



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

TEMA: “ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE ADITIVOS DE FRACCIÓN LÍQUIDA EN COMBUSTIBLES EN EL PERFORMANCE DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA MEP - MEC”.

AUTORES: COYAGO ULCO LUIS GEOVANNY
FIERRO JARAMILLO ALEXIS ADRIAN

DIRECTOR: ING. LEÓNIDAS QUIROZ.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Objetivo General

- Analizar el potencial de residuos sólidos plásticos urbanos como materia prima para la obtención de combustibles alternos y su uso en motores de combustión interna.

Objetivos Específicos

Fundamentar teórica y científicamente mezclas de aditivos denominados petróleo ligero con hidrocarburos como el diésel y gasolina para mejorar sus prestaciones físicas y químicas.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

- Fundamentar teórica y científicamente el uso de aditivos para optimizar prestaciones de torque y potencia en MEP y MEC.
- Utilizar como aditivo combustible obtenido de pirolisis de residuos sólidos plásticos de polipropileno (PP) y poliestireno (PS) en mezclas con gasolina regular y diésel premium, para caracterizarlo físico – químicamente en proporciones del 5% al 20%.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Antecedentes

Posibilidad de obtener combustibles a partir de desechos plásticos

Mediante Pirolysis se puede obtener un crudo mediano con una densidad de 0.88 y una gravedad API de 22,76

Búsqueda de mejores combustibles o aditivos que permitan maximizar prestaciones mientras se mantienen niveles de consumo y emisiones

Con el paso de los años los estándares de calidad de los combustibles son más rigurosos

Incremento del parque automotor a nivel incrementa el uso de combustibles mientras se reducen las reservas de petróleo





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Planteamiento del Problema

Estrategias para mejorar el potencial energético de los combustibles en el país y reducir el impacto ambiental que crean estos compuestos, mediante aplicaciones energéticas en el automóvil.

Reducir el impacto ambiental mediante la obtención del combustible alternativo o aditivo para motores de combustión interna.

Obtención de combustible alternativo o aditivo ambientalmente amigable para los ecosistemas que disminuyen agentes contaminantes producidos por fuentes móviles "automotores"

Bajo efectos de desgaste en superficies metálicas de los componentes del motor de ciclo diésel, prolongando la vida útil del mismo, sin afectar a parámetros de torque, potencia y consumo de combustible.

Análisis de la incidencia de aditivos de fracción líquida en combustibles en el performance de motores de combustión interna MEP – MEC.

Baja calidad de combustibles en Ecuador y grandes cantidades de residuos plásticos en actividades humanas ha sido un problema ambiental que genera altos volúmenes de material contaminante con potencial energético.

Tiempos prolongados de degradación del polipropileno PP y poliestireno PS, el plástico en el medio ambiente se va fragmentando en diminutos pedazos que atraen y acumulan sustancias tóxicas. Estos fragmentos contaminan prácticamente todos los ecosistemas.

Diésel de baja calidad por su alto contenido de azufre, ocasiona que los automotores con motores de encendido por compresión generen gran cantidad de gases contaminantes a la atmósfera, reflejado en sus altos niveles de óxidos nitrosos y opacidad.

El combustible diésel con altos niveles de azufre, en la cámara de combustión de un motor, forman óxidos de azufre que reaccionan con el vapor de agua para formar el ácido sulfúrico y sulfuro de hidrógeno, que atacan químicamente las superficies de metal del motor, provocando desgaste y bajo índice de desempeño de torque y potencia.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Metas

- Determinar características físico-químicas de la mezcla de diésel Premium con fracción líquida de pirolisis de desechos plásticos de hidrocarburos en proporción de 5% al 20%
- Determinar características físico-químicas de la mezcla de gasolina extras con fracción líquida de pirolisis de desechos plásticos de hidrocarburos en proporción de 5% al 20%





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

- Determinar el potencial de a las mezclas con gasolina regular y diésel Premium en proporciones del 5% al 20%, en motores de combustión interna MEP – MEC en parámetros de torque, potencia, emisiones y opacidad.
- Controlar los límites de emisiones de óxidos nitrosos y opacidad en un 30% en motores de encendido por compresión.
- Disminuir los límites de emisiones de hidrocarburos no combustionados en un 70% en motores de encendido provocado.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Hipótesis

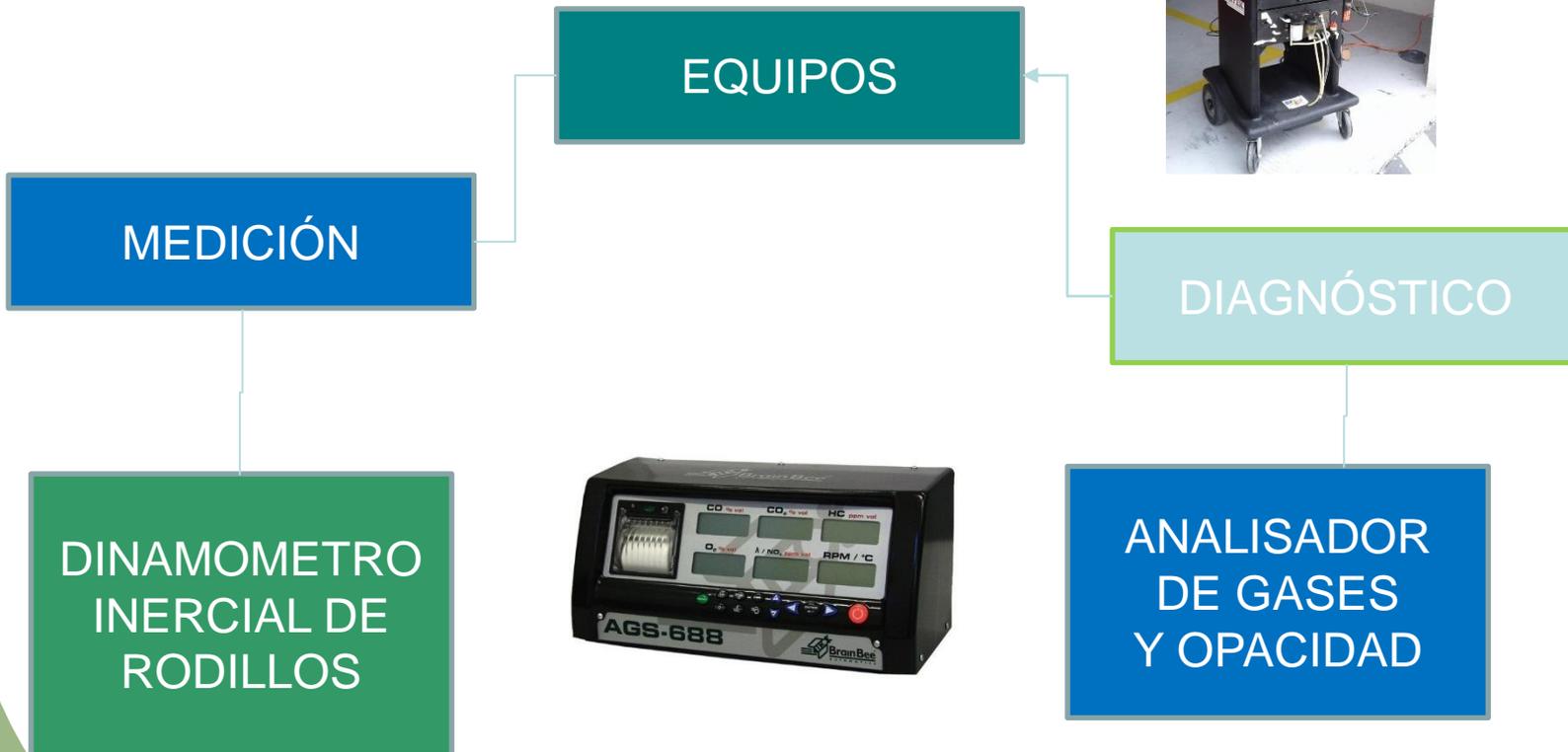
¿Las mezclas de gasolina regular y diésel Premium en proporciones del 5% al 20% con aditivos de fracción líquida controlará los límites de emisiones de óxidos nitrosos en motores de encendido por chispa y opacidad en un 30% en motores de encendido por compresión?





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



EQUIPOS

MEDICIÓN

DIAGNÓSTICO

DINAMOMETRO
INERCIAL DE
RODILLOS



ANALISADOR
DE GASES
Y OPACIDAD





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Aditivos

	DESEMPEÑO	ESPECIFICACION
GASOLINA	Detergentes Estabilizadores Antioxidantes Demulsificantes	Antioxidantes Mejorador de octanos Estabilizadores
DIESEL	Detergentes Antiespumantes Estabilizadores Antioxidantes Demulsificantes	Mejorador de Flujo en Frío Mejorador de CFPP Mejorador de Lubricidad Mejorador de Cetano Mejorador de Conductividad





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Combustible

- **Diésel**

Mezcla de hidrocarburos que se obtiene de la destilación fraccionada del petróleo a una temperatura entre 250°C y 350°C a presión atmosférica.

Gasolina

Combinación de varios hidrocarburos líquidos, volátiles e inflamables, es decir, compuestos orgánicos formados solo por carbono





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

GASOLINA

Octanaje.

Método RON (Research Octane Number)

MON

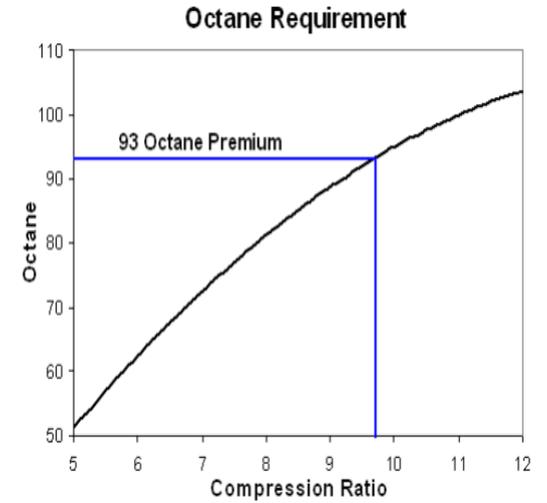


Figura 3 Diagrama Octano - Relación de Compresión

$$\text{Indice Antidetonante} = \frac{\text{RON} + \text{MON}}{2}$$





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Destilación Fraccionada de Petróleo

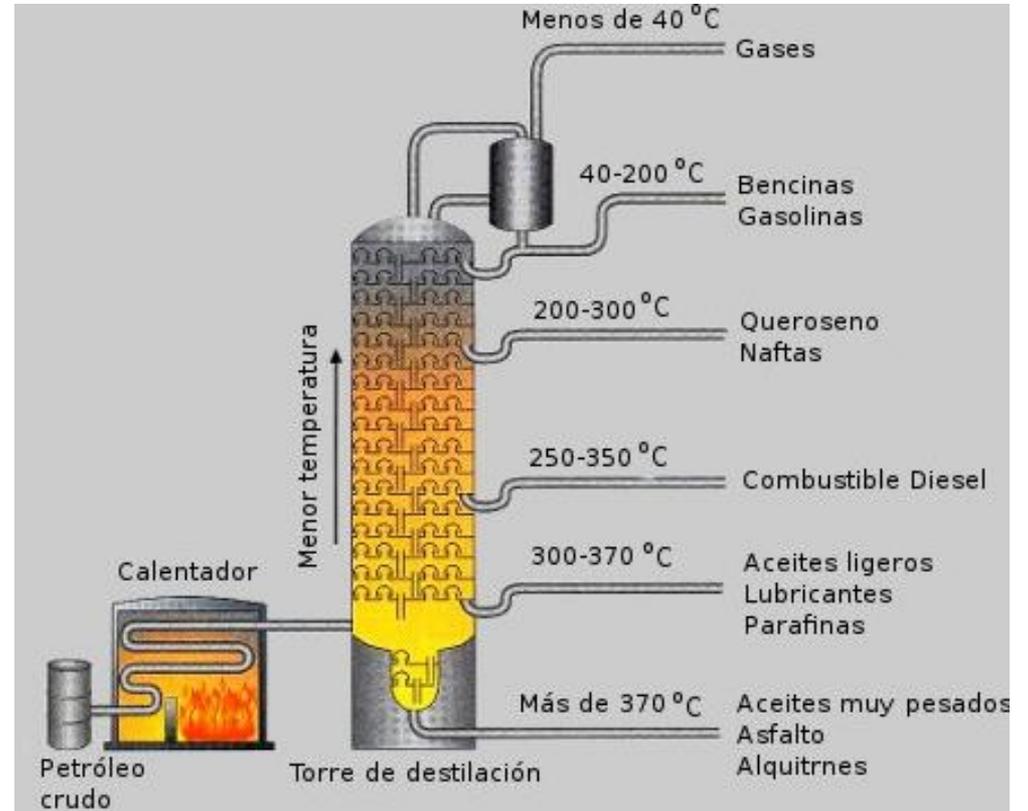


Figura 1 proceso de destilación





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Rango de Destilación

Determina el rango de temperatura inicial y final de ebullición de la gasolina, el rango en el Ecuador va desde los 70°C a los 220°C y está relacionado con la presión de vapor de Reid.

Este valor es importante ya que la vaporización de la gasolina puede producirse debido al calentamiento del vehículo debido a condiciones climatológicas en conjunción con aumento de temperatura debido a las condiciones de trabajo del motor, un bajo punto de ebullición a elevadas temperaturas.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

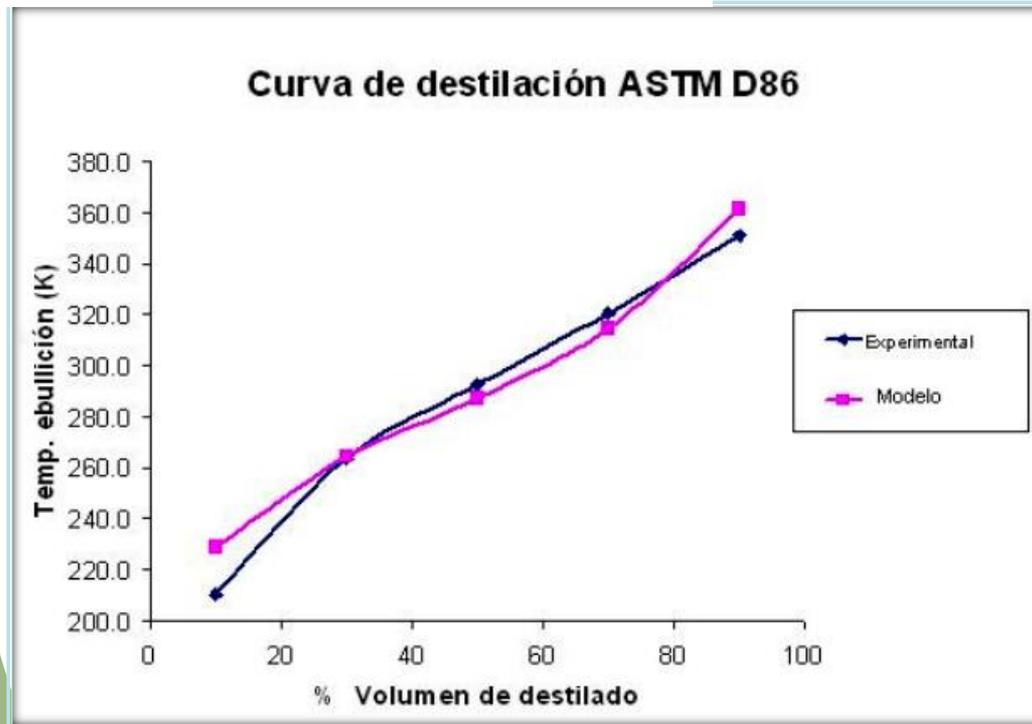


Figura 2 Curva de Destilación

Determina el rango de temperatura inicial y final de ebullición de la gasolina, el rango en el Ecuador va desde los 70°C a los 220°C y está relacionado con la presión de vapor de Reid.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Contenido de Azufre

El azufre contenido en la gasolina, deteriora la vida útil de los convertidores catalíticos de tres vías y con ello, impide la consecución de la garantía de vida útil exigida por las autoridades ambientales a nivel internacional

Contenido de Oxígeno

A partir de la reducción y posterior eliminación del TEP (Tetraetilo de Plomo) en la formulación y preparación de gasolinas

Está establecido que la gasolina es una mezcla compleja de hidrocarburos que al momento de quemarse genera emisión de gases contaminantes a la atmosfera.



Tabla 1 Comparación de los resultados de caracterización con los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 935:2016

Requisito	Unidades	Mezcla de Combustible	Gasolina 87 Octanos		Gasolina 92 Octanos		Gasolina 93 Octanos	
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Octanaje (RON)	---	76,9	87	---	92	---	93	---
Presión de Vapor de Reid	kPa	38	---	60	---	60	---	62
Densidad relativa	kg/m3	759,3	---	---	---	---	---	---
Contenido de Gomas	mg/100mL	2,38	---	3	---	4	---	4

Índice de Sensibilidad	Numero de Octano RON	Numero de Octano MON	Índice Antidetonante
7	76,9	69,9	73,4
8	76,9	68,9	72,9
9	76,9	67,9	72,4
10	76,9	66,9	71,9
11	76,9	65,9	71,4
12	76,9	64,9	70,9



Tabla 2 Comparación de los resultados con los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 1489:2016

Ensayo	Unidades	Valor	Diésel No. 1		Diésel No. 2		Diésel Premium		Norma/Método
			mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	
Punto de Inflamación copa cerrada	°C	67	40	---	51	---	51	---	ASTM D93-20
Contenido de cenizas	%	<0,01	---	0,01	---	0,01	---	0,01	ASTM D482
Viscosidad Cinemática a 40°C	mm ² /s	3,875	1,3	2,4	2	5	2	5	ASTM D445
Contenido de Azufre	mg/Kg	81,5	---	300	---	700	---	50	ASTM D294-16e1
Índice de Cetano	---	50,5	No aplica		45	---	45	---	INEN 1495
Temperatura de destilación	°C	IBP	170,5	---	---	---	---	---	ASTM D86
		10%	213,3	---	---	---	---	---	
		50%	272	---	---	---	---	---	
		90%	343,7	---	288	---	360	---	
Densidad relativa 15,6°C	kg/m ³	0,8	---	---	---	---	---	---	ASTM D1298-12b
Residuo de carbón sobre 10% de residuo de destilación	%	0,09	---	0,1	---	0,1	---	0,1	ASTM D4530



Tabla 3 Caracterización de la gasolina

Combustible	Concentración de Aditivo (%)	Volumen Total Mezcla Caracterización (ml)	Volumen Combustible (ml)	Volumen Aditivo (ml)
Gasolina	5	1000	950	50
	10	1000	900	100
	15	1000	850	150
	20	1000	800	200
Diésel	5	1000	950	50
	10	1000	900	100
	15	1000	850	150
	20	1000	800	200
		Volumen Gasolina	3500	500
		Volumen Diésel	3500	500
				1000



Resultados de la caracterización - Mezcla de aditivo con gasolina extra

Tabla 4 Informe de Análís LACBAL

Ensayo	Unidades	Valor	Norma/Método
Temperatura Ambiente	°C	20	Ambiente
Humedad Relativa	%	40	Ambiente
Presión Atmosférica	kPa	72,9	Ambiente
Octanaje	RON	76,9	ASTM D-2699
Presión de Vapor de Reid	kPa	38	ASTM D-323
Densidad relativa	kg/m ³	759,3	ASTM D-1298-12b
Contenido de Gomas	mg/100mL	2,38	ASTM D-381



Comparación de los resultados con los requisitos establecidos en la norma NTE

INEN 935:2016

Tabla 5 Comparación de Análisis LACBAL con la Norma NTE INEN 935:2016

Requisito	Unidades	Mezcla de Combustible	Gasolina 87 Octanos		Gasolina 92 Octanos		Gasolina 93 Octanos	
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Octanaje (RON)	---	76,9	87	---	92	---	93	---
Presión de Vapor de Reid	kPa	38	---	60	---	60	---	62
Densidad relativa	kg/m ³	759,3	---	---	---	---	---	---
Contenido de Gomas	mg/100mL	2,38	---	3	---	4	---	4



Tabla 6 Comparación de los resultados con los requisitos establecidos en la norma NTE INEN

1489:2016

Ensayo	Unidades	Valor	Diésel No. 1		Diésel No. 2		Diésel Premium		Norma/Método
			mín	máx	mín	máx	mín	máx.	
			
Punto de Inflamación copa cerrada	°C	67	40	---	51	---	51	---	ASTM D93-20
Contenido de cenizas	%	<0,01	---	0,01	---	0,01	---	0,01	ASTM D482
Viscosidad Cinemática a 40°C	mm ² /s	3,875	1,3	2,4	2	5	2	5	ASTM D445



Contenido de Azufre	mg/Kg	81,5	---	300	---	700	---	50	ASTM D294-16e1
Índice de Cetano	---	50,5	No aplica	45	---	45	---	---	INEN 1495
Temperatura de destilación	°C	IBP	170,5	---	---	---	---	---	ASTM D86
		10%	213,3	---	---	---	---	---	
		50%	272	---	---	---	---	---	
		90%	343,7	---	288	---	360	---	
Densidad relativa 15,6°C	kg/m3	0,8	---	---	---	---	---	---	ASTM D1298-12b
Residuo de carbón sobre 10% de residuo de destilación	%	0,09	---	0,1	---	0,1	---	0,1	ASTM D4530
Densidad relativa 15,6°C	kg/m3	0,8	---	---	---	---	---	---	ASTM D1298-12b
Residuo de carbón sobre 10% de residuo de destilación	%	0,09	---	0,1	---	0,1	---	0,1	ASTM D4530



Mezcla de aditivo con Diésel Premium

El informe de análisis de resultados emitido por el LACBAL

Tabla 7 Mezclas de aditivo en proporciones con Diesel Premium

Ensayo	Unidades	Valor	Norma/Método
Temperatura	°C	19	Ambiente
Humedad Relativa	%	49,3	Ambiente
Presión	kPa	72,8	Ambiente
Punto de Inflamación copa cerrada	°C	67	ASTM D93-20
Contenido de cenizas	%	<0,01	ASTM D482
Viscosidad Cinemática a 40°C	mm ² /s	3,875	ASTM D445
Contenido de Azufre	mg/Kg	81,5	ASTM D294-16e1
Índice de Cetano	---	50,5	INEN 1495



Emisiones

Se consideró el uso de 5 litros de mezcla para la realización de las pruebas de emisiones

Tabla 8 *Concentración de combustible para las pruebas de Emisiones*

Combustible	Concentración de Aditivo (%)	Volumen Total Mezcla Caracterización (ml)	Volumen Combustible (ml)	Volumen Aditivo (ml)
Gasolina	0	5000	5000	0
	5	5000	4750	250
	10	5000	4500	500
	15	5000	4250	750
	20	5000	4000	1000
Diésel	0	5000	5000	0
	5	5000	4750	250
	10	5000	4500	500
	15	5000	4250	750
	20	5000	4000	1000
		Volumen Gasolina	22500	2500
		Volumen Diésel	22500	2500
			Volumen de Aditivo	5000



Tabla 9 Ficha Técnica Vehículo de prueba 1

Modelo	Luv D-Max C/S 4x2 T/M
Numero de Motor	C24SE31025614
Numero de Chasis	8LBETF2D380005
Chasis	379
Placa	PBB9598
Motor	
Posición	Delantera
Cilindrada	2400 c.c
Potencia Máxima	124 HP
Torque Máximo	2000 N*m
Tipo	4 cilindros DOHC 16V
Relación de Compresión	9.6:1
Neumáticos	225/70/R15
Tracción	Trasera
Tipo de Transmisión	Manual

Modelo	Pregio
Numero de Motor	JT633658
Numero de Chasis	8L0TS7325DE012322
Placa	PAA8430
Motor	
Posición	Delantera
Cilindrada	3000 c.c
Potencia Máxima	86 CV
Torque Máximo	185Nm
Tipo	4 cilindros DOHC 16V
Relación de Compresión	14:1
Neumáticos	195/80/R14
Tracción	Trasera
Tipo de Transmisión	Manual

Tabla 10 Ficha técnica vehículo de prueba 2



Mantenimiento

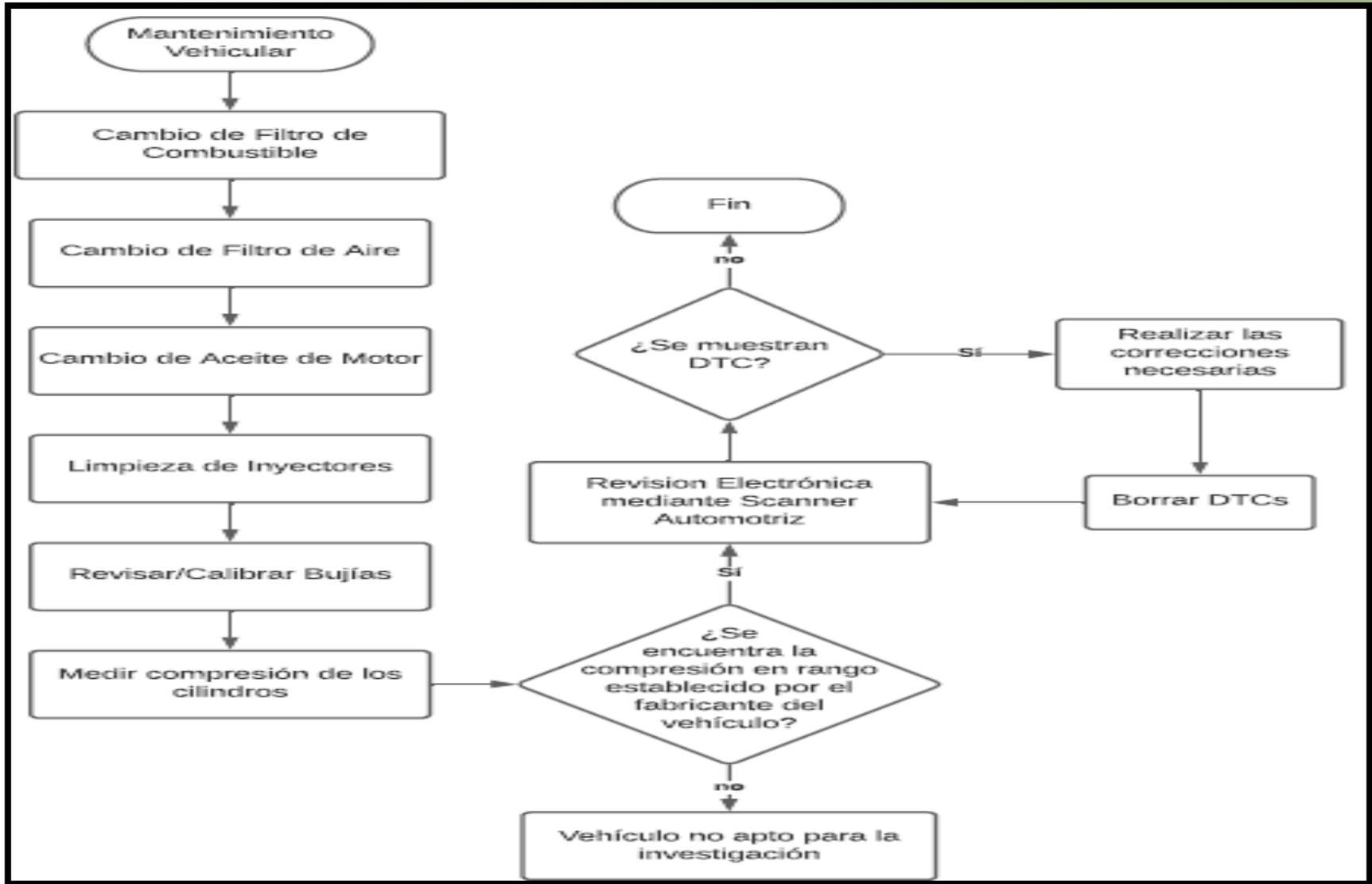
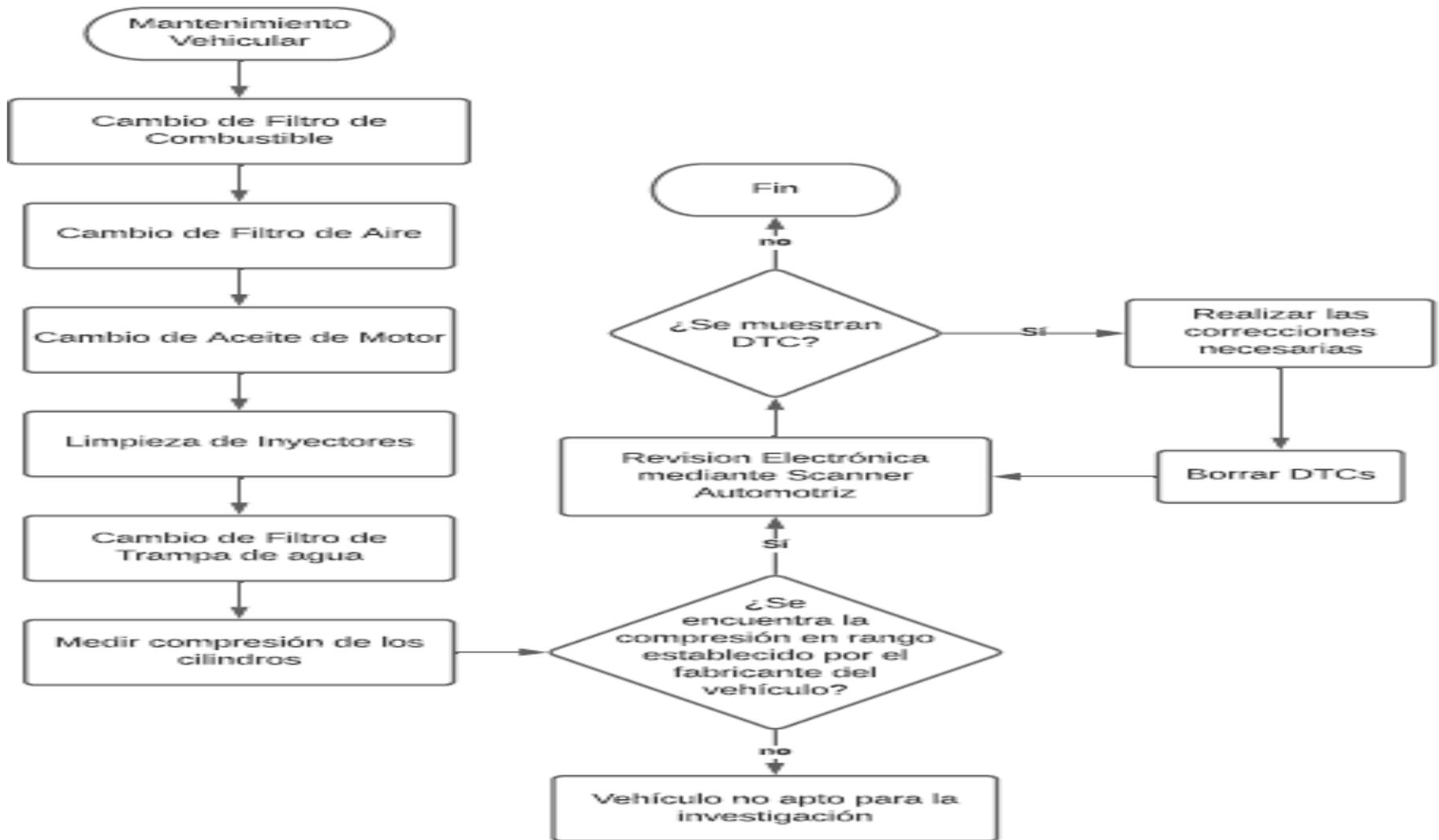


Figura 3 Mantenimiento vehículo de prueba 1



Figura 4 Diagrama de mantenimiento vehículo de prueba 2





CONSTRUCCION Y ADAPATCION DEL TANQUE AUXILIAR DE COMBUSTIBLE PARA LAS PRUEBA EN EL DINAMOMETRO



Manguera de retorno de combustible

Manguera de alimentacion de combustible



PREPARACION DEL VEHICULO EN EL BANCO DINAMOMÉTRICO



Figura 6 colocación de las ruedas de tracción sobre el rodillo del banco del dinamómetro



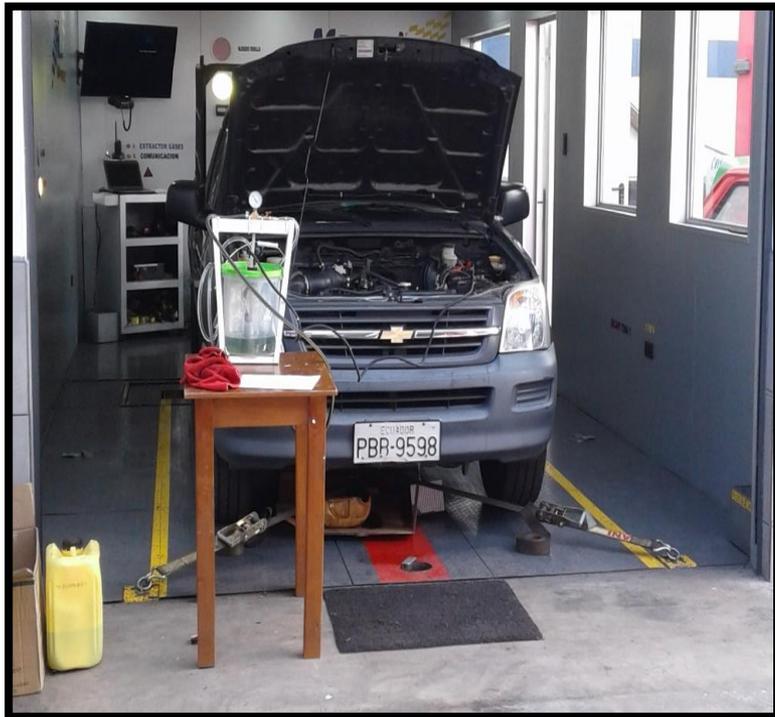
*Figura 7 anclaje de la camioneta previo
alas pruebas de torque y potencia*



PRUEBAS DE TORQUE Y POTENCIA

Torque $T = F * d$

Potencia $P = M * w$



Las pruebas de torque y potencia se basaron en la normativa SAE 1349



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



ADAPATCION
DEL TANQUE
AUXILIAR DE
COMBUSTIBLE
DIESEL



RESULTADOS BANCO DINAMOMÉTRICO

Datos del Ensayo



Fecha	03/08/2021 15:33:34		
Nombre	LUV D-MAX CON ADITIVO		
Orden	ENSAYO 1		
Cliente	LUIS COYAGO	Localidad	QUITO
Dirección	CALLE LOS FRESNOS N55-140 Y CALLE DE LOS GUAYACANES 170514 QUITO, ECUADOR	Teléfono	0994983502
Responsable	ING. DIEGO REDIN		
Motor	C24SE31025614	Modelo	LUV D-MAX C/S 4X2
		Número	PBB-9598

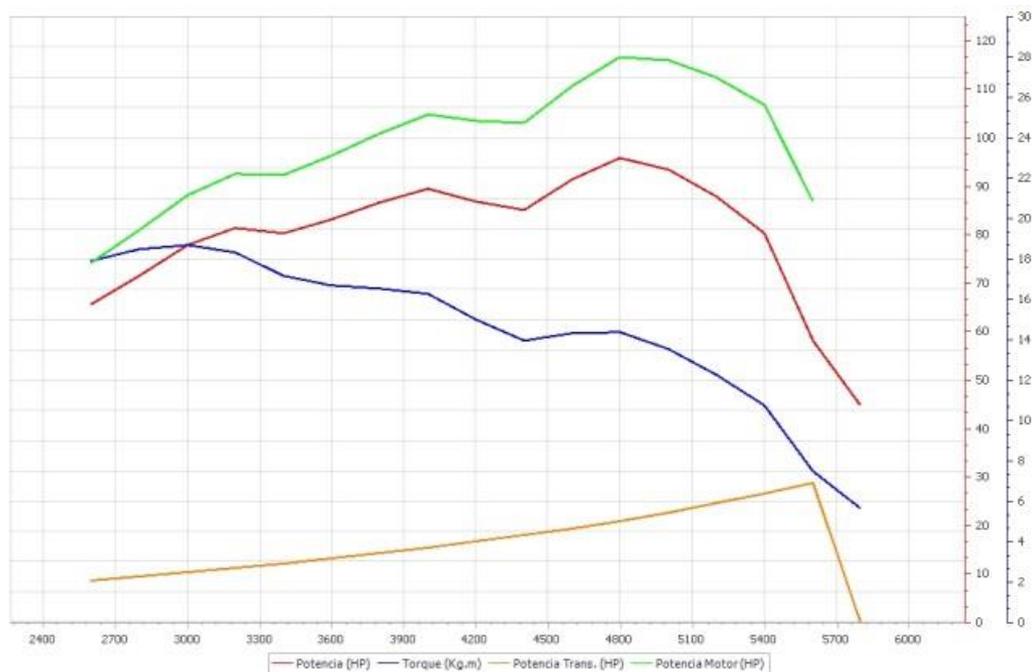


Figura 9 resultados obtenidos

Ensayo1	Variable			
	D-MAX CON ADITIVO			
RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia Trans. (HP)	Torque (Kg.m)
2600	66	74,1	8,6	17,9
2800	72	80,9	9,4	18,5
3000	78	88,1	10,2	18,7
3200	81	92,6	11,2	18,3
3400	80	92,4	12,2	17,1
3600	83	96,4	13,2	16,7
3800	87	100,9	14,3	16,5
4000	90	104,9	15,4	16,3
4200	87	103,6	16,7	15,0
4400	85	103,0	18,0	14,0
4600	91	110,7	19,4	14,3
4800	96	116,7	20,9	14,4
5000	93	116,0	22,6	13,5
5200	88	112,5	24,5	12,3
5400	85	106,7	26,5	10,7
5600	58	86,9	28,7	7,5
5800	45	44,7	0,0	5,6
Promedio	61	79,4	18,4	7,9



PRUEBAS DE OPACIDAD

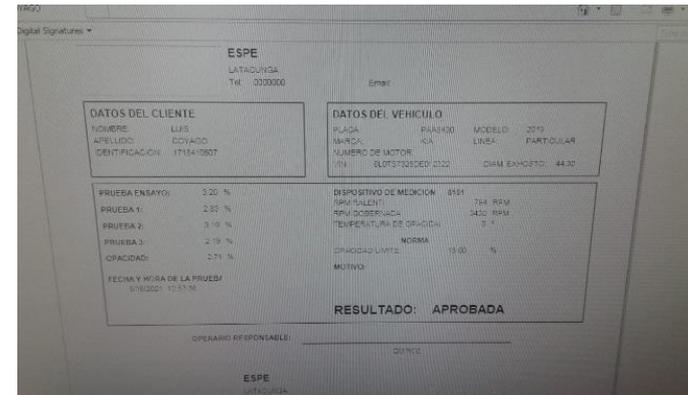
Equipo



Figura 10 maquina para medir la opacidad

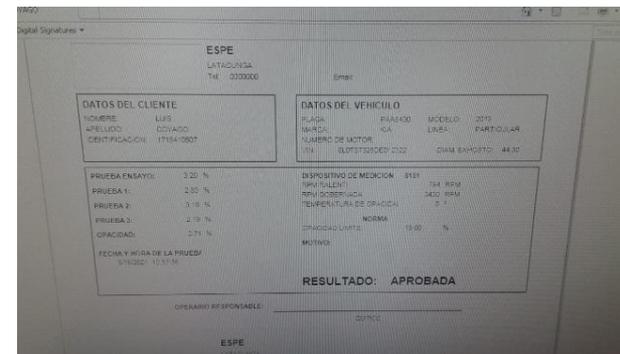


Figura 11 sonda



Norma

Para la realización de los ensayos de opacidad se utilizo las directrices de la norma NTE INEN 2202:2013



MESCLA DE DIESEL PREMIUN MAS ADITIVO



Resultados

	SIN ADITIVO							CON ADITIVO 20%							CON ADITIVO 15%							CON ADITIVO 10%							CON ADITIVO 5%						
	RPM Ralent i	RPM Gober nada	Prueb a de Ensay o	Prueb a 1	Prueb a 2	Prueb a 3	Opaci dad	RPM Ralent i	RPM Gober nada	Prueb a Ensay o (%)	Prueb a 1 (%)	Prueb a 2 (%)	Prueb a 3 (%)	Opaci dad (%)	RPM Ralent i	RPM Gober nada	Prueb a Ensay o (%)	Prueb a 1 (%)	Prueb a 2 (%)	Prueb a 3 (%)	Opaci dad (%)	RPM Ralent i	RPM Gober nada	Prueb a Ensay o (%)	Prueb a 1 (%)	Prueb a 2 (%)	Prueb a 3 (%)	Opaci dad (%)	RPM Ralent i	RPM Gober nada	Prueb a Ensay o (%)	Prueb a 1 (%)	Prueb a 2 (%)	Prueb a 3 (%)	Opaci dad (%)
1	776	3497	13.47	5.62	7.27	5.08	5.99	783	3479	2.24	1.94	2.77	2.27	2.33	786	3494	12.81	5.40	7.01	4.91	5.77	790	3493	3.41	2.32	3.24	2.56	2.71	794	3499	11.77	5.06	6.59	4.65	5.43
2	807	3538	4.12	4.91	4.47	5.44	4.94	809	3549	3.19	0.20	0.42	0.47	0.36	814	3550	4.07	4.63	4.23	5.15	4.67	818	3555	3.29	0.69	0.84	0.99	0.84	822	3558	3.98	4.20	3.86	4.69	4.25
3	766	3522	2.42	4.96	3.7	4.46	4.37	802	3322	1.35	0.55	0.02	0.02	0.20	790	3428	2.36	4.70	3.48	4.20	4.13	802	3381	1.46	1.01	0.40	0.48	0.63	802	3411	2.26	4.29	3.14	3.79	3.74
4	834	3519	7.03	5.31	5	4.06	4.79	803	3512	4.66	3.27	2.75	2.01	2.68	825	3522	6.89	5.19	4.87	3.94	4.67	820	3523	4.91	3.48	2.99	2.22	2.90	828	3528	6.67	5.00	4.66	3.75	4.47
5	764	3283	7.8	3.51	3.81	3.02	3.45	808	3492	5.92	1.99	1.76	3.32	2.36	792	3394	7.69	3.42	3.69	3.04	3.38	806	3449	6.12	2.15	1.97	3.29	2.47	805	3427	7.51	3.28	3.50	3.07	3.28
6	772	3456	2.44	4.58	3.58	3.87	4.01	814	3575	4.75	2.14	3.52	3.47	3.04	799	3522	2.58	4.44	3.58	3.85	3.95	813	3554	4.51	2.40	3.53	3.51	3.14	812	3544	2.79	4.21	3.57	3.81	3.86
7	736	3307	7.01	5.02	5.16	4.29	4.82	796	3599	2.77	2.97	3	3.3	3.09	772	3459	6.76	4.90	5.03	4.23	4.72	790	3535	3.21	3.18	3.23	3.40	3.27	787	3503	6.37	4.71	4.83	4.14	4.56

	SIN ADITIVO							CON ADITIVO 20%							CON ADITIVO 15%							CON ADITIVO 10%							CON ADITIVO 5%						
	RPM Ralent i	RPM Gober nada	Prueb a de Ensay o	Prueb a 1	Prueb a 2	Prueb a 3	Opaci dad	RPM Ralent i	RPM Gober nada	Prueb a Ensay o (%)	Prueb a 1 (%)	Prueb a 2 (%)	Prueb a 3 (%)	Opaci dad (%)	RPM Ralent i	RPM Gober nada	Prueb a Ensay o (%)	Prueb a 1 (%)	Prueb a 2 (%)	Prueb a 3 (%)	Opaci dad (%)	RPM Ralent i	RPM Gober nada	Prueb a Ensay o (%)	Prueb a 1 (%)	Prueb a 2 (%)	Prueb a 3 (%)	Opaci dad (%)	RPM Ralent i	RPM Gober nada	Prueb a Ensay o (%)	Prueb a 1 (%)	Prueb a 2 (%)	Prueb a 3 (%)	Opaci dad (%)
1	780	3539	7.03	6.94	6.54	6.24	6.57	812	3551	1.29	2.01	1.85	2.09	1.98	802	3551	6.69	6.65	6.26	6.00	6.30	813	3557	1.89	2.53	2.34	2.52	2.46	814	3560	6.16	6.19	5.83	5.61	5.88
2	777	3619	4	6.64	7.61	5.89	6.71	806	3532	5.23	3.82	3.97	5.1	4.3	798	3582	4.07	6.47	7.40	5.84	6.57	808	3563	5.10	4.11	4.35	5.18	4.55	809	3578	4.19	6.21	7.06	5.77	6.35
3	762	3505	2.49	4.26	5.66	5.29	5.07	829	3587	3.23	2.48	2.17	3.28	2.64	802	3552	2.53	4.16	5.45	5.17	4.93	821	3576	3.15	2.67	2.53	3.49	2.90	817	3570	2.60	3.99	5.13	4.98	4.70
4	821	3512	4.23	5.12	4.88	4.62	4.76	834	3597	1.36	4.2	3.86	2.12	3.39	834	3561	4.06	5.07	4.82	4.47	4.79	840	3585	1.66	4.30	3.97	2.38	3.55	843	3579	3.79	4.98	4.73	4.24	4.65
5	768	3482	5.87	3.43	3.82	3.05	4.31	799	3516	1.68	1.25	1.03	1.55	1.28	790	3505	5.62	3.30	3.66	2.96	3.31	800	3517	2.12	1.48	1.32	1.71	1.50	801	3517	5.23	3.10	3.40	2.82	3.11
6	756	3467	2.53	4.85	3.85	3.78	4.1	796	3527	1.06	2.67	2.85	2.87	2.8	782	3503	2.44	4.72	3.79	3.73	4.08	795	3521	1.21	2.90	2.95	2.97	2.94	795	3518	2.31	4.52	3.70	3.64	3.95
7	763	3554	7.1	5.2	5.61	4.92	4.28	817	3639	3.48	5.01	3.29	3.13	3.81	796	3603	6.89	5.19	5.47	4.81	5.16	813	3627	3.86	5.03	3.53	3.32	3.96	810	3621	6.55	5.17	5.26	4.66	5.03

Accesorios Encendidos

	SIN ADITIVO							CON ADITIVO 20%							CON ADITIVO 15%							CON ADITIVO 10%							CON ADITIVO 5%						
	RPM Ralent i	RPM Gober nada	Prueb a de Ensay o	Prueb a 1	Prueb a 2	Prueb a 3	Opaci dad	RPM Ralent i	RPM Gober nada	Prueb a Ensay o (%)	Prueb a 1 (%)	Prueb a 2 (%)	Prueb a 3 (%)	Opaci dad (%)	RPM Ralent i	RPM Gober nada	Prueb a Ensay o (%)	Prueb a 1 (%)	Prueb a 2 (%)	Prueb a 3 (%)	Opaci dad (%)	RPM Ralent i	RPM Gober nada	Prueb a Ensay o (%)	Prueb a 1 (%)	Prueb a 2 (%)	Prueb a 3 (%)	Opaci dad (%)	RPM Ralent i	RPM Gober nada	Prueb a Ensay o (%)	Prueb a 1 (%)	Prueb a 2 (%)	Prueb a 3 (%)	Opaci dad (%)
1	684	1746	3.74	2.25	3.92	7.1	4.42	769	1884	1.73	5.49	5.08	4.45	5.01	733	1821	3.62	2.44	3.99	6.94	4.46	757	1859	1.94	5.15	4.96	4.73	4.95	751	1846	3.43	2.74	4.10	6.70	4.51
2	707	1844	7.15	5.68	5.23	6.45	5.79	751	1834	3.62	3.76	4.02	3.54	3.77	735	1845	6.94	5.57	5.16	6.28	5.67	749	1846	3.99	3.96	4.15	3.84	3.98	748	1851	6.61	5.39	5.05	6.01	5.48
3	733	1880	6.16	6.13	9.04	7.38	7.52	755	1836	3.32	4.13	4.82	3.52	4.16	750	1864	5.99	6.01	8.79	7.15	7.32	759	1856	3.62	4.34	5.26	3.92	4.51	760	1866	5.73	5.83	8.40	6.79	7.01
4	680	1828	5.75	5.55	5.33	5.97	5.62	734	1825	5.46	3.39	4.82	4.77	4.33	713	1833	5.73	5.42	5.30	5.90	5.54	730	1835	5.49	3.62	4.87	4.90	4.46	727	1840	5.71	5.22	5.25	5.79	5.42
5	694	1851	8.75	3.98	6.57	6.68	5.74	735	1811	3.74	3.77	5.09	2.98	3.95	721	1837	8.46	3.97	6.48	6.46	5.64	734	1830	4.26	3.79	5.24	3.37	4.13	733	1840	7.99	3.95	6.35	6.12	5.47
6	669	1822	6.79	5.2	5.91	6.26	5.79	718	1876	5.41	5.43	5.52	5.52	5.49	700	1855	6.71	5.21	5.89	6.22	5.77	715	1872	5.55	5.41	5.56	5.80	5.52	713	1869	6.58	5.23	5.85	6.15	5.74
7	692	1870	4.66	6.47	5.62	5.87	5.99	742	1868	4.81	4.76	4.77	1.16	3.56	723	1875	4.67	6.37	5.57	5.59	5.84	739	1878	4.79	4.94	4.86	1.65	3.82	737	1882	4.68	6.21	5.49	5.16	5.62



PRUEBAS DE EMISIONES CON ADITIVO Y SIN ADITIVO

Equipo



Figura 12 maquina de emisiones

TEST OFICIAL - RESULTADOS DE LA PRUEBA			
RPM	: 730	RPM	: 2430
TEMP. MOTOR	: 87	TEMP. MOTOR	: 87
CO	: 0.01	CO	: 0.06
CO ₂	: 15.2	CO ₂	: 15.4
HC	: 21	HC	: 27
O ₂	: 1.60	O ₂	: 0.32
LAMBDA	: 1.073	LAMBDA	: 1.012
RESULTADO DEL TEST : APROBADO SIN FALTAS			
EXAMINADOR : LEONIDAS QUIROZ			

Norma

- Se utilizo los lineamientos establecidos en la normativa NTE INEN 2203:2000



Resultados

HC (ppm Vol) CO(%Vol)

		SIN ADITIVO		CON ADITIVO				SIN ADITIVO		CON ADITIVO	
				20	15	10	5			20	15
	Rpm (1/min)	HC (ppm Vol)	CO (%Vol)	CO (%Vol)	CO (%Vol)	CO (%Vol)					
1	1000	200	25	185	218	205	1.8	0.01	1.35		
2	1008	204	45	191	220	209	1.9	0.02	1.43		
3	1000	207	35	193	225	212	1.8	0.03	1.36		
1	2000	245	25	227	267	251	1.11	0.01	0.84		
2	2008	246	33	228	268	252	1.14	0.01	0.86		
3	2008	241	23	223	263	247	1.04	0.01	0.78		
1	3050	266	50	248	288	272	1.99	0.01	1.50		
2	3000	269	43	250	292	276	1.98	0.01	1.49		
3	3017	263	63	246	283	269	1.78	0.01	1.34		
1	4171	280	80	263	300	286	2.94	0.04	2.22		
2	4104	287	90	271	307	293	3.04	0.04	2.29		
3	4004	279	101	264	297	284	2.98	0.06	2.25		
1	5100	301	41	279	327	309	3.05	0.02	2.29		
2	5000	311	47	289	338	319	3.15	0.03	2.37		
3	5009	341	37	316	372	350	3.75	0.04	2.82		



CO2(%Vol)

SIN ADITIVO	CON ADITIVO			
	20	15	10	5
CO2 (%Vol)	CO2 (%Vol)	CO2 (%Vol)	CO2 (%Vol)	CO2 (%Vol)
12.1	15.6	12.3	12.1	12.7
12.2	15.2	12.4	12.2	12.7
12.1	15.2	12.3	12.1	12.6
11.9	15.6	12.1	11.9	12.5
11.7	14.6	11.9	11.7	12.2
11.6	14.9	11.8	11.6	12.1
11.1	14.9	11.3	11.1	11.7
11.2	15.1	11.4	11.2	11.8
11.4	14.7	11.6	11.4	11.9
10.7	14.7	11.0	10.7	11.3
10.4	14.7	10.7	10.4	11.1
10.8	14.4	11.0	10.8	11.4
10.2	15.6	10.5	10.2	11.1
10.0	15.5	10.3	10.0	10.9
9.9	15.1	10.2	9.9	10.7



NO (ppm Vol) Cocorr(%Vol)

SIN ADITIVO	CON ADITIVO				SIN ADITIVO	CON ADITIVO			
	20	15	10	5		20	15	10	5
NO (ppm Vol)	Cocorr (%Vol)								
43	120	42	43	44	0.71	0.01	0.68	0.65	0.61
47	45	45	43	45	0.83	0.01	0.80	0.76	0.71
41	41	41	41	41	0.80	0.01	0.77	0.73	0.69
65	60	61	56	60	1.01	0.01	0.97	0.92	0.87
66	65	65	64	65	1.07	0.01	1.03	0.97	0.92
69	85	82	99	84	0.99	0.01	0.95	0.90	0.85
89	88	88	87	88	1.61	0.02	1.54	1.47	1.38
91	95	94	99	95	1.66	0.01	1.59	1.51	1.42
93	90	91	87	90	1.46	0.01	1.40	1.33	1.25
105	110	109	114	110	2.01	0.04	1.93	1.83	1.73
109	130	127	149	129	2.07	0.08	1.99	1.89	1.79
112	134	130	154	133	2.01	0.07	1.93	1.83	1.73
142	137	138	133	137	2.82	0.02	2.70	2.57	2.42
152	150	150	148	150	2.92	0.03	2.80	2.66	2.51
172	170	170	168	170	2.99	0.01	2.87	2.72	2.56



Lambda

SIN ADITIVO	CON ADITIVO			
	20	15	10	5
Lambda (-)	Lambda (-)	Lambda (-)	Lambda (-)	Lambda (-)
0.907	1.007	0.901	0.896	0.891
0.904	1.007	0.898	0.893	0.888
0.901	1.006	0.895	0.889	0.884
0.910	1.006	0.905	0.899	0.895
0.919	1.006	0.914	0.909	0.905
0.923	1.006	0.918	0.914	0.910
0.913	1.023	0.907	0.901	0.896
0.911	1.063	0.903	0.894	0.887
0.941	1.023	0.936	0.932	0.928
0.966	1.066	0.960	0.955	0.950
0.946	1.096	0.938	0.929	0.922
0.986	1.1	0.980	0.973	0.968
0.975	1.005	0.973	0.972	0.970
0.966	1.001	0.964	0.962	0.960
0.966	1.011	0.964	0.961	0.959



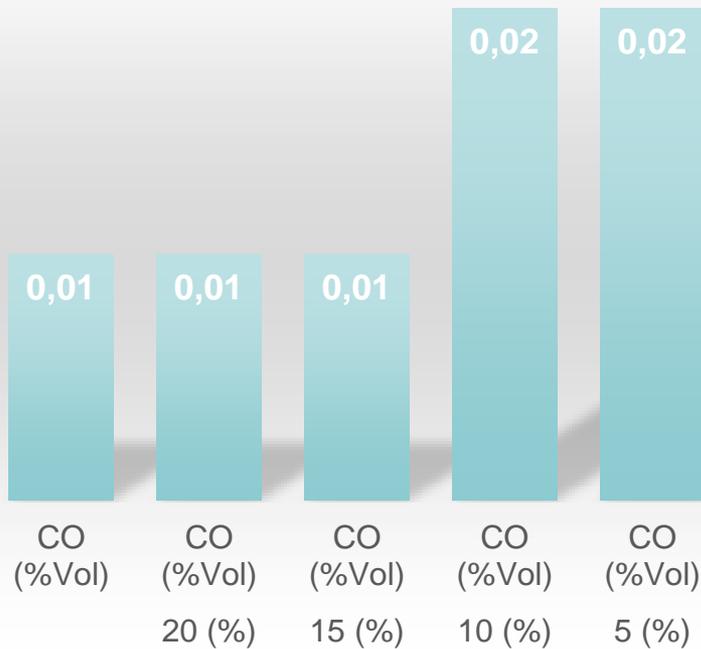
ANÁLISI DE RESULTADOS



Figura 13 resultados de CO con aditivo y sin aditivo

Ralentí

Promedio CO



Promedio CO

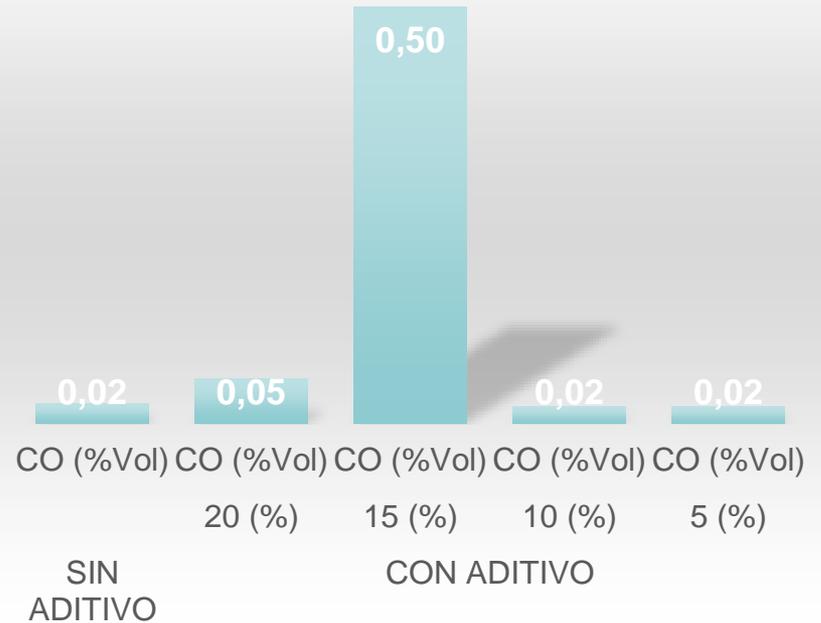
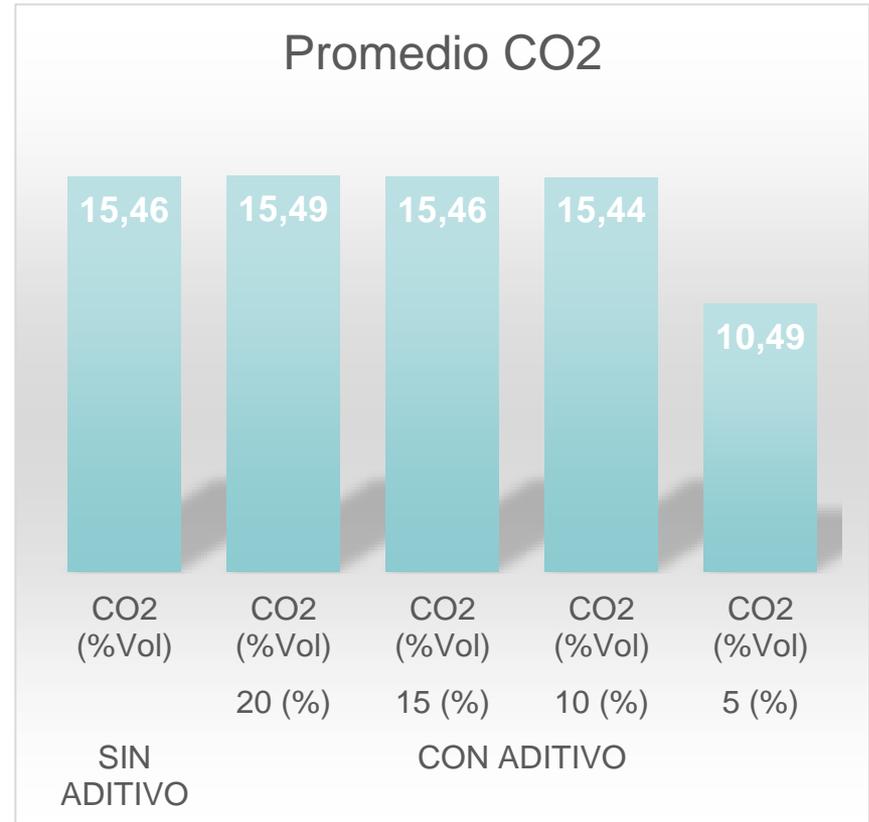
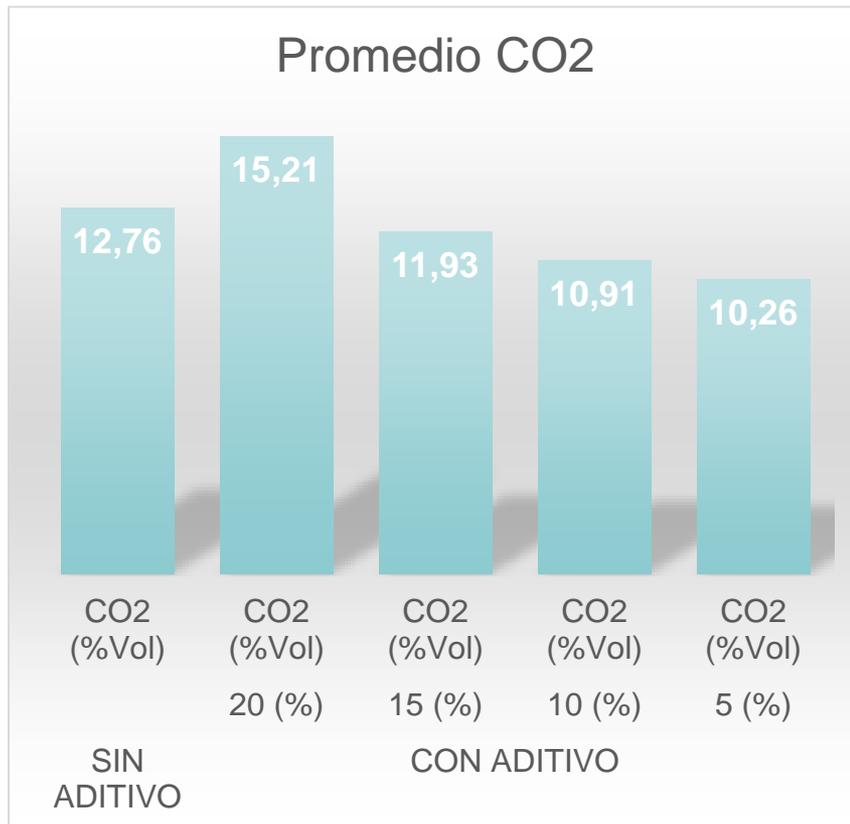


Figura 14 resultados de CO con aditivo y sin aditivo

2000 – 2500 RPM

Ralentí



2000 – 2500 RPM

Figura 15 resultados de O2 con aditivo y sin aditivo

Ralentí

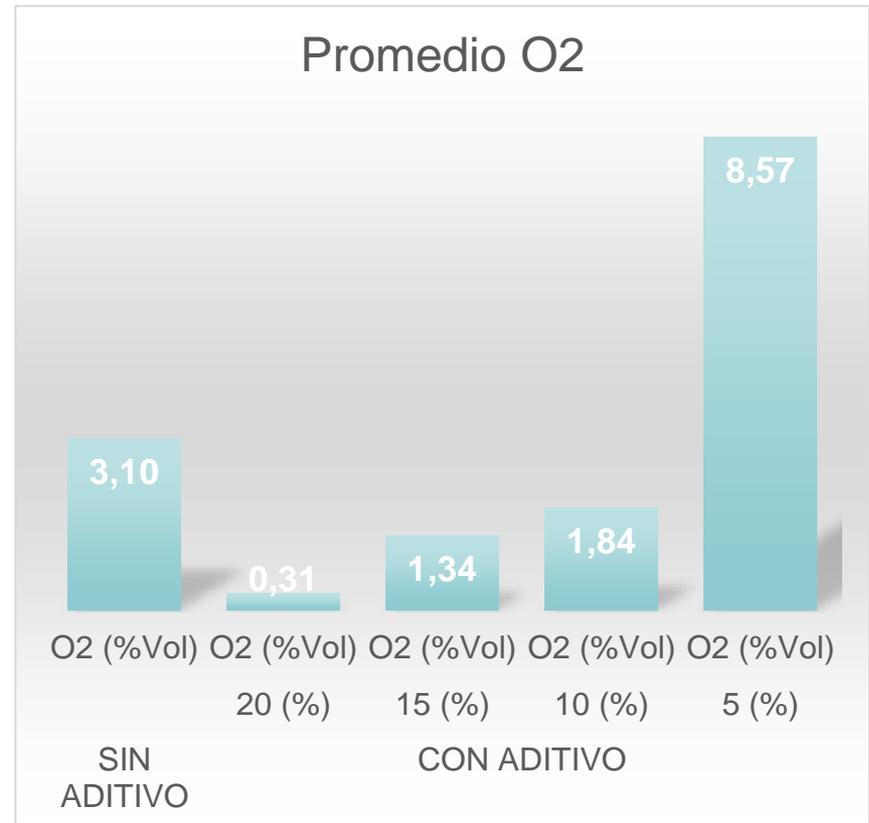
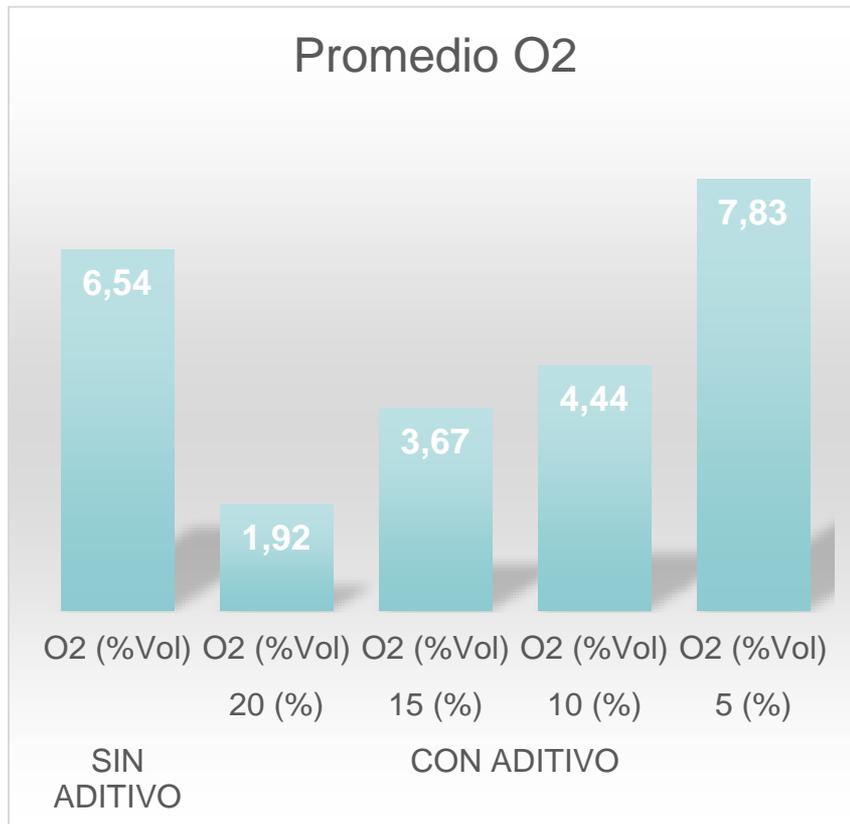


Figura 16 resultados de HC con aditivo y sin aditivo

2000 – 2500 RPM

Ralentí

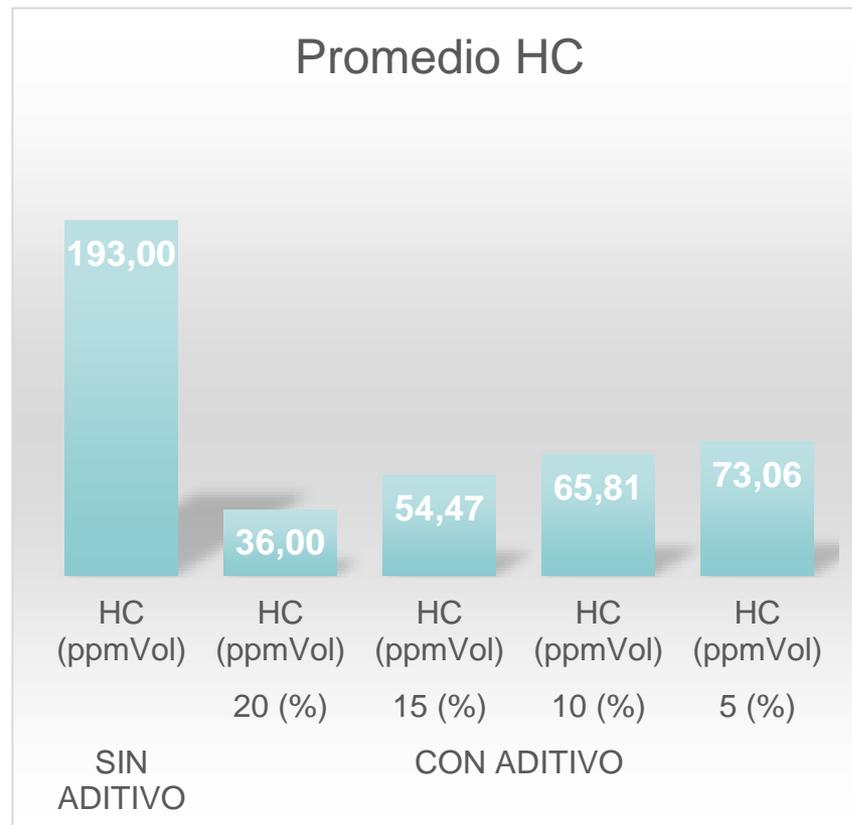
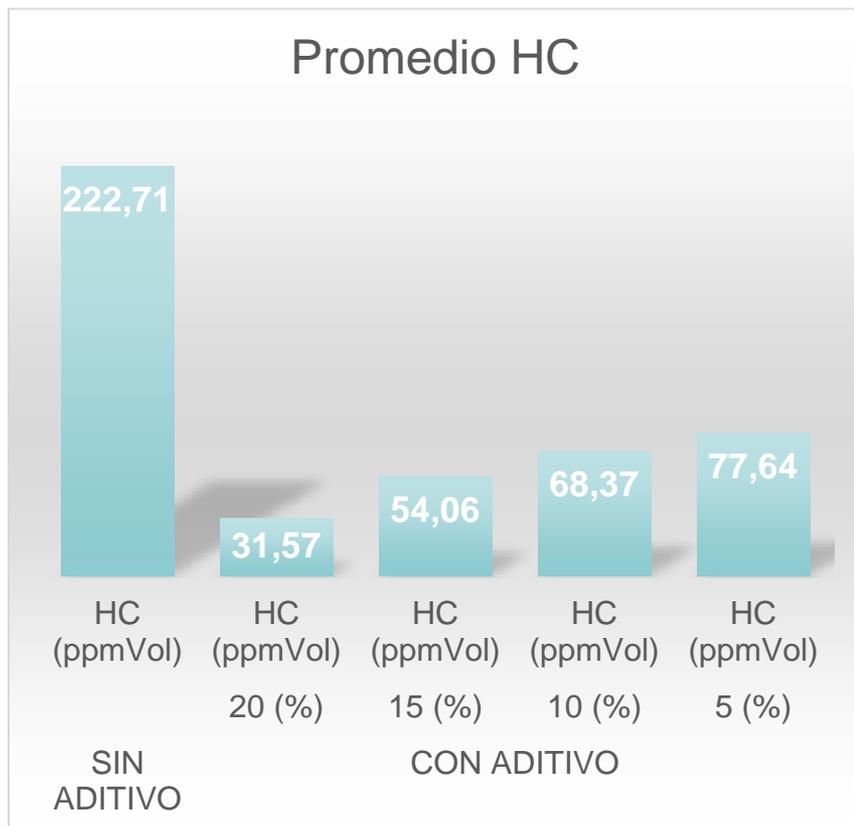


Figura 18 resultados de Lambda con aditivo y sin aditivo

2000 – 2500 RPM

Ralentí



Luego de realizar la tabulación de los datos y realizar el promedio de los 7 ensayos en relación de emisión de hidrocarburos

Promedio HC (ppm Vol)	RPM	SIN ADITIVO	CON ADITIVO			
			20 (%)	15 (%)	10 (%)	5 (%)
1000 RPM	204	35	190	221	20	
2000 RPM	244	27	226	266	9	
3000 RPM	266	52	248	288	25	
4000 RPM	282	90	266	301	0	
5000 RPM	318	42	295	346	27	
					2	
					28	
					8	
					32	
					6	

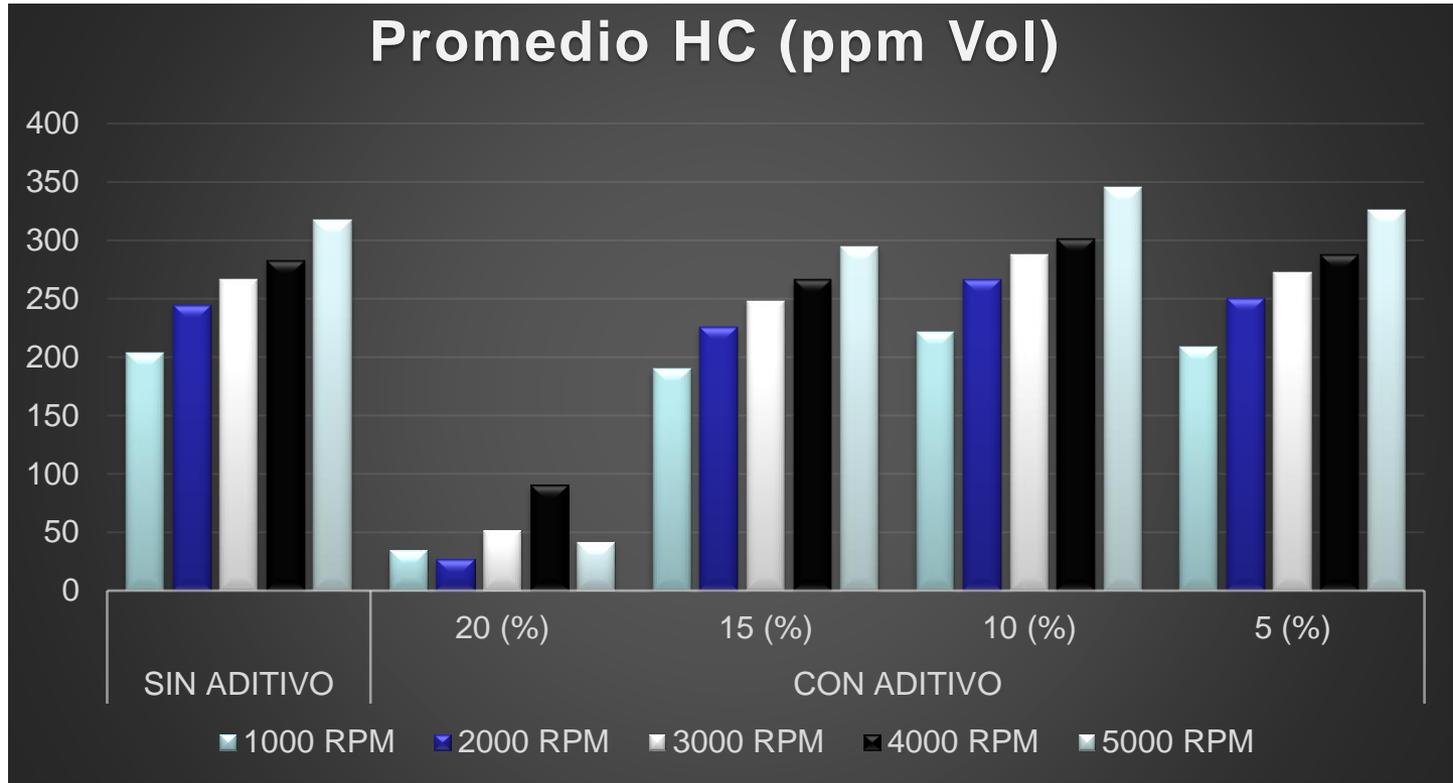




ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Figura 19 Hidrocarburos no Combustionados





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Promedio CO (% Vol)

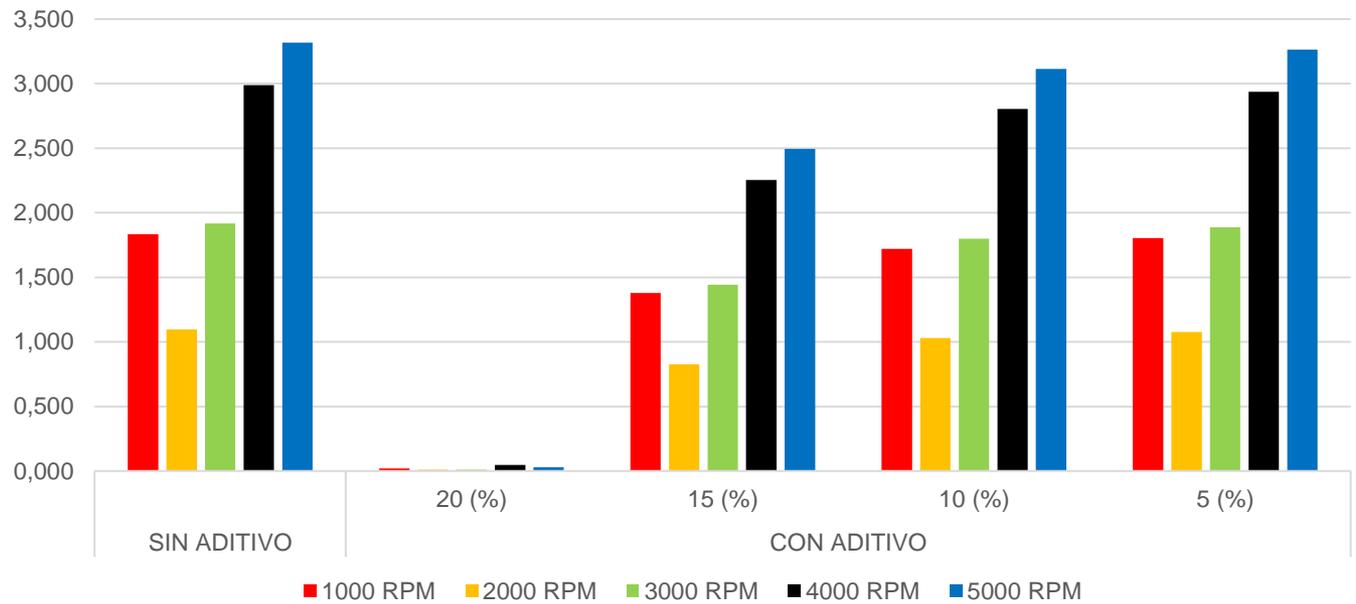


Figura 20 promedio de CO(%Vol)





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Promedio CO2 (% Vol)

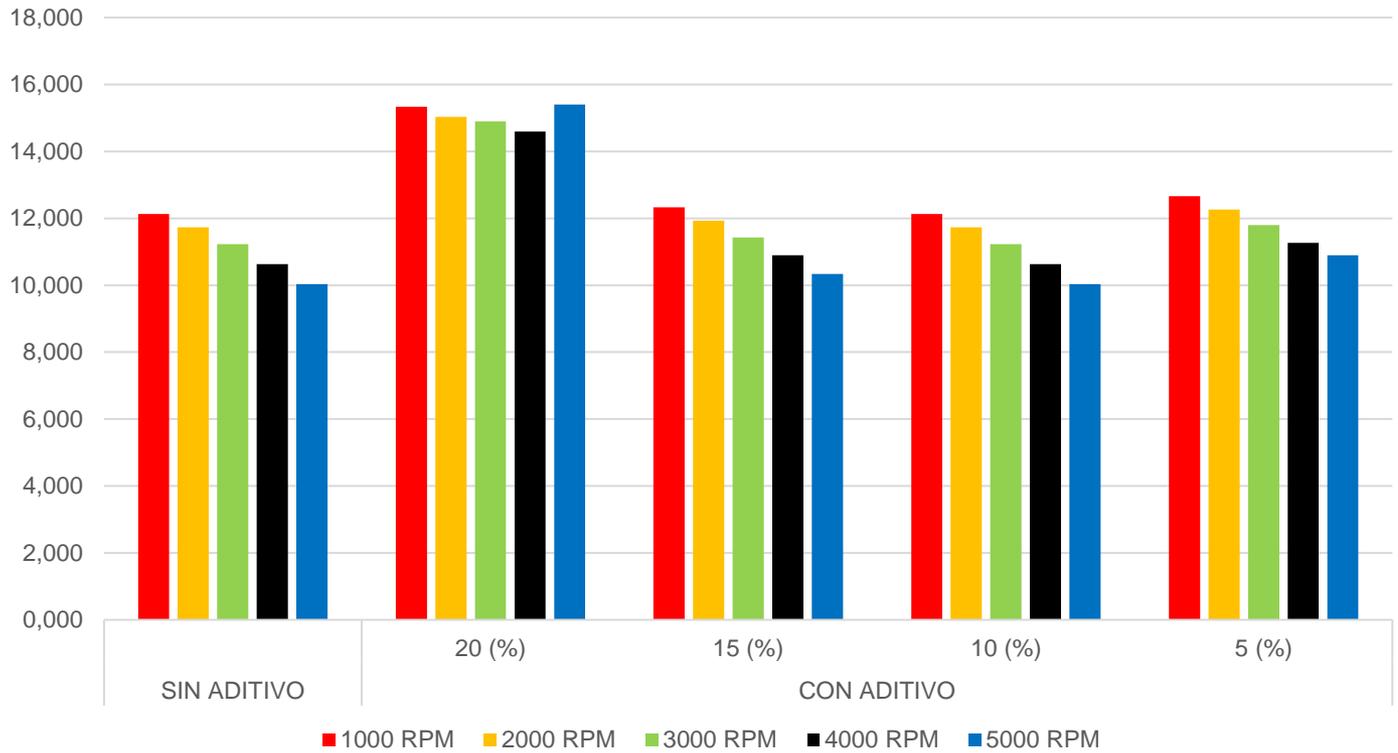


Figura 21 promedio de CO2 (%Vol)





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Promedio O₂ (% Vol)

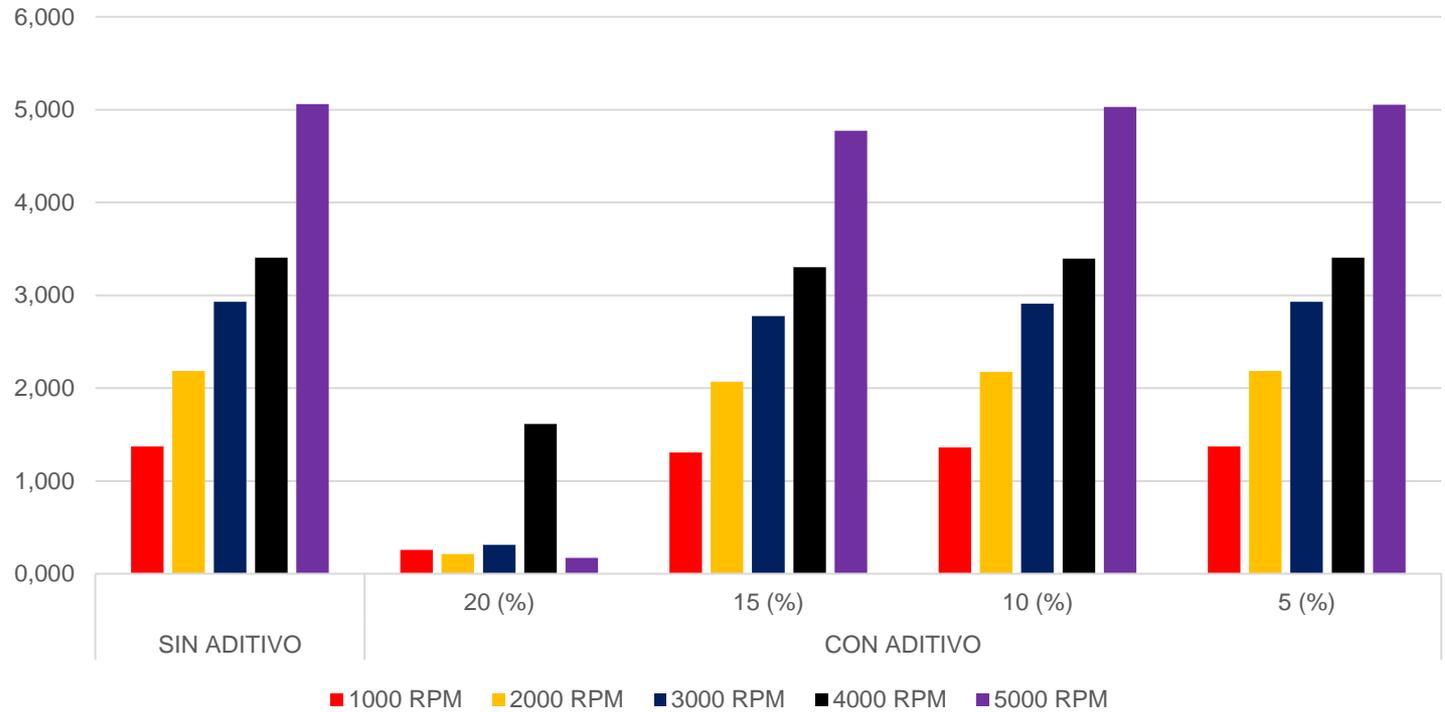


Figura 22 promedio de O₂(%Vol)





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Promedio NO (% Vol)

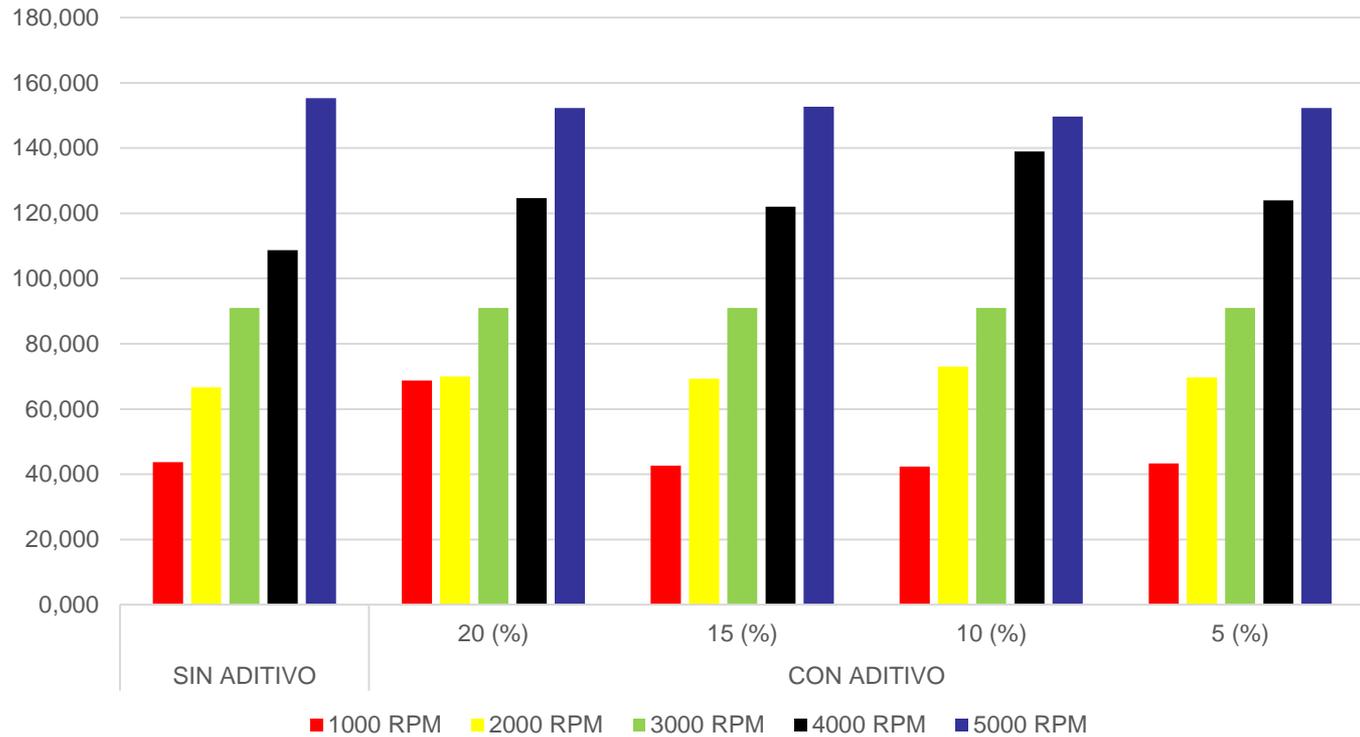


Figura 23 promedio de NO(%Vol)





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Promedio CO Corr (% Vol)

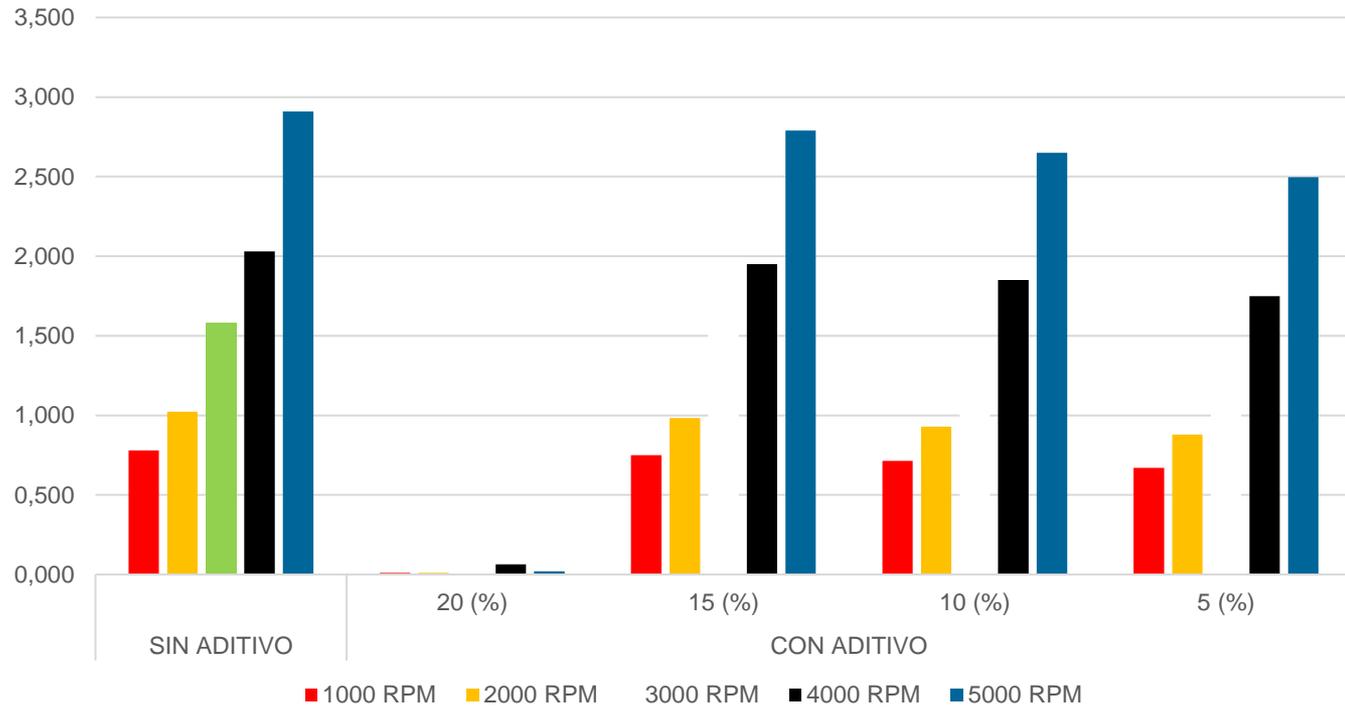


Figura 24 promedio de CO Corr(%Vol)





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Promedio Lambda (% Vol)

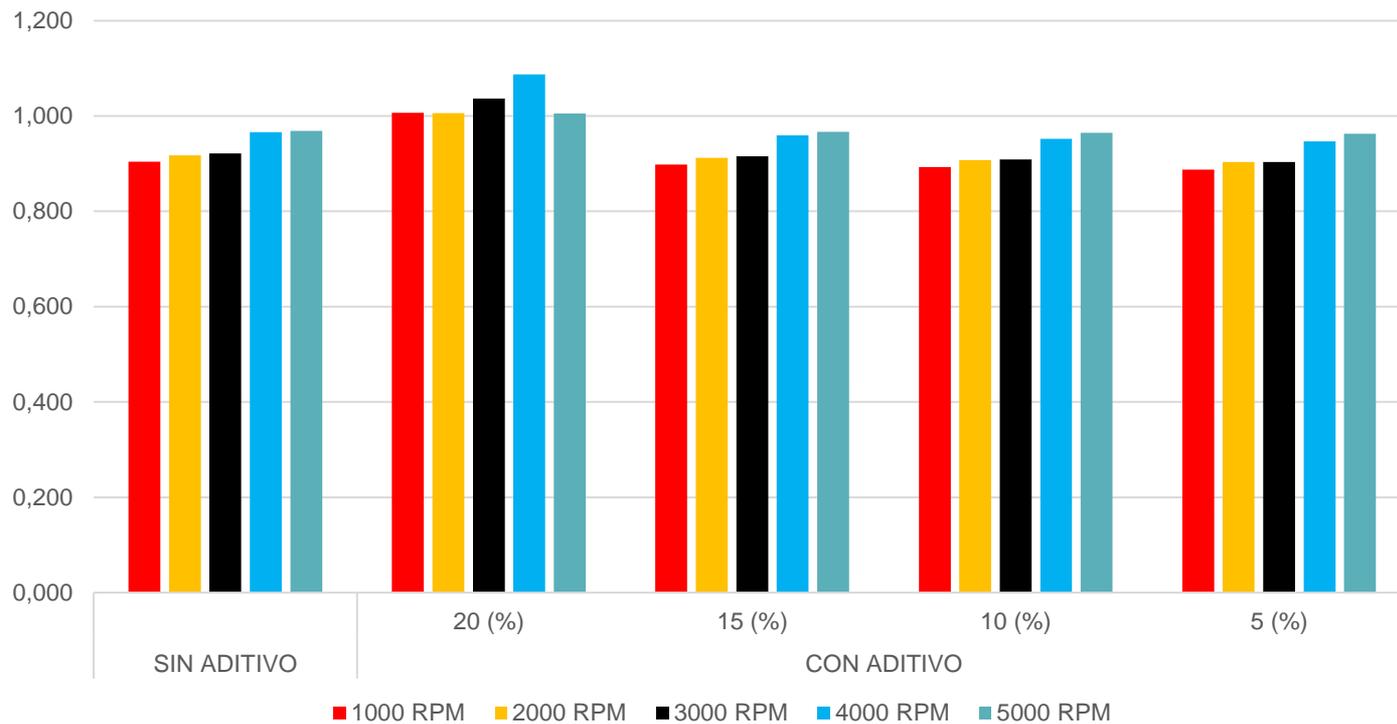


Figura 25 promedio de Lambda Corr(%Vol)





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Primer Analisis de Opacidad

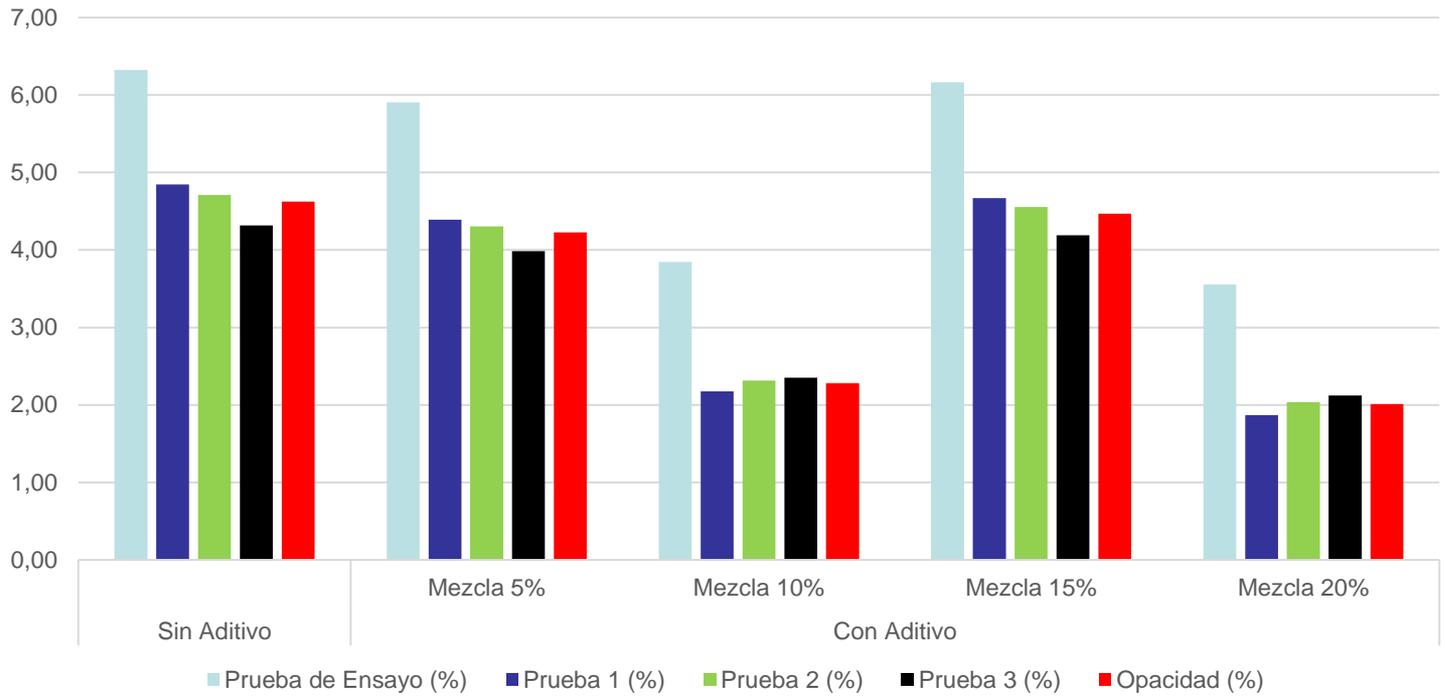


Figura 26 promedio de CO Corr(%Vol)





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Segundo Analisis de Opacidad

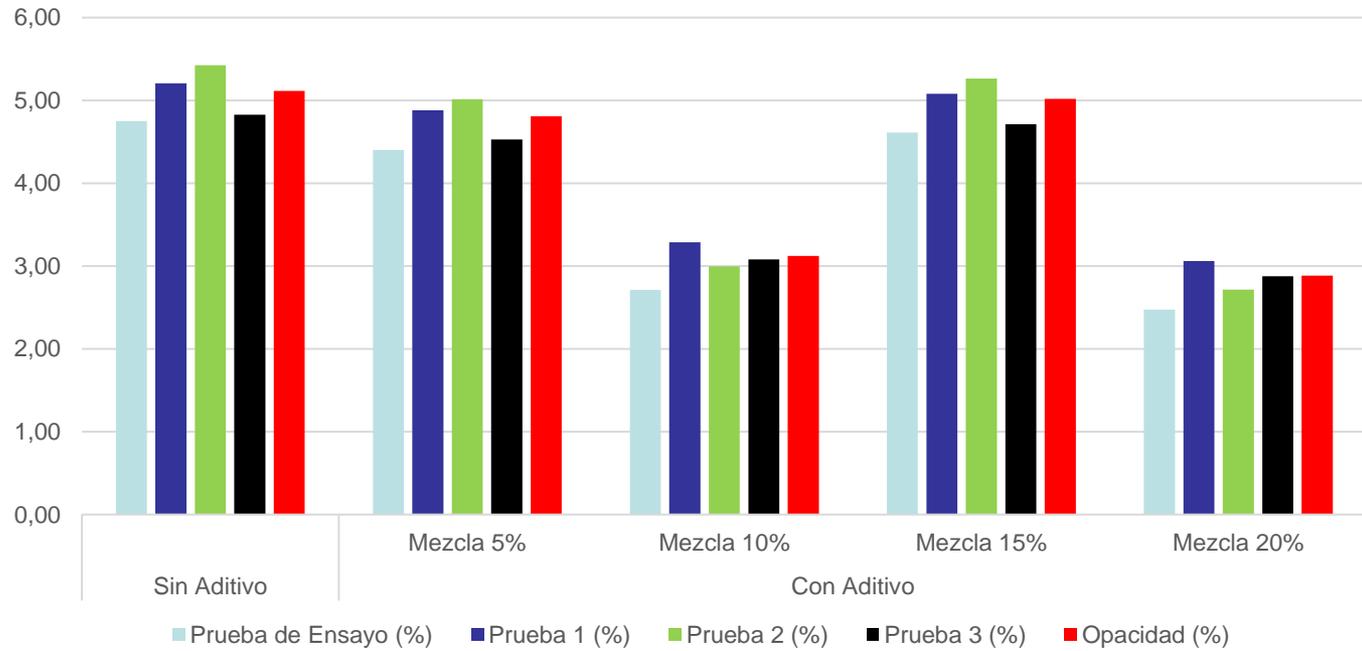


Figura 27 *segundo análisis de opacidad*





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Analisis Opacidad con Accesorios

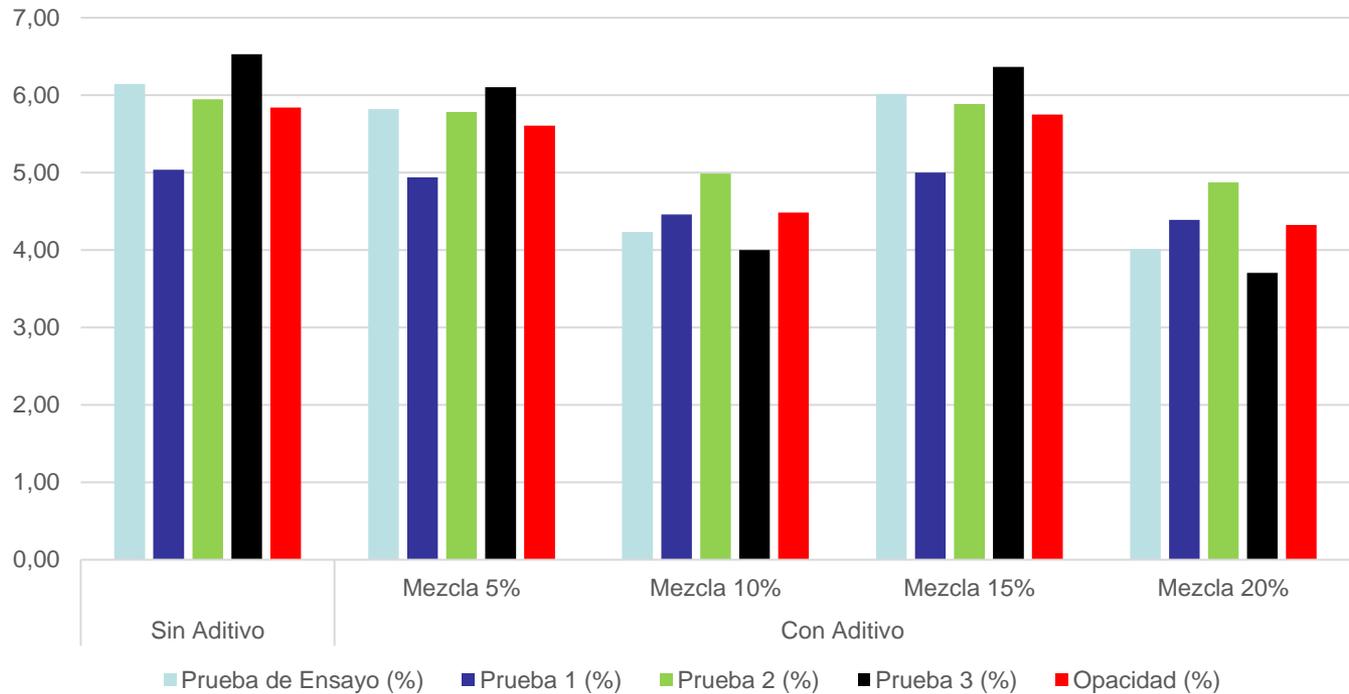


Figura 28 análisis de la opacidad con accesorios





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Al analizar los datos obtenidos durante la investigación se observa que mediante la utilización de mezclas parciales de aditivo combustible con diésel Premium se redujeron los porcentajes de opacidad emitidos por el vehículo KIA Pregio, la mezcla que el mejor comportamiento fue la mezcla parcial de 20% de aditivo.

Con la mezcla de 20% se produjo una reducción promedio del 53,91% para el primer grupo de pruebas un 44,58% para el segundo grupo de pruebas y de un 26,95% para las pruebas realizadas con los accesorios del vehículo encendidos





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

COMPARACION ENTRE RESULTADOS ENTRE COMBUSTIBLE REGULAR Y COMBUSTIBLE CON ADITIVO CASO GASOLINA

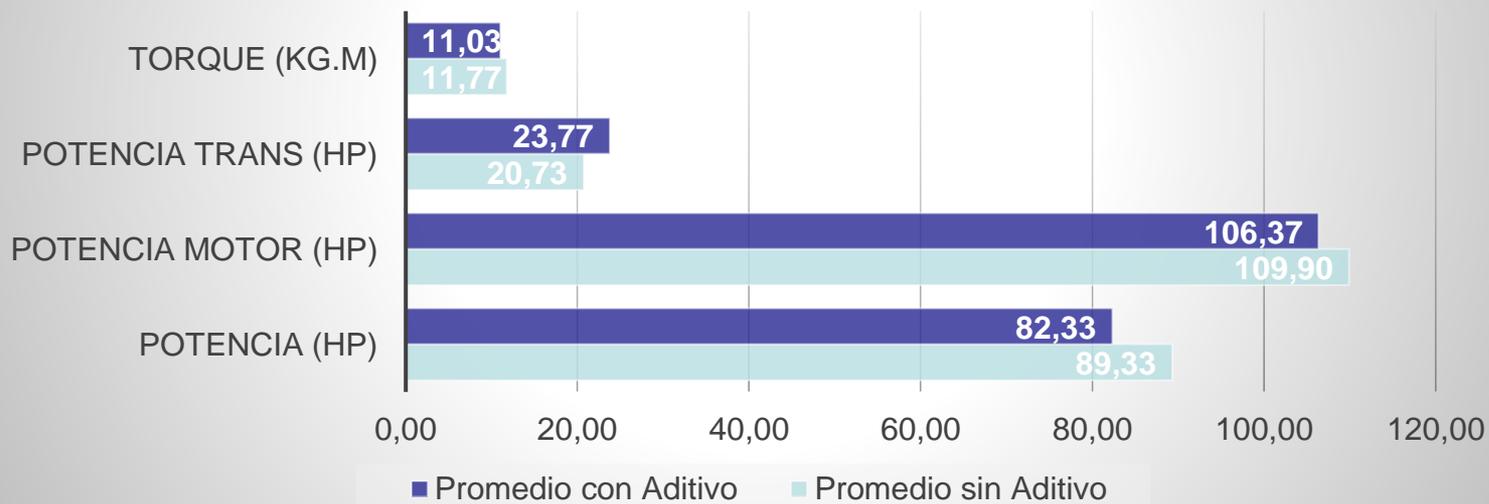


Figura 29 comparación de los resultados con el aditivo





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

COMPARACION ENTRE RESULTADOS ENTRE COMBUSTIBLE REGULAR Y COMBUSTIBLE CON ADITIVO CASO GASOLINA

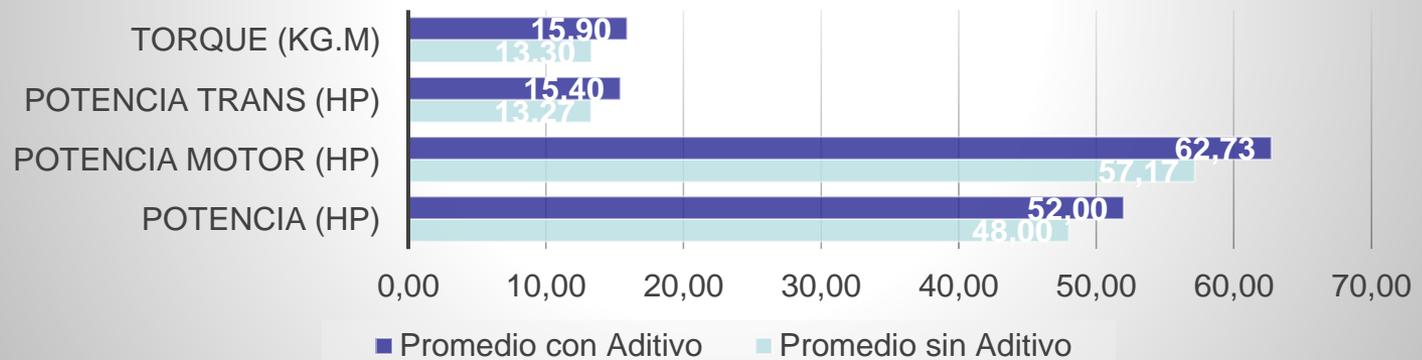


Figura 30 análisis de la opacidad combustible regular



Conclusiones

- Se fundamentó de manera teórica como el uso de aditivos puede mejorar las prestaciones físicas y químicas de hidrocarburos como diésel y gasolina
- Se fundamentó de manera teórica y científica como el uso de aditivos puede optimizar prestaciones como torque y potencia en MEP y MEC



- Se utilizó como aditivo, combustible obtenido de pirolisis de residuos sólidos plásticos de polipropileno (PP) y poliestireno (PS) en mezclas con gasolina regular y diésel Premium, y se lo caracterizo físico – químicamente en proporción del 20% en el en el Laboratorio de Combustibles, Biocombustibles y Aceites Lubricantes de la Escuela Politécnica Nacional.
- La mezcla de aditivo con gasolina extra en proporción del 20% no cumple con la normativa NTE INEN 935:2016 debido a que su número de octano de investigación RON se encuentra 10.1 puntos por debajo del valor mínimo establecido para la gasolina extra.



- La mezcla de aditivo con diésel Premium en proporción del 20% no cumple con la normativa NTE INEN 1489:2016 en relación al diésel Premium ya que el contenido de azufre se caracterizó en 81,5 miligramos de azufre por kilogramo de mezcla y el valor mínimo establecido por la norma es de 50 miligramos de azufre por kilogramo de mezcla, para las designaciones de diésel No1 y No2 la mezcla cumple todos los parámetros requeridos.



- Se determinó los niveles de opacidad mediante el uso del analizador de gases CARTEK con su banco de opacidad utilizando diésel Premium y la mezcla de diésel Premium más aditivo en proporciones del 5% al 20% en el vehículo de prueba 2 en base al método descrito en la norma NTE INEN 2202:2013
- Se determinó niveles de emisiones mediante el uso del analizador de gases AGS-688 utilizando gasolina extra y la mezcla de gasolina extra más aditivo en proporciones del 5% al 20% en el vehículo de prueba 1 en base al método descrito en la norma NTE INEN 2203:2000.



- Se realizó pruebas de torque y potencia a los 2 vehículos de prueba en el dinamómetro de tipo inercial de rodillos perteneciente a la empresa “Marcelo Redín Automotriz” de la ciudad de Quito según la norma SAE J1349.



- Se realizó la tabulación de los datos obtenidos de los ensayos de emisiones y al comparar los reportes emitidos por el equipo AGS 688 para test oficial con el uso de combustible regular y el uso de combustible más aditivo en proporciones del 5% al 20%, con gasolina regular y estableciendo los límites en los mismos que la norma NTE INEN 2204:2017 el vehículo de prueba no aprobó ninguno de los 7 ensayos realizados pero con el uso de aditivo los aprobó todos para todas las porcentajes de mezcla.



- Se realizó la tabulación de los datos obtenidos de las mediciones de opacidad y al analizar los resultados se aprecia que se reducen los porcentajes de opacidad para todas las mezclas de diésel Premium más aditivo, presentando el mejor comportamiento la mezcla de 20% misma que ofrece una reducción del 53,91%.



- En el vehículo de prueba 1 con la utilización de mezcla de gasolina extra más aditivo en proporción del 20% se redujo la potencia proporcionada por el motor en 3,22% y el torque se redujo en 6,23% en relación a los valores medidos cuando se utiliza gasolina extra.
- En el vehículo de prueba 2 con la utilización de diésel Premium más aditivo en proporción del 20% se produjo un aumento del 9,74% de la potencia del motor y un aumento del 19,55% para el torque en relación a los valores medidos cuando se utilizó diésel Premium.



Recomendaciones

- Verificar que el banco dinamométrico donde se realizaran las pruebas cuente con certificación del tipo SAE J2723 que corrobore los valores obtenidos de los ensayos.
- Realizar una comprobación del estado del clima antes de realizar las pruebas de emisiones y opacidad ya que dadas las características de los laboratorios y equipos durante el clima lluvioso no se podrán realizar los análisis.



- Comprobar luego de cada análisis de emisiones el estado del filtro de gases, ya que un filtro en mal estado puede alterar las lecturas recogidas
- Para una futura investigación se recomienda utilizar mezclas del aditivo más combustible en proporciones de 5% al 15% en las pruebas de torque y potencia para conocer el comportamiento de estos parámetros.



“El hombre nunca sabe de lo que es capaz
hasta que lo intenta”

Charles Dickens



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA