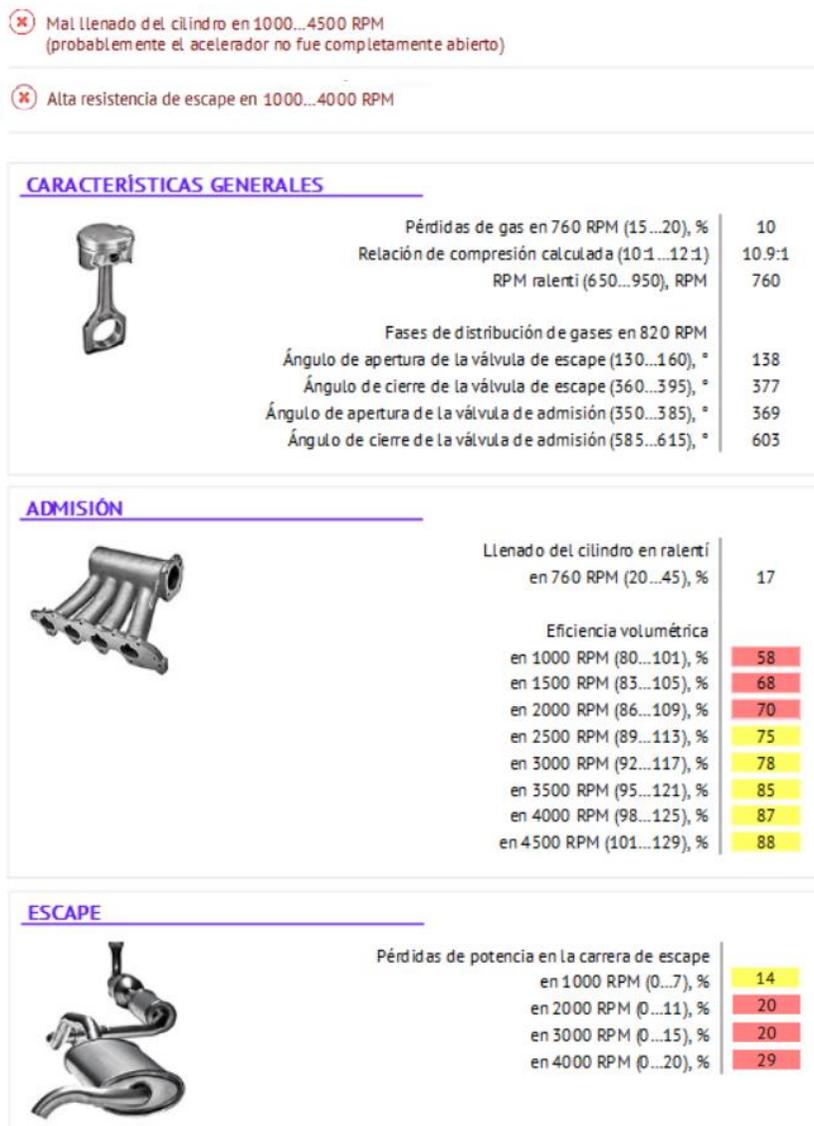


Nota. En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 2 del motor en condición de falla el escape obstruido, que considera resultados de eficiencia volumétrica y pérdidas de potencia en la carrera de escape con variación por la acumulación de gases en el barrido del motor de combustión interna.

Se registraron los datos obtenidos en el cilindro 3, mediante la ejecución el protocolo de uso del SCRIPT PX en condición de falla de la obstrucción del escape.

### Figura 39

#### Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro tres

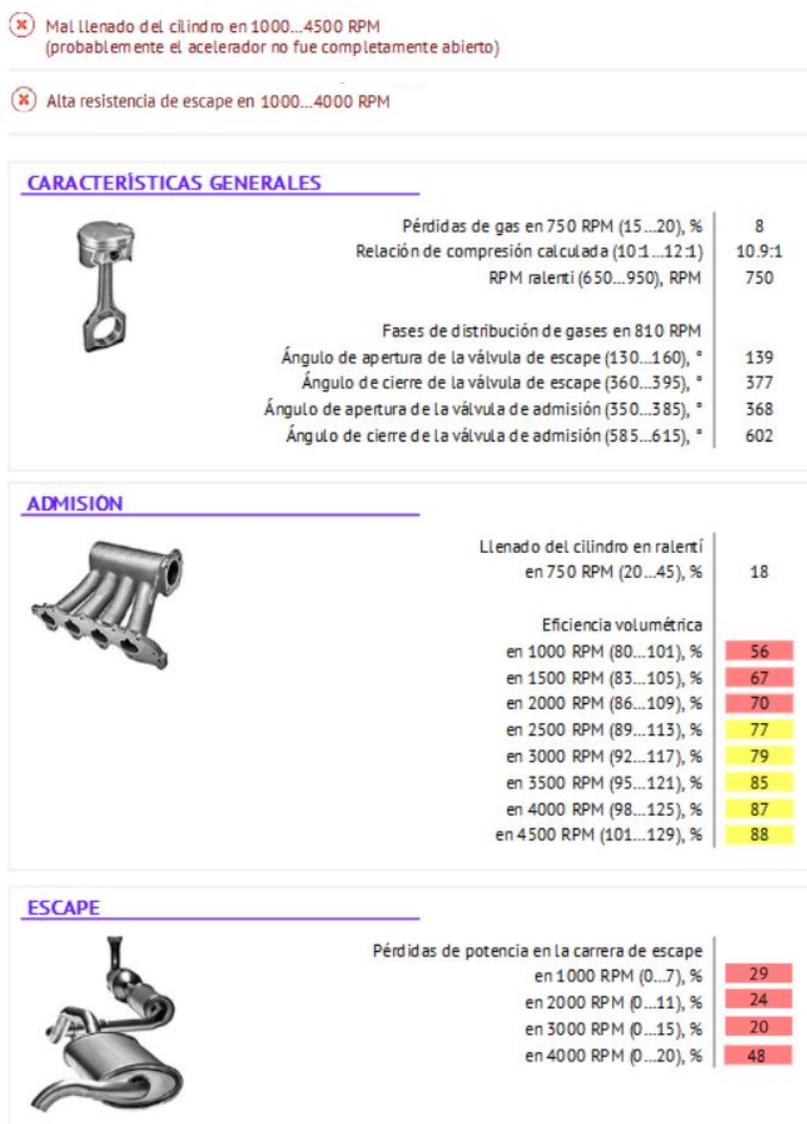


*Nota.* En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 2 del motor en condición de falla el escape obstruido, que considera resultados de eficiencia volumétrica y pérdidas de potencia en la carrera de escape con variación por la acumulación de gases en el barrido del motor de combustión interna.

Se detallan los datos conseguidos en el cilindro 4, ejecutando el protocolo de uso del SCRIPT PX en condición de falla de la obstrucción del escape.

## Figura 40

### Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro cuatro

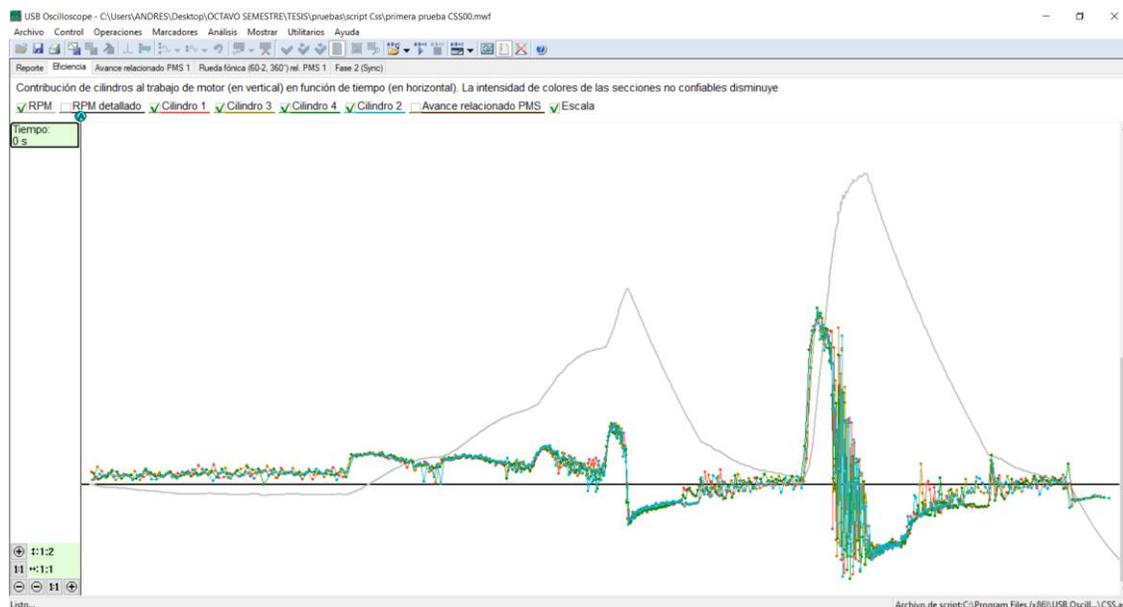


*Nota.* En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 4 del motor en condición de falla el escape obstruido, que considera resultados de eficiencia volumétrica y pérdidas de potencia en la carrera de escape con variación por la acumulación de gases en el barrido del motor de combustión interna.

**Prueba con el SCRIPT CSS.** Se ejecuta el protocolo de prueba del SCRIPT CSS donde se alcanzan datos de eficiencia, adjuntando los siguientes resultados obtenidos de los cuatro cilindros del motor, en condición de falla de la obstrucción del escape.

## Figura 41

### Informe de resultados del script Csx

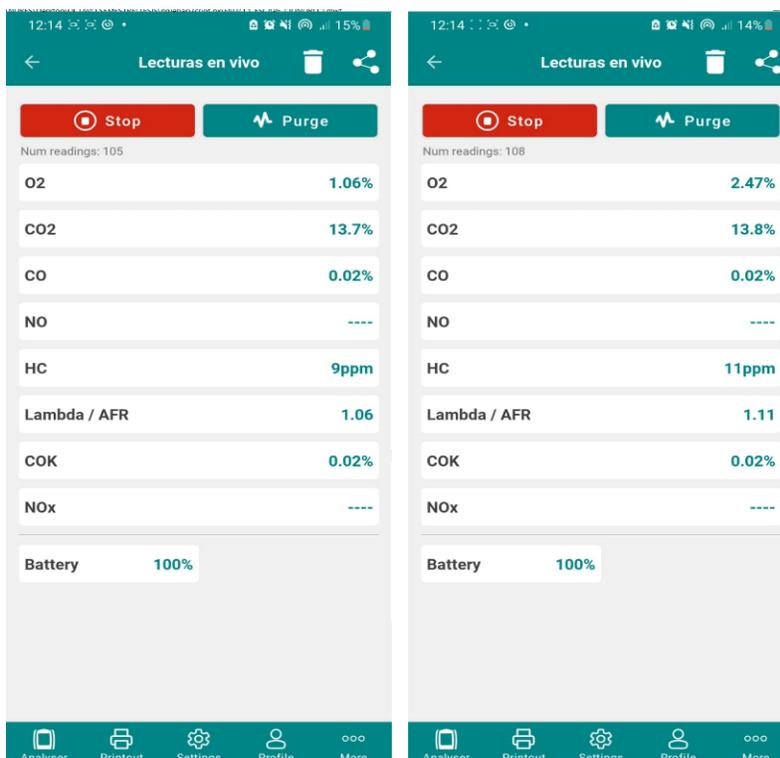


*Nota.* En la figura se detallan los resultados obtenidos del script Csx en los 4 cilindros del motor en la condición de falla del escape obstruido, que considera la contribución de los cilindros al trabajo del motor en el barrido del motor de combustión interna.

**Prueba con analizador de gases.** Esta prueba se ejecuta en un régimen de giro a 2500 rpm y en ralentí, donde se obtienen porcentajes de los gases emitidos por el motor de combustión interna en condición de falla de la obstrucción del escape.

**Figura 42**

*Informe emitido de la prueba del analizador de gases*



*Nota.* En la imagen se observa dos reportes, en la figura de la izquierda se detallan los valores obtenidos de los gases emitidos por el motor en ralentí y en la figura de la derecha en un régimen de 2500 rpm.

### ***Protocolo de la segunda falla - Fugas de vacío***

Para esta prueba se desconectan la toma de vacío ubicada en el servofreno y la toma de vacío perteneciente a la admisión que tiene el vehículo de prueba.

#### **Figura 43**

*Desconexión de las fugas de vacío*



*Nota.* En la figura se observa que la toma de vacío del servofreno y del múltiple de admisión están desconectados, considera la condición de falla afectando la eficiencia volumétrica del ciclo de admisión del motor de combustión interna.

**Prueba con el SCRIPT PX.** Se ejecuta el protocolo de prueba del SCRIPT PX donde se registraron los resultados obtenidos en el cilindro 1 del motor en condición de falla de las fugas de vacío.

Figura 44

Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro uno



*Nota.* En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 1 del motor en condición de falla el escape obstruido, que considera resultados de eficiencia volumétrica que se ve afectado por el llenado ineficiente.

Se detallan los datos conseguidos en el cilindro 2, mediante la ejecución del protocolo de uso del SCRIPT PX en condición de falla de las fugas de vacío.

## Figura 45

### Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro dos

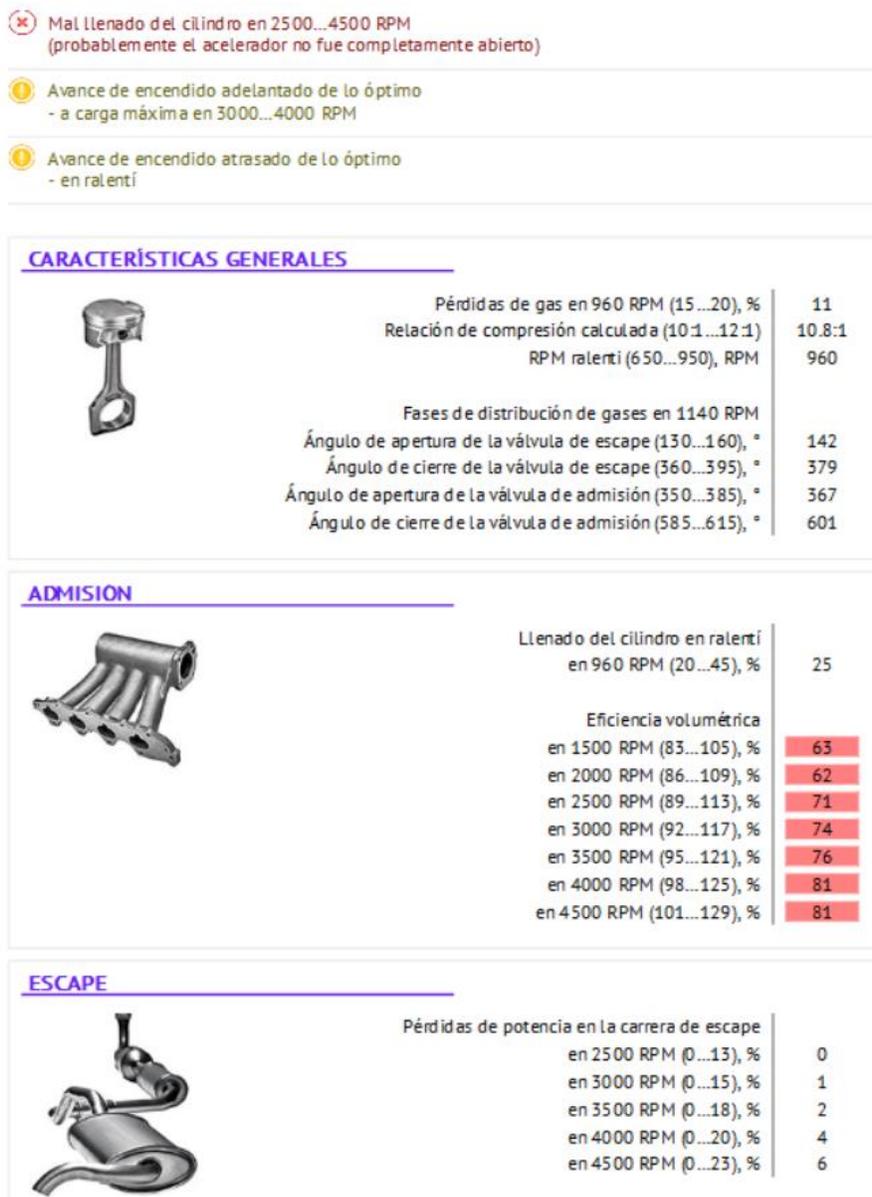


*Nota.* En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 2 del motor en condición de falla el escape obstruido, que considera resultados de eficiencia volumétrica que se ve afectado por el llenado ineficiente.

Se registraron los datos obtenidos en el cilindro 3, mediante la ejecución el protocolo de uso del SCRIPT PX en condición de falla de las fugas de vacío.

## Figura 46

### Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro tres

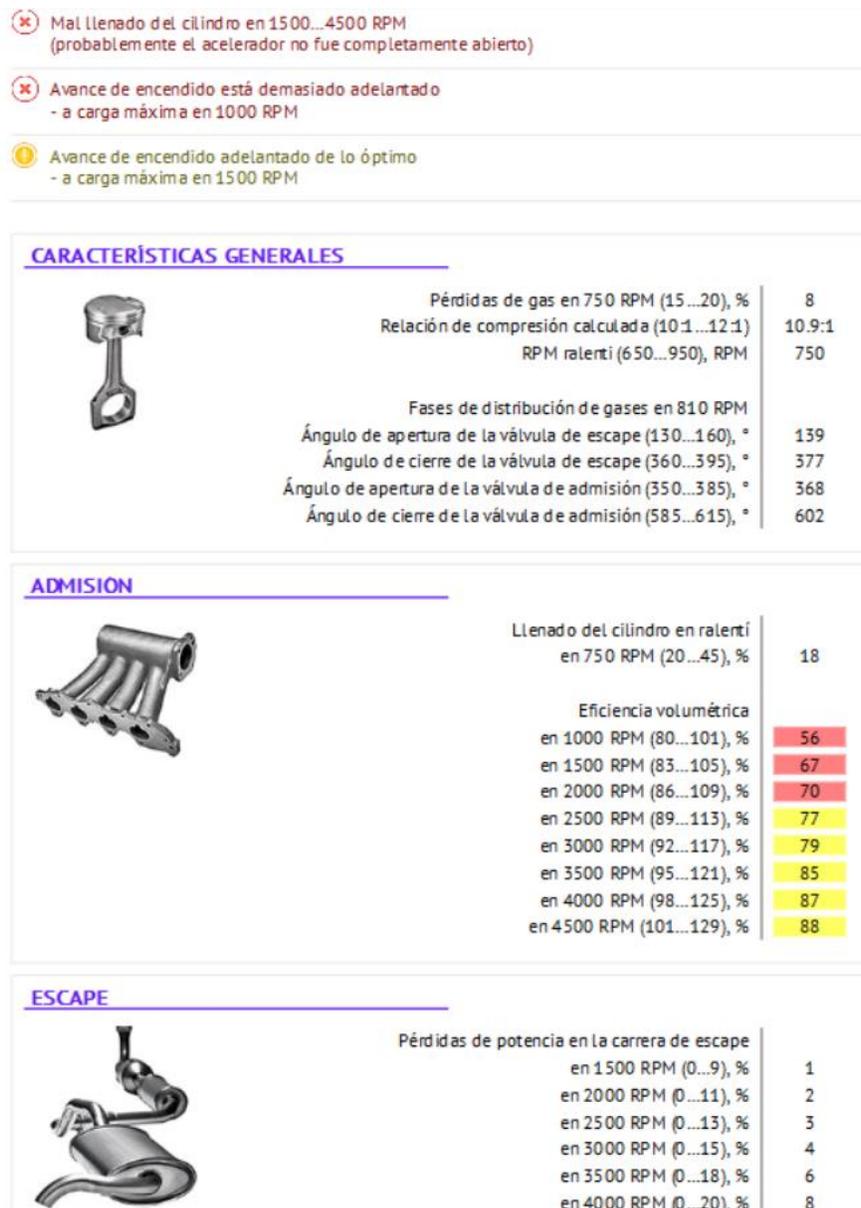


*Nota.* En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 3 del motor en condición de falla el escape obstruido, que considera resultados de eficiencia volumétrica que se ve afectado por el llenado ineficiente.

Se detallan los datos conseguidos en el cilindro 4, ejecutando el protocolo de uso del SCRIPT PX en condición de falla de las fugas de vacío.

## Figura 47

### Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro cuatro

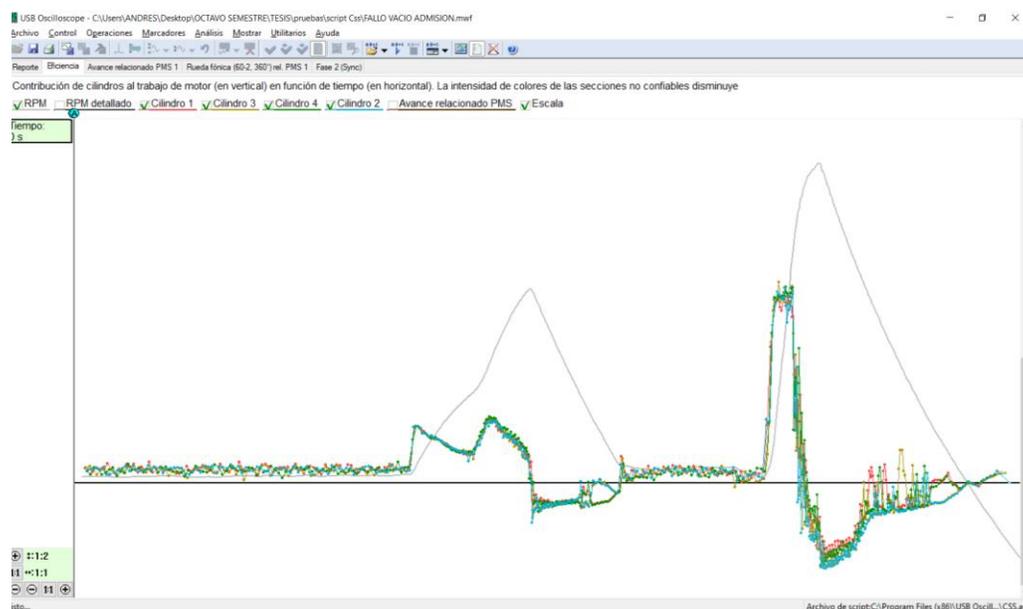


*Nota.* En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 1 del motor en condición de falla el escape obstruido, que considera resultados de eficiencia volumétrica que se ve afectado por el llenado ineficiente.

**Prueba con el SCRIPT CSS.** Se ejecuta el protocolo de prueba del SCRIPT CSS donde se alcanzan datos de eficiencia, adjuntando los siguientes resultados obtenidos de los cuatro cilindros del motor, en condición de falla de las fugas de vacío.

## Figura 48

### Informe de resultados del SCRIPT CSS

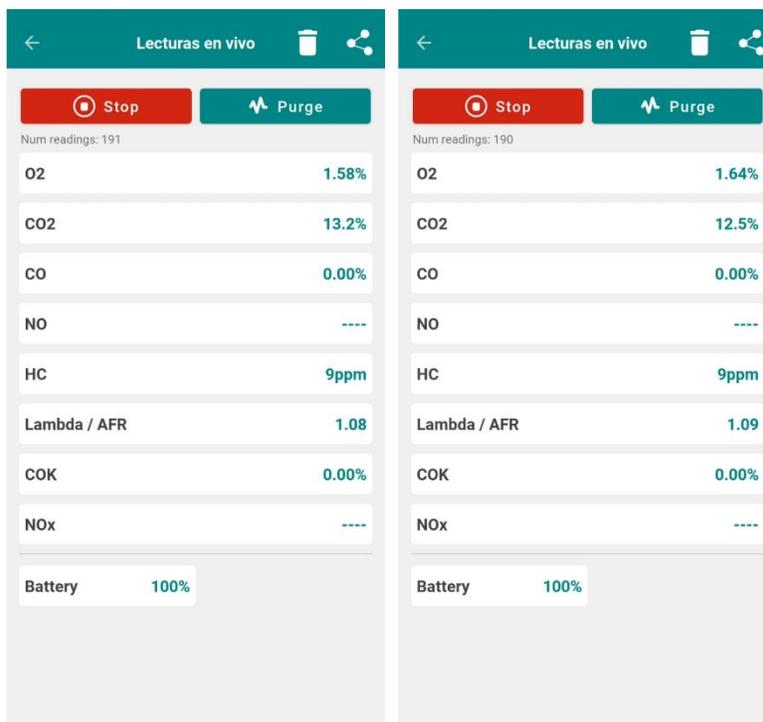


*Nota.* En la figura se detallan los resultados obtenidos del script Ccs en los 4 cilindros del motor en condición de falla de las fugas de vacío, que considera la incidencia del fallo conjuntamente con los resultados de la contribución de cilindros al trabajo del motor de combustión interna.

**Prueba con analizador de gases.** Esta prueba se ejecuta en un régimen de giro a 2500 rpm y en ralentí, donde se obtienen porcentajes de los gases emitidos por el motor de combustión interna en condición de las fugas de vacío.

**Figura 49**

*Informe emitido de la prueba del analizador de gases*



*Nota.* En la imagen se observa dos reportes, en la figura de la izquierda se detallan los valores obtenidos de los gases emitidos por el motor en ralentí y en la figura de la derecha en un régimen de 2500 rpm, con el motor en condición de falla de las fugas de vacío.

### ***Protocolo de la tercera falla - Cilindro sin trabajar***

Para esta prueba se desconecta un inyector imposibilitando el trabajo normal del cilindro, lo cual se realiza en los cuatro cilindros. Se ejecuta únicamente el protocolo de uso del SCRIPT CSS debido a que en el protocolo del SCRIPT PX se realiza solamente del cilindro en el cual se coloca el transductor de presión.

### **Figura 50**

*Inyector desconectado*



*Nota.* En la figura se observa la desconexión del socket del inyector, considera la condición de falla para un trabajo ineficiente del motor impidiendo el aporte de un cilindro.

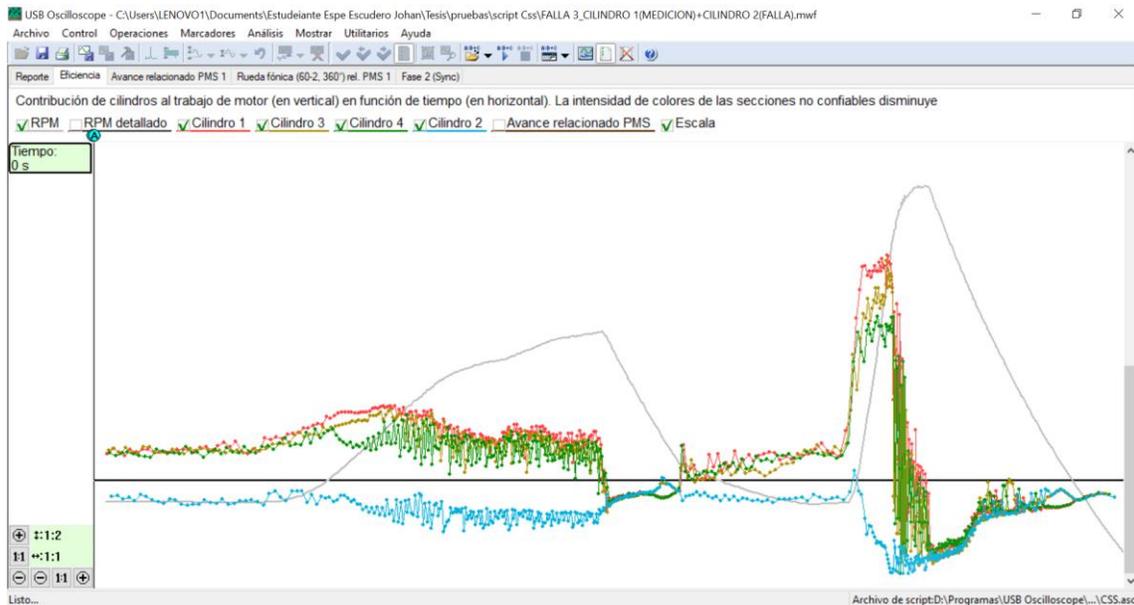
**Prueba con el SCRIPT CSS.** Para esta prueba se realiza una combinación de puntos de desconexión del inyector y el punto de sincronización obteniendo las siguientes combinaciones.

- Sincronización cilindro 1 inyector desconectado cilindro 2.
- Sincronización cilindro 1 inyector desconectado cilindro 3.
- Sincronización cilindro 1 inyector desconectado cilindro 4.
- Sincronización cilindro 2 inyector desconectado cilindro 1.

Se ejecuta el protocolo de prueba del SCRIPT CSS donde se alcanzan datos de eficiencia, adjuntando los siguientes resultados obtenidos de los cuatro cilindros del motor, en condición de falla, con el inyector 2 desconectado.

## Figura 51

### Informe de resultados del SCRIPT CSS cilindro dos

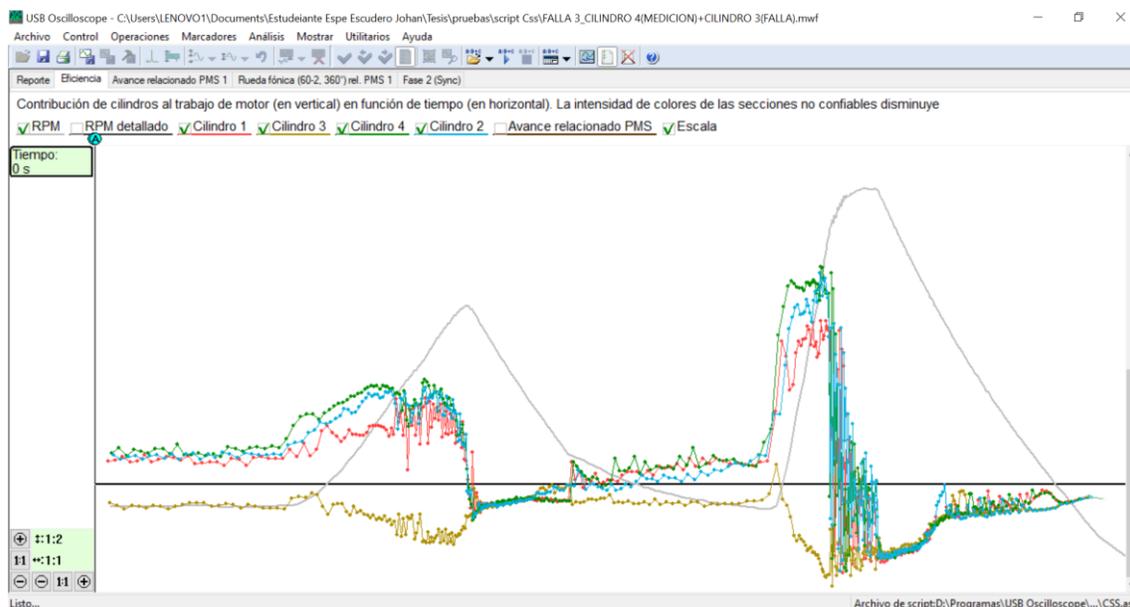


*Nota.* Se muestra los gráficos de eficiencia de los cilindros en los diferentes regímenes de funcionamiento del motor con falla del inyector, con la sincronización en el cilindro 1 y el inyector desconectado del cilindro 2.

Se efectúa el protocolo de uso del SCRIPT CSS donde se alcanzan datos de eficiencia, adjuntando los siguientes resultados obtenidos de los cuatro cilindros del motor, en condición de falla, con el inyector 3 desconectado.

**Figura 52**

*Informe de resultados del script Css cilindro tres*

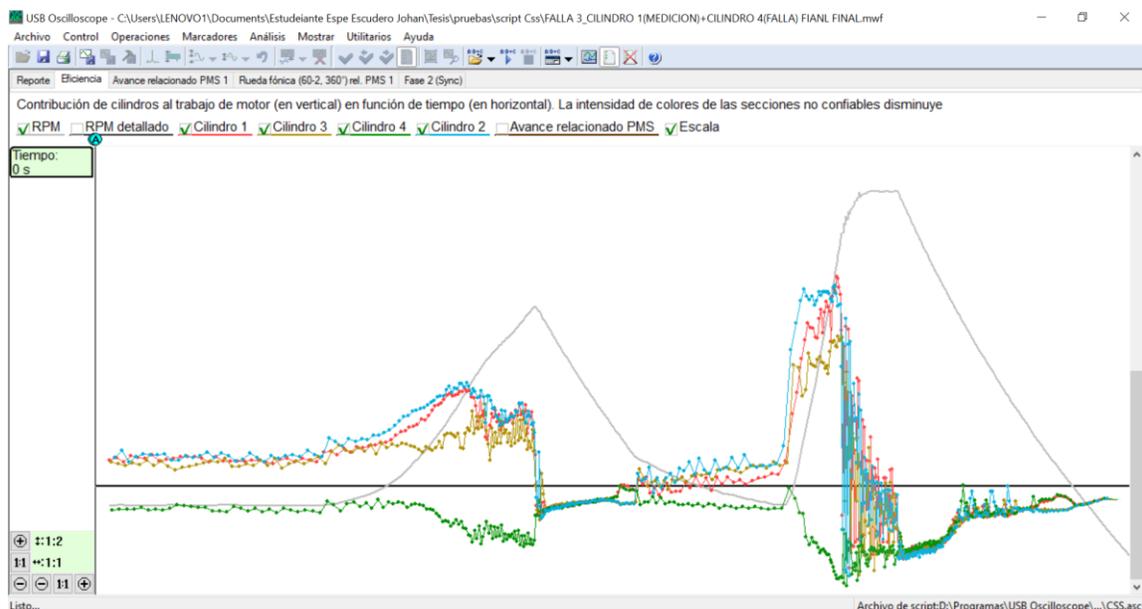


*Nota.* Se muestra los gráficos de eficiencia de los cilindros en los diferentes regímenes de funcionamiento del motor con falla del inyector, con la sincronización en el cilindro 1 y el inyector desconectado del cilindro 3.

Se realiza el protocolo de uso del SCRIPT CSS donde se alcanzan datos de eficiencia, adjuntando los siguientes resultados obtenidos de los cuatro cilindros del motor, en condición de falla, con el inyector 4 desconectado.

## Figura 53

### Informe de resultados del SCRIPT CSS cilindro cuatro

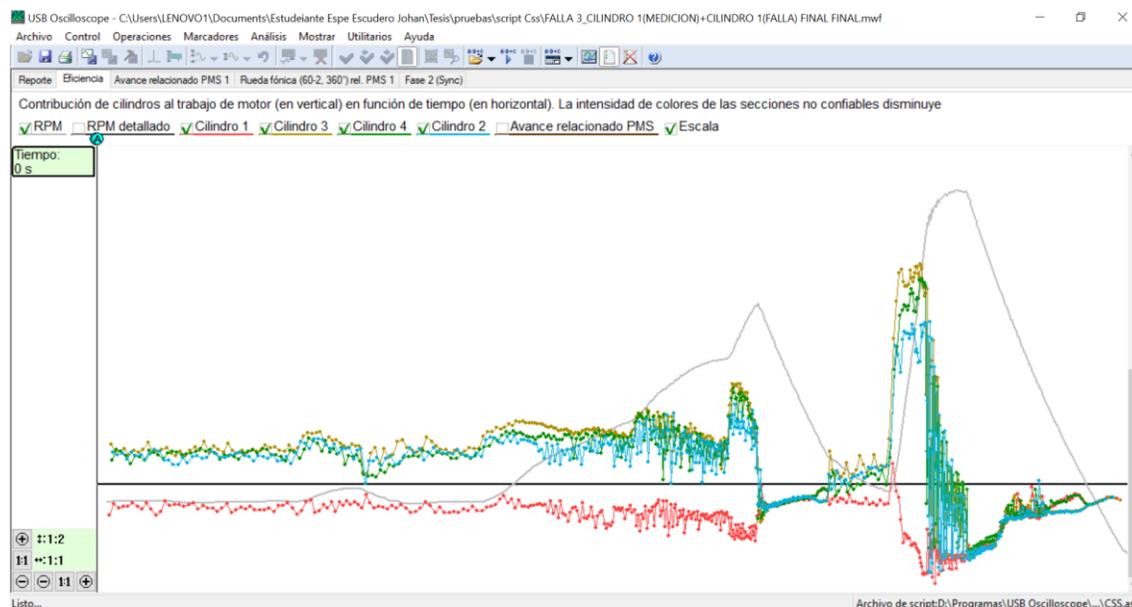


*Nota.* Se muestra los gráficos de eficiencia de los cilindros en los diferentes regímenes de funcionamiento del motor con falla del inyector, con la sincronización en el cilindro 1 y el inyector desconectado del cilindro 4.

Se ejecuta el protocolo de uso del SCRIPT CSS donde se alcanzan datos de eficiencia, adjuntando los siguientes resultados obtenidos de los cuatro cilindros del motor, en condición de falla, con el inyector 1 desconectado.

**Figura 54**

*Informe de resultados del SCRIPT CSS cilindro uno*



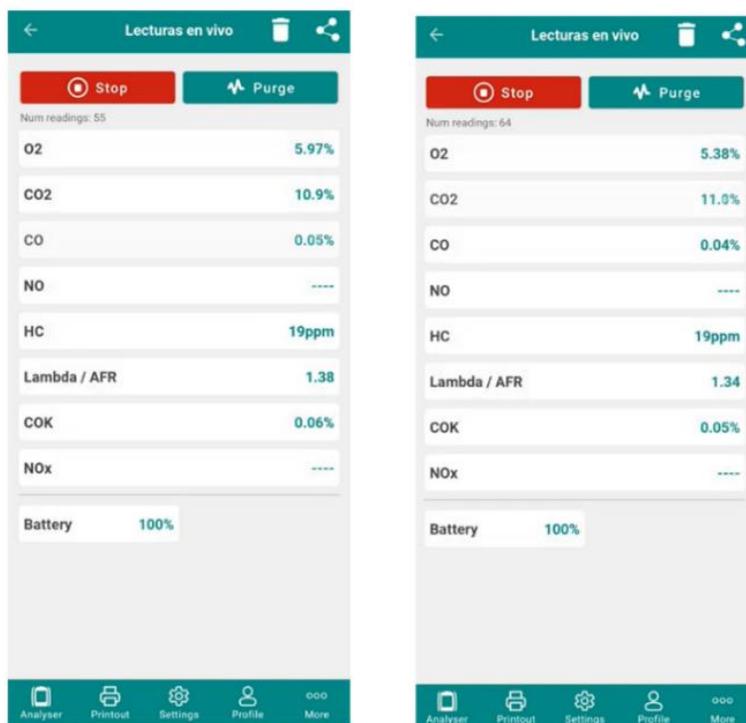
*Nota.* Se muestra los gráficos de eficiencia de los cilindros en los diferentes regímenes de funcionamiento del motor con falla del inyector, con la sincronización en el cilindro 2 y el inyector desconectado del cilindro 1.

**Prueba con analizador de gases.** Esta prueba se ejecuta en un régimen de giro, en ralentí y a 2500rpm, donde se obtienen los valores de los gases emitidos por el motor de combustión interna en condiciones ideales.

En este caso se obtiene las pruebas con la misma disposición que los protocolos, es decir con la misma combinación de cilindro de sincronización y cilindro de falla de inyector. De tal forma se ejecutó el SCRIPT CSS y el protocolo de medición de gases con el inyector 2 desconectado.

## Figura 55

Informe emitido por el software

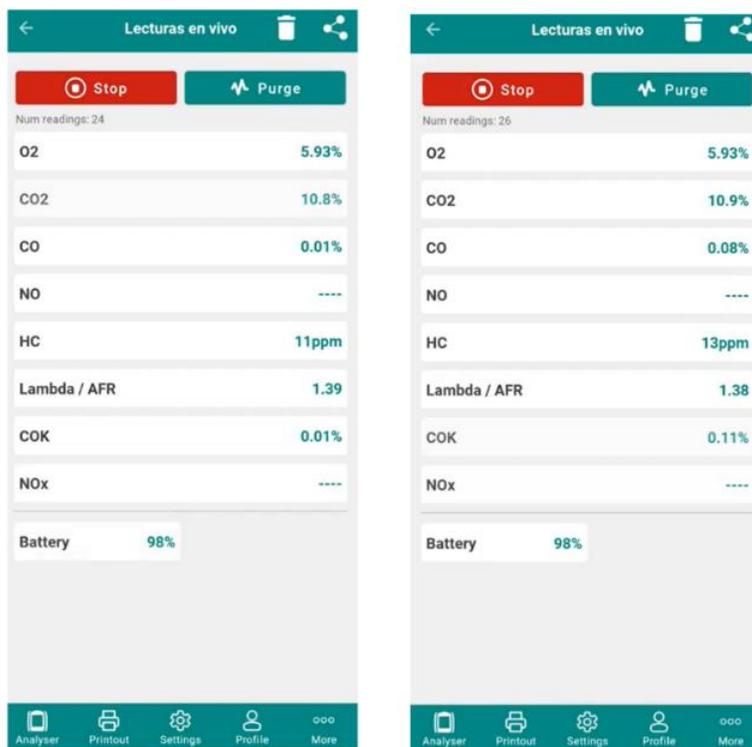


*Nota.* Se observa en la figura de la izquierda los valores obtenidos de los gases emitidos por el motor en régimen de ralentí y en la figura de la derecha en un régimen de 2500 rpm, con la sincronización en el cilindro 1 y el inyector desconectado del cilindro 2.

Se ejecuta el protocolo de medición de gases con el inyector 3 desconectado, tomando la señal de sincronización del cilindro 1.

**Figura 56**

*Informe emitido por el software*

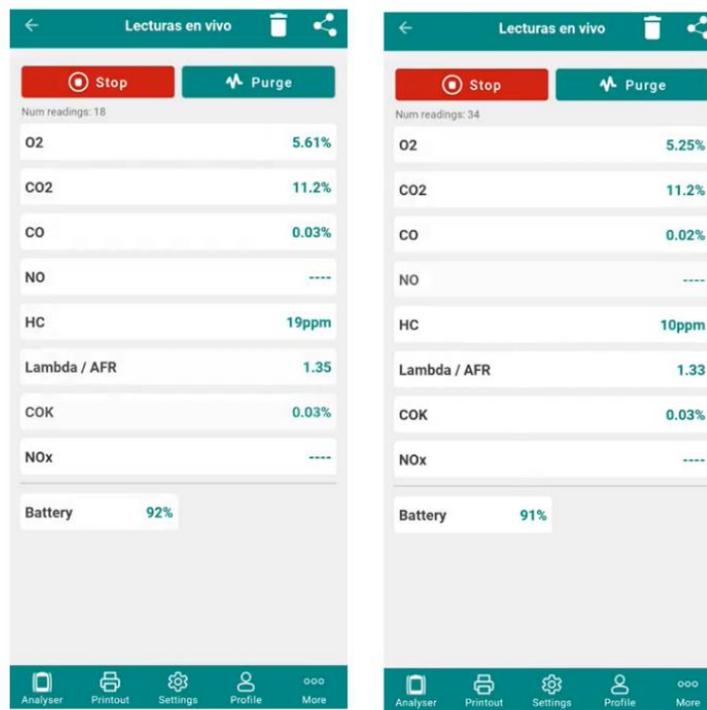


*Nota.* Se observa en la figura de la izquierda los valores obtenidos de los gases emitidos por el motor en régimen de ralentí y en la figura de la derecha en un régimen de 2500 rpm, con la sincronización en el cilindro 1 y el inyector desconectado del cilindro 3.

Se efectúa el protocolo de medición de gases con el inyector 4 desconectado, tomando la señal de sincronización del cilindro 1.

**Figura 57**

*Informe emitido por el software*

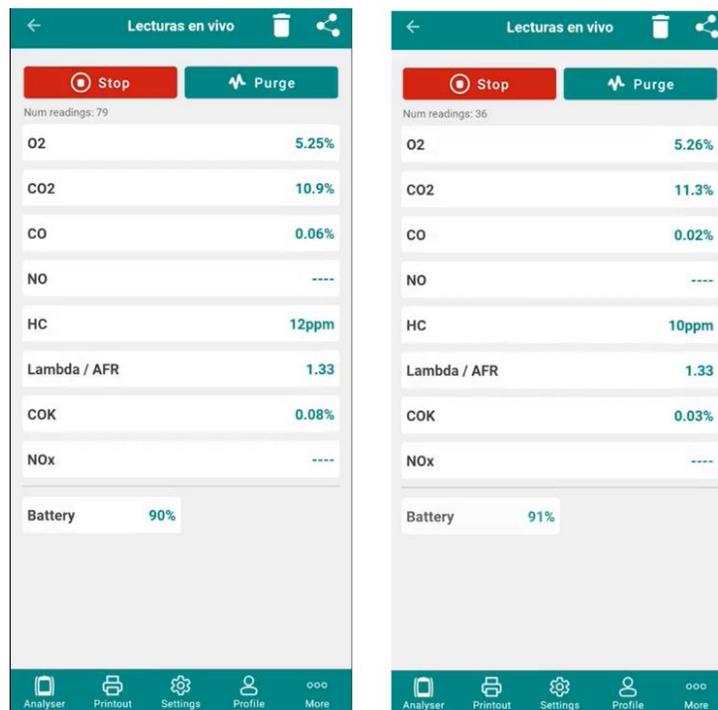


*Nota.* Se observa en la figura de la izquierda los valores obtenidos de los gases emitidos por el motor en régimen de ralentí y en la figura de la derecha en un régimen de 2500 rpm, con la sincronización en el cilindro 1 y el inyector desconectado del cilindro 4.

Se realiza el protocolo de medición de gases con el inyector 1 desconectado, tomando la señal de sincronización del cilindro 2.

**Figura 58**

*Informe emitido por el software*



*Nota.* Se observa en la figura de la izquierda los valores obtenidos de los gases emitidos por el motor en régimen de ralentí y en la figura de la derecha en un régimen de 2500 rpm, con la sincronización en el cilindro 2 y el inyector desconectado del cilindro 1.

### ***Protocolo de la cuarta falla - Desconexión del sensor CMP***

Para este ensayo se ubica el socket del sensor CMP del árbol de levas de admisión, se desconecta el mismo para realizar la prueba de falla, para analizar la incidencia de la señal errónea que preceptúa dicho sensor con el ángulo de apertura y ángulo de cierre de las válvulas del árbol de levas de la admisión del motor de combustión interna.

**Figura 59**

*Desconectar sensor CMP de admisión*



*Nota.* En la figura se observa la desconexión del socket del sensor CMP de admisión, considera la condición de falla de un llenado ineficaz, para afectar la eficiencia volumétrica del motor de combustión interna.

**Prueba con el SCRIPT PX.** Se ejecuta el protocolo de prueba del SCRIPT PX donde se registraron los resultados obtenidos en el cilindro 1 del motor en condición de falla, el sensor CMP de admisión desconectado.

Figura 60

Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro uno

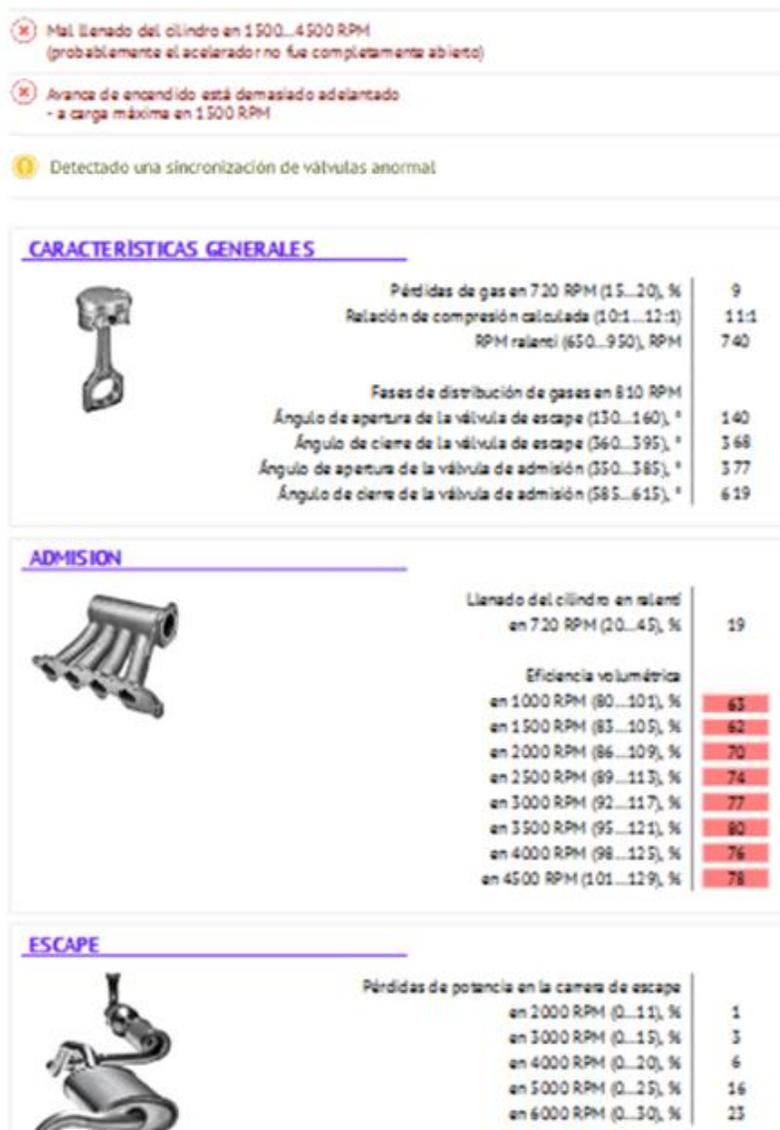


Nota. En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 1 del motor en condición de falla el CMP de admisión desconectado, que considera ángulos de cierre y apertura de las válvulas de admisión que se ve afectado por una señal errónea del sensor para el sistema electrónico de la ECU.

Se detallan los datos conseguidos en el cilindro 2, mediante la ejecución del protocolo de uso del SCRIPT PX en condición de falla, el sensor CMP de admisión desconectado.

**Figura 61**

*Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro dos*

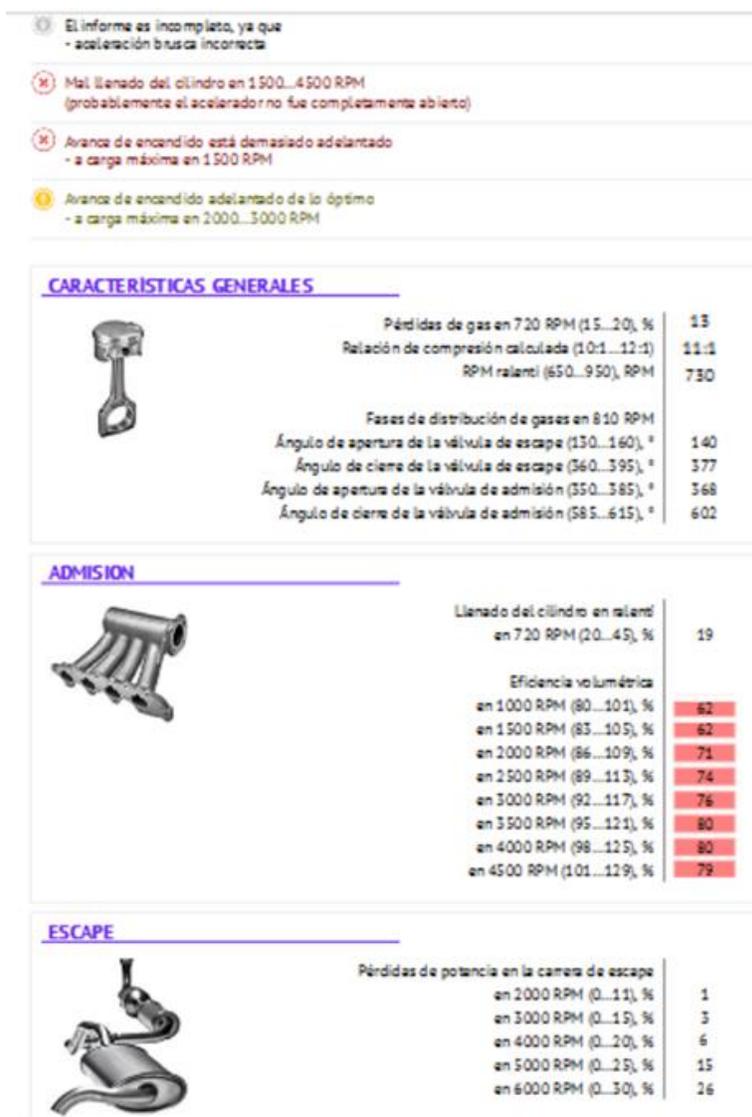


*Nota.* En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 2 del motor en condición de falla el CMP de admisión desconectado, que considera ángulos de cierre y apertura de las válvulas de admisión que se ve afectado por una señal errónea del sensor para el sistema electrónico de la ECU.

Se registraron los datos obtenidos en el cilindro 3, mediante la ejecución el protocolo de uso del SCRIPT PX en condición de falla, el sensor CMP de admisión desconectado.

**Figura 62**

*Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro tres*

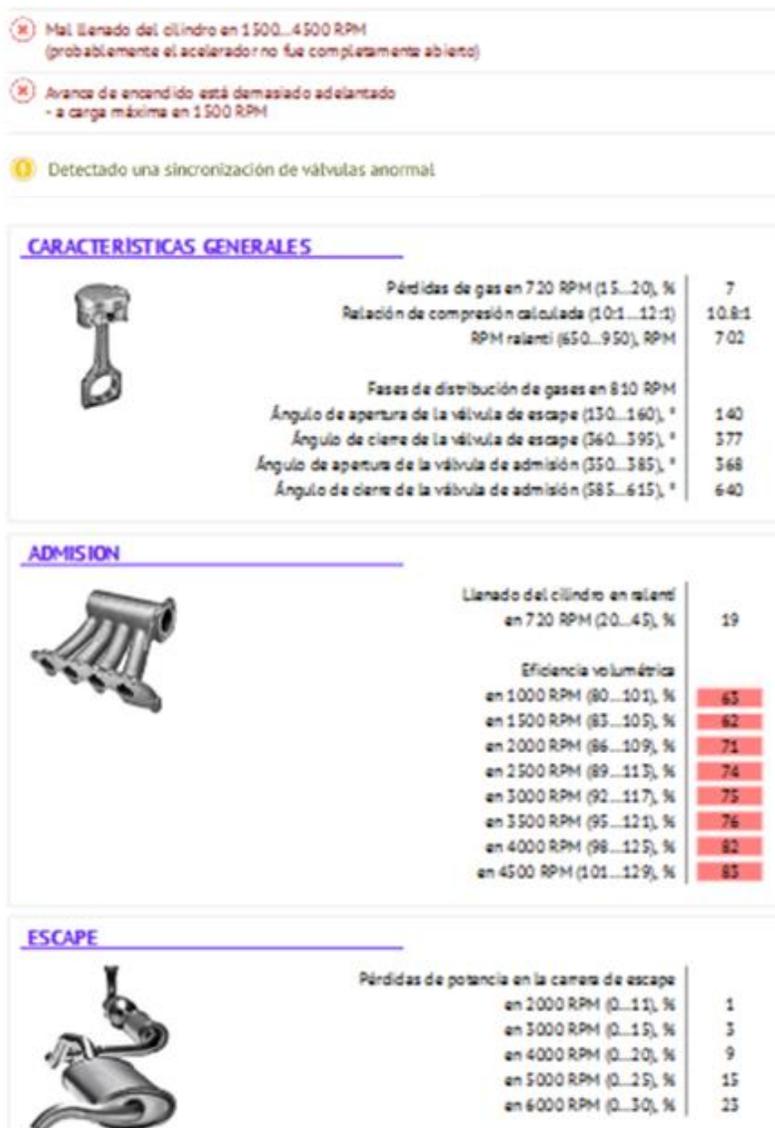


*Nota.* En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 3 del motor en condición de falla el CMP de admisión desconectado, que considera ángulos de cierre y apertura de las válvulas de admisión que se ve afectado por una señal errónea del sensor para el sistema electrónico de la ECU.

Se detallan los datos conseguidos en el cilindro 4, ejecutando el protocolo de uso del SCRIPT PX en condición de falla, el sensor CMP de admisión desconectado.

### Figura 63

#### Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro cuatro

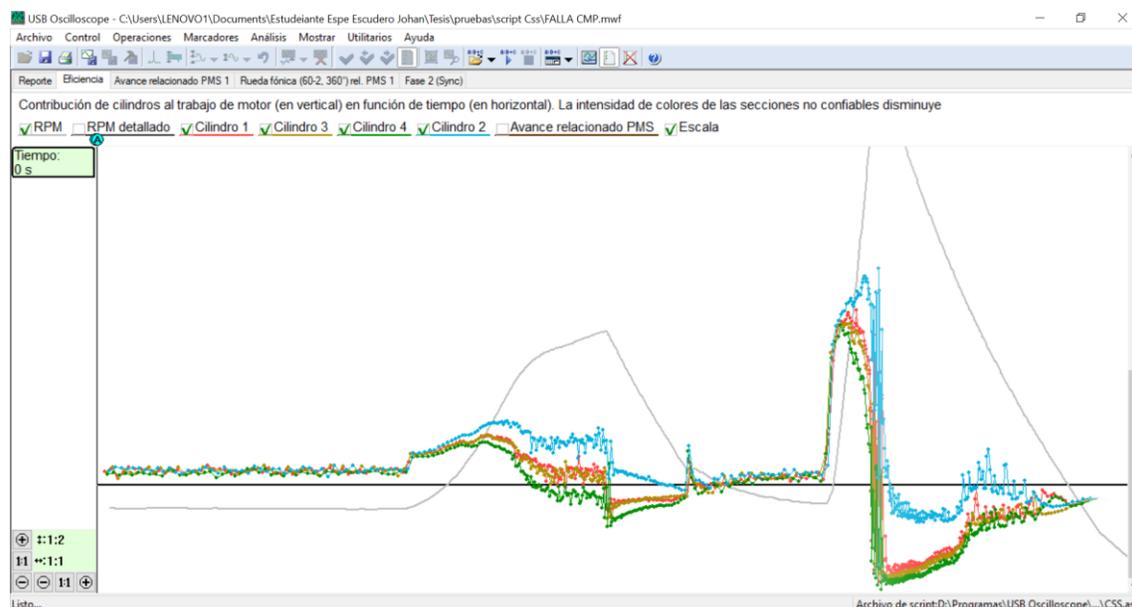


*Nota.* En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 4 del motor en condición de falla el CMP de admisión desconectado, que considera ángulos de cierre y apertura de las válvulas de admisión que se ve afectado por una señal errónea del sensor para el sistema electrónico de la ECU.

**Prueba con el SCRIPT CSS.** Se ejecuta el protocolo de prueba del SCRIPT CSS donde se alcanzan datos de eficiencia, adjuntando los siguientes resultados obtenidos de los cuatro cilindros del motor, en condición de falla, el sensor CMP de admisión desconectado.

## Figura 64

### Informe de resultados del SCRIPT CSS

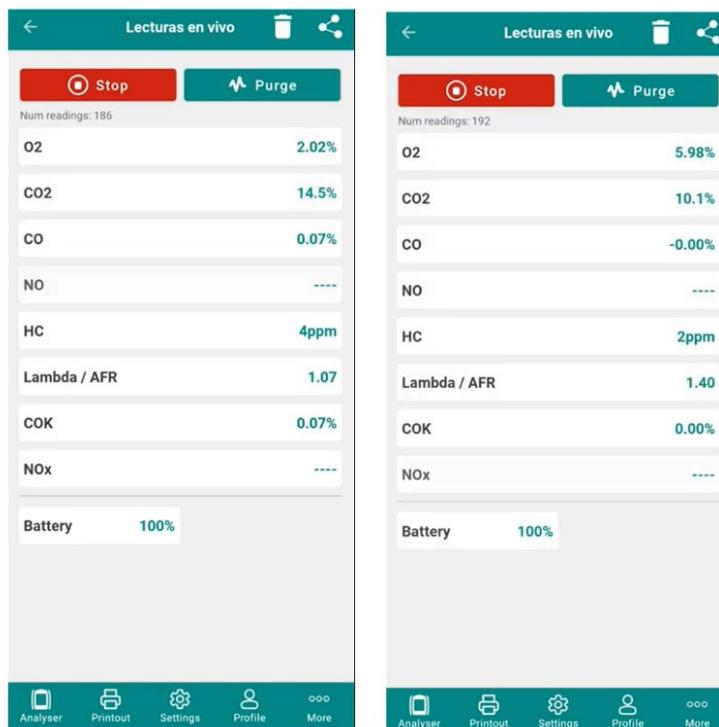


*Nota.* En la figura se detallan los resultados obtenidos del script C<sub>ss</sub> en los 4 cilindros del motor en condición de falla, el sensor CMP de admisión desconectado, que considera datos de eficiencia volumétrica en el ciclo de admisión con ángulos de cierre y apertura de válvulas.

**Prueba con analizador de gases.** Esta prueba se ejecuta en un régimen de giro a 2500 rpm y en ralentí, donde se obtienen porcentajes de los gases emitidos por el motor de combustión interna en condición de falla, el sensor CMP de admisión desconectado.

**Figura 65**

*Informe emitido por el software*



*Nota.* Se observa en la figura de la izquierda los valores obtenidos de los gases emitidos por el motor en régimen de ralentí y en la figura de la derecha en un régimen de 2500 rpm.

### ***Protocolo de la quinta falla - Aumento de compresión en los cilindros***

Para esta prueba en una jeringa se toma la cantidad estipulada de lubricante de motor, se introduce el aceite de manera directa en la cámara de combustión, teniendo en cuenta la cuantía a ingresar al cilindro.

**Figura 66**

*Medición de aceite 5W30*

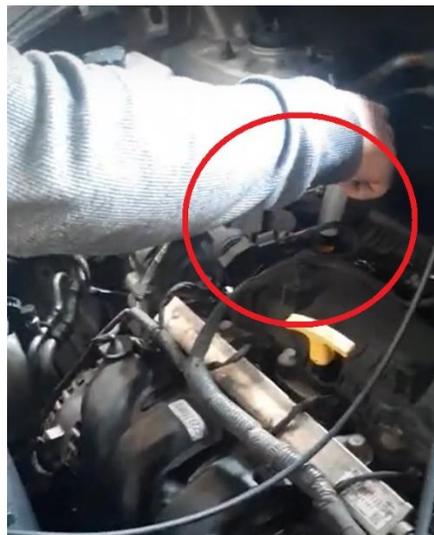


*Nota.* En la figura se observa la carga de 3ml del lubricante en la jeringuilla, que considera la cantidad estipulada para la condición de falla incrementando la relación de compresión.

Una vez insertado tres mililitros de aceite en el cuerpo de la jeringuilla se introduce el mismo en la cámara de combustión, para lo cual se empuja el émbolo sin apoyar las lengüetas en la tapa válvulas para evitar que el aceite se adhiera en las paredes de engrane de la bujía.

**Figura 67**

*Introducción de aceite 5W30 a la cámara de combustión*

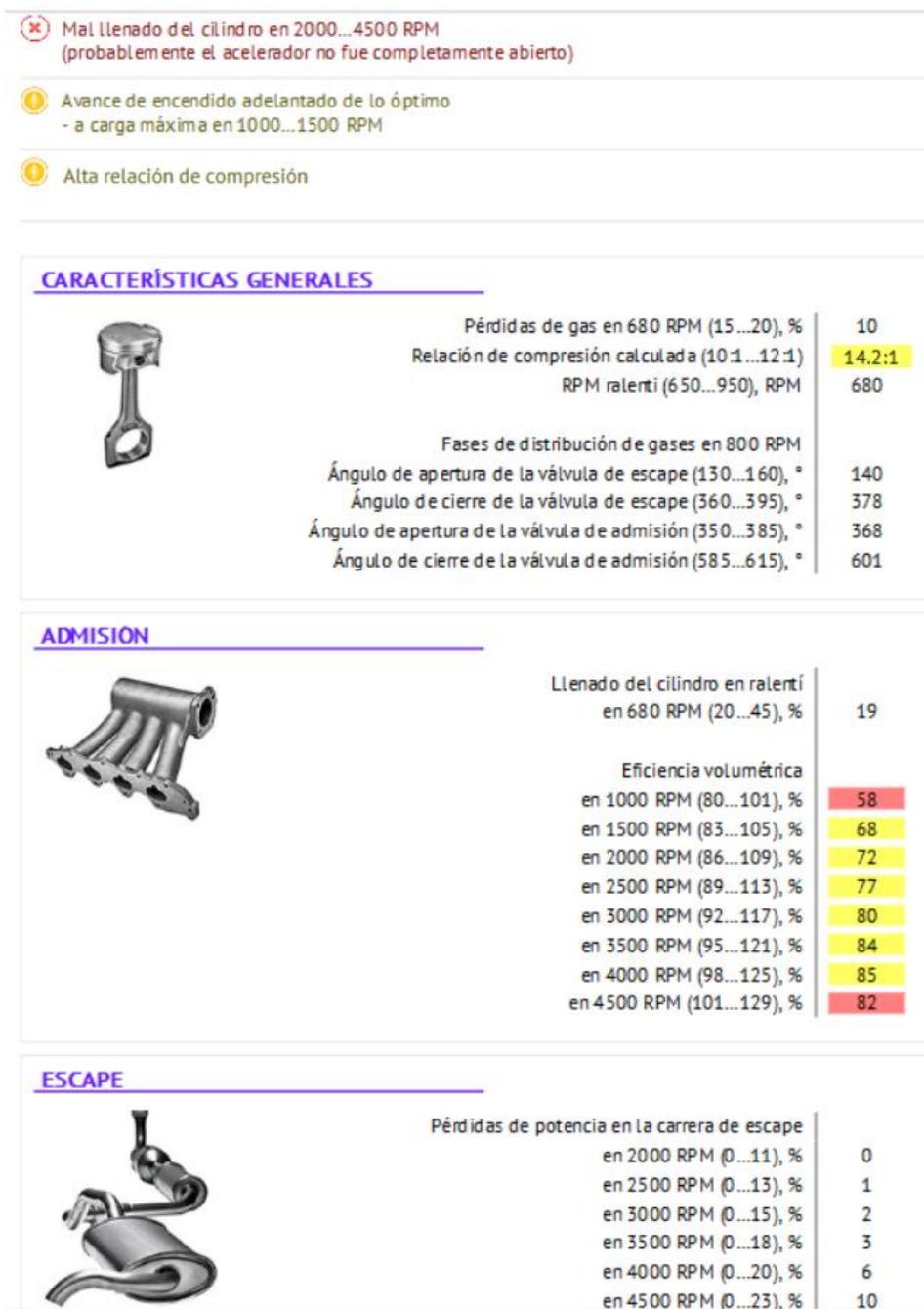


*Nota.* En la figura se observa el ingreso del volumen del lubricante en la cámara de combustión, que considera la cantidad estipulada para no generar averías permanentes en el cilindro, pistón, anillos, biela y cigüeñal.

**Prueba con el SCRIPT PX.** Se ejecuta el protocolo de prueba del SCRIPT PX donde se registraron los resultados obtenidos en el cilindro 1 del motor en condición de falla, aumento de la compresión mediante el ingreso de aceite en la cámara de combustión.

Figura 68

Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro uno

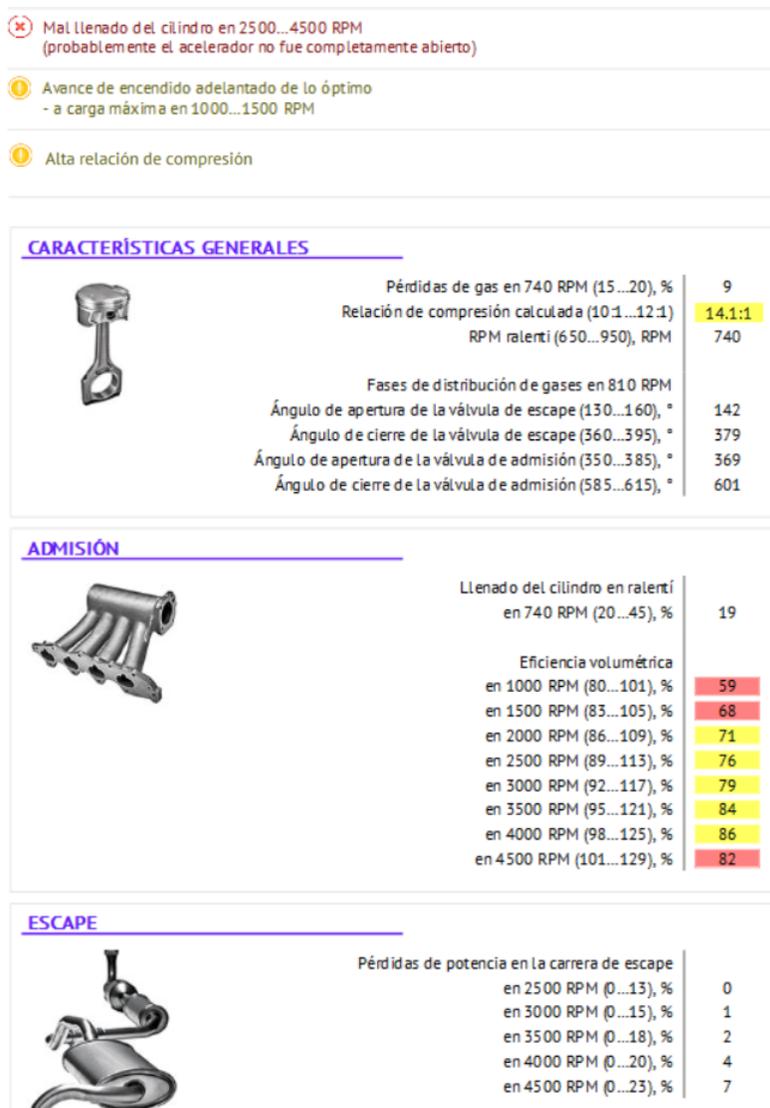


Nota. En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 1 del motor en condición de falla aumento de la compresión, que considera resultados de la relación de compresión calculada.

Se detallan los datos conseguidos en el cilindro 2, mediante la ejecución del protocolo de uso del SCRIPT PX en condición de falla, aumento de la compresión mediante el ingreso de aceite en la cámara de combustión.

## Figura 69

### Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro dos

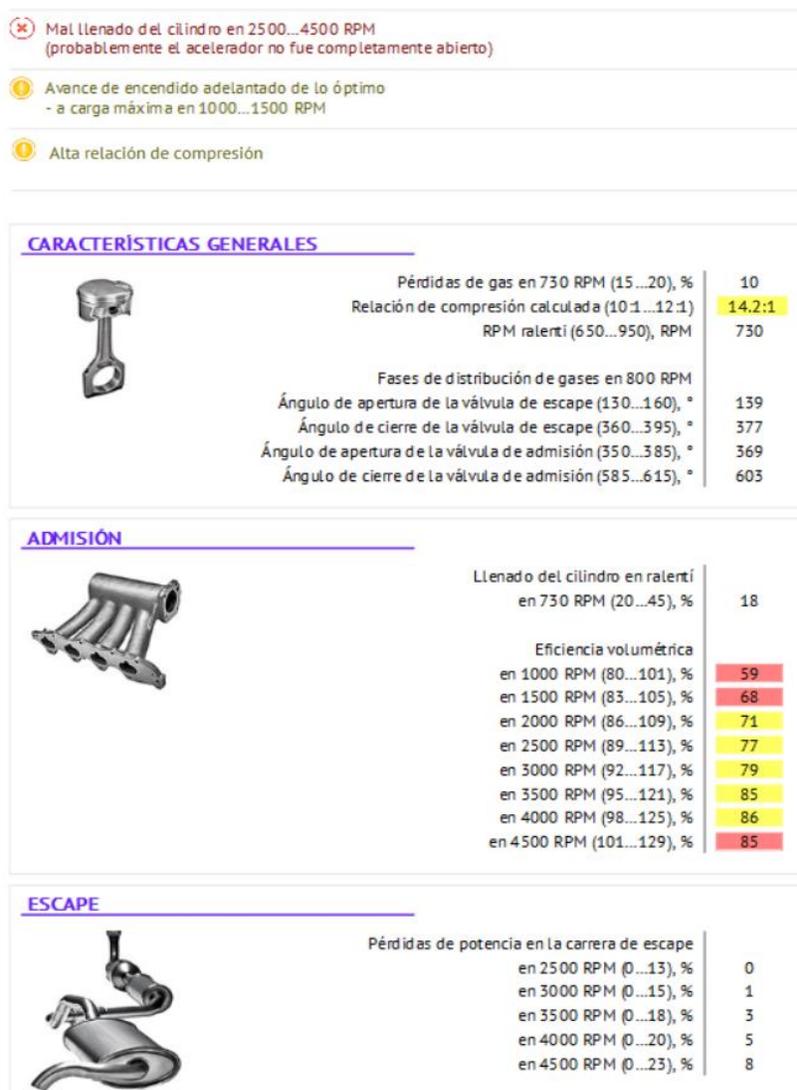


*Nota.* En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 2 del motor en condición de falla aumento de la compresión, que considera resultados de la relación de compresión calculada.

Se registraron los datos obtenidos en el cilindro 3, mediante la ejecución el protocolo de uso del SCRIPT PX en condición de falla, aumento de la compresión mediante el ingreso de aceite en la cámara de combustión.

## Figura 70

### Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro tres

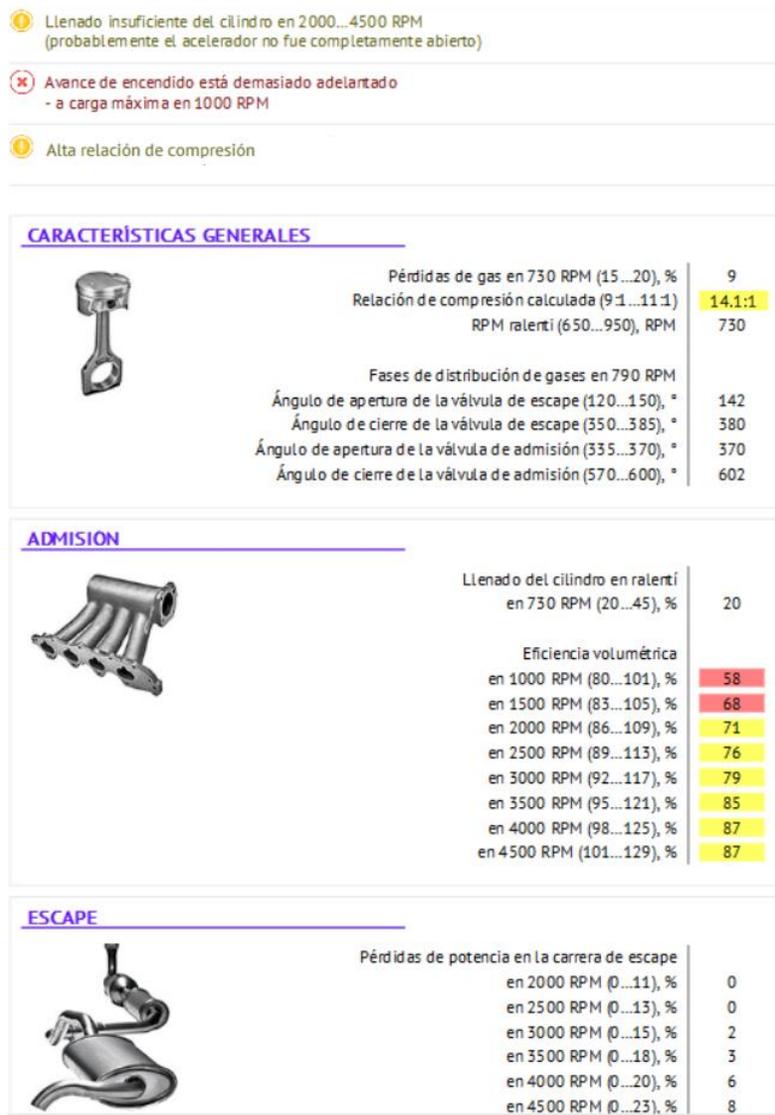


*Nota.* En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 3 del motor en condición de falla aumento de la compresión, que considera resultados de la relación de compresión calculada.

Se detallan los datos conseguidos en el cilindro 4, ejecutando el protocolo de uso del SCRIPT PX en condición de falla, aumento de la compresión mediante el ingreso de aceite en la cámara de combustión.

**Figura 71**

*Informe de resultados del SCRIPT PX del cilindro cuatro*



*Nota.* En la figura se observan los resultados obtenidos del SCRIPT PX en el cilindro 4 del motor en condición de falla aumento de la compresión, que considera resultados de la relación de compresión calculada.

**Prueba con el SCRIPT CSS.** Se ejecuta el protocolo de prueba del SCRIPT CSS donde se alcanzan datos de eficiencia, adjuntando los siguientes resultados obtenidos de los cuatro cilindros del motor, en condición de falla, aumento de la compresión aceite en la cámara de combustión.

La ejecución de este protocolo se realiza en cada cilindro, ya que este flujo de datos que manipula el equipo es de manera general en el motor de combustión interna, para no averiar el vehículo de prueba se introdujo el aceite y se realizó la prueba de manera individual.

## Figura 72

### *Informe de resultados del SCRIPT CSS en el cilindro uno*

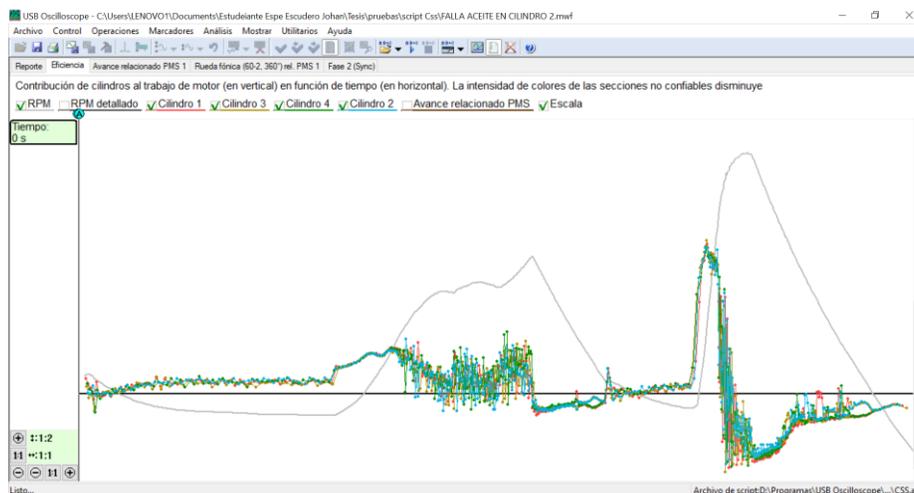


*Nota.* En la figura se detallan los resultados obtenidos del script Css en condición de falla, aceite en el cilindro 1, que considera la relación de compresión en la contribución de los cilindros al trabajo del motor.

Se introduce el lubricante de motor en la cámara de combustión 2 para ejecutar el protocolo del SCRIPT CSS en el cilindro.

## Figura 73

### Informe de resultados del SCRIPT CSS en el cilindro dos

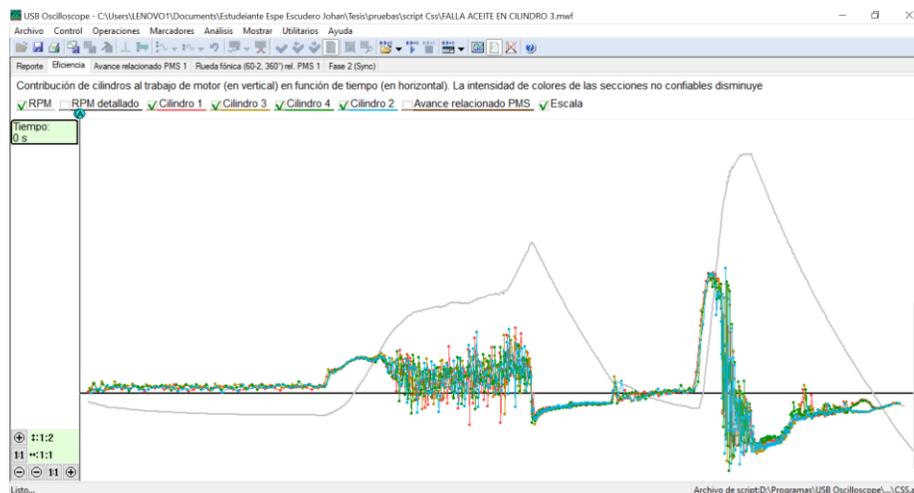


*Nota.* En la figura se detallan los resultados obtenidos del SCRIPT CSS en condición de falla, aceite en el cilindro 2, que considera la relación de compresión en la contribución de los cilindros al trabajo del motor.

Se incrementa la compresión en el cilindro 3 insertando el aceite de motor en la cámara de combustión, para ejecutar el protocolo del SCRIPT CSS.

## Figura 74

### Informe de resultados del SCRIPT CSS en el cilindro tres

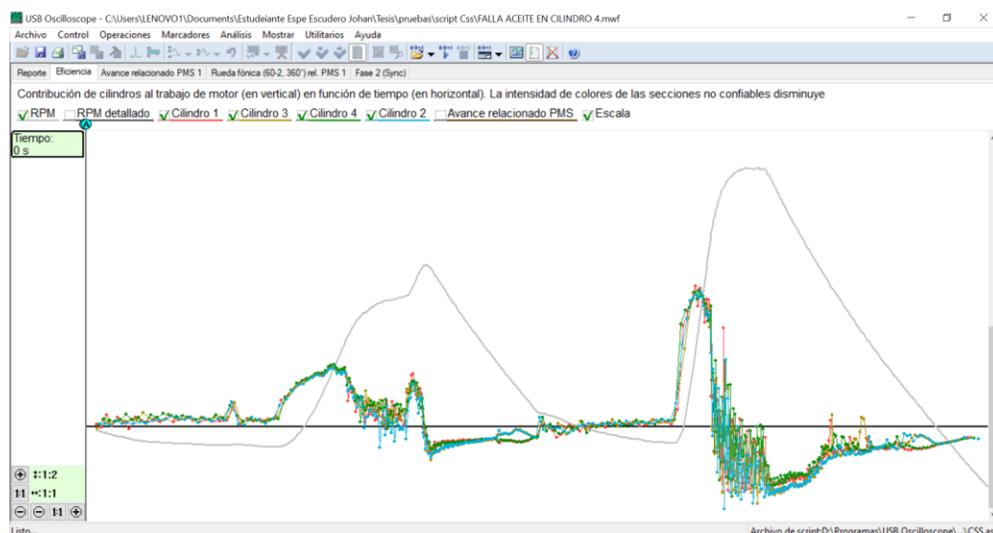


*Nota.* En la figura se detallan los resultados obtenidos del SCRIPT CSS en condición de falla, aceite en el cilindro 3, que considera la relación de compresión en la contribución de los cilindros al trabajo del motor.

Se efectúa el protocolo de uso del SCRIPT CSS con el incremento de compresión en la cámara de combustión, ingresando el lubricante de motor en el cilindro 4.

## Figura 75

### *Informe de resultados del SCRIPT CSS en el cilindro cuatro*



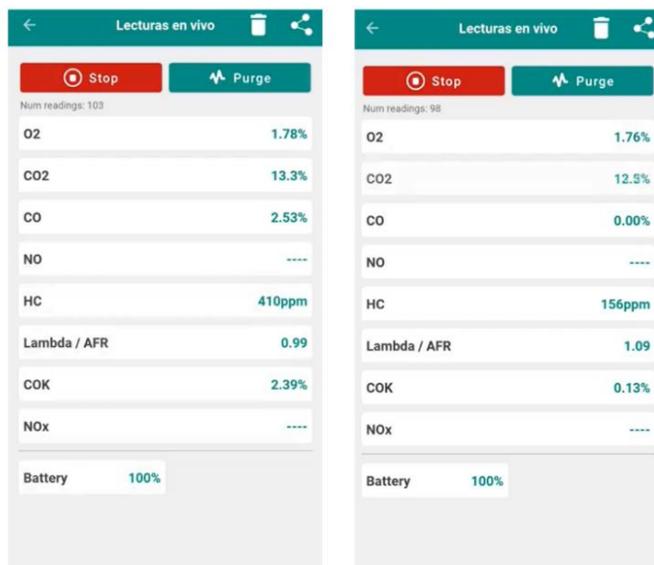
*Nota.* En la figura se detallan los resultados obtenidos del SCRIPT CSS en condición de falla, aceite en el cilindro 4.

**Prueba con analizador de gases.** Para esta prueba se ejecuta el protocolo de uso del analizador de gases de la marca Kane plus.

Esta prueba se realiza en ralentí y un régimen de giro a 2500 rpm, donde se obtienen porcentajes los gases emitidos por el motor de combustión interna con la misma disposición que los protocolos de condición de falla, en este caso aceite de motor en el cilindro 1.

**Figura 76**

*Informe emitido por el software*

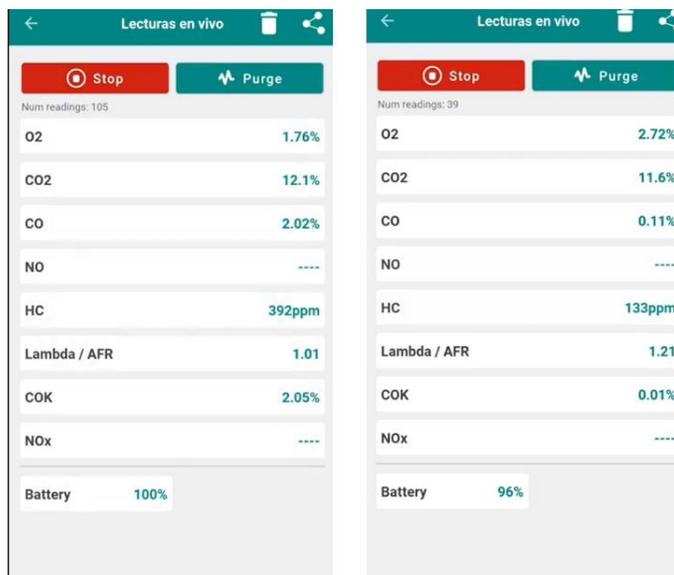


*Nota.* Se observa en la figura de la izquierda los valores obtenidos de los gases emitidos por el motor en régimen de ralentí y en la figura de la derecha en un régimen de 2500 rpm, con aceite en la cámara de combustión del cilindro 1.

Se ejecuta el protocolo de medición de gases con un incremento en la compresión con aceite en la cámara de combustión en el cilindro 2.

**Figura 77**

*Informe emitido por el software*

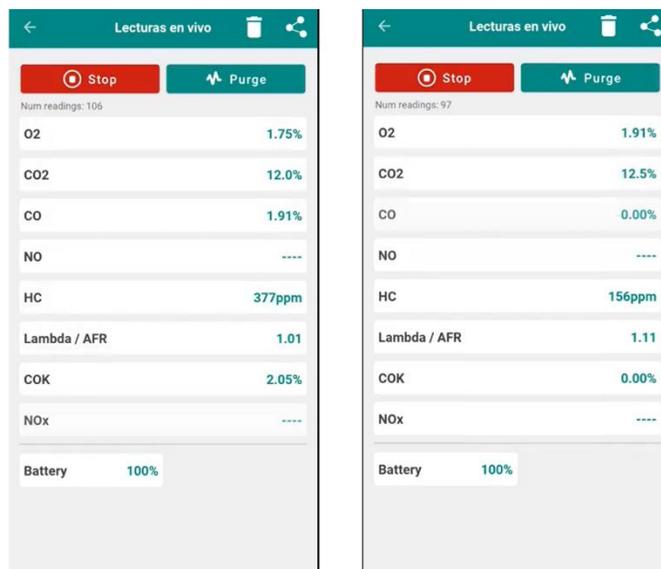


*Nota.* Se observa en la figura de la izquierda los valores obtenidos de los gases emitidos por el motor en régimen de ralentí y en la figura de la derecha en un régimen de 2500 rpm, con aceite en la cámara de combustión del cilindro 2.

Se efectua el protocolo de medición de gases con un incremento en la compresión con aceite en la cámara de combustión en el cilindro 3.

## Figura 78

Informe emitido por el software

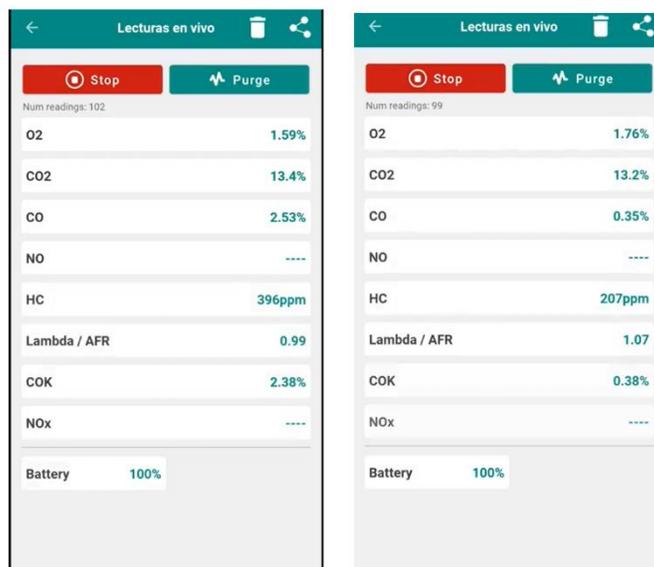


*Nota.* Se observa en la figura de la izquierda los valores obtenidos de los gases emitidos por el motor en régimen de ralentí y en la figura de la derecha en un régimen de 2500 rpm, con aceite en la cámara de combustión del cilindro 3.

Se desarrolla el protocolo de medición de gases con un incremento en la compresión con aceite en la cámara de combustión en el cilindro 4.

**Figura 79**

*Informe emitido por el software*



*Nota.* Se observa en la figura de la izquierda los valores obtenidos de los gases emitidos por el motor en régimen de ralentí y en la figura de la derecha en un régimen de 2500 rpm, con aceite en la cámara de combustión del cilindro 4.

## Capítulo IV

### Análisis de resultados para el diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor de combustión interna.

#### Análisis del SCRIPT PX en condiciones ideales

Los datos obtenidos en el motor en condiciones ideales mediante el SCRIPT PX refleja las pérdidas de gas, la relación de compresión calculada, los ángulos de apertura y cierre de las válvulas, eficiencia volumétrica y pérdida de potencia de los cilindros.

**Tabla 5**

*Datos obtenidos del informe del SCRIPT PX en condiciones ideales*

<b>Condiciones ideales</b>				
<b>Características generales</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Pérdidas de gas en RPM (15-20) %	11*	13*	12*	13*
Relación de compresión calculada (10:1-12:1)	10.8	10.7	10.7	10.8
RPM ralentí (650...950), RPM	850	890	900	880
A.A.E (130-160) °	141	141	141	141
A.C.E (360-395) °	379	378	378	378
A.A.A (350-385) °	370	369	368	368
A.C.A (585-615) °	603	603	602	603
<b>Admisión</b>				
Llenado del cilindro en ralentí en RPM (20-45) %	20*	17*	18*	18*
Eficiencia volumétrica en 1000 RPM (80-101) %	68*	69*	69*	-
Eficiencia volumétrica en 1500 RPM (83-105) %	68*	69*	69*	68
Eficiencia volumétrica en 2000 RPM (86-109) %	72*	71*	71*	71*
Eficiencia volumétrica en 2500 RPM (89-113) %	77*	76*	77*	77*
Eficiencia volumétrica en 3000 RPM (92-117) %	80*	79*	79*	79*

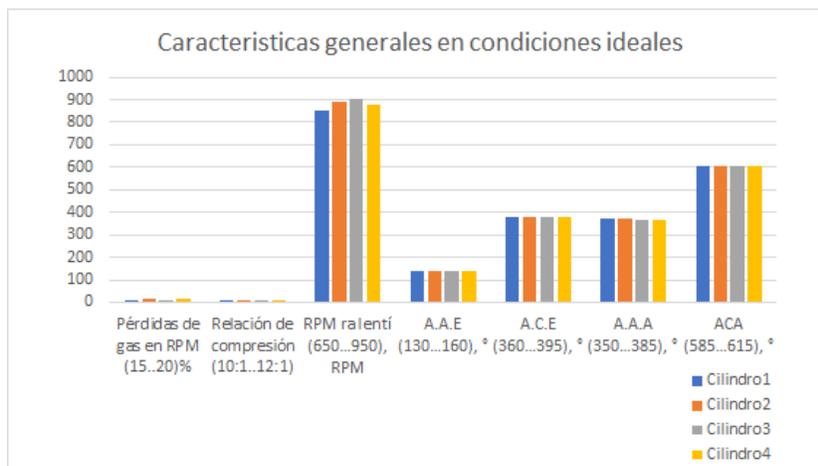
<b>Condiciones ideales</b>				
Eficiencia volumétrica en 3500 RPM (95-121) %	83*	86*	86*	85*
Eficiencia volumétrica en 4000 RPM (98-125) %	87*	88*	87*	88*
Eficiencia volumétrica en 4500 RPM (101...129), %	87*	89*	88*	88*
<b>Pérdidas de potencia</b>				
Carrera de escape en 2500 RPM (0-7) %	1	0	1	0
Carrera de escape en 3000 RPM (0-11) %	1	1	1	1
Carrera de escape en 3500 RPM (0-15) %	3	2	2	3
Carrera de escape en 4000 RPM (0-20) %	7	5	5	6
Carrera de escape en 4500 RPM (0-23) %	10	8	8	11

*Nota.* La tabla muestra los datos obtenidos de las características generales, eficiencia volumétrica y pérdidas de potencia de los cilindros. Valor aceptable (\*).

Mediante graficas de barras se refleja los resultados obtenidos de las características generales en la prueba de condiciones ideales.

### Figura 80

*Valores obtenidos de las características generales*



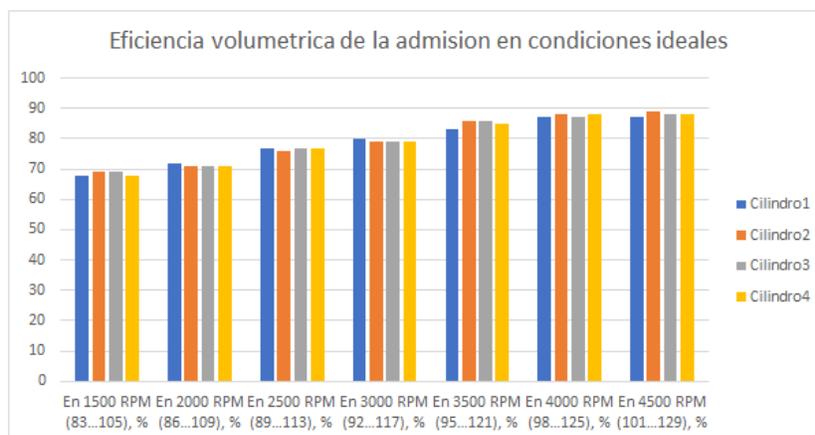
*Nota.* La grafica representa los datos obtenidos de manera cualitativa de las características generales de los cilindros del motor de combustión interna.

Se aprecia que todos los datos de las características generales están dentro del rango, excepto las pérdidas de gas que están dentro de un rango aceptable, indicando que las pérdidas de compresión en los cilindros del motor son mínimas.

Se observa de manera grafica los resultados obtenidos en la prueba de condiciones ideales de la eficiencia volumétrica de los cilindros del motor.

### Figura 81

*Valores obtenidos de la eficiencia volumétrica*



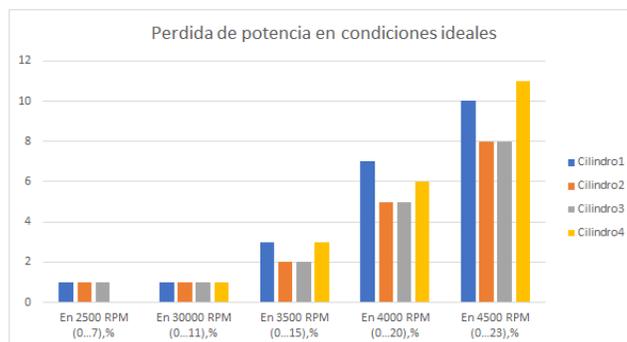
*Nota.* La grafica representa de manera cualitativa los datos obtenidos de la eficiencia volumétrica de los cilindros del motor de combustión interna.

Se refleja que los datos de la eficiencia volumétrica están un poco por debajo de los rangos establecidos, ya que el lugar donde se realizó las pruebas tiene una altura sobre el nivel del mar diferente al lugar donde se fabricó el equipo, porque lo que el equipo esta acondicionado para trabajar a la altura del lugar de fabricación.

Se refleja mediante grafica de barras la pérdida de potencia en los cilindros del motor de combustión interna en la prueba de condiciones ideales.

## Figura 82

Valores obtenidos de la pérdida de potencia



*Nota.* Se muestra de manera cualitativa la pérdida de potencia en los cilindros del motor de combustión interna.

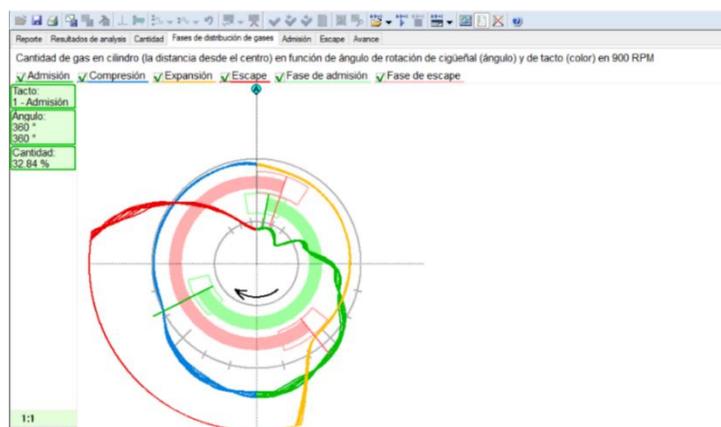
Los datos de la pérdida de potencia están dentro del rango, indicando que todos los cilindros trabajan eficientemente.

## Fases de distribución de gases

El SCRIPT CSS nos muestra de manera interactiva la distribución de gases en los diferentes ciclos del motor de combustión interna.

## Figura 83

Fases de distribución de gases en estado ideal



*Nota.* Se observa en la figura la ficha gráfica de las fases de distribución de gases.

En la gráfica se puede observar los diferentes grados de trabajo del cilindro, todo esto tomado a 900 RPM. Se indica por medio de los colores que los grados que apertura y cierre de las válvulas están dentro de los rangos óptimos.

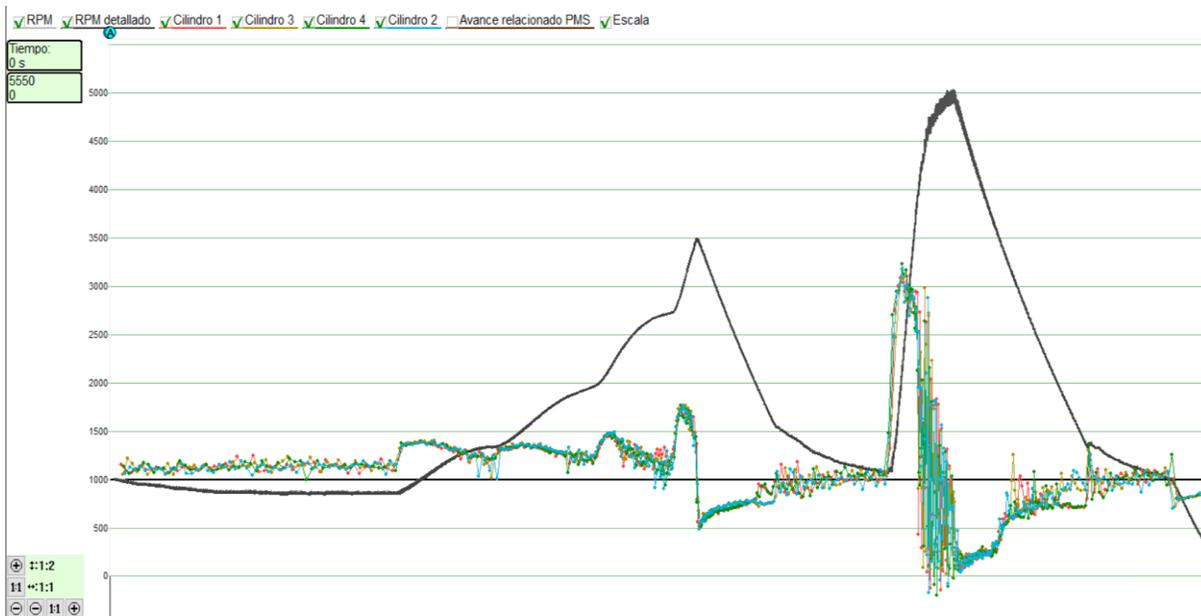
### **Análisis del SCRIPT CSS en condiciones ideales**

Se ejecuta el SCRIPT CSS donde se aprecia las gráficas obtenidas respecto a la eficiencia de los 4 cilindros y estado en el que se encuentra la rueda fónica tanto su señal como su parte mecánica.

### ***Eficiencia de los cilindros***

#### **Figura 84**

#### *Eficiencia de los cilindros del SCRIPT CSS*



*Nota.* Gráficos de eficiencia de los cilindros en condiciones ideales en los diferentes regímenes de funcionamiento del motor.

Se puede observar que no existe desviaciones notables en la eficiencia de los cilindros del motor, tanto lo que es compresión, sistema de alimentación de combustible y el sistema de encendido.

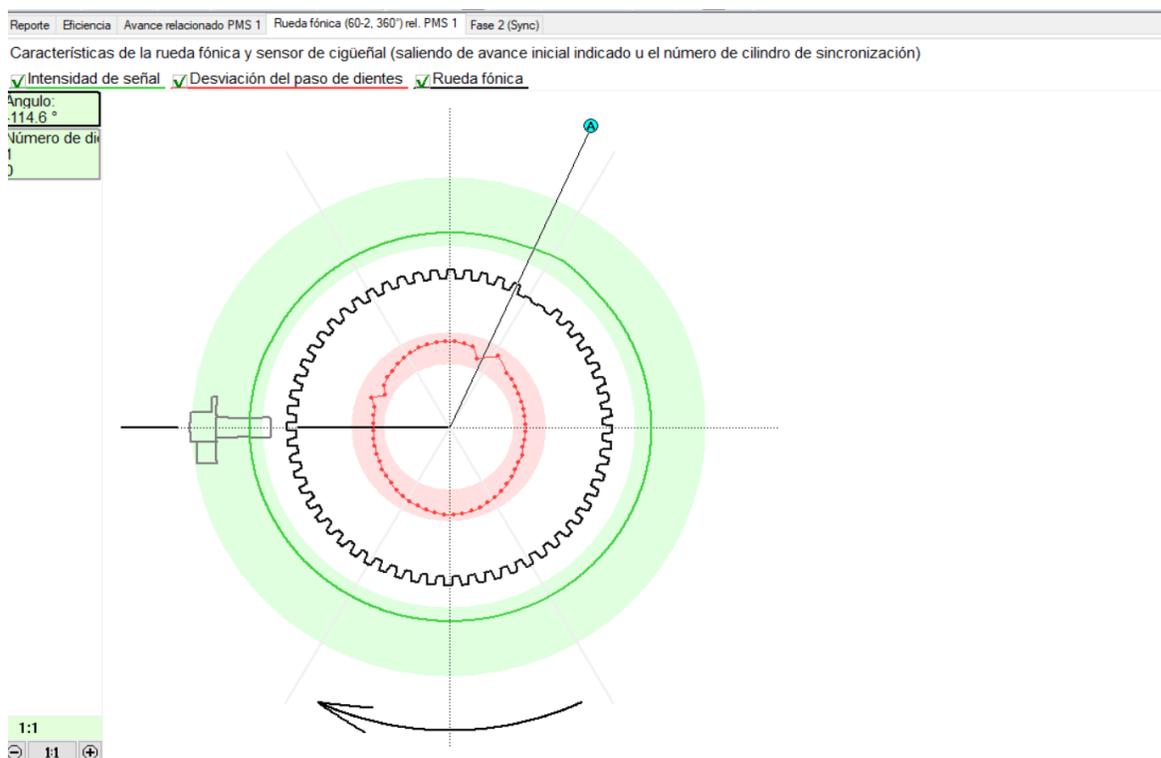
De esta manera se da por entendido que el motor se encuentra en óptimas condiciones de funcionamiento.

### **Rueda fónica**

De manera grafica se puede observar las características de la rueda fónica y la señal del sensor CKP.

### **Figura 85**

#### *Rueda fónica del informe SCRIPT CSS*



*Nota.* Gráfica de la señal del sensor CKP y desviación del paso de dientes de la rueda fónica.

La intensidad de la señal del sensor CKP está dentro del rango establecido, indicando que el sensor no sufre de problemas de campo magnético o distancias, además en la desviación del paso de dientes se observa que no existe ningún diente doblado o roto.

## Análisis de los gases de escape en condiciones ideales

**Tabla 6**

*Datos obtenidos de los gases de escape del motor en condiciones ideales*

<b>Análisis de gases en condiciones ideales</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Ralentí</b>	<b>2500 rpm</b>
O <sub>2</sub> %Vol	1,24	0,23
CO <sub>2</sub> %Vol	14,2	15,1
CO %Vol	0,13	0,19
HC ppm	73	75
Lambda	1,05	1,03

*Nota.* Se muestra los valores obtenidos de los gases de escape en pruebas de ralentí y aceleración del motor en condiciones ideales.

Los datos obtenidos del analizador de gases en las condiciones ideales comparadas con la norma NTE INEN 2204:2017, se observa que el CO no sobrepasa el 1 % y los HC están correctos debido a que no supera las 200 ppm.

Se observa un lambda de 1.05 y 1.03, acercándose a una mezcla aire-combustible estequiométrica, por lo que el O<sub>2</sub> no es alto dando un valor de 1,24 y 0,23 y un CO<sub>2</sub> de 14,2 y 15,1 indicando una excelente eficiencia de la combustión.

### **Análisis de la primera falla- escape obstruido**

Se ejecuta el SCRIPT PX en la prueba de escape obstruido, tomando los datos obtenidos de la pérdida de potencia, debido a que en esta parte del informe se observa una mayor variación de los datos.

**Tabla 7**

*Variación de datos de la pérdida de potencia del escape obstruido*

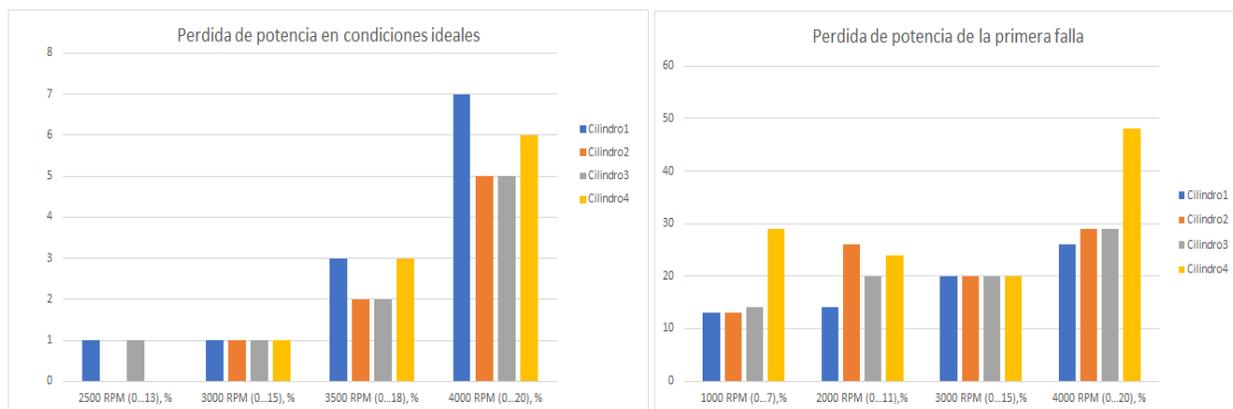
Carrera de escape	Pérdidas de potencia								
	Condiciones ideales				Escape obstruido				
	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b>2500 RPM</b> (0...13) %	1	0	1	0	<b>1000 RPM</b> (0...7) %	13*	13*	14*	29**
<b>3000 RPM</b> (0...15) %	1	1	1	1	<b>2000 RPM</b> (0...11) %	14*	26**	20**	24**
<b>3500 RPM</b> (0...18) %	3	2	2	3	<b>3000 RPM</b> (0...15) %	20**	20**	20**	20**
<b>4000 RPM</b> (0...20) %	7	5	5	6	<b>4000 RPM</b> (0...20) %	26**	29**	29**	48**

*Nota.* Variación de datos de la pérdida de potencia de las condiciones ideales respecto al escape obstruido en cada uno de los cilindros. Valores aceptables (\*), valores fuera de rango (\*\*).

Mediante la gráfica de barras se observa de mejor manera la variación de los datos de la pérdida de potencia en condiciones ideales respecto al escape obstruido.

**Figura 86**

*Valores de la pérdida de potencia en la falla del escape obstruido*



*Nota.* Se muestra la variación de la pérdida de potencia en cada uno de los cilindros del motor en condiciones ideales y con el escape tapado.

En condiciones ideales la pérdida de potencia de los cilindros se encuentra dentro de los rangos óptimos, en comparación con la pérdida de potencia de la falla del escape, los cuales sobresalen del rango optimo, dando a entender que el escape o el catalizador o ambos se encuentran obstruidos evitando la salida de los gases de escape.

Los anillos trabajan forzadamente porque no tienen escape incluso puede dañar las paredes del cilindro, además las válvulas se pueden calentar debido a que existe una gran temperatura y presión.

Se observa una leve variación en la eficiencia volumétrica de todos los cilindros, cuando el escape se encuentra tapado u obstruido.

**Tabla 8**

*Variación de datos de la eficiencia volumétrica del escape obstruido*

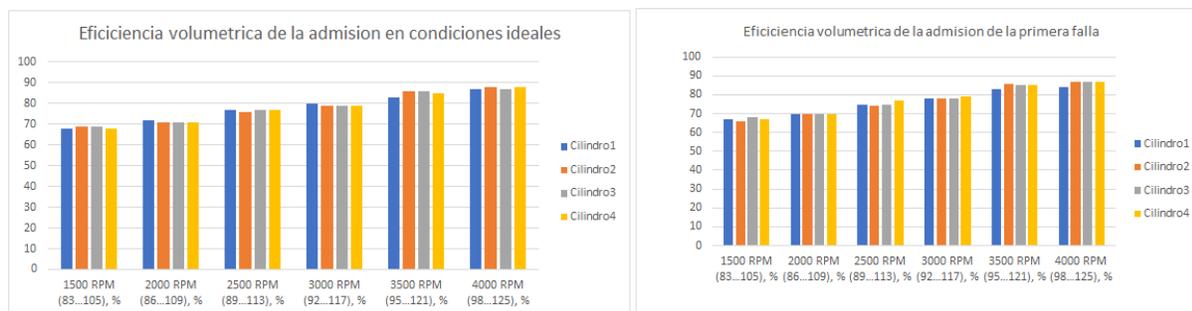
Admisión	Eficiencia volumétrica							
	Condiciones ideales				Primera falla			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1500 RPM (83-105) %	68	69	69	68	67**	66**	68**	67**
2000 RPM (86-109) %	72	71	71	71	70**	70**	70**	70**
2500 RPM (89-113) %	77	76	77	77	75*	74*	75*	77*
3000 RPM (92-117) %	80	79	79	79	78*	78*	78*	79*
3500 RPM (95-121) %	83	86	86	85	83*	86*	85*	85*
4000 RPM (98-125) %	87	88	87	88	84*	87*	87*	87*

*Nota.* Variación de los datos de la eficiencia volumétrica de la admisión en condiciones ideales respecto a la falla del escape obstruido. Valores aceptables (\*), valores fuera de rango (\*\*).

En la figura se observa de manera cualitativa mediante grafica de barras como afecta a la eficiencia volumétrica el tener este tipo de falla en el motor.

**Figura 87**

*Valores de la eficiencia volumétrica en la falla del escape obstruido*



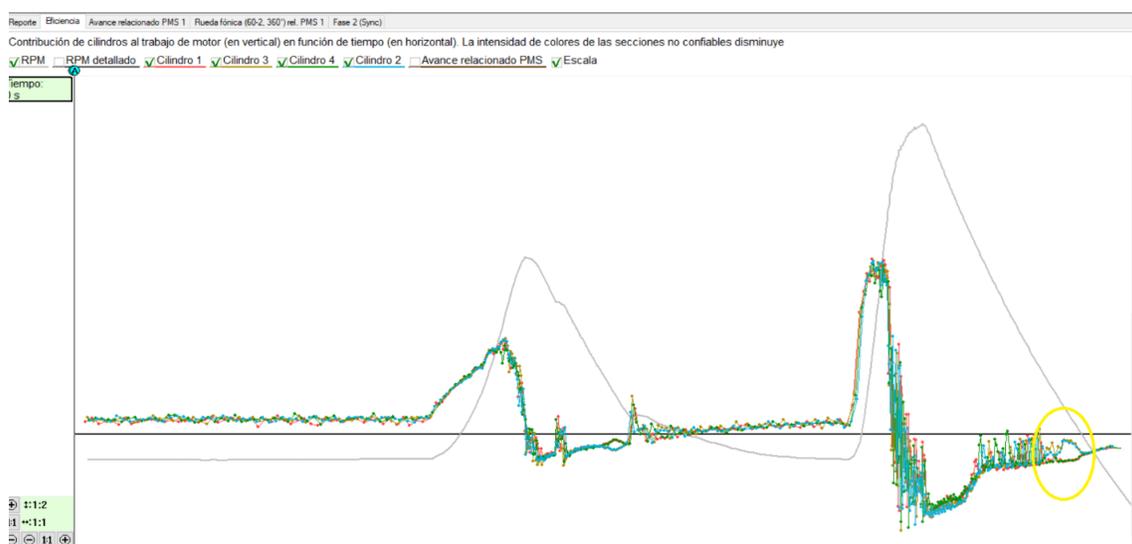
*Nota.* Se muestra la variación de la eficiencia volumétrica en cada uno de los cilindros del motor.

Se ha reducido la eficiencia volumétrica de los cilindros debido a que gran cantidad de los gases quemados no se han expulsado, la disminución del llenado del cilindro conduce a la pérdida de potencia.

Se procede a ejecutar el SCRIPT CSS para la falla del escape obstruido, entregando de manera grafica la eficiencia de los cilindros.

## Figura 88

### *Eficiencia de los cilindros en la falla del escape obstruido*



*Nota.* Se observa seleccionado de color amarillo la sección donde existe un desvío en la eficiencia en uno de los cilindros.

La desviación al final del gráfico de los cilindros indica que hay un problema con la compresión, lo cual es el motivo de la pérdida de potencia, debido a que los gases de escape no son expulsados del motor.

Al realizar el análisis de los gases se compara los valores obtenidos de la falla del escape obstruido con los valores de los gases en condiciones ideales.

**Tabla 9**

*Variación de datos de la prueba de gases del escape obstruido*

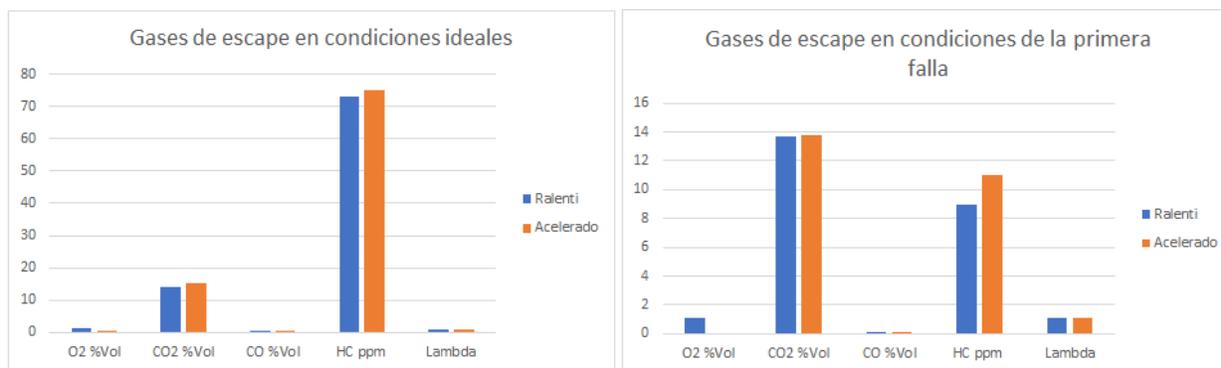
<b>Análisis de los gases</b>				
	<b>Condiciones ideales</b>		<b>Primera falla</b>	
	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado (2500 rpm)</b>	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado (2500 rpm)</b>
O2 % Vol.	1,24	0,23	1,06	2,47*
CO2 % Vol.	14,2	15,1	13,7	13,8
CO % Vol.	0,13	0,19	0,02	0,02
HC ppm	73	75	9	11
Lambda	1,05	1,03	1,06	1,11

*Nota.* Se muestra los valores obtenidos de los gases de escape del motor en condiciones ideales y en la falla del escape obstruido. Valores aceptables (\*).

Se observa en la figura la comparación de variación de la emisión de gases realizadas en ralentí y aceleración en el escape del motor.

**Figura 89**

*Valores de la prueba del análisis de gases en la falla del escape obstruido*



*Nota.* Se muestra la variación de los gases de escape en condiciones ideales y en la falla del escape obstruido.

Para el valor de CO<sub>2</sub> tenemos un valor de 14, 2 % en ralentí y 15,1 en aceleración, en comparación con la primera falla donde nos da un valor inferior indicando que no existe una buena combustión debido a la obstrucción de los gases de escape. El valor lambda en aceleración de falla es de 1,11 indicando que existe mezcla pobre debido a la ineficiente combustión.

### **Análisis de la segunda falla - fugas de vacío**

En la ejecución del SCRIPT PX para la prueba de fugas de vacío la variación más notable que indica el informe es la eficiencia volumétrica de la admisión.

**Tabla 10**

*Variación de datos de la eficiencia volumétrica de las fugas de vacío*

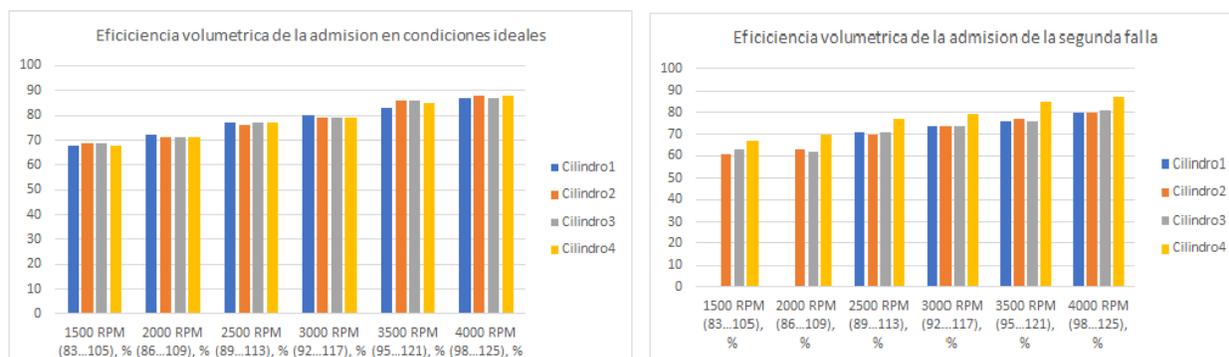
Admisión	Eficiencia volumétrica							
	Condiciones ideales				Segunda falla			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1500 RPM (83...105), %	68	69	69	68	-	61**	63**	67**
2000 RPM (86...109), %	72	71	71	71	-	63**	62**	70**
2500 RPM (89...113), %	77	76	77	77	71**	70**	71**	77*
3000 RPM (92...117), %	80	79	79	79	74**	74**	74**	79*
3500 RPM (95...121), %	83	86	86	85	76**	77**	76**	85*
4000 RPM (98...125), %	87	88	87	88	80**	80**	81**	87*

*Nota.* Variación de los datos de la eficiencia volumétrica de la admisión de los cilindros en condiciones ideales y de la falla de fugas de vacío.

En la figura de las gráficas de barra se observa la eficiencia volumétrica en cada uno de los cilindros del motor, para su posterior análisis.

### Figura 90

*Valores de la eficiencia volumétrica en la falla de fugas de vacío*



*Nota.* Se muestra la variación de la eficiencia volumétrica en condiciones ideales y en la falla de fugas de vacío en cada uno de los cilindros del motor.

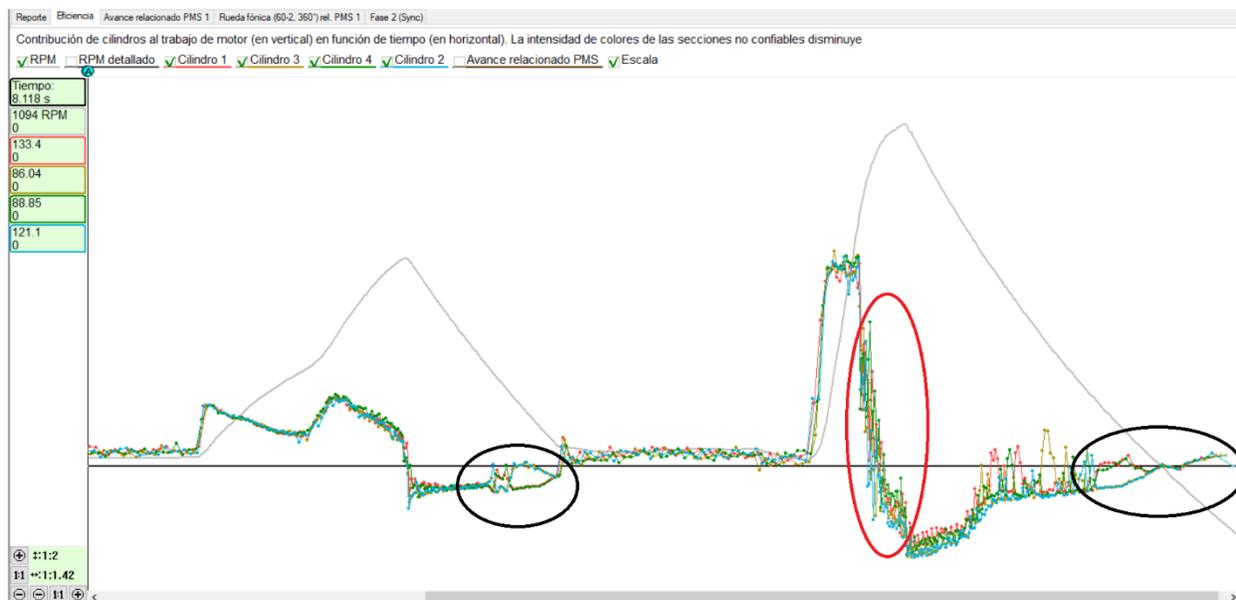
La eficiencia de los cilindros se encuentra por debajo de los rangos de la eficiencia volumétrica, debido a que existe introducción involuntaria de aire no medido en el motor, alterando de esta manera la relación aire-combustible predeterminada del motor, dificultando así la combustión.

Esto se debe a que las tomas de vacío del motor están desconectadas, rotas o en mal estado perjudicando el rendimiento del motor.

Al ejecutar el SCRIPT CSS en condiciones de aceleración suave y aceleración brusca, se observa la eficiencia de los cilindros.

## Figura 91

### *Eficiencia de los cilindros en la falla del de fugas de vacío*



*Nota.* Se observa en las gráficas las secciones donde se aprecia la desviación de la eficiencia de los cilindros.

En la primera y tercera desviación de la gráfica, se observa un problema con la compresión de los cilindros ocasionado por la mala eficiencia volumétrica, estas se presentan después de realizar la aceleración suave y brusca del vehículo

Al momento de realizar la aceleración brusca se observa que existe una mala inyección de combustible, ya que la gráfica indica que los cilindros no van uniformes los unos con los otros, ocasionado por la mezcla aire-combustible que no es la correcta.

Se ejecuta la prueba de emisiones de gases del motor para su posterior análisis de la variación de las emisiones de gases, cuando existe fugas de vacío en el motor.

**Tabla 11**

Variación de datos de la prueba de gases de fugas de vacío

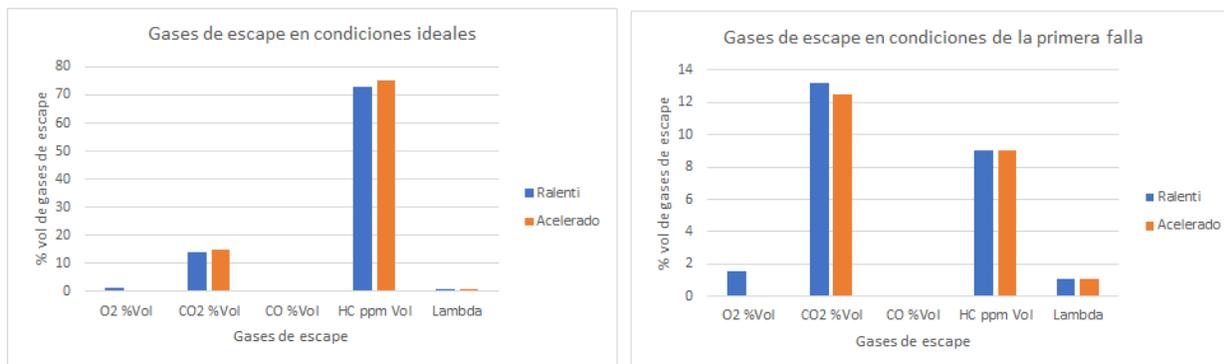
<b>Análisis de los gases</b>				
	<b>Condiciones ideales</b>		<b>Segunda falla</b>	
	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado (2500 rpm)</b>	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado (2500 rpm)</b>
O2 % Vol	1,24	0,23	1,58	1,64
CO2 % Vol	14,2	15,1	13,2	12,5
CO % Vol	0,13	0,19	0,00	0,00
HC ppm	73	75	9	9
Lambda	1,05	1,03	1,08	1,09

*Nota.* Variación de datos del análisis de gases en ralentí y aceleración de la falla de fuga de vacío del motor.

Mediante la gráfica de barras se realiza la comparación de los gases de escape de manera cualitativa.

**Figura 92**

Valores de la prueba de gases en la falla de fugas de vacío



*Nota.* Se muestra la variación de los gases de escape en condiciones ideales y en la falla de fugas de vacío del motor.

Se observa que el porcentaje de  $O_2$  se eleva tanto en ralentí como en aceleración, debido a la entrada de aire al motor. La cantidad de  $CO_2$  se ve reducida hasta las 12.5 en acelerado indicando una ineficiente combustión en el motor, esto se comprueba con el valor de lambda el cual es 1.09 dando a entender que existe una mezcla pobre, es decir que en la mezcla aire-combustible se encuentra mayor cantidad de aire que de combustible.

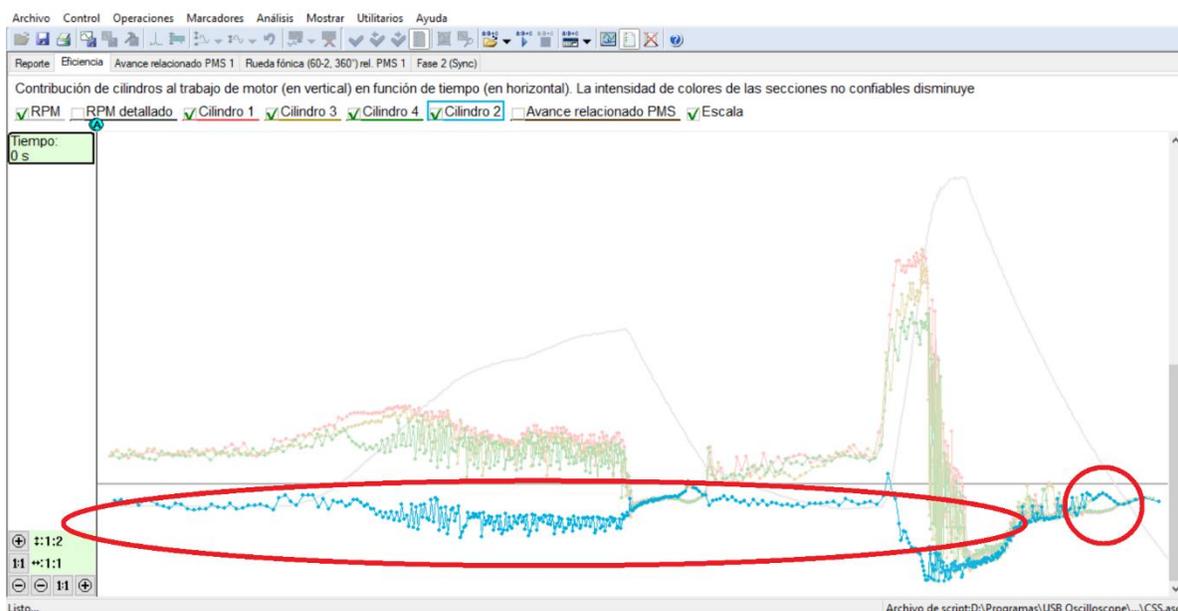
### **Análisis de la tercera falla- Cilindro sin trabajar**

En esta prueba se realiza el análisis gráfico únicamente del SCRIPT CSS debido a que no se pudo ejecutar el SCRIPT PX ya que la prueba misma no lo permitía.

En la siguiente imagen se presenta el cilindro 2 sin trabajar, tomando la sincronización en el cilindro 1 obteniendo la siguiente ficha gráfica.

### **Figura 93**

#### *Eficiencia del cilindro dos desconectado el inyector*



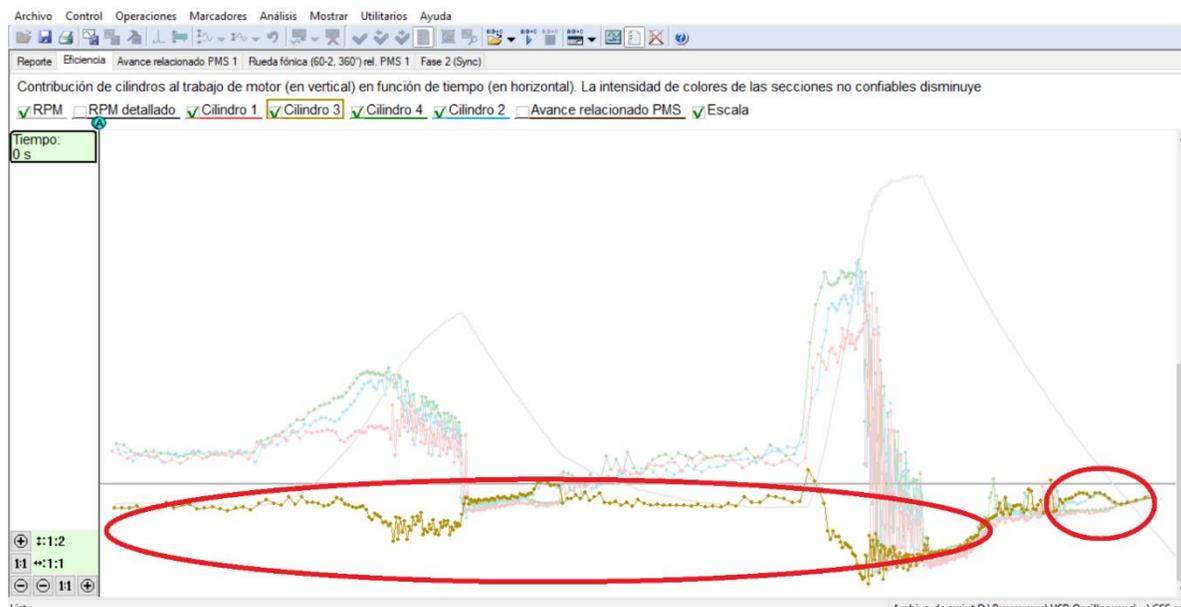
*Nota.* Se observa en la figura la sección de desviación de la eficiencia del cilindro 2 cuando se desconecta el inyector.

Se observa el fallo íntegro del cilindro número 2 en todas las etapas de funcionamiento observadas en la ficha gráfica desde el ralentí, el que se muestra de izquierda a derecha en la imagen, de igual forma un desfase con los otros cilindros en la alimentación de combustible, sin generar algún trabajo en el encendido como se ve en los otros cilindros. Al final de la ficha gráfica en la derecha se visualiza un desfase por falla mecánica del cilindro sin trabajar, lo que representa una anomalía en la compresión del cilindro.

Se señala el cilindro 3 sin trabajar, tomando la sincronización en el cilindro 1 obteniendo la siguiente ficha gráfica.

## Figura 94

### *Eficiencia del cilindro tres desconectado el inyector*



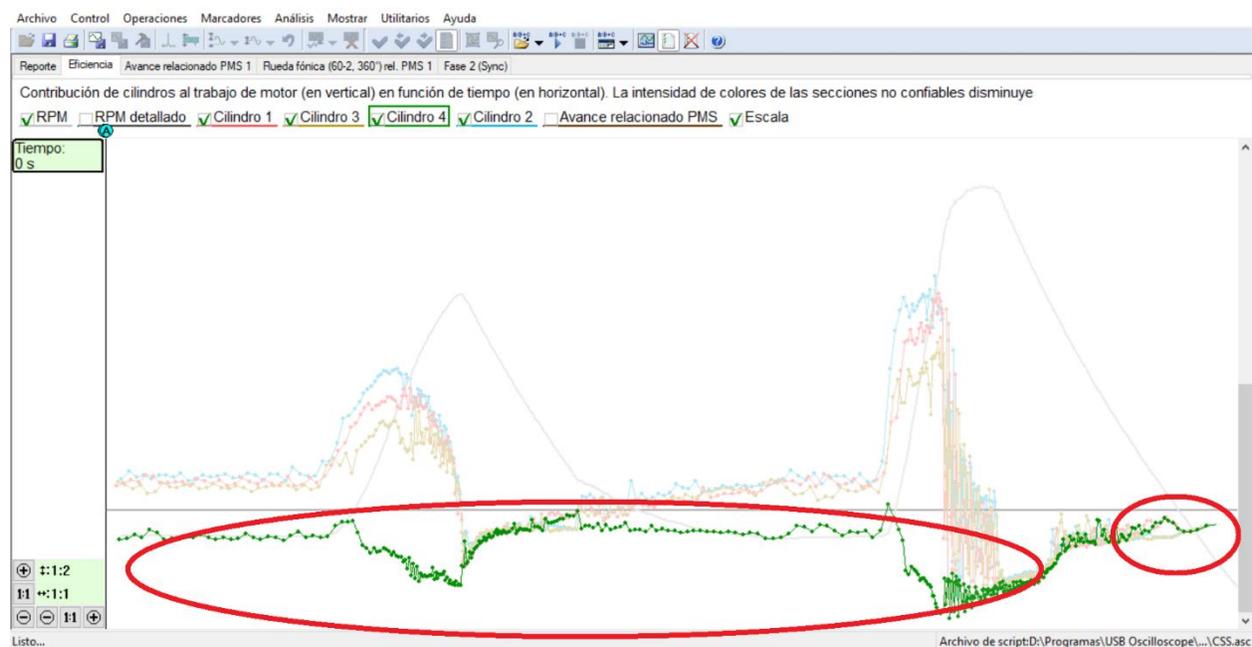
*Nota.* Se observa en la figura la sección de desviación de la eficiencia del cilindro tres cuando se desconecta el inyector.

De forma parecida al ensayo de falla del cilindro 2 se observa un fallo total, en este caso del cilindro 3 representado por el color amarillo, en ralentí ubicado en la parte inferior izquierda de la gráfica, se visualizó el desfase con respecto a los otros cilindros, el mismo que se presenta en la alimentación de combustible en el cilindro, de igual forma en el encendido que se detalló con un desajuste notable con respecto a los otros cilindros. La compresión representada al final de la gráfica como falla mecánica que nos ofrece el SCRIPT CSS se observó la irregularidad del trazo.

Se detalla el cilindro 4 sin trabajar, tomando la sincronización en el cilindro 1 obteniendo la siguiente ficha gráfica.

### Figura 95

#### *Eficiencia del cilindro cuatro desconectado el inyector*



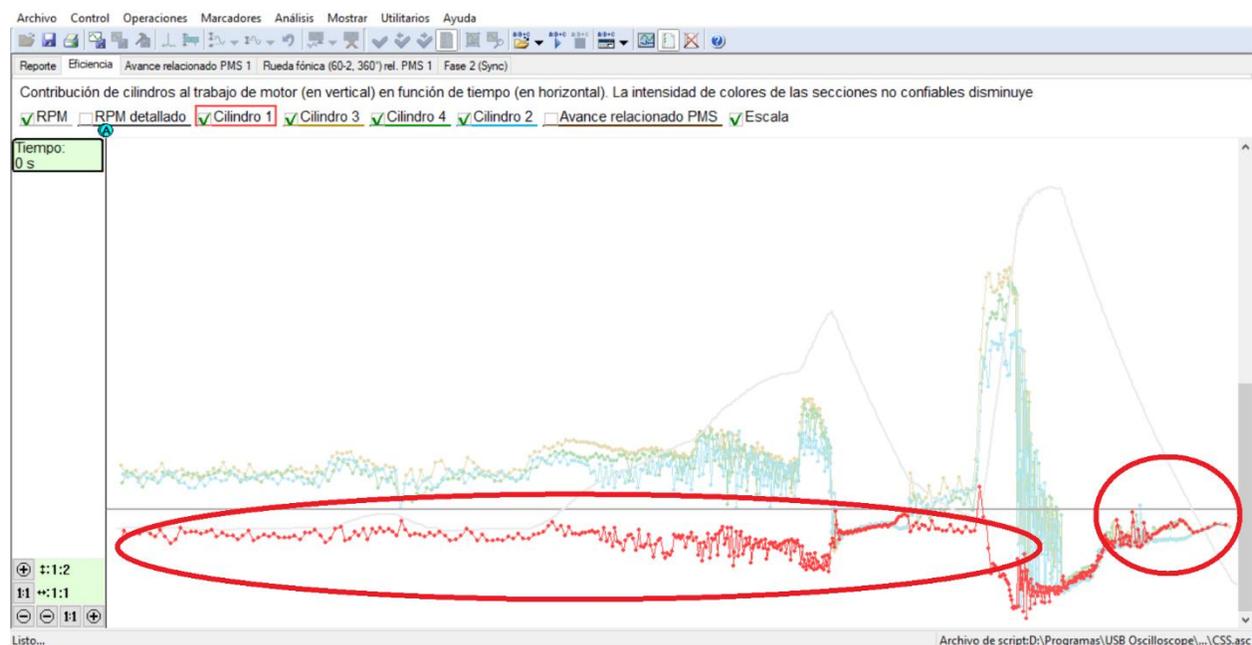
*Nota.* Se observa en la figura la sección de desviación de la eficiencia del cilindro cuatro cuando se desconecta el inyector.

En base a los resultados anteriores se asegura que el cilindro 4 se encuentra en las mismas condiciones ya mencionadas, un desperfecto íntegro del cilindro en la ficha gráfica, en el trazo del sistema de alimentación de combustible presenta una anomalía en la curva, detallando una avería en el sistema de encendido debido a la forma a seguir de la línea con respecto a los otros cilindros, observando en la parte inferior derecha una falla mecánica ya mencionada, como lo es la compresión anormal en el cilindro.

En la siguiente imagen se visualiza el cilindro 1 sin trabajar, tomando la sincronización en el cilindro 2 obteniendo la siguiente ficha gráfica.

### Figura 96

#### *Eficiencia del cilindro uno desconectado el inyector*



*Nota.* Se observa en la figura la sección de desviación de la eficiencia del cilindro uno cuando se desconecta el inyector.

Se observa el fallo íntegro del cilindro número 1 en todas las etapas de funcionamiento observadas en la ficha gráfica desde el ralentí, por el sistema de alimentación en el trazo inicial

de cambio con respecto a los otros cilindros, el sistema de encendido visualizando la no activación del mismo que nos indica la curva no realizada en el punto previo al final del reporte, consiguiendo detallar la falla mecánica del cilindro sin trabajar por falta de compresión en la parte inferior derecha.

Para esta prueba se realiza la medición de gases en cada una de las pruebas fallas de los cilindros para un análisis con el resultado de las condiciones ideales.

Se presenta datos tabulados de la medición de gases en condición de falla del cilindro 2, estos datos con respecto a los obtenidos en condiciones ideales del motor.

**Tabla 12**

*Variación de datos análisis de gases con el cilindro 2 desconectado*

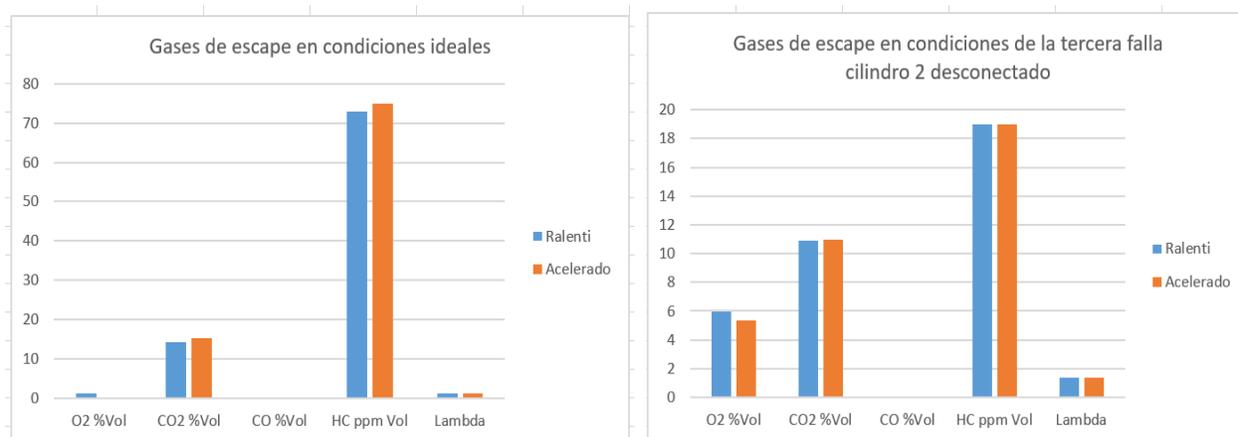
	<b>Análisis de los gases</b>			
	<b>Condiciones ideales</b>		<b>Tercera falla</b>	
	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado (2500 rpm)</b>	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado (2500 rpm)</b>
O2%Vol	1,24	0,23	5,97**	5,38**
CO2%Vol	14,2	15,1	10,9**	11**
CO %Vol	0,13	0,19	0,05	0,04
HC ppm	73	75	19	19
Lambda	1,05	1,03	1,38**	1,34**

*Nota.* Variación de datos del análisis de gases en condiciones ideales respecto a cuando se desconecta el inyector del segundo cilindro. Valores fuera de rango (\*\*)

Se visualiza de manera gráfica el flujo de datos comparativo en condición de falla del cilindro 2, conjuntamente con el esquema en condiciones ideales.

## Figura 97

Valores de pruebas desarrolladas con el cilindro 2 desconectado



*Nota.* Se observa el gráfico de los resultados obtenidos en el análisis de gases en condiciones ideales y con el inyector 2 desconectado

Debido a la inhabilitación del cilindro 2 en los resultados de medición de gases se obtuvo un incremento de oxígeno de hasta un 5,97% ya que no existe un trabajo en el cilindro permitiendo así el flujo continuo de lo inyectado por el sistema de alimentación la mezcla de aire combustible que llega a salir por los conductos de escape, lo que afecta una disminución del dióxido de carbono de hasta un 10,9%, además de una reducción notable en los hidrocarburos y aumento poco representativo del lambda.

Se detalla el flujo de datos alcanzados de la medición de gases en condición de falla del cilindro 3, a un lado de los valores obtenidos en condiciones ideales.

**Tabla 13**

Variación de datos análisis de gases con el cilindro 3 desconectado

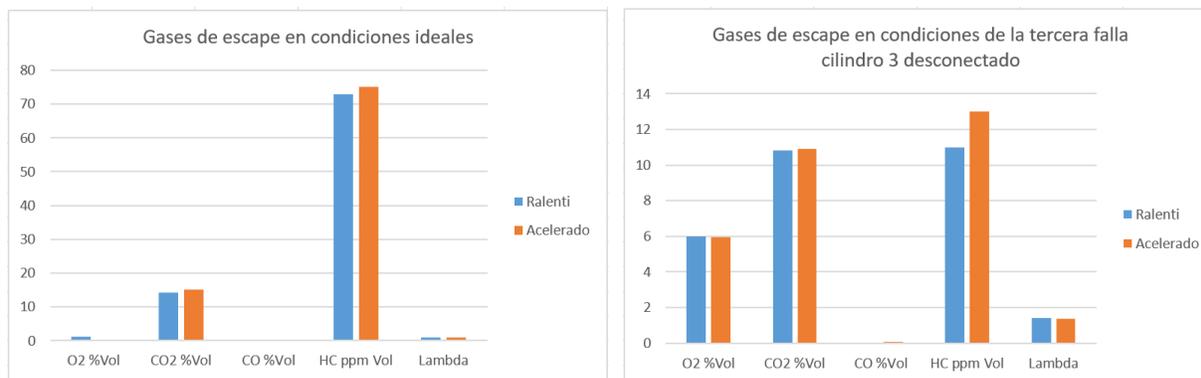
<b>Análisis de los gases</b>				
	<b>Condiciones ideales</b>		<b>Tercera falla</b>	
	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado (2500 rpm)</b>	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado (2500 rpm)</b>
O <sub>2</sub> %Vol	1,24	0,23	5,97**	5,93**
CO <sub>2</sub> % Vol	14,2	15,1	10,8**	10,9**
CO% Vol	0,13	0,19	0,01	0,08
HC ppm	73	75	11	13
Lambda	1,05	1,03	1,39**	1,38**

*Nota.* Variación de datos del análisis de gases en condiciones ideales respecto a cuando se desconecta el inyector del tercer cilindro. Valores fuera de rango (\*\*)

Se figura de manera gráfica las cifras obtenidas a partir de la medición de gases como parte del ensayo en condición de falla del cilindro 3, a la vez se detalla los mismos datos en condiciones ideales.

**Figura 98**

Valores de pruebas desarrolladas con el cilindro 3 desconectado



*Nota.* Se observa el gráfico de los resultados obtenidos del análisis de gases en condiciones ideales y con el inyector 3 desconectado

En el caso del cilindro 3 sin trabajar debido a que se desconectó el inyector se logra observar una tendencia de los resultados, en donde el porcentaje de oxígeno aumenta hasta un 5,97% con respecto al estado ideal, sin presencia de combustible en el ciclo de trabajo del cilindro, lo que afecta una disminución del dióxido de carbono de hasta un 10,8%, además de un descenso notable en los hidrocarburos no quemados y aumento poco representativo de la zona lambda.

Se refleja en la tabla los valores alcanzados mediante la prueba de medición de gases en condición de falla del cilindro 4 en donde se desconectó su inyector, juntamente los datos obtenidos en condiciones ideales.

**Tabla 14**

*Variación de datos análisis de gases cilindro 4 desconectado*

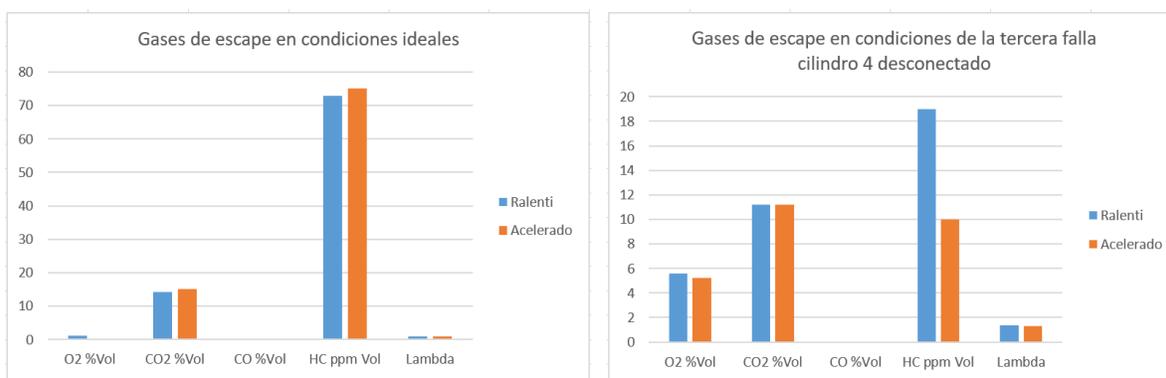
	<b>Análisis de los gases</b>			
	<b>Condiciones ideales</b>		<b>Tercera falla</b>	
	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado (2500 rpm)</b>	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado (2500 rpm)</b>
O <sub>2</sub> %	1,24	0,23	5,61**	5,25**
CO <sub>2</sub> %	14,2	15,1	11,2**	11,2**
CO%	0,13	0,19	0,03	0,02
HC ppm	73	75	19	10
Lambda	1,05	1,03	1,35**	1,33**

*Nota.* Variación de datos del análisis de gases en condiciones ideales respecto a cuando se desconecta el inyector del cuarto cilindro. Valores fuera de rango (\*\*).

En la imagen se plasma de manera gráfica los resultados alcanzados de la medición de gases de escape post combustión, con el inyector del cilindro 4 desconectado y en condiciones ideales.

### Figura 99

*Valores de pruebas desarrolladas con el cilindro 4 desconectado*



*Nota.* Se observa el gráfico de los resultados obtenidos en el análisis de gases en condiciones ideales y con el inyector 4 desconectado

Se visualiza la tendencia en condición de falla del inyector desconectado, la medición de gases con el cilindro 4 sin trabajar, en la prueba se presentó resultados en función de la no presencia de combustible en la combustión, encontrando un aumento de la existencia de oxígeno de hasta un 5,61% sobrepasando el límite, en la salida del escape debido a la expulsión directa de lo admitido por el cilindro, detallando una disminución del dióxido de carbono hasta un 11,2% por la falta de detonación en el trabajo del motor, además de una decadencia notable en los hidrocarburos no quemados y un incremento poco representativo de la zona lambda que muestra si se obtuvo una mezcla estequiometria.

En la tabla se indica los datos de la prueba de medición de gases de escape realizado en condición de falla del cilindro 1, señalando a su lado los valores del ensayo en condiciones ideales.

**Tabla 15**

*Variación de datos análisis de gases con el cilindro 1 desconectado*

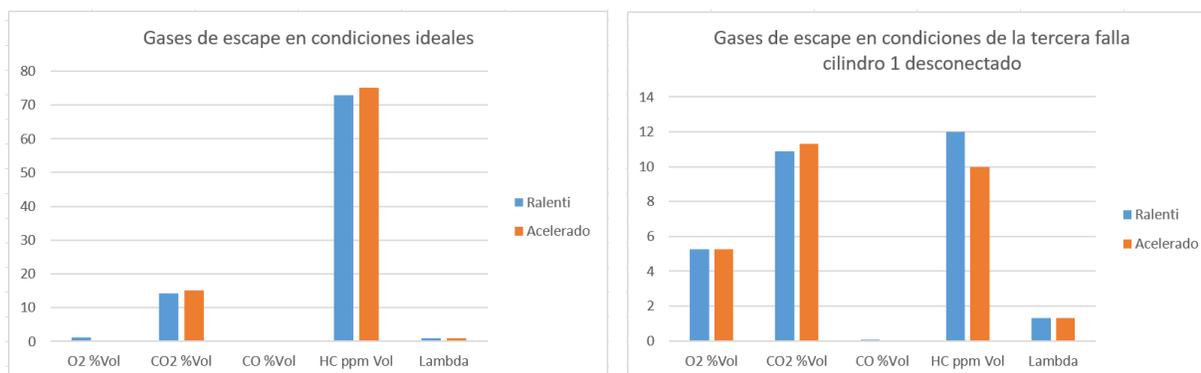
	<b>Análisis de los gases</b>			
	<b>Condiciones ideales</b>		<b>Tercera falla</b>	
	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado (2500 rpm)</b>	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado (2500 rpm)</b>
O2%	1,24	0,23	5,25**	5,26**
CO2%	14,2	15,1	10,9**	11,3**
CO%	0,13	0,19	0,06	0,02
HC ppm	73	75	12	10
Lambda	1,05	1,03	1,33**	1,33**

*Nota.* Variación de datos del análisis de gases en condiciones ideales respecto a cuando se desconecta el inyector del primer cilindro. Valores fuera de rango (\*\*).

En la imagen de columnas de barras se configura de forma gráfica los datos logrados de la prueba de medición de gases en condición de falla del inyector 1 de la alimentación de combustible al sistema desconectado, conjuntamente con el ensayo en condiciones ideales.

## Figura 100

Valores de pruebas desarrolladas con el cilindro 1 desconectado



*Nota.* Se observa el gráfico de los resultados obtenidos en el análisis de gases en condiciones ideales y con el inyector 1 desconectado

Puesto que no existe un trabajo ejercido por el cilindro 1 se obtuvo más porcentaje de oxígeno llegando a 5,26% sobrepasando el límite permitido, ya que no existe una detonación como tal en el trabajo normal del motor, lo que afecta una disminución de dióxido de carbono reduciéndola del rango de trabajo ya que se obtuvo un 10,9% en ralenti y 11,3% revolucionado. Se presentó de una merma notable en los hidrocarburos no quemados como resultado de la falta de inyección de combustible y un crecimiento escasamente representativo de la zona lambda.

### Análisis de la cuarta falla- Desconectar sensor CMP

Para esta prueba se toma en cuenta del reporte obtenido al realizar el protocolo de prueba de falla del SCRIPT PX, únicamente de los valores en características generales y en la admisión. Esto debido a que el sensor CMP de admisión controla la apertura y cierre de las válvulas, los resultados se plasmaron en estos apartados.

**Tabla 16**

*Variación de la apertura y cierre de válvulas con el sensor CMP desconectado en características generales*

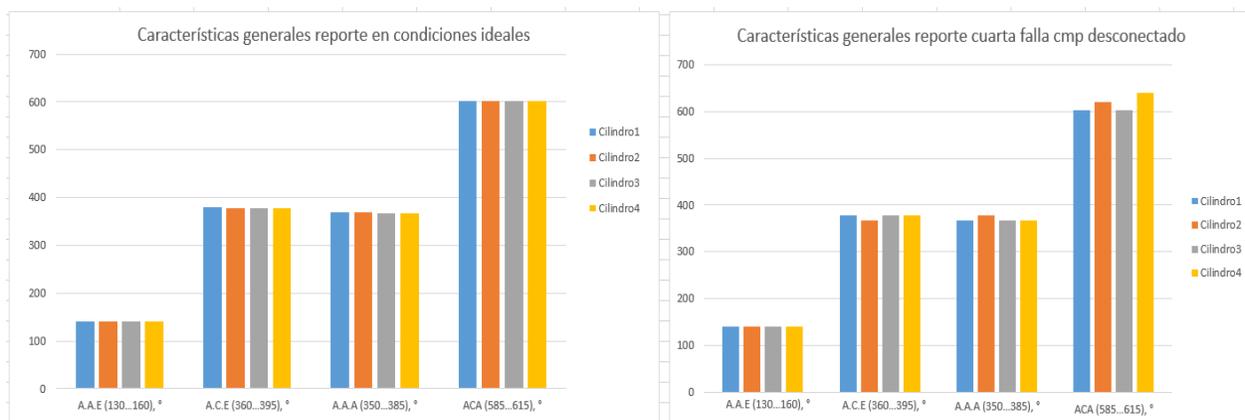
Apertura y cierre de válvulas	Características generales							
	Condiciones ideales				Cuarta falla			
	1	2	3	4	1	2	3	4
A.A.E (130-160) °	141	141	141	141	140	140	140	140
A.C.E (360-395) °	379	378	378	378	377	368	377	377
A.A.A (350-385) °	370	369	368	368	368	377	368	368
A.C.A (585-615) °	603	603	602	603	602	619*	602	640*

*Nota.* Variación de datos de la apertura y cierre de válvulas de los cilindros en las pruebas de condiciones ideales y cuando se desconecta el sensor CMP. Valores aceptables (\*)

Se visualiza de manera gráfica los valores logrados de los ángulos de apertura y ángulos de cierre de las válvulas de admisión en condición de falla, desconectado el sensor CMP de admisión, conjuntamente con los datos de los ángulos en condiciones ideales del M. C.I.

**Figura 101**

*Valores de ángulos de apertura y cierre de las válvulas en la falla CMP desconectado*



*Nota.* Se muestra la variación de grados del ángulo de apertura y cierre de las válvulas en los cilindros.

En condiciones ideales los ángulos de cierre y apertura de las válvulas se encuentran dentro de los rangos óptimos, sin embargo, se observa una afectación en el ángulo de cierre de la admisión que se presenta fuera del rango establecido en el cilindro 2 y 4 de la cuarta falla obteniendo una detección de sincronización de válvulas anormal. Lo que no quiere decir una desincronización total del ángulo de cierre de las válvulas de admisión, sin embargo, existe la presencia de un desajuste en los mismos.

Se observan los resultados de eficiencia volumétrica de admisión ya que estos nos otorgan datos del llenado en la admisión, en donde se visualizó la afectación del sensor CMP desconectado, debido a que se tiene una sincronización de válvulas de admisión anormal.

**Tabla 17**

*Variación de datos de apertura y cierre de válvulas con el sensor CMP desconectado en eficiencia volumétrica*

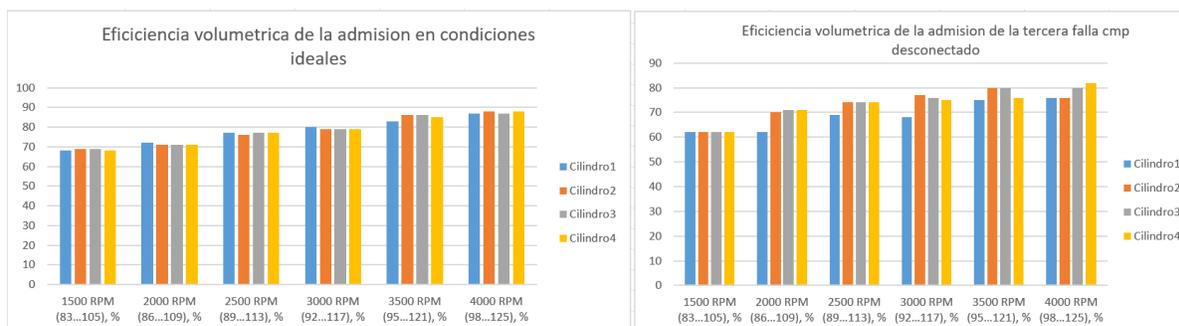
Admisión	Eficiencia volumétrica							
	Condiciones ideales				Cuarta falla			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1500 RPM (83...105), %	68	69	69	68	62**	62**	62**	62**
2000 RPM (86...109), %	72	71	71	71	62**	70**	71**	71**
2500 RPM (89...113), %	77	76	77	77	69**	74**	74**	74**
3000 RPM (92...117), %	80	79	79	79	68**	77**	76**	75**
3500 RPM (95...121), %	83	86	86	85	75**	80**	80**	76**
4000 RPM (98...125), %	87	88	87	88	76**	76**	80**	82**

*Nota.* Variación de datos eficiencia volumétrica de los cilindros en condiciones ideal y desconectado sensor CMP. Valores fuera de rango (\*\*)

Se observa de forma gráfica los valores obtenidos a partir del lenguaje de programación del SCRIP PX, de los datos de la eficiencia volumétrica en el llenado del ciclo de admisión en condición de falla del sensor CMP y en condiciones ideales.

**Figura 102**

*Valores de la eficiencia volumétrica en la falla del CMP desconectado*



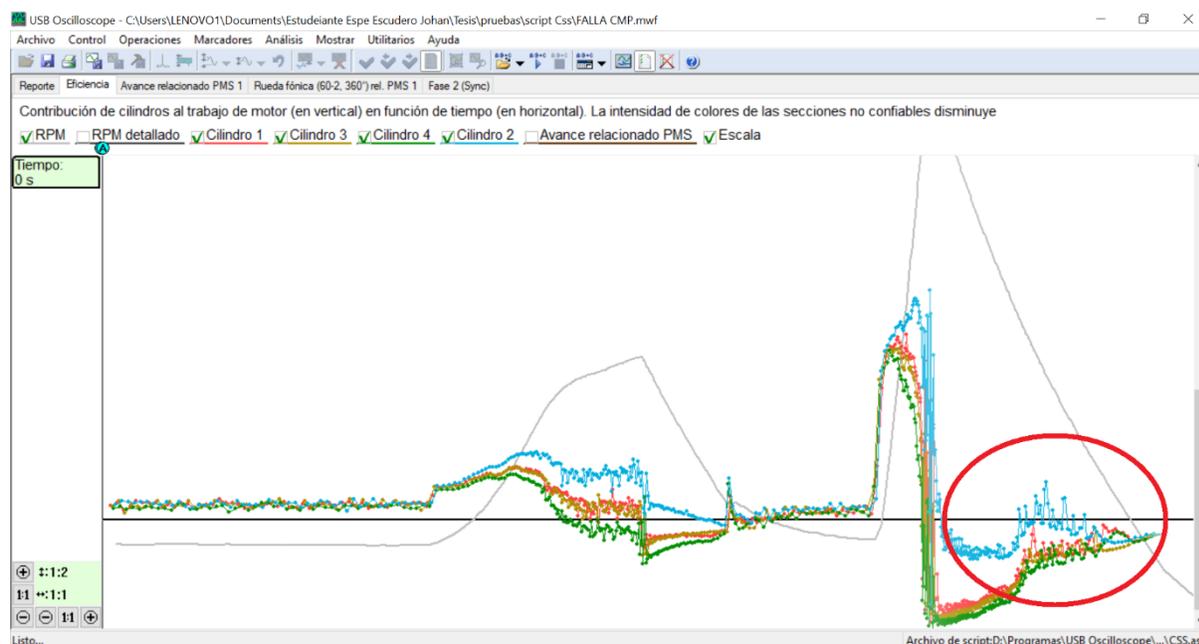
*Nota.* En la gráfica se muestra en columnas de barras los datos de la eficiencia volumétrica en la admisión en la prueba de condiciones ideales y cuando se desconecta el sensor CMP.

En condiciones ideales los valores de eficiencia volumétrica se encuentran dentro del rango aceptable debido a la altitud en donde se realizaron las pruebas, en cambio, se visualiza una afectación más notable en los datos de eficiencia volumétrica más bajo durante la prueba de desconexión del sensor CMP de admisión, esto se produjo debido a que el sensor CMP no envía la señal de sincronización correcta, obteniendo eficiencias volumétricas más bajas de lo permitido, siendo esta una afectación directa a la admisión y el llenado en los cilindros, además de un cascabeleo notable en el motor.

En la imagen se presenta la ficha gráfica del reporte del script Css en condición de falla, sensor CMP de admisión desconectado, plasmado en los 4 cilindros del motor.

### Figura 103

#### *Eficiencia de los cilindros cuando se desconecta el sensor CMP*



*Nota.* Se observa la sección de desviación de las graficas de la eficiencia de los cilindros al momento de desconectar el sensor CMP.

En las diferentes curvas de trabajo de los cilindros se visualiza las fases de prueba del script Css, en donde se pudo observar una desviación de los trazos del cilindro 2 esto se produce por una desincronización anormal en las válvulas de admisión el cual en la lectura de la gráfica nos detalla como resultado de una falla mecánica al final de la misma.

En la prueba de falla de desconexión del sensor CMP se realizó la medición de gases, obteniendo la tabla de valores conjuntamente con el ensayo realizado en condiciones ideales.

**Tabla 18**

*Variación de datos del análisis de los gases de escape con el sensor CMP desconectado*

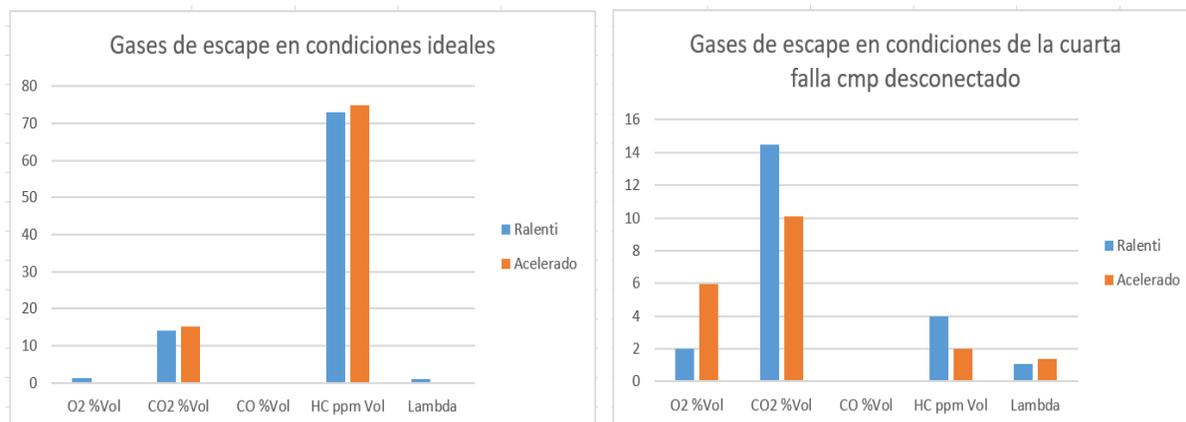
	<b>Análisis de los gases</b>			
	<b>Condiciones ideales</b>		<b>Cuarta falla</b>	
	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado (2500 rpm)</b>	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado (2500 rpm)</b>
O2% Vol	1,24	0,23	2,02*	5,98**
CO2% Vol	14,2	15,1	14,5	10,1**
CO% Vol	0,13	0,19	0,07	0
HC ppm	73	75	4	2
Lambda	1,05	1,03	1,07	1,40**

*Nota.* Variación de datos análisis de gases de escape de la prueba de condiciones ideales y del sensor CMP desconectado. Valores fuera de rango (\*\*), valores aceptables (\*\*)

En la imagen se presenta en forma gráfica los valores de la medición de gases de escape post combustión en condiciones ideales, conjuntamente con los datos en condición de falla, desconectando el sensor CMP de admisión.

**Figura 104**

Valores de pruebas del análisis de gases con el sensor CMP desconectado



*Nota.* Se muestra la variación de datos de los gases de escape en condiciones ideales y cuando se desconecta el sensor CMP, a través de graficas de barra.

La principal variación que se aprecia por la sincronización anormal de la admisión es el paso de oxígeno en mayor proporción llegando hasta un 5,98% en aceleración, sobrepasando el límite del 2%, además de detectar una menor medida de hidrocarburos demostrando un trabajo ineficiente del motor.

### **Análisis de la quinta falla- Aumento de compresión en los cilindros**

Se ejecutó el lenguaje de programación SCRIP PX en el cilindro donde se ingresó el aceite, de los cuales se tomó en cuenta para el análisis, los datos de características generales del reporte en donde destaca el ítem de relación de compresión puesto que el que presentó variación en esta prueba de falla.

**Tabla 19**

*Variación de datos de las características generales cuando se introduce aceite en los cilindros*

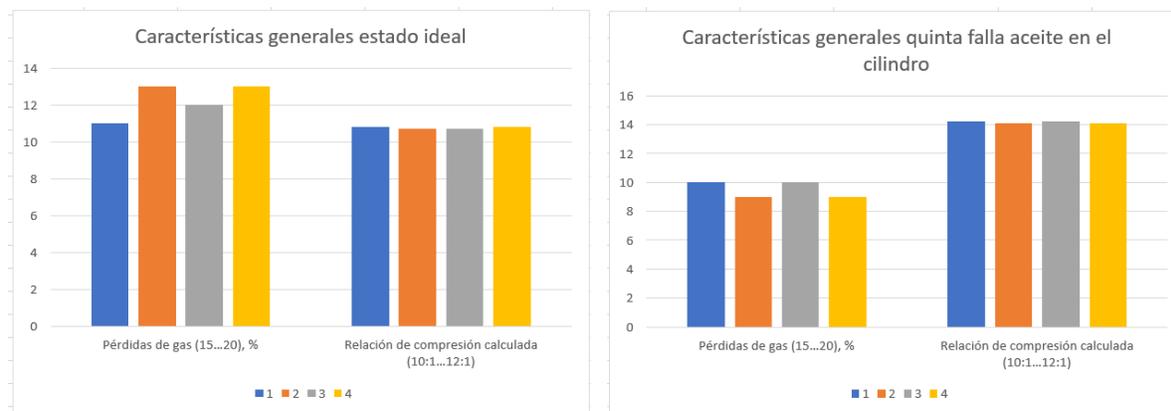
Características generales	Reporte Px							
	Condiciones ideales				Quinta falla			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Pérdidas de gas (15-20) %	11	13	12	13	10*	9*	10*	9
Relación de compresión calculada (10:1-12:1)	10,8	10,7	10,7	10,8	14,2**	14,1**	14,2**	14,1**
RPM ralentí (650-950), RPM	850	890	900	880	680	740	730	730
A.A.E (130-160) °	141	141	141	141	140	142	139	142
A.C.E (360-395) °	379	378	378	378	378	379	377	380
A.A.A (350-385) °	370	369	368	368	368	369	369	370
A.C.A (585-615) °	603	603	602	603	601	601	603	602

*Nota.* Variación de los datos obtenido de la relación de compresión en condiciones ideales y cuando se introduce aceite en los cilindros. Valores fuera de rango (\*\*).

El análisis gráfico de la imagen se presenta los datos del reporte que conciernen a las pérdidas de gas y la relación de compresión en donde se observa la variación con respecto a los valores en condiciones ideales.

**Figura 105**

*Valores característicos generales en la quinta falla aceite en el cilindro*



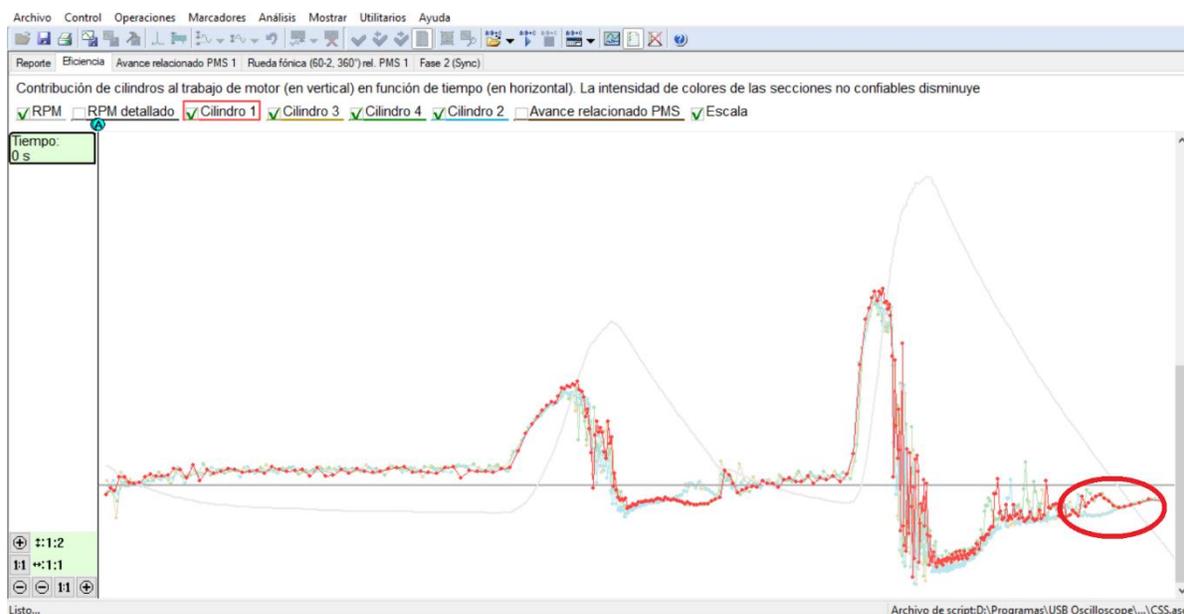
*Nota.* Se muestra la variación de la pérdida de gas y relación de compresión del primer cilindro en condiciones ideales y cuando se introduce aceite en los cilindros.

En la relación de compresión calculada del SCRIPT PX en condiciones ideales se obtuvo como resultado datos que se encuentran dentro del rango correcto, con la quinta prueba de falla se alcanzó una relación de compresión calculada con una tendencia de aumento lo cual genera una alta proporción de volumen de la mezcla comprimida en los cuatro cilindros, los datos se encuentran dentro de los rangos aceptables pero se debe corregir, demostrando así el aumento de compresión por ingreso de lubricante directo a la cámara de combustión.

Se ejecutó el SCRIPT CSS en el cilindro donde se ingresó el aceite, visualizando en la imagen la eficiencia del cilindro 1.

## Figura 106

*Eficiencia del cilindro uno con aceite en la cámara de combustión.*



*Nota.* Se observa en la figura la sección donde existe variación de la eficiencia del cilindro uno cuando se introduce aceite en la cámara de combustión.

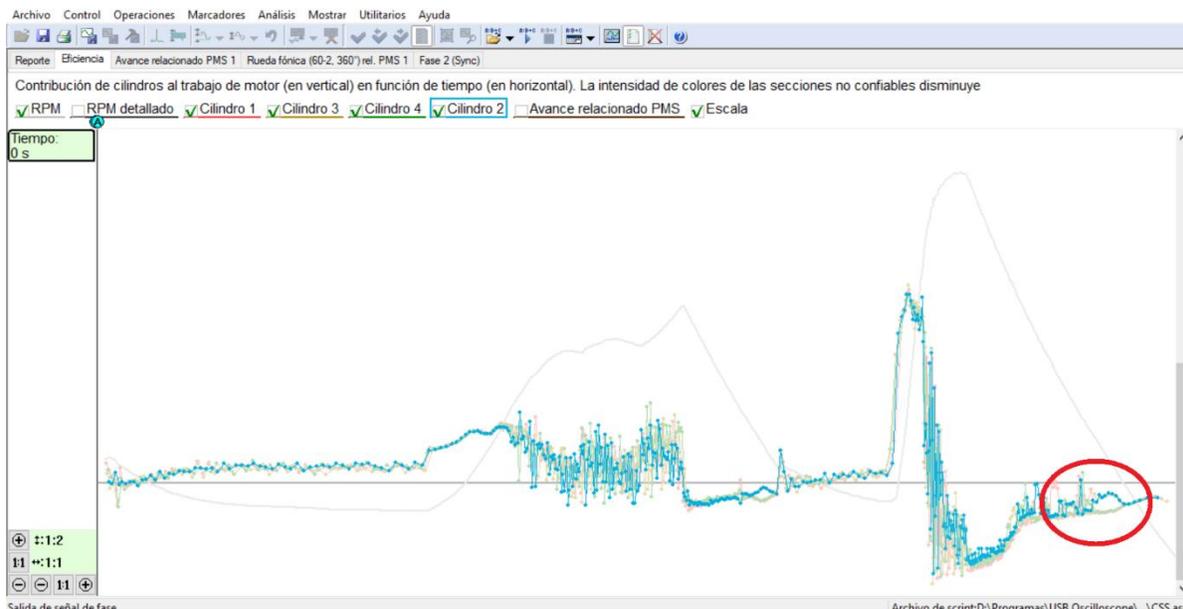
Como resultado del SCRIPT CSS se alcanzó de manera visual el estado de los 4 cilindros del motor, con una lectura gráfica en este caso se pudo observar que, a lo largo de la gráfica de izquierda a derecha tiene un curso normal los cuatro trazos que representan a los cilindros, en la fase de ralentí, con el primer incremento del trazo se presentó la alimentación de combustible en el cilindro 1, obteniendo la curva del encendido con trazos dentro del rango normal de funcionamiento conjuntamente con los otros cilindros.

En la parte inferior derecha de la gráfica se presenta la compresión, se visualiza una afectación en el cilindro en donde se introdujo el aceite de motor para esta quinta falla, demostrando un aumento notable de la compresión con respecto a las condiciones ideales de trabajo del M.C.I.

En la imagen se visualiza el reporte en condición de falla, aceite de motor en la cámara de combustión en el cilindro 2, obteniendo la ficha técnica de la prueba Ccs de los 4 cilindros.

### Figura 107

*Eficiencia del cilindro dos con aceite en la cámara de combustión.*



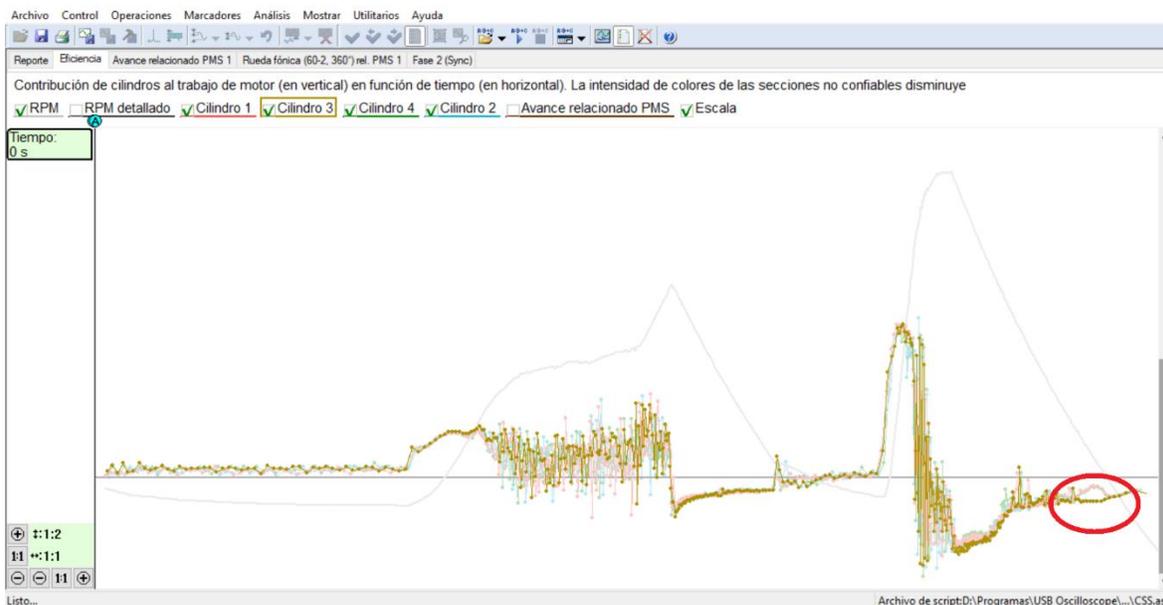
*Nota.* Se muestra la sección donde existe variación de la eficiencia del cilindro dos cuando se introduce aceite en la cámara de combustión.

Se aprecia en el cilindro 2 el funcionamiento del motor en los 4 cilindros desde el ralentí, la alimentación hasta el encendido que se detallaron los trazos dentro de los rangos aceptables, el inconveniente que se observa es en la parte final de la gráfica, donde el aumento de compresión por la desviación que se presentó el trazo del cilindro 2, provocado por el aceite que se ingresó a la cámara de combustión para la prueba de falla.

Se indica en la imagen el reporte generado a través de la prueba en condición de falla, introducción de lubricante de motor en el cilindro 3.

## Figura 108

*Eficiencia del cilindro tres con aceite en la cámara de combustión.*



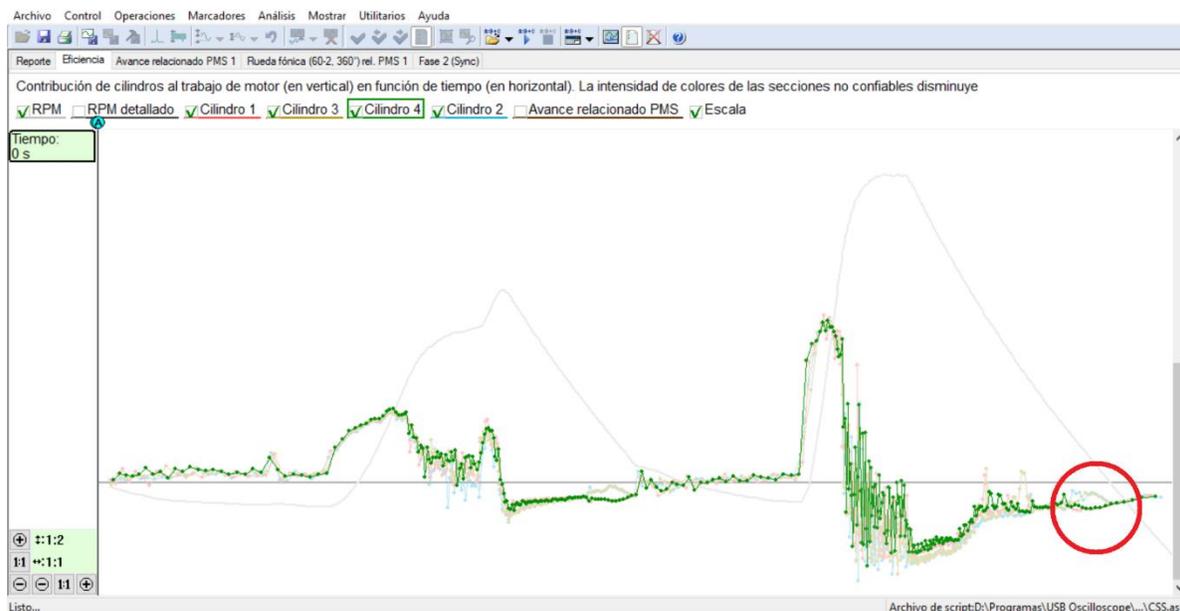
*Nota.* Se observa la sección donde existe variación de la eficiencia del cilindro tres cuando se introduce aceite en la cámara de combustión.

Se visualiza en el cilindro 3 en la parte inferior derecha de la gráfica una variación de la curva del funcionamiento del cilindro, entendiéndose una avería en la parte mecánica en este caso producido por la compresión del cilindro 3 que se vio afectado donde se observa una anomalía con respecto a los otros cilindros, esto consecuencia de la falla generada por el ingreso de aceite en la cámara de combustión.

Se figura en la imagen las curvas de contribución de los cilindros al trabajo del motor, enfocado en la condición de falla en el cilindro 4 donde se ingresó aceite de motor en la cámara de combustión.

**Figura 109**

*Eficiencia del cilindro cuatro con aceite en la cámara de combustión.*



*Nota.* Se observa en la figura la sección donde existe variación de la eficiencia del cilindro cuatro cuando se introduce aceite en la cámara de combustión.

En la curva donde se realiza énfasis observamos el funcionamiento normal de los diferentes sistemas ya analizados, es en la parte final del trazo de color verde donde se interpreta un incremento notable en la compresión del cilindro 4 que presenta variación con respecto a los otros cilindros, esto producto de la prueba de falla generada por la introducción de aceite en la cámara de combustión.

Para esta prueba se realizó la medición de gases en cada uno de los cilindros que se ingresó aceite, para un estudio del flujo de datos comparativo con los resultados en condiciones ideales.

**Tabla 20**

*Variación de datos análisis de gases del cilindro uno con aceite lubricante*

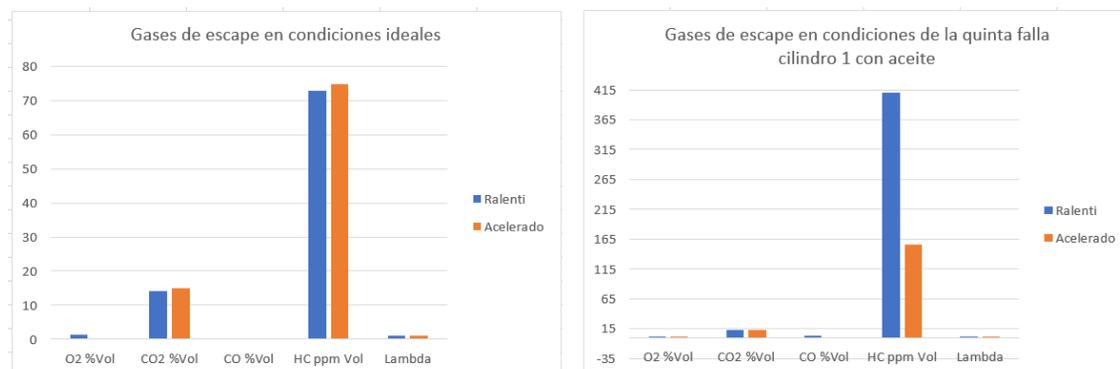
	<b>Análisis de los gases</b>			
	<b>Condiciones ideales</b>		<b>Quinta falla</b>	
	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado</b>	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado</b>
		<b>(2500 rpm)</b>		<b>(2500 rpm)</b>
O <sub>2</sub> %Vol	1,24	0,23	1,78	1,76
CO <sub>2</sub> % Vol	14,2	15,1	13,3	12,3
CO% Vol	0,13	0,19	2,53**	0
HC ppm	73	75	410**	156**
Lambda	1,05	1,03	0,99	1,09

*Nota.* Variación de datos análisis de gases de escape en condiciones ideales y cuando se introduce aceite en la cámara cilindro uno. Valores fuera de rango (\*\*)

En la imagen se presenta de manera gráfica los valores de la medición de gases de escape post combustión en condiciones ideales, conjuntamente con los datos en condición de falla, una vez introducido aceite de motor en la cámara de combustión del cilindro 1.

**Figura 110**

*Valores de las pruebas del análisis de gases de escape en el cilindro uno*



*Nota.* Se muestra la variación de los gases de escape de manera gráfica en condiciones ideales y cuando se introduce de aceite en la cámara de combustión del primer cilindro.

En estos resultados se debe realiza la comparativa de los valores obtenidos con el motor en condiciones ideales, con el dato de las emisiones de gases en la prueba de falla, en este caso con el aceite en la cámara de combustión del cilindro 1.

En donde se observa un aumento del oxígeno que se encontró, dicho valor se encuentra dentro del rango permitido, el dióxido de carbono detectado tuvo una ligera disminución debido a la compresión aumentada y lo que más afectado se obtuvo son los hidrocarburos debido a la quema de aceite en la cámara que se generó de manera directa, en ralentí incrementando hasta las 410 ppm, siendo el límite de emisiones de hidrocarburos de 200 ppm.

En la prueba de falla introducción de aceite en la cámara de combustión del cilindro 2, se realizó la medición de gases, obteniendo la tabla de valores conjuntamente con el ensayo realizado en condiciones ideales.

**Tabla 21**

*Variación de datos análisis de gases del cilindro dos con aceite lubricante*

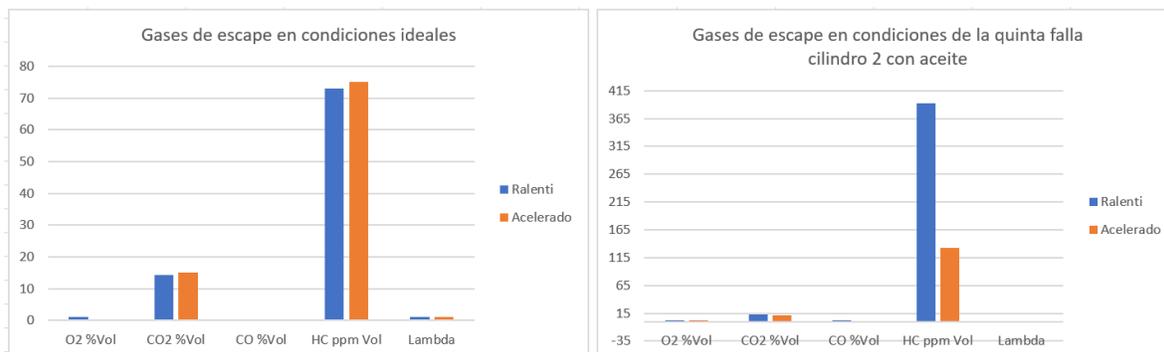
	<b>Análisis de los gases</b>			
	<b>Condiciones ideales</b>		<b>Quinta falla</b>	
	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado (2500 rpm)</b>	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado (2500 rpm)</b>
O <sub>2</sub> %Vol	1,24	0,23	1,76	2,72*
CO <sub>2</sub> %Vol	14,2	15,1	12,1	11,6*
CO %Vol	0,13	0,19	2,02**	0,11
HC ppm	73	75	392**	133
Lambda	1,05	1,03	1,01	1,21**

*Nota.* Variación de datos análisis de gases de escape en condiciones ideales y cuando se introduce aceite en la cámara cilindro dos. Valores fuera de rango (\*\*), valores aceptables (\*).

En la imagen de columnas de barras se configura de forma gráfica los datos logrados de la prueba de medición de gases en condición de falla introduciendo aceite de motor en el cilindro 2, conjuntamente con el ensayo en condiciones ideales.

## Figura 111

Valores de pruebas del análisis de gases en la falla aceite en el cilindro 2



*Nota.* Se muestra la variación de los gases de escape de manera gráfica en condiciones ideales y cuando se introduce de aceite en la cámara de combustión del segundo cilindro.

Los resultados de la prueba de medición de gases en el cilindro 2, en donde se señala un aumento del oxígeno en la prueba de falla de introducción de aceite, pero si está dentro del rango permitido, el dióxido de carbono detectado tuvo una ligera disminución debido a la compresión aumentada y lo que más afectado se presenta son los hidrocarburos ya que la quema del aceite en la cámara se genera de manera directa, llegando a obtener hasta 392ppm sobrepasando el límite permitido.

En la tabla se indica los datos de la prueba de medición de gases de escape realizado en condición aceite en el cilindro 3, señalando a su lado los valores del ensayo en condiciones ideales.

**Tabla 22**

Variación de datos análisis de gases del cilindro tres con aceite lubricante

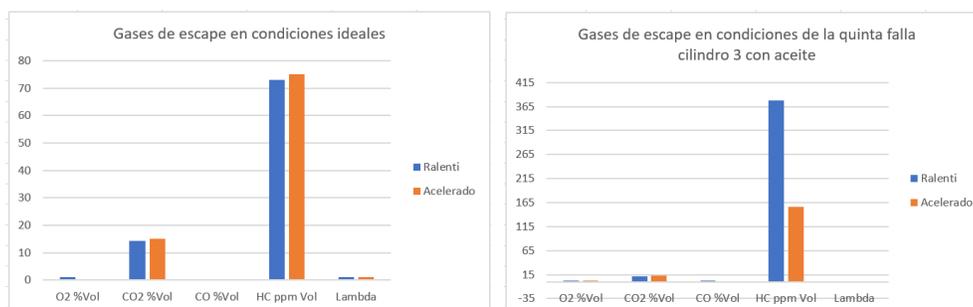
	<b>Análisis de los gases</b>			
	<b>Condiciones ideales</b>		<b>Quinta falla</b>	
	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado</b>	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado</b>
		<b>(2500 rpm)</b>		<b>(2500 rpm)</b>
O2%	1,24	0,23	1,75	1,91
CO2%	14,2	15,1	12	12,5
CO%	0,13	0,19	1,91	0
HC ppm	73	75	377**	156
Lambda	1,05	1,03	1,01	1,11*

*Nota.* Variación de datos análisis de gases de escape en condiciones ideales y cuando se introduce aceite en la cámara cilindro tres. Valores fuera de rango (\*\*), valores aceptables (\*).

En la imagen se plasma de manera gráfica los resultados alcanzados de la medición de gases de escape post combustión, en condición de falla aceite en el cilindro 3 y en condiciones ideales.

**Figura 112**

Valores de pruebas del análisis de gases en la falla aceite en el cilindro 3



*Nota.* Se muestra la variación de los gases de escape de manera gráfica en condiciones ideales y cuando se introduce de aceite en la cámara de combustión del tercer cilindro.

En el cilindro 3 se observa la misma tendencia de resultados de los dos cilindros anteriores en donde se obtuvo valores con un aumento del oxígeno en la prueba de falla de introducción de aceite en la cámara, pero si está dentro del rango permitido, el dióxido de carbono detectado tuvo una ligera disminución debido a la compresión aumentada, lo que más afectado se encontró son los hidrocarburos ya que la quema del aceite en la cámara se genera de manera directa, llegando hasta los 377 ppm sobrepasando el límite permitido.

Se presenta datos tabulados de la medición de gases en condición de falla ingreso de aceite en el cilindro 4, estos datos con respecto a los obtenidos en condiciones ideales del motor.

**Tabla 23**

*Variación de datos análisis de gases del cilindro cuatro con aceite lubricante*

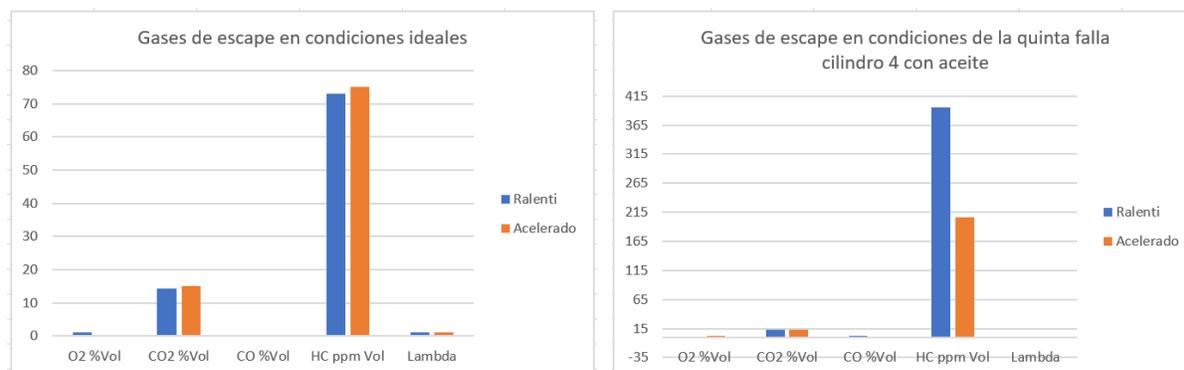
	<b>Análisis de los gases</b>			
	<b>Condiciones ideales</b>		<b>Quinta falla</b>	
	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado (2500 rpm)</b>	<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado (2500 rpm)</b>
O <sub>2</sub> %Vol	1,24	0,23	1,59	1,76
CO <sub>2</sub> %Vol	14,2	15,1	13,4	13,2
CO %Vol	0,13	0,19	2,53	0,35
HC ppm	73	75	396**	207*
Lambda	1,05	1,03	0,99	1,07

*Nota.* Variación de datos análisis de gases de escape en condiciones ideales y cuando se introduce aceite en la cámara cilindro cuatro. Valores fuera de rango (\*\*), valores aceptables (\*).

Se visualiza de manera gráfica el flujo de datos comparativo en condición de falla aceite dentro de la cámara de combustión del cilindro 4, conjuntamente con el esquema en condiciones ideales.

### Figura 113

*Valores de pruebas del análisis de gases en la falla aceite en el cilindro 4*



*Nota.* Se muestra la variación de los gases de escape de manera gráfica en condiciones ideales y cuando se introduce de aceite en la cámara de combustión del cuarto cilindro.

Respecto a los datos del motor en condiciones ideales, se observa un aumento del oxígeno de hasta 1,76 %, pero si está dentro del rango permitido, el dióxido de carbono detectado tuvo un leve descenso de hasta 13,2 % debido a la compresión aumentada y lo que más afecta es en los hidrocarburos incrementando hasta 396 ppm fuera del rango permitido, esto producido por la quema directa del lubricante en la combustión.

### Diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor de combustión interna

Se detalla el diagnóstico avanzado de las pruebas realizadas en el motor de combustión interna en condiciones óptimas de funcionamiento y condiciones de falla.

**Tabla 24***Diagnóstico avanzado del motor de combustión interna.*

<b>Diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor de combustión interna</b>							
<b>Condiciones ideales</b>							
		<b>Rango</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Diagnóstico</b>
<b>Características generales</b>	Pérdida de gas	15-20%	11	13	12	13	Valores dentro de rango
	Relación de compresión	10:1-12:1	10,8	10,7	10,7	10,8	Valores dentro de rango
	Adelanto a la apertura de escape	130-160 °	141	141	141	141	Valores dentro de rango
	Adelanto al cierre de escape	360-395 °	379	378	378	378	Valores dentro de rango
	Adelanto al cierre de admisión	350-385 °	370	369	368	368	Valores dentro de rango
	Adelanto al cierre de admisión	585-615 °	603	603	602	603	Valores dentro de rango

---

**Diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor de combustión interna**


---

Eficiencia volumétrica	Eficiencia volumétrica en 1500 rpm	(83-105) %	68	69	69	68	Valores fuera de rango, debido a la altitud del lugar donde se realizó las pruebas.
	Eficiencia volumétrica en 2000 rpm	(86-109) %	72	71	71	71	
	Eficiencia volumétrica en 2500 rpm	(89-113) %	77	76	77	77	
	Eficiencia volumétrica en 3000 rpm	(92-117) %	80	79	79	79	
	Eficiencia volumétrica en 3500 rpm	(95-121) %	83	86	86	85	
	Eficiencia volumétrica en 4000 rpm	(98-125) %	87	88	87	88	
Pérdida de potencia	carrera de escape en 2500 rpm	(0-13) %	1	0	1	0	valores dentro de rango
	carrera de escape en 3000 rpm	(0-15) %	1	1	1	1	valores dentro de rango
	carrera de escape en 3500 rpm	(0-18) %	3	2	2	3	valores dentro de rango
	carrera de escape en 4000 rpm	(0-20) %	7	5	5	6	valores dentro de rango
			<b>Ralentí</b>	<b>Acelerado</b>			

---

---

**Diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor de combustión interna**


---

Gases de escape	O <sub>2</sub> , %Vol	(0-2) %Vol	1,24	0,23	valores dentro de rango
	CO <sub>2</sub> , %Vol	(12-15) %Vol	14,2	15,1	valores dentro de rango
	CO, %Vol	(0-1) %Vol	0,13	0,19	valores dentro de rango
	HC ppm	(0-200) ppm	73	75	valores dentro de rango
	Lambda	$\approx 1$	1,05	1,03	valores dentro de rango

---

**Modo fallo 1**


---

	Rango	1	2	3	4	Diagnóstico	
Características generales	Pérdida de gas	15-20%	10	10	10	8	valores dentro de rango
	Relación de compresión	10:1-12:1	10,7	10,8	10,9	10,9	valores dentro de rango
	Adelanto a la apertura de escape	130-160 °	140	139	138	139	valores dentro de rango
	Adelanto al cierre de escape	360-395 °	377	377	377	377	valores dentro de rango

---

---

**Diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor de combustión interna**


---

Eficiencia volumétrica	Adelanto a la apertura de admisión	350-385 °	369	368	369	368	valores dentro de rango
	Adelanto al cierre de admisión	585-615 °	602	602	603	377	valores dentro de rango
	Eficiencia volumétrica en 1500 rpm	(83-105) %	67	66	68	67	
	Eficiencia volumétrica en 2000 rpm	(86-109) %	70	70	70	70	Valores fuera de rango,
	Eficiencia volumétrica en 2500 rpm	(89-113) %	75	74	75	77	escape obstruido, gran
	Eficiencia volumétrica en 3000 rpm	(92-117) %	78	78	78	79	cantidad de los gases
	Eficiencia volumétrica en 3500 rpm	(95-121) %	83	86	85	85	quemados no se han
	Eficiencia volumétrica en 4000 rpm	(98-125) %	84	87	87	87	expulsado

---

---

**Diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor de combustión interna**


---

Pérdida de potencia	carrera de escape en 2500 rpm	(0-13) %	17	23	20	22	Valores fuera de rango, existe pérdida de potencia, debido a la obstrucción del escape o catalizador.
	carrera de escape en 3000 rpm	(0-15) %	20	20	20	20	valores dentro de rango
	carrera de escape en 3500 rpm	(0-18) %	23	25	24	34	valores dentro de rango
	carrera de escape en 4000 rpm	(0-20) %	26	29	29	48	valores dentro de rango
			<b>Ralentí</b>		<b>Acelerado</b>		
Gases de escape	O2, %Vol	(0-2) %Vol	1,06		2,47		Mayor cantidad de O2 en acelerado, debido a la obstrucción del escape

---

---

**Diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor de combustión interna**


---

CO <sub>2</sub> , %Vol	(12-15) %Vol	13,7	13,8	valores dentro de rango
CO, %Vol	(0-1) %Vol	0,02	0,02	valores dentro de rango
HC ppm	(0-200) ppm	9	11	valores dentro de rango
Lambda	≈ 1	1,06	1,11	Lambda alto, debido a la gran cantidad de O <sub>2</sub> en la mezcla de aire combustible

---

**Modo fallo 2**


---

		Rango	1	2	3	4	Diagnóstico
Características	Pérdida de gas	15-20%	11	9	11	8	valores dentro de rango
	Relación de compresión	10:1-12:1	10,7	10,7	10,8	10,9	valores dentro de rango
	Adelanto a la apertura de escape	130-160 °	142	143	142	139	valores dentro de rango

---

---

**Diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor de combustión interna**


---

	Adelanto al cierre de escape	360-395 °	380	380	379	377	valores dentro de rango
	Adelanto a la apertura de admisión	350-385 °	367	366	367	368	valores dentro de rango
	Adelanto al cierre de admisión	585-615 °	601	600	601	602	valores dentro de rango
Eficiencia volumétrica	Eficiencia volumétrica en 1500 rpm	(83-105) %	-	61	63	67	
	Eficiencia volumétrica en 2000 rpm	(86-109) %	-	63	62	70	Valores fuera de rango,
	Eficiencia volumétrica en 2500 rpm	(89-113) %	71	70	71	77	fugas de vacío,
	Eficiencia volumétrica en 3000 rpm	(92-117) %	74	74	74	79	introducción involuntaria
	Eficiencia volumétrica en 3500 rpm	(95-121) %	76	77	76	85	de aire no medido en el
	Eficiencia volumétrica en 4000 rpm	(98-125) %	80	80	81	87	motor
Pérdida de	carrera de escape en 2500 rpm	(0-13) %	3	0	0	0	valores dentro de rango
	carrera de escape en 3000 rpm	(0-15) %	4	1	1	1	valores dentro de rango

---

---

**Diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor de combustión interna**


---

carrera de escape en 3500 rpm	(0-18) %	6	2	2	2	valores dentro de rango
carrera de escape en 4000 rpm	(0-20) %	8	4	4	5	valores dentro de rango

---

**Ralentí**
**Acelerado**


---

**Gases de escape**

O <sub>2</sub> , %Vol	(0-2) %Vol	1,58	1,64	valores dentro de rango, O <sub>2</sub> un poco elevada, debido a la presencia de fugas de vacío.
CO <sub>2</sub> , %Vol	(12-15) %Vol	13,2	12,5	valores dentro de rango
CO, %Vol	(0-1) %Vol	0	0	valores dentro de rango
HC ppm	(0-200) ppm	9	9	valores dentro de rango
Lambda	≈ 1	1,08	1,09	valores dentro de rango

---

**Modo fallo 4**


---

---

**Diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor de combustión interna**


---

		Rango	1	2	3	4	Diagnóstico
Características generales	Pérdida de gas	15-20%	9	9	13	7	valores dentro de rango
	Relación de compresión	10:1-12:1	10.8	11	11	10.8	valores dentro de rango
	Adelanto a la apertura de escape	130-160 °	140	140	140	140	valores dentro de rango
	Adelanto al cierre de escape	360-395 °	377	368	377	377	valores dentro de rango
	Adelanto a la apertura de admisión	350-385 °	368	377	368	368	valores dentro de rango
	Adelanto al cierre de admisión	585-615 °	602	619	602	640	ángulo cilindros 2 y 4 desincronizados debido a la señal no recibida del CMP de admisión
Eficiencia	Eficiencia volumétrica en 1500 rpm	(83-105) %	62	62	62	62	
	Eficiencia volumétrica en 2000 rpm	(86-109) %	62	70	71	71	

---

---

**Diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor de combustión interna**


---

Pérdida de potencia	Eficiencia volumétrica en 2500 rpm	(89-113) %	69	74	74	74	Valores fuera de rango, debido a un mal llenado por falta de sincronización correcta del árbol de levas de admisión
	Eficiencia volumétrica en 3000 rpm	(92-117)%	68	77	76	75	
	Eficiencia volumétrica en 3500 rpm	(95-121) %	75	80	80	76	
	Eficiencia volumétrica en 4000 rpm	(98-125) %	76	76	80	82	
	carrera de escape en 2500 rpm	(0-13) %	1	1	1	1	valores dentro de rango
	carrera de escape en 3000 rpm	(0-15) %	3	3	3	3	valores dentro de rango
	carrera de escape en 3500 rpm	(0-18) %	7	6	6	9	valores dentro de rango
	carrera de escape en 4000 rpm	(0-20) %	15	16	15	15	valores dentro de rango
			<b>Ralentí</b>		<b>Acelerado</b>		

---

---

**Diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor de combustión interna**


---

Gases de escape	O <sub>2</sub> , %Vol	(0-2) %Vol	2,02	5,98	O <sub>2</sub> un poco elevada, debido a la mala combustión por admisión desincronizada
	CO <sub>2</sub> , %Vol	(12-15) %Vol	14,5	10,1	CO <sub>2</sub> reducido, debido a la mala combustión por admisión desincronizada
	CO, %Vol	(0-1) %Vol	0,07	0	valores dentro de rango
	HC ppm	(0-200) ppm	4	2	valores dentro de rango
	Lambda	$\approx 1$	1,07	1,4	Lambda alto, debido a la gran cantidad de O <sub>2</sub> en la mezcla de aire-combustible

---

**Modo fallo 5**


---

---

**Diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor de combustión interna**


---

		Rango	1	2	3	4	Diagnóstico
Características generales	Pérdida de gas	15-20%	10	9	10	9	valores dentro de rango
	Relación de compresión	10:1-12:1	14.2	14.1	14.2	14.1	Compresión elevada, debido a aceite en la cámara de combustión
	Adelanto a la apertura de escape	130-160 °	140	142	139	142	valores dentro de rango
	Adelanto al cierre de escape	360-395 °	378	379	377	380	valores dentro de rango
	Adelanto a la apertura de admisión	350-385 °	368	369	369	370	valores dentro de rango
	Adelanto al cierre de admisión	585-615 °	601	601	603	602	valores dentro de rango
Eficiencia volumétrica	Eficiencia volumétrica en 1500 rpm	(83-105) %	68	68	68	68	Valores fuera de rango, debido a la altitud del lugar donde se realizó las pruebas.

---

---

**Diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor de combustión interna**


---

	Eficiencia volumétrica en 2000 rpm	(86-109) %	72	71	71	71	
	Eficiencia volumétrica en 2500 rpm	(89-113) %	77	76	77	76	
	Eficiencia volumétrica en 3000 rpm	(92-117) %	80	79	79	79	
	Eficiencia volumétrica en 3500 rpm	(95-121) %	84	84	85	85	
	en 4000 rpm	(98-125) %	85	86	86	87	
Pérdida de potencia	carrera de escape en 2500 rpm	(0-13) %	1	0	0	0	valores dentro de rango
	carrera de escape en 3000 rpm	(0-15) %	2	1	1	2	valores dentro de rango
	carrera de escape en 3500 rpm	(0-18) %	3	2	3	3	valores dentro de rango
	carrera de escape en 4000 rpm	(0-20) %	6	4	5	6	valores dentro de rango
			<b>Ralentí</b>		<b>Acelerado</b>		
Gases	λ O <sub>2</sub> , %Vol	(0-2) %Vol	1,59		1,76		valores dentro de rango

---

---

**Diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor de combustión interna**


---

CO <sub>2</sub> , %Vol	(12-15) %Vol	13,4	13,2	valores dentro de rango
CO, %Vol	(0-1) %Vol	2,53	0,35	Monóxido de carbono elevada, debido a la quema del lubricante
HC ppm	(0-200) ppm	396	207	Hidrocarburos elevados, debido a la combustión directa del aceite en la cámara
Lambda	$\approx 1$	0,99	1,07	valores dentro de rango

---

*Nota.* La tabla muestra el diagnóstico avanzado del motor de combustión interna mediante flujo de datos de los valores obtenidos en las pruebas de condiciones ideales y de los distintos modos de fallos del SCRIPT PX y del analizador de gases, indicando la posible falla en la que se encuentra el motor.

## Capítulo V

### Marco administrativo

#### Recursos

La investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales para el diagnóstico avanzado del estado mecánico de los motores de combustión interna, utilizo recursos humanos, tecnológicos y financieros.

#### *Recursos humanos*

Los recursos humanos que supervisaron, desarrollaron y aportaron con sus conocimientos e ideas en la investigación del diagnóstico avanzado se detallan en la tabla.

**Tabla 25**

*Recursos humanos*

Orden	Detalle	Cantidad	Función
1	Sr. Johan Escudero	1	Investigador
2	Sr. Víctor Gagñay	1	Investigador
			Investigador
3	Ing. Leonidas Antonio Quiroz Erazo	1	Director del trabajo de titulación Especialista emisiones- motores

Nota. La tabla representa las personas involucradas y la función que cumplen en el desarrollo del trabajo de integración curricular.

#### *Recursos tecnológicos*

Los recursos tecnológicos que se utilizaron en el desarrollo del trabajo de integración curricular se detallan en la tabla.

**Tabla 26***Recursos tecnológicos*

<b>Orden</b>	<b>Descripción</b>	<b>Función</b>
1	USB Autoscope IV	Diagnóstico avanzado en tiempo real
2	Vehículo de prueba	Utilización para realizar las condiciones de ensayos
3	Software del analizador de gases KANE LIVE	Medición en porcentaje de los gases de escape en tiempo real
4	Software del USB Autoscope IV	Visualización y grabación de los scripts en tiempo real en combinación con el hardware
5	Celular	Grabar y guardar evidencia del desarrollo
6	Computadora	Realización de la investigación del diagnóstico avanzado

Nota. La tabla representa los recursos tecnológicos utilizados y su función para el desarrollo de del trabajo de integración curricular.

***Recursos financieros***

El financiamiento utilizado por parte de los investigadores en la adquisición de materiales y equipo de diagnóstico se muestran en la tabla.

**Tabla 27***Recursos financieros*

<b>Orden</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario (USD)</b>	<b>Valor total (USD)</b>
1	Equipo de diagnóstico avanzado	1	600	600
2	Calibración de equipos	1	200	200
3	Sonda lambda	1	50	50
4	Filtro de aire	1	8	8
5	Bujías	4	7	28
6	Galón de aceite 5W-30	1	30	30
<b>Total</b>				<b>916</b>

*Nota.* La tabla representa los materiales y precios que se llegaron a utilizar en el desarrollo del trabajo de integración curricular.

## Capítulo VI

### Conclusiones y recomendaciones

#### Conclusiones

- Mediante la investigación del manejo del USB Autoscope IV se logró visualizar, grabar y analizar el estado mecánico del motor de combustión interna del vehículo Kia Sportage R 2.0, a través del empleo del script Px y script Css, obteniendo de manera grafica y numérica parámetros esenciales los cuales ayudaron a diagnosticar la presencia de fallas mecánicas en el motor.
- Se realizó la capacitación del manejo del USB Autoscope para conocer su funcionamiento y aplicaciones necesarias para el diagnóstico avanzado del estado mecánico del motor, mientras que para el manejo del analizador de gases Kane Plus y el scanner automotriz fue necesario la intervención de la guía de usuario.
- Se ejecutó diferentes pruebas con condiciones de fallas en el motor de combustión interna para realizar un diagnóstico avanzado del estado mecánico, en donde se pudo interpretar los datos obtenidos del script Px y script Css conjuntamente con pruebas realizadas en condiciones ideales, comprendiendo el correcto funcionamiento del equipo cuando el motor presente averías mecánicas.
- Al realizar el procesamiento de datos de los sistemas complementarios del motor del Kia Sportage R2.0, se logró reducir en gran medida el diagnóstico avanzado mecánico del motor a través del flujo de datos de los resultados cuantitativos, obtenidas por el USB Autoscope IV y analizador de gases, esto respecto a otras técnicas de procesamiento de datos que resultan ineficientes entregando un tiempo de diagnóstico mayor.
- Se desarrolló protocolos mediante diagramas de flujo, respecto al uso de los equipos de medición y condiciones de fallas que puede presentar el motor de combustión interna,

estos protocolos establecieron un diagnóstico más interactivo y más eficiente con tiempos de ejecución más cortos.

- Mediante la programación interna del equipo USB Autoscope IV en su función del script Px ofrece rangos ideales de funcionamiento para el diagnóstico mecánico avanzado, estos datos se encuentran basados en la información técnica del motor de combustión interna, donde se pudo observar una afectación en dicho rango, esto debido al origen ucraniano del equipo, por lo que al realizar las pruebas en la ciudad de Quito a una altura de 2850 m los resultados de la eficiencia volumétrica en el ciclo de admisión se encuentran fuera de los rangos ideales, sin embargo están dentro de los rangos aceptables.
- A través de tablas comparativas y grafica de barras se logró apreciar la variación de los datos obtenidos que entregaron los equipos de medición, comparando los valores tanto en condiciones ideales como en condición de falla que presento el motor para dar un diagnóstico de falla el motor de combustión interna.

## Recomendaciones

- Se aconseja realizar los protocolos de prueba del M.C.I en condiciones de altitud que se puedan asemejar al lugar de origen del equipo, es decir lo más cercano al nivel del mar, con el propósito de evitar el efecto que tuvo la presión atmosférica de la ciudad de Quito en los reportes obtenidos.
- Se recomienda implementar en las condiciones de prueba aditivos al combustible con el propósito de identificar los efectos de los mismos en el estado mecánico del motor después de un uso a corto, mediano y largo plazo.
- Se sugiere realizar los protocolos de prueba en un M.C.I que ha sido reacondicionado para la competición es decir la variación que se obtendrá en la eficiencia de trabajo antes de realizar alguna modificación y después de efectuarla.
- Se sugiere realizar la investigación en motores de vehículos del año 2010 y anteriores, para obtener y analizar otros tipos de fallas mecánicas que el USB Autoscope IV puede diagnosticar.
- Es recomendable realizar la grabación y análisis del estado mecánico en un vehículo Diesel, para diferenciar los resultados emitidos por los SCRIPTS en condiciones normales y de fallo con respecto a un vehículo a gasolina.
- Para no obtener resultados erróneos en la medición de los gases de escape, es necesario la inspección del filtro, sonda y que manguera no contenga gotas de agua, de ser el caso es necesario pulgar el sistema con aire comprimido.

## Bibliografía

- Alonso, J. (18 de Febrero de 2019). *Manual electrónica automovil fundamentos sensores actuadores sistemas componentes funcionamiento*. Obtenido de La electrónica del automovil explicada con claridad:  
[https://www.academia.edu/36577552/Manual\\_electrónica\\_automovil\\_fundamentos\\_sensores\\_actuadores\\_sistemas\\_componentes\\_funcionamiento](https://www.academia.edu/36577552/Manual_electrónica_automovil_fundamentos_sensores_actuadores_sistemas_componentes_funcionamiento)
- Amador, G. F. (2005). *Sensores Magnéticos e Inductivos*. (Tesis de Ingeniería), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Pachuca.
- Andrés Chávez. (2021). *Análisis y diagnóstico avanzado del motor de combustión interna por medio de oscilogramas eléctricos de presión y análisis de emisiones*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16042/1/65T00419.pdf>
- Aprende INSTITUTE. (10 de 01 de 2022). *Aprende INSTITUTE*. Obtenido de Las fallas más comunes en los automóviles: <https://aprende.com/blog/oficios/mecanica-automotriz/fallas-comunes-en-los-automoviles/>
- Aprende INSTITUTE. (10 de Enero de 2022). *Aprende INSTITUTE*. Obtenido de Las fallas más comunes en los automóviles: <https://aprende.com/blog/oficios/mecanica-automotriz/fallas-comunes-en-los-automoviles/>
- Augeri, F. (10 de Enero de 2011). *CISE*. Obtenido de Análisis de los gases de escape de los motores de combustión interna: <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/302-an%C3%A1lisis-de-los-gases-de-escape-de-los-motores-de-combusti%C3%B3n-interna.html>

Autoscope. (24 de Noviembre de 2014). *USB AUTOSCOPE IV KIT*. Obtenido de Autoscope.eu:  
<http://autoscope.eu/products/?lang=es>

Booster, B. (2010). *Diagnóstico por Escaner*. México D.F.: Nuk Publicaciones, S. A. de C. V.

Bustillo, E. D. (2022). *Aprende INSTITUTE*. Obtenido de Las fallas más comunes en los  
automóviles: <https://aprende.com/blog/oficios/mecanica-automotriz/fallas-comunes-en-los-automoviles/>

Chavez, A. (2021). *Análisis y diagnóstico avanzado del motor de combustión interna por medio de oscilogramas eléctricos de presión y análisis de emisiones*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Chávez, A. (2021). *Análisis y diagnóstico avanzado del motor de combustión interna por medio de oscilogramas eléctricos de presión y análisis de emisiones*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16042/1/65T00419.pdf>

Criollo, O. (2014). *Diagnóstico de fallos en la combustión para motores de combustión interna alternativos diésel por análisis de vibraciones*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Cuenca.

Crouse, W., & Anglin, D. (2005). *Puesta a punto y rendimiento del motor*. México D.F.: Alfaomega group editor, S.A de C.V.

Cuenca, M. (19 de Julio de 2021). *DOC PLAYER*. Obtenido de Designación y principales posibilidades del complejo USBAutoscope: <https://docplayer.es/210400162-Designacion-y-principales-posibilidades-del-complejo-usb-autoscope.html>

Edgar Bustillo. (10 de 01 de 2022). *Aprende INSTITUTE*. Obtenido de Las fallas más comunes en los automóviles: <https://aprende.com/blog/oficios/mecanica-automotriz/fallas-comunes-en-los-automoviles/>

EPN. (2021). *EPN*. Obtenido de LABORATORIO DE SISTEMAS AUTOMOTRICES: <https://www.epn.edu.ec/laboratorio-de-motores-de-combustion-interna/>

Escuela Politécnica Nacional. (08 de 06 de 2021). *EPN*. Obtenido de LABORATORIO DE SISTEMAS AUTOMOTRICES: <https://www.epn.edu.ec/laboratorio-de-motores-de-combustion-interna/>

Escuela Politécnica Nacional. (08 de Junio de 2021). *EPN*. Obtenido de LABORATORIO DE SISTEMAS AUTOMOTRICES: <https://www.epn.edu.ec/laboratorio-de-motores-de-combustion-interna/>

Escuela Politécnica Nacional. (08 de 06 de 2022). *EPN*. Obtenido de LABORATORIO DE SISTEMAS AUTOMOTRICES: <https://www.epn.edu.ec/laboratorio-de-motores-de-combustion-interna/>

Franklin Intriago. (2010). *Estudio del servicio otorgado por las empresas de mantenimiento vehicular y propuesta de soluciones técnicas, económicas y medios ambientales para la industria en la ciudad de Manta año 2010*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana Guayaquil.

Globaltech. (29 de Marzo de 2019). *Globaltech Equipos Automotrices*. Obtenido de ANALIZADOR DE GASES PORTATIL KANE AUTOPLUS 4-2: <https://globaltech-car.com/producto/analizador-de-gases-portatil-kane-autoplus-4-2/>

Héctor Matute. (2014). *Diagnóstico de fallos en la combustión para motores de combustión interna alternativos diésel por análisis de vibraciones*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Cuenca.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (10 de Enero de 2000). *INEN*. Obtenido de Gestión ambiental. aire. vehículos automotores. Determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o “ralenti”. Prueba estática: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2203.pdf>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2003). *Norma Técnica Ecuatoriana*. Obtenido de Revision tecnica vehicular. Procedimientos: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2349.pdf>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (10 de Enero de 2017). *Norma Tecnica Ecuatoriana*. Obtenido de Gestion ambiental. aire. vehiculos automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes moviles terrestres que emplean gasolina: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_2204-2.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2204-2.pdf)

Intriago, F. (2010). *Estudio del servicio otorgado por las empresas de mantenimiento vehicular y propuesta de soluciones técnicas, económicas y medios ambientales para la industria en la ciudad de Manta año 2010*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana Guayaquil.

Intriago, F. (2010). *Estudio del servicio otorgado por las empresas de mantenimiento vehicular y propuesta de soluciones técnicas, económicas y medios ambientales para la industria en la ciudad de Manta año 2010*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana Guayaquil.

- Kane. (Diciembre de 2013). *Kane*. Obtenido de Manual de usuario Autoplus analizador de gases automotrices: [https://es-data.manualslib.com/pdf/es/pdf2/6/511/51016-kane/autoplus\\_serie.pdf?c53b719b8c1fc7f7aa4d116d0dabfbf6](https://es-data.manualslib.com/pdf/es/pdf2/6/511/51016-kane/autoplus_serie.pdf?c53b719b8c1fc7f7aa4d116d0dabfbf6)
- Kane. (29 de Marzo de 2019). *Globaltech*. Obtenido de Analizador de gases kane plus 4-2: <https://globaltech-car.com/producto/analizador-de-gases-portatil-kane-autoplus-4-2/>
- KIA. (2018). *Especificaciones del kia Sportage*.
- Kia. (17 de Diciembre de 2019). *Sportage R*. Recuperado el 13 de 02 de 2023, de Especificaciones del sportage R: <https://es.scribd.com/document/439756246/Ficha-Sportage-R-2019#>
- Matute, H. (2014). *Diagnóstico de fallos en la combustión para motores de combustión interna alternativos diésel por análisis de vibraciones*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Cuenca.
- mechacnic.com.au. (6 de Marzo de 2020). *mechacnic.com.au*. Obtenido de Por qué debería usar transductores de presión en el cilindro: <https://trade.mechanic.com.au/news/why-you-should-be-using-in-cylinder-pressure-transducers2>
- Mendoza, E. (26 de Septiembre de 2019). *Escapes Mendoza*. Obtenido de Qué es un analizador de gases combustión: <http://www.escapesmendoza.cl/blog/que-es-un-analizador-de-gases-combustion/>
- Morocho, J. (2019). *Análisis del comportamiento de motores de combustión interna ciclo otto y diésel durante el efecto producido por averías en el sistema electrónico*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17881/1/UPS-CT008462.pdf>

Morocho, J. (2019). *Análisis del comportamiento de motores de combustión interna ciclo otto y diésel durante el efecto producido por averías en el sistema electrónico.*

Morocho, J. (2019). *Análisis del comportamiento de motores de combustión interna ciclo otto y diésel durante el efecto producido por averías en el sistema electrónico.*

Morocho, J. (2019). *Análisis del comportamiento de motores de combustión interna ciclo otto y diésel durante el efecto producido por averías en el sistema electrónico.* Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17881/1/UPS-CT008462.pdf>

Morocho, J. (2019). *Análisis del comportamiento de motores de combustión interna ciclo otto y diésel durante el efecto producido por averías en el sistema electrónico.* Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17881/1/UPS-CT008462.pdf>

Olger Criollo. (2014). *Diagnóstico de fallos en la combustión para motores de combustión interna alternativos diésel por análisis de vibraciones.* Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Cuenca.

Orozco, J. (30 de Diciembre de 2021). *Electrónica y servicio.* Obtenido de Correlación CKP-CMP Ford Fiesta 1.6 L: [https://cdn.betics.com.mx/electronicayservicio/fichas/Ficha\\_EySer\\_No.\\_36.pdf](https://cdn.betics.com.mx/electronicayservicio/fichas/Ficha_EySer_No._36.pdf)

Orozco, Jose. (02 de Mayo de 2021). *Electrónica y servicio.* Obtenido de Correlación CMP-CKP Nissan Versa 1.6 L: <https://mte-thomson.com/es/wp-content/uploads/2021/04/CKP-70571-CMP-70436.pdf>

- Otofix. (29 de Septiembre de 2017). *OTOFIX*. Obtenido de OTOFIX D1 - Escáner de Diagnóstico Automotriz Avanzado: <https://otofixlatin.com/products/otofix-d1-herramienta-de-diagnóstico-automotriz-con-obd-ii>
- Rigoberto, G. G. (2014). *Mecánica Automotriz (Scanner)*. Repositorio. México D.F.: Palacio de minería. Obtenido de <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/12762>
- Technology, A. (17 de Enero de 2015). *USB Autoscope IV*. Obtenido de Operation manual for USB Autoscope IV: [http://autoscope.eu/wp-content/uploads/2015/01/usb\\_autoscope\\_4\\_operation\\_manual\\_en.pdf](http://autoscope.eu/wp-content/uploads/2015/01/usb_autoscope_4_operation_manual_en.pdf)
- Vélez, D. A. (2012). *Diseño e implementación de un simulador para determinar fallas en un sensor CKP*. Institución Universitaria Pascual Bravo , Facultad de Ingeniería. Medellín: Institución Universitaria Pascual Bravo.

## Anexos