



**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE-L
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

TEMA: “ANÁLISIS TERMOGRÁFICO Y CONTROL DE EMISIONES DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN EN LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE GASOLINA-ETANOL/METANOL EN EL MOTOR G13B”

AUTORES: ÁLVAREZ BEDÓN, STALIN PATRICIO
CLAUDIO BENITES, CRISTIAN FERNANDO

DIRECTOR: ING. LEONIDAS QUIROZ

LATACUNGA, JULIO 2018

CONTENIDO

- Antecedentes
- Planteamiento del problema
- Objetivos
- Introducción
- Equipos de medición
- Normativas
- Implementación
- Programación
- Pruebas
- Análisis de resultados
- Conclusiones
- Recomendaciones

ANTECEDENTES

Termografía Infrarroja

Técnica

Permite visualizar temperaturas de superficie con precisión

Determinar pérdidas de calor

Permite descubrir fallas en los equipos

Alcoholes empleados como aditivos

Aportan una disminución de temperatura en el proceso de combustión

Resultando un descenso en las emisiones de gases de escape

Influyendo mayormente en forma directa en los óxidos nitrosos NOx.

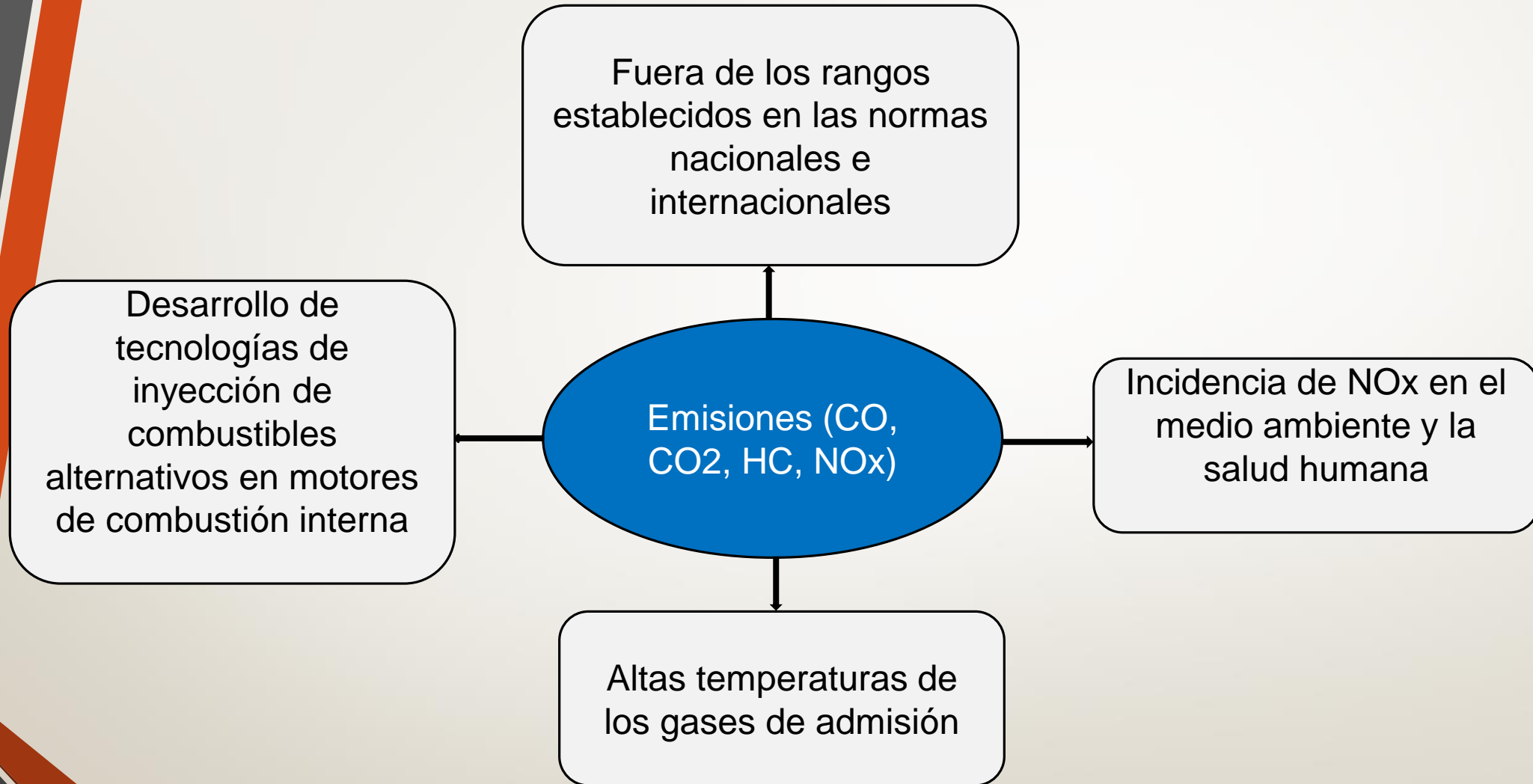
Implementación de sistemas electrónicos

Definir los modos de operación óptimos de régimen y tiempo de inyección.

Validando los valores más acordes para obtener el más bajo índice de emisiones

Sin afectar el funcionamiento correcto del motor

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



OBJETIVOS

Objetivo General

- Analizar termográficamente y controlar las emisiones en los procesos de combustión del motor G13B mediante la inyección de combustible gasolina-etanol/metanol



Objetivo Específico

- Recopilar información técnica y científica de fuentes confiables como bases digitales, libros, manuales, fichas técnicas, normas y publicaciones científicas.
- Diseñar e implementar un sistema de alimentación etanol-metanol por aspersión controlado electrónicamente en el motor G13B.
- Verificar la funcionalidad del sistema de inyección de etanol-metanol en diferentes condiciones de funcionamiento mediante un protocolo de pruebas en ciudad y carretera.

Objetivo Específico

- Obtener datos e imágenes de temperatura dinámicas en la base de inyectores 1, base de inyectores 2, colector de la admisión, colector de escape, base del sensor de oxígeno y catalizador, con la ayuda de la Cámara Termográfica Fluke TIS60 mediante el software de análisis SmartView.
- Realizar pruebas de emisiones con el analizador de gases BRAIN BEE AGS-688 en diferentes condiciones de funcionamiento del motor G13B en condiciones estándar y con el sistema de inyección etanol-metanol.

• INTRODUCCIÓN

	ETANOL	METANOL
Fórmula química	C_2H_5OH	CH_3OH
Densidad	$0,79 \text{ g/cm}^3$	$0,8 \text{ g/cm}^3$
Punto de ebullición	$78,4^\circ\text{C}$	65°C
Punto de fusión	-114°C	-97.6°C
Certificado	 <p>The image shows a white certificate for Ethanol absolute, ACS BASIC. It includes the Scharlab logo, a red 'BASIC' label, and a flame hazard symbol. The text lists the product name in multiple languages: Ethanol absoluto, Ethanol absolut, Éthanol absolu, and Alcole etilico assoluto. It also provides the chemical formula C_2H_5OH, molecular weight $M=46,07$, density $D=0,79 \text{ g/cm}^3$, CAS number [64-17-5], and UN number 1170. The expiry date is 11/2021.</p>	 <p>The image shows a white certificate for Methanol, ACS BASIC. It includes the Scharlab logo, a red 'BASIC' label, and three hazard symbols: a flame, a skull and crossbones, and a biohazard symbol. The text lists the product name in multiple languages: Methanol, ACS BASIC, Metanol, Methanol, Méthanol, and Alcole metilico. It also provides the chemical formula CH_3OH, molecular weight $M=32,04$, density $D=0,79 \text{ g/cm}^3$, CAS number [67-56-1], and UN number 1230. The expiry date is 7/2019.</p>

- **Equipos de medición**

Cámara Termográfica FLUKE TIS60



Medidor de revoluciones MGT-300



Scanner Automotriz G-Scan



Analizador de gases de escape Brain Bee AGS-688



Normativa NOM-EM-167-SEMARNAT-2016

Año modelo	Hidrocarburos (HC) (ppm)	Monóxido de carbono (CO) (%Vol)	Óxidos de nitrógeno (NOx) (ppm)	Oxígeno (O ₂) (%Vol)	Dilución (CO+CO ₂) (%Vol)		Lambda
					Mínimo	Máximo	
2005 y posteriores	80	0.4	250	0.4	13	16.5	1.03

Norma INEN 2 204-2002

Año modelo	%CO		ppm HC	
	0-1500	1500- 3000	0-1500	1500-3000
2000 y posteriores	1.0	1.0	200	200
1990 a 1999	3.5	4.5	650	750
1989 y anteriores	5.5	6.6	1000	1200

COMPONENTES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ETANOL/METANOL

Bomba de inyección



Depósito de almacenamiento de etanol/metanol



Sensor de nivel

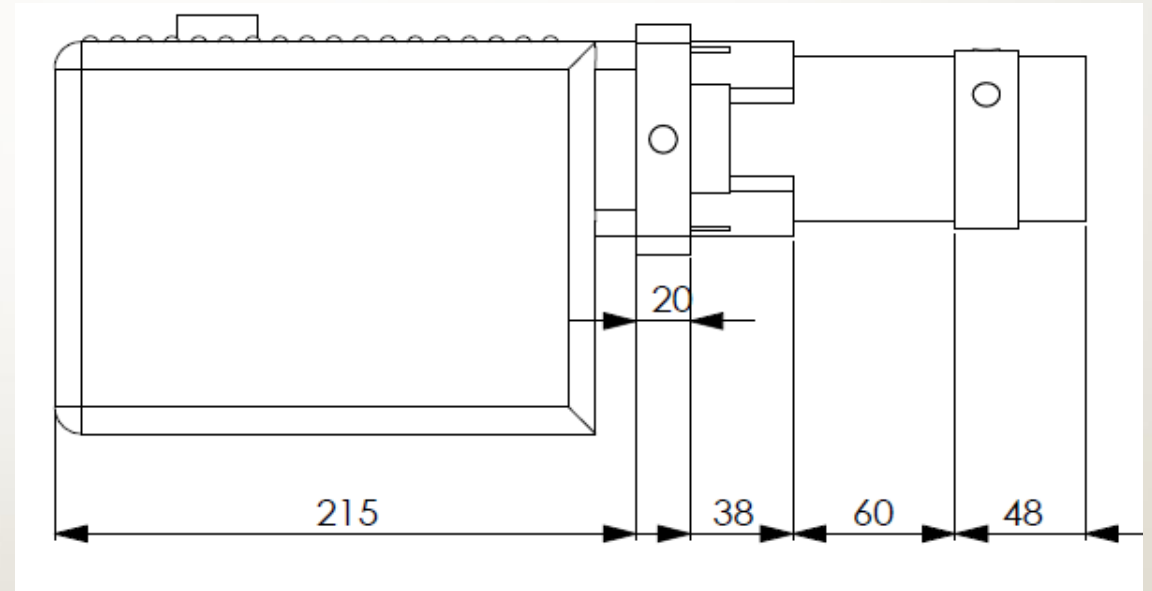


Inyector de etanol/metanol

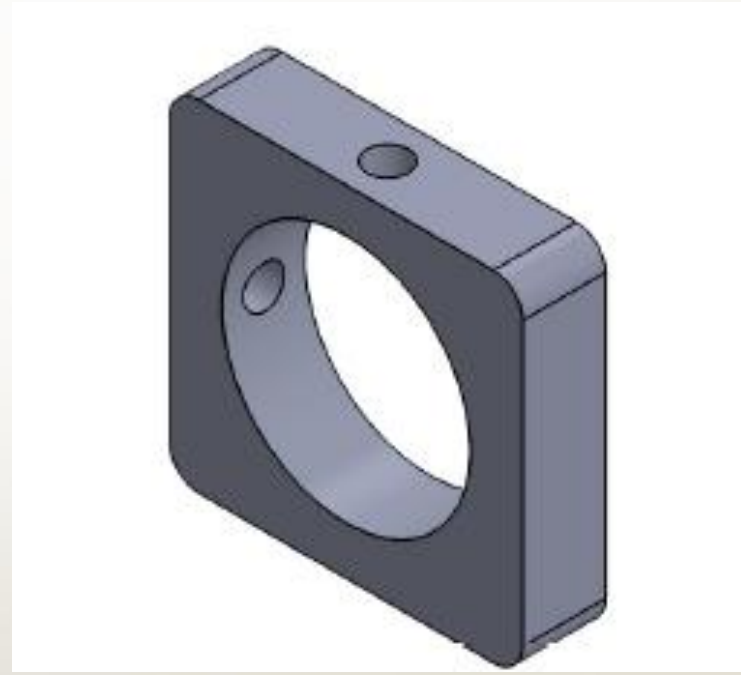
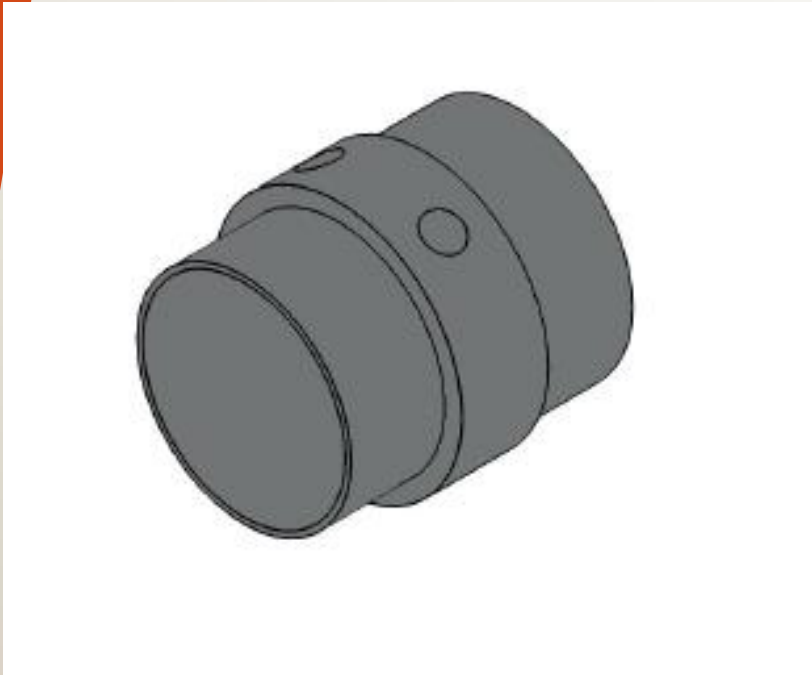


• IMPLEMENTACIÓN

Modelado del sistema de admisión

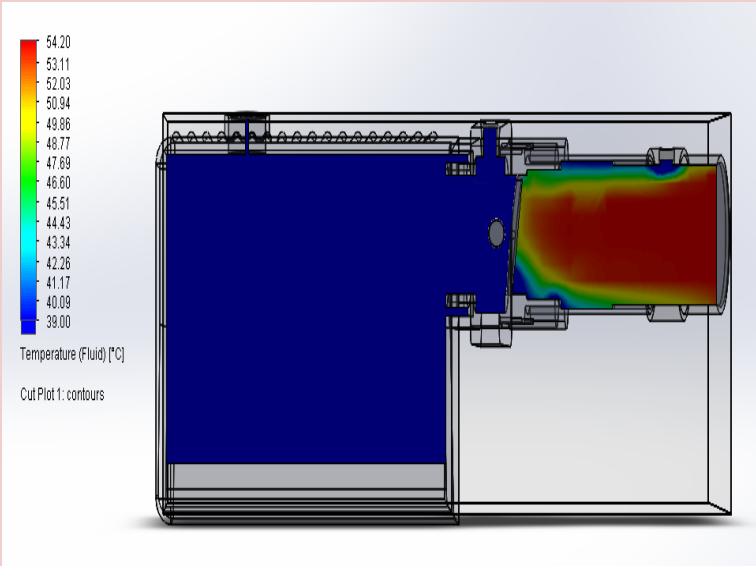


BASES DE LOS INYECTORES

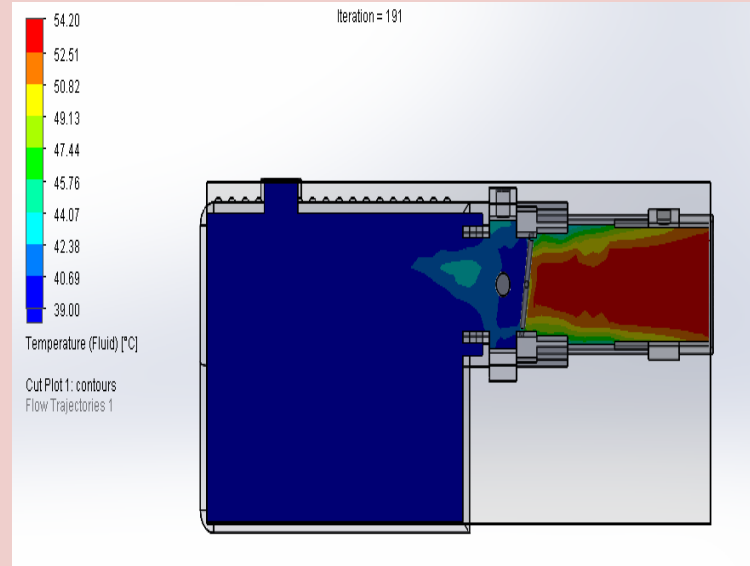


SIMULACIÓN DE FLUIDOS

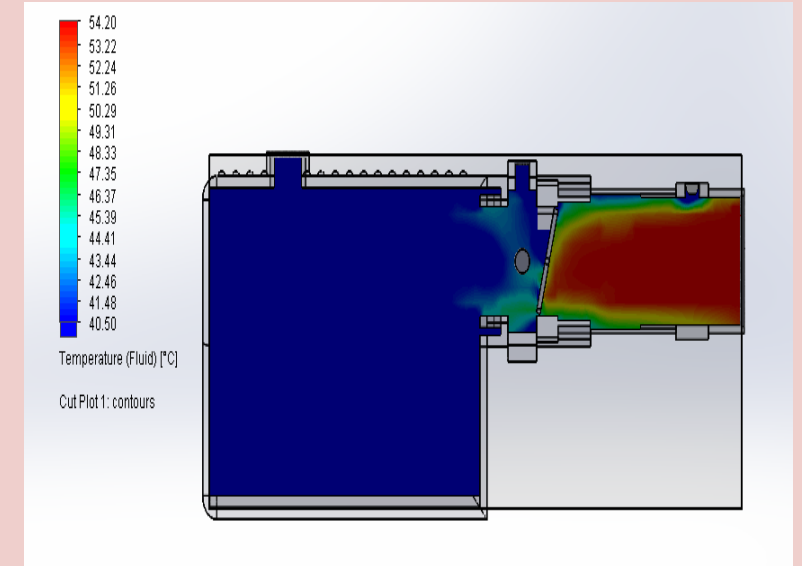
3000 r.p.m. - 9,3° de apertura



4000 r.p.m. - 12,3° de apertura



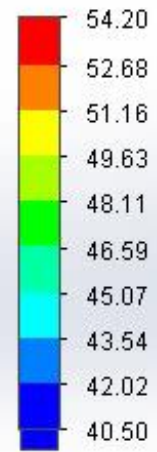
5000 r.p.m. - 16,2° de apertura



TEMPERATURAS OBTENIDAS DE LA SIMULACIÓN

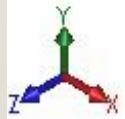
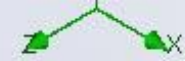
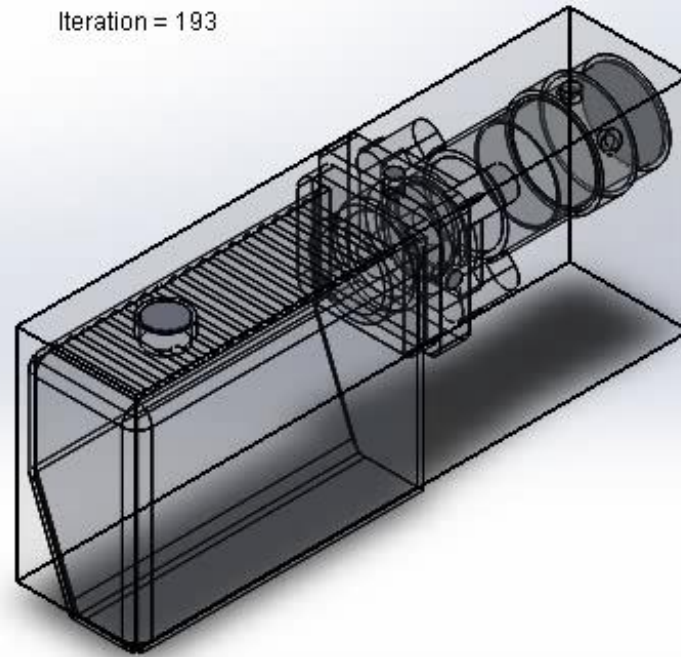
RPM	TEMPERATURA BASE 1 (°C)	TEMPERATURA BASE 2 (°C)	TEMPERATURA MULTIPLE DE ADMISION (°C)
3000	52,80	49,95	40,86
4000	52,40	49,56	35,97
5000	52,88	50,02	38,83

Iteration = 193



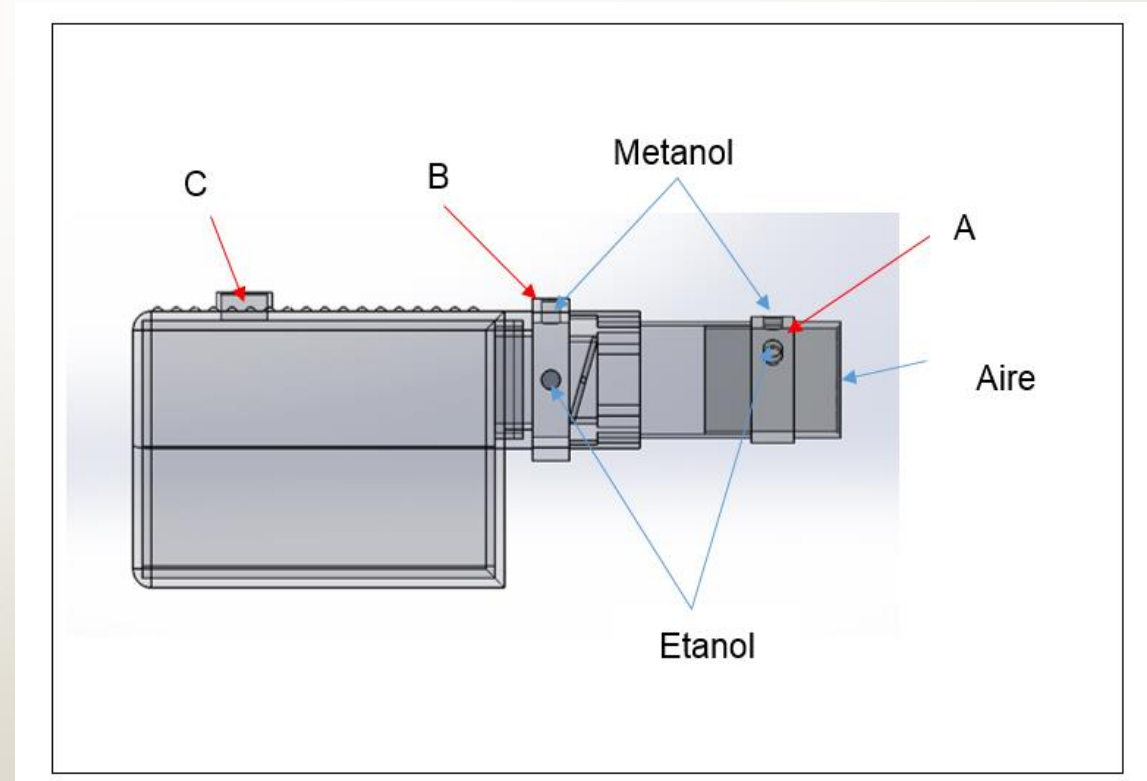
Temperature (Fluid) [°C]

Flow Trajectories 1

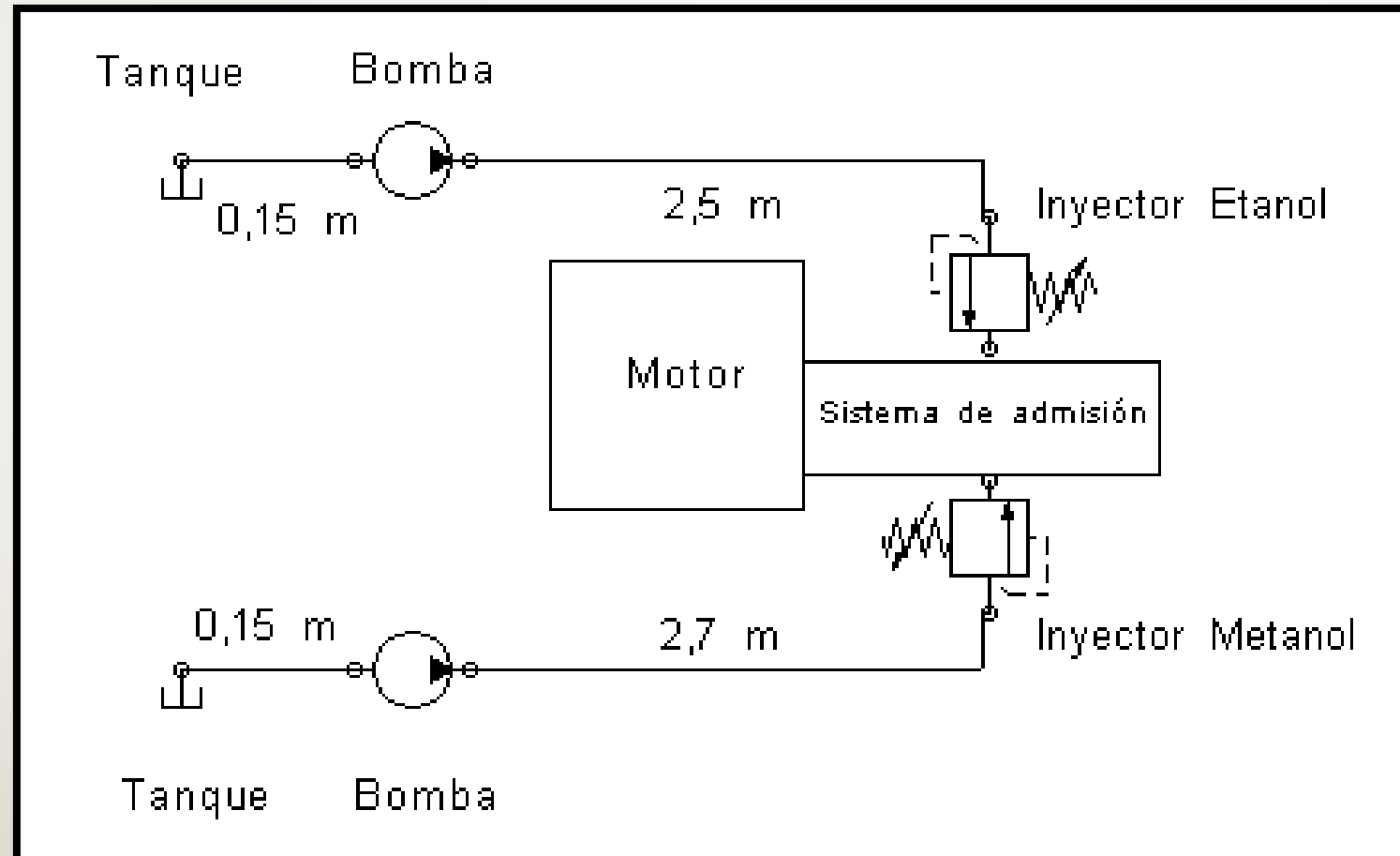


*Isométrica

- **Implementación de las bases para los inyectores**

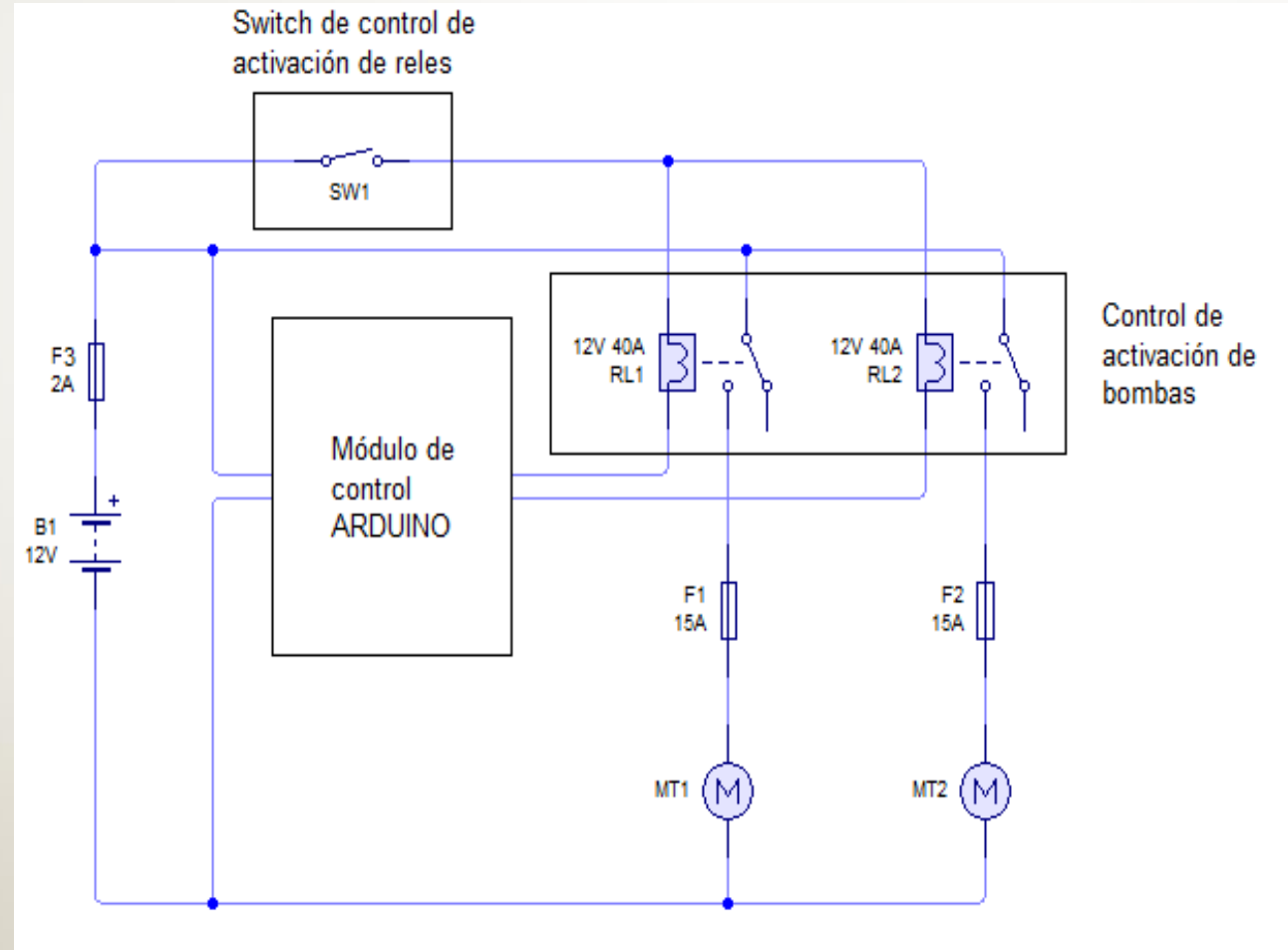


- **Sistema Hidráulico**

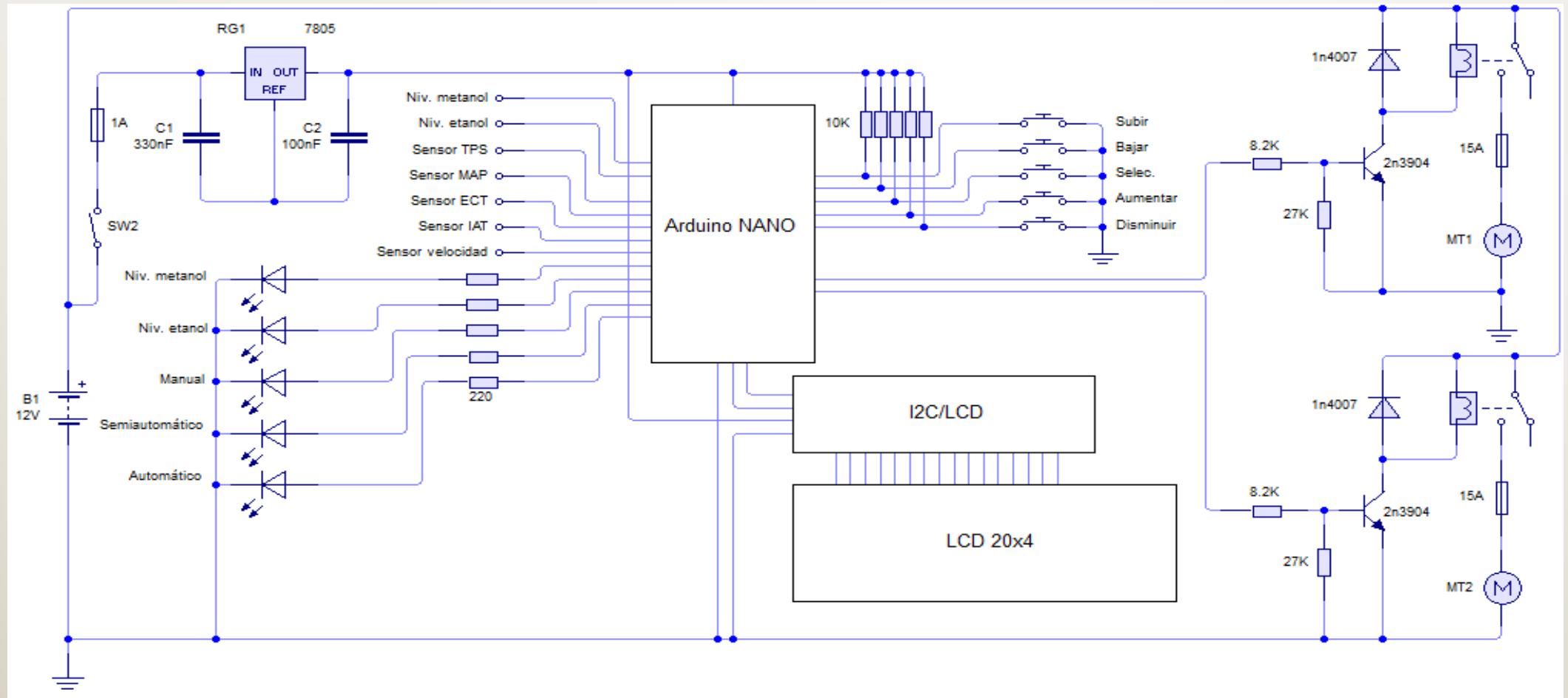


• Diseño del circuito eléctrico

Alimentación de la batería y control de activación de la bomba.



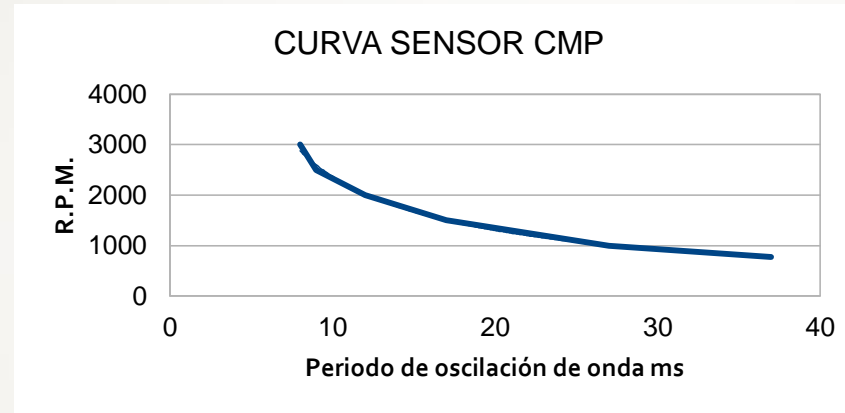
• Diseño Electrónico



Señales de los sensores principales

- Señal de posición del árbol de levas

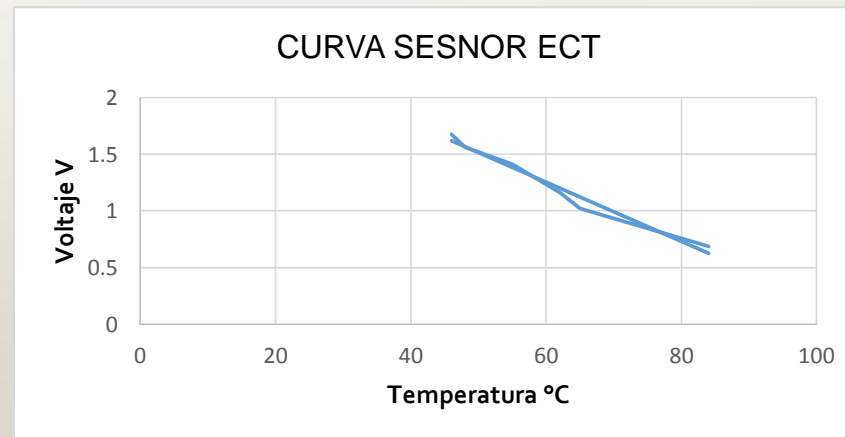
Periodo de oscilación de onda	RPM
37 ms	770
27 ms	1000
17 ms	1500
12 ms	2000
9 ms	2500
8 ms	3000



$$y=17365x^{-0,865}$$

- Señal de temperatura del motor

Temperatura °C	V. Señal	Resistencia kΩ
84	0.688	0,310
65	1.02	0,590
62	1.16	0,585
55	1.41	0,930
48	1.56	0,860
46	1.674	0,852



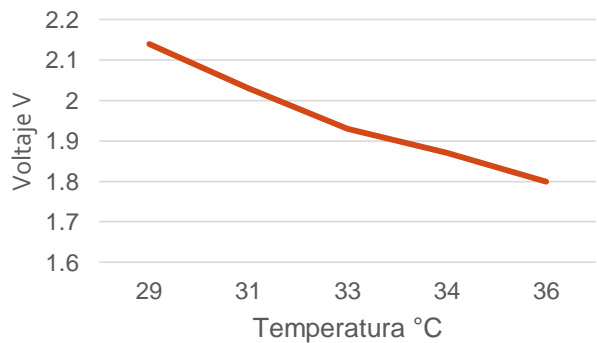
$$y= -0.0261x + 2.8153$$

Señales de los sensores secundarios

Sensor de temperatura de entrada del aire de admisión

Resistencia KΩ	Valores de voltaje	Temperatura
3,033	2.14	29 °C
3,113	2.03	31 °C
3,2	1.93	33 °C
3,241	1.87	34 °C
3,323	1.80	36 °C

CURVA SENSOR IAT

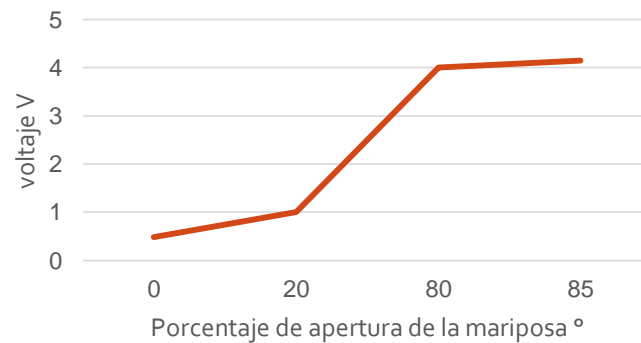


$$y = -0.0965x + 71.302$$

Sensor de posición del acelerador

Voltaje (v)	Porcentaje (° de apertura de la mariposa)
0.48	0
1	20
4	80
4.15	85

CURVA DEL SENSOR TPS

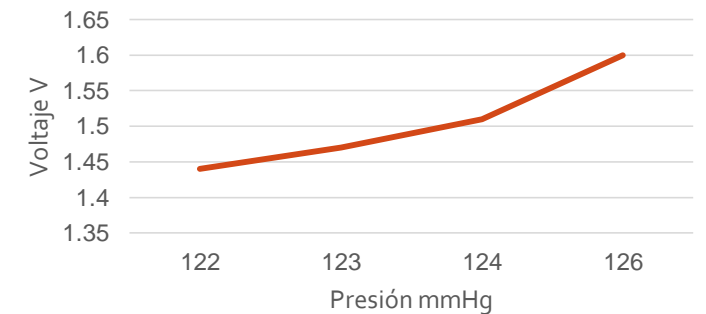


$$y = 0.1122x - 11.137$$

Sensor de presión del múltiple de admisión

Valores de voltaje	Presión mmHg
1.44	222
1.47	223
1.51	224
1.60	226

CURVA SENSOR MAP



$$y = 0.1239x - 14.598$$

PROGRAMACIÓN

Sensores Principales:

- Revoluciones del motor
- Temperatura del motor

Sensores Secundarios:

- Presión del múltiple de admisión
- Temperatura del aire de admisión
- Apertura de la mariposa de aceleración

Módulo
de
Control

**Activación de las
bombas.**

Tiempos de inyección:
12, 20, 28, 36, 44
milisegundos

- **Modos de operación**

Modo Manual



Modo Automático



Modo Automático



PRUEBAS

- **Emisiones:** Etanol-Metanol

RPM	ANTES DEL CUERPO DE ACCELERACIÓN					DESPUÉS DEL CUERPO DE ACCELERACIÓN				
	TIEMPOS DE INYECCIÓN (ms)					TIEMPOS DE INYECCIÓN (ms)				
3000	12	20	28	36	44	12	20	28	36	44
4000	12	20	28	36	44	12	20	28	36	44
5000	12	20	28	36	44	12	20	28	36	44

- Emisiones: Etanol/Metanol**

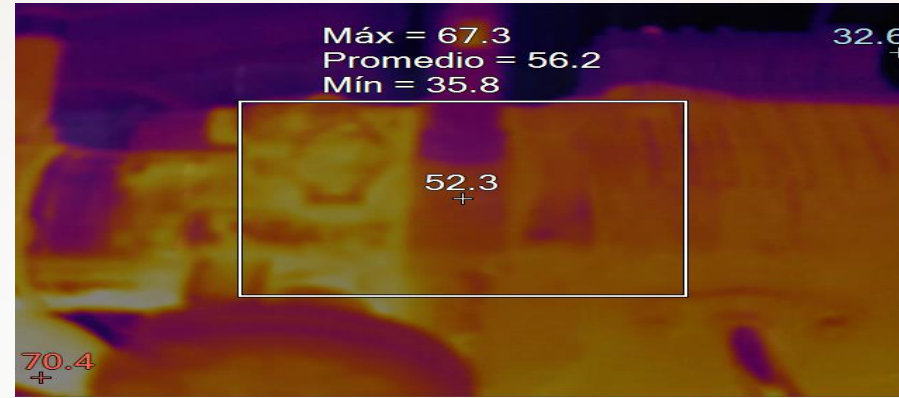
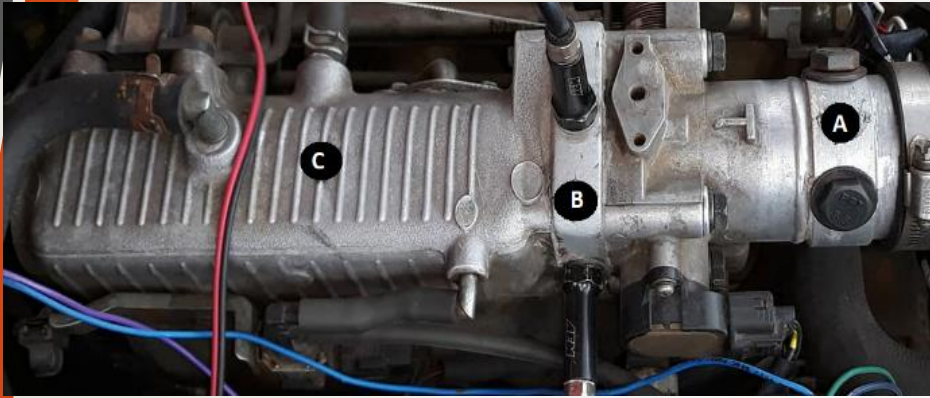
RPM	ANTES DEL CUERPO DE ACCELERACIÓN					DESPUÉS DEL CUERPO DE ACCELERACIÓN				
	TIEMPOS DE INYECCIÓN (ms)					TIEMPOS DE INYECCIÓN (ms)				
	ETANOL/METANOL					ETANOL/METANOL				
3000 4000 5000	12/12	12/20	12/28	12/36	12/44	12/12	12/20	12/28	12/36	12/44
	20/12	20/20	20/28	20/36	20/44	20/12	20/20	20/28	20/36	20/44
	28/12	28/20	28/28	28/36	28/44	28/12	28/20	28/28	28/36	28/44
	36/12	36/20	36/28	36/36	36/44	36/12	36/20	36/28	36/36	36/44
	44/12	44/20	44/28	44/36	44/44	44/12	44/20	44/28	44/36	44/44

- Termografía:** Combinaciones de inyección

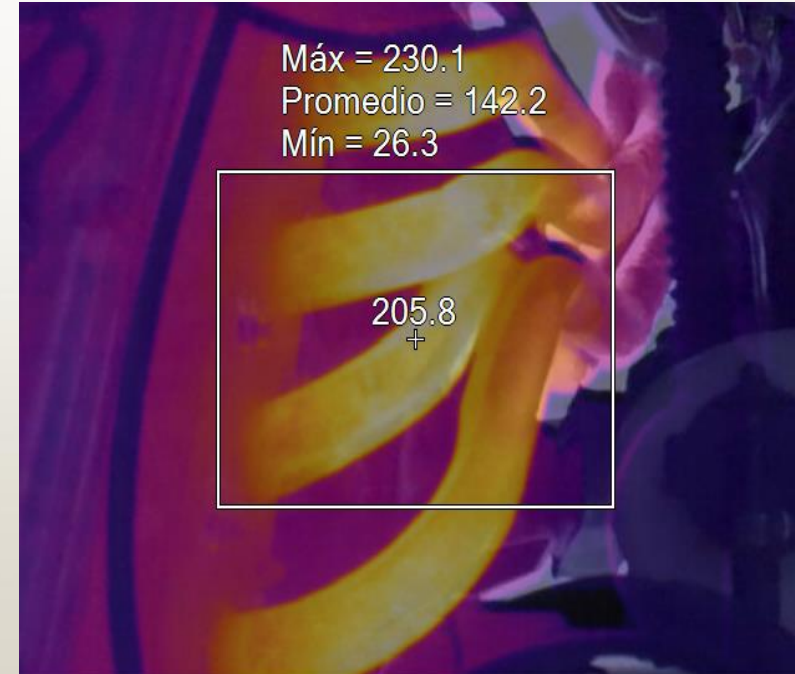
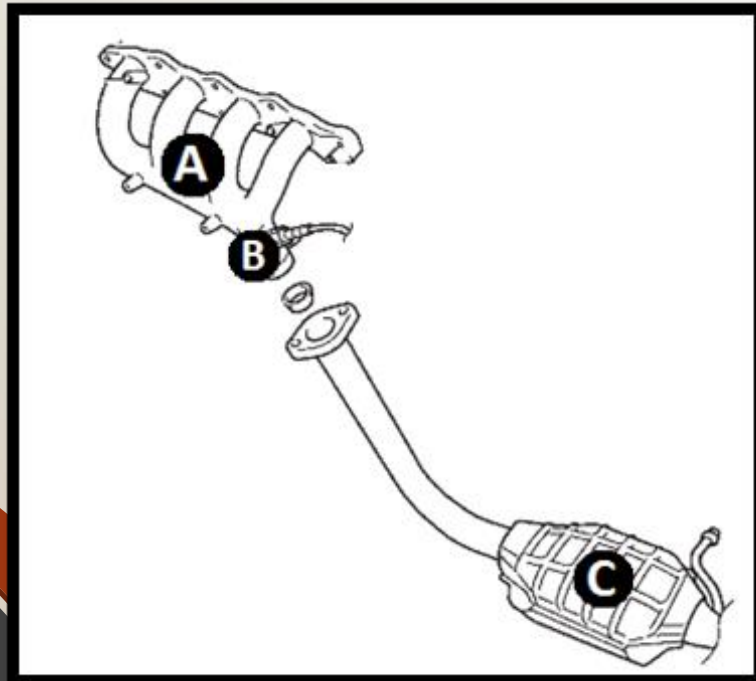
ANTES DEL CUERPO DE ACELERACIÓN					
RPM	ETANOL/METANOL TIEMPOS DE INYECCIÓN (ms)	RPM	ETANOL/METANOL TIEMPOS DE INYECCIÓN (ms)	RPM	ETANOL/METANOL TIEMPOS DE INYECCIÓN (ms)
3000	12/28	4000	12/20	5000	12/12
	12/44		12/28		12/20
	20/36		12/36		12/28
	28/28		12/44		28/12
	36/12		20/36		28/28
	36/20		36/20		28/44
	36/28		36/28		36/12
	44/20		36/44		36/20
	44/36		44/20		36/36
			44/44		36/44
		44/20			

• Termografía: Puntos de análisis

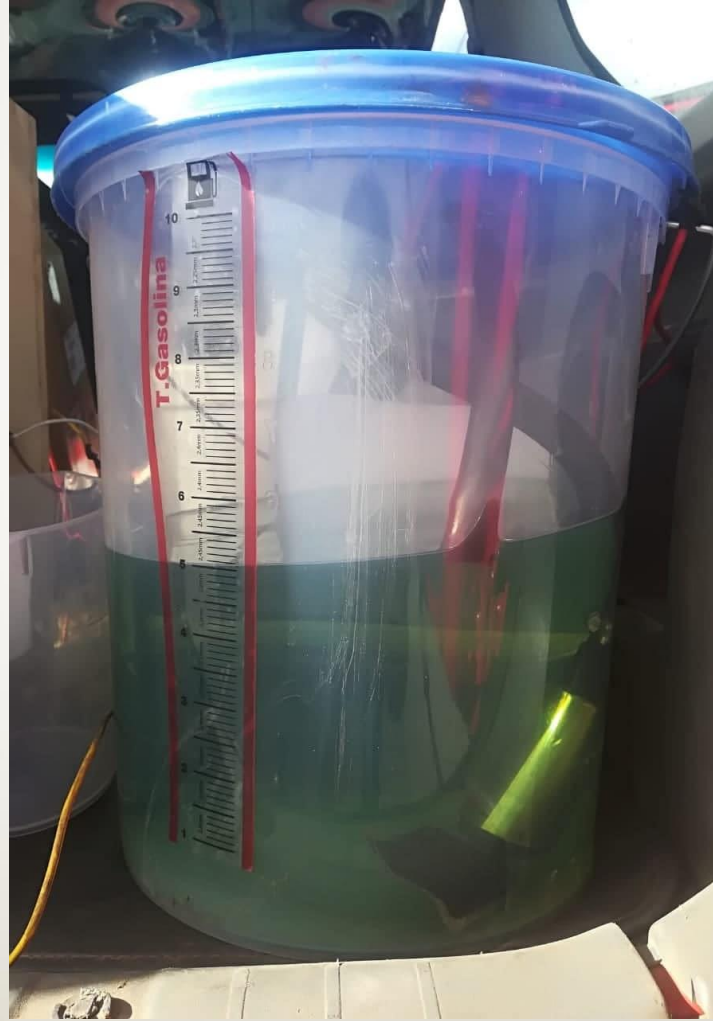
- Sistema de admisión



- Sistema de escape



- **Consumo de combustible**



• Consumo de combustible

• Prueba en carretera

Inicio	Final	Distancia Km
Mercado Mayorista sentido sur-norte	E35 y Avenida vía a Salache	27

• Prueba en ciudad

Inicio	Final	Distancia Km
Avenida Unidad Nacional y Catalina Rivera	Av. Amazonas y Antonio Clavijo	7.62



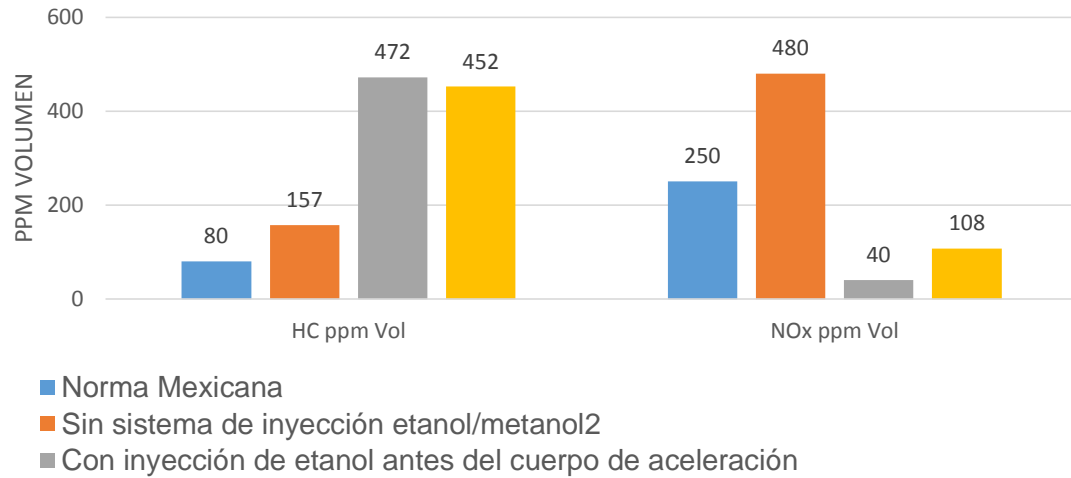
ANÁLISIS DE RESULTADOS

- **Control de emisiones**
- **Etanol**

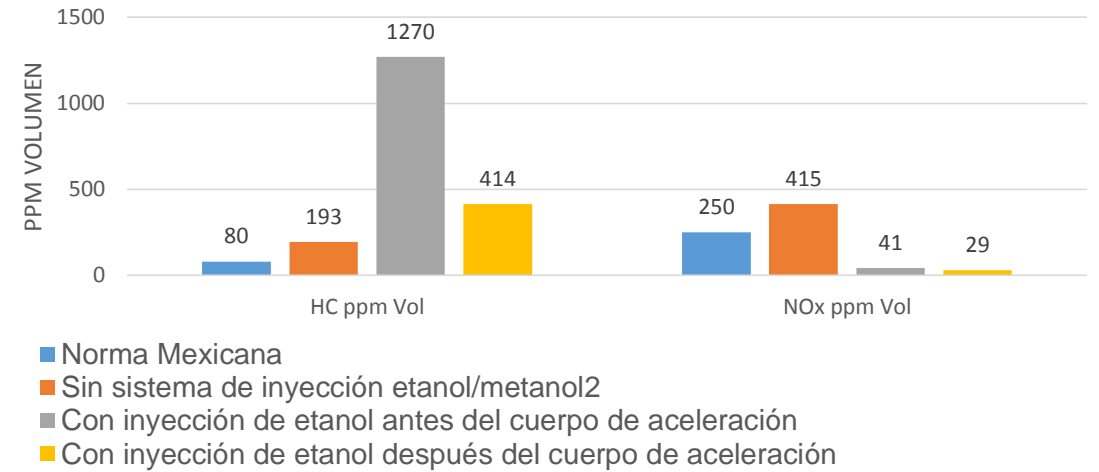
Norma Mexicana								
HC ppm Vol	LAMBDA	CO % Vol	(CO +CO2) % Vol		O2 % Vol	NOx ppm Vol		
			Min.	Max.				
80	1.03	0.4	13	16.5	0.4	250		
Sin sistema de inyección etanol/metanol								
RPM	COcorr % Vol	LAMBDA	CO % Vol	CO2 % Vol	HC ppm Vol	O2 % Vol	NOx ppm Vol	
3000	0,26	1,117	0,23	13,1	157	2,52	480	
4000	0,41	1,122	0,36	12,8	193	2,7	415	
5000	0,27	1,098	0,24	12,9	163	2,14	431	
Con inyección de etanol antes del cuerpo de aceleración								
RPM	COcorr % Vol	LAMBDA	CO % Vol	CO2 % Vol	HC ppm Vol	O2 % Vol	NOx ppm Vol	Tiempos de inyección (ms)
3000	0,64	1,114	0,55	12,4	472	2,89	40	12
4000	3,76	0,875	3,76	12,1	1270	0,56	41	28
5000	2,69	0,952	2,69	13	545	1,09	0	36
Con inyección de etanol después del cuerpo de aceleración								
RPM	COcorr % Vol	LAMBDA	CO % Vol	CO2 % Vol	HC ppm Vol	O2 % Vol	NOx ppm Vol	Tiempos de inyección (ms)
3000	0,02	1,1	0,02	13,3	452	2,34	108	36
4000	0,09	0,995	0,09	14,4	414	0,3	29	44

- **Control de emisiones**
- **Etanol**

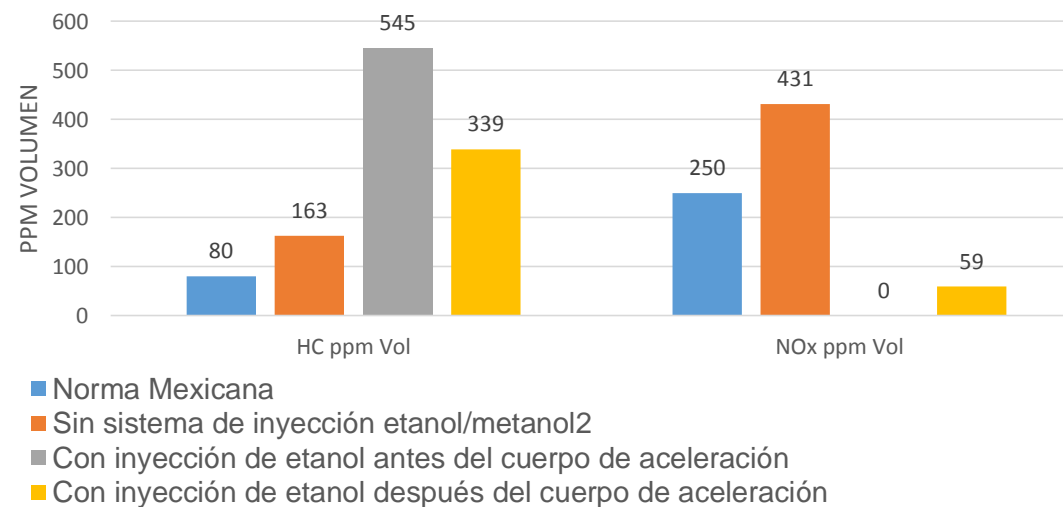
Gases de escape a 3000 RPM



Gases de escape a 4000 RPM



Gases de escape a 5000 RPM

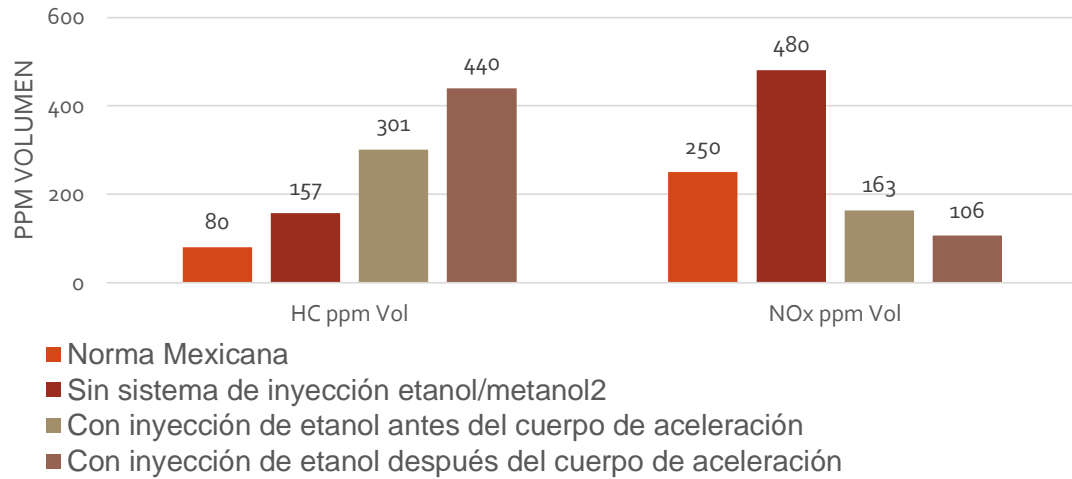


- **Control de emisiones**
- **Metanol**

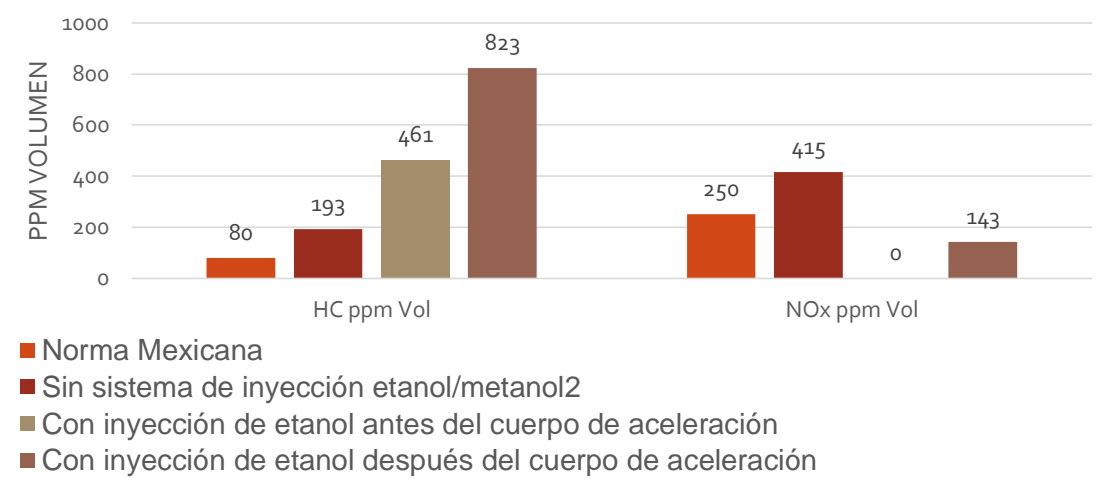
Norma Mexicana								
HC ppm Vol	LAMBDA A	CO % Vol	(CO +CO2) % Vol		O2 % Vol	NOx ppm Vol		
			Min.	Max.				
			80	1.03				0.4
Sin sistema de inyección etanol/metanol								
RPM	COcorr % Vol	LAMBDA	CO % Vol	CO2 % Vol	HC ppm Vol	O2 % Vol	NOx ppm Vol	
3000	0,26	1,117	0,23	13,1	157	2,52	480	
4000	0,41	1,122	0,36	12,8	193	2,7	415	
5000	0,27	1,098	0,24	12,9	163	2,14	431	
Con inyección de metanol antes del cuerpo de aceleración								
RPM	COcorr % Vol	LAMBDA A	CO % Vol	CO2 % Vol	HC ppm Vol	O2 % Vol	NOx ppm Vol	Tiempos de inyección (ms)
3000	0,01	1,023	0,01	13,9	301	0,72	163	12
4000	0,09	0,982	0,09	14,9	461	0,05	0	20
5000	1,51	0,939	1,51	13,6	491	0,03	18	44
Con inyección de metanol después del cuerpo de aceleración								
RPM	COcorr % Vol	LAMBDA A	CO % Vol	CO2 % Vol	HC ppm Vol	O2 % Vol	NOx ppm Vol	Tiempos de inyección (ms)
3000	0,07	1,103	0,06	13,3	440	2,41	106	20
4000	0,03	0,993	0,03	13,1	323	0,04	143	26

- **Control de emisiones**
- **Metanol**

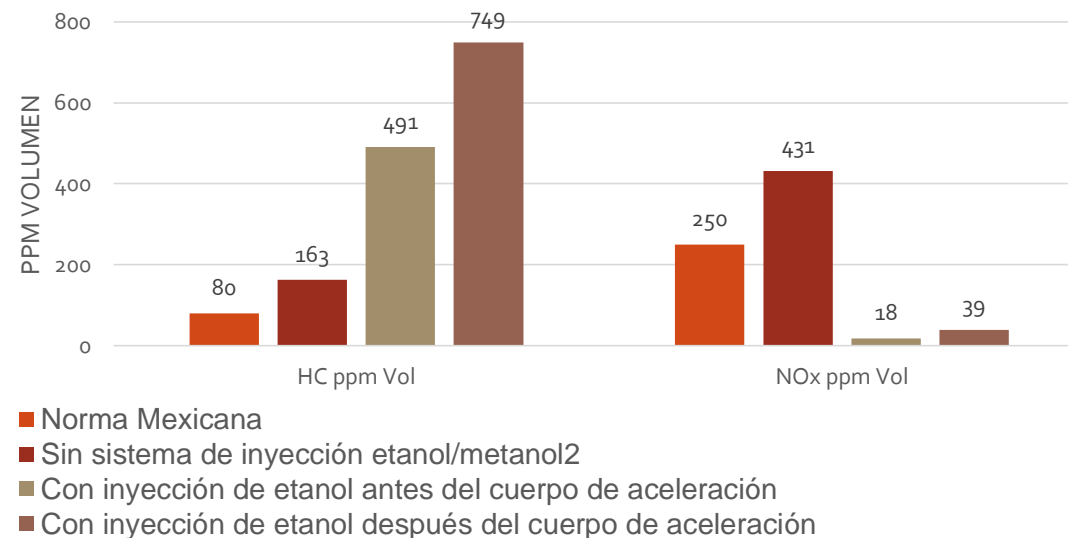
Gases de escape a 3000 RPM



Gases de escape a 4000 RPM



Gases de escape a 5000 RPM

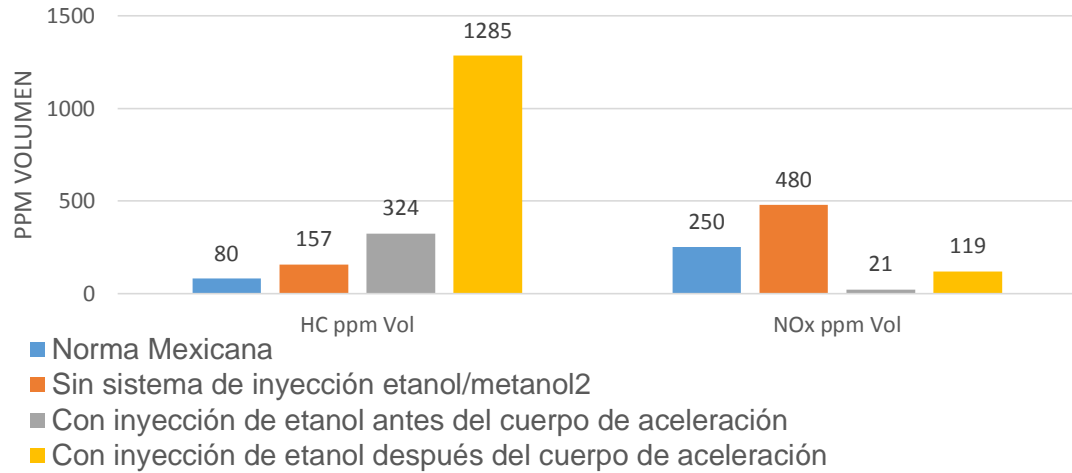


- **Control de emisiones**
- **Etanol/Metanol**

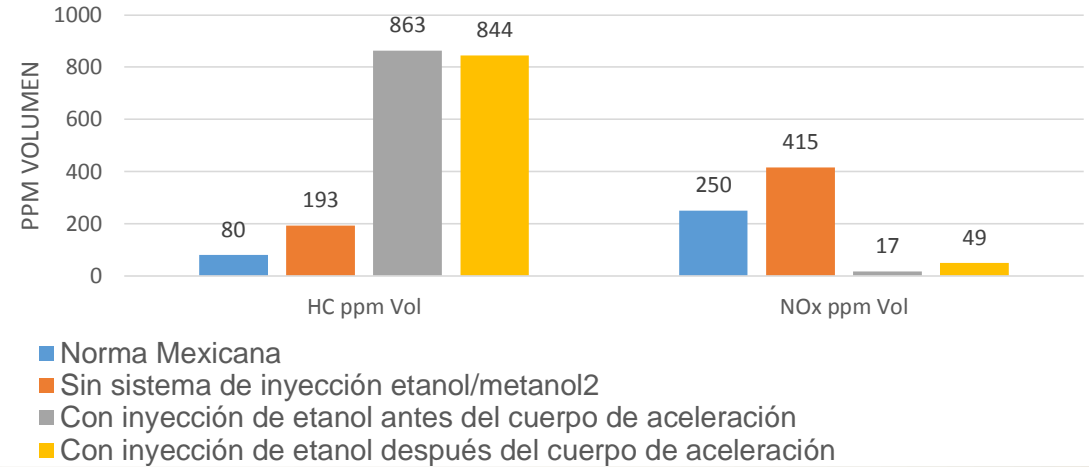
Norma Mexicana								
HC ppm Vol	LAMBDA	CO % Vol	(CO +CO2) % Vol		O2 % Vol	NOx ppm Vol		
			Min.	Max.				
80	1.03	0.4	13	16.5	0.4	250		
Sin sistema de inyección etanol/metanol								
RPM	COcorr % Vol	LAMBDA	CO % Vol	CO2 % Vol	HC ppm Vol	O2 % Vol	NOx ppm Vol	
3000	0,26	1,117	0,23	13,1	157	2,52	480	
4000	0,41	1,122	0,36	12,8	193	2,7	415	
5000	0,27	1,098	0,24	12,9	163	2,14	431	
Con inyección de etanol/metanol antes del cuerpo de aceleración								
RPM	COcorr % Vol	LAMBDA	CO % Vol	CO2 % Vol	HC ppm Vol	O2 % Vol	NOx ppm Vol	Tiempos de inyección (ms)
3000	0,66	0,993	0,66	14,3	324	0,54	21	20/36
4000	3,01	1,004	2,99	11,9	863	2,76	17	12/36
5000	2,64	1,005	2,64	12,4	597	2,32	72	44/36
Con inyección de etanol/metanol después del cuerpo de aceleración								
RPM	COcorr % Vol	LAMBDA	CO % Vol	CO2 % Vol	HC ppm Vol	O2 % Vol	NOx ppm Vol	Tiempos de inyección (ms)
3000	1,72	1,007	1,64	12,7	1285	2,29	119	20/44
4000	0,17	1,048	0,15	13,1	844	1,75	49	28/28
5000	1,09	1,024	3,65	11,2	1498	1,18	22	20/36

- **Control de emisiones**
- **Etanol/Metanol**

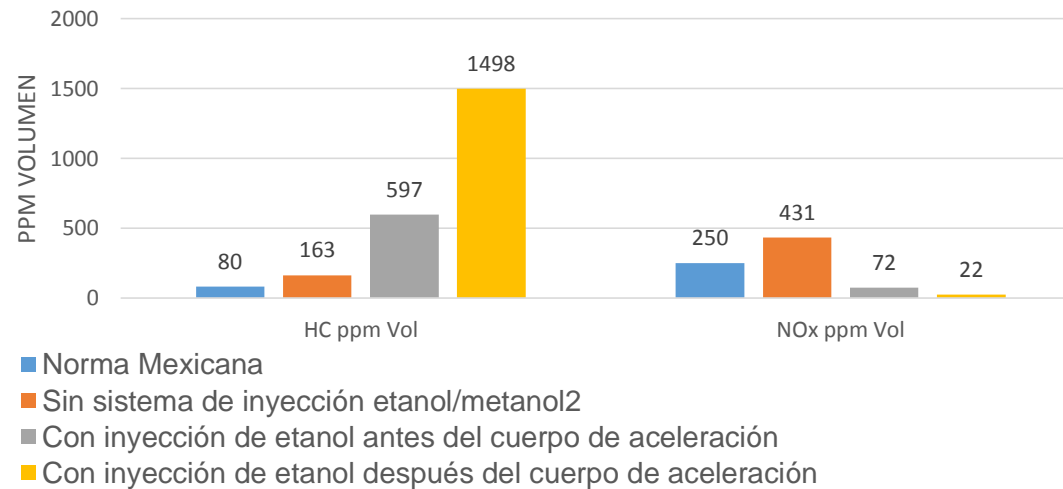
Gases de escape a 3000 RPM



Gases de escape a 4000 RPM

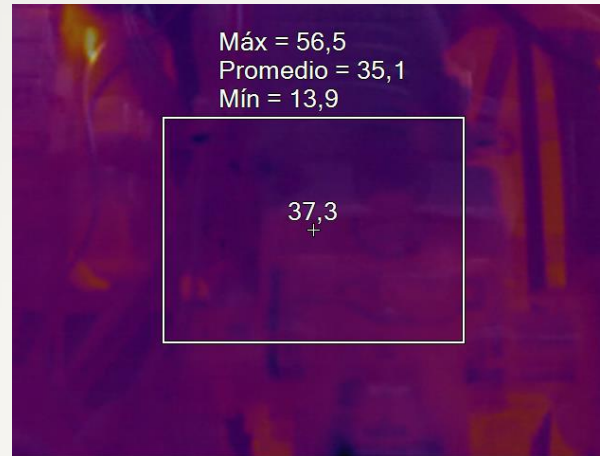
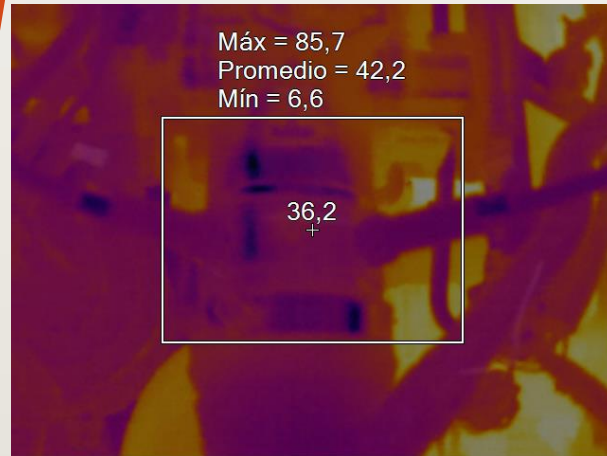


Gases de escape a 5000 RPM

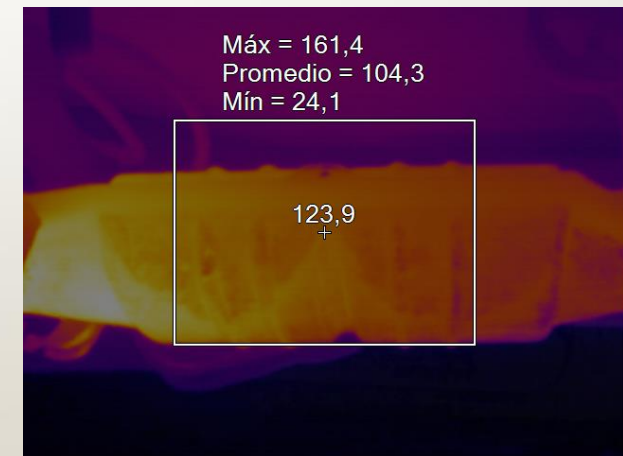
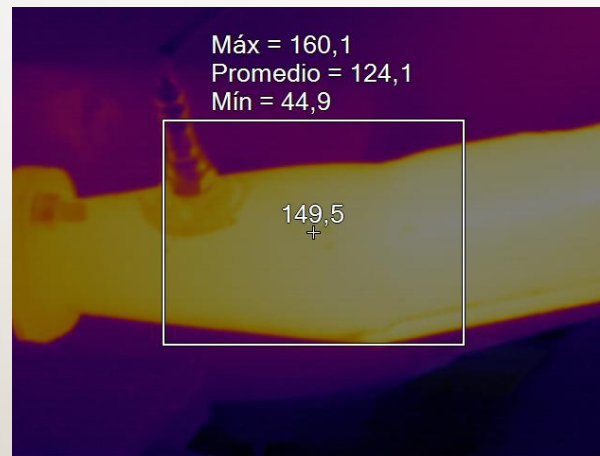
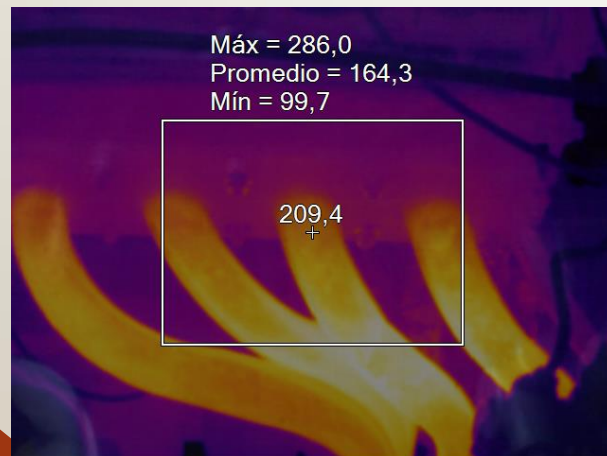


• **Análisis Termográfico**

• Sistema de admisión



• Sistema de escape



• Análisis Termográfico

Sin el sistema de inyección etanol/metanol

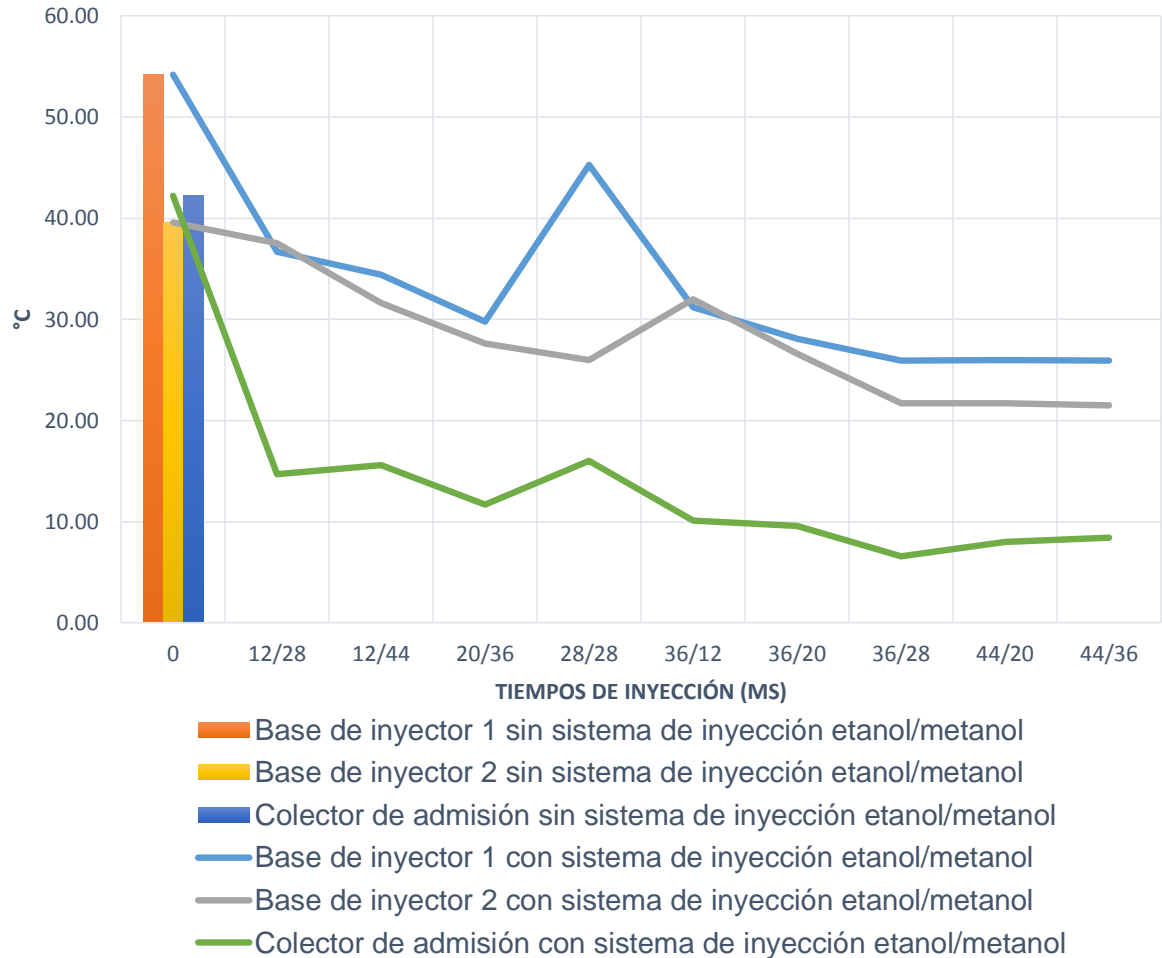
RPM	Sistema de admisión			Sistema de escape		
	Base inyectores 1	Base de inyectores 2	Colector de admisión	Colector de escape	Base sensor de oxígeno	Catalizador
	°C	°C	°C	°C	°C	°C
3000	54,20	39,6	42,2	230,6	200,7	108,30

Con el sistema de inyección etanol/metanol antes del cuerpo de aceleración

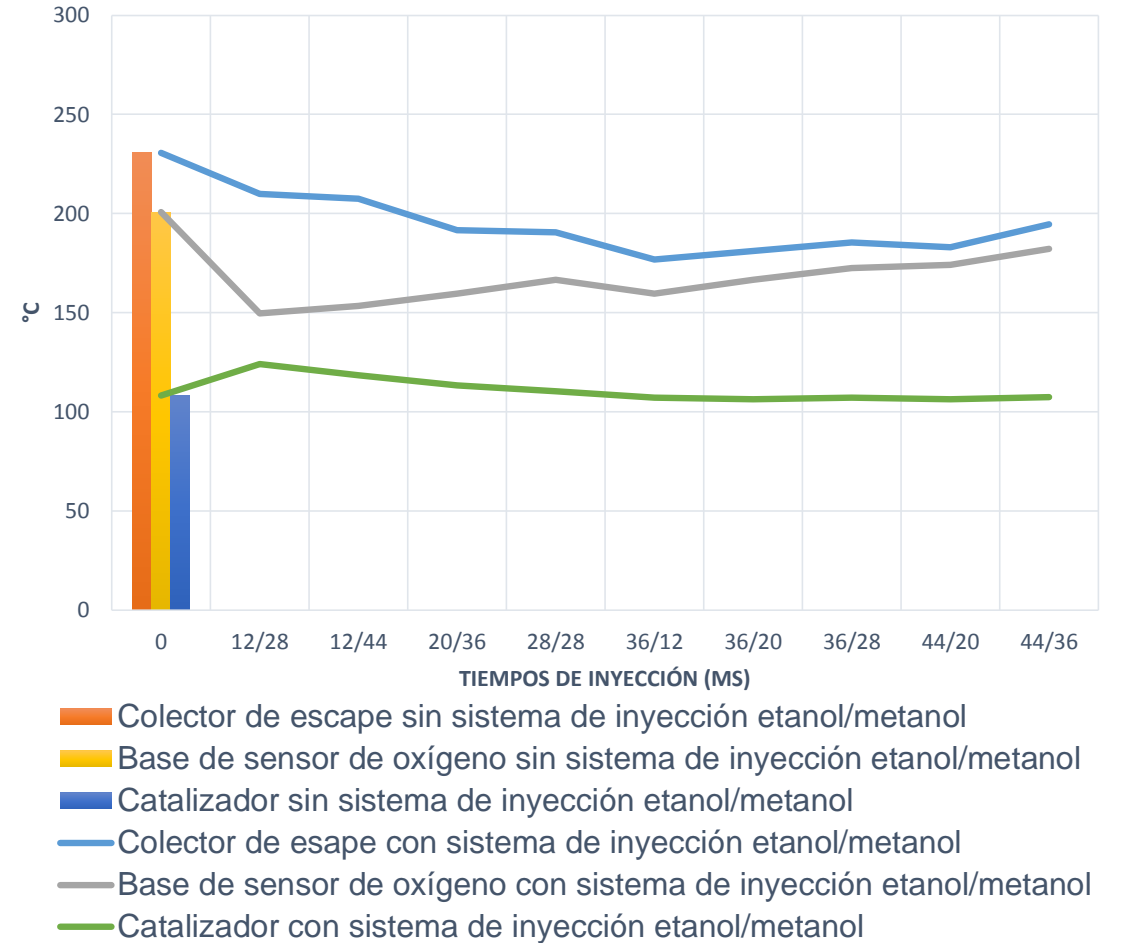
RPM	Etanol/Metanol	Sistema de admisión			Sistema de escape		
		Base inyectores 1	Base de inyectores 2	Colector de admisión	Colector de escape	Base sensor de oxígeno	Catalizador
	Milisegundos	°C	°C	°C	°C	°C	°C
3000	12/28	36,7	37,5	14,7	209,8	149,7	124
	12/44	34,4	31,6	15,6	207,4	153,4	118,3
	20/36	29,8	27,6	11,7	191,5	159,6	113,2
	28/28	45,3	26	16	190,6	166,7	110,3
	36/12	31,2	32	10,1	176,7	159,7	107,2
	36/20	28,1	26,6	9,6	181,1	166,5	106,3
	36/28	25,9	21,7	6,6	185,5	172,6	107,2
	44/20	26	21,7	8	182,9	174,2	106,2
	44/36	25,9	21,5	8,4	194,6	182,1	107,4

• Análisis Termográfico

Análisis termográfico



Análisis termográfico

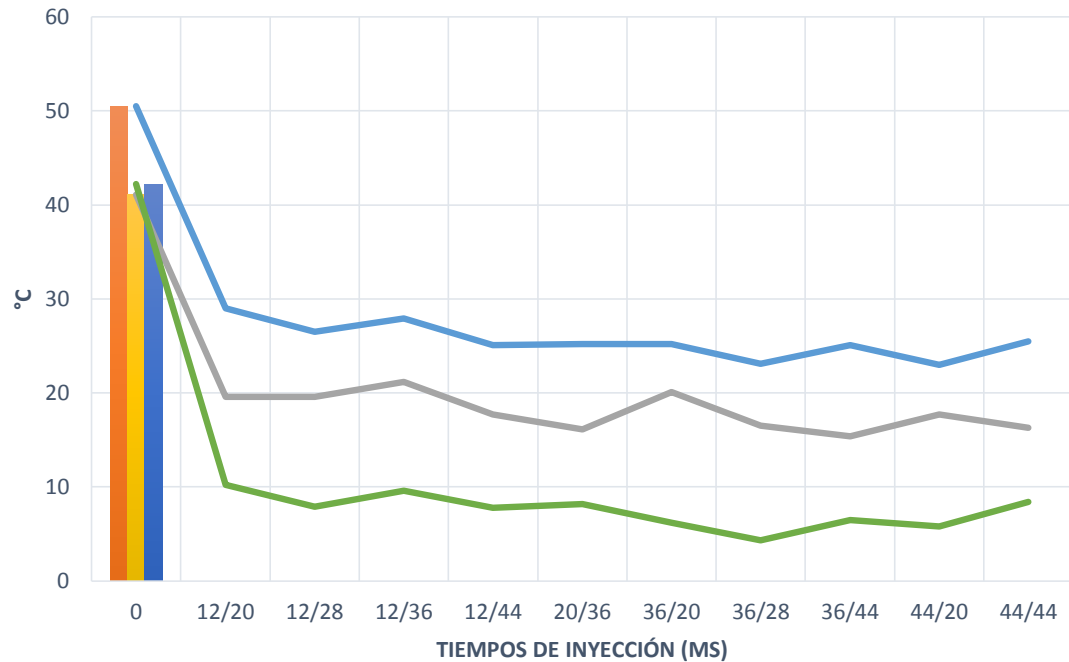


• Análisis Termográfico

Sin el sistema de inyección etanol/metanol							
RPM	Sistema de admisión			Sistema de escape			
	Base inyectores 1	Base de inyectores 2	Colector de admisión	Colector de escape	Base sensor de oxígeno	Catalizador	
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
4000	50,5	41,1	42,2	291,4	282,2	122,6	
Con el sistema de inyección etanol/metanol antes del cuerpo de aceleración							
RPM	Etanol/Metanol	Sistema de admisión			Sistema de escape		
		Base inyectores 1	Base de inyectores 2	Colector de admisión	Colector de escape	Base sensor de oxígeno	Catalizador
	Milisegundos	°C	°C	°C	°C	°C	°C
4000	12/20	29	19,6	10,2	196,6	189,8	106
	12/28	26,5	19,6	7,9	197,4	190,6	103,8
	12/36	27,9	21,2	9,6	195,4	198,2	109,8
	12/44	25,1	17,7	7,8	202,4	188,5	111,3
	20/36	25,2	16,1	8,2	194,7	189,1	112,7
	36/20	25,2	20,1	6,2	195,2	195,7	111,9
	36/28	23,1	16,5	4,3	201,6	194,9	110,3
	36/44	25,1	15,4	6,5	200,7	202,5	112,6
	44/20	23	17,7	5,8	198,3	207,2	115,7

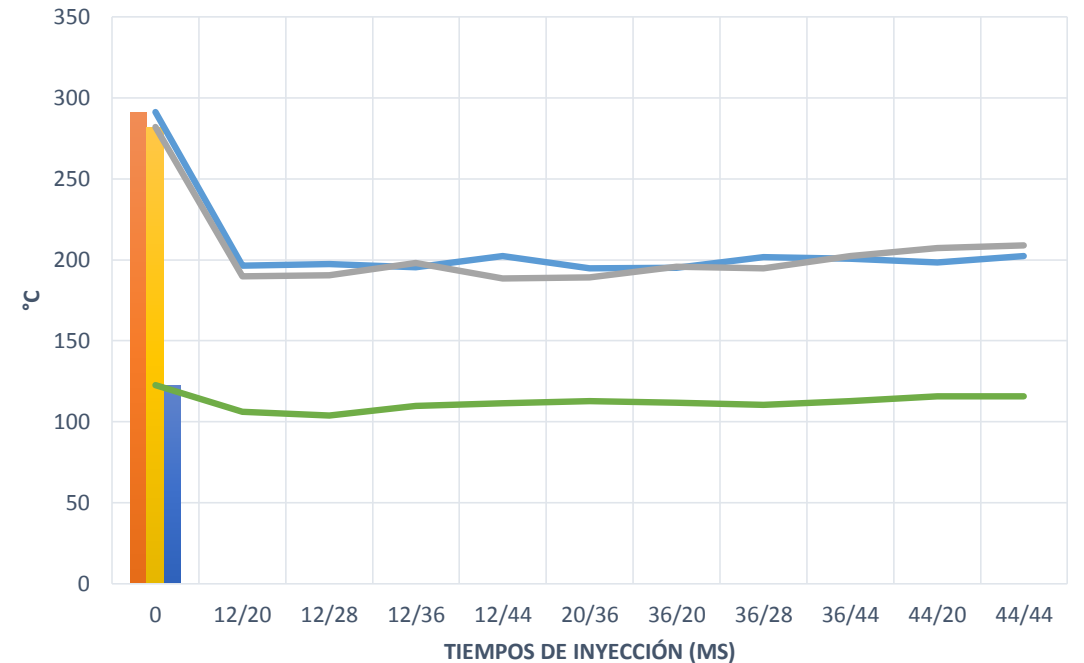
• Análisis Termográfico

Análisis termográfico



- Base de inyector 1 sin sistema de inyección etanol/metanol
- Base de inyector 2 sin sistema de inyección etanol/metanol
- Colector de admisión sin sistema de inyección etanol/metanol
- Base de inyector 1 con sistema de inyección etanol/metanol
- Base de inyector 2 con sistema de inyección etanol/metanol
- Colector de admisión con sistema de inyección etanol/metanol

Análisis termográfico



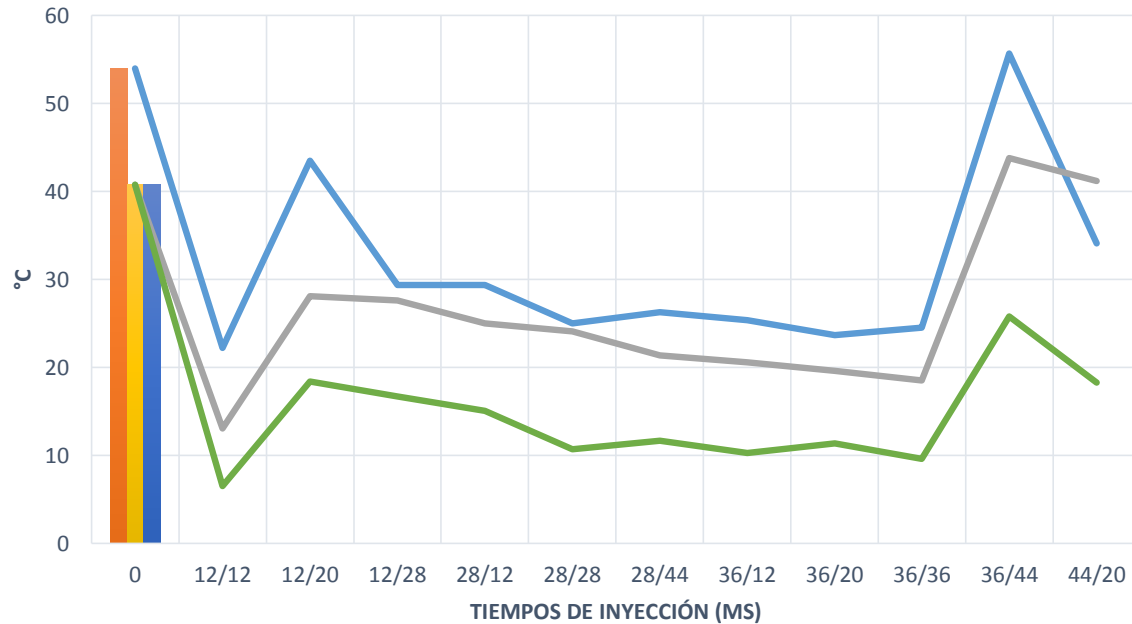
- Colector de escape sin sistema de inyección etanol/metanol
- Base de sensor de oxígeno sin sistema de inyección etanol/metanol
- Catalizador sin sistema de inyección etanol/metanol
- Colector de escape con sistema de inyección etanol/metanol
- Base de sensor de oxígeno con sistema de inyección etanol/metanol
- Catalizador con sistema de inyección etanol/metanol

• Análisis Termográfico

Sin el sistema de inyección etanol/metanol							
RPM	Sistema de admisión			Sistema de escape			
	Base inyectores 1	Base de inyectores 2	Colector de admisión	Colector de escape	Base sensor de oxígeno	Catalizador	
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
5000	54	40,8	40,8	248	263,4	176,4	
Con el sistema de inyección etanol/metanol antes del cuerpo de aceleración							
RPM	Etanol/Metanol	Sistema de admisión			Sistema de escape		
		Base inyectores 1	Base de inyectores 2	Colector de admisión	Colector de escape	Base sensor de oxígeno	Catalizador
	Milisegundos	°C	°C	°C	°C	°C	°C
5000	12/12	22,2	13,1	6,5	202,6	211,7	113,5
	12/20	43,5	28,1	18,4	197,9	219,2	117,2
	12/28	29,4	27,6	16,7	201,1	220,3	124,9
	28/12	29,4	25	15,1	210,3	231,1	128,5
	28/28	25	24,1	10,7	207,8	231,7	132,9
	28/44	26,3	21,4	11,7	198,9	224,1	143,8
	36/12	25,4	20,6	10,3	207,5	221,3	154,4
	36/20	23,7	19,6	11,4	202,7	228,9	169,4
	36/36	24,5	18,5	9,6	209	224,5	190,4
	36/44	55,7	43,8	25,8	207,6	223,4	195,6

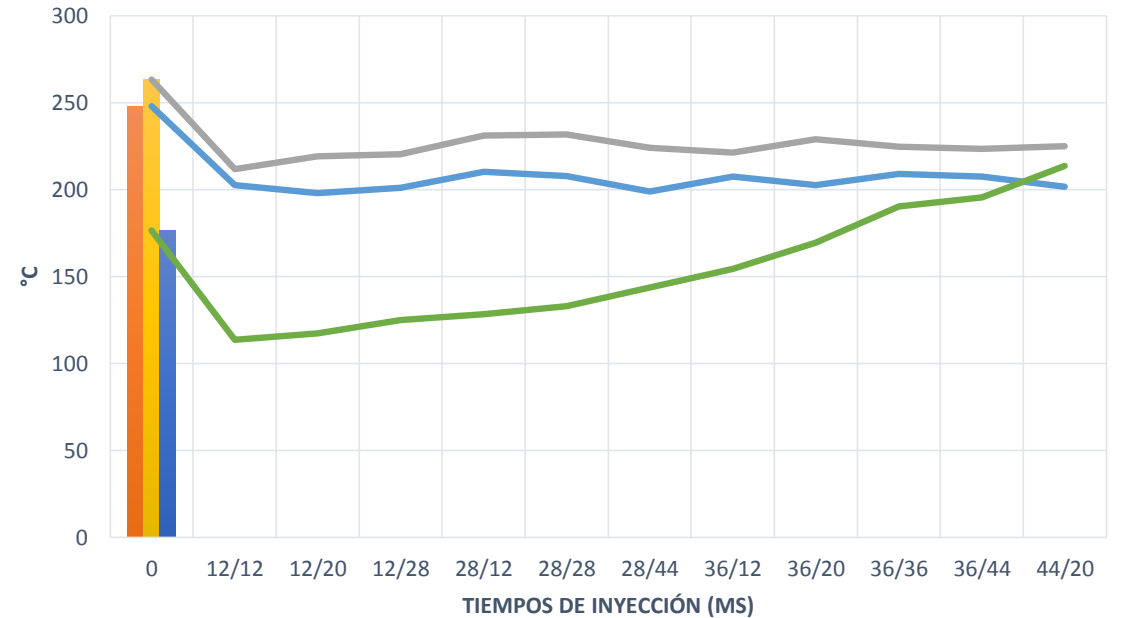
• Análisis Termográfico

Análisis termográfico



- Base de inyector 1 sin sistema de inyección etanol/metanol
- Base de inyector 2 sin sistema de inyección etanol/metanol
- Colector de admisión sin sistema de inyección etanol/metanol
- Base de inyector 1 con sistema de inyección etanol/metanol
- Base de inyector 2 con sistema de inyección etanol/metanol
- Colector de admisión con sistema de inyección etanol/metanol

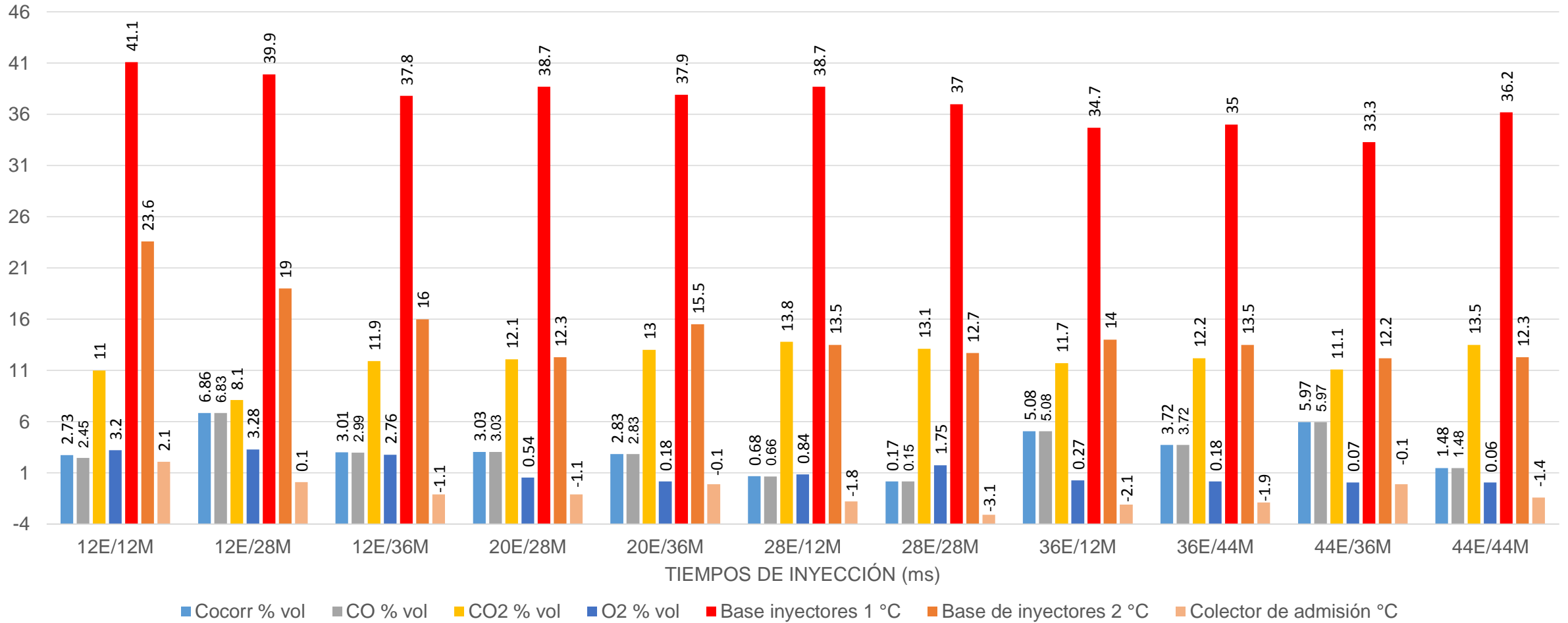
Análisis termográfico



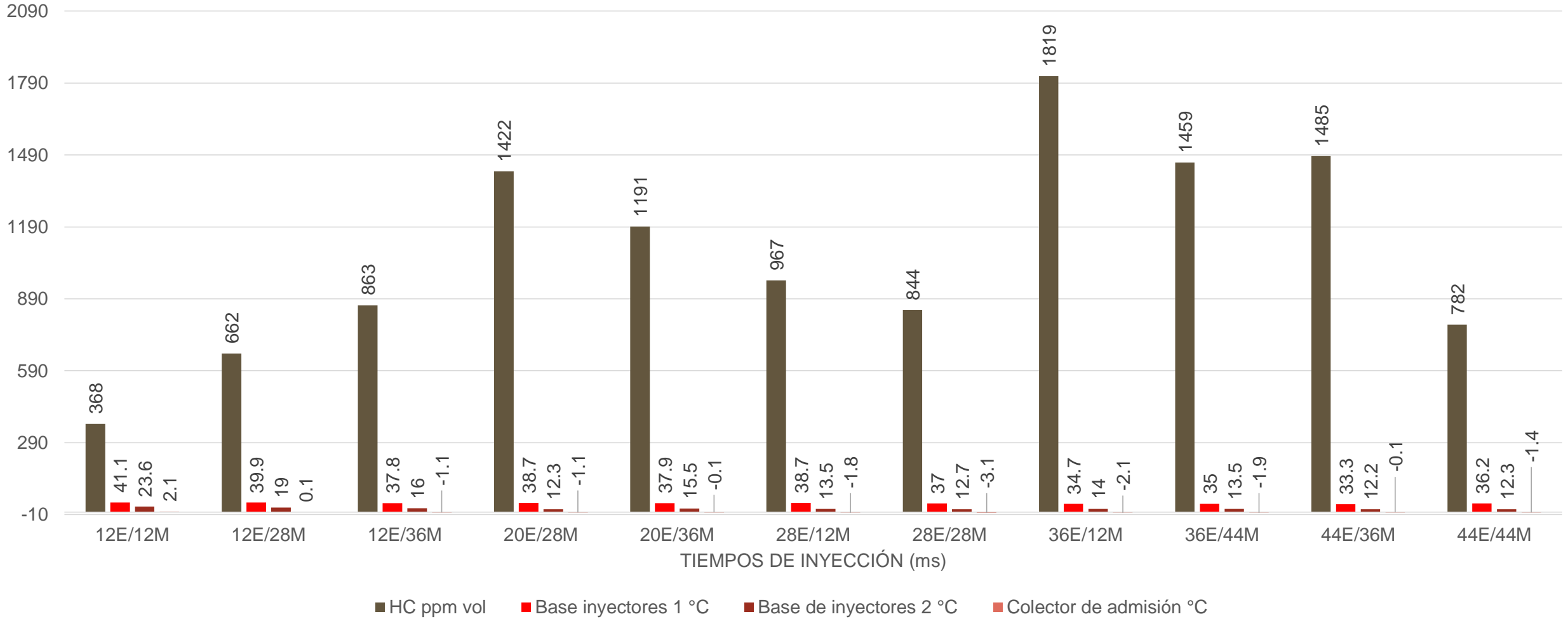
- Colector de escape sin sistema de inyección etanol/metanol
- Base de sensor de oxígeno sin sistema de inyección etanol/metanol
- Catalizador sin sistema de inyección etanol/metanol
- Colector de escape con sistema de inyección etanol/metanol
- Base de sensor de oxígeno con sistema de inyección etanol/metanol
- Catalizador con sistema de inyección etanol/metanol

• Gases de escape - Termografía

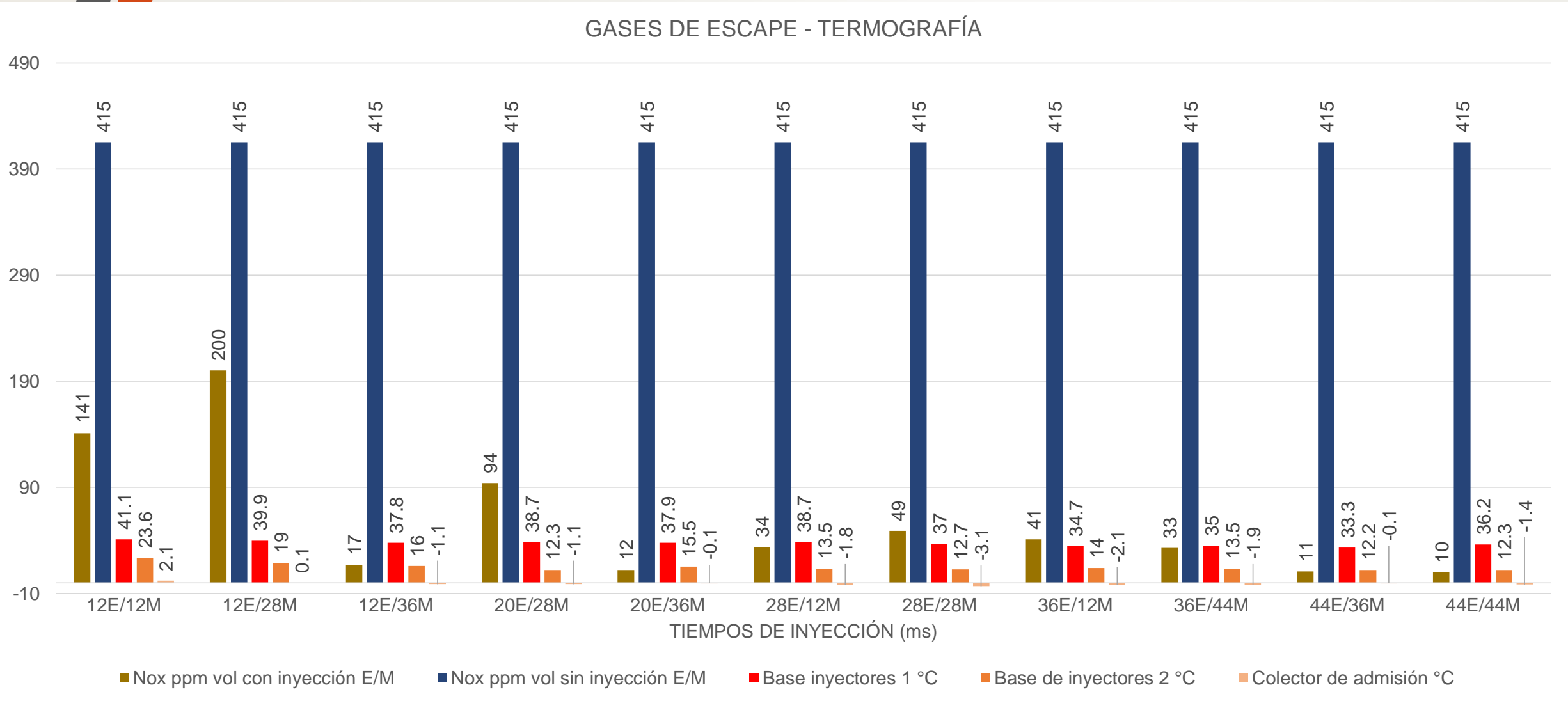
GASES DE ESCAPE-TERMOGRAFÍA



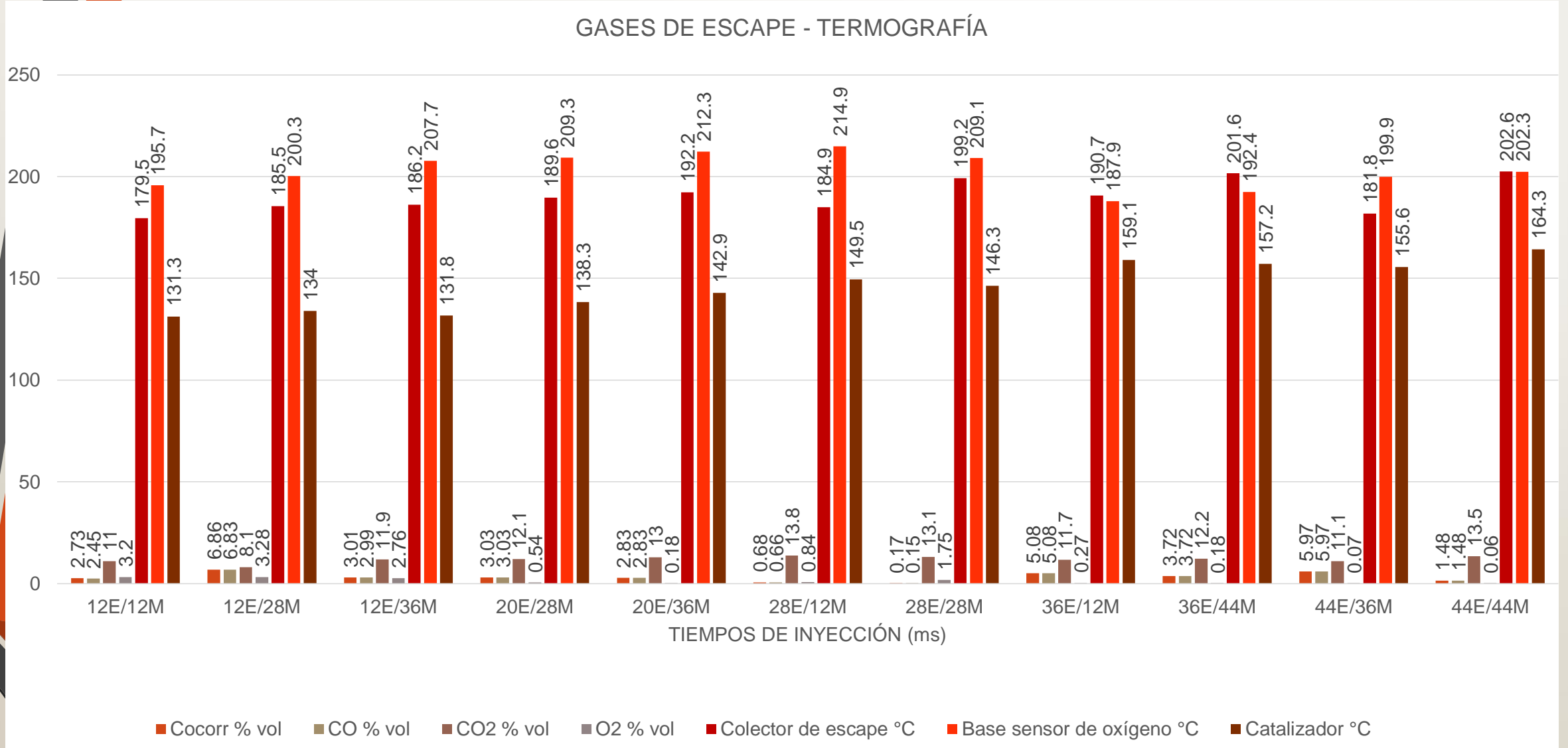
GASES DE ESCAPE - TERMOGRAFÍA



• Gases de escape - Termografía

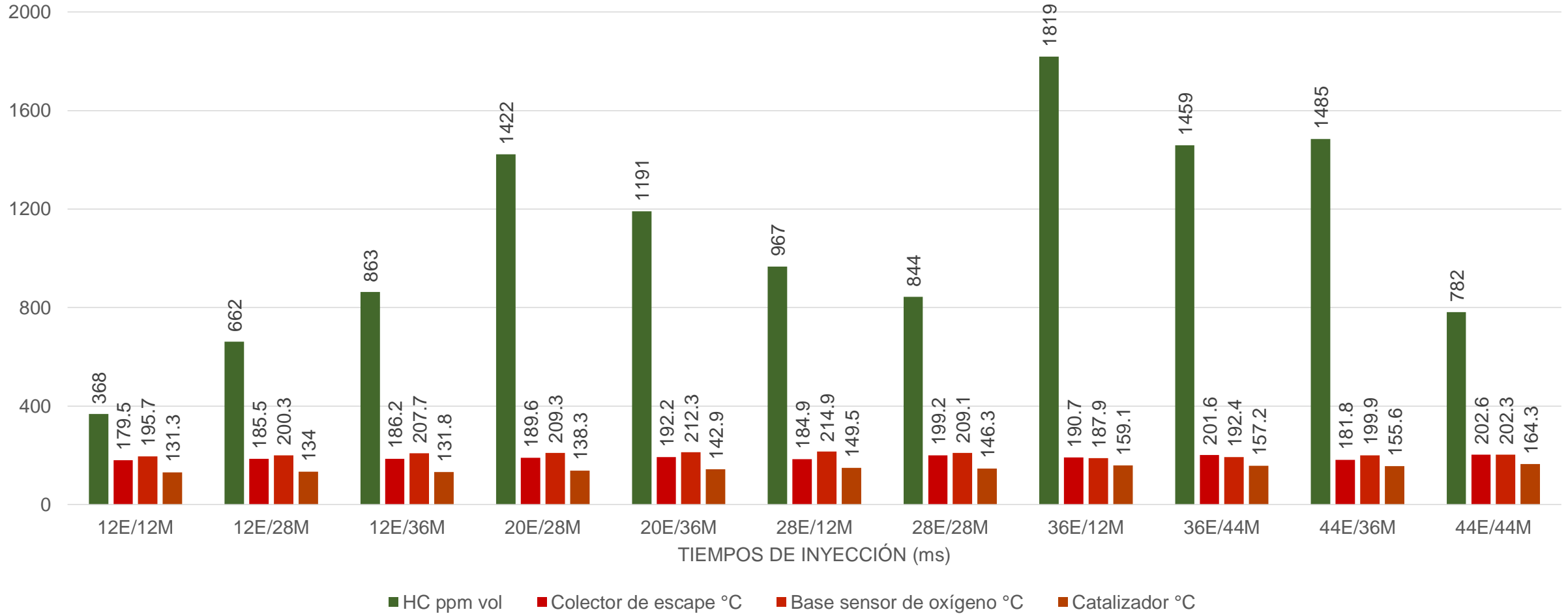


• Gases de escape - Termografía



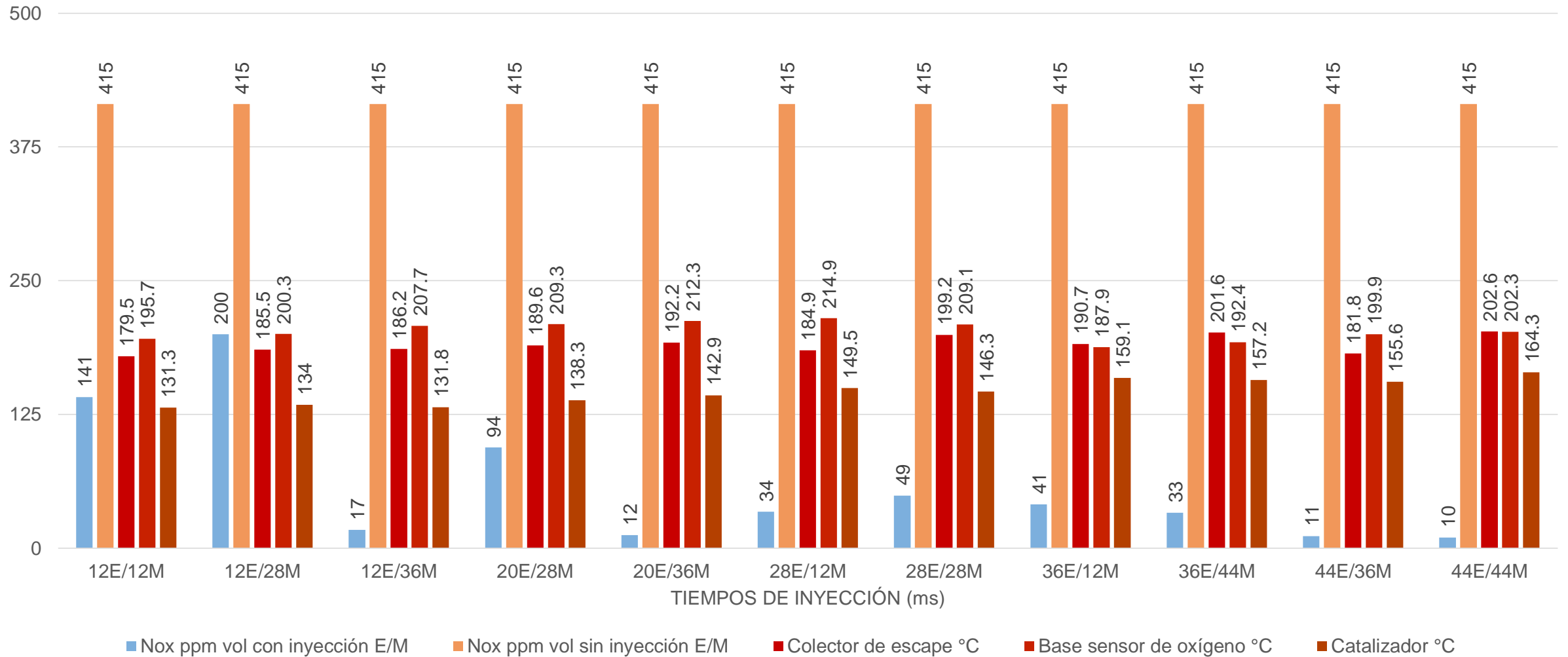
• Gases de escape - Termografía

GASES DE ESCAPE - TERMOGRAFÍA



• Gases de escape - Termografía

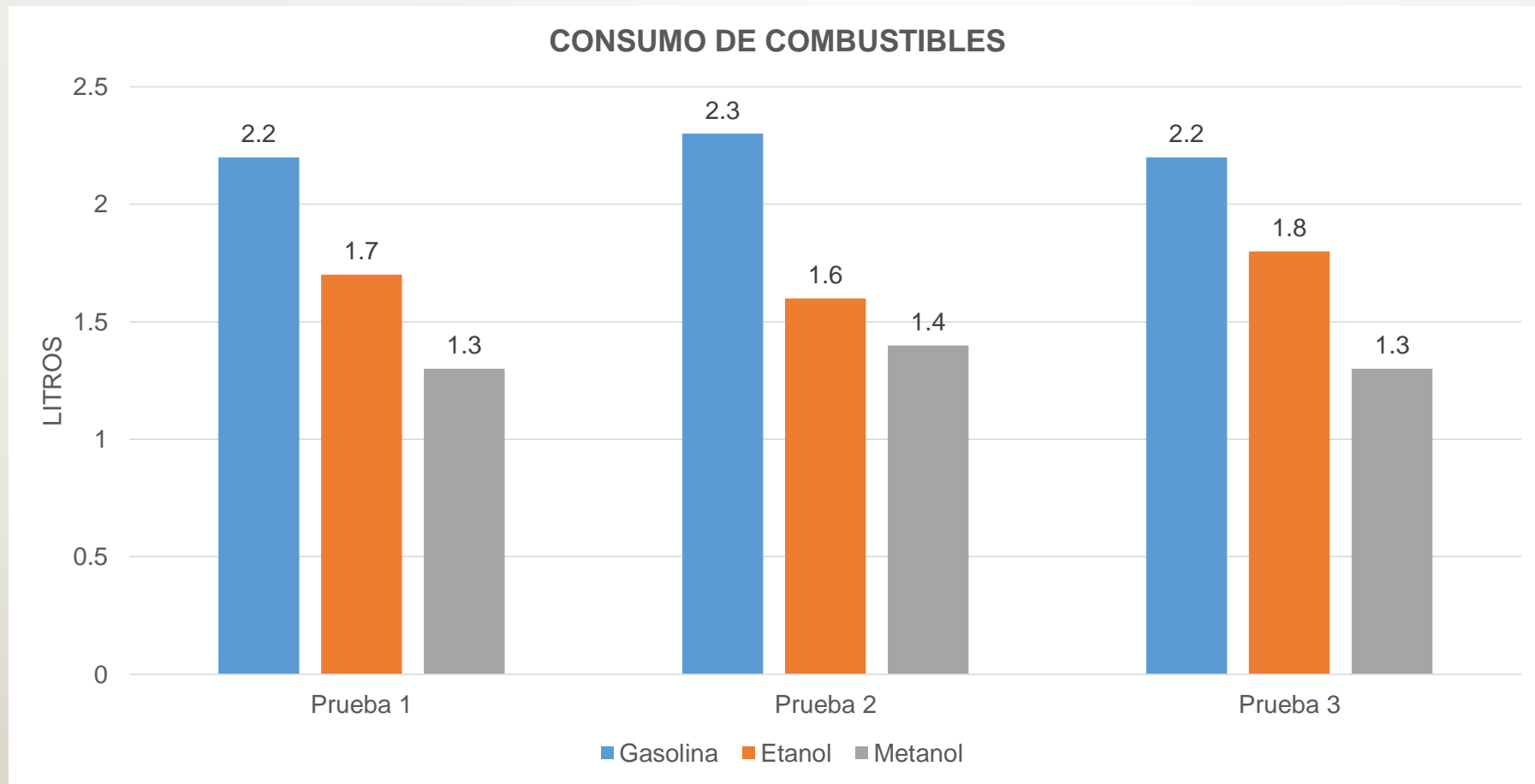
GASES DE ESCAPE - TERMOGRAFÍA



• Consumo de combustibles

PRUEBA DE COMSUMO DE COMBUSTIBLE EN CARRETERA					
SIN SISTEMA DE INYECCIÓN ETANOL/METANOL					
	DISTANCIA (Km)	CONSUMO (Lt)	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)	CONSUMO (L/100km)	CONSUMO (GL/100Km)
PRUEBA 1	27	2,4	75,2	8,889	2,348
PRUEBA 2	27	2,2	79,4	8,148	2,153
PRUEBA 3	27	2,3	76,6	8,519	2,251
PROMEDIO	27	2,3	77,067	8,519	2,251
CON EL SISTEMA DE INYECCIÓN DE ETANOL/METANOL					
	DISTANCIA (Km)	CONSUMO GASOLINA (Lt)	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)	CONSUMO ETANOL (Lt)	CONSUMO METANOL (Lt)
PRUEBA 1	27	2,2	87,6	1,7	1,3
PRUEBA 2	27	2,3	85,8	1,6	1,4
PRUEBA 3	27	2,2	86,7	1,8	1,3
PROMEDIO	27	2,233	86,700	1,7	1,333

• Consumo de combustibles



CONCLUSIONES

- Se recopiló información técnica y científica para diseñar un sistema de alimentación etanol-metanol verificando su funcionalidad.
- Utilizando las diferentes combinaciones de etanol y metanol antes del cuerpo de aceleración y a 4000 r.p.m., la base de inyectores 1 disminuyó su temperatura de 50,5°C hasta 23°C, la base de inyectores 2 disminuyó su temperatura de 41,1°C hasta 15,4°C, el colector de admisión redujo su temperatura de 42,2°C hasta 4,3°C.
- Utilizando las diferentes combinaciones de etanol y metanol después del cuerpo de aceleración y a 4000 r.p.m., el colector de escape disminuyó su temperatura de 291,4°C hasta 179,5°C, la base del sensor de oxígeno disminuyó su temperatura de 282,2°C hasta 192,4°C.

CONCLUSIONES

- Con los tiempos de inyección a 20 y 36 ms de etanol/metanol respectivamente antes del cuerpo de aceleración en 3000 r.p.m., el gas Hidrocarburo incrementa en 167 ppm de volumen, el gas Óxido de nitrógeno disminuye en 459 ppm de volumen y para la posición, después del cuerpo de aceleración, al inyectar 20 y 44 ms de etanol/metanol respectivamente en 3000 r.p.m., el gas Hidrocarburo incrementa en 870 ppm de volumen, el gas Óxido de nitrógeno disminuye en 361 ppm de volumen.

CONCLUSIONES

- La inyección de etanol/metanol al inyectarlo reduce la temperatura de combustión del motor generando una disminución de los gases Óxidos nitrosos hasta 95% de la cantidad que genera el vehículo sin el sistema de inyección de etanol/metanol.
- Al generar la inyección de etanol/metanol se incrementa la cantidad de combustible en la cámara de combustión del motor, generando el incremento de Hidrocarburos en los gases contaminantes.

RECOMENDACIONES

- El sistema de inyección electrónica se optimizaría al instalar el módulo de inyección etanol/metanol en un vehículo incorporado con diagnóstico a bordo OBD2 el cual permita determinar con exactitud la variación volumétrica de consumo de gasolina.
- Investigar un diseño el cual relacione el valor de los Hidrocarburos y Óxidos nitrosos para cumplir con los valores máximos permitidos dentro de las normas establecidas.

RECOMENDACIONES

- Diseñar un método de inyección en bajo régimen de giro del motor el cual permita desarrollar un Test Oficial con el analizador de gases.
- Investigar el desempeño del vehículo (torque y potencia) con el sistema de inyección etanol/metanol.
- Al momento de capturar las fotos con la cámara termográfica tener muy en cuenta el reflejo que produce con la luz del día, por lo tanto es necesario trabajar en este punto en un ambiente con poca luz.

**Los obstáculos son las cosas horribles
que ves al apartar los ojos de la meta**

Henry Ford