



INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“RECICLAJE DE ACEITE VEGETAL DE FRITURAS
PARA USO COMO BIOCOMBUSTIBLE EN MOTORES
DIESEL EN DIFERENTE PROPORCIONES”**

DIRECTOR: ING. GERMÁN ERAZO
CODIRECTOR: ING. LUIS MENA

AUTORES: CHRISTIAN ÁVILA
JUAN TUNALA



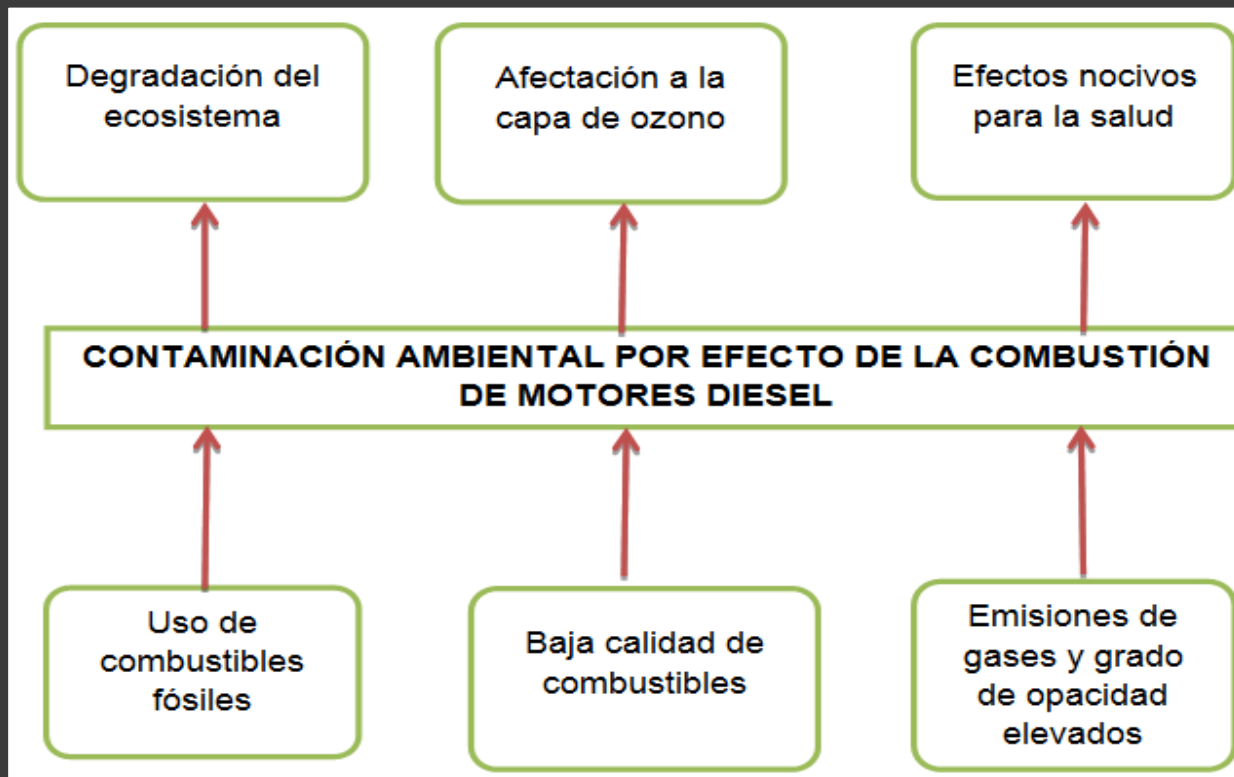
OBJETIVO GENERAL

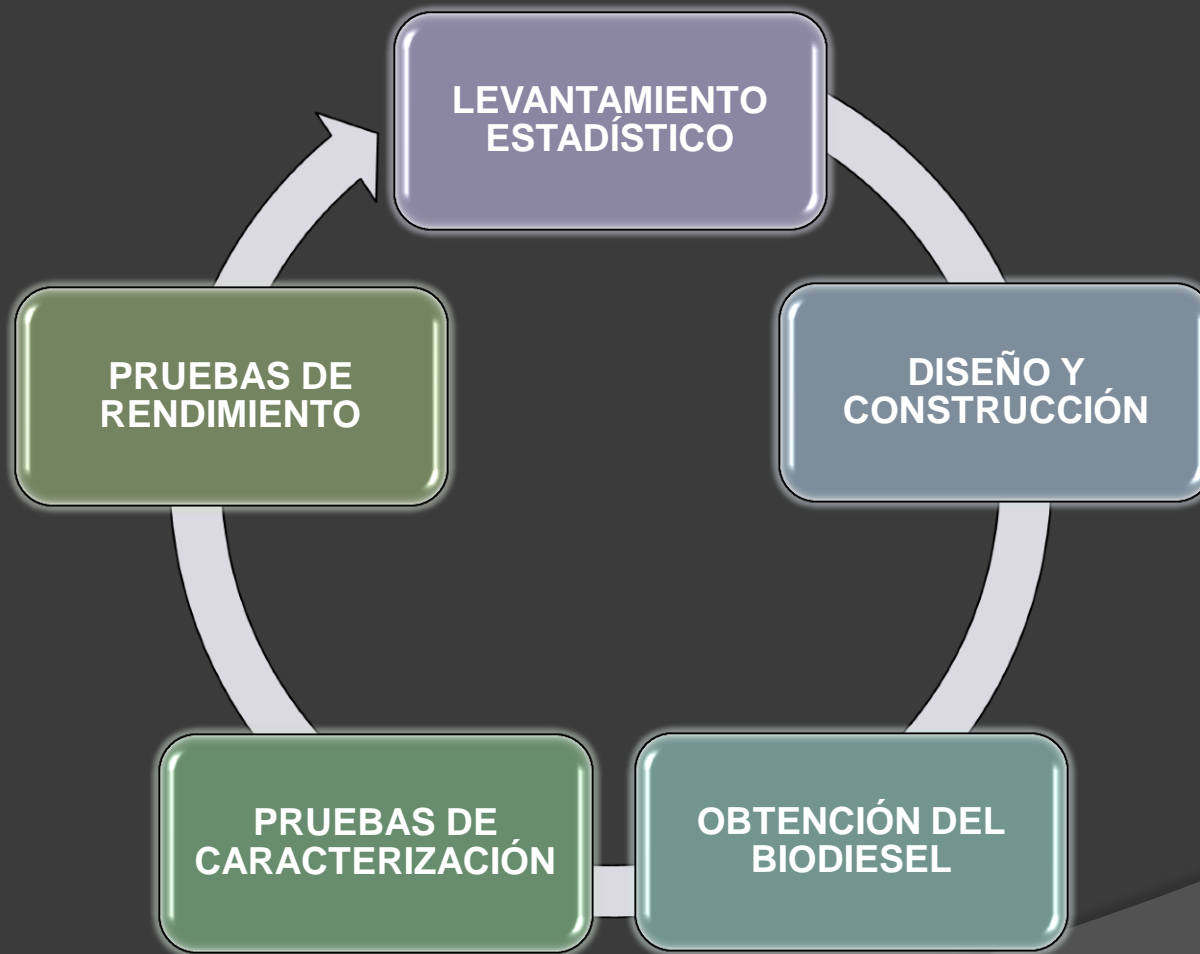
- Reciclar el aceite vegetal de frituras para uso como biocombustible en motores diesel en diferentes proporciones.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar una estadística de los desechos de aceite vegetal de frituras producidos en la ciudad de Latacunga.
- Tratar el aceite vegetal reciclado.
- Caracterizar el diesel y biodiesel mediante pruebas de laboratorio.
- Realizar pruebas mecánicas de torque, potencia, consumo de combustible y opacidad en un vehículo con motor diesel en diferentes proporciones de diesel - biodiesel.



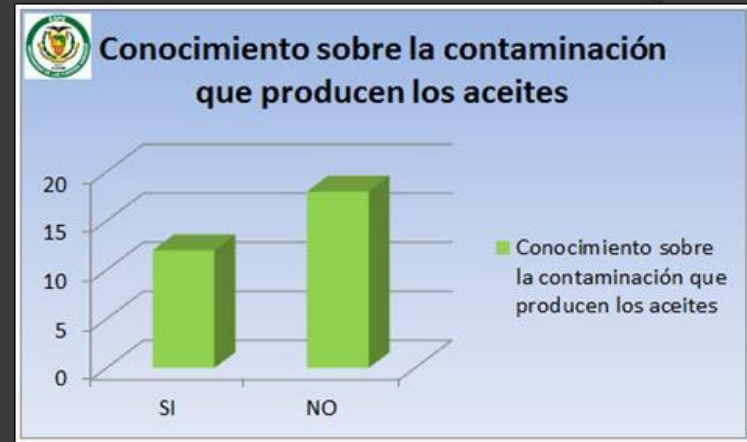
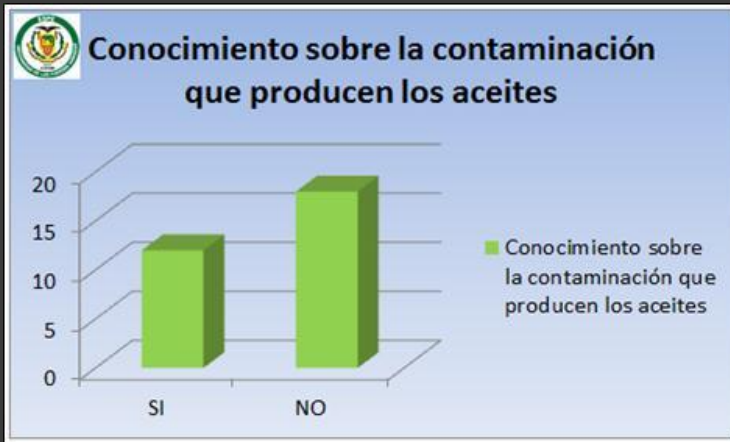




LEVANTAMIENTO ESTADÍSTICO

- El tipo de investigación que se aplicó para es una investigación directa.
- Se realizó con la finalidad de obtener información acerca de la disponibilidad de la materia prima en la ciudad de Latacunga y también sobre el uso que se da.







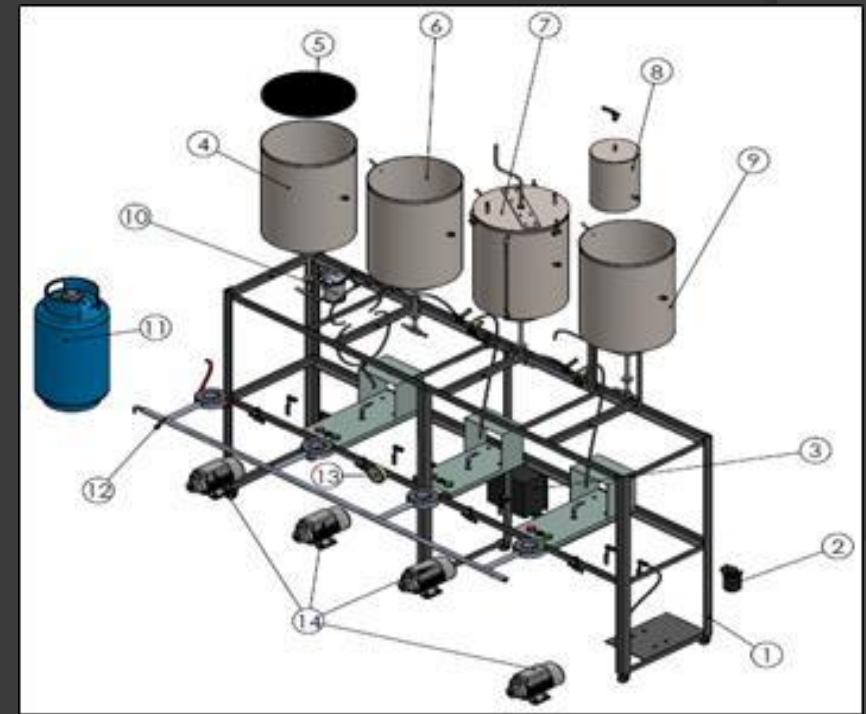
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

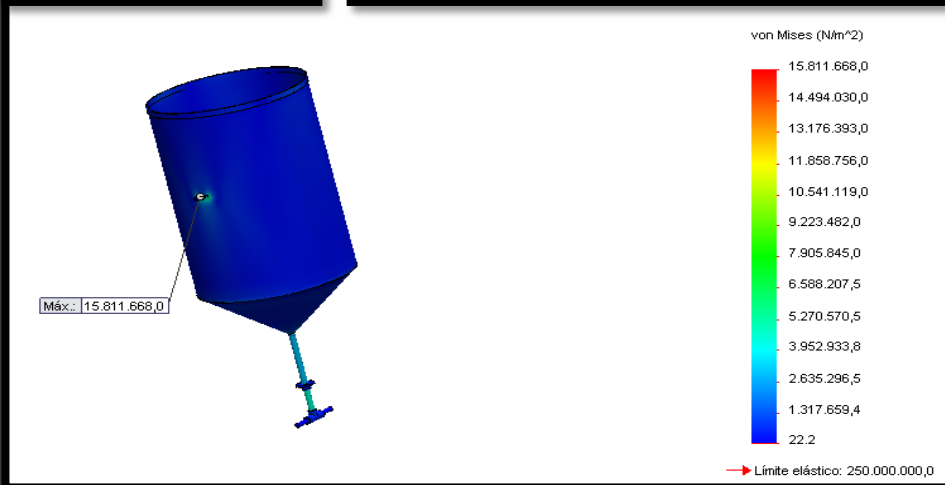
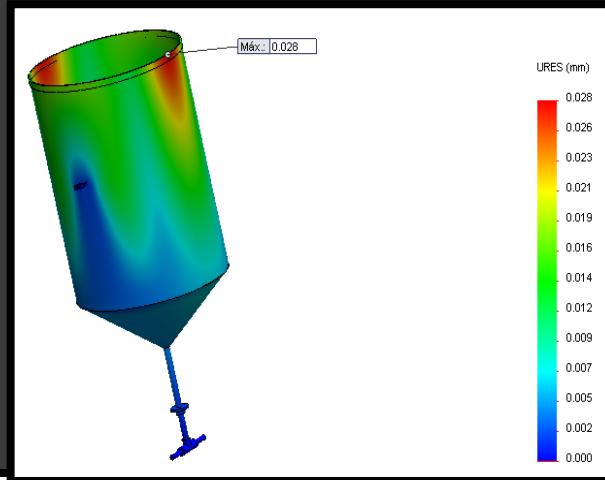
- Tipo
- Dimensionamiento
- Compatibilidad de materiales
- Altas temperaturas



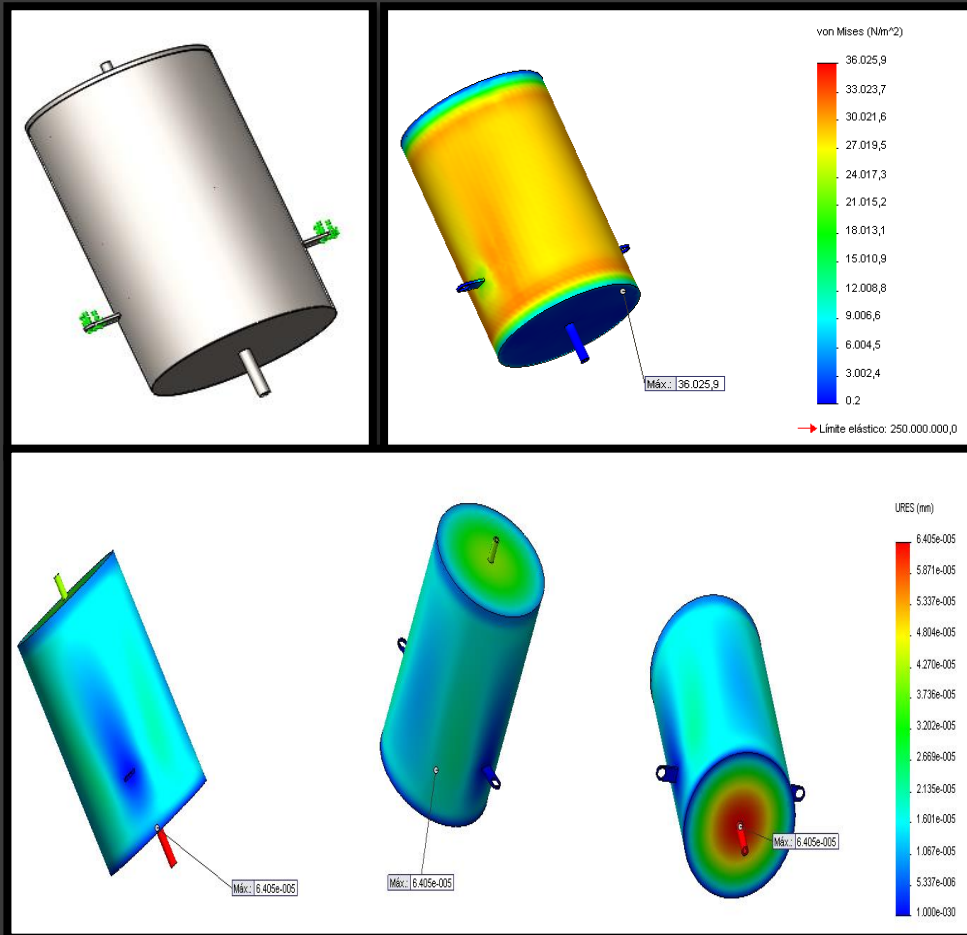


REACTOR

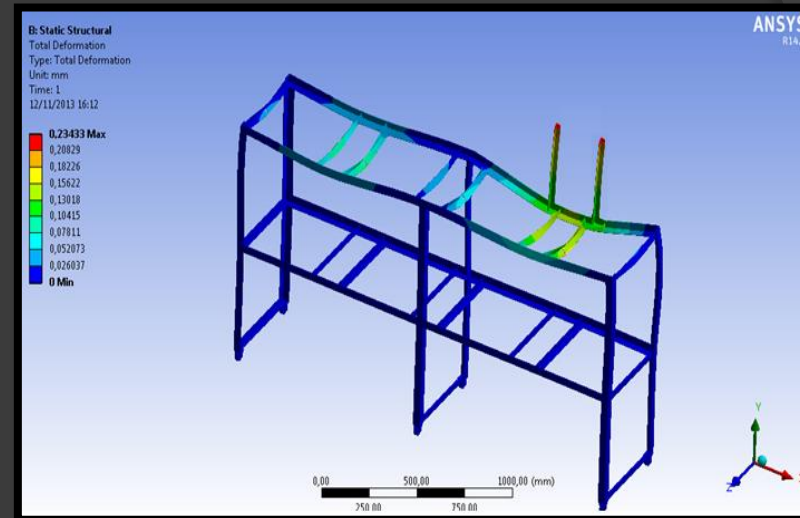
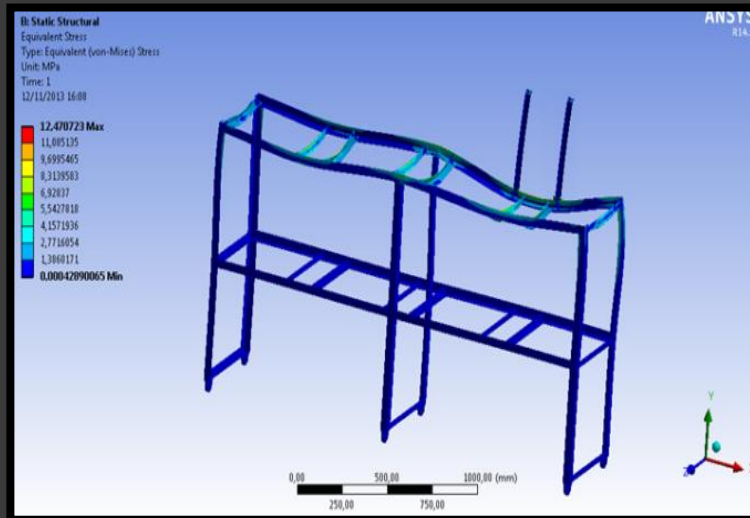




DATOS	
Tensión máxima	15811.688Pa (0.1613bar)
Límite elástico	250000000Pa (2551.02bar)
Desplazamiento máximo	0.0028mm
Masa	60638,71 gr
Volumen	65,91 lt



DATOS	
Tensión máxima	36025.9Pa (0.3676bar),
Límite elástico	50000000Pa (510.20bar)
Desplazamiento máximo	6.405e ⁻⁰⁰⁵ mm
Masa	8373,08 gr
Volumen	9,1 lt



Fuerza resultante de depósitos grandes $W_{dg} = 594.85 \text{ N}$

Fuerza resultante del depósito de pequeño $W_{dp} = 82.13 \text{ N}$

Fuerza resultante en los soportes de los depósitos grandes $FR_{dg} = 297.42 \text{ N}$

Fuerza resultante en los soportes del depósito de metóxido $FR_{dp} = 41.06 \text{ N}$

DATOS	
Tensión máxima	0.00042890065MPa (0.0043bar).
Límite elástico	12.470723MPa (127.2522bar)
Desplazamiento máximo	0.23433 mm



OBTENCIÓN DEL BIODIESEL

ETAPA DE FILTRACIÓN

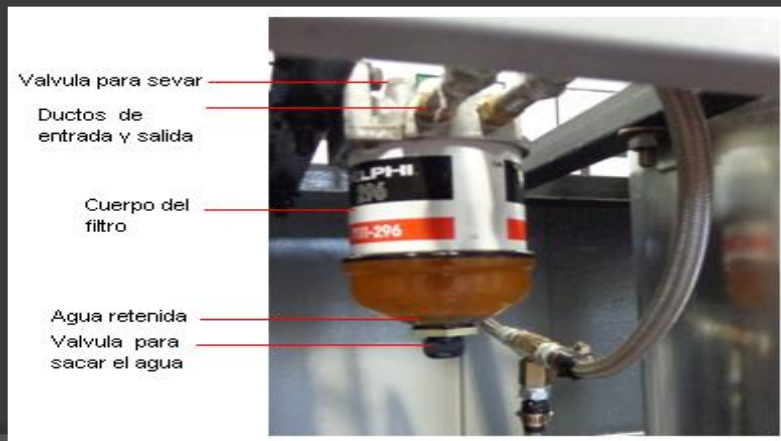
ETAPA DE DESHIDRATACIÓN

ETAPA DE REACCIÓN

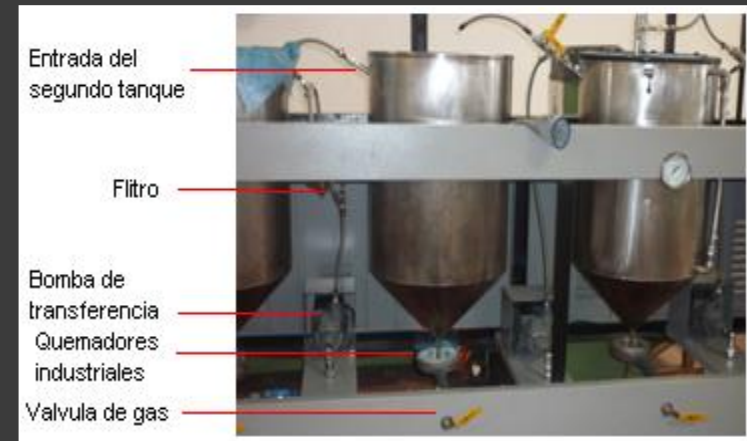
ETAPA DE LAVADO

ETAPA DE ALMACENAMIENTO

ETAPA DE FILTRACIÓN



ETAPA DE DESHIDRATACIÓN





ETAPA DE REACCIÓN

⦿ Determinación de pureza de KOH (hidróxido de potasio)

$$C_3 = \frac{0,1490 \text{g}_{\text{KPH}}}{15,5 \text{ml}} \times \frac{1 \text{mol}_{\text{KOH}}}{204,22 \text{g}_{\text{KPH}}} \times \frac{56 \text{gr}}{1 \text{mol}_{\text{KOH}}} \times \frac{10000}{0,2921_{\text{KOH}}}$$

$C_3 = 90,24$

ÍTEM	CONCENTRACIÓN %	MEDIA
1	89.15	89.83%
2	90.11	
2	90.24	

	Pureza	Gramos	Aproximado
KOH	100%	4.872g	4,9g
KOH	92%	5,336g	5,3g
KOH	90%	5,454g	5,5g
KOH	85%	5,775g	5,8g

El KOH no suele ser tan puro como el NaOH. Su pureza suele ser de 92%, 90% u 85% en este caso se determinó una pureza del 89.83% que aproximadamente es 90%.

ETAPA DE REACCIÓN

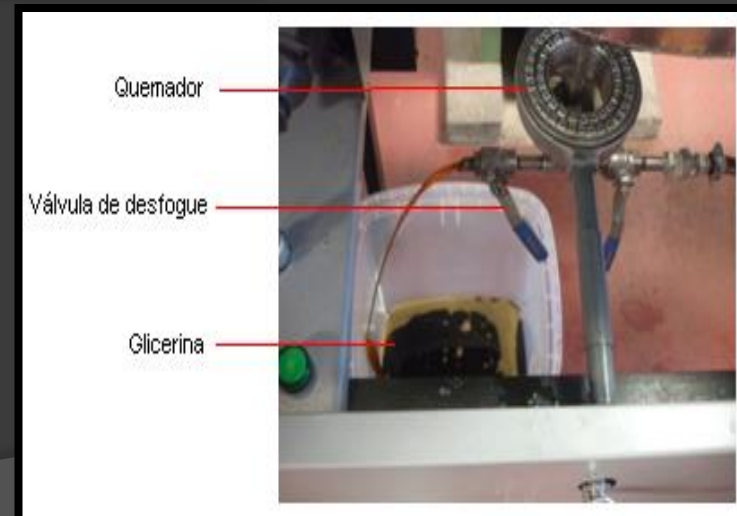
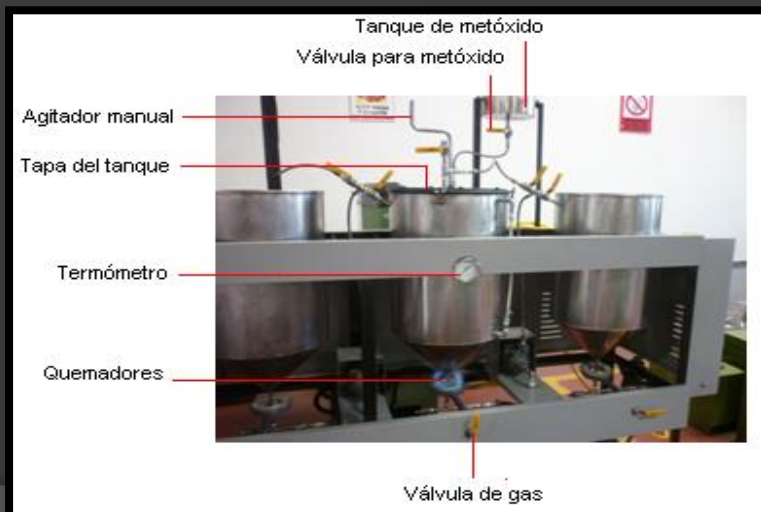
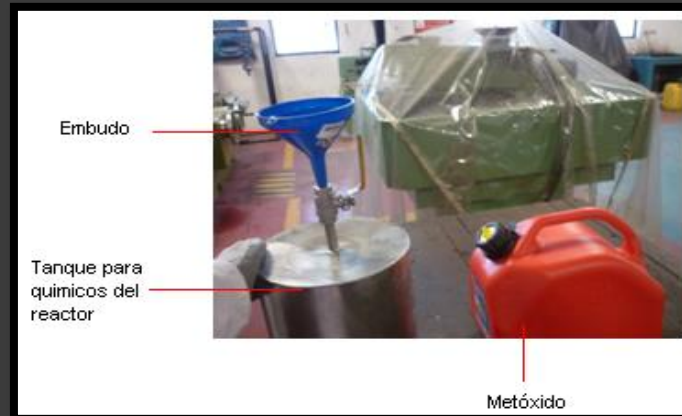
● Titulación del aceite

Se añadió 2 ml y se agregó 5.5 gr (la cantidad básica de catalizador para procesar aceite nuevo).

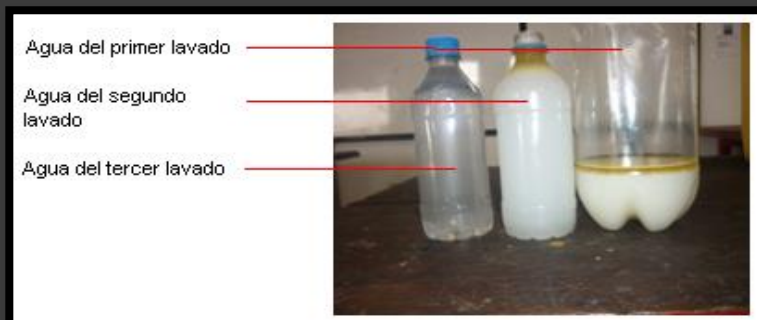
● Preparación del metóxido



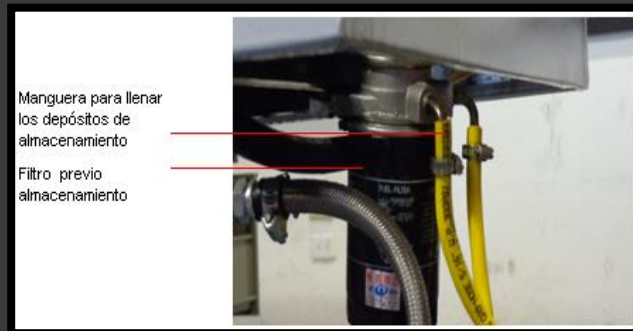
ETAPA DE REACCIÓN



ETAPA DE LAVADO



ETAPA DE ALMACENAMIENTO

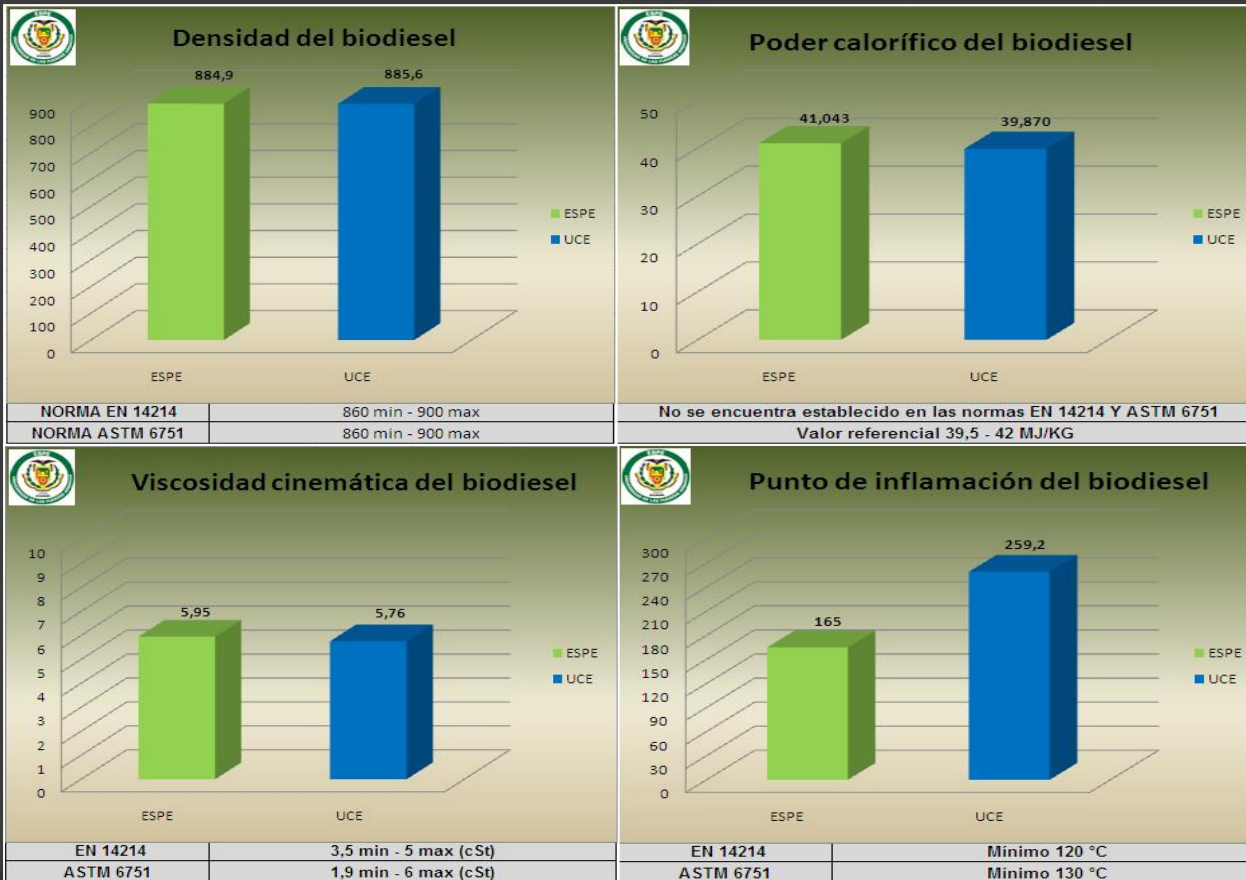


El biodiesel producido no debe permanecer almacenado por largos periodos de tiempo, porque al lavarlo con burbujas se acelera su oxidación.

La cantidad de biodiesel obtenido fue en relación 9:8; es decir, por cada 45lt de aceite se obtuvo 40 lt de biodiesel.



PRUEBAS DE CARACTERIZACIÓN





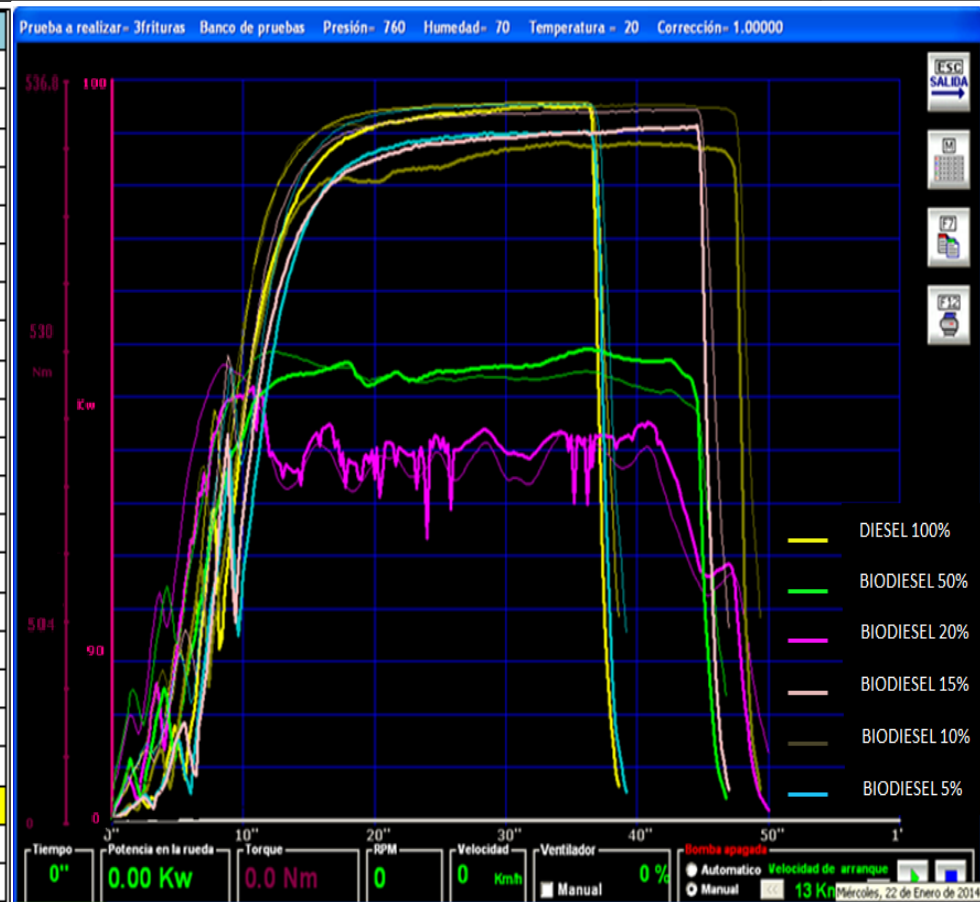
PRUEBAS DE RENDIMIENTO





PRUEBAS DE POTENCIA Y TORQUE

Tiempo	BIO DIESEL 5%		BIO DIESEL 10%		BIO DIESEL 15%		BIO DIESEL 20%		BIO DIESEL 50%		DIESEL 100%	
	Nm	Kw	Nm	Kw	Nm	Kw	Nm	Kw	Nm	Kw	Nm	Kw
0	22,68	0,90	3,16	0,09	8,18	0,26	7,00	0,21	5,52	0,17	6,31	0,18
2	64,39	2,50	84,26	9,23	38,16	1,47	29,48	1,33	42,60	2,50	44,76	2,83
4	149,18	9,77	150,17	18,61	109,64	7,64	45,85	2,32	6,85	4,96	72,47	6,00
6	269,67	38,99	215,49	32,88	204,20	25,83	84,80	7,10	130,15	8,71	123,35	12,85
8	333,66	54,20	299,23	48,76	233,09	29,49	131,73	14,23	255,97	36,91	297,97	33,92
10	533,84	97,43	533,51	96,90	369,26	57,22	234,77	20,44	297,08	42,57	357,52	55,55
12	276,28	50,72	296,59	58,03	454,55	74,46	323,61	48,38	424,77	68,34	458,49	76,30
14	251,73	48,52	280,42	55,42	499,31	84,86	432,26	69,04	478,21	80,70	495,76	86,18
16	279,73	54,41	284,66	55,99	514,89	88,59	473,38	77,61	501,38	87,03	514,89	91,98
18	247,39	50,12	285,15	55,18	518,83	89,36	488,76	81,32	512,92	90,32	524,26	94,98
20	267,50	47,43	279,43	54,45	518,14	88,88	496,45	83,35	518,24	91,96	528,89	96,55
22	266,22	51,68	277,26	5,09	521,89	90,42	501,28	84,80	521,30	93,12	530,67	97,34
24	263,46	39,26	270,07	52,48	523,07	90,78	505,23	85,68	523,96	94,09	532,34	97,99
26	253,70	51,53	270,56	51,68	531,75	93,71	510,45	87,85	525,34	94,32	533,23	98,26
28	278,00	53,89	265,23	50,88	532,93	94,15	520,51	91,03	526,52	94,80	533,53	98,59
30	255,28	51,24	259,90	50,08	533,33	93,99	524,85	92,43	527,51	95,47	534,51	98,94
32	251,92	50,69	254,57	49,28	532,44	93,89	527,12	92,96	528,30	95,86	534,91	99,25
34	285,64	53,90	249,24	48,48	531,06	93,46	528,10	93,32	528,99	96,16	534,81	99,25
36	283,97	53,29	243,91	47,68	451,49	49,37	527,71	93,20	529,19	96,18	534,81	99,27
38	269,77	53,35	238,58	46,88	371,92	58,69	528,00	93,24	529,19	96,48	249,56	13,39
40	271,74	54,69	233,25	46,08	292,35	42,84	526,72	91,41	303,20	20,67	156,32	10,54

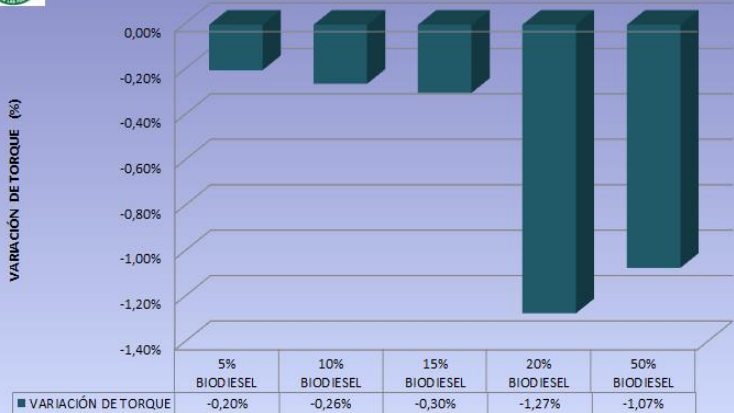




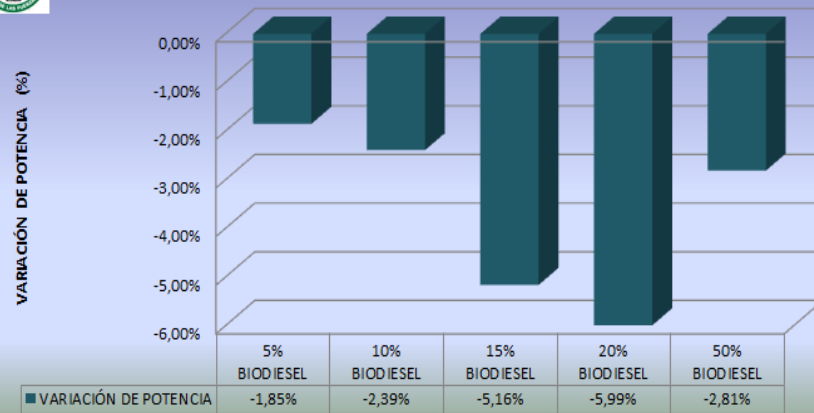
VALORES	5% BIODIESEL		10% BIODIESEL		15% BIODIESEL		20% BIODIESEL		50% BIODIESEL		100% DIESEL	
	Nm	Kw	Nm	Kw	Nm	Kw	Nm	Kw	Nm	Kw	Nm	Kw
VALOR MÁXIMO PRUEBA 1	501,78	89,63	532,66	96,30	527,90	92,75	526,10	92,32	486,89	80,19	533,33	99,01
VALOR MÁXIMO PRUEBA 2	533,84	97,43	463,58	81,90	469,63	76,12	494,38	82,00	498,13	83,41	501,78	86,71
VALOR MÁXIMO PRUEBA 3	533,13	92,56	531,24	95,95	522,09	90,52	511,44	87,43	521,89	92,00	522,58	96,09
VALOR MÁXIMO PRUEBA 4	529,58	96,09	533,51	96,90	533,33	94,15	528,10	93,32	529,19	96,48	534,91	99,27
VALOR MÍNIMO TOTAL	501,78	89,63	463,18	81,90	469,63	76,12	494,38	82,00	486,89	80,19	478,90	86,71
VALOR MÁXIMO TOTAL	533,84	97,43	533,51	96,90	533,33	94,15	528,10	93,32	529,19	96,48	534,91	99,27
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	15,32	3,53	34,46	7,25	29,43	8,31	15,63	5,19	19,84	7,53	15,26	5,89
FRECUENCIA	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MEDIANA	531,36	94,33	531,95	96,13	525,00	91,64	518,77	89,88	510,01	87,71	527,96	97,55
MODA	501,78											
PROMEDIO	524,58	93,93	515,25	92,76	513,24	88,39	515,01	88,77	509,03	88,02	523,15	95,27
PORCENTAJE DE VARIACIÓN EN RELACION AL DIESEL	-0,20	-1,85	-0,26	-2,39	-0,30	-5,16	-1,27	-5,99	-1,07	-2,81	-	-



VARIACIÓN DE TORQUE DE BIODIESEL RESPECTO DIESEL



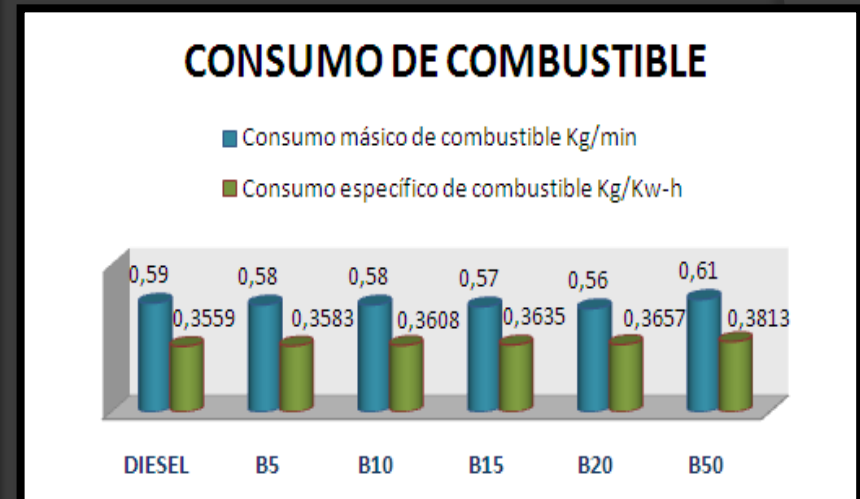
VARIACIÓN DE POTENCIA DE BIODIESEL RESPECTO A DIESEL





CONSUMO DE COMBUSTIBLE

RELACION DE COMPRESIÓN	18.5:1	CILINDRADA UNITARIA (m ³)	0.000624			CILINDROS	4
PRESION ATMOSFERICA LATACUNGA (N/m ²)	102811	COEFICIENTE ADIABATICO	1.41			GRADO DE EXPANSIÓN PREVIA	4.1
MUESTRA	DIESEL	B5	B10	B15	B20	B50	
TORQUE (Nm)	534.91	533.84	533.51	533.33	528.10	529.19	
PRESION MEDIA EFECTIVA DEL CICLO (N/m ²)	857227.5	855512.8	854983.9	854605.5	846314.1	848060.8	
RENDIMIENTO TERMICO (%)	22.36%	22.32%	22.30%	22.29%	22.08%	22.12%	
PODER CALORIFICO Q1 (MJ/Kg)	45.96	45.66	45.34	45.00	44.74	42.91	
CALOR EXTRAIDO Q2 (MJ/Kg)	35.68	35.46	35.22	34.96	34.86	33.41	
CONSUMO MASICO DE COMBUSTIBLE (Kg/h)	35.34	34.91	34.97	34.23	34.13	36.79	
CONSUMO ESPECIFICO DE COMBUSTIBLE (Kg/Kw-h)	0.3559	0.3583	0.3608	0.3635	0.3657	0.3813	
POTENCIA AL FRENO (KJ/s)	99.27	97.43	96.90	94.15	93.32	96.48	
PRESION MEDIA EFECTIVA DEL CICLO (bar)	8.74	8.72	8.72	8.72	8.63	8.65	
CONSUMO MASICO DE COMBUSTIBLE (Kg/min)	0.5890	0.5818	0.5828	0.5705	0.5688	0.6131	





OPACIDAD DE GASES

MEZCLA	COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DE LUZ K (m-1)	OPACIDAD EN %	DISMINUCIÓN DE OPACIDAD RESPECTO AL DIESEL	% DE DISMINUCIÓN DE OPACIDAD
Diesel	0,74	26	-	-
B5	0,71	24	0.03	4.0%
B10	0,65	23	0.09	12.16%
B15	0,54	19	0.20	27.02%
B20	0,4	14	0.34	45.94%
B50	0,7	24	0.04	5.40%

TEST OFICIAL - IMPRESIÓN RESULTADOS

PARA SALIR **ESC**

VALORES RELEVADOS

TEMPERATURA MOTOR : **0#** [°C]

VALOR OPACIDAD ACELERADA 1 : K = **0.26** * [m⁻¹]

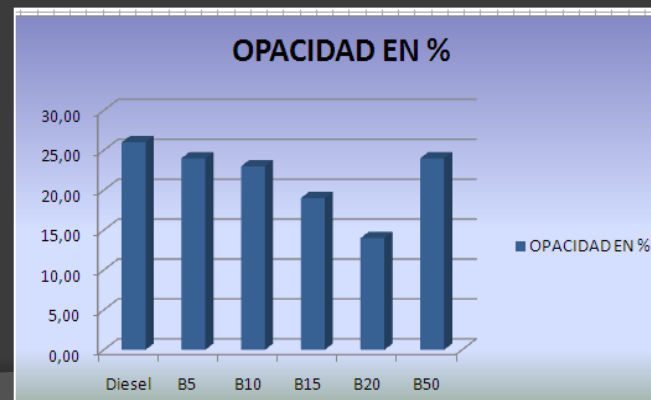
VALOR OPACIDAD ACELERADA 2 : K = **0.41** * [m⁻¹]

VALOR OPACIDAD ACELERADA 3 : K = **0.55** * [m⁻¹]

VALOR MEDIO OPACIDAD : K = **0.4** [m⁻¹]

RESULTADO DE LA PRUEBA : POSITIVO

TÉCNICO RESP. : **TUNALA / AVILA**





COSTO DE OBTENCIÓN

INSUMO	CANTIDAD	PRECIO
Aceite reciclado	45lt	-
Metanol	10lt	33.6
Hidróxido de potasio (KOH)	1Kg	3.92
TOTAL		37.52

Producir 40 lt de biodiesel tiene un costo de \$ 37.52; es decir, producir un litro de biodiesel cuesta alrededor de 0.94 ctvs.



CONCLUSIONES

- La cantidad promedio de aceite desechado por los locales encuestados es de 280lt al día, con esta cantidad alcanza para producir 6 procesos con una obtención de 240lt de biodiesel.
- Se diseñó y construyó un bioreactor para producir biodiesel a partir de aceite vegetal de frituras, el bioreactor implementado tiene una capacidad diaria para producir 40lt de biodiesel de excelente calidad.
- Los análisis de caracterización tanto del diesel como del biodiesel realizados en la Universidad Central del Ecuador, pasaron las normativas internacionales EN14214 y ASTM 6751.



- En las mediciones realizadas de rendimiento se determinó que la mezcla ideal es al 5% biodiesel, presentando una disminución mínima de 0.2% en torque y de 1.85% en potencia, esto respecto al diesel.
- Se estable que el motor diesel a través de la verificación del consumo específico de combustible tiene una buena economía al trabajar con la mezcla de 5% biodiesel.
- Con respecto a la opacidad, la mezcla 20% biodiesel presenta la mayor disminución con 45.94% respecto a la opacidad del diesel comercializado en el país.



RECOMENDACIONES

- Evitar que el aceite sea quemado excesivamente, esto involucraría más reactivos.
- Para el manejo de los reactivos, tomar las seguridades pertinentes ya que son químicos venenosos.
- Determinar exactamente los valores de la cantidad de aceite a procesar y del ph en la titulación, así el biodiesel saldrá de calidad y sin desperdicios o falta de reactivos.
- Durante el proceso, utilizar la indumentaria adecuada para el manejo de altas temperaturas.



- No guardar el biodiesel por largos periodos de tiempo, esto también deteriora el biocombustible, se recomienda máximo 6 meses de almacenamiento.
- Generar otros campos de investigación respecto a los subproductos (glicerina) obtenidos de la reacción.
- Para realizar pruebas de potencia, torque y opacidad se debe mantener un mismo ritmo de aceleración para que la lectura de los resultados sean correctos.
- Para probar el biodiesel en un vehículo es mejor realizar la mezcla aparte, así se garantiza que este bien mezclado.



**GRACIAS POR SU
ATENCIÓN**