



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ

**TEMA: INVESTIGACIÓN DE LA GENERACIÓN DE EMISIONES
CONTAMINANTES PRODUCIDAS POR LA VARIACIÓN DE LA
PRESIÓN DE COMBUSTIBLE EN EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN
EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA GASOLINA-DIESEL**

**AUTORES: AARÓN ISRAEL CORREA ALDAZ
JOSÉ LUIS FUENTES ALTAMIRANO**

DIRECTOR: ING LEONIDAS QUIROZ

FEBRERO 2017

E. S. P. E.



INGENIERIA AUTOMOTRIZ



CONTENIDO

- **ANTECEDENTES**
- **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**
- **OBJETIVOS**
- **INTRODUCCIÓN**
 - **EMISIONES CONTAMINANTES**
 - **EQUIPOS**
 - **NORMAS**
 - **VEHÍCULOS**
- **FALLOS AL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN**
- **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
- **CONCLUSIONES**
- **RECOMENDACIONES**





- Las causas para exista una variación de presión en el sistema de alimentación de un vehículo se pueden presentar con distintos fallos.
- A motivo de estos fallos se dan varias consecuencias.
- Los óxidos de nitrógeno (Nox) son un grupo de gases compuestos por óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂).





- La investigación se origina debido a la problemática de la contaminación ambiental, producida a causa de la variación de la presión de combustible en los motores de combustión interna
- El inadecuado mantenimiento en el sistema de alimentación, es el origen de las distintas fallas en sus componentes, produciendo variación de presión de combustible.

Objetivo General

- Investigar las emisiones contaminantes producidas por la variación de la presión de combustible en el sistema de alimentación en motores de combustión interna gasolina-diésel.

Objetivos específicos

- Recopilar información mediante fuentes bibliográficas confiables referente a fallas que generan variación de presión en el sistema de alimentación de combustible.
- Establecer un protocolo de mantenimiento y puesta a punto del sistema de alimentación para vehículos diésel y gasolina mediante valores característicos de funcionamiento del sistema de alimentación de combustible de los vehículos de prueba, de sus componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos en condiciones normales y fallo.
- Generar códigos de fallos: mecánicos, eléctricos y electrónicos que incidan en la variación de presión del sistema de alimentación de combustible de los vehículos de prueba generando mal funcionamiento en dicho sistema de tal manera de ejecutar las pruebas de medición de emisiones, especialmente los (NOx) bajo estas condiciones





- Establecer un sistema de medición de emisiones contaminantes (CO, O₂, HC Y NO_x) de acuerdo al registro de calibración y calidad según las normas TÜV de Alemania y la norma OIML R99-ISO3930 CLASE 1 Y CLASE 0, para vehículos diésel y gasolina.
- Recolectar, analizar e interpretar los resultados obtenidos de la investigación respecto de las emisiones generadas en los vehículos de acuerdo al tipo de fallo producido bajo condiciones de marcha mínima o “Ralenti” para las condiciones de fallo mecánico, eléctrico y electrónico en el sistema de alimentación, determinando la incidencia de cada uno de estos en el control de los (NO_x), y realizando la comparación analítica y matemática con el factor lambda, caudal de combustible, en base a los estándares de las normativas aplicadas.



Introducción

Hidrocarburos (HC)

Es combustible crudo sin quemar y es derivado de una combustión pobre o incompleta.

Son típicamente medidos en partes por millón ppm.

Las lecturas de hidrocarburo altas pueden ser provocadas por diferentes factores.



Óxidos de nitrógeno (NOx)

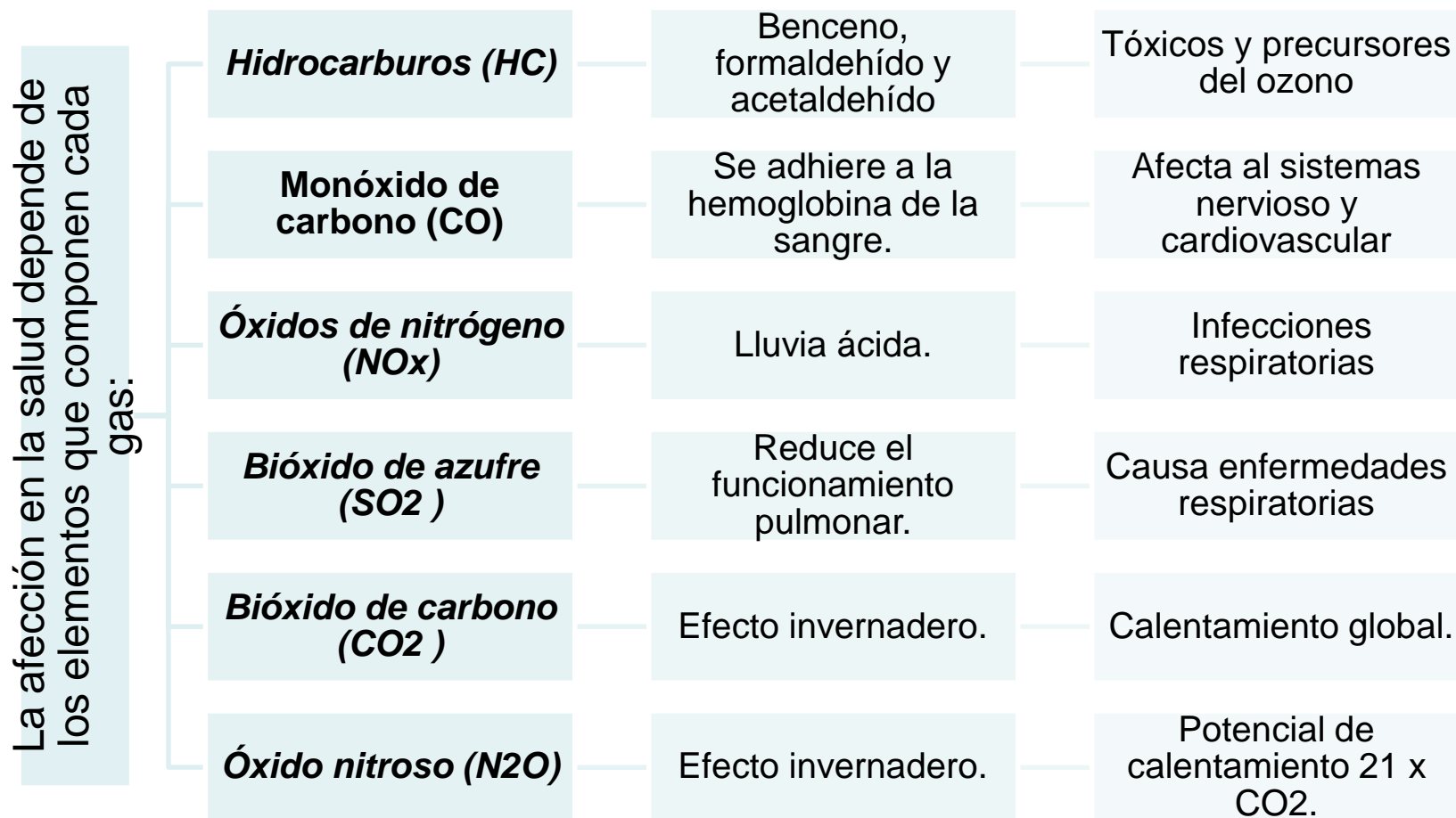
El NOx es un término usado para describir los diferentes compuestos de nitrógeno y oxígeno que se forma durante el proceso de la combustión

Cuando más caliente está el motor y más energía entrega es cuando se produce más NOx

Un motor diseñado y puesto a punto para producir bajo CO y HC pasa a ser un gran productor de NOx.



IMPACTO DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES EN LA SALUD



FACTOR LAMBDA

$$\lambda = \frac{(\text{Proporción A/C}) \text{ real}}{(\text{Proporción A/C}) \text{ teórico}}$$

Formula factor Lambda

En motores gasolina: Bosch R (2005) explica: la proporción ideal teórica entre aire y combustible es 1 parte de combustible por 14,7 partes de aire

- $\lambda=1$ mezcla ideal
- $\lambda>1$ mezcla pobre
- $\lambda<1$ mezcla rica

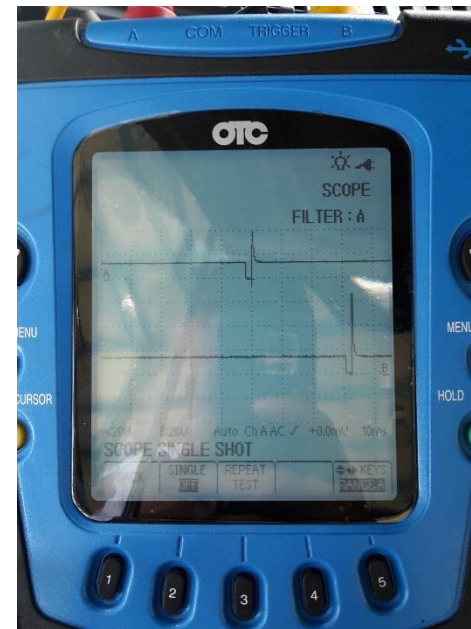
En motores diésel: Bosch R (2005) explica la proporción ideal teórica entre aire y combustible es 1 parte de combustible por 14,5 partes de aire

- λ entre 1.15 y 2.0, para motores diésel turbocargados a plena carga.
- λ hasta 10, cuando los motores diésel operan en ralentí o sin carga.

Analizador de gases Brain Bee AGS-688

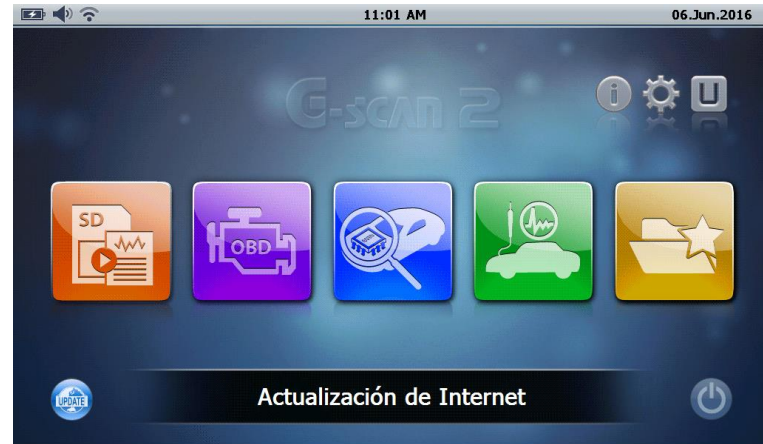


Osciloscopio OTC,





G-scan2



Data Analysis

Sensor Name	Value	Unit
Battery Voltage	0.0	V
Battery Voltage after IG Key	0.0	V
Actual Engine Speed	0	RPM
Target Idle RPM	0	RPM

Simulation

Voltage Output | Pulse Output | Duty Output

Voltage Output

0.0 V

Tips | Fix | Full | Graph | Stop | Function



NORMATIVA ECUATORIANA

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 349:2003, REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR

Características técnicas del analizador de gases:

- Recomendación Internacional OIML R 99 (clase 1)/ ISO 3930 y la NTE INEN 2203
- Generar reporte automático de la concentración en volumen de CO, CO₂, HC y O₂
- Tabla rangos establecidos de medición

VARIABLE	RANGO DE MEDICIÓN
Monóxido de carbono (CO)	0-10%
Dióxido de carbono (CO ₂)	0-16%
Oxígeno (O ₂)	0-21%
Hidrocarburos no combustionados	0-5000 rpm
Velocidad de giro del motor	0-10000 rpm
Temperatura de aceite	0-150°C
Factor lambda	0-2



Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 203:2000, DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE EMISIONES DE ESCAPE EN CONDICIONES DE MARCHA MÍNIMO O “RELANTI”. PRUEBA ESTÁTICA.

- Prueba estática: Es la medición que se realiza con el vehículo a temperatura normal de operación, en marcha mínima ralentí, sin carga en neutro (cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas)

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204:2002, LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE GASOLINA.

- Fija los límites permitidos de emisiones dependiendo del modelo y la altura (msnm) del lugar donde se realice las toma de datos.

VARIABLE	MAXIMO PERMITIDO
Monóxido de carbono (CO)	1.0%
Hidrocarburos no Combustionados (HC)	200 ppm
Óxidos de nitrógeno(NOx)	0.62 g/km
Temperatura de aceite	Funcionamiento



NORMATIVA MEXICANA

Norma OFICIAL MEXICANA NOM-047-SEMARNAT-2014

- Procedimiento de medición de emisiones contaminantes
- *Consideraciones para toma de datos.*

ETAPA	COMPONENTE	OBSERBACION
Preparación para las pruebas	Equipo a utilizar.	<ul style="list-style-type: none">• Preparar según instrucciones del fabricante.• Ingresar los datos del vehículo.
	Componentes del vehículo. (Revisión visual)	<ul style="list-style-type: none">• Sistema de escape.• Porta-filtro de aire y aceite.• Tapones de los fluidos.• Fugas de fluidos.
	Revisar que no se haya movido ni desconectado ningún componente del sistema de emisiones.	
	Sistema de Diagnóstico a Bordo	<ul style="list-style-type: none">• Realizar un diagnóstico mediante el OBD para comprobar el estado de los componentes.
Acondicionamiento del vehículo para la prueba	Accesorios	Revisar que se encuentren apagados: luces, radio, aire acondicionado, etc.
	Temperatura	El vehiculo debe estar a temperatura de funcionamiento.
	Transmisión	<ul style="list-style-type: none">• Automatico: Posición de parqueo.• Manual: Posición neutro.



- Método estático de toma de datos

Etapa	Procedimiento
<p align="center">Revisión visual de humo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conectar el medidor de RPM al vehículo. • Acelerar a 2500±250RPM (30 segundos). • Si se genera humos azul o negro por más de 10 segundos el vehículo es rechazado. • En caso de vehículos que aprueben esta fase y tengas más de una salida de escape, se debe utilizar sondas múltiples.
<p align="center">Marcha lenta en vacío</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Encender el vehículo, verificar temperatura de funcionamiento. • Dejar estabilizar las RPM en Ralentí las cuales deben estar entre 350 – 1100 RPM. • Introducir la sonda del analizador en el escape una profundidad mínima de 25 cm. • Dejar que el analizador mida durante 30 segundos y obtener datos.
<p align="center">Etapa de marcha crucero</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener el medidor de RPM conectado y la sonda en el escape. • Acelerar a 2500±250RPM y mantener por un mínimo de 30 segundos. • Realizar la toma de datos en los últimos 5 segundos.



Norma OFICIAL MEXICANA NOM-041-SEMARNAT-2006.

- Fija los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación clasificándolos de la siguiente manera
- Clasificación de vehículos:

Tipo	Peso
Camión ligero (CL1, CL2, CL3, CL4)	2.722 kg (su clasificación depende de la capacidad de carga)
Camión mediano	3.856 – 8.864 kg
Camión pesado	> 8.864 kg
Vehículos de pasajeros	Hasta 10 pasajeros
Vehículos de usos múltiples o utilitarios	Para transporte de personas y/o productos, para las pruebas de clasifican igual que camión ligero.





- Límites emisiones contaminantes para vehículos de pasajeros.

Año-modelo del vehículo	Hidrocarburo	Monóxido de carbono	Oxígeno	Oxido de nitrógeno	Dilución		Lamb da
					Min	Max	
	(HC) (ppm)	(CO) (%Vol)	(O ₂) (%Vol)	(NO) (ppm)	(CO+CO ₂) (%Vol)		
1993 y anteriores	150	1.5	3.0	2500	13	16.5	1.1
1994 y posterior	100	1.0	3.0	1500	13	16.5	1.05

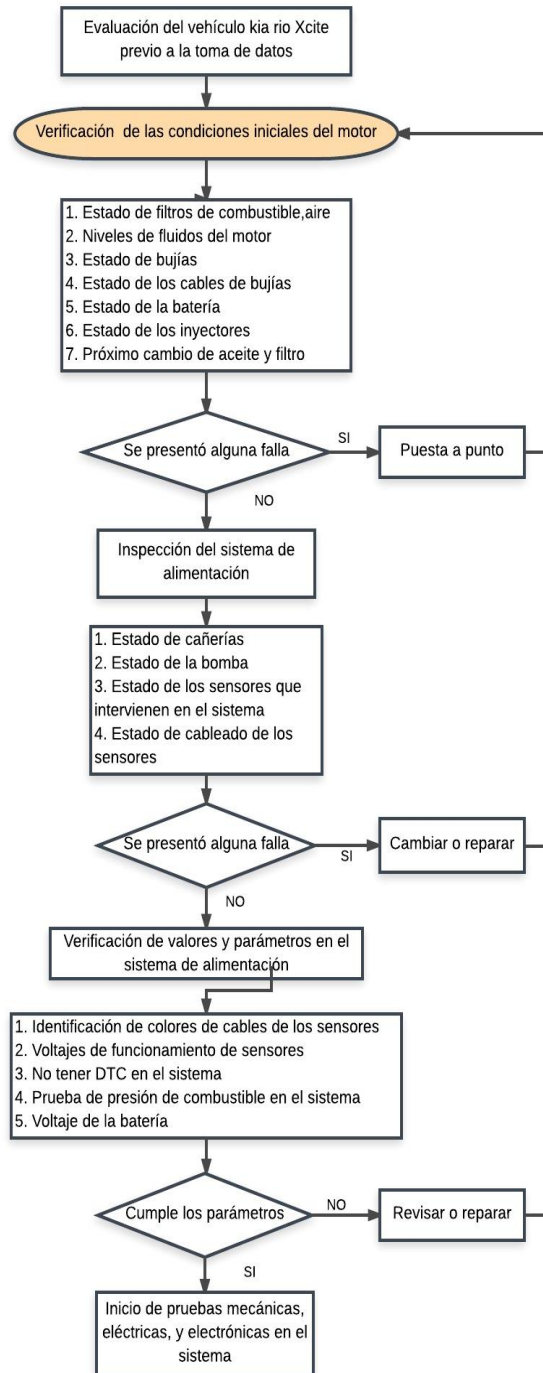
- Límites emisiones contaminantes para vehículos de carga.

Año-Modelo del vehículo	Hidrocarburo	Monóxido de carbono	Oxígeno	Oxido de nitrógeno	Dilución		Lamb da
					Min	Max	
	(HC) (ppm)	(CO) (%Vol)	(O ₂) (%Vol)	(NO) (ppm)	(CO+CO ₂) (%Vol)		
1993 y anteriores	180	2	3.0	2500	13	16.5	1.1
1994 y posterior	100	1.0	3.0	1500	13	16.5	1.05



SISTEMA DE ALIMENTACIÓN GASOLINA DEL VEHÍCULO KIA RIO XCITE 1.4





FALLO CON ALTAS EMISIONES DE NO_x EN EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN GASOLINA

Condición de falla alto (DTC HIGH, señal=5V) para sensor de posición del árbol de levas (CMP).

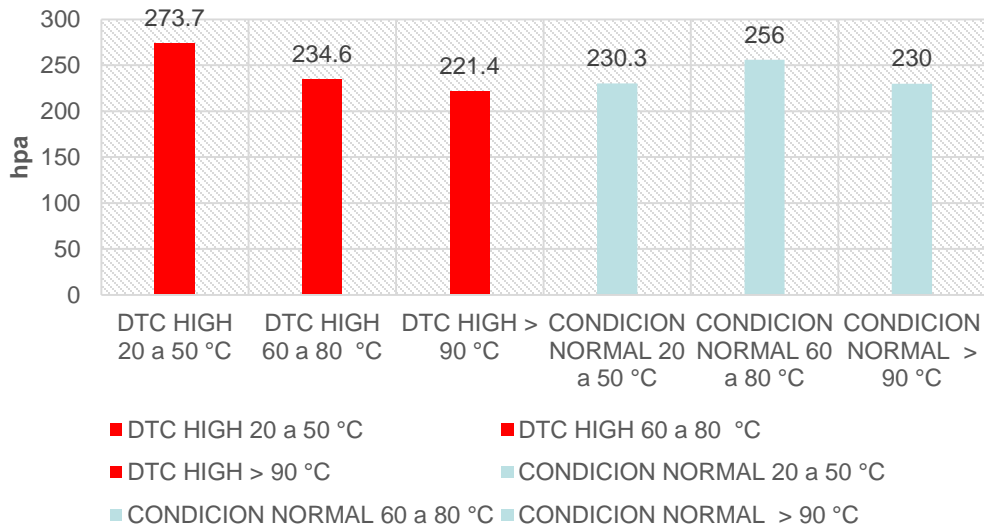


ESTADO	TEMP.	REGIMEN MOTOR	PRESIÓN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN		PRESIÓN ABSOLUTA DEL COLECTRO		TIEMPO INYECCIÓN	POSICION ACELERADOR	
DTC	(°C)	(RPM)	(PSI)	(Bar)	(V)	(hPa)	(ms)	(V)	(%)
High	20 a 50	Ralentí	52.0	3.58	1.7	442.9	3	0.1	0
		2000	52.0	3.58	1.09	250.9	9	0.5	3
		4000	52.0	3.58	1.1	273.7	3	0.6	6
	60 a 80	Ralentí	52.0	3.58	1.0	262.8	2	0.1	0
		2000	52.0	3.58	0.8	213.0	2	0.5	2
		4000	52.0	3.58	0.9	234.6	2	0.6	5
	>90	Ralentí	52.0	3.58	1.4	343.6	2	0.1	0
		2000	52.0	3.58	0.8	217.3	2	0.5	2
		4000	52.0	3.58	0.9	221.4	2	0.6	5

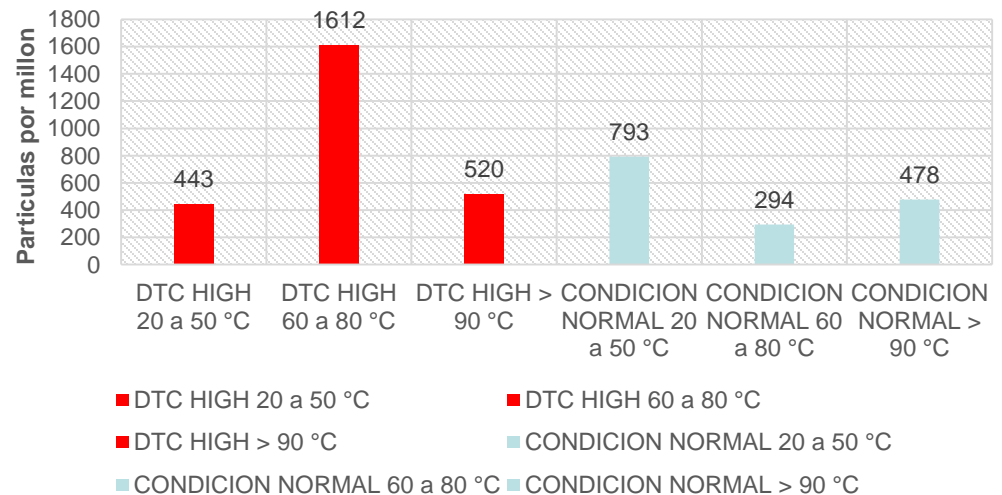
ESTADO	TEMPERATURA	REGIMEN MOTOR	LAMBD	CO	CO ₂	HC	O ₂	NO _x
DTC	(°C)	(RPM)		(%Vol.)	(%Vol.)	(ppmvol)	(%Vol)	(ppmVol)
High	20 a 50	Ralentí	1.060	0.53	13.2	2.320	1.80	309
		2000	1.296	0.07	11.0	330	5.07	78
		4000	1.242	1.95	11.6	417	6.36	443
	60 a 80	Ralentí	1.023	0.64	13.2	253	1.07	187
		2000	1.014	0.80	13.2	234	0.98	573
		4000	1.051	0.58	13.4	161	9.52	1612
	>90	Ralentí	1.358	0.01	10.8	128	5.66	63
		2000	1.397	0.00	10.5	88	6.04	410
		4000	1.460	0.00	10.0	71	6.63	520



Presión (condición de falla vs condición normal)



Nox (condición de falla vs condición normal)

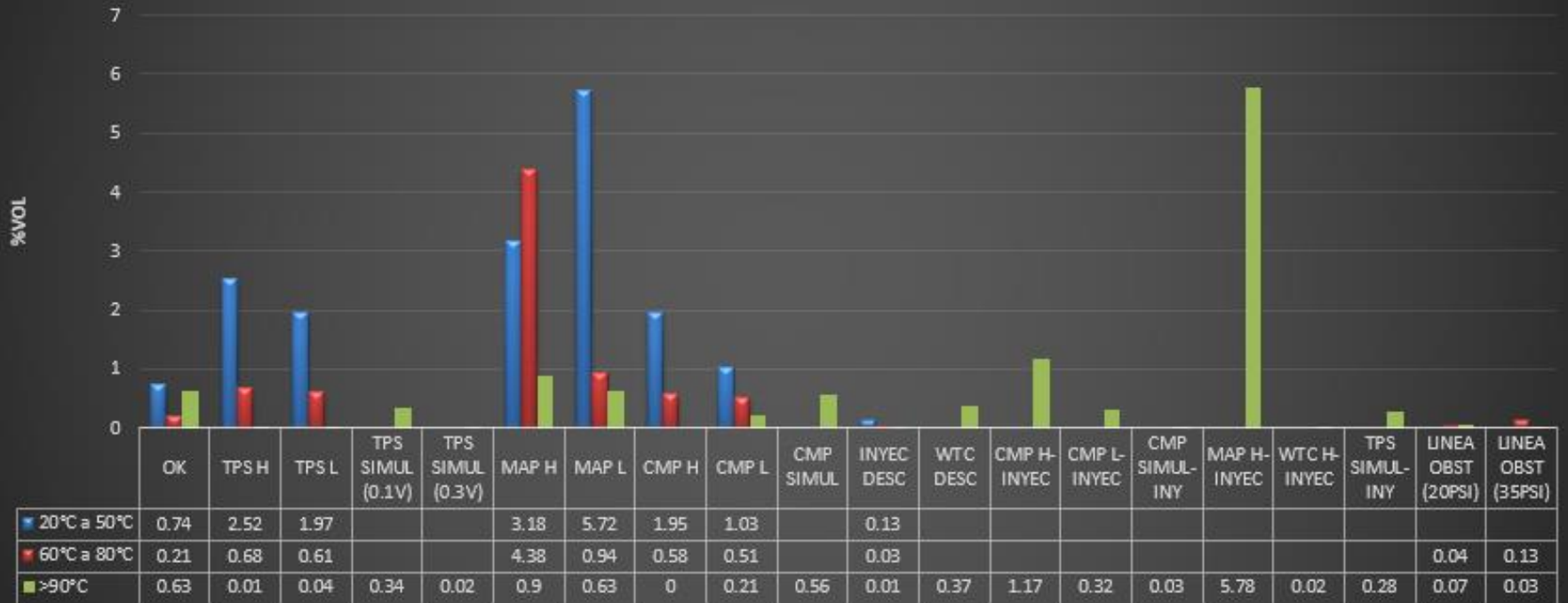


ANÁLISIS DE RESULTADOS GASOLINA

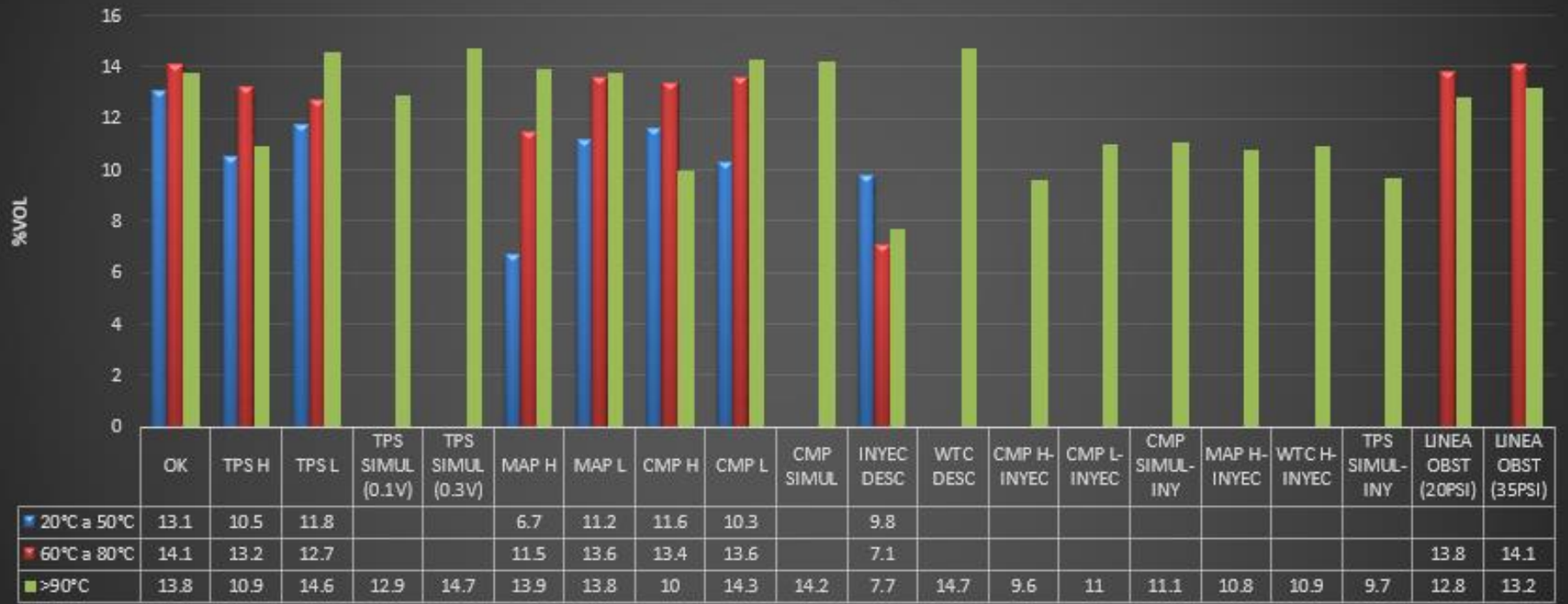
SENSOR	ESTADO	TEMP	REGIMEN MOTOR	LAMBDA	CO	CO ₂	HC	O ₂	NO _x	PRESIÓN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	PRESIÓN ABSOLUTA DEL COLECTOR	TIEMPO INYECCIÓN	POSICIÓN ACCELERADOR			
	DTC	(°C)	(RPM)		(%Vol)	(%Vol)	(ppmVol)	(%Vol)	(ppmVol)	(PSI)	(Bar)	(ms)	(°)	(%)		
TPS	OK	60 a 80	Relentí	1,007	0.21	14.1	164	0.41	710	52	3.58	1.1	275.4	3	0.4	0
	High	20 a 50	4000	1,622	2.52	10.5	392	13.6	654	52	3.58	1.1	285.9	3	5	0
		60 a 80	4000	1,021	0.68	13.2	283	1.09	506	52	3.58	0.9	239.6	2	5	0
	Low	>90	4000	1,346	0.01	10.9	25	5.41	750	52	3.58	0.9	227.6	2	5	0
		20 a 50	4000	1,420	1.97	11.8	259	9.79	898	52	3.58	0.9	245.9	3	0	0
	Simulación	60 a 80	4000	1,151	0.61	12.7	217	3.46	471	52	3.58	0.9	238.6	2	0	0
		>90	4000	1,006	0.04	14.6	30	0.18	176	52	3.58	0.9	214.9	2	0	0
		>90 (0.1v)	2000	1,046	0.34	12.9	123	1.18	274	52	3.58	0.8	218.4	2	0.1	0
		>90 (0.3v)	4000	1,001	0.02	14.7	9	0.04	212	52	3.58	0.8	215.8	2	0.3	4.7
	MAP	High	20 a 50	Relentí	1,985	3.18	6.7	679	17	460	52	3.58	5	474.5	3	0.1
60 a 80			4000	0.871	4.38	11.5	3.88	0.23	318	52	3.58	5	393.3	3	0.8	9
>90			4000	0.97	0.9	13.9	146	0.06	206	52	3.58	5	294.4	2	0.6	5
Low		20 a 50	4000	0.993	5.72	11.2	689	1.69	196	52	3.58	0	645.8	3	0.7	7
		60 a 80	4000	0.988	0.94	13.6	383	0.67	165	52	3.58	0	322.6	2	0.6	5
		>90	4000	1,003	0.63	13.8	242	0.67	430	52	3.58	0	303.2	2	0.6	5
CMP	High	20 a 50	4000	1,242	1.95	11.6	417	6.36	443	52	3.58	1.1	273.7	3	0.6	6
		60 a 80	4000	1,051	0.58	13.4	161	9.52	1612	52	3.58	0.9	234.6	2	0.6	5
	Low	>90	4000	1,460	0	10	71	6.63	520	52	3.58	0.9	221.4	2	0.6	5
		20 a 50	Relentí	1,676	1.03	10.3	495	12.2	330	52	3.58	1.1	276.7	3	0.4	0
		60 a 80	4000	1,178	0.51	13.6	163	4.05	889	52	3.58	0.8	225.3	2	0.6	5
Simulación	>90 (200Hz)	4000	0.993	0.56	14.2	144	0.33	407	52	3.58	0.8	210.4	2	0.6	4	
INECTOR	Desconectada	20 a 50	4000	1,437	0.13	9.8	283	6.6	1528	52.5	3.61	1.1	295.2	3	0.6	8
		60 a 80	4000	2,012	0.03	7.1	351	10.8	600	52.5	3.61	1.1	286.9	3	0.6	7
		4000	1.94	0.01	7.7	121	10.6	172	52.5	3.61	1.1	266.9	2	0.5	6	
WTC	Desconectada	>90	4000	0.992	0.37	14.4	80	0.14	627	52	3.58	0.8	214.8	2	0.4	5
CMP - INECTOR DESCONECTADO	High	>90	2000	1,405	1.17	9.6	316	7.33	1134	52.5	3.61	1.2	293.3	3	0.6	5
	Low	>90	2000	1,381	0.32	11	171	6.54	885	52.5	3.61	1.1	277.7	3	0.3	4
	Simulación	>90	4000	1,376	0.03	11.1	76	6.06	1181	52.5	3.61	1	266.6	3	0.7	7
MAP - INECTOR DESCONECTADO	High	>90	4000	0.827	5.78	10.8	512	0.12	324	52.5	3.61	5	426.7	4	0.8	9
WTC - INECTOR DESCONECTADO	High	>90	4000	1,357	0.02	10.9	47	5.92	1186	52.5	3.61	1.1	265	3	0.5	7
TPS - INECTOR DESCONECTADO	Simulación (0.3V)	>90	2000	1,488	0.28	9.7	210	7.37	1444	52.5	3.61	1	272.6	3	0.3	4
OBSTRUCCIÓN LÍNEA DE COMBUSTIBLE	Obstrucción 70% (20PSI)	60 a 80	Relentí	1.06	0.04	13.8	201	1.39	144	20	1.378	1.6	413.2	3	0.4	0
		>90	Relentí	1.084	0.07	12.8	38	1.61	300	20	1.378	1.2	295	3	1.2	0
		60 a 80	4000	1.006	0.13	14.1	193	0.36	460	35	2.413	1.1	269.7	3	0.7	7
		>90	4000	1.073	0.03	13.2	33	1.43	1049	35	2.413	0.9	239.6	2	0.7	6



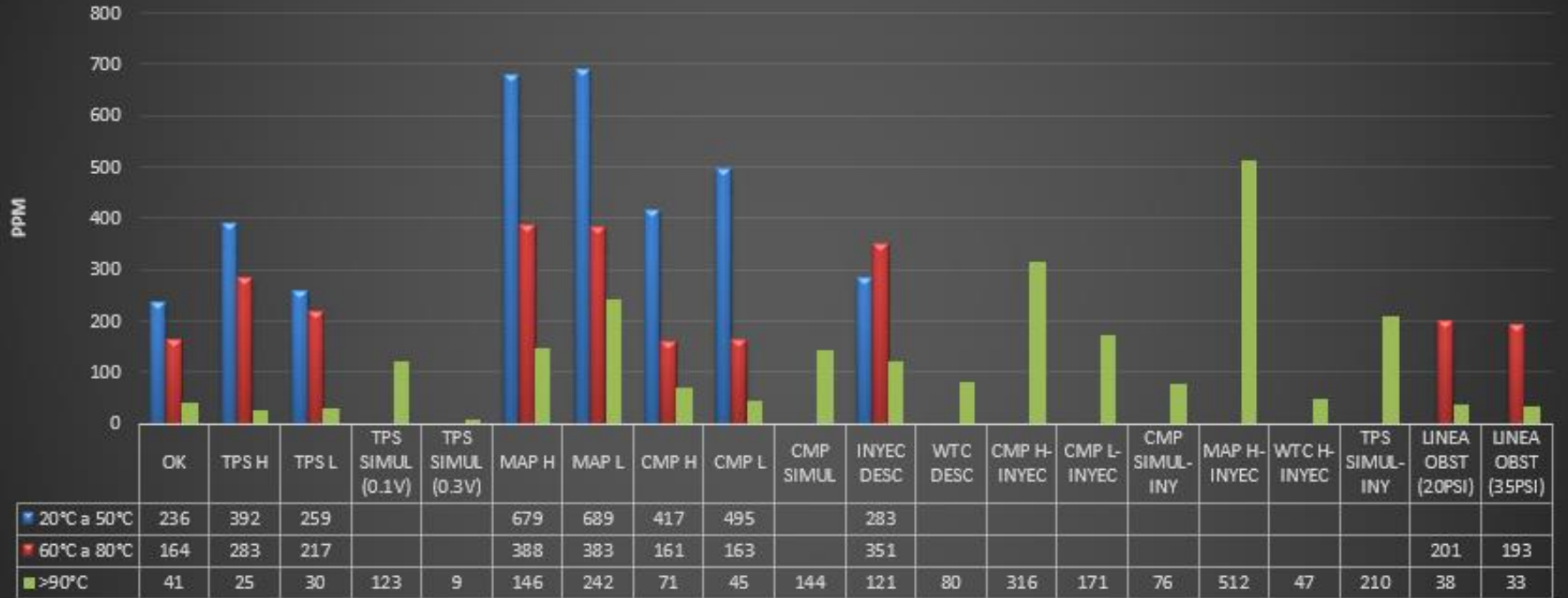
Niveles de CO



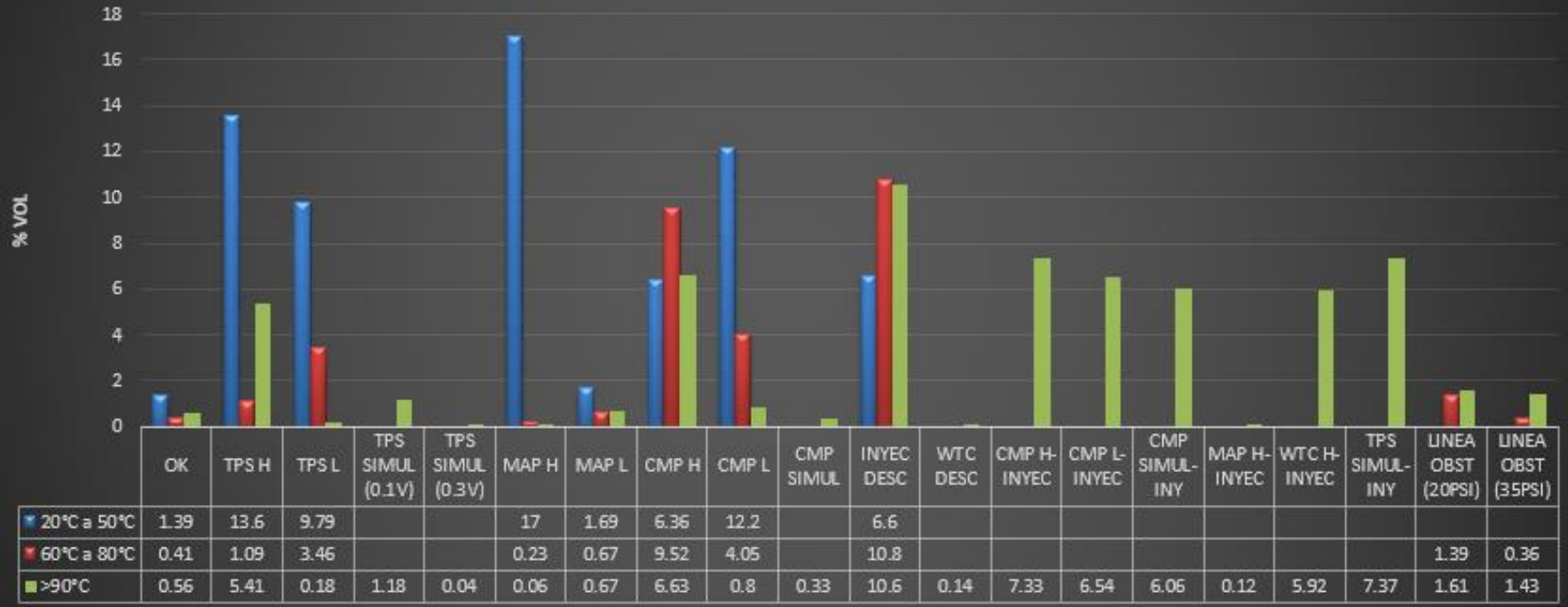
Niveles de CO₂



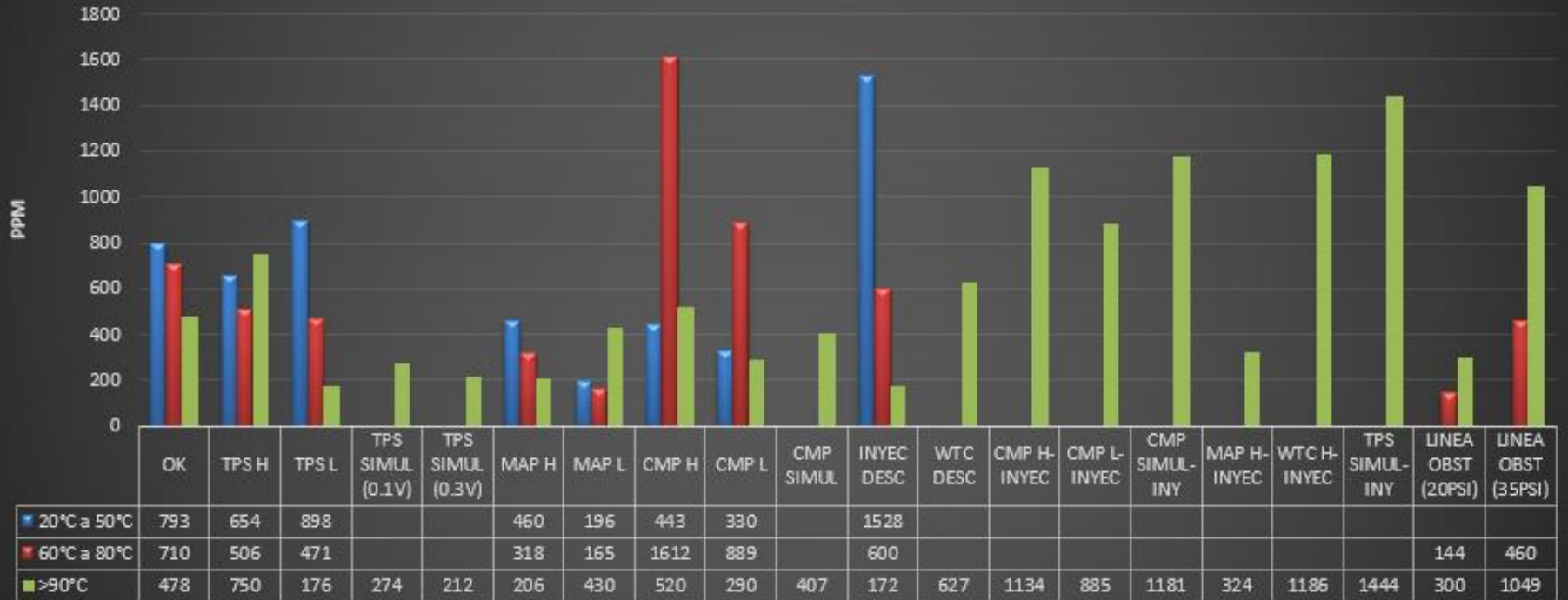
Niveles de HC



Niveles de O₂



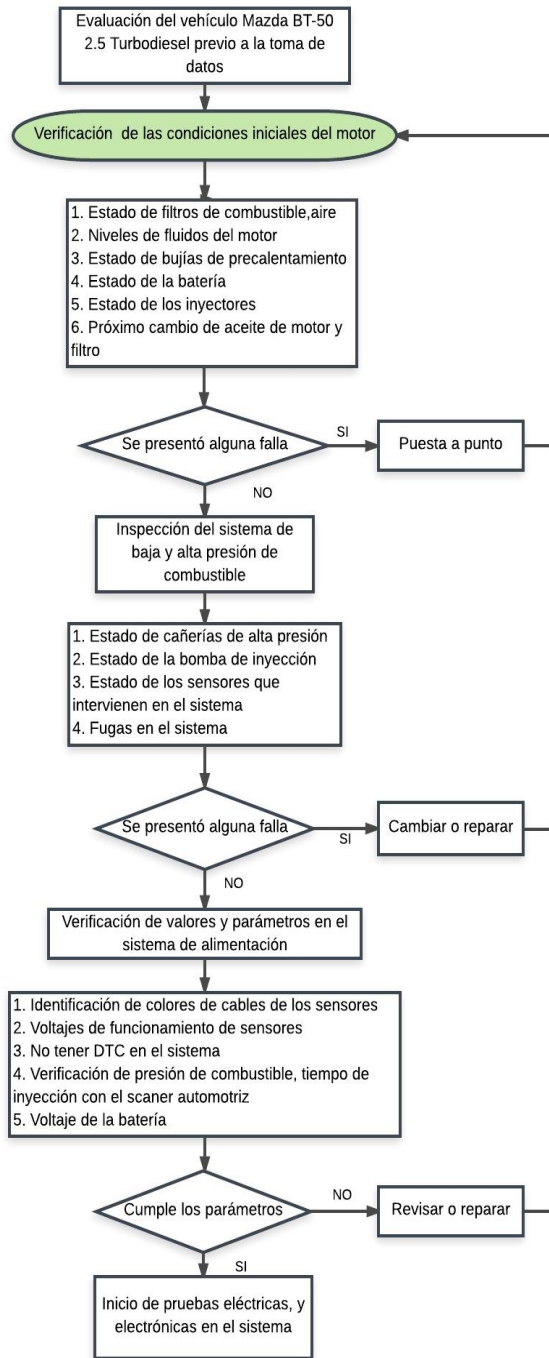
Niveles de NO_x





SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DIESEL DEL VEHÍCULO MAZDA BT-50 2.5





Demostración de falla en sensor ECT

CONEXIÓN DE EQUIPOS



Selección de vehículo y lectura de DTC, mediante G-scan2



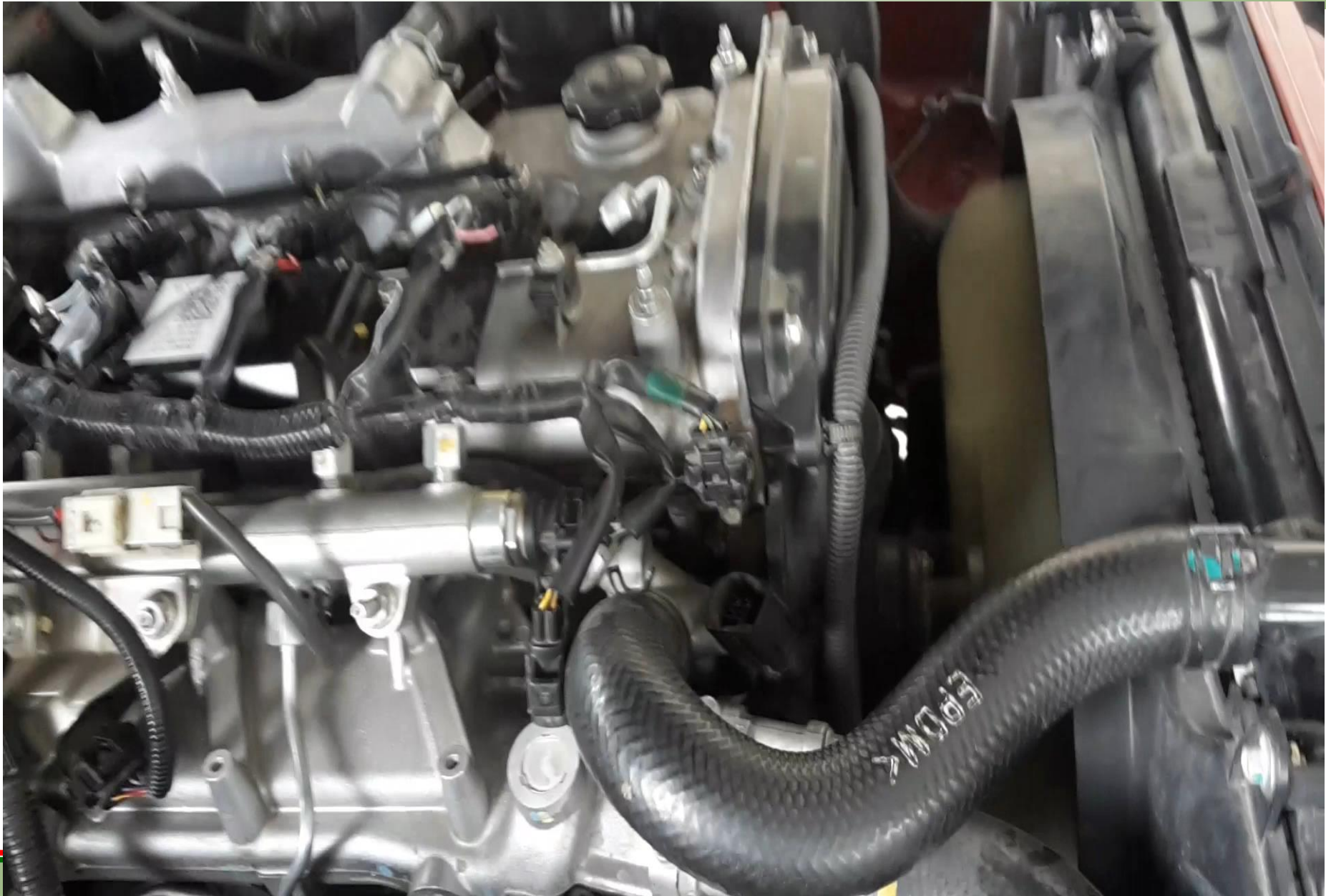
DTC high al sensor ECT



Lectura de Datos



Conexión del sensor



FALLO CON ALTAS EMISIONES DE NO_x EN EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DIESEL

Condición de simulación en sensor FRP: señal de voltaje de 1.4 V

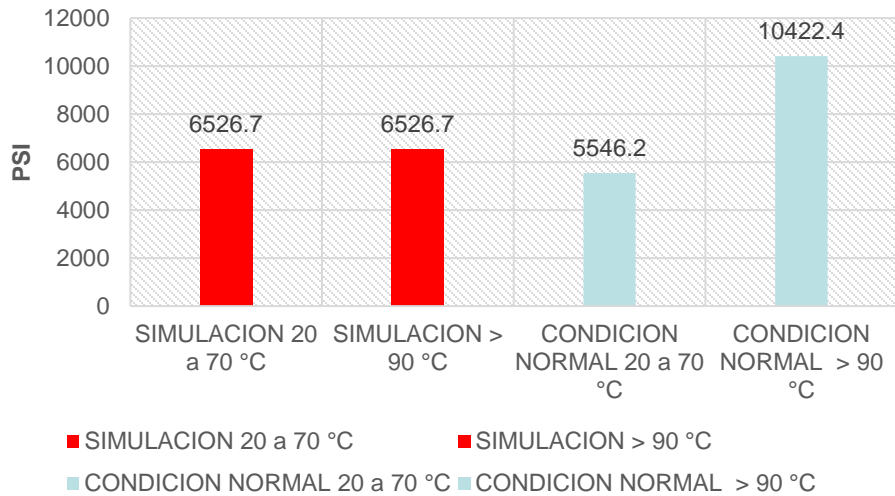


ESTADO	TEMP.	REGIMEN MOTOR	PRESIÓN RIEL DE ALIMENTACIÓN		PRESIÓN ABSOLUTA DEL COLECTOR		TIEMPO INYECCIÓN	POSICION ACELERADOR	
simulación	(°C)	(RPM)	(PSI)	(Bar)	(V)	(kPa)	(ms)	(V)	(%)
1.5 V	20 a 70	Ralentí	6526.7	450	1.39	84	8	0.57	0
		2000	6526.7	450	1.51	91	6	1.32	19
		3000	6526.7	450	1.39	94	6	1.41	22
	> 90	Ralentí	6526.7	450	1.32	78	6	0.57	0
		2000	6526.7	450	1.55	93	4	1.4	22
		3000	6526.7	450	1.8	110	4	1.43	23

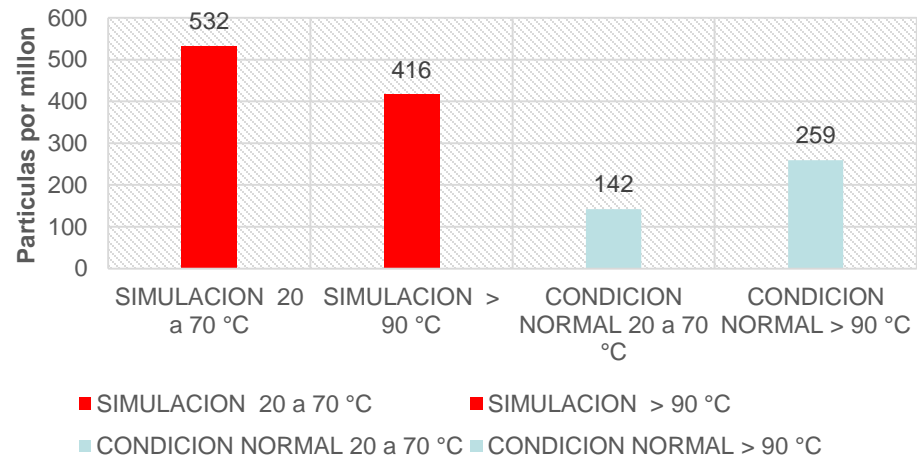
ESTADO	TEMPERATURA	REGIMEN MOTOR	LAMBDA	CO	CO ₂	HC	O ₂	NO _x
simulación	(°C)	(RPM)		(%Vol)	(%Vol)	(ppmvol)	(%Vol)	(ppmVol)
1.5 V	20 a 70	Ralentí	4.495	0.06	3.2	8	16.2	532
		2000	4.479	0.07	3.2	8	16.2	523
		3000	4.670	0.06	3.1	7	16.5	515
	> 90	Ralentí	---	0.06	2.8	1	16.8	200
		2000	---	0.09	2.7	9	16.9	141
		3000	3.747	0.41	3.7	5	16.3	416



Presión (condición de falla vs condición normal)



Nox (condición de falla vs condición normal)



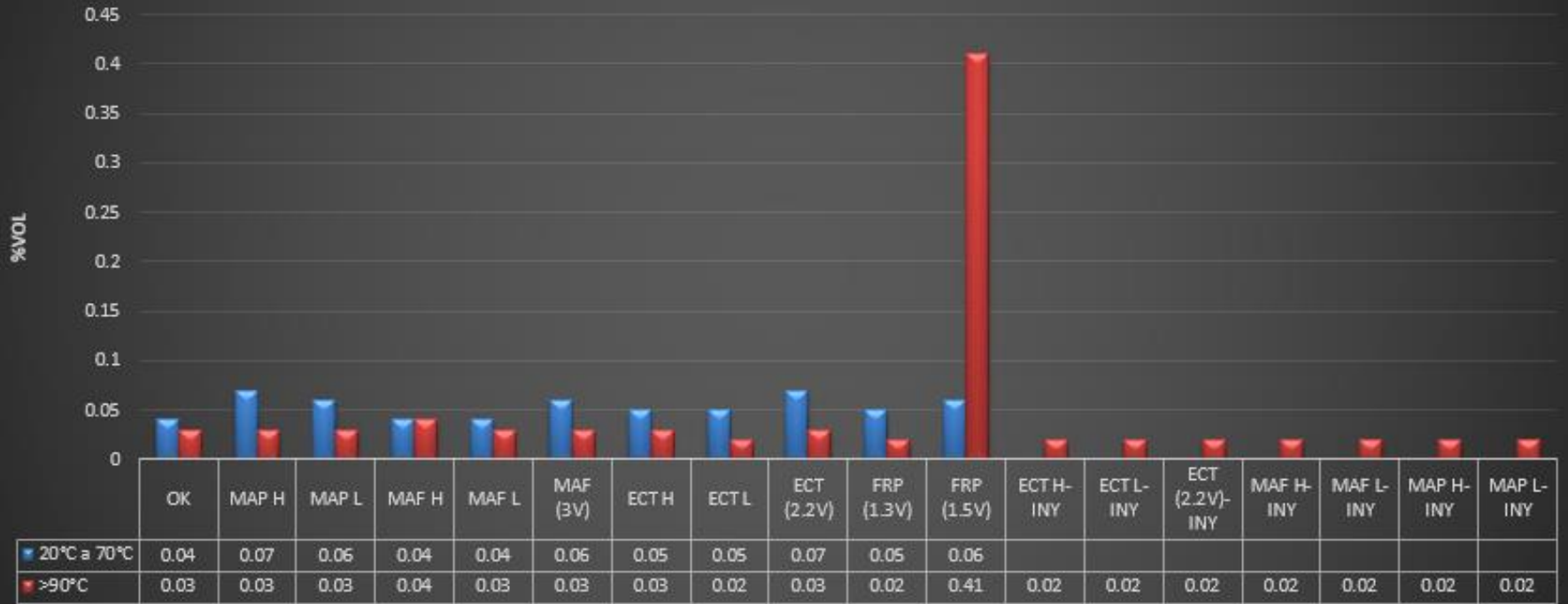


ANÁLISIS DE RESULTADOS DIESEL

SENSOR	ESTADO	TEMP	REGIMEN MOTOR	LAMBDA	CO	CO ₂	HC	O ₂	NO _x	PSIÓN SISTEMA DE	PRESIÓN ABSOLUTA DEL COLECTRO	TIEMPO INYECCIÓN	POSICION ACELERADOR			
	DTC	(°C)	(RPM)		(%Vol)	(%Vol)	(ppmvol)	(%Vol)	(ppmVol)	(PSI)	(Bar)	(V)	(kPa)	(ms)	(V)	(%)
----	OK	20 a 70	2000	---	0.04	2.7	1	17	286	7776.9	536.2	1.48	87	4	1.27	16
		> 90	2000	---	0.03	2.1	0	17.6	296	7713.1	531.8	1.44	84	3	1.25	16
MAP	High	20 a 70	Ralentí	4,704	0.07	3	4	16.2	255	6182.9	426.3	5.12	255	6	0.56	0
		> 90	Ralentí	---	0.03	2.2	0	18	297	5354.7	369.2	5.12	255	4	0.57	0
	Low	20 a 70	2000	4,541	0.06	3.3	1	16.9	231	8191.7	564.8	0	20	4	1.28	17
		> 90	2000	---	0.03	2.6	0	18.2	246	4876.2	336.2	4.83	255	4	1.22	15
MAF	High	20 a 70	2000	---	0.04	2.8	5	16.6	265	6853	472.5	1.56	94	4	1.35	20
		> 90	2000	---	0.04	2.6	0	17.7	216	6438.2	443.9	1.49	90	4	1.25	16
	Low	20 a 70	2000	---	0.04	2.7	1	16.8	277	6853	472.5	1.52	90	4	1.33	19
		> 90	2000	---	0.03	2.2	0	18.1	225	6246.7	430.7	1.4	82	4	1.2	14
	Simulación (3.0V)	20 a 70	Ralentí	4,827	0.06	3.2	0	17.7	289	5515.78	380.3	1.32	78	5	0.57	0
		> 90	2000	---	0.03	2.1	0	17.9	272	8357.07	576.2	1.56	94	4	1.33	19
ECT	High	20 a 70	2000	3,563	0.05	4	1	14.8	333	10518.1	725.2	1.6	96	4	1.4	22
		> 90	Ralentí	---	0.03	3	4	17.5	364	5354.7	369.2	1.32	78	6	0.57	0
	Low	20 a 70	2000	3,663	0.05	3.9	1	15	333	9307	641.7	1.57	94	4	1.34	19
		> 90	Ralentí	---	0.02	2.9	6	18.3	392	5418.6	373.6	1.33	78	8	0.57	0
	Simulación (2.2V-40°C)	20 a 70	Ralentí	4,334	0.07	3.6	4	17.4	258	12780.7	381.2	1.32	78	6	0.57	0
> 90	3000	---	0.03	2	0	18.2	265	10464.5	721.5	1.67	101	2	1.5	25		
ICP o FRP	Simulación (1.3V)	20 a 70	2000	---	0.05	2.8	2	16.9	296	5221.36	360	1.32	78	7	1.4	22
		> 90	2000	---	0.02	2.4	0	17.5	271	5221.36	360	1.48	87	4	1.43	23
	Simulación (1.5V)	20 a 70	Ralentí	4,495	0.06	3.2	8	16.2	532	6526.7	450	1.39	84	8	0.57	0
		> 90	3000	3,747	0.41	3.7	5	16.3	416	6526.7	450	1.8	110	4	1.43	23
ECT - INYECTOR DESCONECTADO	High	> 90	2000	---	0.02	2.5	5	17.5	377	7649.2	527.4	1.55	94	5	1.24	15
	Low	> 90	Ralentí	---	0.02	2.9	4	17.4	425	6055.3	417.5	1.33	79	8	0.57	0
	Simulación (2.2V-40°C)	> 90	Ralentí	---	0.02	2.6	5	18.7	349	5546.24	382.4	1.49	89	5	0.57	0
MAF - INYECTOR DESCONECTADO	High	> 90	Ralentí	---	0.02	2.7	0	17.6	309	5578.1	384.6	1.33	78	6	0.56	0
	Low	> 90	2000	---	0.02	2.1	0	18.1	263	6597.7	454.9	1.51	91	4	1.24	15
MAP - INYECTOR DESCONECTADO	High	> 90	Ralentí	---	0.02	2.6	2	17.4	368	6151	424.1	5.12	255	7	0.57	0
	Low	> 90	2000	---	0.02	2.1	0	17.8	218	4716.6	325.2	4.83	255	5	1.3	18



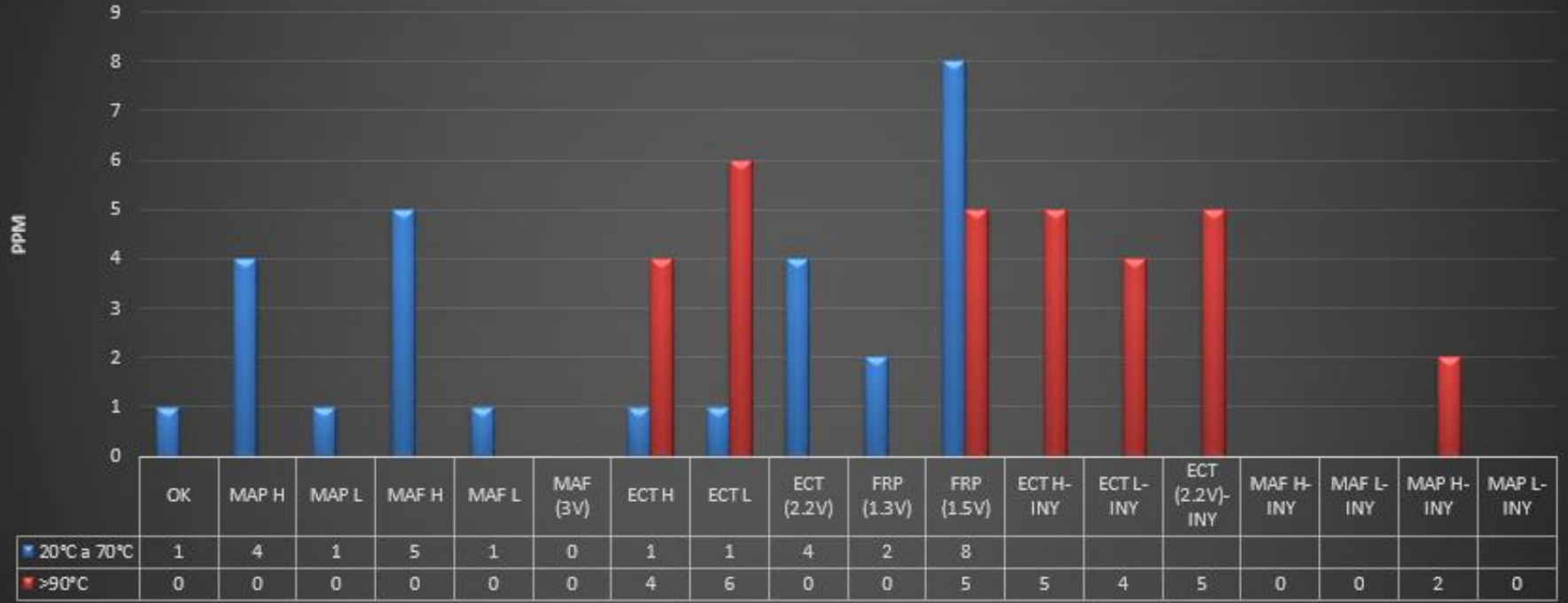
Niveles de CO



Niveles de CO₂



Niveles de HC



Niveles de O₂



Niveles de NO_x



CONCLUSIONES

- Luego de generar los diferentes códigos de fallo: mecánicos, eléctricos, y electrónicos se pudo determinar que la presión en el sistema de combustible a gasolina fue invariante, no así con otros parámetros operativos como mezcla estequiometrica, tiempo de inyección y la presión del colector.
- Los valores obtenidos en el vehículo gasolina de concentración de NOx en las emisiones contaminantes en condiciones normales muestran un valor de 793 ppm a temperatura baja y un régimen de 4000 rpm con un lambda de 1.036, las cuales son un 47.13% más bajas q los permitidos por la norma mexicana vigente
- En el vehículo gasolina se puede evidenciar la mayor emisión de NOx cuando se tiene presente un DTC HIGH en el sensor CMP a temperatura media, esta sobrepasa en un 7.47% al permitido en la norma, en este caso la ECU adopta la estrategia de enriquecer la mezcla a 15.45:1 lo cual es un 5.1% de diferencia al establecido teóricamente.

- En el vehículo gasolina con una mezcla rica en un 0.7% se puede apreciar la mayor variación en la presión absoluta del colector de 168.86% con 3ms de tiempo de inyección a régimen de 4000 rpm y con valores de NOx aceptable de 196 ppm.
- El valor máximo de lambda en vehículo gasolina tiene un incremento del 267% que se genera al estar un inyector inactivo a una temperatura media, existe una variación de presión absoluta del 33.87% y con un NOx de 220 ppm q es aceptable según la norma.
- El valor máximo de CO emitido por el vehículo se genera al existir DTC en el sensor MAP ya sea HIHG o LOW el incremento es de 1048.27%, lo cual indica que está muy por encima de la permitido por la norma y se genera un aumento de presión absoluta del colector de 130.46%

- El valor máximo de CO_2 es de 14.7%Vol se genera al existir un estado de simulación de voltaje fijo en el sensor TPS es valor es 6.52% más elevado del generado en condiciones normales esto se genera un régimen del motor de 4000 rpm y se presenta una disminución de presión del colector del 6.52%.
- El valor máximo de O_2 se produce al momento de existir un inyector desconectado a un régimen de 2000 rpm a temperatura media y existe un aumento de presión del colector de 8.67%.
- Los valores obtenidos en el vehículo diésel de concentración de NO_x en las emisiones contaminantes en condiciones normales muestra un valor de 296 ppm a temperatura >90 y un régimen de 2000rpm con presión en el riel de combustible de 531.8bar, las cuales son un 80.26% más bajos que los permitidos por la norma mexicana vigente.
- En el vehículo diésel la mayor concentración de NO_x emitida se produjo al existir una simulación constante de 1.5V en el sensor de presión del riel común esto significa una presión de 450 bar a ralentí, esto implica una reducción del 16.08% en comparación del funcionamiento normal.

- En el vehículo diésel con una mezcla pobre con lambda 3.915 se puede apreciar la mayor variación en la presión del sistema de alimentación de 34.91% con 3 ms de tiempo de inyección a régimen de 3000 rpm y con valores de NOx aceptable de 229 ppm.
- El valor máximo de CO₂ en el vehículo diésel es de 4.8%Vol, se genera al existe un DTC LOW en el sensor ECT esto representa un aumento del 100% con respecto al emitido en óptimas condiciones y se genera a un régimen de 3000 rpm con una aumento de presión en el riel de combustible de 32.24%.
- El valor máximo de O₂ en el vehículo diésel es de 19.5%Vol, se genera al existe un estado de presión constante 360 bar (1.3V) en el sensor ICP esto representa una disminución del 1.01% con respecto al emitido en óptimas condiciones y se genera a un régimen de ralentí con una disminución de presión en el riel de combustible de 5.85%.

RECOMEDACIONES

- Para un uso seguro del analizador de gases Brain Bee la maquina cuenta con dos filtros Mahle KL12 que están al ingreso de los gases, los mismos que están distribuidos uno a la entrada de la sonda y el otro al cuerpo del equipo, siendo el primero al cual se lo debe prestar más atención debido a que en este quedan las partículas sólidas más grandes las cuales se presentan en su mayoría en vehículos diésel
- Para completar este estudio se debería realizar los mismos procesos, estudios y pruebas en condiciones de fallas, pero bajo condiciones dinámicas y de carga.
- Realizar el estudio sobre el impacto de los Óxidos de nitrógeno (NOx) bajo las mismas condiciones de falla realizadas, pero además considerando el impacto que se obtiene dependiendo del tipo de catalizador con que cuenta el vehículo.

- El vehículos diésel previo a la toma de datos con el analizador de gases Brain Bee debe haber aprobado una prueba de opacidad, de no cumplir con los estándares oficiales se debe realizar el procedimiento pertinente para su aprobación.
- Para el análisis de las distintas fallas que se pueda dar en los inyectores de un motor diésel como: bloqueo de la aguja, suciedad en el asiento de la tobera, obstrucción de orificios y pérdida de presión, se debe tratar con la mayor precaución del caso y con el equipo adecuado debido que pueden provocar daños irreparables en el motor.

GRACIAS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA