



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TEMA:

**PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA DE BIODIESEL A PARTIR
DEL ACEITE USADO DE COCINA**

Tesis para la obtención del título de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Espinoza González Christopher Alexander

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Pinto Baquerizo Félix, MSc.

Guayaquil – Ecuador

2017

Derechos de autor

Según la ley propiedad intelectual, Art. 5: “El derechos de autor nace y se protege por el solo hecho de la creación de la obra, independiente de su mérito, destino o modo de expresión... el reconocimiento de los derechos de autor y de los derechos conexos no está sometido a registro, deposito, ni al cumplimiento de formalidad alguna.” (Ecuador)

Cristopher Espinoza G.

2017



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Ing. Félix Pinto Baquerizo, MSc
DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

CALIFICACION QUE OTORGA EL TRIBUNAL QUE RECIBE LA
SUSTENTACION Y DEFENSA DEL TRABAJO INDIVIDUAL DE TITULACION
TESIS DENOMINADO:

**“PRODUCCION MAS LIMPIA DE BIODIESEL A PARTOR DEL ACEITE
USADO DE COCINA”**

AUTOR: CRISTOPHER ALEXANDER ESPINOZA GONZALEZ

PREVIO A OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AMBIENTAL

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CALIFICACION

Ing. Glgo. Victor Narváez B., MSc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ph.D. Wilson Pozo Guerrero

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MSc Olga Arévalo Castro

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

SUSTENTACION Y DEFENSA DEL TRABAJO INDIVIDUAL DE TITULACION
REALIZADA EN EL AUDITORIUM DE LA FACULTAD, EL
DIA..... LO CERTIFICO

Abg. Jorge Solórzano Cabezas
SECRETARIO FACULTAD

Biografía

Christopher Alexander Espinoza González soy egresado de la Universidad de Guayaquil en la carrera de ingeniería Ambiental nací el 28 de febrero de 1992 en Marcelino Maridueña, mis padres son Johnny Espinoza y Mónica González, estudio ingeniería química en la Universidad de Guayaquil

Dedicatoria

A:

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar en mi camino día a día, por fortalecer mi corazón, e iluminar mi mente y por poner en mi camino a aquellas personas que han sido mi pilar fundamental durante mi vida y mis estudios.

Mi madre y mi padre Mónica González y Johnny Espinoza, por darme la vida, quererme mucho y creer en mí y porque siempre me apoyaron haciendo un esfuerzo para poder culminar mi carrera universitaria, para mi futuro.

Mis Padrinos Elva González y Xavier Icaza, por apoyarme y brindarme su ayuda incondicional en todos los momentos de mi vida, esto también se los debo a ustedes.

Mis abuelitos Elva Riofrio y Jorge González, por quererme y apoyarme siempre.

Agradecimiento

Primeramente a Dios por acompañarme todos los días, y por mantenerme con salud, y darme las fuerzas para culminar este trabajo.

A mis padres Johnny Espinoza y Mónica González por ayudarme incondicionalmente durante todo el desarrollo de mi tesis, por sus consejos en los momentos de recolección de los aceites y montajes de la planta de producción de biodiesel, fue una gran experiencia trabajar juntos, los amo

Mis padrinos Xavier Icaza y Elva González por darme su ayuda inagotablemente, y por el empuje, aliento para poder culminar mi trabajo de titulación.

Agradezco también al Ing. Carlos Muños en quien, sin su ayuda el desarrollo de mi tesis sería más complicada.

A mi director de tesis, Ing. Félix Pinto por su esfuerzo, dedicación y experiencia logro que esta investigación culmine y Msc. Olga Arévalo que por su visión crítica en muchos aspectos y su profesión como docente me ayudo a terminar y formar este trabajo de investigación.

Resumen

El inadecuado manejo de los aceites usados de cocina como desechos, han provocado un gran impacto ambiental negativo principalmente para el recurso hídrico, siendo un gran problema en las plantas de tratamiento de aguas municipales. Con el paso del tiempo se han venido implementado varios métodos para obtener una buena disposición final desde la contención en botellas plásticas para ser dispuestas en los rellenos sanitarios, hasta el reciclaje del mismo en biocombustible.

Por lo cual se halló la manera de una producción más limpia de biodiesel, minimizando el impacto ambiental, que puede generar la producción del mismo, para ello se desarrolló un plan de manejo ambiental para obtener un producto de mejor calidad. Los resultados de los análisis demostraron que el biodiesel obtenido se encuentra en las condiciones necesarias para la combustión en un motor a diésel.

Comprobando de esta manera que se minimiza la contaminación ambiental, y se obtiene un biocombustible a partir de un desecho de cocina pudiendo aplicarlo también para reducir el consumo de combustible derivados del petróleo.

Palabras claves: Aceites usados de cocina, Biodiesel, producción más limpia

Abstract

The management of used cooking oils as waste, have caused a great negative environmental impact for the water resource, being a big problem in the municipal water treatment plants. With the passage of time several methods have been adopted to obtain a good final disposal from the containment in plastic bottles to be disposed in the landfills until the recycling of the same in biofuel.

Therefore, the way to cleaner biodiesel production was found, minimizing the environmental impact, which can generate the production of the same, for it was developed an environmental management plan to obtain a product of better quality. The results of the analysis showed that the biodiesel obtained is in the conditions necessary for combustion and the diesel engine.

In this way, it is verified that the environmental pollution is minimized, and it obtains a biofuel from a kitchen waste and can also be applied to reduce the consumption of fuels derived from petroleum.

Key words: Used cooking oils, Biodiesel, cleaner production.

Índice General

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	2
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA	4
1.3. EL PROBLEMA.....	5
2. OBJETIVOS	6
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
2.3. HIPÓTESIS DEL PROYECTO.....	6
3. MATERIALES Y METODOS	7
3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES USADOS EN EL MONTAJE DE PLANTA.....	7
3.2. PROCESO DE COMBUSTIÓN INTERNA DE UN MOTOR A DIÉSEL....	11
3.2.1. Ciclo de un motor a diésel	12
3.3. MARCO TEÓRICO.....	14
3.4. MARCO LEGAL.....	16
3.5. EVALUACIÓN AMBIENTAL.....	19
3.5.1. Descripción de la línea base	19
3.5.2. Sistema abiótico	19
3.5.3. Sistema biótico.	21
3.5.4. Sistema socio-económico	21

3.6.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	22
3.6.1.	Recepción y almacenamiento de la materia prima	22
3.6.2.	Decantación	22
3.6.3.	Filtración	22
3.6.4.	Deshidratación	23
3.6.5.	Preparación del metóxido de sodio	23
3.6.6.	Reacción de transesterificación	23
3.6.7.	Lavado del biodiesel	23
3.6.8.	Destilación	24
3.6.9.	Envasado	24
3.7.	INFORMACIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS	24
3.7.1.	Consumo de agua	24
3.7.2.	Consumo de energía eléctrica	26
3.8.	INSUMOS REQUERIDOS	27
3.9.	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	27
3.10.	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	29
3.10.1.	Plan de prevención y mitigación de impactos.	30
	Programa de prevención de la contaminación del recurso suelo	30
	Programa de prevención de aspectos atmosféricos	31
	Programa de prevención del recurso agua	32
3.10.2.	Plan de manejo de desechos	33

Programa de segregación, almacenamiento y disposición de desechos no peligrosos.....	33
Programa de segregación, almacenamiento y disposición de desechos peligrosos.....	34
3.10.3. Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.	35
Programa de implementación de un programa de capacitación en gestión ambiental.....	35
3.10.4. Plan de relaciones comunitarias.....	37
Programa de actividades con la comunidad	37
3.10.5. Plan de contingencias	38
Programa de estructuración e implementación del plan de contingencias del proyecto.....	38
3.10.6. Plan de seguridad y salud ocupacional	39
Programa de implementación de un sistema de seguridad industrial y salud ocupacional	39
Programa de implementación de señalización.....	40
3.10.7. Plan de monitoreo y seguimiento	41
Programa de monitoreo de aspectos ambientales	41
3.10.8. Plan de rehabilitación.....	42
Programa de rehabilitación del recurso suelo	42
3.10.9. Plan de cierre, abandono, y entrega del área	43
Programa de abandono y retiro.....	43
3.10.10. Cronograma valorado del plan de manejo ambiental	44

4. RESULTADOS	47
4.1. RECOLECCIÓN DE ACEITES USADOS.....	47
4.2. DESCRIPCIÓN DE LAS DIFERENTES LÍNEAS DE PRODUCCIÓN	48
4.2.1. Recepción de materia prima	48
4.2.2. Tratamiento de materia prima	48
4.2.3. Reacciones de producción	52
4.2.4. Limpieza del biodiesel y glicerina	54
4.2.5. Envasado	57
4.2.6. Cálculo de caudales para la producción	57
4.2.7. Producción de biodiesel en laboratorio	60
4.2.8. Costos de producción	63
4.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL BIODIESEL.....	65
5. DISCUSIÓN	66
6. CONCLUSIONES	66
7. RECOMENDACIONES	67
8. REFERENCIAS	68
9. ANEXOS	70

Índice de Tablas

Tabla 1. Equipos Industriales	7
Tabla 2. Ventajas y desventajas de las vías de transesterificación.....	15
Tabla 3. Requisitos del biodiesel.....	18
Tabla 4. Consumo de energía en Kwh de los equipos eléctricos de la planta de biodiesel.	26
Tabla 5. Consumo de insumos.....	27
Tabla 6. Principales Impactos Ambientales positivos y negativos.....	28
Tabla 7. Cantidad de recolección de aceite vegetal usado.	47
Tabla 8. Datos de sedimentación.....	50
Tabla 9. Datos de deshidratación.....	52
Tabla 10. Datos de metóxido de sodio	53
Tabla 11. Datos de transesterificación.....	53
Tabla 12. Datos de densidades.	54
Tabla 13. Datos de separación.....	55
Tabla 14. Datos lavados del biodiesel	56
Tabla 15. Datos del TK-01.	57
Tabla 16. Datos del motor.	58
Tabla 17. Datos de la P-03.....	60
Tabla 18. Costo de producción para 1 gal del biodiesel.....	63
Tabla 19. Costo de producción para 10 gal de biodiesel.....	64
Tabla 20. Tabla comparativa de resultados.	65

Índice de Figuras

Figura 1. Esquema de los 4 tiempos formados en el motor.....	13
Figura 2. Reacción de transesterificación.....	14
Figura 3. Filtro del pre-tratamiento	49
Figura 4. Datos con aceite filtrado.....	50
Figura 5. Datos con aceite sin filtrar.....	51
Figura 6. TK-R01	54
Figura 7. TK-S.....	56

Índice de Anexos

Anexo 1. Registros fotográficos producción en laboratorio

Anexo 2. Registro fotográfico en planta

Anexo 3. Diagrama de proceso biodiesel.

Anexo 4. Categorización por parte del SUIA.

Anexo 5. Identificación de impactos

Anexo 6 .Resultado del análisis químico del aceite usado de cocina

1. INTRODUCCIÓN

Los ingenieros impulsados por la ciencia tienen un papel muy importante en el desarrollo de las comunidades, de modo que son los encargados de realizar diseños y procesos para brindar productos y servicios de calidad, para la innovación de nuevas alternativas que logren disminuir la contaminación ambiental, la implementación de todos estos logros de ingeniería trae consigo beneficios y problemas especiales en la economía, sociedad y el ambiente, que son los pilares fundamentales de la sustentabilidad. (Zimmerman & Mihelcic, 2012, p.230)

Todos los procesos industriales generan subproductos, y muchos de estos considerados desechos, los cuales suelen ser: sólidos, líquidos y gaseosos, por ende son depositados, vertidos y emitidos al ambiente, muchas veces sin un pre tratamiento adecuado para el desecho generado. Por consiguiente el presente trabajo está enfocado en el reciclaje de los desechos de aceites usados de cocina, como una alternativa para disminuir dichos desechos al ambiente, por medio de una producción más limpia en el proceso de obtención de biodiesel a partir de estos desechos utilizados.

Una de estas alternativas es la producción de biodiesel la misma que se viene implementando en diferentes países Europeos. Nextfuel (2006) define al biodiesel como:

Combustible de origen vegetal a partir de aceites o grasas, las cuales reaccionan con el metanol y un catalizador formando el compuesto (biodiesel) el cual puede ser usado directamente en un motor a diésel, por lo cual se lo considera renovable, de modo que genera un impacto positivo al ambiente, como sub producto se obtiene glicerina. (p.60)

Según la (ASTM International, 2009). el término biodiesel. “Alude al combustible puro-denominado B100 el cual ha sido denominado como combustible alternativo por el Departamento de Energía y de Transporte de USA. El B100 puede usarse en estado puro, pero se usa frecuentemente como aditivo en el combustible convencional”

Por consiguiente su producción debe de ser de forma sustentable, cumpliendo con parámetros ambientales indispensables de una producción más limpia, las cuales según Retamoso, (2007) son: “Ahorro de materiales, Control de los procesos, Modificaciones

de tecnología, Reciclaje, Eficiencia energética, Reformulación – Rediseño del producto” (p.30).

Zimmerman & Mihelcic (2012) en su libro establecen que la ingeniería verde es el diseño, descubrimiento e implementación de soluciones de ingeniería con una conciencia de los beneficios potenciales y los problemas en términos ambientales, económicos y sociedades a través del tiempo de vida de los diseños. (P.260)

Sin embargo debido al apogeo que tiene hoy en día la producción de biodiesel a partir de los aceites vegetales, se teme que en un futuro se vea comprometida la producción de aceites vegetales para alimento, más que todo en los países en vías de desarrollo. Por eso la tendencia actual se centra en el estudio de aceites no comestibles o en el reciclaje de los desechos de aceites usados luego de las frituras para la producción de biodiesel.

1.1. ANTECEDENTES

Para esto debemos de conocer cuál es el efecto que causa el aceite usado de cocina como desecho, una vez que este llega a un cuerpo hídrico. González & González (2012) en su investigación menciona que:

La liberación de aceites y grasas al ambiente acuático, como sustancias hidrófobas de menor densidad, además de provocar un impacto visual, aportan otros contaminantes como DQO, y afectan al intercambio gaseoso. Una vez que entran en el medio acuático, se difunden por la superficie impidiendo la fotosíntesis y reduciendo la oxigenación a través de la interface aire-agua, ya que absorbe la radiación solar, disminuyendo así, la producción interna de oxígeno disuelto. (p.5)

En numerosas publicaciones se cita que *1 litro* de aceite puede llegar a contaminar *1000 litros* de agua, para cuantificar una cantidad verdadera de litros de agua contaminada. González & González (2012) En su experimento:

Realizado un ejercicio teórico que consistió en calcular el grado de dilución, que sería necesario para cumplir con los parámetros habituales de vertido al ambiente, partieron de 3 parámetros físico-químicos: DQO, Sólidos Suspendedos Totales (SST) y aceites y grasas. Los límites permitidos de vertidos son: DQO $125mgO_2/l$, SST $35mg/l$, aceites y grasas $20mg/l$. Según las características físico-químicas del aceite usado un litro de este residuo requiere:

- 27.200l de agua para alcanzar una DQO de 125mgO₂/l.
- 1.300l de agua para conseguir llegar a 35mg/l de SST.
- 40.00l de agua para que la concentración de aceite y grasas sea 20mg/l.

Por lo consiguiente 1litro de aceite usado contamina 40.000l de agua, el cual equivale al consumo anual de una persona en su domicilio. (P.6)

Este desecho tambien generan problemas cuando son vertidos a los colectores de aguas lluvias o servidas, sujetas a velocidades bajas (poca pendiente, quiebros, bombeos) estos se juntan con detergentes y jabones probocando bolas de grasas, debido a esto causan las obstruciones en los colectores.

Los restaurantes para la elaboración de alimentos generan como residuo de la cocción de frituras el aceite usado de cocina, para el cual aún no existe legislación para su tratamiento o respectivo proceso de reciclaje o disposición final, pero si existe un Acuerdo Ministerial N° 142 con su Registro Oficial N° 856 con fecha Viernes 21 de Diciembre del 2012 en la cual establecen a los aceites vegetales usados generados en el proceso de fritura de alimento, se encuentra en la sección del Anexo C como desechos especiales.

En la actualidad la producción de biodiesel, es una forma alternativa para disminuir la contaminación ambiental en su estudio. Valencia (2013) indica que:

El biodiesel se obtenido de un proceso químico llamado transesterificacion de grasas y aceites vegetales, por medio de una dilución de metanol o etanol no mayor al 15 o 20% dependiendo de la tecnología de producción, esta reacción debe realizarse con un catalizador en disolución menos del 1% de la mezcla inicial, durante la reacción las moléculas de cada cadena de ácido graso reaccionan con el alcohol, dando lugar a la separación de las moléculas de glicerina y por otro el biodiesel, la glicerina se sedimenta en el fondo del recipiente y el biodiesel por densidad se dispone en la parte superior. (P. 13).

Por otra parte se conoce que. “El Consejo Nacional de Biodiesel (National Biodiesel Board), más de 170 empresas en los EE. UU promocionan intensamente el biodiesel y construyen fábricas con una capacidad potencial de producción de aproximadamente de 2.24 mil millones de galones por año” (ASTM International, 2009).

El (Programa Ambiental de las Naciones Unidas {UNEP}, s.f) por sus siglas en inglés, emitieron un informe en donde mencionan:

La producción más limpia es un concepto que encierra estrategias flexibles de prevención, por ende previenen que la contaminación se genere y maneja el impacto ambiental del proceso completo de producción, desde el inicio al final de la línea de producción. La producción más limpia analiza las causas fundamentales de los problemas ambientales, mas no sus efectos, a partir de un programa integrado de mejoras en toda la línea de producción y ciclo de vida del producto, por consiguiente la producción más limpia pretende eliminar o minimizar la necesidad de sistemas altamente costosos para la mitigación, tratamiento y disposición de desechos, por ende motiva la innovación y el dialogo entre actores claves de los procesos productivos. Elimina los intercambios negativos entre el crecimiento económico y el ambiente asegurando la integridad de los trabajadores y seguridad de los consumidores, siendo más específicos la producción más limpia tiene como objetivo reducir el consumo de los recursos naturales por unidad de producción, la contaminación, impacto ambiental, mientras hacen más atractivo financieramente y políticamente. (Pág. 3)

El presente trabajo se desarrollara en un prototipo ya establecido por la Universidad de Guayaquil - Facultad de Ingeniería Química, en donde se producía biodiesel con un método muy básico, el equipo cuenta con un reactor en donde da lugar a la transesterificación y se obtiene el biodiesel y la glicerina sin un proceso de refinación.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

La problemática ambiental por el cual está pasando nuestro planeta a nivel mundial, y las investigaciones que existes para desarrollar nuevas tecnologías que sean amigables con el ambiente, entre ellos la alternativa de nuevos combustibles para disminuir el consumo de derivados de petróleo.

El presente trabajo se desarrollará para contribuir con información en la producción de biodiesel desde un punto de vista ambiental durante su producción, aplicando los principios de reducción, reciclaje y rehusó.

1.3. EL PROBLEMA

Una de las principales problemáticas industriales en temas ambientales son la gestión de sus desechos, por ello es necesario promover el conocimiento de residuos y desechos en las empresas, de tal manera que se impulsen soluciones a partir de rediseños de producción, que permitan la minimización de los desechos y residuos generados en sus líneas de producción, y así gestionarlos ambientalmente. Sin embargo la innovación en mejoramiento de una correcta gestión ambiental de los residuos y desechos industriales, permiten a las empresas competir en mercados internacionales y obtener un valor agregado a sus productos, los mismos que traerán ventajas económicas para la empresa, y grandes mejoras ambientales.

Actualmente existe un crecimiento rápido de los puestos informales de comidas rápidas (comidas chatarras), la cuales sin un debido control por las autoridades competentes, en la gestión de sus desechos aumenta la generación de desechos grasos provenientes de las frituras de las comidas, las mismas que muchas veces se desconocen su disposición final.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL.

Reutilizar los aceites de desechos de cocina, mediante los conceptos de una producción más limpia en la obtención de biodiesel, y usarlo en una proporción B5.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Recolectar los aceites usados de desechos de cocina en los puntos establecidos en el área de estudio.
2. Procesar los aceites de desecho de cocina mediante una producción más limpia en la obtención de biodiesel.
3. Verificar la calidad del biodiesel obtenido, conforme a lo establecido por la ASTM D975-08 mezcla B5.

2.3. HIPÓTESIS DEL PROYECTO

Crear una alternativa para la reducción de los aceites vegetales de desecho, mediante una producción más limpia de biodiesel y obtener un producto de calidad conforme a lo establecido por la ASTM International D977-08.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES USADOS EN EL MONTAJE DE PLANTA

En el presente capítulo se describen todos los equipos utilizados en las diferentes líneas de producción para la obtención de biodiesel, las mismas que describiremos conforme a la secuencia de las líneas implementadas en el proceso, para ello se detalla una tabla con la cantidad de equipos utilizados.

Tabla 1. Equipos Industriales

Equipo	Cantidad unidad	Línea de producción	Descripción	Imagen
Malla filtrante	1	Filtración materia prima	Ayuda a la limpieza de la materia prima por medio de la filtración, con la finalidad de retener los sólidos que se encuentran en el aceite.	
Válvula de bola/ de palanca/ de aislamiento	9	Se encuentran en todo el proceso	Permiten la entrada y salida del fluido tanto de la materia prima como el producto final y agua.	
Válvula de bola/ manual / de control/ de plástico	2	Se encuentran en todo el proceso	Permiten la entrada y salida del fluido tanto de la materia prima como el producto final y agua.	

Tanque de acero inoxidable con visor	1	Reacción de transesterificación	En donde se transformara el aceite en biodiesel y glicerina.	
Tanque de acero inoxidable	1	Destilación	En donde se almacena la glicerina para la recuperación del metanol.	
Condensador	1	Destilación	En donde se condensara el gas de metanol.	
Tanque de plástico	1	Almacenamiento	En donde se almacena la materia prima aceite usado de cocina.	
Motor trifásico de 1hp	1	Reacción de transesterificación / deshidratación / lavado.	Ejercer el trabajo mecánico para la agitación de la reacción.	
Motor bomba milano de 0,5hp	1	Almacenamiento.	Transportar la materia prima del TK-01 al TK-R01.	

Bomba de succión LG de 85W	1	Reacción / destilación.	Transportar la glicerina del TK-R01 al TK-S.	
Manómetro	2	Reacción / tubería de agua.	Para controlar la presión en el TK-R01 y en la línea 11.	
Termocupla	2	Reacción / destilación	Controlar la temperatura del TK-R01 y el Tk-S.	
Tubería de 1/2 plástica	20m	Líneas de conducción de	Conectar y trasladar los insumos a las diferentes líneas de producción.	
Tubería 3/4 plástica	5m	Líneas de conducción	Conectar y trasladar los insumos a las diferentes líneas de producción.	
Neplo de acero de 1/4	30cm	Líneas de conducción	Conectar y trasladar los insumos a las diferentes líneas de producción.	
Codos de 90° plásticos 1/2	16	Líneas de conducción	Conectar y trasladar los insumos a las diferentes líneas de producción.	
Uniones de plásticos 1/2	4	Líneas de conducción	Conectar y trasladar los insumos a las diferentes líneas de producción.	

Reducciones de plástico de ½ a ¾	3	Líneas de conducción	de	Conectar y trasladar los insumos a las diferentes líneas de producción.	
T de plásticos ½	5	Líneas de conducción	de	Conectar y trasladar los insumos a las diferentes líneas de producción.	
Resistencia eléctrica	3	Reacción de destilación	y	Elevar la temperatura de los fluidos utilizados.	
Termostato	3	Reacción de destilación	y	Mantener una temperatura constante.	
Panel eléctrico	1			Semiautomatización de la planta.	
Filtro para gasolina	1	Limpieza del biodiesel	del	Ayuda a la retención de sólidos suspendidos en el biodiesel	
Mangueras de ¼ plásticas	2m	Limpieza del biodiesel	del	Conectores de la salida del biodiesel al sistema de filtración.	

3.2. PROCESO DE COMBUSTIÓN INTERNA DE UN MOTOR A DIÉSEL

Aquí se describe el funcionamiento de un motor a diésel y su comportamiento dentro de la cámara de combustión en su libro (Edgar J. Kates & William E. Luck, 2003) afirma:

Para dar lugar a la combustión dentro del cilindro debe introducirse aire dentro del mismo, ya que ningún combustible arde en ausencia del oxígeno, lo que significa que cuando el combustible y el oxígeno reaccionan bajo las condiciones adecuadas se transforman en otras sustancias. (p.28)

Una vez que haya sido introducido el aire, este debe ser comprimido hasta una presión elevada, las razones por las cuales el aire ha de ser comprimido son por que cuando el aire es comprimido, su temperatura aumenta de forma que cuanto mayor es la presión tanto mayor es la temperatura. “En los motores a diésel el aire se comprime hasta que se calienta suficientemente para inflamar el diésel que se introduce dentro de él en forma de chorro pulverizado” (Edgar J. Kates & William E. Luck, 2003,p.28)

Existe una diferencia primordial entre los motores diésel y gasolina; en los motores de gasolina se requiere de una chispa para inflamar el combustible, la cual es generada por la bujía; mientras que los motores diésel el combustible se inflama por sí mismo como consecuencia de su contacto con el aire, aire que está a gran temperatura porque ha sido previamente comprimido a una presión elevada.

Seguidamente debe introducirse el combustible dentro del cilindro en forma de chorro muy pulverizado, esto se realiza después de que el aire haya sido comprimido y por tanto elevado su temperatura. El motivo por el cual el combustible debe encontrarse en forma de chorro pulverizado es que debe de formar una nube de pequeñas gotas que se dispersen bien en el seno del aire con lo cual se consigue una mezcla íntima u homogénea (Edgar J. Kates & William E. Luck, 2003). Lo que es condición para que la combustión sea rápida y completa, una vez el combustible disperso en el seno del aire la combustión tiene lugar inmediatamente, generándose una enorme cantidad de calor.

Este calor es recibido por la propia mezcla combustible en proceso de combustión que tratara de dilatarse y empujara al pistón; este, a su vez transmitirá el impulso a la

manivela del cigüeñal a través de la biela, lo que ocasionara el giro del cigüeñal y de esta forma se cederá energía mecánica a la maquina a la cual se encuentra conectado el motor. (Edgar J. Kates & William E. Luck, 2003, p.29)

3.2.1. **Ciclo de un motor a diésel**

Cuando el cilindro haya quedado libre de gases consumidos, estará listo para recibir una carga nueva de aire y combustible para comenzar un nuevo ciclo. Un ciclo es, pues, una secuencia completa de fases separadas, por lo general los motores a diésel convencionales de vehículos son de 4 ciclos los mismos que se describen a continuación.

3.2.1.1. *Ciclo de admisión*

El pistón se encuentra en el extremo superior del cilindro (punto muerto superior, PMS) y dispuesto a incorporar una carga nueva de aire, para lo cual la válvula de admisión se encuentra abierta y la otra cerrada. El cigüeñal está girando hacia la derecha y hacia abajo y arrastra consigo a la biela, y esta, a su vez, arrastra consigo al pistón. De esta forma, el pistón desciende por el interior del cilindro y aspira una carga nueva de aire a través de la válvula de admisión. Cuando el pistón llega al extremo inferior de su ciclo (punto muerto inferior PMI), la válvula de admisión se cierra, en este momento, el cilindro se encuentra lleno de aire nuevo.

3.2.1.2. *Ciclo de compresión*

Inicia cuando el pistón se encuentra en el punto muerto inferior y la válvula de admisión se encuentra cerrada y el aire no puede escaparse y por tanto se reduce el espacio que ocupa. Con ello aumenta la presión del aire y también su temperatura, por lo que cuando el pistón llegue al extremo superior el aire ocupara solo $\frac{1}{16}$ aproximadamente del espacio que ocupa inicialmente y su temperatura se habrá elevado a unos 550°C o más.

3.2.1.3. *Ciclo de combustión*

En este momento, el aire se encuentra a tal temperatura que automáticamente inflamara al combustible cuando este sea pulverizado y dispersado en su seno a través de la tobera de inyección. Al mezclarse íntimamente con el aire, el combustible se quema con gran rapidez y este proceso de combustión genera más calor, calentándose aún más la mezcla combustible, como esta masa de gases calientes esta confinada entre el pistón y el cilindro, su presión aumenta también y esta presión se transmite a la superficie

superior del pistón impulsándolo hacia abajo en carrera motriz, o de combustión, el pistón continua descendiendo bajo el impulso de los gases calientes en expansión, pero estos pierden presión y se enfrían. Poco antes de que el pistón alcance el punto muerto inferior del ciclo de combustión, la válvula de escape es abierta mecánicamente y los gases de combustión, con la mayoría del calor y de la presión, perdidos a causa de la expansión, comienzan a salir por la válvula de escape.

3.2.1.4. *Ciclo de escape*

Cuando la válvula de escape se abre al final del ciclo de combustión, los gases consumidos del interior del cilindro salen al exterior solo hasta que su presión cae hasta un valor ligeramente superior al de la presión del exterior. El cilindro permanece lleno de gases de combustión que deben vaciarse para dejar sitio a la carga de nueva de aire.

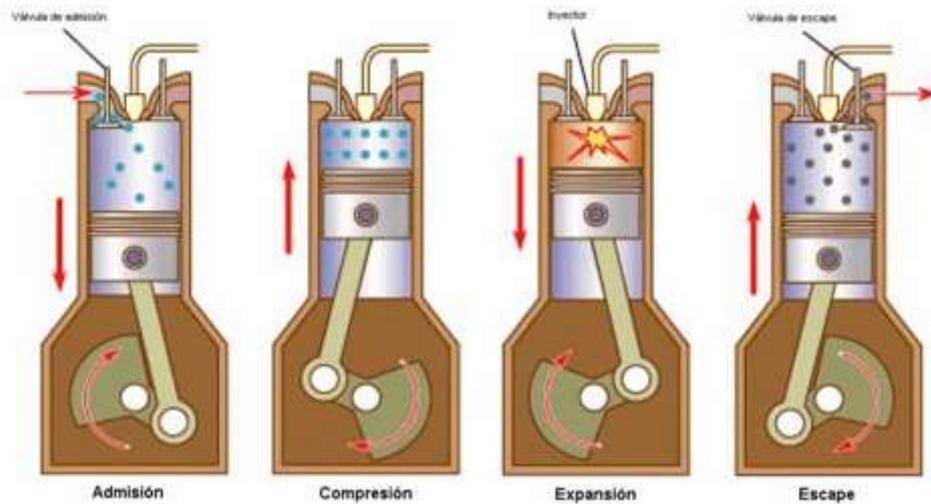


Figura 1. Esquema de los 4 tiempos formados en el motor

3.3. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se basó en una serie de estudios realizados en este tema.

La reacción química que mejores resultados ha obtenido en la obtención del biodiesel es la transesterificación, la cual consiste en una reacción entre un triglicérido compuesto por una molécula de glicerol esterificada por tres moléculas de ácidos grasos, contenido en el aceite vegetal o grasa animal y un alcohol ligero metanol o etanol, generando como productos glicerina y ésteres derivados de los tres ácidos grasos de partida biodiesel. (Ganduglia Federico, 2009,p.90)

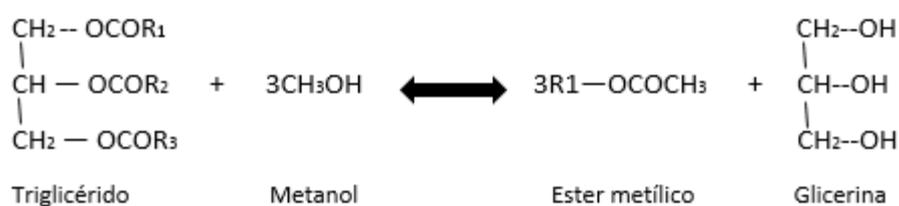


Figura 2. Reacción de transesterificación

Esta reacción química se puede dar por. “Catálisis alcalina, catálisis ácida, catálisis de lipasas alcoholes en condiciones supercríticas, las vías más utilizadas son la catálisis alcalina y la catálisis ácida” (Ganduglia Federico, 2009, P.90).

Tabla 2. Ventajas y desventajas de las vías de transesterificación.

	Ventajas	Desventajas	Características de transesterificación
Catálisis alcalina.	<ul style="list-style-type: none"> • Es la tecnología más utilizada comercialmente. • Condiciones moderadas de presión y temperatura. • Se obtiene conversiones en tiempos de reacción de 60min. aprox. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere que el aceite y el alcohol sean anhidro y limitar el contenido de ácidos grasos libres en la alimentación para evitar la formación de jabones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad apreciable de operaciones unitarias para la separación de los productos. • Reacción en condiciones atmosféricas. • Requiere catalizador alcalino.
Catálisis acida.	<ul style="list-style-type: none"> • Se utiliza en la adecuación del aceite (esterificación de los ácidos grasos libres con metanol). • Puede procesar materias primas con altos niveles de ácidos grasos libres (grasas animales y aceite usados) 	<ul style="list-style-type: none"> • Los tiempos de reacción son mucho más lentos en comparación con la catálisis alcalina 	<ul style="list-style-type: none"> • Se utiliza como un proceso de pre-esterificación antes de realizar dicho proceso vía la catálisis alcalina. • Requiere uso de catalizador acido.
Catálisis lipasas	<ul style="list-style-type: none"> • La reacción no es afectada por la presencia de agua en las materias primas ni por contenido de ácidos libres. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los tiempos de reacción son elevados, por lo que no pueden ser procesos continuos 	<ul style="list-style-type: none"> • Se usan solventes orgánicos como medio de reacción, porque mejoran la reactividad y brindan la posibilidad de reutilización. El alcohol se adicionan por etapas, para evitar la inhibición.
Alcoholes supercríticos	<ul style="list-style-type: none"> • Bajos tiempos de reacción • Se pueden procesar materias primas con altos contenidos de ácidos grasos libres y agua • No es necesaria la utilización de un catalizador 	<ul style="list-style-type: none"> • Altos costos debido a las condiciones de la reacción a altas temperaturas y presiones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se emplean temperaturas y presiones elevadas.

Fuente: Manual de biocombustibles.

3.4. MARCO LEGAL

El presente proyecto se rige bajo normas legales que describen los principales contenidos relacionados con el cumplimiento de parámetros ambientales, exigibles en la legislación ecuatoriana e internacionales la misma que se describe a continuación:

Artículo 15. El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. (Asamblea Constituyente, 2008, P.90)

Artículo 281. La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente. (Asamblea Constituyente, 2008, P.138)

Art. 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua. (Asamblea Constituyente, 2008, P.182)

Art. 414.- El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo. (Asamblea Constituyente, 2008, P.182)

Con los artículos antes mencionados de la constitución de la república del Ecuador hace referencia a las prioridades que tiene el estado para el impulso del desarrollo de nuevas tecnologías ambientales para mejorar la producción de energías renovables siempre y cuando no pongan en riesgo la soberanía alimentaria y no generen grandes impactos ambientales, manteniendo conceptos de producción más limpia.

La producción de biodiesel está considerada dentro de las prioridades del gobierno ecuatoriano por la cual el Decreto ejecutivo 1303 de la (Presidencia Constitucional de la República, 2012) establecen en sus artículos 1 y 2:

Es de interés nacional el desarrollo de biocombustibles en el país como impulso del fomento agrícola, la producción, el uso y el consumo de los biocombustibles responderá a una estrategia inclusiva.

El combustible diésel Premium que se utilice en el país deberá contener biodiesel de origen vegetal de producción nacional, para uso en motores diésel.

La distribución y comercialización de la mezcla de diésel con biodiesel de producción nacional, se aplicara en todo el territorio nacional en una proporción del 5% de biodiesel (B5), de acuerdo con los requisitos técnicos que determine la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero. (p.3)

En el mismo Decreto Ejecutivo 1303 de la (Preidencia Constitucional de la República, 2012) en su disposición general primera establecen que:

El combustible diésel destinado al sector automotriz utilizado en el país deberá ir incrementando progresivamente el porcentaje de biodiesel de origen vegetal de producción nacional, hasta llegar a un 10% (B10); incremento que se aplicara en función de la oferta nacional de biodiesel y de acuerdo con los requerimientos técnicos definidos por la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero. (p.3)

Es importante mencionar en este marco legal la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de las (Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1992) en la cual en sus principio 8 y 9 establecen:

Para alcanzar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida para todas las personas, los estados deberán reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenible y fomentar políticas demográficas apropiadas. Los estados deberían cooperar en el fortalecimiento de su propia capacidad de lograr el desarrollo sostenible, aumentando el saber científico mediante el intercambio de conocimiento científico y tecnológico, e intensificando el desarrollo, la adaptación, la difusión y la transferencia de tecnología, entre estas tecnologías nuevas e innovadoras. (Pág. 2)

Dentro de este mismo marco legal mencionamos la ley de gestión ambiental del (Ministerio de Ambiente, 2004) en el que el artículo 2 establece. “La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación,

reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientales sustentables y respetos a las culturas y prácticas tradicionales”

En el libro VI, Anexo 6 del (Ministerio de Ambiente, 2015) en su último inciso 4.1.1, establecen que:

Todas las personas que intervengan en cualquiera de las fases de la gestión de productos químicos peligrosos, están obligados a minimizar la producción de desechos sólidos y a responsabilizarse por el manejo adecuado de estos, de tal forma que no contaminen el ambiente.

La norma NTE INEN 2482 del (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2009) indican los parámetros que el biodiesel debe cumplir, los mismos que son:

Tabla 3. Requisitos del biodiesel.

REQUISITOS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	METODOS DE ENSAYO
Densidad a 15°C	<i>kg/m³</i>	860	900	ASTM D 1298
Punto de inflamación	<i>°C</i>	120	---	ASTM D 93
Punto de turbidez	<i>°C</i>	Reportar		
Agua y sedimento	%	---	0,05	ASTM D 1796
Contenido de agua	<i>mg/kg</i>	---	500	ASTM D 95
Viscosidad cinemática a 40°C	<i>mm²/s</i>	3,5	5	ASTM D 445
Cenizas sulfatadas	<i>%(m/m)</i>	---	0,02	ASTM D 874
Contenido de azufre	<i>mg/kg</i>	---	10	ASTM D 1552
W carbón residual	%	---	0,05	ASTM D 4530
Corrosión lámina de cobre	Clasificación	---	3	ASTM D 130
Numero de cetano	--	49	---	ASTM D 613
Temperatura de destilación al 90% recuperado	<i>°C</i>	---	360	ASTM D 1160
W glicerina libre	%	---	0,02	ASTM D 6584
W glicerina total	%	---	0,25	ASTM D 6584
W contenido de ésteres	%	96,5	---	EN 14103
Índice de yodo	<i>g yodo /100g</i>	---	120	EN 14111
W contenido de metanol	%	---	0,20	ASTM D 4815 EN 14110
Contenido de fósforo	<i>mg/kg</i>	---	10	ASTM D 4951
Contenido de metales alcalinos (Na+K)	<i>mg/kg</i>	---	5	EN 14108
Contenido de metales alcalinos (Ca+Mg)	<i>mg/kg</i>	---	5	prEN 14538
Número de acidez	<i>mgKOH/g</i>	---	0,5	ASTM D 664
1 El punto de turbidez del biodiesel generalmente es mayor que el diésel de origen fósil y debe ser tomado en consideración para los procesos de mezcla.				
2 Debe ser determinado en el 100% de la muestra.				

3.5. EVALUACIÓN AMBIENTAL

3.5.1. Descripción de la línea base

A continuación se describirá la línea base ambiental que encierra la actividad de producción más limpia de biodiesel a partir del aceite usado de cocina, y como afecta directa o indirectamente a las actividades operativas de producción de biodiesel, que colinda al proyecto, y que sirven de marco para determinar la afectación, ya sea positiva o negativa, hacia los alrededores o desde los alrededores para la actividad indicando los componentes abióticos, bióticos y socioeconómico.

3.5.2. Sistema abiótico

3.5.2.1. Topografía – Geología

En el estudio de impacto ambiental de fundación MCCH desarrollado por (TECAM, 2016) establecen que la geología de la ciudad de Guayaquil es la siguiente:

De acuerdo con la geografía y geomorfología en Guayaquil convergen tres marco-dominios geológicos, cada uno de estos presenta sus propias características geomorfológicas, este marco-dominio son: llanura aluvial de los ríos Daule y Babahoyo, el complejo deltaico-estuario del Río Guayas, y las colinas de la Cordillera Chongón - Colonche. La zona de estudio y cercana a ella tenemos rocas mesozoicas, cenozoicas y depósitos sedimentarios cuaternarios y emplazamientos volcánicos y plutónicos conforman el marco geológico regional inmediato. Depósitos de carácter aluvial, coluvial y estuarinos, ocurren conformando la llanura marginal del Río Guayas también se encuentran cuerpos plutónicos (mesozoicos) conformados por tonalitas, granodioritas y peridotitas, secuencia monótona de lutitas silíceas y enriquecimientos secundario de nódulos de pedernal, así como rocas calcáreas de naturaleza orgánica. (P.48)

3.5.2.2. *Clima*

Las características del clima están dadas por el comportamiento de los siguientes indicadores meteorológicos: precipitación, temperatura, del aire, humedad atmosférica y dirección del viento.

La ciudad de Guayaquil por su ubicación geográfica en el trópico ecuatorial presenta según el estudio de impacto ambiental de fundación MCCCH elaborado por (TECAM, 2016) establece que:

Tiene un alto índice de evaporación y la humedad relativa registra valores del orden del 80% que se incrementa en temporadas lluviosas, la zona que corresponde al cantón Guayaquil, según la clasificación universal de Koeppen, se ubica en el tipo de clima tropical húmedo, seco en verano, con una precipitación media anual que oscila entre 750 y 1000mmHg y una temperatura media anual entre 24,5 y 26°C. (p.44)

3.5.2.3. *Amenazas Naturales*

3.5.2.3.1. Sismos

En el territorio cantonal se identifica dos tipos de riesgos naturales que según él (SIISE, 2001) “clasifican entre mínimo y máximo los riesgos los cuales son inundaciones ocasionadas por el desbordamiento del río Guayas y el riesgo sísmico”.

Como resultado de la evaluación del peligro sísmico que representa la esperada ocurrencia de un terremoto peligroso, realizados en un estudio de La M.I. Municipalidad de Guayaquil, los especialistas que colaboran con el proyecto han identificado zonas susceptibles a deslizamientos como efecto colateral al terremoto, que están asociadas principalmente con el tipo de suelo de la cimentación de las estructuras civiles construidas. Se nombran los Sistemas de fallas Guayaquil que parten desde la zona del Canal de Jambelí se relaciona con la falla Pallatanga y avanza hasta la región de Riobamba y, posiblemente hasta la falla Romeral en Colombia. (TECAM, 2016, P. 44)

La evaluación de la sismicidad histórica es de suma importancia ya que constituye un parámetro utilizado en el estudio del peligro sísmico. De acuerdo a sismos estudiados y las condiciones del Hipocentro se observa que las magnitudes calculadas

comprenden valores entre 4.3 a 6.2 y las profundidades del foco predominantemente se ubican entre 35 y 73 Km. de profundidad.

3.5.2.3.2. Inundaciones

La provincia del Guayas ha sufrido inundaciones a causa del fenómeno de “El Niño” de los años 1982-1983 y el último en 1997-1998, como se encuentra en los registros históricos del país, fenómenos que dejaron grandes pérdidas económicas en el sector agrícola

Por lo tanto no se puede descartar una posible eventualidad parecida en el futuro, más que todo en el área del proyecto, el mismo que se encuentra a unos pocos metros del estero salado, y como es de conocimiento general los esteros son amortiguadores de los ríos para el control de inundaciones, pero hay que tener en cuenta que dichas áreas han sido intervenidas por el hombre, reduciendo su capacidad de captación de agua y reduciendo su caudal.

3.5.3. Sistema biótico.

3.5.3.1. Flora

Considerando la ubicación del proyecto de Producción Más Limpia de Biodiesel a partir del Aceite Usado de Cocina, en el laboratorio de mecánica de fluidos de la facultad de ingeniería química de la Universidad de Guayaquil, el área corresponde a la zona de manglar, área que se encuentra intervenida por el hombre, en el área en donde se desarrollara el trabajo de titulación, se encuentran 4 árboles de samán en suelo completamente de arcilla, el área en donde se encuentra ubicado los equipos es sobre un piso de hormigón armado.

3.5.3.2. Fauna

Por motivo de la zona en donde se encuentra el proyecto, se encuentran animales como gatos, iguanas, ratas, los mismos que son comunes en un área intervenida.

3.5.4. Sistema socio-económico

En este apartado se describe todo los componentes que del medio antrópico en donde se encuentra el proyecto, como se expuso anteriormente el proyecto está ubicado en los patios del laboratorio de mecánica de fluidos de la facultad de ingeniería química de la Universidad de Guayaquil. Las personas que pueden ingresar al laboratorio a realizar

prácticas son estudiantes que estén cursando la materia en el semestre en curso, por lo que el acceso a esta área es limitado.

3.6. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.

Aquí se especificarán las actividades operacionales que se desarrollarán en la actividad durante la producción de biodiesel las cuales consisten en: Recepción y almacenamiento de la materia prima, decantación, filtración, deshidratación, ingreso del metóxido, reacción de transesterificación, lavado del biodiesel, destilación de la glicerina y embazado del biodiesel. Debido a las actividades que se producen, se puede identificar que se genera ruido, consumo energético, aguas residuales industriales y desechos industriales.

3.6.1. **Recepción y almacenamiento de la materia prima**

Aquí se reciben las canecas de 5 galones, de aceite usado de los puntos diferentes de recolección, los cuales se los dispone en el tanque de almacenamiento (TK-01) de 55 galones, para su almacenamiento.

El trasvasado se lo realiza manualmente por medio de un embudo para evitar derrames de la materia prima, el sobrante en este caso los sólidos sedimentados se los dispone en una caneca diferente para su almacenamiento temporal, para luego llevarlos a su disposición final.

3.6.2. **Decantación**

En este punto la gravedad hace su trabajo en el TK-01 en donde los sólidos se sedimentan separando el aceite de sus impurezas, por lo cual el TK-01 cuenta en la parte inferior con una válvula de desfogue para su mantenimiento y retirar los sedimentos que se convertirán en desechos, el mismo que serán almacenados en la caneca de desechos.

Se podría decir que aquí comienza el primer tratamiento de la materia prima para eliminar las impurezas con las que llega.

3.6.3. **Filtración**

En esta parte del proceso la materia prima pasa por el sistema de filtrado para continuar con la eliminación de impurezas, las mismas que serán dispuestas en la caneca de desechos.

El sistema de filtrado, es lavado después de cada proceso, para evitar que se obstruya con las impurezas retenidas por el sistema, para el lavado se requiere el uso de agua, proveniente de la conexión de agua potable.

3.6.4. Deshidratación

Aquí la materia prima es llevada al tanque reactor (TK-R01) para su deshidratación por medio de una resistencia eléctrica, la cual eleva su temperatura entre 60 y 65°C para evaporar agua que se encuentra disueltas en aceite.

3.6.5. Preparación del metóxido de sodio

Para ello se requiere preparar una disolución entre el metanol al 99% y el hidróxido de sodio al 98%, el mismo que se realiza en una caneca de polietileno de alta densidad, para su posterior ingreso al TK-R01.

En esta actividad hay que considerar que el hidróxido de sodio es corrosivo, para la piel humana, por lo tanto se requiere tomar las debidas precauciones para su disolución en el metanol, el mismo reactivo químico emite gases que pueden perjudicar la salud de la persona que esté preparando la disolución.

3.6.6. Reacción de transesterificación

En este procesos va a reaccionar el aceite vegetal con el metóxido de sodio en el TK-R01 para obtener dos productos, que tendrán tratamientos diferentes por una lado tendremos glicerina y por el otro biodiesel, el proceso tiene una duración de 90 min, a 200rpm y temperatura constante de 60°C.

3.6.7. Lavado del biodiesel

Aquí se requiere el uso de agua para el lavado del biodiesel para eliminar restos de jabón y glicerina presentes en el biodiesel, el agua es tomada del punto de abastecimiento de agua potable para desarrollar este proceso.

El resultado de este proceso nos dará una emulsión la misma que será almacenada en un tanque diferente para su decantación por diferencias de densidades obtendremos biodiesel que se podrá incorporar al proceso nuevamente.

3.6.8. Destilación

Este proceso se lo realiza a la glicerina en el tanque separador (TK-S) la misma que es sometida a un incremento de temperatura entre los 80 y 85°C para poder evaporar el metanol y condensarlo para poder recuperar el metanol e incorporarlo al sistema, haciendo más eficiente el proceso. El TK-S tiene una válvula de purga para evacuar la glicerina libre de metanol, la misma que se envasará para su respectiva venta o elaboración de jabón.

3.6.9. Envasado

Este proceso es la parte final de la elaboración de biodiesel en donde se envasa el producto final para su distribución y uso en vehículos a diésel, el biodiesel se los almacenará en envases de 1galon, a través de la purga que tiene el TK-R01.

Antes de este proceso el biodiesel pasa por un sistema de filtro para eliminar restos de impurezas que haya adquirido durante el proceso, así se obtendrá un biodiesel más limpio, de toda la producción se realiza la obtención de una muestra para analizarla en el laboratorio.

3.7. INFORMACIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS

3.7.1. Consumo de agua.

El agua es indispensable para el desarrollo de esta actividad, por lo tanto se abastece de la empresa municipal de agua potable y alcantarillado de Guayaquil (Emapag), la misma que abastece a la Universidad de Guayaquil Facultad de Ingeniería Química por medio de la línea de agua potable conectada a la red pública. “Teniendo un costo promedio el metro cubico de agua de \$0,55” (El Universo, 2013).

Para el lavado del biodiesel se requiere un $\frac{1}{3}$ de agua del volumen de biodiesel el mismo que es de 3,33gal correspondiente a 10gal de biodiesel, y se necesita 25,344gal de agua para la condensación del metanol. Con esto convertimos los galones en metros cúbicos para poder obtener el valor en dólares del consumo de agua entonces los cálculos son:

Ecuación 1. Calculo de volumen en metros cúbicos para el lavado de biodiesel.

$$3,33gal * \frac{1m^3}{264,172gal} = 0,01261m^3$$

Consumo de agua en el lavado del biodiesel.

Ecuación 2. Calculo del volumen de agua usado para la condensación del metanol.

$$Q = \frac{V}{t} \rightarrow V = Q * t \rightarrow V = 0,1408 \frac{gal}{min} * 180 min \rightarrow V = 25,344gal$$

Consumo de agua en el momento de destilación del metanol

Ecuación 3. Conversión del volumen en galones a metros cúbicos del volumen de agua usado en la condensación.

$$25,344gal * \frac{1m^3}{264,172gal} = 0,0959m^3$$

Consumo de agua en la condensación del metanol por el tiempo de 3horas.

Entre estos dos consumo de agua dan un total de $0,1085m^3$ por producción en $10gal$ de biodiesel, capacidad máxima de producción de la planta. Por regla de tres obtenemos en valor en dólares del consumo total de agua ocupado en la producción según el costo por metro cúbico de agua.

Ecuación 4. Cálculo del costo del metro cubico de agua usado en la producción.

$$\$valor = \frac{\$0,55 * 0,1085m^3}{1m^3} \rightarrow \$0,059675$$

3.7.2. Consumo de energía eléctrica.

Como es indispensable el uso de energía eléctrica para la producción de biodiesel, ya que se emplean equipos electrónicos durante todo el proceso se ha calculado el consumo de energía eléctrica requerido para la actividad por lo tanto se consideran los siguientes quipos:

Tabla 4. Consumo de energía en Kwh de los equipos eléctricos de la planta de biodiesel.

Equipo	Cantidad en KW	Tiempo de trabajo en horas	Consumo en KWh
Bomba 1 P-01	0,085	0,0455	0,01635
Motor 2 M-02	0,37	4,5	1,665
Bomba 3 P-03	0,37	0,03	0,00255

Con estos datos se obtiene el consumo en KWH por producción para los 10gal de biodiesel, sumando todos estos valores se obtiene un total demostrado en la siguiente ecuación:

Ecuación 5. Cálculo del consumo eléctrico en KWh.

$$\text{consumo total} = 0,016835\text{Kwh} + 1,665\text{Kwh} + 0,00255\text{Kwh}$$

$$Ct = 1,684385\text{Kwh}$$

Con este valor se puede calcular el consumo en dólares por producción considerando que el valor del Kwh está en \$0,11

Ecuación 6. Valor del consumo de energía.

$$\text{Consumo en \$} = \frac{\$0,11 * 1,684385\text{Kwh}}{1\text{Kwh}}$$

$$\text{Consumo en \$} = 0,18$$

3.8. INSUMOS REQUERIDOS

Para la producción de biodiesel se requieren varios insumos entre ellos tenemos: aceite lubricante para el mantenimiento de los motores, bombas y rotor del TK-R01. Y para la producción como tal se requiere el uso de: Metanol al 99%, Hidróxido de sodio al 98%, y la materia prima que es el aceite vegetal usado de cocina.

Tabla 5. Consumo de insumos.

Insumos	Cantidad
Agua	0,1085m ³
Metanol 99.9%	2gal
Hidróxido de sodio 98%	227,12g
Aceite Vegetal	10gal
Energía eléctrica	1,68Kwh

3.9. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Como es de conocimiento general toda actividad productiva, genera beneficios económicos e impulsa el desarrollo de un País, pero también genera impactos negativos al ambiente, es por eso que en esta investigación se identificarán todos los posibles impactos que se generen en esta actividad de manera general por lo que se detalla a continuación en la tabla 4.

Tabla 6. Principales Impactos Ambientales positivos y negativos

Principales Impactos Ambientales.			
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Positivo / Negativo	Etapas del Proyecto
Desechos orgánicos industriales (sedimentos de filtración).	Contaminación del suelo y salud.	Negativo	Operación
Desechos plásticos	Contaminación del suelo.	Negativo	Operación
Agua residual industrial (lavado de biodiesel)	Contaminación del agua, Medio biótico, salud.	Negativo	Operación
Ruido en niveles bajos	Salud.	Negativo	Operación
Emisión de gases (Reacción de metóxido de sodio).	Contaminación del aire y salud.	Negativo	Operación
Productos químicos: Hidróxido de Sodio y Metanol	Contaminación del recurso suelo, agua y salud.	Negativo	Operación
Desechos peligrosos y/o especiales	Contaminación del recurso suelo y agua.	Negativo	Operación
Desechos comunes (cartón, papeles, orgánicos).	Contaminación del suelo.	Negativo	Operación
Falta de un adecuado plan de atención de emergencias	Afectaciones a la los trabajadores, las instalaciones del proyecto y al ambiente.	Negativo	Operación
Falta de seguridad en las labores que realicen los trabajadores	Aumento de riesgos y accidentes en el ambiente laboral.	Negativo	Operación
Agentes infecciosos	Aumento de riesgos infecto-contagiosos y ocurrencia de accidentes laborales	Negativo	Operación
La inadecuada señalización o la ausencia de la misma	Ocurrencia de accidentes laborales.	Negativo	Operación

Como se identificaron los principales impactos negativos de una manera general, a continuación se los detallara de una manera más específica, impactos generados por cada actividad descrita anteriormente, para ello se usara la matriz de Leopoldo identificación de impactos. (Ver anexo 5.)

3.10. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El plan de manejo ambiental es un instrumento de gestión destinado a proveer de una guía de programas, procedimientos, prácticas y acciones, orientados a prevenir, eliminar, minimizar y controlar los impactos negativos que las actividades industriales del proyecto producción más limpia de biodiesel a partir de los aceites usados de cocina., puedan causar al ambiente.

El presente plan está enfocado en los aspectos operacionales de todos los procesos industriales del proyecto, debiendo tomar en cuenta el enfoque preventivo y de enfrentamiento de contingencias, siendo fundamental para una correcta gestión ambiental de los aspectos ambientales de esta actividad.

El presente plan de manejo ambiental ha sido desarrollado en función de lo dispuesto por la normativa ambiental vigente.

El diseño de cada medida se describe a través de matrices o formatos ambientales del Plan de Manejo Ambiental que están elaborados en base a lo indicado en el Acuerdo Ministerial No. 061 artículo 32 del 04 de mayo del 2015, del ministerio del ambiente, los cuales contendrán los siguientes sub planes: Plan de prevención y mitigación de impactos, plan de manejo de desechos, plan de comunicación, capacitación y educación, plan de relaciones comunitarias, plan de contingencias, plan de seguridad y salud ocupacional, plan de monitoreo y seguimiento, plan de rehabilitación y plan de cierre, abandono y entrega del área.

Cabe indicar que la sumatoria de los costos de cada medida nos dará lo que se denomina el costo del plan de manejo ambiental, que servirá de base para las acciones y actividades administrativas, con respecto al cumplimiento e implantación de las medidas descritas en este plan, los mismos que son exigido por la autoridad ambiental.

Los formatos ambientales que compilan las medidas ambientales para el proyecto, se definen objetivos, plan de acción, responsable, costo. Los cuáles serán de fácil implementación, de esa manera llevar a cabo sus actividades en un marco ambientalmente amigable.

3.10.1. Plan de prevención y mitigación de impactos.

Plan de prevención y mitigación de impactos de impacto					
Programa de prevención de la contaminación del recurso suelo					
<p>OBJETIVOS: Establecer medidas preventivas de comportamiento que permitan prevenir la ocurrencia de impactos negativos al recurso suelo.</p> <p>LUGAR DE APLICACIÓN: Instalaciones del proyecto</p> <p>RESPONSABLE: Proponente</p>					<p>PPM-01</p>
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Derrame de materia prima o producción	Alteración a la calidad del suelo	<p>Diseñar y construir un cubeto de contención alrededor de los tanques para evitar derrames.</p> <p>Establecer un procedimiento de mantenimiento y verificación de las líneas de conexión de los tanques.</p>	<p>Período y frecuencia del mantenimiento del cubeto.</p> <p>Diseño del cubeto con sus respectivas medidas.</p> <p>Procedimiento de mantenimiento de las líneas de conexión.</p>	<p>Registro de mantenimiento del cubeto.</p> <p>Registro fotográfico.</p>	Operación y arranque primer mes

Plan de prevención y mitigación de impactos

Programa de prevención de aspectos atmosféricos

OBJETIVOS: Establecer los criterios de seguridad industrial y de salud orientados a prevenir y mitigar los impactos atmosféricos causados por las actividades operacionales.

LUGAR DE APLICACIÓN: Instalaciones del proyecto

RESPONSABLE: Proponente

PPM-02

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Ruido.	Alteración a la calidad del aire, y a estudiantes del laboratorio.	Mantenimiento preventivo a los motores. Establecer horarios de operación, con respecto a las horas de clases del laboratorio.	Intensidad de ruido en dB disminuido. Horarios de producción	Registros de mantenimientos. Informe de ruido.	Operación y arranque primer mes

Plan de prevención y mitigación de impactos

Programa de prevención del recurso agua

OBJETIVOS: Establecer criterios ambientales orientados a prevenir y mitigar los impactos al recurso agua causados por las actividades productivas.

LUGAR DE APLICACIÓN: Instalaciones del Proyecto

RESPONSABLE: Proponente

PPM-03

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Agua residual y pluvial	Impacto negativo al recurso agua.	Mantenimiento del sistema colector de aguas residuales y pluviales del proyecto.	Períodos y frecuencias del mantenimiento de los drenajes. Numero de drenajes limpios u obstruidos.	Registros de mantenimientos. Registros fotográficos	Operación y arranque primer mes
Aguas industriales de lavado.	Contaminación del suelo y agua, detrimento de la biota.	Recolección y tratamiento del agua de lavado.	Número de recolecciones versus el agua tratada.	Registro fotográfico. Registro de recolección.	Operación y arranque primer mes.

3.10.2. Plan de manejo de desechos.

Plan de manejo de desechos					
Programa de segregación, almacenamiento y disposición de desechos no peligrosos					
OBJETIVOS: Fomentar buenas prácticas de manejo y almacenamiento de desechos comunes generados en las diversas actividades. LUGAR DE APLICACIÓN: Instalaciones del proyecto. RESPONSABLE: Proponente					PMD-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Desechos peligrosos y no peligrosos	Impacto visual y al componente suelo, agua, atmosfera, biótico y humano	Definir un área para cada tipo de desechos, correctamente rotulados	Cantidad de desecho generados versus correctamente almacenados	Registro fotográfico	Permanente
Desecho no peligroso: cartón papel, plástico, madera	Impacto negativo al componente suelo	Mantener gestión adecuada: separación, almacenamiento y disposición final de estos desechos. No disponer en la basura común.	Cantidad de desechos no peligrosos generados versus correctamente gestionados.	Registro fotográfico	Permanente
Desechos no peligrosos	Impacto visual y al componente suelo, agua, atmosfera, biótico y humano.	Mantener sitio de almacenamiento temporal, limpio y ordenado.	No presencia de desechos en los alrededores de manera desordenada ni vectores.	Registro fotográfico	Permanente

Plan de manejo de desechos

Programa de segregación, almacenamiento y disposición de desechos peligrosos

OBJETIVOS: Establecer los criterios ambientales orientados a prevenir y mitigar los impactos al recurso suelo causado por los desechos peligrosos de las actividades del proyecto.

LUGAR DE APLICACIÓN: Instalaciones del proyecto.

RESPONSABLE: Proponente.

PMD-02

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Residuos de filtración y filtros.	Impacto negativo al componente suelo, agua, biótico y humano.	No disponer como basura común, identificar y gestionarla con empresa privada.	Cantidad en kg generada vs cantidad en kg gestionada. Numero de filtros reutilizados vs desechados	Registro de manifiesto de entrega al gestor.	Permanente
Desechos especiales (envases vacíos de químicos y materia prima)	Impacto negativo al componente suelo, agua, biótico y humano	Realizar un procedimiento para la reutilización de los envases usados tantos químicos como de materia prima, de ser necesario realizar triple lavado.	Numero de envases generados vs envases reutilizados. Procedimiento de reutilización.	Registro fotográfico, de recolección y procedimiento de reutilización.	Permanente
Desechos peligrosos	Impacto negativo visual recursos físicos, bióticos.	Implementar un área de almacenamiento temporal para los desechos que se generan. Con una correcta infraestructura según la norma INEN 2266	Cantidad de desechos generados vs correctamente almacenados.	Registro fotográfico de la infraestructura implementada.	permanente

3.10.3. Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.

Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental					
Programa de implementación de un programa de capacitación en gestión ambiental					
<p>OBJETIVOS: Ofrecer lineamientos claros para garantizar que las personas que operen el equipo estén capacitados en temas de prevención, control y mitigación de impactos ambientales negativos.</p> <p>LUGAR DE APLICACIÓN: Instalaciones del proyecto.</p> <p>RESPONSABLE: Proponente</p>					<p>PCCEA-01</p>
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Desechos, emisiones atmosféricas y efluentes.	Sin capacitación se generara un impacto negativo a los recursos físicos bióticos y de seguridad.	Socializar el PMA a los operadores del equipo tanto internos como externos cada vez que el equipo este en marcha.	Número de personas sensibilizadas.	Registro fotográfico. Registro de asistencias.	Permanente
Accidentes	Sin capacitación se generará un impacto negativo a los recursos físicos, bióticos y de seguridad industrial.	Implementar capacitación sobre los planes de contingencia en caso de riesgos.	Número de personas capacitadas.	Registro fotográfico. Registro de asistencias.	Permanente

Desechos peligrosos y no peligrosos.	Sin capacitación se generará un impacto negativo a los recursos físicos, bióticos y de seguridad industrial.	Implementar capacitaciones en gestión de desechos: clasificación almacenamiento y disposición final.	Número de personas capacitadas	Registro fotográfico. Registro asistencia de	Permanente
Accidentes	Sin capacitación en el uso de EPP's y características de los materiales se generará un riesgo en los aspectos de seguridad industrial.	Implementar capacitación en el uso adecuado de equipos de protección personas EPP's procedimientos de seguridad señalética.	Número de personas capacitadas	Registro fotográfico. Registro asistencia. de	permanente
Accidentes	Sin capacitación sobre la planta de producción de biodiesel se generar riesgos en el aspecto físico de la planta.	Implementar una charla de capacitación sobre el propósito de la planta, funcionamiento de los equipos y las instalaciones del mismo, esta capacitación se la debe realizar a los estudiantes de la materia de mecánica de fluidos quienes tienen acceso a las instalaciones del laboratorio.	Número de personas capacitadas.	Registro fotográfico. Registro asistencia. de	Semestral

3.10.4. Plan de relaciones comunitarias

Plan de relaciones comunitarias					
Programa de actividades con la comunidad					
<p>OBJETIVOS: Mantener informada a la comunidad estudiantil de la facultad de ingeniería química sobre el proyecto, sus medidas ambientales aplicadas en el marco del Plan de Manejo Ambiental, para levantar el interés de nuevas investigaciones.</p> <p>LUGAR DE APLICACIÓN: Instalaciones del proyecto.</p> <p>RESPONSABLE: Proponente</p>					PRC-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Falta de información del proyecto.	Este programa tendrá un impacto positivo porque permitirá un acercamiento entre la comunidad universitaria de la facultad y el proyecto.	Desarrollar un programa en donde los estudiantes de la carrera de ingeniería química se vinculen con el proyecto en su producción.	Buenas relaciones con la comunidad estudiantil. Programa de vinculación.	Registro de personas vinculadas al proyecto.	Permanente
Comunidad afectada por la actividad.	Posible generación de conflictos y malos entendidos.	Adecuar un área para punto de información a los estudiantes el cual debe de tener trípticos de información del proyecto.	Numero de trípticos puestos vs restantes.	Registros fotográficos.	permanente

3.10.5. Plan de contingencias

Plan de contingencias					
Programa de estructuración e implementación del plan de contingencias del proyecto					
<p>OBJETIVOS: Establecer procedimientos de seguridad a seguir para prevenir o minimizar accidentes como incendios, derrames, terremotos y otros incidentes antrópicos o naturales.</p> <p>LUGAR DE APLICACIÓN: Instalaciones del proyecto.</p> <p>RESPONSABLE: Proponente</p>					PC-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Incendio, por conexiones eléctricas u motores.	Afectación al componente atmosférico, biota e instalaciones del equipo.	Disponer de un extintor de PQS de 20lb.	Extintor ubicado en el área del proyecto.	Factura de la compra del extintor. Registro fotográfico	Permanente
Falta de señalización	Alteración negativa al componente humano e infraestructura.	Implementar señalética adecuada de prevención, precaución, advertencias y rutas de evacuación.	Número de unidades de señalética	Registro fotográfico. Factura de adquisición	Permanente
Incidentes: derrames	Alteración al suelo, biota y componente humano.	Disponer de un kit completo para el control de derrames en el área de producción.	Número de incidentes tratados vs contenidos	Registro fotográfico.	Permanente

3.10.6. Plan de seguridad y salud ocupacional

Plan de seguridad y salud ocupacional					
Programa de implementación de un sistema de seguridad industrial y salud ocupacional					
<p>OBJETIVOS: Prevenir y minimizar los riesgos laborales que puedan significar afectaciones a la salud y seguridad de los trabajadores y visitantes a la planta de biodiesel.</p> <p>LUGAR DE APLICACIÓN: Instalaciones del proyecto</p> <p>RESPONSABLE: Proponente</p>					PSSO-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Inseguridad en las operaciones de producción.	Alteración a la integridad física de los trabajadores.	Dotar de los respectivos equipos de protección al operador de la planta, acorde a las actividades a realizar.	Operador vs número de EPP's dotado.	-Registros de entrega de EPP's. -Registro fotográfico.	Inmediata y permanente
Incidentes.	Impacto a la salud del operador.	Mantener extintores contra incendio de tipo PQS con carga vigente.	Número de extintores ubicados en las instalaciones del proyecto.	Registro fotográficos. Factura de recargas y compra.	Anual.

Plan de seguridad y salud ocupacional
Programa de implementación de señalización

OBJETIVOS: Prevenir riesgos laborales y mejorar la señalización de las áreas, de tal manera que el operador y visitantes puedan trabajar y recorrer en un ambiente laboral seguro.

LUGAR DE APLICACIÓN: Instalaciones del proyecto

RESPONSABLE: Proponente

PSSO-02

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Seguridad con respecto a las instalaciones y procedimiento	Ocurrencia de accidentes laborales.	Mantener instalaciones civiles en buen estado.	Instalaciones en buen estado.	Registro fotográfico. Registro de mantenimiento	Mantenimiento anual.
		Dar mantenimiento a la señalización horizontal y vertical, mantener la señalización según la norma INEN 2266, 3864 y RTE 4:2003, INEN ISO 3461.	Número de señalética mantenida vs señalética existente.	Registro fotográfico. Delineamiento de vías internas. Señalización vertical como horizontal	Anual

3.10.7. Plan de monitoreo y seguimiento

Plan de monitoreo y seguimiento					
Programa de monitoreo de aspectos ambientales					
OBJETIVOS: Constatar el cumplimiento del plan de manejo ambiental y monitoreo de parámetros de calidad de recursos. LUGAR DE APLICACIÓN: Instalaciones del proyecto RESPONSABLE: Proponente					PMS-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Descargas de aguas residuales industriales.	-Alteración a la calidad del agua, suelo y salud.	Realizar análisis de calidad de las aguas residuales de lavado parámetros a monitorear son: Caudal, DBO, DQO, SST, SAAM; grasas, aceites, nitrógeno total, fosforo total y color.	Valores obtenidos vs normativa aplicable.	Reporte de monitoreo.	Semestral
Emisiones atmosféricas y calidad del aire.	Detrimiento de la calidad del aire.	Ruido ambiente externo.	Valores obtenidos vs normativa aplicable.	Reporte de monitoreo.	semestral
		Calidad del aire PM10, PM2.5 y gases de reacción.	Valores obtenidos vs normativa aplicable.	Reporte de monitoreo.	semestral
Generación de desechos	Detrimiento del suelo.	Llevar registro de la generación, de desechos.	Cantidad de desechos gestionados.	Registros fotográficos.	Semestral

3.10.8. Plan de rehabilitación

Plan de rehabilitación					
Programa de rehabilitación del recurso suelo					
OBJETIVOS: Lograr la rehabilitación del recurso suelo durante la etapa de operación del proyecto LUGAR DE APLICACIÓN: Suelo del predio del proyecto. RESPONSABLE: Proponente					PR-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Desechos generados	Contaminación del suelo.	-En el caso de generarse algún tipo de contaminación o alteración al recurso suelo producto de la introducción directa o indirecta de agentes externos como resultado de las labores de operación, se deberá realizar la respectiva limpieza del área y dejarla en las condiciones existentes antes de su alteración.	-Rehabilitación del área afectada durante la etapa de operación.	-Registro fotográfico del área remediada. -Procedimientos realizados para la remediación de las áreas afectadas.	En caso de que ocurra la alteración al recurso suelo.

3.10.9. Plan de cierre, abandono, y entrega del área

Plan de cierre, abandono y entrega del área					
Programa de abandono y retiro					
<p>OBJETIVOS: Garantizar la implementación adecuada de las acciones a desarrollar, buscando que los ecosistemas retornen a condiciones similares a las de sus orígenes antes de la instalación del proyecto.</p> <p>LUGAR DE APLICACIÓN: Instalaciones de la Hacienda Bellavista.</p> <p>RESPONSABLE: Proponente</p>					PCAEA-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Desechos sólidos y líquidos causados por el desalojo de instalaciones civiles, maquinarias, equipos y estructuras metálicas.	Impacto negativo a los recursos por contaminación con chatarra.	Gestión de implementos y maquinarias.	Numero de maquinarias mantenidas vs desalojadas.	Registro fotográfico.	No determinado a la presente fecha.
	Impacto negativo a los recursos por contaminación por desechos sólidos.	Limpieza y adecentamiento del terreno.	Cantidad de área limpiada vs la utilizada.	Registro fotográfico.	No determinado a la presente fecha.
		Gestión correcta de escombros de instalaciones.	Cantidad de escombros desalojados	Registro fotográfico	No determinado al presente.

3.10.10. **Cronograma valorado del plan de manejo ambiental**

CRONOGRAMA VALORADO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL													
MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	FONDOS
Plan de Mitigación y Prevención													
• Programa de prevención de la contaminación del recurso suelo.	X	X	X	X	X	X							300
• Programa de prevención de aspectos atmosféricos.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	300
• Programa de prevención del recurso agua.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	300
Plan de Manejo de Desechos													
• Programa de segregación, almacenamiento y disposición de desechos no peligrosos.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	300
• Programa de segregación, almacenamiento y disposición de desechos peligrosos.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	300

Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental														
• Programa de implementación de un programa de capacitación en gestión ambiental.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	400
Plan de Relaciones comunitarias														
• Programa de actividades con la comunidad						X							X	400
Plan de Contingencias														
• Programa de estructuración e imple	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	300
• Programa de implementación de señalización			X			X			X				X	400
Plan de Monitoreo y Seguimiento														
• Programa de monitoreo y control de la calidad de aguas residuales industriales						X							X	600

<ul style="list-style-type: none"> Programa de monitoreo de calidad de suelo. 						X						X	600
Plan de Relaciones Comunitarias													
<ul style="list-style-type: none"> Programa de implementación del plan de relaciones comunitarias 	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	300
Plan de Cierre, Abandono y Entrega del área													
<ul style="list-style-type: none"> Programa de abandono y retiro 	No se establece por no ser opcional en un futuro inmediato												No determinado
TOTAL	CINCO MIL CIEN DOLARES AMERICANOS												\$ USD 5100

4. RESULTADOS

4.1. RECOLECCIÓN DE ACEITES USADOS

En un estudio de mercado realizado por un egresado de ingeniería industrial de la Universidad de Guayaquil identificó la cantidad aproximada en desechos de aceites vegetales usados y los resultados obtenidos por (Solano, 2011) son:

217,051 galones anuales de este desecho, estos valores fueron obtenidos por datos recogidos del INEC en la cual se indican que existen en la ciudad de Guayaquil 8,452 establecimientos entre ellos: hoteles, restaurantes, hospitales, centros educativos, instituciones que generan este desecho diariamente, por lo tanto considero este valor para realizar las encuestas correspondientes a 368 establecimientos. La pregunta para obtener el volumen fue: ¿Cuánto aceite comestible usa semanalmente? Considerando rangos de 1 – 5l, 5 – 10l, 10 – 20l, 1 – 5kg, 5 – 10kg, 10 – 20kg. (p.56)

Para el desarrollo de este proyecto la materia prima, aceites usados de cocina fueron recolectados de tres lugares puntuales los mismos que se detallan a continuación:

Tabla 7. Cantidad de recolección de aceite vegetal usado.

Nombre del local	Ubicación	Cantidad en galones
Doña Bertha	Marcelino Maridueña	20
Aquí esta eny	Marcelino Maridueña	5
Comedor	Guayaquil facultad de ciencias naturales	30
Total		55

Elaborado por: autor

Por lo cual la producción de biodiesel para este proyecto se dimensiono para el volumen de 55gal almacenados en el TK-01.

4.2. DESCRIPCIÓN DE LAS DIFERENTES LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

Para este proceso se estableció las siguientes líneas de producción basados en los procedimientos desarrollados por (J. Andres Hernandez, 2014) los mismos que se adaptarán para el presente proceso industrial, son: Recepción de materia prima, tratamiento de materia prima, reacciones de producción, limpieza del biodiesel y glicerina, envasado. Para entender mejor el proceso se describe la filosofía de producción.

4.2.1. Recepción de materia prima

La materia prima llega a la planta de producción de biodiesel en canecas de 5gal con frecuencia diaria, se las almacena hasta el día siguiente, para aprovechar la sedimentación de los sólidos presentes en aceite.

4.2.2. Tratamiento de materia prima

Este proceso contiene 2 procedimientos los mismos que se detallan.

4.2.2.1. Pre tratamiento

Proceso previo de limpieza a la materia prima, la cual consta de dos procesos los mismos que se detallan a continuación.

4.2.2.1.1. Sedimentación

Se aprovecha la sedimentación de los sólidos presentes en el aceite, los mismos que por gravedad y diferencia de densidades se depositaran en el fondo de la caneca, dejando libre de solidos pesados y restos de comida.

4.2.2.1.2. Filtración

En este proceso se utiliza un tamiz cilíndrico metálico de *diametro* = 16cm, *altura* = 43cm con un *Diametro orificios* = 5 μ m, dentro del cilindro se coloca una tela de algodón para evitar que pasen partículas menores a 5 μ m, este proceso es manual, la caneca se vierte al sistema de filtración en donde es receptado por un tanque de 5gal, una vez llenado el tanque receptor, manualmente se vierte el volumen de materia prima filtrado al TK-01 que tiene con una capacidad de almacenamiento de 55gal, en donde la materia prima es almacenada hasta que sea llevada al proceso de producción, este proceso se realiza después de dos puestas en marcha de la planta de producción de biodiesel.

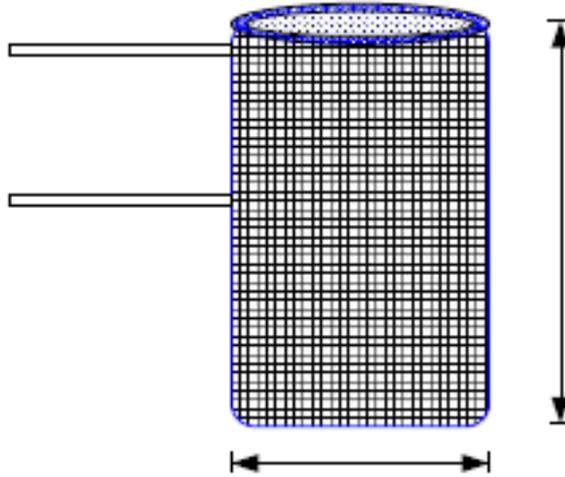


Figura 3. Filtro del pre-tratamiento

4.2.2.2. Tratamiento primario

Este proceso va ocurriendo, mediante la materia prima se encuentre el TK-01, ya que se emplean los mismos procesos del pre tratamiento, con algunos cambios que se explican a continuación.

4.2.2.2.1. Sedimentación

Para realizar este proceso primero se determinó con datos experimentales de una muestra de materia prima, con lo cual se obtuvieron datos de sedimentación experimentales, colocando materia prima filtrada y sin filtrar, con estos datos se determinó el comportamiento de la sedimentación dentro del TK-01, por lo cual se tomó la medida de una siguiente filtración de acuerdo a las siguientes gráficas de sedimentación.

Tabla 8. Datos de sedimentación

Datos de sedimentación					
numero	fechas	Aceite filtrado con nylon		Aceite mesclado sin filtrar	
		Masa (g) = 261,4		Masa (g) = 266,9	
		Volumen (ml) = 300		Volumen (ml) = 300	
		Vf	Vs	Vf	Vs
1	22/07/2016	300	300	300	300
2	27/07/2016	50	250	200	100
3	29/07/2016	75	225	210	90
4	02/08/2016	100	200	275	25

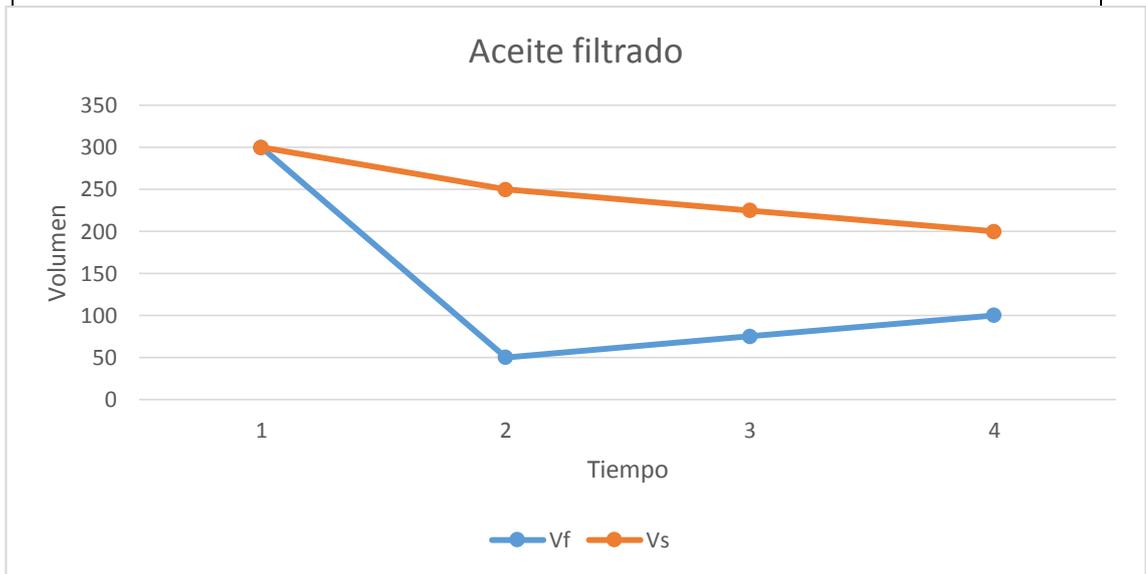


Figura 4. Datos con aceite filtrado

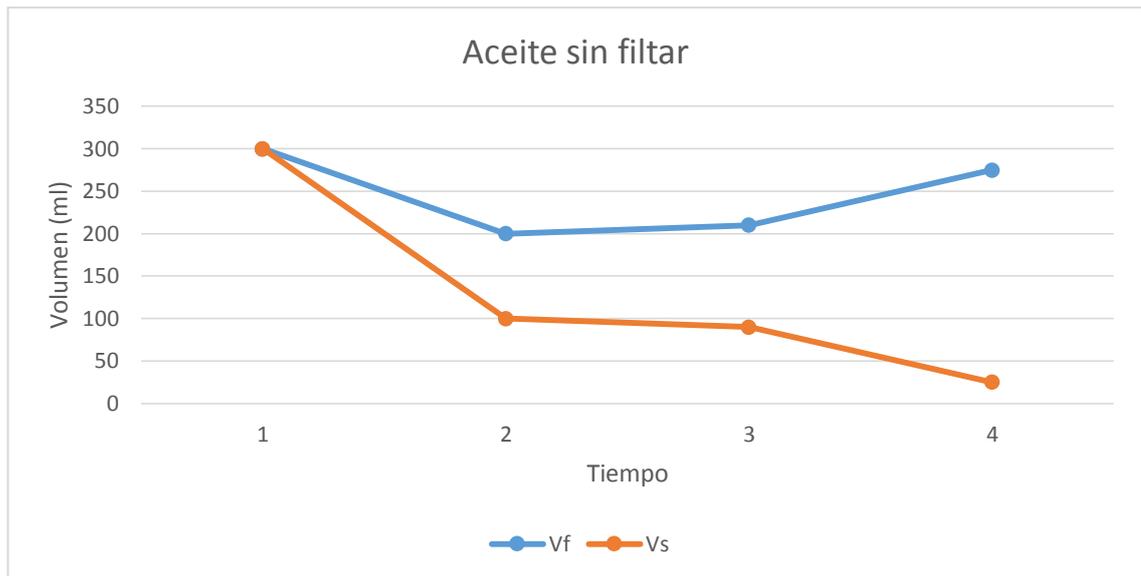


Figura 5. Datos con aceite sin filtrar

Análisis.- los gráficos que se muestran indican que la sedimentación es más rápida y eficiente, con el aceite sin filtrar esto debe a que sus solidos son más grandes y por gravedad se depositan en el fondo del TK-01.

Con los datos obtenidos y el tiempo de almacenamiento de la materia prima en el TK-01 ocurrirá sedimentación de los sólidos, depositándose en el fondo del TK-01, obteniendo un volumen de sedimentos $V_s = 4,5833 gal$

En este punto se aprovecha para tomar una muestra de la materia prima almacenada en el TK-01, para realizar pruebas de laboratorio en los siguientes parámetros: PH, humedad, solidos, para continuar con el proceso.

4.2.2.2.2. Filtración

Se instaló un filtro check de $\frac{1}{2}$ al inicio de la tubería de succión, para impedir que crucen impurezas a la bomba y al TK-R01, el filtro check se instaló a $h = 75cm$ para evitar que los sedimentos taponen el filtro.

4.2.2.2.3. Deshidratación

En este punto se requiere activar la bomba 1 (P-01) por medio del panel de control, previo a esto se debe cebar la tubería a la salida del TK-01 por medio de la válvula con la finalidad de conectar al TK-01 con la bomba 1 y el TK-R01.

Una vez cebada la tubería se procede a abrir la válvula 1 (V-01) para que de paso al fluido hacia el TK-R01, con estos pasos realizados se enciende la P-01 por un

tiempo = 2,73min en el cual el TK-R01 ocupará un *Volumen* = 10gal capacidad con la que continuara el proceso de producción de biodiesel.

Una vez que el TK-R01 se encuentre con el volumen indicado de materia prima, se procede a encender la resistencia (R-1) desde el panel de control por un *tiempo* = 2h a una *Temperatura* = 80°C para evaporar restos de agua presente en la materia prima, y al mismo tiempo se enciende desde el panel de control el motor 2 (M-2) por un *tiempo* = 2h con la finalidad de que se distribuya uniformemente el calor dentro de la materia prima y así evaporar agua que se encuentra en el aceite.

Tabla 9. Datos de deshidratación

Equipo	Tiempo (min)	Volumen (gal)	Temperatura (°C)
R-1	120	---	80
M-2	120	---	---
TK-R01	---	10	---
P-01	2,73	10	30

4.2.3. Reacciones de producción

Aquí se consideran 2 puntos los mismos que se detallan a continuación.

4.2.3.1. Preparación del metóxido de sodio

Esta disolución se la realiza manualmente en el mezclador (MX-01) el cual es una caneca de *Volumen* = 5gal, en donde se disuelve una *masa* = 227,12g de NaOH, (hidróxido de sodio) al 98% (lejía), en un *Volumen* = 2gal de CH₃OH (metanol) al 99%, estos valores se obtuvieron para el volumen de producción que es de 10gal de aceite.

Una vez incorporados estos reactivos en el MX-01 la mezcla se la realiza manualmente por medio de agitación por un *tiempo* = 10min, y continuar con la agitación durante el día, ya que esta disolución se la debe preparar un día antes de comenzar la producción, con lo cual se debe de tomar las medidas de seguridad

correspondiente ya que esto genera una reacción exotérmica, y de ser el caso se deberá de aliviar el MX-01 de la presión generada dentro del mismo.

Tabla 10. Datos de metoxido de sodio

Equipo/reactivo	Tiempo (min)	Masa (g)	Volumen (gal)	Temperatura (°C)
MX-01	---	---	5	---
NaOH	---	227,12	---	---
CH ₃ OH	---	---	2	---

4.2.3.2. Reacción de transesterificación

Antes de comenzar esta reacción, se debe encender la R-2 a una *Temperatura = 60°C* por un *tiempo = 30min*, al mismo tiempo se debe encender el M-2 para que se distribuya uniformemente el calor dentro del TK-R01 para que alcance la temperatura ideal de reacción.

Una vez alcanzada la temperatura deseada se incorpora todo el volumen de metoxido de sodio manualmente del MX-01 al TK-R01, tomando todas las medidas de seguridad que esto requiere.

De igual manera el metoxido de sodio se encuentre dentro del TK-R01 en mezcla con el aceite, se procede a encender desde el panel de control la R-02 a una *Temperatura = 60°C* y un *tiempo = 90min*, también se enciende el M-2 por un *tiempo = 90min*, en el cual se va a formar glicerina y biodiesel.

Tabla 11. Datos de transesterificación.

Equipo/reactivo	Tiempo (min)	velocidad (rpm)	Volumen (gal)	Temperatura (°C)
R-02	90	---	---	60
M-2	90	200	---	---
TK-R01	---	---	12	---

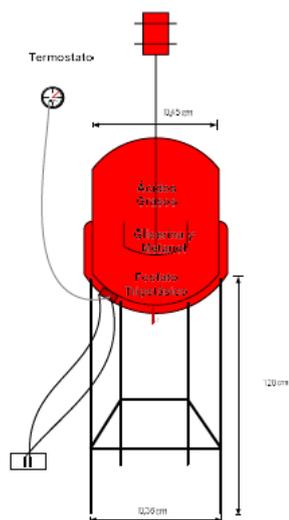


Figura 6. TK-R01

4.2.4. Limpieza del biodiesel y glicerina

Como resultado de la reacción se obtiene 2 productos glicerina y biodiesel los mismos que siguen tratamientos de limpieza diferentes, los mismos que se expresan a continuación:

4.2.4.1. Sedimentación

Una vez pasado los 90min de reacción, se activa el apagado automático y los equipos se apagan, desde ese momento se deja en reposo por lapso de $tiempo = 4h$, tiempo en que la glicerina va descendiendo por diferencia de densidades hacia el fondo del TK-R01 depositándose en el fondo y el biodiesel en la parte superior, encontrándose claramente dos sustancias visiblemente separadas.

Tabla 12. Datos de densidades.

Sustancia	Densidad (g/ml)
Biodiesel	0,88
Glicerina	1,12

4.2.4.2. Separación glicerina – biodiesel

En este proceso se realiza por la acción de la gravedad, la glicerina se encuentra en el fondo y el biodiesel en la parte superior, por lo tanto se enciende la bomba 3 (P.03) desde el panel de control por un *tiempo* = 1,8min tiempo en el cual se transportara un *Volumen* = 2gal de glicerina previo a esto se abre la válvula 2 (V-02) que da pasa a la glicerina desde el TK-R01 a la P-03 y al TK-S en donde se almacena la glicerina para su tratamiento.

Tabla 13. Datos de separación

Equipo/reactivo	Tiempo (min)	velocidad (rpm)	Volumen (gal)	Temperatura (°C)
P-03	1,8	---	2	40
Glicerina	---	---	2	40
Biodiesel	---	---	10	40

Estos datos fueron obtenidos mediante la producción de laboratorio en donde se obtuvo un *Volumen* = 500ml de biodiesel y un *Volumen* = 100ml de glicerina.

4.2.4.3. Lavado del biodiesel

En el TK-R01 se encuentra un *Volumen* = 10gal de biodiesel al mismo que se le incorpora un *Volumen* = 3.33gal de agua en un *tiempo* = 23,65min para su limpieza, este proceso debe de realizarse sin presentar turbulencia en el biodiesel para evitar la formación de emulsiones, esto permite que la moléculas de agua que por densidad se depositan en el fondo del TK-R01 van adhiriéndose a las moléculas de metanol, hidróxido de sodio, y restos de jabones que se hayan formado en el proceso.

Tabla 14. Datos lavados del biodiesel

Equipo/reactivo	Tiempo (min)	velocidad (rpm)	Volumen (gal)	Temperatura (°C)
TK-R01	---	---	10	30
Agua	23,65	---	3,33	30
Biodiesel	---	---	10	30

Este paso se debe repetir 3 veces hasta que la descarga de agua sea transparente, para esta descarga de agua se abre la V-07 la cual se elimina en el sumidero, siendo esto un proceso no es peligroso ya que se encuentra en disolución con jabones.

4.2.4.4. Condensación de la glicerina

Esto se desarrolla en el TK-S en donde se transfirió la glicerina para su siguiente proceso, en el cual consiste en destilar metanol que se encuentra presente en la glicerina, para ello se enciende desde el panel de control la R-3 a una *Temperatura = 80°C* y un *tiempo = 3h* para alcanzar el punto de ebullición del metanol y sepáralo de la glicerina, para ello se utiliza agua para la condensación del gas, el mismo fluido es utilizado para el lavado del biodiesel por medio de la V-04 así se evita el desperdicio de insumos.

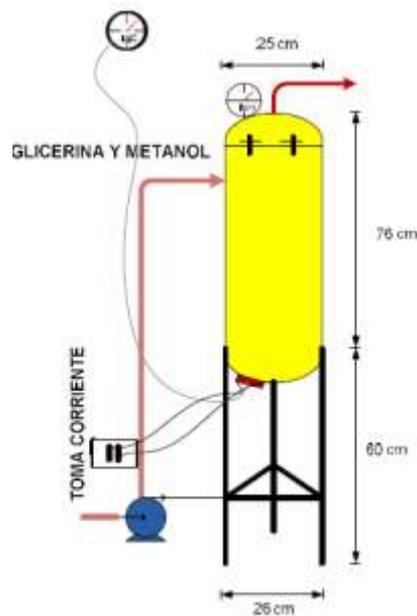


Figura 7. TK-S

4.2.4.5. Deshidratación

Una vez lavado el biodiesel se requiere encender desde el panel de control la R-01 y el M-2 por un *tiempo* = 6h, para retirar restos de agua que se encuentre presente en el biodiesel.

4.2.4.6. Filtración

Para ello se utilizó un filtro común de gasolina, para su limpieza y evitar restos de partículas sólidas que se puedan encontrar suspendidas en el biodiesel.

4.2.5. Envasado

4.2.5.1. Biodiesel

Este paso se lo debe de realizar a una *Temperatura* = 30°C por lo que se tiene que encender la R-02 por un *tiempo* = 30min para que el biodiesel alcance la temperatura deseada, y se toma una muestra para los análisis de laboratorio y verificar su calidad, el envasado se lo realiza en las canecas correspondientes.

4.2.5.2. Glicerina

Una vez destilado y realizado todo el procedimiento se obtiene el metanol para proceder a envasar la glicerina en las canecas correspondiente.

4.2.6. Cálculo de caudales para la producción

Para el cálculo de la altura del volumen de 10 galones y el tiempo de llenado se debe de considerar los datos y dimensiones del TK-01 para la producción de 10 galones de biodiesel.

Tabla 15. Datos del TK-01.

Datos	Cantidad	Unidad	
Diámetro	0,45	<i>m</i>	
altura	0,6	<i>m</i>	
Volumen total	0,095426	<i>m</i> ³	25,211gal
Volumen ocupado	0,03785412	<i>m</i> ³	10gal
Volumen aceite + metoxido de sodio	0,045424944	<i>m</i> ³	12gal

Con estos datos se calcula la altura del volumen de 10gal correspondiente al TK-01.

Ecuación 7. Cálculo de la altura para el aceite.

$$V = \pi * r^2 * h \qquad h = 0,2380116667m$$

$$h = \frac{V}{\pi * r^2} \qquad h = 23,8011cm$$

$$h = \frac{0,03785412}{\pi * 0,225^2}$$

Una vez encontrada la altura para el volumen a producir se calcula el caudal de la bomba P-01 de marca milano, la misma que tiene los siguientes datos.

Tabla 16. Datos del motor.

Datos	Cantidad	Unidad
Tensión	110	V
Potencia	0,37	KW
Frecuencia	60	Hz
Fuerza	0,5	Hp

Con estos datos se calcula el caudal de la bomba ya que hay que considerar que la bomba es para agua, y al bombear aceite disminuye su caudal, por lo tanto esto se lo debe de determinar experimentalmente.

Para ello se tomó un recipiente de 5,2834gal y se midió el tiempo de llenado obteniendo como resultado después de tres mediciones en un tiempo de 1,43min como promedio.

Ecuación 8. Cálculo de caudal de la P-01.

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{5,2834gal}{1,43min}$$

$$Q = 3,6946 \text{ gal}/min$$

Ecuación 9. Cálculo del tiempo de llenado del TK.01

$$t = \frac{V}{Q}$$
$$t = \frac{10 \text{ gal}}{3,6946 \text{ gal}/\text{min}}$$
$$t = 2,7 \text{ min}$$

Una vez obtenidos estos datos de producción para etapa de llenado, nos hace falta calcular el tiempo de llenado para un volumen de 3,33gal para el lavado del biodiesel, para ello se realizó la misma práctica experimental para calcular el tiempo, esto se realiza a partir de la válvula de entrada de agua al TK-01, con un caudal mínimo para evitar la formación de emulsiones

Aquí se tomó un recipiente de un volumen de 1gal obteniendo un tiempo promedio de llenado de 7,10min entonces se reemplazan y se obtienen los siguientes datos:

Ecuación 10. Cálculo del caudal (Q) para evitar emulsiones en el TK-01.

$$Q = \frac{V}{t}$$
$$Q = \frac{1 \text{ gal}}{7,10 \text{ min}}$$
$$Q = 0,14084 \text{ gal}/\text{min}$$

Ecuación 11. Cálculo del tiempo de llenado para el lavado del biodiesel.

$$t = \frac{V}{Q}$$
$$t = \frac{3,33 \text{ gal}}{0,14084 \text{ gal}/\text{min}}$$
$$t = 23,6 \text{ min}$$

Lo mismo se realiza para la P-03 es la bomba que transporta la glicerina del TK-01 al TK-S, para lo cual se tiene que considerar los datos de la bomba, y de la misma manera se toma en consideración que lo que transporta es un fluido más denso y viscoso que el agua, entonces se realiza la misma practica anterior.

Tabla 17. Datos de la P-03.

Datos	cantidad	unidad
Tensión	120-127	V
Frecuencia	60	Hz
Potencia	85	W
Amperaje	1,4	A

Ecuación 12. Caudal de la P-03.

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{1,75gal}{1,58min}$$

$$Q = 1,10 \text{ gal}/min$$

Ecuación 13. Cálculo del tiempo de llenado al TK-S.

$$t = \frac{V}{Q}$$

$$t = \frac{2gal}{1,10 \text{ gal}/min}$$

$$t = 1,8min$$

4.2.7. Producción de biodiesel en laboratorio

Se realizó varias pruebas en la producción de biodiesel, para obtener diversos datos a considerar para la implementación en la planta, se utilizó un volumen de 1000ml de aceite usado de cocina para esta producción se realizaron los siguientes pasos, los mismos que fueron incorporados en la planta a escala mayor, filtración, deshidratación, reacción y lavado del biodiesel.

Filtración

Para ello se utilizó un tamiz usado para filtrar café, el mismo que se adaptó para este proceso, filtrando el volumen de 1000ml para reducir la materia de sólidos presentes en el medio, la muestra se tomó de la parte superficial del TK-01 eliminando sólidos de grasas o alimentos del mismo y se obtuvieron los siguientes datos:

$$tiempo = 6\text{min}$$

$$masa = 932,8\text{g}$$

$$Volumen = 1000\text{ml}$$

$$Temperatura = 25^{\circ}\text{C}$$

$$Densidad = 0.9328\text{g/ml}$$

Deshidratación

Para este punto se utilizó un vaso de precipitación de 500ml en donde el volumen total se dividió en dos para que pueda entrar en el vaso de precipitación, usando un calentador eléctrico y con la ayuda de un soporte universal se adaptó un termómetro de 100°C para controlar su temperatura, con el objetivo de eliminar resto de agua que se encuentre presente en el aceite, por ello la temperatura no debe de pasar el límite del termómetro, por ello se mantuvo con los siguientes datos:

$$Volumen\ inicial\ V_o = 500\text{ml}$$

$$Volumen\ final\ V_f = 550\text{ml}$$

$$temperatura\ inicial\ T_o = 25^{\circ}\text{C}$$

$$Temperatura\ final\ T_f = 80^{\circ}\text{C}$$

$$tiempo = 90\text{min}$$

Como se puede observar en los datos el volumen aumento en 50ml , al aumentar la temperatura del aceite, esto se debe a la excitación de la moléculas provocada por la transferencia de calor a partir del calentador eléctrico.

Reacción

Esta reacción se la realizó manualmente en un frasco ámbar de 250ml en donde se introdujo un $Volumen = 100\text{ml}$ de metanol (CH_3OH) al 99% relación usada para el volumen de 500ml de aceite, de igual manera se pesó una $masa = 2\text{g}$

de hidróxido de sodio (NaOH) al 98% relación para la proporción de un volumen de 500ml de aceite.

Para la reacción de transesterificación se adaptó un equipo de agitación (mLw ER 10) para la mezcla del aceite y el metóxido de sodio, el mismo que dará como producto biodiesel y glicerina, después de 90min de reacción. Una vez obtenidos los productos de la reacción se depositaron en un embudo de decantación para la separación entre estos dos productos, la misma que dará por sus diferencias entre densidades, siendo la más densa la glicerina por ende se depositara al fondo del embudo de decantación, y el biodiesel menos denso se encontrara en la superficie del embudo de decantación, debido a las propiedades físicas de estos productos formados se logra la separación entre ellos, donde en base a cálculos se obtuvieron los siguientes resultados.

Biodiesel	Glicerina
$Volumen = 500ml$	$Volumen = 60ml$
$masa = 447,62g$	$masa = 67,69g$
$densidad \rho = 0,8952 \text{ g/ml}$	$densidad \rho = 1,1281 \text{ g/ml}$

Como se puede observar en los datos obtenidos, el volumen del biodiesel es proporcional al volumen inicial de aceite usado, para la reacción, y el volumen de glicerina fue de 60ml, pero hay que considerar su fuerza adhesión, en el momento de llevarlo a la probeta para sus mediciones correspondiente. Se perdió fluido en el cambio de recipientes, por lo tanto se puede decir que los 40ml sobrantes se perdieron en las paredes del embudo de decantación y el vaso de precipitación.

Lavado del biodiesel

Una vez separados los dos productos tienen tratamiento diferentes, al biodiesel se le realiza un proceso de lavado, el mismo que consiste incorporar agua al producto, con la finalidad de que las moléculas de agua atrapen las moléculas de metanol y jabón formados en la reacción, y por diferencia de densidades, el agua se deposita en el fondo con todas las impurezas del biodiesel, este proceso debe de realizarse generando la

menor turbulencia posible para evitar la formación de emulsiones. Para el lavado del biodiesel se debe incorporar 1/3 del volumen de este, correspondiente al agua.

Este proceso de lavado se lo realiza en un embudo de decantación para lograr la separación, correspondiente al volumen de 500ml de biodiesel se debe incorporar un volumen de 166,6ml de agua, sin generar turbulencia para evitar la emulsión, después de este proceso se pierde un $Volumen = 50ml$ de biodiesel, el mismo que se encuentra en la emulsión formada.

Destilación de metanol presente en la glicerina.

Para este proceso se arma el equipo de destilación, y se incorpora el volumen de 60ml de glicerina, para recuperar metanol presente en este producto. La temperatura se mantiene en 65-70°C para evaporar metanol, por un tiempo de 15min obteniéndose un volumen de 10ml de CH₃OH.

4.2.8. Costos de producción

Se detalla la inversión realizada para la producción de biodiesel.

Tabla 18. Costo de producción para 1 gal del biodiesel.

Reactivo	cantidad	unidad	Costo	Cant. 1gal aceite	unidad	costo	Descripción
CH ₃ OH 99%	1000	ml	2,25	0,76	l	1,71	
NaOH 98%	375	g	1,75	22,71	g	0,10598	
Aceite	5	gal	---	1	gal	---	
Agua	1	l		0,33	gal	---	
Energía		Kw/h			Kw/h		
Total de inversión						1,8159	

Tabla 19. Costo de producción para 10 gal de biodiesel.

Reactivo	Cantidad	Unidad	Valor	Descripción
Metanol 99%	2	gal	14,64	
NaOH 98%	227,12	g	1,03656	
Aceite Usado	10	gal	---	
Agua	3,33	gal	0,059675	
Energía eléctrica		KW/h	0,18	
Total			15,92	

El costo de producción para un litro de biodiesel está en \$0,48. El costo del galón de diésel derivado del petróleo está en \$1,03 mientras que el biodiesel tiene un costo de producción de \$1,90 el galón, por el factor económico no tiene como competir este combustible ya que el combustible derivado del petróleo se encuentra subsidiado en el Ecuador.

4.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL BIODIESEL

Los análisis fueron realizados en la Escuela Politécnica Nacional con número de análisis N°. ALPEP 082-016. Con esto se realiza una comparación de los resultados obtenidos y los parámetros que debe de tener.

Tabla 20. Tabla comparativa de resultados.

Ensayo	Método	Resultados		NTE INEN 2 482:2009	
		cantidad	unidad	Cantidad	unidad
Punto de inflamación	INEN 1493:2013	182	°C	120	°C
Contenido de azufre	ASTM D4294-16	9.0	Ppm	10	mg/kg
Corrosión lámina de cobre	ASTM D130-12	1A	---	3	---
Índice de cetano	INEN 1495:2013	44.97	---	49	-
Ensayo de destilación	ASTM D86-15	341	°C	360	°C
Densidad relativa	ASTM D1298.12b	0.883	g/cm^3	900	g/cm^3
Densidad API	ASTM D1298-12b	28.8	API	---	API
Viscosidad cinemática	INEN 810:2013	7.105	mm^2/s	5	mm^2/s
Agua y sedimento	INEN 1494:2013	0.1	%	0.05	%

Análisis.- Los resultados obtenidos en el análisis comparativo dieron la viscosidad elevada y esto se debe a que los resultados fueron realizados en un clima frío, ya que la viscosidad depende de la temperatura por lo cual el biodiesel no es recomendable usarlo en climas fríos.

Agua y sedimento también se elevó esto se debe a que en el momento del envasado no se realizó la filtración final, por lo cual este producto se deberá someterlo a una filtración para eliminar los sedimentos.

5. DISCUSIÓN

En los trabajos de investigación desarrollados por diversos autores en donde producen biodiesel a nivel de laboratorio y a menor escala, no se presenta un plan de manejo ambiental para su producción a mayor escala, es por eso que se fomentó en este trabajo el diseño de una planta de producción más limpia de biodiesel, para lograr la disminución del consumo de agua, y la recuperación del metanol disuelto en la glicerina, sub producto del biodiesel. Por lo cual se logró poner en marcha la planta de biodiesel con una producción de 10 galones días obteniendo buenos resultados e incluso la planta de producción esta semiautomatizada.

6. CONCLUSIONES

- Se realizó la recolección de los aceites usados de cocina en los puntos establecido en el presente estudio, con lo cual se obtuvo un volumen de 55gal de aceite usado de cocina, el mismo que fue llevado a la planta tal cual se vertía en los tanques de recolección.
- Se logró la reducción en el consumo de agua en el lavado del biodiesel y la recuperación de metanol por el método de destilación simple, presente en la glicerina.
- Se obtuvo un biodiesel apto para la mezcla en una proporción B5 con el diésel proveniente del petróleo, el mismo puede ser usado directamente para la combustión de un motor a diésel, estos resultados fueron comparados con los establecidos por la ASTM D975-08 para mezcla B5.

7. RECOMENDACIONES

- Durante la producción se debe tener muy en cuenta la acides de la materia prima, ya que de ello depende la cantidad de catalizador que se va a usar.
- No se debe elevar a más de 200RPM durante la reacción ya que esto llevara a la formación de un producto mucho más denso y viscoso y no se obtendrá el producto deseado.
- Considerar las filtraciones del producto tanto en la materia prima como en el biodiesel ya que es un punto muy importante durante este proceso.
- Se deberá de trabajar en un tipo de acuerdo para la implementación comercial del biodiesel, ya que con el subsidio con el que cuenta el diésel mineral dentro del país hace que el biodiesel no sea muy factible económicamente el consumo del mismo.

8. REFERENCIAS

- Antonio, G. C. (20 de Enero de 2012). *aguasresiduales*. Obtenido de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwWij94Og7rrOAhWIKsAKHUbEB4QQFgglMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.aguasresiduales.info%2Fdescargar%2Frevista%2Farticulos%2FONsdap8mmTmtNjHdaoxDMpPo8.pdf&usg=AFQjCNHZiRU4WCWfD-Bo_fZTUTS2j9G
- ASTM International. (28 de Febrero de 2009). *ASTM*. Obtenido de http://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPJF09/nelson_spjf09.html
- Constutuyente, A. (2008). Constitución de la Republica del Ecuador . Montecristi.
- El Universo. (27 de Febrero de 2013). El precio del metro cubico de agua se mantiene. *El Universo*, pág. 3.
- Ganduglia Federico, G. J. (2009). *Manual de Biocombustibles*. San José: IICA.
- J. Andres Hernandez, G. Z. (2014). Producción de biodiesel a escala de planta piloto utilizando catálisis acida y básica. *Revista de la Universidad del Valle de Guatemala*, 79-83.
- Ministerio de Ambiente. (2004). Ley de Gestion Ambiental. Quito.
- Ministerio de Ambiente. (2015). Reforma del libro VI del TULSMA. Quito.
- Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (1992). Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro.
- Nextfuel. (02 de Abril de 2006). *biodiesel.com.ar*. Obtenido de <http://biodiesel.com.ar/que-es-el-biodiesel>
- Precidencia Constitucional de la República. (2012). Decreto ejecutivo 1303. Quito.
- Retamoso, C. E. (2007). *Producción limpia, contaminación y gestión ambiental*. Bogota: U. Javeriana.

- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2009). *Biodiesel Requisitos*. Quito.
- Solano, R. N. (2011). En S. A. Nelson, *Proyecto de factibilidad para la implementacion y puesta en marcha de una planta procesadora de biodiesel* (págs. 43-56). Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Stephanie, V. B. (4 de abril de 2013). Caracterización de mezclas diesel-biodiesel orientadas a disminuir las emisiones contaminantes provocadas por fuentes móviles. *Tesis de grado*. Quito, Pichincha, Ecuador : Universidad Central de Ecuador.
- TECAM. (8 de febrero de 2016). Estudio de Impacto Ambiental Ex-Post de las Instalaciones de la Planta MCCH. 48,49. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- United Nations Environment Programme. (29 de abril de 2003). *UNEP.org*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj06b33y73OAhVBJh4KHajgCJUQFggaMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.unep.fr%2Fshared%2Fpublications%2Fdrom%2FWEBx0028xPA%2FProduccion%2520Mas%2520Limpia%2520y%2520los%2520Acu>
- Zimmerman, J. R.-J. (2012). *Ingeniería Ambiental fundamentos, Sustentabilidad, Diseño*. Mexico D.F.: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.

9. ANEXOS

Anexo 1. Registros fotográficos producción en laboratorio

		
Materia prima	Filtración	Equipo de producción
		
Equipo de reacción	Decantación	Separación biodiesel-glicerina
		
Glicerina y biodiesel	Lavado del biodiesel	Equipo de destilación
		
Montaje del equipo de destilación		

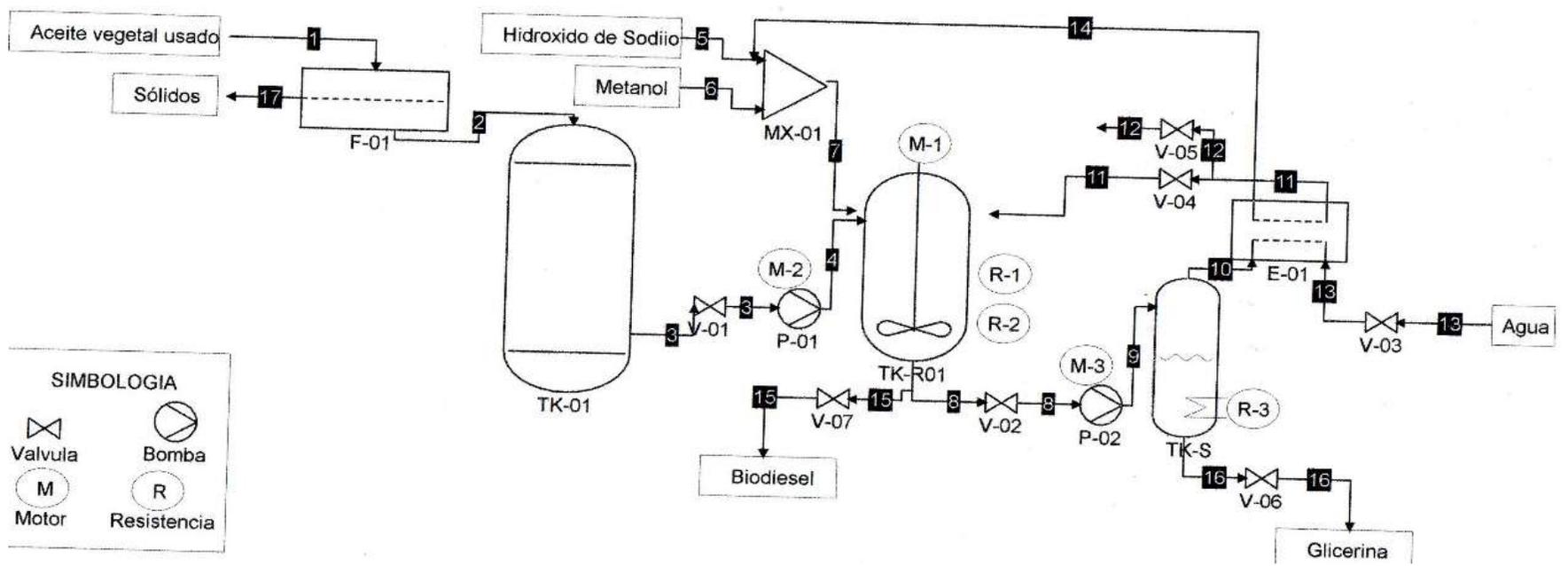
Anexo 2. Registro fotográfico en planta

 <p>Planta de producción</p>	 <p>TK-R01 reacción</p>	 <p>Envasado biodiesel</p>
 <p>TK-01</p>	 <p>P-03</p>	 <p>TK-S</p>
 <p>Montaje de la planta</p>	 <p>Conexión eléctricas</p>	 <p>M-02</p>

Anexo 3. Diagrama de proceso biodiesel.

DIAGRAMA DE PROCESO BIODIESEL

F-01 Filtro Aceite Vegetal Usado	TK-01 Almacen Aceite Vegetal Usado	MX-01 Mezclador Metoxido de NaOH	V-01 Valvula manual Aceite vegetal	P-01 Bomba Aceite vegetal	TK-R01 Tanque Reactor	V-02 Valvula manual Glicerina Cruda	P-02 Bomba Glicerina Cruda	TK-S Tanque Separación
V-06 Bomba Manual Glicerina Tratada	E-01 Condensador Metanol	V-03 Bomba Manual Agua	V-04 Bomba Manual Agua	V-05 Bomba Manual Agua	V-05 Bomba Manual Biodiesel			



Anexo 4. Categorización por parte del SUIA.

REGULARIZACIÓN AMBIENTAL

* BANDEJA DE TAREAS * PROYECTOS ▾ * PROCESOS ▾

Bienvenido(a): ESPINOZA GONZALEZ CRISTOPHER ALEXANDER [Cerrar sesión](#)

1 2 3 4

Identificar Actividad Económica Datos Generales Completar Datos del Proyecto Finalizar

Actividad * ? Seleccionar

Antes de continuar, debe identificar la actividad económica a realizar/realizada en su obra o proyecto.

Descripción de la actividad	INSTALACIÓN Y/U OPERACIÓN DE PLANTAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES
Su trámite corresponde a un(a)	LICENCIA AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Se ajusta al proceso de análisis de revisión de la información ingresada dentro de los parámetros de la normativa ambiental vigente, que incluye una socialización o difusión pública del proyecto.
Costo del trámite	Varía en base al valor del proyecto y si existe remoción de cobertura vegetal nativa.

[→ Siguiente](#)

Anexo 5. Identificación de impactos

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES												MATRIZ 1					
ELEMENTOS AMBIENTALES	Fase Preparatoria	Montaje de la planta	Fase Operativa	Almacenamiento	Decantación	Filtración	Desidratación	Preparación de metóxido	Reacción de transesterificación	Destilación	Lavado	Fase Complementaria	Envasado producto final	Manejo de desechos	Mantenimiento de equipos		
																1. Medio Físico	
Calidad del aire		X					X	X	X								
Nivel de ruido y vibraciones		X							X						X		
Nivel de olores				X			X	X	X					X			
Calidad del agua superficial										X	X						
Hidrología																	
Calidad del suelo		X		X		X		X	X	X	X		X	X	X		
Paisaje		X				X								X	X		
2.- Medio Biótico																	
Flora																	
Fauna		X															
3.- Medio Socioeconómico																	
Empleo		X		X		X	X	X			X		X	X	X		
Participación ciudadana		X															
Seguridad y salud industrial		X		X				X	X				X	X	X		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">IMPACTO NEGATIVO</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">IMPACTO POSITIVO</td> </tr> </table>																IMPACTO NEGATIVO	IMPACTO POSITIVO
IMPACTO NEGATIVO	IMPACTO POSITIVO																

EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES														MATRIZ 2		
Elementos Ambientales	Fase Preparatoria	Montaje de la planta	Fase Operativa	Almacenamiento	Decantación	Filtración	Desidratación	Preparación de metóxido	Reacción de transesterificación	Destilación	Lavado	Fase complementaria	Envasado producto final	Manejo de desechos	Mantenimiento de equipos	Impactos Ambientales
	1. Medio Físico															
Calidad del aire		mpPrRvRc					mpMpRvRc	mpMplvRc	mpMplvRc							Generación de gases y PM10 y PM2.5
Nivele de ruido y vibraciones		mpPrRvRc							mpMplvRc						mpPrIvRc	Generación de ruidos por motores
Nivel de olores			mpPplvRc				mpPrRv	mpPplvRc	mpPplvRc					mpPrRvRc		Generación de olores por reacciones
Calidad del agua superficial										TpMpRvRc	PpMplvRc					Alteración a la calidad del agua por el lavado del biodiesel
Hidrología																
Calidad del suelo		PLMpRvRc		mpPpRvRc		mpPpRvRc		mpPpRvRc	mpPpRvRc	mpPpRvRc	mpPpRvRc	mpPpRvRc	mpPpRvRc	mpPpRvRc	mpPrRvRc	Alteración a la calidad del suelo por derrames y desechos
Paisaje		TPMpRvRc				mpPpRv								mpPpRvRc	mpPpRvRc	Impacto visual
2.- Medio Biótico																
flora																
fauna		mpPpRvPc														Alteración a las iguanas por ruido
3.- Medio Socioeconómico																
Empleo		mpPrF		mpPrF		mpPrF	mpPrF	mpPrF			mpPrF		mpPrF	mpPrF	mpPrF	Beneficio estudiantil
Participación ciudadana		TLMpF														Aumento de beneficio
Seguridad y salud industrial		PpMpF		PpMpF				PpMpF	PpMpF				PpMpF	PpMpF	PpMpF	Alteración a la salud
MAGNITUD																
IMPORTANCIA																
Duración		Intensidad		Influencia		Ocurrencia		Reversibilidad		Recuperabilidad		Carácter Genérico				
Permanente	P	Alta		Regional	R	Muy Probable	Mp	Irreversible	Iv	Irrecuperable	Ic	Favorable	F			
Temporal	T	Media		Local	L	Probable	Pr	Poco reversible	Pv	Poco Recuperable	Pc	Poco Favorable	Pf			
Momentaneo	m	Baja		Puntual	p	Poco Probable	Pp	Reversible	Rv	Recuperable	Rc	Desfavorable	Df			

ANÁLISIS DE SEVERIDAD DE IMPACTOS AMBIENTALES															MATRIZ 3				
Elementos Ambientales	Fase Preparatoria	Montaje de la planta	Fase operativa	Almacenamiento	Decantación	Filtración	Desidratación	Preparación de metóxido	Reacción de transesterificación	Destilación	Lavado	Fase complementaria	Envasado producto final	Manejo de desechos	Mantenimiento de equipos	Valoración total	Valoración de Impactos	Análisis de Severidad de los Impactos	
1. Medio Físico																			
Calidad del aire		5					8	10	12							35	8,75	COMPATIBLE	
Nivele de ruido y vibraciones		15							10						5	30	10,00	MODERADO	
Nivel de olores				5			3	9	8					13		38	7,60	COMPATIBLE	
Calidad del agua superficial										6	15					21	10,50	MODERADO	
Hidrología																			
Calidad del suelo		6		8		6		5	6	5	10		8	15	6	75	7,50	COMPATIBLE	
Paisaje		12				10								15	8	45	11,25	MODERADO	
2.- Medio Biótico																			
flora																			
fauna		8														8	8,00	COMPATIBLE	
3.- Medio Socioeconómico																			
Empleo		13		5		5	5	6			5		5	8	9	61	6,78	BAJO	
Participación ciudadana		10														10	10,00	MEDIANO	
Seguridad y salud industrial		10		5				12	10				5	11	8	61	8,71	MEDIANO	
VALORACIÓN DE IMPACTOS DE MEDIOS FÍSICO Y BIÓTICO															VALORACIÓN DE IMPACTOS DE MEDIO SOCIO ECONÓMICO				IMPACTOS
NEGATIVO					POSITIVO					NEGATIVO					POSITIVO				
SEVERO	≥ 15				ALTO	≥ 15				SEVERO	≥ 12				ALTO	≥ 12			
MODERADO	<15 > 9				MEDIANO	<15 > 9				MODERADO	< 12 >7,5				MEDIANO	< 12 >7,5			
COMPATIBLE	≤ 9				BAJO	≤ 9				COMPATIBLE	≤ 7,5				BAJO	≤ 7,5			

VALORACIÓN DE LA MAGNITUD E IMPORTANCIA

MATRIZ 4

Medio fisico

Elemento Ambiental	Calidad del aire emisiones de gases y material particulado																				Valoración De Impactos
Características de impactos	MAGNITUD										IMPORTANCIA										
	Duracion			Intensidad			Influencia			Total	Ocurrencia			Reversibilidad			Recuperabilidad			Total	
	P	T	m	Alta	Med.	Baja	R	L	p	Max.	Mp	Pr	Pp	Iv	Pv	Rv	Ic	Pc	Rc	Max.	
Montaje de la planta			1			1			1	1,00		2				1			1	1,33	1,33
Desidratacion			1			1			1	1,00	3					1			1	1,67	1,67
Preparacion de metoxido			1		2				1	1,33	3			3					1	2,33	3,11
Reaccion de transesterificacion			1		2				1	1,33	3			3					1	2,33	3,11
VALORACIÓN										1,17										1,92	9,22

VALORACIÓN DE LA MAGNITUD E IMPORTANCIA

MATRIZ 4

Medio fisico

Elemento Ambiental	Nivel de ruido y vibraciones																				Valoración De Impactos
Características de impactos	MAGNITUD										IMPORTANCIA										
	Duracion			Intensidad			Influencia			Total	Ocurrencia			Reversibilidad			Recuperabilidad			Total	
	P	T	m	Alta	Med.	Baja	R	L	p	Max.	Mp	Pr	Pp	Iv	Pv	Rv	Ic	Pc	Rc	Max.	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3
Montaje de la planta			1			1			1	1,00		2				1			1	1,33	1,33
Reaccion de transesterificacion			1			1			1	1,00	3			3			3			3,00	3,00
mantenimiento de equipos			1			1			1	1,00		2		3			3			2,67	2,67
VALORACIÓN										1,00										2,33	7,00

VALORACIÓN DE LA MAGNITUD E IMPORTANCIA

MATRIZ 4

Medio fisico

Elemento Ambiental	Nivel de olores																				Valoración De Impactos	
Características de impactos	MAGNITUD										IMPORTANCIA											
	Duracion			Intensidad			Influencia			Total	Ocurrencia			Reversibilidad			Recuperabilidad			Total		
	P	T	m	Alta	Med.	Baja	R	L	p	Max.	Mp	Pr	Pp	Iv	Pv	Rv	Ic	Pc	Rc	Max.		
Almacenamiento			1			1			1	1,00			1	3					1	1,67	1,67	
Desidratacion			1			1			1	1,00		2				1			1	1,33	1,33	
Preparacion de metoxido			1			1			1	1,00			1	3					1	1,67	1,67	
Reaccion de transesterificacion			1			1			1	1,00			1	3					1	1,67	1,67	
Manejo de desechos			1			1			1	1,00		2				1			1	1,33	1,33	
VALORACIÓN										1,00											1,53	7,67

VALORACIÓN DE LA MAGNITUD E IMPORTANCIA

MATRIZ 4

Medio fisico

Elemento Ambiental	Calidad de agua superficial																				Valoración De Impactos
Características de impactos	MAGNITUD										IMPORTANCIA										
	Duracion			Intensidad			Influencia			Total	Ocurrencia			Reversibilidad			Recuperabilidad			Total	
	P	T	m	Alta	Med.	Baja	R	L	p	Max.	Mp	Pr	Pp	Iv	Pv	Rv	Ic	Pc	Rc	Max.	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	
Destilacion		2				1			1	1,33	3					1			1	1,67	2,22
Lavado	3			3					1	2,33	3			3					1	2,33	5,44
VALORACIÓN										1,83										2,00	7,67

VALORACIÓN DE LA MAGNITUD E IMPORTANCIA

MATRIZ 4

Medio fisico

Elemento Ambiental	Calidad del suelo																				Valoración De Impactos
Características de impactos	MAGNITUD										IMPORTANCIA										
	Duracion			Intensidad			Influencia			Total	Ocurrencia			Reversibilidad			Recuperabilidad			Total	
	P	T	m	Alta	Med.	Baja	R	L	p	Max.	Mp	Pr	Pp	Iv	Pv	Rv	Ic	Pc	Rc	Max.	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	
Montaje de la planta	3				2			2		2,33	3					1			1	1,67	3,89
Almacenamiento			1			1			1	1,00			1			1			1	1,00	1,00
Filtracion			1			1			1	1,00			1			1			1	1,00	1,00
Preparacion de metoxido			1			1			1	1,00			1			1			1	1,00	1,00
Reaccion de transesterificacion			1			1			1	1,00			1			1			1	1,00	1,00
Destilacion			1			1			1	1,00			1			1			1	1,00	1,00
Lavado			1			1			1	1,00			1			1			1	1,00	1,00
Envasado producto final			1			1			1	1,00			1			1			1	1,00	1,00
Manejo de desecho			1			1			1	1,00			1			1			1	1,00	1,00
Mantenimiento de equipo			1			1			1	1,00		2				1			1	1,33	1,33
VALORACIÓN										1,13										1,10	13,22

VALORACIÓN DE LA MAGNITUD E IMPORTANCIA

MATRIZ 4

Medio fisico

Elemento Ambiental	Paisaje																				Valoración De Impactos
Características de impactos	MAGNITUD										IMPORTANCIA										
	Duracion			Intensidad			Influencia			Total	Ocurrencia			Reversibilidad			Recuperabilidad			Total	
	P	T	m	Alta	Med.	Baja	R	L	p	Max.	Mp	Pr	Pp	Iv	Pv	Rv	Ic	Pc	Rc	Max.	
Montaje de la planta		2			1			1	1,33	3					1			1	1,67	2,22	
Filtracion			1		1			1	1,00			1			1			1	1,00	1,00	
Manejo de desecho			1		1			1	1,00			1			1			1	1,00	1,00	
Mantenimiento de equipo			1		1			1	1,00			1			1			1	1,00	1,00	
VALORACIÓN										1,08										1,17	5,22

VALORACIÓN DE LA MAGNITUD E IMPORTANCIA

MATRIZ 4

Medio biotico

Elemento Ambiental	Fauna																				Valoración De Impactos
Características de impactos	MAGNITUD										IMPORTANCIA										
	Duracion			Intensidad			Influencia			Total	Ocurrencia			Reversibilidad			Recuperabilidad			Total	
	P	T	m	Alta	Med.	Baja	R	L	p	Max.	Mp	Pr	Pp	Iv	Pv	Rv	Ic	Pc	Rc	Max.	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	
Montaje de la planta			1			1			1	1,00			1			1			1	1,00	
VALORACIÓN										1,00										1,00	1,00

VALORACIÓN DE LA MAGNITUD E IMPORTANCIA

MATRIZ 4

Medio socio-economico

Elemento Ambiental	Empleo																			Valoración De Impactos	
Características de impactos	MAGNITUD									IMPORTANCIA											
	Duracion			Intensidad			Influencia			Total	Ocurrencia			Carácter generico			Total				
	P	T	m	Alta	Med.	Baja	R	L	p	Max.	Mp	Pr	Pp	F	Pf	Df					Max.
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	3	2	1	3	2	1				3	
Montaje de la planta			1	3					1	1,67		2		3						2,50	4,17
Almacenamiento			1	3					1	1,67		2		3						2,50	4,17
Filtracion			1	3					1	1,67		2		3						2,50	4,17
Desidratacion			1	3					1	1,67		2		3						2,50	4,17
Preparacion de metoxido			1	3					1	1,67		2		3						2,50	4,17
Lavado			1	3					1	1,67		2		3						2,50	4,17
Envasado producto final			1	3					1	1,67		2		3						2,50	4,17
Manejo de desecho			1	3					1	1,67		2		3						2,50	4,17
Mantenimiento de equipo			1	3					1	1,67		2		3						2,50	4,17
VALORACIÓN										1,67										2,50	37,50

VALORACIÓN DE LA MAGNITUD E IMPORTANCIA

MATRIZ 4

Medio socio-economico

Elemento Ambiental	Participacion ciudadana																			Valoración De Impactos	
Características de impactos	MAGNITUD										IMPORTANCIA										
	Duracion			Intensidad			Influencia			Total	Ocurrencia			Carácter generico			Total				
	P	T	m	Alta	Med.	Baja	R	L	p	Max.	Mp	Pr	Pp	F	Pf	Df					Max.
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	3	2	1	3	2	1					3
Montaje de la planta		2		3				2		2,33	3			3						3,00	7,00
VALORACIÓN										2,33									3,00	7,00	

VALORACIÓN DE LA MAGNITUD E IMPORTANCIA

MATRIZ 4

Medio socio-economico

Elemento Ambiental	Seguridad y salud industrial																			Valoración De Impactos	
Características de impactos	MAGNITUD										IMPORTANCIA								Total		
	Duracion			Intensidad			Influencia			Total	Ocurrencia			Carácter generico			Total				
	P	T	m	Alta	Med.	Baja	R	L	p	Max.	Mp	Pr	Pp	F	Pf	Df					
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	3	2	1	3	2	1				3	
Montaje de la planta	3				2				1	2,00	3			3						3,00	6,00
Almacenamiento	3				2				1	2,00	3			3						3,00	6,00
Preparacion de metoxido	3				2				1	2,00	3			3						3,00	6,00
Reaccion de transesterificacion	3				2				1	2,00	3			3						3,00	6,00
Envasado producto final	3				2				1	2,00	3			3						3,00	6,00
Manejo de desecho	3				2				1	2,00	3			3						3,00	6,00
Mantenimiento de equipo	3				2				1	2,00	3			3						3,00	6,00
VALORACIÓN										2,00									3,00	42,00	

AGREGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																MATRIZ 5					
Elementos ambientales	Fase Preparatoria	Montaje de la planta	Fase Operativa	Almacenamiento	Decantación	Filtración	Destilación	Preparación de metóxido	Reacción de transesterificación	Destilación	Lavado	Fase complementaria	Envasado producto final	Manejo de desechos	Mantenimiento de equipos	AFECTACIONES NEGATIVAS	AFECTACIONES POSITIVAS	AGREGACIÓN DE IMPACTOS	CARÁCTER DE LOS IMPACTOS		
1. Medio Físico																					
Calidad del aire		1,33					1,67	3,11	3,11							9,22		-9,22	Compatible		
Nivel de ruido y vibración		1,33							3,00						2,67	7,00		-7,00	Moderado		
Nivel de olores				1,67			1,33	1,67	1,67					1,33		7,67		-7,67	Compatible		
Calidad de agua superficial										2,22	5,44					7,66		-7,66	Moderado		
Hidrología																0,00		0,00			
Calidad del suelo		3,89		1,00		1,00		1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,33	13,22		-13,22	Compatible		
Paisaje		2,22				1,00								1,00	1,00	5,22		-5,22	Moderado		
2.- Medio Biótico																					
Flora																0,00		0,00			
Fauna		1,00														1,00		-1,00	Compatible		
3.- Medio Socioeconómico																					
Empleo		4,17		4,17		4,17	4,17	4,17			4,17		4,17	4,17	4,17		37,53	37,53	Bajo		
Participación ciudadana		7,00															7,00	7,00	Medio		
Seguridad y salud ocupacional		6,00		6,00				6,00	6,00				6,00	6,00	6,00	42,00		-42,00	Medio		
AFECTACIONES NEGATIVAS		9,77		2,67		2,00	3,00	5,78	8,78	3,22	6,44		1,00	3,33	5,00	50,99			Agregación de Impactos		
AFECTACIONES POSITIVAS		17,17		10,17		4,17	4,17	10,17	6,00	0,00	4,17		10,17	10,17	10,17		86,53				
AGREGACIÓN DE IMPACTOS		7,40		7,50		2,17	1,17	4,39	-2,78	-3,22	-2,27		9,17	6,84	5,17		35,54			35,54	
																AFECTACIONES NEGATIVAS			AFECTACIONES POSITIVAS		

Anexo 6 .Resultado del análisis químico del aceite usado de cocina

 Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Químicas	LABORATORIO DEL PROGRAMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD Y DESARROLLO TECNOLOGICO PROGECA
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

**INFORME ANALÍTICO
PROGECA-IA-023-2016**

FECHA DE INFORME:	22 de Septiembre de 2016
-------------------	--------------------------

DATOS DEL SOLICITANTE			
NOMBRE:	Cristopher Espinoza	DIRECCIÓN:	San Felipe
CIUDAD:	Guayaquil	TELÉFONO:	0986613634 FAX:

DATOS DE LA MUESTRA					
FECHA DE RECEPCIÓN:	09 de Septiembre de 2016	CÓDIGO:	CPF-037-2016	ETAPA:	Materia Prima
NOMBRE DEL PRODUCTO:	ACEITE DE ORIGEN VEGETAL		ASPECTO DE LA MUESTRA:	Líquido	
PRESENTACIÓN	Frascos 2 x 120 ml		TIPO DE MUESTREO:	Realizado por el Cliente	
N° DE LOTE:	N.C.	F. DE ELAB:	N. C.	F. DE EXP:	N.C.

N.C.: No Consta

FECHA DE ANÁLISIS DE MUESTRA:	14 de Septiembre de 2016	CONDICIONES AMBIENTALES:	TEMPERATURA (°c)	HUMEDAD (%)
			24 ± 4	65 ± 5

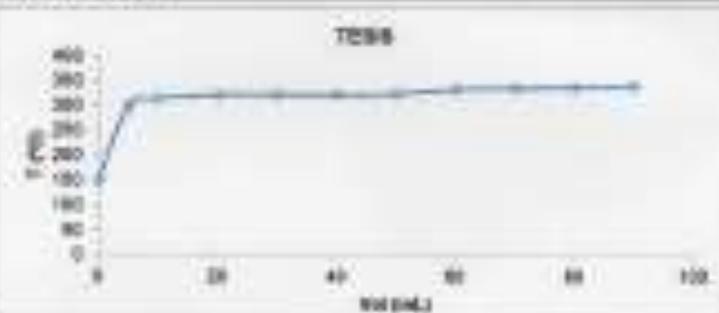
RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS				
CÓDIGO	ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS	METODO DE REFERENCIA
CPF-037-2016	INDICE DE REFRACCION	-	1,4675	INEN/AOAC
	ACIDEZ	%	0,69	
	INDICE DE SAPONIFICACIÓN	IP	125,1	
	INDICE DE PEROXIDOS	-	76,69	
	PERDIDA POR CALENTAMIENTO	%	0,09	

- Observaciones:** 1.- Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada
 2.- El presente informe no debe ser copiado parcial o totalmente salvo la aprobación escrita por parte del laboratorio


 Dra. Zoraida Burbano G., M.S.
 Director Técnico



Anexo 7. Resultados de los análisis físicos-químicos del biodiesel

	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA LABORATORIO DE PETRÓLEOS			Página 1 de 1
				1101
REPORTE DE ANÁLISIS N°. ALPEP 082-010 ORDEN DE TRABAJO 5017				
INFORMACIÓN GENERAL:				
CLIENTE	CRISTÓFER ESPINOZA			
MUESTRA	DICOTEXL	NÚMERO DE MUESTRAS	1	
FECHA RECEPCIÓN	12-12-2010	FECHA DE ENTREGA INFORME	20-12-2010	
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:				
IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO LABORATORIO	TIPO MUESTRA	TIPO ENVASE	CAPACIDAD
TESS	LPS14-DE	Diesel	Vidrio	1 L.
RESULTADOS OBTENIDOS:				
MUESTRA	ENSAYO	NORMA MÉTODO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO
LPS14-DE	Punto de inflamación	DIN 1491201 (D)	°C	102
	Contenido de azufre	ASTM D2911-11	ppm	9.0
	Contracción térmica de sales	ASTM D155-11	—	18
	Índice de cetano calculado	DIN 1491201 (D)	—	44.97
	Índice de oxidación Temperatura del 90%	ASTM D183-11	°C	141
	Humedad total a 15.5 °C (15.5°)	ASTM D1298-12	g/cm ³	0.880
	Humedad 40%	ASTM D1298-12	API	28.8
	Viscosidad cinemática a 40 °C	DIN 51561 (D)	mm ² /s	7.80
	Agua y sedimentos	DIN 1491201 (D)	%	0.1
INFORMACIÓN ADICIONAL:				
				
				
Ing. Liliana Guzmán Jefe del Laboratorio de Petróleos		Ing. Tania Parra Asistente del Laboratorio de Petróleos		
Calle de Caracas E11-204-E02 Edificio Química - 1ro piso Q10070-000 E.A. 4020/4020/4017 lab@petroleos_eng.guamano@epn.edu.ec				