



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



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Trabajo de integración curricular previo a la obtención del título de Ingeniería Automotriz**

**Tema: Investigación de la incidencia del sistema de alimentación de combustible GLP en el motor de combustión interna GDI en el control de emisiones vehiculares**

**Autores:**

**Angamarca Nicaragua, Lennin Ronaldo  
Tonato Nata, Stalin Iván**

**Director:**

**Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio**

**Latacunga, Marzo 2024**



## *Frase motivacional*

**“Para triunfar en la vida, no es importante llegar primero. Para triunfar simplemente hay que llegar, levantándose cada vez que se cae en el camino,”  
Luciano F Negroa.**



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

# Índice de contenido

**Antecedentes**

**Planteamiento del problema**

**Justificación, importancia y alcance**

**Objetivos**

**Fundamento teórico**

**Normativas**

**Equipos de medición**

**Pruebas dinámicas**

**Pruebas estáticas**

**Obtención de resultados y análisis**

**Conclusiones**

**Recomendaciones**



# Antecedentes

Los valores ideológicos han cambiado con el tiempo debido a la utilización de los motores de combustión interna.



La Industria Automotriz debe adaptarse a diversos métodos para disminuir el carbono de la producción.



Nuevos combustibles que contribuyan a esta idea, resultando en el sistema de GLP.



# Planteamiento del problema



Los cambios constantes en las ventas de gasolina llevan a considerar otros combustibles, como reemplazo, para el uso en los automóviles.

El 80% de la demanda mundial de energía primaria actual proviene de los combustibles fósiles.

Es necesario implementar una nueva alternativa de combustible más económica y de manera dual (GLP-Gasolina) ya que los vehículos cuentan con sistemas de alimentación que requieren la gasolina Súper para su correcto desempeño.



# Justificación, importancia y alcance



Un sistema de alimentación de combustible GLP ofrece múltiples ventajas. Tiene un contenido bajo de carbono, lo que significa que las emisiones de gases se reducen.

Al combinar dos tecnologías, surgen interrogantes sobre su compatibilidad y efectos. Es imprescindible investigar la incidencia de utilizar sistemas de alimentación de GLP en lugar de gasolina en motores GDI, para determinar si existen efectos positivos o negativos en las emisiones contaminantes.

La necesidad de reducir las emisiones de gases nocivos y el creciente problema de la contaminación ambiental, es importante investigar el uso de GLP como combustible alternativo puede contribuir a mitigar este problema.



# Objetivos

## Objetivo General

- Investigar la incidencia del sistema de alimentación de combustible GLP en el motor de combustión interna GDI en el control de emisiones vehiculares.

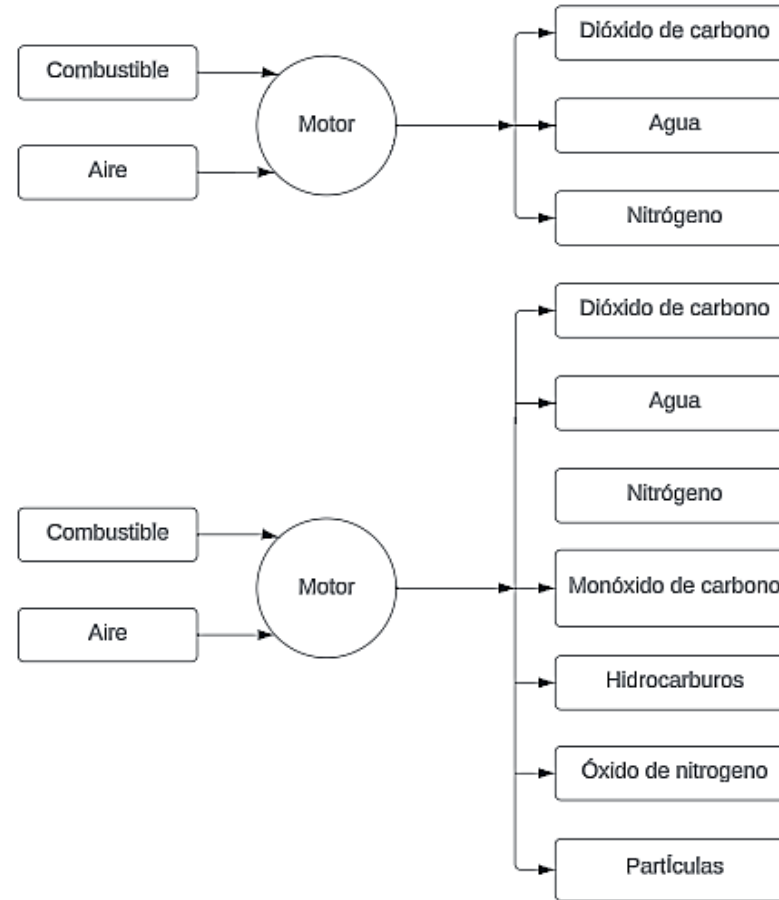
## Objetivos específicos

- Realizar ensayos de emisiones en tiempo real en el motor de combustión interna GDI a través de pruebas continuas y test oficial según la NTE INEN 2 203 y NTE INEN 2 204.
- Cuantificar la relación aire – combustible del sistema de alimentación de combustible GLP en el motor de combustión interna GDI de acuerdo a los valores de HC, CO, CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>.



# Fundamento teórico

## Productos de la combustión





# Lambda

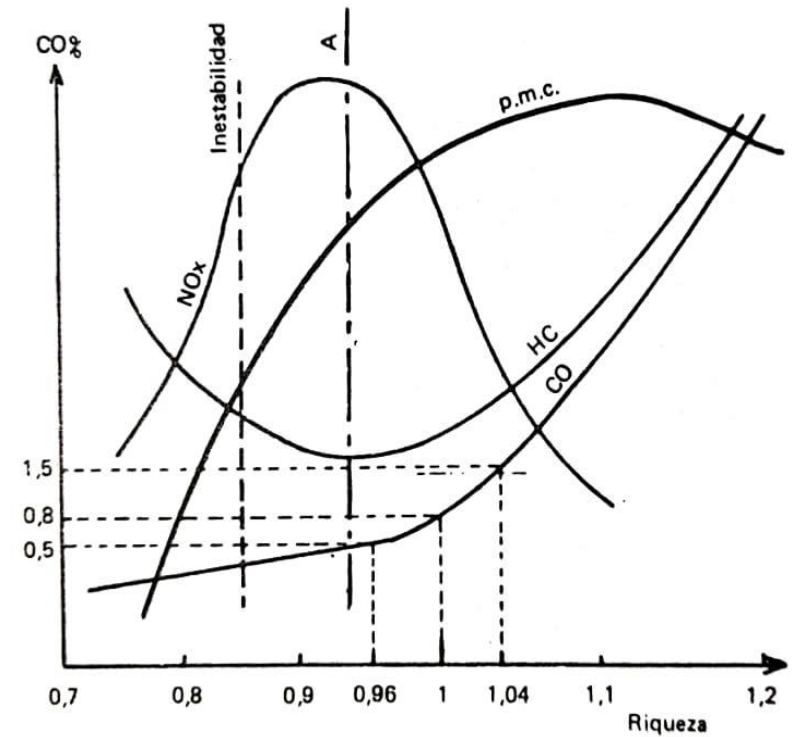
## Gasolina

- 14,7 unidades de aire por una de gasolina

## GLP

- 15,63 unidades de aire por una de GLP

$$\lambda = \frac{\text{Masa de aire aportado}}{\text{Necesidad de aire teórico}}$$



# Normativas

- Normativa NTE INEN 2 203:2000
- Normativa NTE INEN 2 204: 2002

## Rangos de aprobación

Año	HC (PPM)	CO (%)	O2 (%)	TIPO DE FALTA	RESULTADO
DEL 2000 EN ADELANTE	$0 \leq X < 160$	$0 \leq X < 0,6$	$0 \leq X < 3$	0	APROBADO SIN FALTAS
	$160 \leq X < 180$	$0,6 \leq X < 0,8$	$3 \leq X < 4$	1	APROBADO CON FALTA TIPO 1
	$180 \leq X < 200$	$0,8 \leq X < 1$	$4 \leq X < 5$	2	APROBADO CON FALTA TIPO 2
	$X \geq 200$	$X \geq 1$	$X \geq 5$	3	RECHAZADO

## Protocolos de emisiones de gases

- Protocolo NEDC
- Protocolo FTP-75



# Equipos de medición

Analizador de gases  
KANE AUTOPLUS 4-2



KANE LIVE



Analizador de gases  
AGS-688



MGT 300-EVO



# Pruebas dinámicas

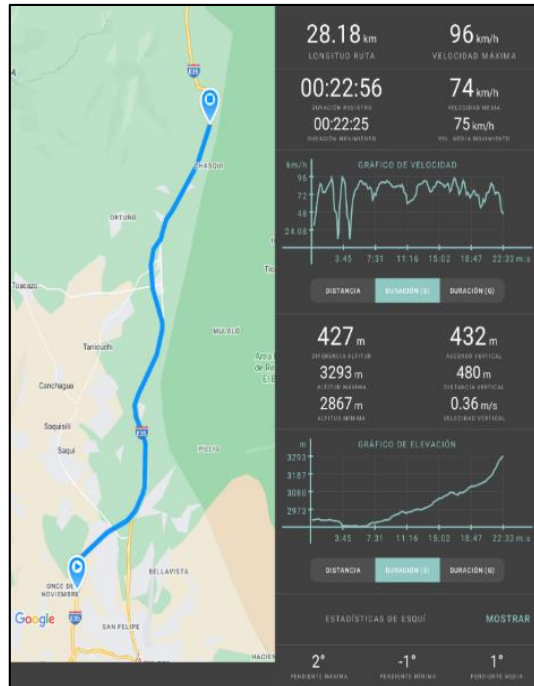
Consiste en realizar la medición de gases con el analizador portátil cuando el vehículo de prueba se encuentre en movimiento en la ruta establecida.

Rutas de prueba

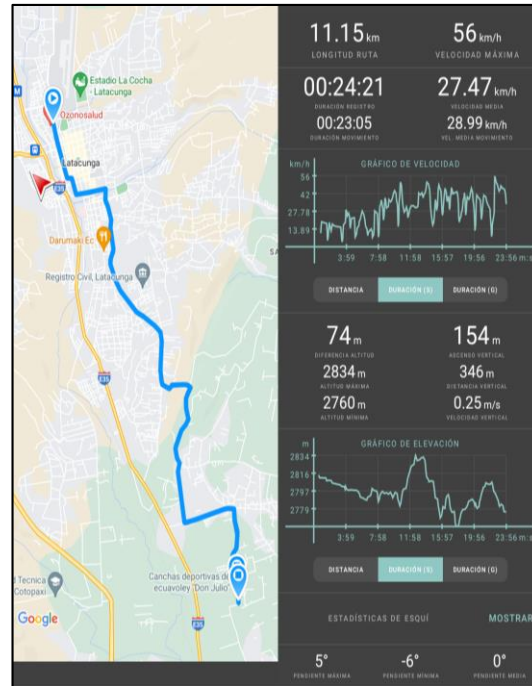
Ruta	Distancia [Km]	Tiempo [min]	Velocidad máxima [Km/h]
Carretera	27	23	100
Urbana	11	25	50
Combinada	23	30	50 (urbana) 100 (carretera)



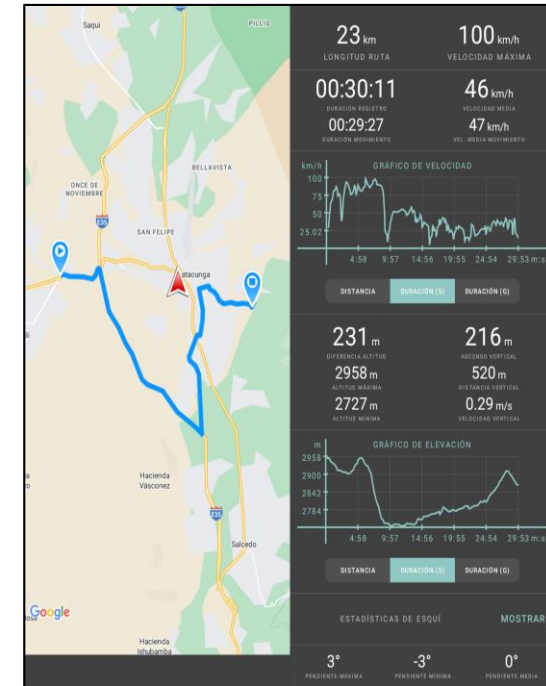
# CARRETERA



# URBANA



# COMBINADA



# Pruebas estáticas

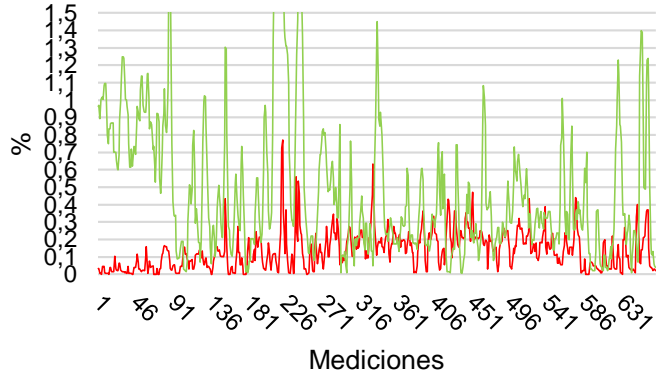
- Test oficial
  - Prueba al mínimo (500 - 1200 rpm)
  - Prueba acelerada (2400 - 2600 rpm)
- Test continuo
  - Rangos de aceleración de 1000 rpm a 4000 rpm con incrementos de 1000 revoluciones y a régimen de 5500 rpm de su potencia máxima



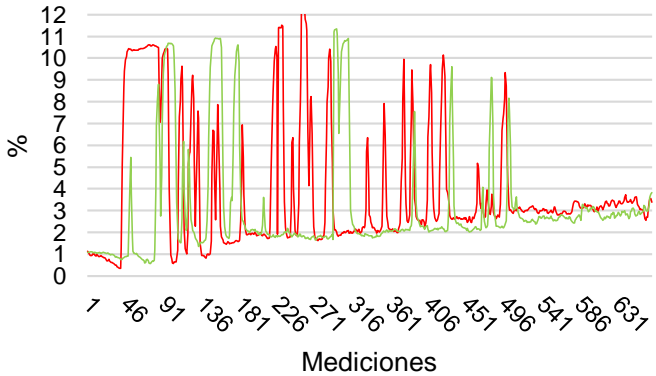
# Obtención de resultados y análisis

## Ruta en carretera

CO



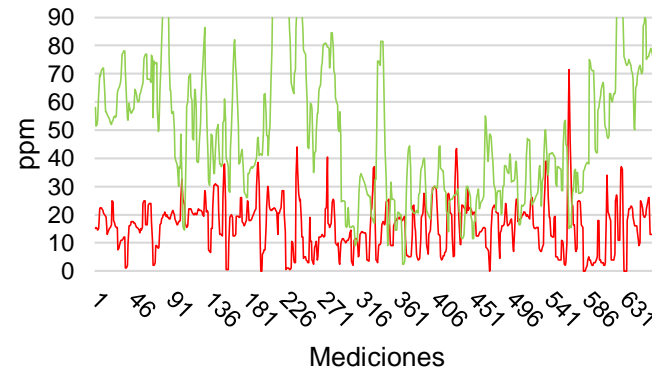
O2



Año	HC (PPM)	CO (%)	O2 (%)	TIPO DE FALTA	RESULTADO
DEL 2000 EN ADELANTE	$0 \leq X < 160$	$0 \leq X < 0,6$	$0 \leq X < 3$	0	APROBADO SIN FALTAS
	$160 \leq X < 180$	$0,6 \leq X < 0,8$	$3 \leq X < 4$	1	APROBADO CON FALTA TIPO 1
	$180 \leq X < 200$	$0,8 \leq X < 1$	$4 \leq X < 5$	2	APROBADO CON FALTA TIPO 2
	$X \geq 200$	$X \geq 1$	$X \geq 5$	3	RECHAZADO

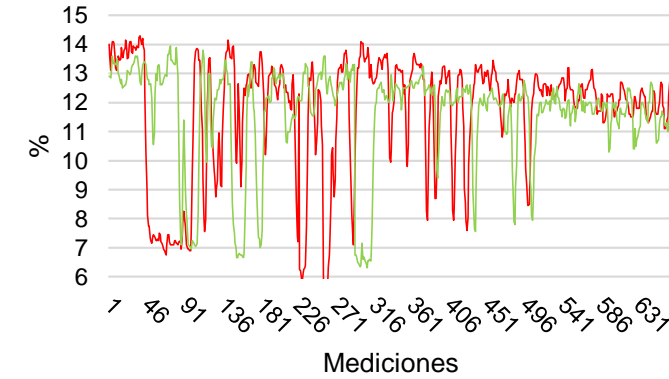
— GASOLINA  
— GLP

HC



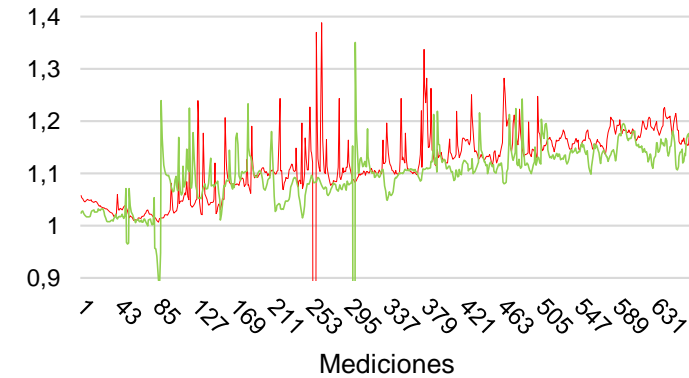
— GASOLINA  
— GLP

CO2



— GASOLINA  
— GLP

Lambda

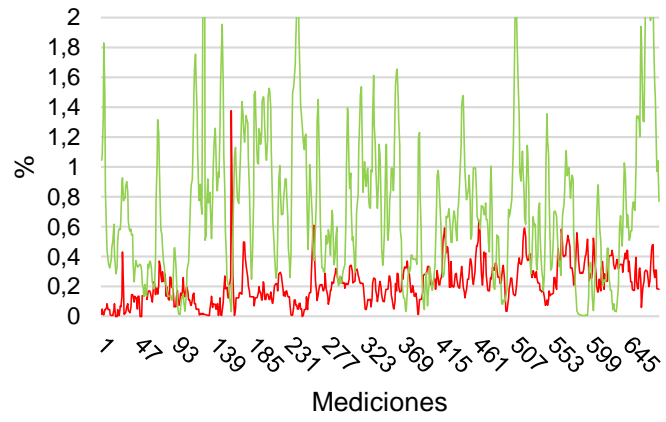


— GASOLINA  
— GLP

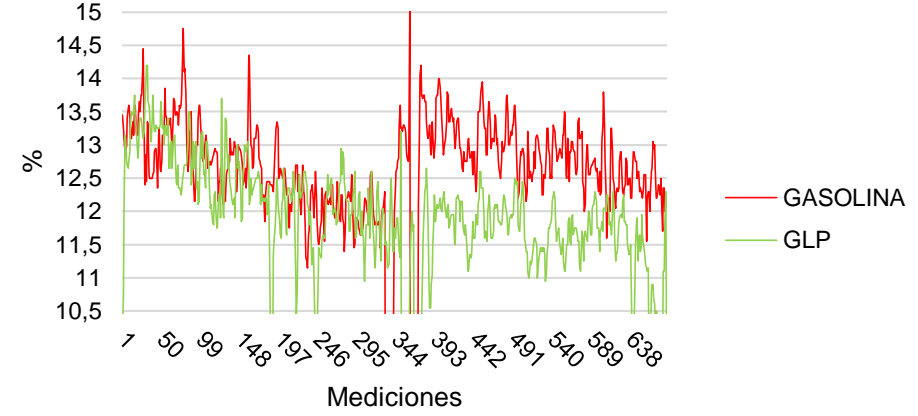


# Ruta urbana

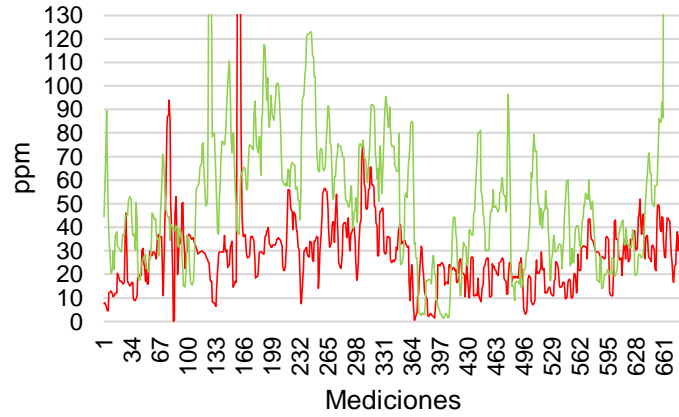
## CO



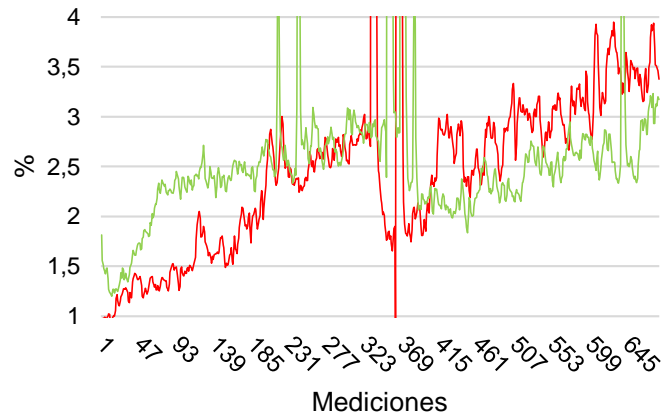
## CO2



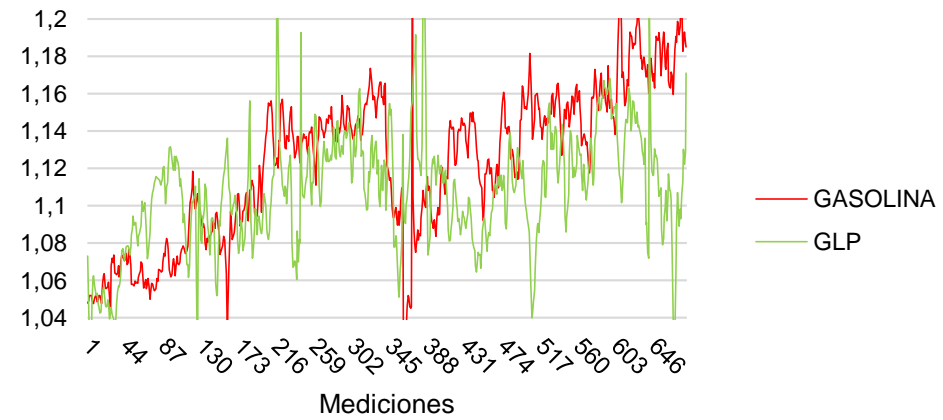
## HC



## O2



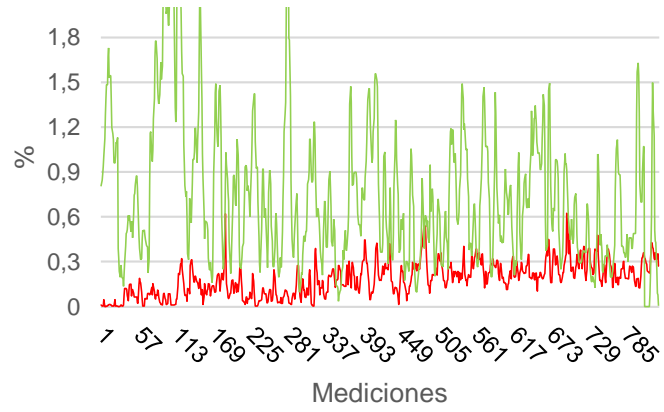
## Lambda



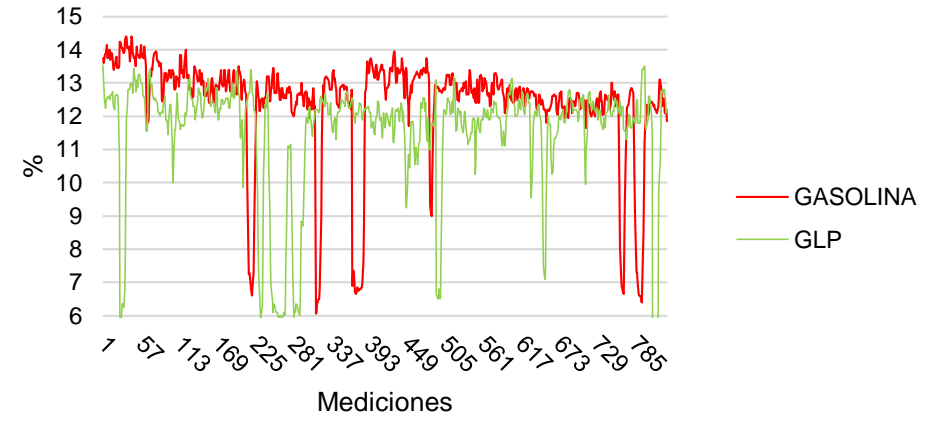


# Ruta combinada

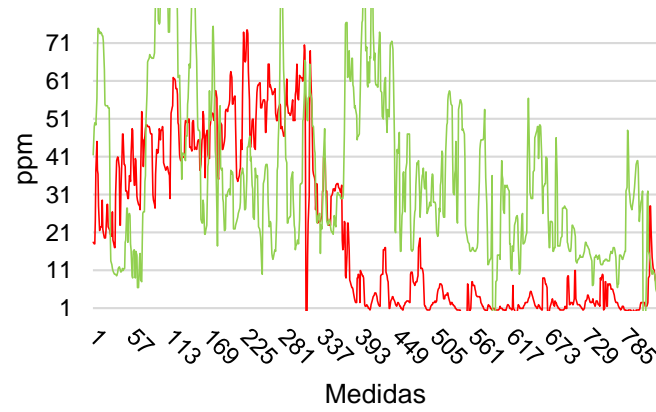
## CO



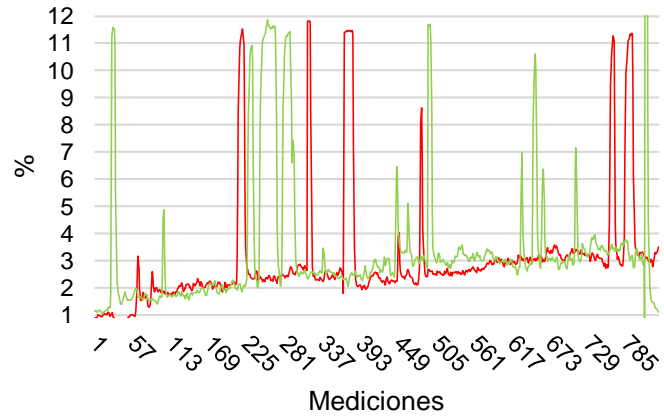
## CO2



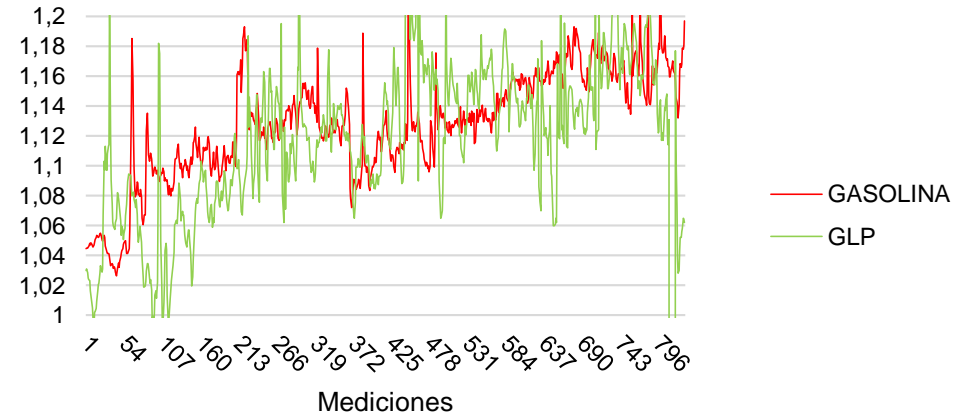
## HC




## O2




## Lambda



# Test oficial

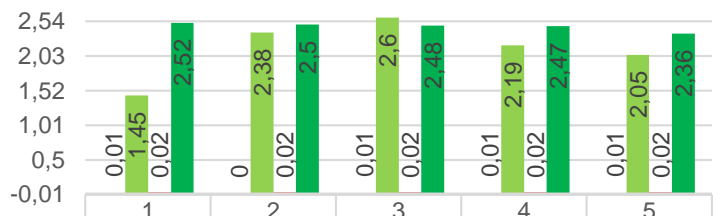
 <b>TEST OFICIAL GASES DE ESCAPE</b>																																																																	
<b>ANALIZADOR GASES</b> : AGS-688 <b>TACÓMETRO</b>																																																																	
Número de Serie : 160513000054	Número de Serie :																																																																
Número de Homologación : OM00292EST006cNET	Número de Homologación :																																																																
Fecha vencimiento calibración : 19/05/2024	Fecha vencimiento calibración :																																																																
DATOS TALLER																																																																	
NAME ADDRESS TELEPHONE ZIP - CITY FAX-EMAIL																																																																	
DATOS DEL VEHICULO																																																																	
Placa : PBE4563	No. Chasis : JMGER2939G216897																																																																
Marca : MAZDA	No. Tubos de Escape : 2																																																																
Modelo : CX7	2 Tiempos / 4 Tiempos : 4																																																																
Año de Construcción : 2009	Odómetro : 119730																																																																
Combustible : GASOLINA																																																																	
LIMITES PRESCRITOS																																																																	
Temperatura Motor : 80 [°C]	Régimen Motor en Aceleración : 2400 - 2500 [1/min]																																																																
Régimen Motor al Mínimo : 500 - 1200 [1/min]																																																																	
O2 : 5.0 [%Vol]	CO : 1.0 [%Vol]      HC : 200 [ppmVol]																																																																
VALORES MEDIDOS																																																																	
<b>PRUEBA AL MINIMO</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Tubo.1</th> <th>Tubo.2</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temp. Motor</td> <td></td> <td></td> <td>96 [°C]</td> </tr> <tr> <td>RPM</td> <td>1080</td> <td>1070</td> <td>1075 [1/min]</td> </tr> <tr> <td>CO</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> <td>0.01 [%Vol]</td> </tr> <tr> <td>CO2</td> <td>15.1</td> <td>15.2</td> <td>15.2 [%Vol]</td> </tr> <tr> <td>O2</td> <td>0.28</td> <td>0.24</td> <td>0.26 [%Vol]</td> </tr> <tr> <td>HC</td> <td>11</td> <td>10</td> <td>11 [ppmVol]</td> </tr> <tr> <td>Lambda</td> <td>1.012</td> <td>1.010</td> <td>1.011 [-]</td> </tr> </tbody> </table>		Tubo.1	Tubo.2	Promedio	Temp. Motor			96 [°C]	RPM	1080	1070	1075 [1/min]	CO	0.01	0.01	0.01 [%Vol]	CO2	15.1	15.2	15.2 [%Vol]	O2	0.28	0.24	0.26 [%Vol]	HC	11	10	11 [ppmVol]	Lambda	1.012	1.010	1.011 [-]	<b>PRUEBA EN ACELERACIONE</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Tubo.1</th> <th>Tubo.2</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temp. Motor</td> <td></td> <td></td> <td>96 [°C]</td> </tr> <tr> <td>RPM</td> <td>2480</td> <td>2500</td> <td>2495 [1/min]</td> </tr> <tr> <td>CO</td> <td>0.02</td> <td>0.01</td> <td>0.02 [%Vol]</td> </tr> <tr> <td>CO2</td> <td>15.0</td> <td>15.1</td> <td>15.1 [%Vol]</td> </tr> <tr> <td>O2</td> <td>0.60</td> <td>0.34</td> <td>0.47 [%Vol]</td> </tr> <tr> <td>HC</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>12 [ppmVol]</td> </tr> <tr> <td>Lambda</td> <td>1.027</td> <td>1.015</td> <td>1.021 [-]</td> </tr> </tbody> </table>		Tubo.1	Tubo.2	Promedio	Temp. Motor			96 [°C]	RPM	2480	2500	2495 [1/min]	CO	0.02	0.01	0.02 [%Vol]	CO2	15.0	15.1	15.1 [%Vol]	O2	0.60	0.34	0.47 [%Vol]	HC	11	12	12 [ppmVol]	Lambda	1.027	1.015	1.021 [-]
	Tubo.1	Tubo.2	Promedio																																																														
Temp. Motor			96 [°C]																																																														
RPM	1080	1070	1075 [1/min]																																																														
CO	0.01	0.01	0.01 [%Vol]																																																														
CO2	15.1	15.2	15.2 [%Vol]																																																														
O2	0.28	0.24	0.26 [%Vol]																																																														
HC	11	10	11 [ppmVol]																																																														
Lambda	1.012	1.010	1.011 [-]																																																														
	Tubo.1	Tubo.2	Promedio																																																														
Temp. Motor			96 [°C]																																																														
RPM	2480	2500	2495 [1/min]																																																														
CO	0.02	0.01	0.02 [%Vol]																																																														
CO2	15.0	15.1	15.1 [%Vol]																																																														
O2	0.60	0.34	0.47 [%Vol]																																																														
HC	11	12	12 [ppmVol]																																																														
Lambda	1.027	1.015	1.021 [-]																																																														
<b>RESULTADO DEL TEST</b> : <b>APROBADO SIN FALTAS</b>																																																																	
Fecha y hora de inicio prueba	: 29/12/2023 11:07:33																																																																
Fecha y hora de termine prueba	: 29/12/2023 11:12:30																																																																
Examinador	: STALIN																																																																
Firma																																																																	

 <b>TEST OFICIAL GASES DE ESCAPE</b>																																																																	
<b>ANALIZADOR GASES</b> : AGS-688 <b>TACÓMETRO</b>																																																																	
Número de Serie : 160513000054	Número de Serie :																																																																
Número de Homologación : OM00292EST006cNET	Número de Homologación :																																																																
Fecha vencimiento calibración : 19/05/2024	Fecha vencimiento calibración :																																																																
DATOS TALLER																																																																	
NAME ADDRESS TELEPHONE ZIP - CITY FAX-EMAIL																																																																	
DATOS DEL VEHICULO																																																																	
Placa : PBE4563	No. Chasis : JMGER2939G216897																																																																
Marca : MAZDA	No. Tubos de Escape : 2																																																																
Modelo : CX7	2 Tiempos / 4 Tiempos : 4																																																																
Año de Construcción : 2009	Odómetro : 120798																																																																
Combustible : GLP																																																																	
LIMITES PRESCRITOS																																																																	
Temperatura Motor : 80 [°C]	Régimen Motor en Aceleración : 2400 - 2500 [1/min]																																																																
Régimen Motor al Mínimo : 500 - 1200 [1/min]																																																																	
O2 : 5.0 [%Vol]	CO : 1.0 [%Vol]      HC : 200 [ppmVol]																																																																
VALORES MEDIDOS																																																																	
<b>PRUEBA AL MINIMO</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Tubo.1</th> <th>Tubo.2</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temp. Motor</td> <td></td> <td></td> <td>94 [°C]</td> </tr> <tr> <td>RPM</td> <td>1190</td> <td>1200</td> <td>1195 [1/min]</td> </tr> <tr> <td>CO</td> <td>2.25</td> <td>2.12</td> <td>2.18 [%Vol]</td> </tr> <tr> <td>CO2</td> <td>13.2</td> <td>13.2</td> <td>13.2 [%Vol]</td> </tr> <tr> <td>O2</td> <td>0.13</td> <td>0.09</td> <td>0.11 [%Vol]</td> </tr> <tr> <td>HC</td> <td>117</td> <td>121</td> <td>119 [ppmVol]</td> </tr> <tr> <td>Lambda</td> <td>0.938</td> <td>0.939</td> <td>0.939 [-]</td> </tr> </tbody> </table>		Tubo.1	Tubo.2	Promedio	Temp. Motor			94 [°C]	RPM	1190	1200	1195 [1/min]	CO	2.25	2.12	2.18 [%Vol]	CO2	13.2	13.2	13.2 [%Vol]	O2	0.13	0.09	0.11 [%Vol]	HC	117	121	119 [ppmVol]	Lambda	0.938	0.939	0.939 [-]	<b>PRUEBA EN ACELERACIONE</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Tubo.1</th> <th>Tubo.2</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temp. Motor</td> <td></td> <td></td> <td>94 [°C]</td> </tr> <tr> <td>RPM</td> <td>2460</td> <td>2460</td> <td>2460 [1/min]</td> </tr> <tr> <td>CO</td> <td>2.42</td> <td>2.52</td> <td>2.47 [%Vol]</td> </tr> <tr> <td>CO2</td> <td>12.8</td> <td>12.9</td> <td>12.9 [%Vol]</td> </tr> <tr> <td>O2</td> <td>0.22</td> <td>0.10</td> <td>0.16 [%Vol]</td> </tr> <tr> <td>HC</td> <td>219</td> <td>212</td> <td>218 [ppmVol]</td> </tr> <tr> <td>Lambda</td> <td>0.932</td> <td>0.925</td> <td>0.929 [-]</td> </tr> </tbody> </table>		Tubo.1	Tubo.2	Promedio	Temp. Motor			94 [°C]	RPM	2460	2460	2460 [1/min]	CO	2.42	2.52	2.47 [%Vol]	CO2	12.8	12.9	12.9 [%Vol]	O2	0.22	0.10	0.16 [%Vol]	HC	219	212	218 [ppmVol]	Lambda	0.932	0.925	0.929 [-]
	Tubo.1	Tubo.2	Promedio																																																														
Temp. Motor			94 [°C]																																																														
RPM	1190	1200	1195 [1/min]																																																														
CO	2.25	2.12	2.18 [%Vol]																																																														
CO2	13.2	13.2	13.2 [%Vol]																																																														
O2	0.13	0.09	0.11 [%Vol]																																																														
HC	117	121	119 [ppmVol]																																																														
Lambda	0.938	0.939	0.939 [-]																																																														
	Tubo.1	Tubo.2	Promedio																																																														
Temp. Motor			94 [°C]																																																														
RPM	2460	2460	2460 [1/min]																																																														
CO	2.42	2.52	2.47 [%Vol]																																																														
CO2	12.8	12.9	12.9 [%Vol]																																																														
O2	0.22	0.10	0.16 [%Vol]																																																														
HC	219	212	218 [ppmVol]																																																														
Lambda	0.932	0.925	0.929 [-]																																																														
<b>RESULTADO DEL TEST</b> : <b>RECHAZADO</b>																																																																	
Fecha y hora de inicio prueba	: 28/01/2024 10:58:28																																																																
Fecha y hora de termine prueba	: 28/01/2024 11:04:56																																																																
Examinador	: TONATO																																																																
Firma																																																																	



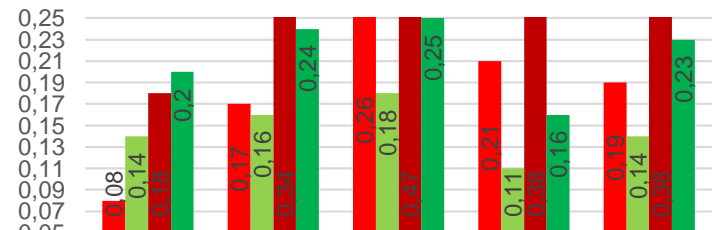
# Test oficial

## CO



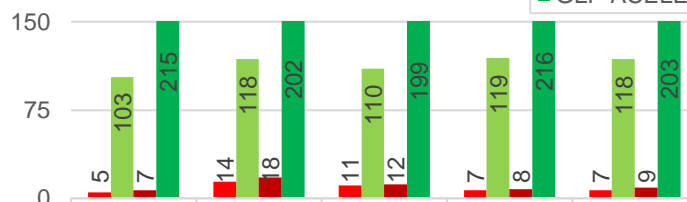
	1	2	3	4	5
■ GASOLINA MÍNIMO	0,01	0	0,01	0,01	0,01
■ GLP MÍNIMO	1,45	2,38	2,6	2,19	2,05
■ GASOLINA ACELERACIÓN	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
■ GLP ACELERACIÓN	2,52	2,5	2,48	2,47	2,36

## O2



	1	2	3	4	5
■ GASOLINA MÍNIMO	0,08	0,17	0,26	0,21	0,19
■ GLP MÍNIMO	0,14	0,16	0,18	0,11	0,14
■ GASOLINA ACELERACIÓN	0,18	0,34	0,47	0,38	0,38
■ GLP ACELERACIÓN	0,2	0,24	0,25	0,16	0,23

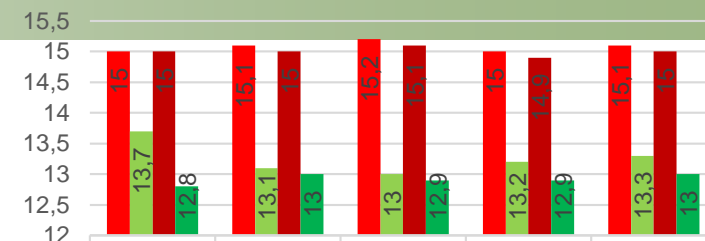
## HC



	1	2	3	4	5
■ GASOLINA MÍNIMO	5	7	11	7	7
■ GLP MÍNIMO	103	118	110	119	118
■ GASOLINA ACELERACIÓN	14	18	12	8	9
■ GLP ACELERACIÓN	215	202	199	216	203

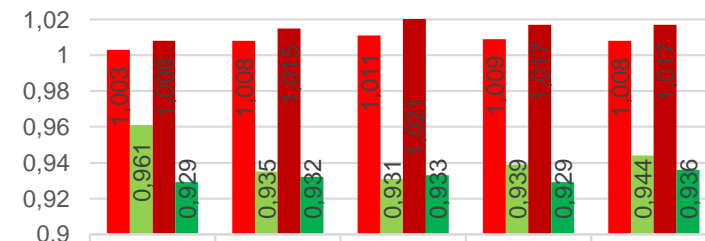
Año	HC (PPM)	CO (%)	O2 (%)	TIPO DE FALTA	RESULTADO
DEL 2000 EN ADELANTE	0 ≤ X < 160	0 ≤ X < 0,6	0 ≤ X < 3	0	APROBADO SIN FALTAS
	160 ≤ X < 180	0,6 ≤ X < 0,8	3 ≤ X < 4	1	APROBADO CON FALTA TIPO 1
	180 ≤ X < 200	0,8 ≤ X < 1	4 ≤ X < 5	2	APROBADO CON FALTA TIPO 2
	X ≥ 200	X ≥ 1	X ≥ 5	3	RECHAZADO

## CO2



	1	2	3	4	5
■ GASOLINA MÍNIMO	15	15,1	15,2	15	15,1
■ GLP MÍNIMO	13,7	13,1	13	13,2	13,3
■ GASOLINA ACELERACIÓN	15	15	15,1	14,9	15
■ GLP ACELERACIÓN	12,8	13	12,9	12,9	13


## Lambda




	1	2	3	4	5
■ GASOLINA MÍNIMO	1,003	1,008	1,011	1,009	1,008
■ GLP MÍNIMO	0,961	0,935	0,931	0,939	0,944
■ GASOLINA ACELERACIÓN	0,968	1,015	1,021	1,017	1,017
■ GLP ACELERACIÓN	0,929	0,932	0,933	0,929	0,936



# Test continuo

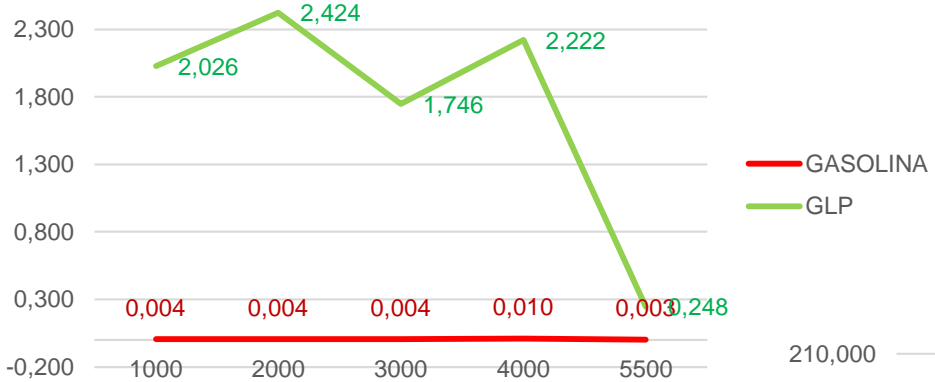
 <b>BrainBee®</b> ANÁLISIS GASES ESCAPE <small>WORKSHOP SOLUTIONS</small>		
ANALIZADOR Número de serie :	AGS-688 160513000054	CUENTARREVOLUCIONES Número de serie :
ADDRESS ZIP - CITY	NAME	TELEPHONE FAX - EMAIL
<b>Datos del vehículo:</b>		
Marca : MAZDA	Modelo : CX-7	
Matrícula : PBE-4563	No. Chasis : JM3ER293X90216897	
Combustible : GASOLINA	Km recorridos : 119730	
<b>Valores relevados:</b>		
Temp. motor [ °C ] :	93	
RPM [ 1/min ] :	1080	
COcorr [ %Vol ] :	0.00	
Lambda [ - ] :	1.016	
CO [ %Vol ] :	0.00	
CO <sub>2</sub> [ %Vol ] :	15.0	
HC [ ppmVol ] :	3	
O <sub>2</sub> [ %Vol ] :	0.35	
NO [ ppmVol ] :	75	
Fecha y hora prueba :	29/12/2023 13:50	
Sello		
Firma		

 <b>BrainBee®</b> ANÁLISIS GASES ESCAPE <small>WORKSHOP SOLUTIONS</small>		
ANALIZADOR Número de serie :	AGS-688 160513000054	CUENTARREVOLUCIONES Número de serie :
ADDRESS ZIP - CITY	NAME	TELEPHONE FAX - EMAIL
<b>Datos del vehículo:</b>		
Marca : MAZDA	Modelo : CX-7	
Matrícula : PBE-4563	No. Chasis : JM3ER293X90216897	
Combustible : GASOLINA	Km recorridos : 119730	
<b>Valores relevados:</b>		
Temp. motor [ °C ] :	93	
RPM [ 1/min ] :	2010	
COcorr [ %Vol ] :	0.00	
Lambda [ - ] :	1.009	
CO [ %Vol ] :	0.00	
CO <sub>2</sub> [ %Vol ] :	15.1	
HC [ ppmVol ] :	8	
O <sub>2</sub> [ %Vol ] :	0.19	
NO [ ppmVol ] :	330	
Fecha y hora prueba :	29/12/2023 13:52	
Sello		
Firma		



# Test continuo

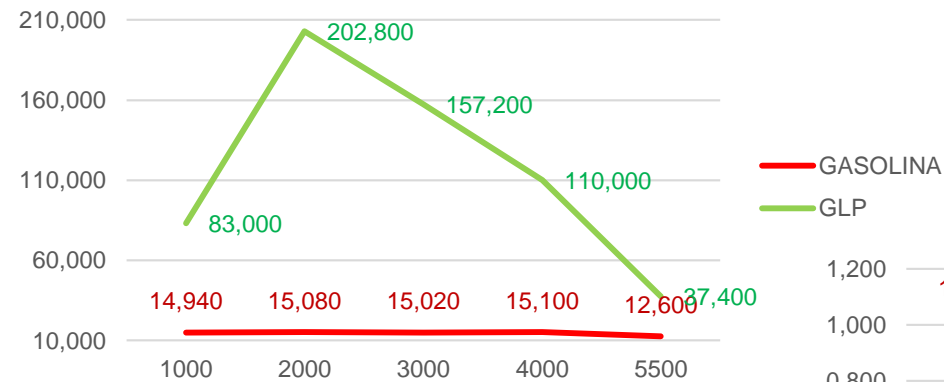
### CO [%]



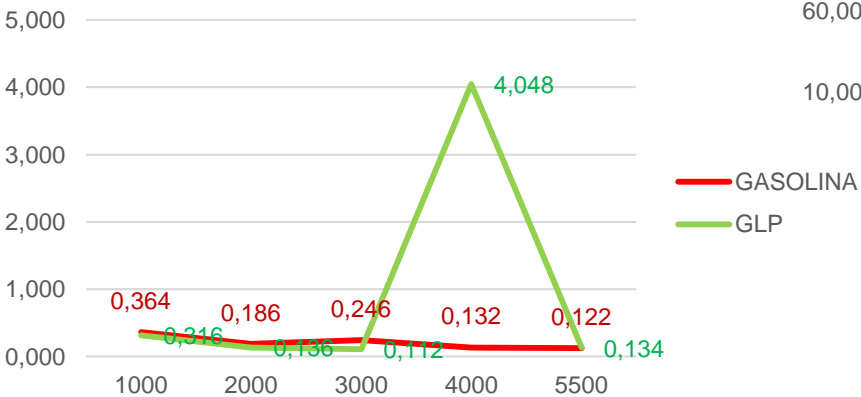
### CO2 [%]



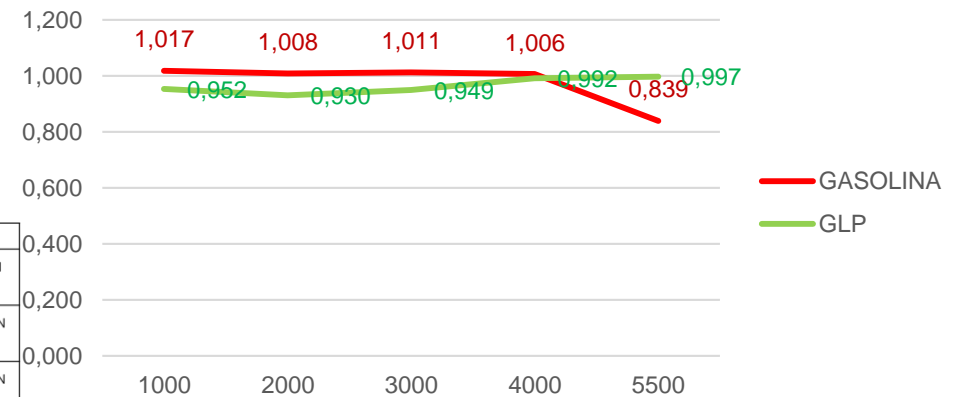
### HC [ppm]



### O2 [%]



### Lambda



Año	HC (PPM)	CO (%)	O2 (%)	TIPO DE FALTA	RESULTADO
DEL 2000 EN ADELANTE	$0 \leq X < 160$	$0 \leq X < 0,6$	$0 \leq X < 3$	0	APROBADO SIN FALTAS
	$160 \leq X < 180$	$0,6 \leq X < 0,8$	$3 \leq X < 4$	1	APROBADO CON FALTA TIPO 1
	$180 \leq X < 200$	$0,8 \leq X < 1$	$4 \leq X < 5$	2	APROBADO CON FALTA TIPO 2
	$X \geq 200$	$X \geq 1$	$X \geq 5$	3	RECHAZADO



# Conclusiones

- Se investigó la incidencia del sistema de alimentación de combustible GLP en el motor de combustión interna GDI en el control de emisiones vehiculares.
- Se realizaron ensayos de emisiones en tiempo real en el motor de combustión interna GDI a través de pruebas continuas y test oficial según la NTE INEN 2 203 y NTE INEN 2 204 y se cuantifico la relación aire – combustible del sistema de alimentación de combustible GLP en el motor de combustión interna GDI de acuerdo a los valores de HC, CO, CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>.
- Se evaluó de manera integral y precisa el impacto del sistema de alimentación de combustible GLP en el motor de combustión interna GDI, para observar una reducción significativa en las emisiones vehiculares en comparación con el uso exclusivo de gasolina convencional, debido a las propiedades de combustión más limpias inherentes al GLP.
- Los incrementos de hidrocarburos de 112 a 208 [ppm] en régimen de aceleración se deben a que la calibración de los vehículos con gas licuado de petróleo tiene relaciones de aire – combustible mayor a 1, hace que tenga mayor demanda de carburante y es evidente en su ralentí que se encuentra por encima de las revoluciones establecidas.



# Recomendaciones

- Optimizar el desempeño del sistema del gas licuado de petróleo considerando el avance al encendido mediante el uso de variadores al avance de encendido con control electrónico de gestión integral para ajustar el ángulo de avance, que mejora la eficacia de la combustión de la mezcla aire-combustible para reducir emisiones.
- Implementar un controlador de GLP que permite la inyección secuencial directa para una precisa dosificación del combustible en todo el rango de revoluciones, con un consumo mínimo de combustible.
- Efectuar la aplicación de inyectores de gas licuado de petróleo sin límite de recorrido que permita ser utilizado en motores turbo cargados para obtener mejores parámetros de trabajo y que permitan la excelente disipación del calor de la bobina del inyector.
- Adecuar sensores de presión para GLP que permitan medir la presión del gas licuado de petróleo, el vacío del colector y la temperatura del gas en el recorrido del GLP.

