

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



PROGRAMA PARA LA ACREDITACIÓN DE UN SELLO DE
DIFERENCIACIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL DE BIODIÉSEL
EN LA INDUSTRIA DE BIOCOMBUSTIBLES DE
GUATEMALA

Trabajo de graduación presentado por Franny Evelyn Casasola Ramírez
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería Química

Guatemala

2017

**PROGRAMA PARA LA ACREDITACIÓN DE UN SELLO DE DIFERENCIACIÓN
SOCIAL Y AMBIENTAL DE BIODIÉSEL EN LA INDUSTRIA DE
BIOCOMBUSTIBLES DE GUATEMALA.**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería




PROGRAMA PARA LA ACREDITACIÓN DE UN SELLO DE
DIFERENCIACIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL DE BIODIÉSEL
EN LA INDUSTRIA DE BIOCOMBUSTIBLES DE
GUATEMALA

Trabajo de graduación presentado por Franny Evelyn Casasola Ramírez
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería Química

Guatemala

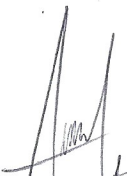
2017

Vo. Bo.:

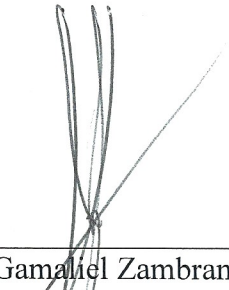
(f) 

Ing. Andrés Chicol

Tribunal Examinador:

(f) 

Ing. Andrés Chicol

(f) 

Ing. Gamaliel Zambrano

(f) 

Ing. Cristián Rossi

Guatemala, 5 de diciembre de 2017

PREFACIO

El siguiente trabajo busca establecer los requisitos para certificar el sistema de gestión de calidad del productor y distribuidor de biodiésel; no del biocombustible que se produce o comercializa. El programa está diseñado para ayudar a asegurar que el combustible biodiésel se produce, distribuye y mantiene dentro de los estándares de la industria internacional. Se establecen los requerimientos y regulaciones referentes a la producción y comercialización de biodiésel B100. Este programa aplica también para mezclas de Biocarburantes con derivados del petróleo que superen el 5% de ésteres metílicos en su composición de ácidos grasos. Con el fin de verificar el cumplimiento de la adecuada gestión de materias primas, procesos productivos y comercialización, este trabajo promueve la acreditación de un sello de diferenciación social y ambiental para aquellos que cumplan con los requisitos del programa.

ÍNDICE

	Página
PREFACIO	v
LISTADO DE TABLAS	ix
LISTADO DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
A. OBJETIVO GENERAL.....	2
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. MARCO TEÓRICO.....	5
A. BIODIÉSEL.....	5
1. Materias primas en la producción de biodiésel.....	5
2. Producción de biodiésel.....	5
3. Uso de catalizadores en la transesterificación	7
4. Otros métodos para la producción de biodiésel	9
5. Variables del proceso.....	9
B. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL.....	11
1. Control de calidad de las materias primas	11
2. Estandarización del biodiésel	11
3. Gestión de calidad del biodiésel	12
4. Evaluación del ciclo de vida del biodiésel.....	13
C. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN LA COMERCIALIZACIÓN DEL BIODIÉSEL .	14
1. Recepción y almacenamiento de biodiésel y sus mezclas	14
D. GASÓLEO.....	15
1. Tuberías y almacenamiento de gasóleo	15
2. Composición del gasóleo contra biodiésel.....	17

E.	INDICADORES DE DESEMPEÑO	18
V.	ANTECEDENTES.....	19
A.	PROGRAMAS DE REFERENCIA.....	19
B.	INVESTIGACIONES CENTRO DE PROCESOS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DEL VALLE	19
C.	ASPECTOS LEGALES DE GUATEMALA	20
D.	COMERCIALIZACIÓN DE BIODIÉSEL/DIÉSEL	20
VI.	METODOLOGÍA	21
VII.	RESULTADOS.....	22
A.	REQUISITOS DEL PROGRAMA.....	22
1.	Normas de referencia.....	22
2.	Normas informativas	23
3.	Documentación necesaria	23
4.	Aseguramiento de responsabilidad	24
5.	Sistemas de control.....	24
6.	Laboratorios.....	25
7.	Mezclas y almacenamiento.....	28
8.	Comercialización, distribución y transporte	29
9.	Elementos auxiliares.....	30
B.	REGULACIONES.....	31
1.	Elementos de compensación.....	31
2.	Proceso de acreditación	32
3.	Suspensión o revocación de la acreditación	34
VIII.	DISCUSIÓN	35
IX.	CONCLUSIONES	39
X.	RECOMENDACIONES	40
XI.	BIBLIOGRAFÍA	41
XII.	GLOSARIO	42
XIII.	ANEXO.....	43

A.	NORMA ASTM D6751.....	43
B.	NORMA EN 14214	44
C.	DESCRIPCIÓN DE NORMAS	45
D.	HOJAS DE SEGURIDAD.....	48
E.	CERTIFICADO DE ANÁLISIS.....	57
F.	FORMULARIO DE APLICACIÓN.....	58
G.	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE AUDITORÍA EXTERNA.....	59
H.	METODOLOGÍA INDICADORES DE DESEMPEÑO	68

LISTADO DE TABLAS

	Página
Tabla No. 1: Selección de materias primas adecuadas para la producción de biodiésel.	5
Tabla No. 2: Métodos AOCS de parámetros de calidad para aceite vegetal.	11
Tabla No. 3: Estandarización de biodiésel.	12
Tabla No. 4: Gestión de calidad de biodiésel como producto final.	12
Tabla No. 5: Materiales y normas aplicables a tanques, tuberías y válvulas para gasóleo.	15
Tabla No. 6: Propiedades del biodiésel contra diésel de petróleo.	17
Tabla No. 7: Estándar de biodiésel B100.	43
Tabla No. 8: Estándar de biodiésel EN 14214.	44

LISTADO DE FIGURAS

	Página
Figura No. 1: Transesterificación de triglicéridos con alcohol.....	6
Figura No. 2: Pasos de la transesterificación.....	6
Figura No. 3: Esquema de producción de biodiésel.	6
Figura No. 4: Ciclo de vida del biodiésel.	13

RESUMEN

El presente trabajo pretende promover la aceptación social y ambiental del biodiésel como combustible alternativo y de fuentes renovables; con un sello de diferenciación que certifique el sistema de gestión de calidad del productor y distribuidor del biocombustible. El programa integra normas internacionales que proporcionan las especificaciones técnicas y requerimientos mínimos para implementar sistemas de calidad que incluyan: la adecuada gestión de materias primas, procesos productivos, almacenamiento, muestreo, pruebas de control, distribución y, buenas prácticas del manejo de biodiésel B100 y sus mezclas.

Las organizaciones que deseen acreditarse deberán cumplir con un mínimo del 80% los requisitos que se establecen en este programa. Los cuadros con los criterios de evaluación se presentan en la sección G del anexo de este trabajo, los cuales serán de acceso público, para que las organizaciones que deseen acreditarse puedan verificar y respaldar el grado de sostenibilidad del sistema de gestión de calidad en la producción y comercialización del biodiésel B100 y sus mezclas. Sin embargo, su aprobación podrá ser avalada únicamente por un representante nombrado y ajeno a la organización que desee acreditarse. Además, se presenta una metodología para definir y establecer indicadores de desempeño a lo largo de la cadena de producción y comercialización de biodiésel B100 y sus mezclas, para que las organizaciones que deseen acreditarse puedan implementar con prácticas de producción más limpia, y establecer un sistema de gestión ambiental integral.

El programa se ha diseñado de tal forma que permita ser replicado para otros combustibles de fuentes renovables en la industria de biocombustibles de Guatemala, siendo este el primero en su clase y en ser propuesto para ser avalado por el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia.

I. INTRODUCCIÓN

La energía es el requerimiento más básico para el desarrollo de la economía en cada país. Cada sector de la economía incluyendo la agricultura, industria, transporte y sectores comerciales como domésticos, requieren energía. Sin embargo, asegurar un suministro energético perpetuo es imposible, debido a que la mayor cantidad de energía que se consume a nivel mundial proviene de recursos naturales no renovables (cuyo consumo implica una disminución permanente de sus existencias, debido a que su proceso de regeneración es muy largo o no lo posee). Por tanto, resulta imprescindible implementar nuevas fuentes de energía alternativas.

En la actualidad, las principales formas de energía alternativas son renovables, e incluyen la energía eólica, energía hídrica, energía solar, biomasa y los biocombustibles. La contribución de todas estas fuentes es de gran importancia para sufragar la creciente demanda energética mundial, y los biocombustibles podrían ser de los mayores contribuyentes. De acuerdo con el pronóstico para el año 2035, publicado en la página oficial de British Petroleum, se espera que la participación de energías renovables, incluidos los biocombustibles, crezcan en torno al 6,6% anual y que, en consecuencia, su cuota aumente del 3% actual hasta el 9%.

Durante las últimas décadas ha habido una constante investigación acerca del desarrollo de procesos de producción de combustibles que utilicen materiales agrícolas renovables como materia prima. Esta actividad es impulsada por la búsqueda de la autosuficiencia nacional de combustible, así como la reducción de las emisiones de partículas contaminantes a la atmósfera. La mayoría de los esfuerzos se concentra en los biocombustibles. El biodiésel se define técnicamente como un combustible compuesto de ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga, que son derivados de aceites vegetales o grasas animales. El término “biodiésel” alude al combustible puro, designado como B100 y que cumple con los requerimientos de la norma ASTM D6751 elaborada por American Society for Testing and Materials.

Con el fin de promover el éxito comercial y la aceptación pública del biodiésel en Guatemala, se ha elaborado un programa para la acreditación a un sello de diferenciación social y ambiental, en la producción de biodiésel y su comercialización; integrando normas internacionales, que proporcionan las especificaciones técnicas y requerimientos mínimos que debe poseer el biodiésel B100 y sus mezclas, y sistemas de calidad que incluyen la gestión de materias primas, procesos productivos, almacenamiento, muestreo, pruebas de control, distribución y prácticas de manejo del biocombustible. Para los usos que, a la Universidad del Valle de Guatemala, la Facultad de Ingeniería, el Departamento de Ingeniería Química, y el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia convengan, presente.

II. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un programa de acreditación a un sello de diferenciación social y ambiental, para certificar el sistema de gestión de calidad del productor y distribuidor de biodiésel; integrando normas internacionales, que proporcionen las especificaciones técnicas y requerimientos mínimos para implementar sistemas de calidad que incluyan la gestión de materias primas, procesos productivos, almacenamiento, muestreo, pruebas de control, distribución y prácticas de manejo del biocombustible.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Para la organización que desee acreditarse, verificar y respaldar el grado de sostenibilidad del sistema de las operaciones de los productores de biodiésel, y comercializadores de biodiésel B100 y sus mezclas; para asegurar el cumplimiento de la adecuada gestión de los sistemas de calidad en la producción y comercialización del biocombustible.
2. Para la organización que desee acreditarse, generar un procedimiento para desarrollar indicadores de desempeño en los procesos de producción y comercialización del biodiésel B100 y sus mezclas, que se puedan implementar con prácticas de producción más limpia; y de esta manera establecer un sistema de gestión ambiental apropiado tanto en la producción como en la comercialización del biocombustible.

III. JUSTIFICACIÓN

En Guatemala no existe un marco legal que regule la cadena de producción de biocombustibles para su posterior comercialización, ya que su producción es muy pequeña para abastecer las necesidades del mercado. Esta industria es reciente en el país, su producción aún se realiza a pequeña escala especialmente para autoconsumo en motores estacionarios o vehículos que usan diésel o gasóleo. (Anónimo, s. f.). Sin embargo, la creciente demanda energética y las grandes emisiones contaminantes al ambiente sugieren usar fuentes de energía alternativas para reemplazar el uso de combustibles fósiles por combustibles renovables.

El diésel o gasóleo, es uno de los combustibles derivados del petróleo con mayor participación en el sector transporte, es de bajo costo y su consumo va en rápido aumento. De acuerdo con las estadísticas presentadas por el Ministerio de Energía y Minas de Guatemala, el diésel es el combustible con mayor consumo en el país, en el 2014 se consumió 10.5 millones de barriles americanos y en el 2016 ascendió a 11.9 millones. No obstante, es un combustible fósil que ha generado muchos problemas de polución, lo que sugiere reemplazarlo por un combustible de fuentes renovables.

El biodiésel es un combustible derivado de fuentes renovables, es el sustituto al gasóleo para motores diésel y es 100% biodegradable. Además, el biodiésel posee algunas propiedades que lo hacen superior al gasóleo como el punto de inflamación que es 40°C mayor al del gasóleo, lo que lo hace más seguro de almacenar y distribuir; y el contenido de azufre (% peso) es de 0 a 0.0024, mientras que el del gasóleo es 0.05, lo cual es favorable para los motores ya que no los daña. En contraste, ambos poseen características similares como el número de cetano y la gravedad específica, entre otras.

La Universidad del Valle de Guatemala, está comprometida con el ambiente y es una de las principales instituciones que contribuyen a la investigación, desarrollo, y producción de biodiésel en Guatemala. organizaciones como Biocombustibles de Guatemala S. A., Combustibles Ecológicos S. A., Guatebiodiesel S. A., Empacadora Toledo, entre otras; también participan en la producción nacional de biodiésel y en conjunto poseen una capacidad instalada para producir 4,640 galones diarios de biodiésel. Operando a la capacidad total, la oferta de biodiésel no sería suficiente para abastecer la demanda de diésel en el país, sin embargo, ayudaría disminuir su consumo, y a promover la aceptación pública del biodiésel.

Este programa busca incentivar la producción de biodiésel, a través del reconocimiento de productores y comercializadores del biocombustible, mediante auditorías que demuestren, en un mínimo del 80%, el cumplimiento de este programa. Esto permitirá a las partes interesadas, aprovechar de forma sistemática los esfuerzos de garantía de calidad de las organizaciones que sean certificadas. No obstante, la implementación de este programa no impedirá en modo alguno a ninguna entidad para producir, comprar o usar el biodiésel, en procesos o productores que no se ajusten a las regulaciones que en él se presentan.

Es relevante mencionar que este programa, acreditación de biodiésel, será el primero en promover un sello de diferenciación social y ambiental en la cadena de valor de la industria de biocombustibles de Guatemala; y permitirá replicarlo para otros biocombustibles. Esto mejorará la gestión de materias primas, procesos productivos y producto final. Se integrarán prácticas de producción más limpia con la intención de generar una línea base de indicadores de desempeño en los procesos de producción y comercialización del biodiésel B100.

IV. MARCO TEÓRICO

A. BIODIÉSEL

Se define técnicamente como un combustible compuesto de ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga, que son derivados de aceites vegetales o grasas animales. El término “biodiésel” alude al combustible puro, designado como B100 y que cumple con los requerimientos de ASTM (American Society for Testing and Materials). (Kessel, 2009).

1. **Materias primas en la producción de biodiésel.** Hay más de 350 plantas oleaginosas identificadas (con miles de sub-especies) que podrían utilizarse para cultivar una nueva cosecha de combustible cada año. Las materias primas para la producción de biodiésel se muestran en la Tabla X, una selección de materias primas adecuadas para la producción de biodiésel, son principalmente: aceite de colza, aceite de girasol y aceite de soja. Las fuentes no alimentarias prometedoras son jatropha, algas, ricino, y otros. Generalmente, factores tales como la geografía, el clima y la economía determinan qué aceite vegetal tiene el uso potencial más alto en la producción del biocombustible. (Bart, Palmeri y Cavallaro, 2010).

Tabla No. 1: Selección de materias primas adecuadas para la producción de biodiésel.

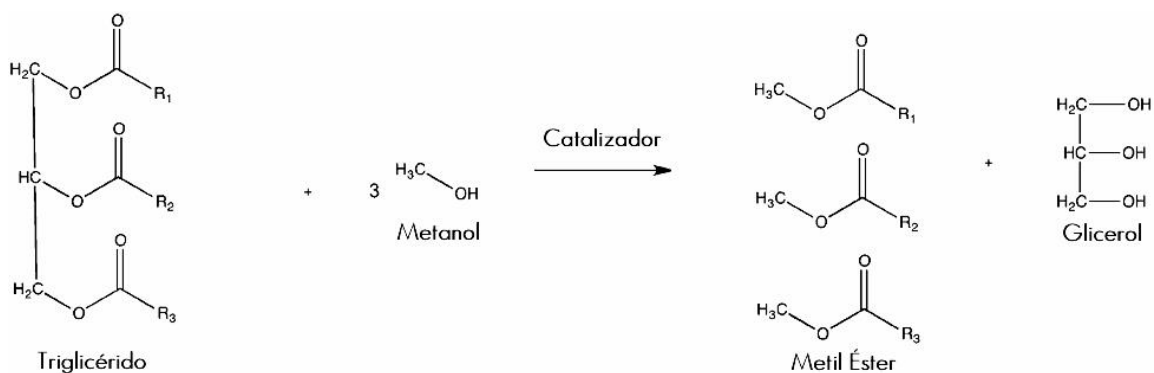
Cultivo de aceite vegetal			Grasas animales y aceites usados
10 mejores semillas oleaginosas	Otros cultivos de aceite	Variedades nuevas	
Frijol de soja Semilla de algodón Maní Girasol Colza Sésamo Aceite de palma Coco Linaza Ricino	Camelina Cáñamo Oliva Jatropha Maíz	AO ^a Girasol AO ^a Colza BL ^b Colza AAE ^c Colza	Sebo Manteca de cerdo Grasas de aves de corral Grasas rendidas Aceite de fritura usado

^a AO “Alto contenido Oleíco”; ^b BL “Bajo contenido Linoléico”; ^c AAF “Alto contenido de Ácido Erúico”.

(Bart, Palmeri y Cavallaro, 2010).

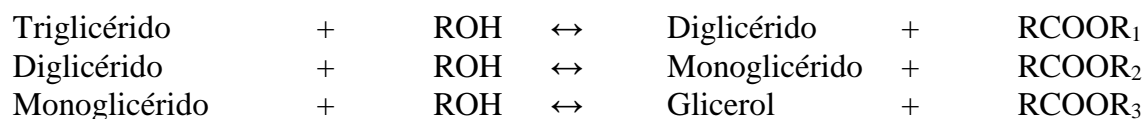
2. **Producción de biodiésel.** La transesterificación también llamada alcoholisis, es una reacción química de un aceite o grasa con un alcohol en presencia de un catalizador para formar ésteres y glicerol. Entre los alcoholes que se pueden usar en la reacción de transesterificación se encuentran metanol, etanol, propanol, butanol y alcohol amílico. El metanol y el etanol se utilizan con mayor frecuencia. Sin embargo, se prefiere el metanol debido a su bajo coste. La Figura No.1, muestra la reacción de transesterificación; y la Figura No.2, muestra la secuencia de las tres reacciones reversibles consecutivas, en las que los triglicéridos se convierten en diglicéridos que, a su vez, se convierten en monoglicéridos, seguido de la conversión del último glicerol. En cada paso se produce un éster y, por lo tanto, se producen tres moléculas de éster a partir de una molécula de triglicérido. (Sarin, 2010).

Figura No. 1: Transesterificación de triglicéridos con alcohol.



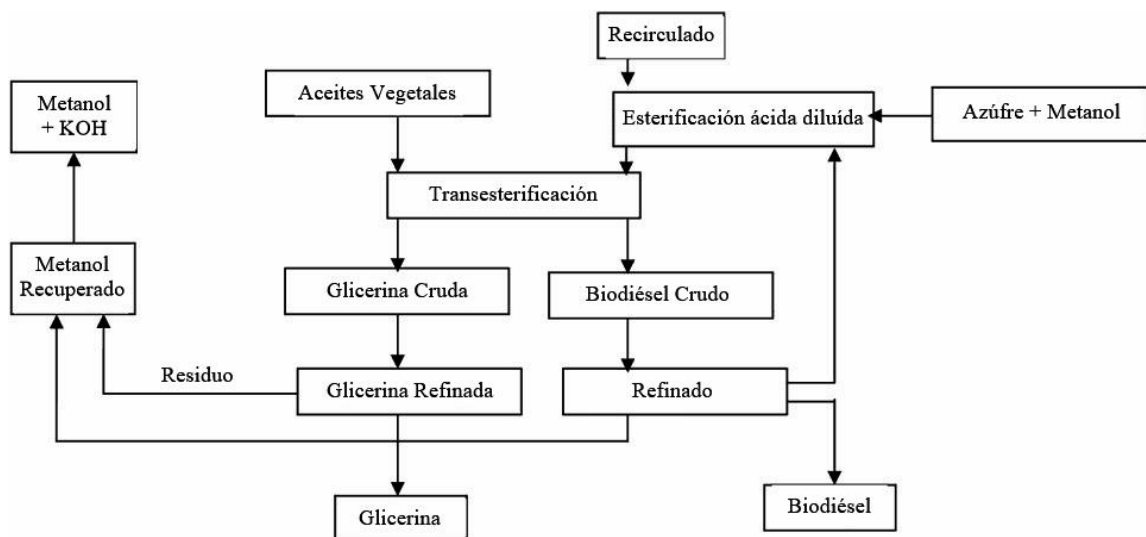
(Sarin, 2012).

Figura No. 2: Pasos de la transesterificación.



(Sarin, 2012).

Figura No. 3: Esquema de producción de biodiésel.



(Sarin, 2012).

Normalmente se utiliza un catalizador para mejorar la velocidad de reacción y el rendimiento. Debido a que la reacción es reversible, el exceso de alcohol se utiliza para desplazar el equilibrio al lado del producto. Esta reacción también produce glicerol como un subproducto que tiene cierto valor comercial. Aquí R₁, R₂ y R₃ son hidrocarburos de cadena larga, a veces llamados cadenas de ácidos grasos. Normalmente hay cinco tipos principales de cadenas en aceites vegetales y aceites animales: palmítico, esteárico, oleico, linoleico y

linolénico. El biodiésel es el alquil-éster de ácidos grasos, producidos por la transesterificación de aceites o grasas, de plantas o animales, usando alcoholes de cadena corta tales como metanol y etanol en presencia de un catalizador. La glicerina es un subproducto de la producción de biodiésel. Una mezcla de biodiésel puro con petrodiésel se denomina BXX. El XX indica la cantidad de biodiésel en la mezcla como: la mezcla B90 es 90% biodiésel y 10% petrodiésel. (Sarin, 2012).

La transesterificación no altera la composición de los ácidos grasos de las materias primas. Al contrario, el biodiésel refleja la composición del aceite vegetal en estudio, específicamente el perfil de ácidos grasos. Debe hacerse hincapié en que los ésteres de metilo derivados de la metanólisis, no son biodiésel hasta que se cumplen las especificaciones adecuadas. Tradicionalmente, los procedimientos de separación necesarios para limpiar adecuadamente las dos corrientes de producto producen grandes cantidades de aguas residuales, creando así complejidad y coste adicionales del proceso. (Bart, Palmeri y Cavallaro, 2010).

3. **Uso de catalizadores en la transesterificación.** Los catalizadores usados en la transesterificación son ampliamente divididos en dos tipos: catalizadores básicos y catalizadores ácidos. Los catalizadores base causan saponificación cuando reaccionan con ácidos grasos libres presentes en aceites vegetales o triglicéridos, particularmente cuando el valor ácido de la materia prima es alto. En tales casos, se utilizan catalizadores ácidos. (Sarin, 2012).

a. **Catalizadores básicos.** El primer paso es la reacción del átomo de carbono carbonilo con el anión del alcohol, formando un intermedio tetraédrico, a partir del cual se forman el éster alquílico y el anión correspondiente del diglicérido. Se inicia otro ciclo catalítico cuando el catalizador reacciona con una segunda molécula de alcohol. A partir de ahí, los diglicéridos y monoglicéridos se convierten en ésteres alquílicos y glicerol. (Sarin, 2012).

1) **Catálisis básica homogénea.** Si el catalizador usado en la reacción permanece en la misma fase (líquida) a la de los reactivos durante la transesterificación, es una transesterificación catalítica homogénea. Se utilizan diversos tipos de catalizadores de base homogéneos para la transesterificación. Los más comunes son hidróxido de sodio, metóxido de sodio, hidróxido de potasio y metóxido de potasio. (Sarin, 2012).

2) **Catálisis básica heterogénea.** Si el catalizador permanece en una fase diferente (sólida, inmiscible líquida o gaseosa) a la de los reactivos, el proceso se denomina transesterificación catalítica heterogénea. Este se incluye bajo el término "tecnología verde" por las siguientes razones: el catalizador se puede reciclar, no hay o muy poca agua residual producida durante el proceso y la separación del biodiésel del glicerol es mucho más fácil. Los catalizadores de base sólida comúnmente

utilizados son óxidos de metales alcalinotérreos, zeolita, KNO_3 cargado sobre Al_2O_3 , BaO , SrO , CaO y MgO . (Sarin, 2012).

b. Catalizadores ácidos. Aunque los catalizadores base son muy eficientes y populares para la transesterificación, estos catalizadores no presentan buenos resultados cuando la materia prima contiene agua y su valor ácido es alto. El "valor ácido" representa el número de grupos funcionales ácidos y se mide en términos de la cantidad de hidróxido potásico necesaria para neutralizar las características ácidas de la muestra. Los problemas asociados con estos catalizadores son: el requisito de alcohol mor; Temperaturas y presiones de reacción más altas; Velocidades de reacción más lentas; Corrosión del reactor y cuestiones medioambientales. (Sarin, 2012).

El catalizador ácido más comúnmente utilizado incluye ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido fosfórico y ácidos orgánicos sulfonados. Los catalizadores ácidos se usan generalmente para la transesterificación en dos etapas. En la primera etapa los aceites reaccionan con el alcohol en presencia de los catalizadores ácidos. El valor ácido del producto se reduce y los aceites reaccionan con metanol en presencia de un catalizador base. En la etapa siguiente, el aceite se vuelve a transesterificar utilizando un catalizador. (Sarin, 2012).

1) Catálisis ácida homogénea. Los investigadores han convertido materias primas con mayores valores de ácido en biodiésel utilizando catalizadores ácidos homogéneos a través de una esterificación en dos etapas. En la primera etapa se utilizaron ácido líquido y metanol para la esterificación, se redujo el valor de ácido y se re-esterificaron los aceites usando un catalizador de base. (Sarin, 2012).

2) Catálisis ácida heterogénea. Se prefieren catalizadores ácidos heterogéneos sobre catalizadores homogéneos porque no se disuelven en el alcohol y la materia prima, por lo que pueden separarse fácilmente por filtración y pueden reutilizarse. Tal catálisis es eficaz para la esterificación de ácidos grasos libres, así como para triglicéridos. (Sarin, 2012).

c. Catálisis ácido-base heterogénea. También se han investigado catalizadores heterogéneos que tienen tanto sitios ácidos como básicos que podrían esterificar simultáneamente ácidos grasos libres y transesterificar triglicéridos a biodiésel. (Sarin, 2012).

d. Catálisis enzimática. La transesterificación de aceites vegetales o grasas animales también es posible utilizando catalizadores enzimáticos o biocatalizadores. Esto se prefiere porque, durante su uso, no se forma jabón; Por lo tanto, no hay problema de purificación, lavado y neutralización. Otra ventaja de usar catalizadores enzimáticos es que las reacciones pueden llevarse bajo condiciones suaves. Los

catalizadores enzimáticos también pueden aplicarse a materias primas de alto contenido en ácidos grasos libres y convertir más del 90% de aceite en biodiésel. (Sarin, 2012).

4. Otros métodos para la producción de biodiésel.

a. Transesterificación no catalítica con alcohol supercrítico. Es un método a través del cual los aceites vegetales o grasas animales pueden convertirse en biodiésel en un tiempo de reacción altamente reducido sin el uso de ningún tipo de catalizador. La materia prima se hace reaccionar con metanol supercrítico a una presión y temperatura extremadamente altas. Debido a la ausencia de catalizador, no se requiere lavado ni neutralización. Otra ventaja es que el contenido de agua no afecta a la reacción. Sin embargo, los requisitos de alta presión y temperatura que dan lugar a un alto costo. (Sarin, 2012).

b. Transesterificación asistida por frecuencia ultrasónica. El ultrasonido se define como el sonido dentro de un rango de frecuencia de 20 kHz a más allá de 100 MHz y ha demostrado ser una herramienta útil en el aumento de las tasas de reacción en muchos sistemas de reacción. Durante la transesterificación, el ultrasonido proporciona la energía mecánica para mezclar y la energía de activación necesaria para iniciar la reacción, aumenta la velocidad de reacción química, la relación molar y el rendimiento de transesterificación de aceites vegetales y grasas animales en biodiésel con menos consumo de energía que los métodos convencionales de agitación mecánica. La transesterificación también se lleva a cabo usando irradiación por microondas de alta frecuencia. (Sarin, 2012).

c. Técnicas de biodiésel *in situ*. En esta técnica, las semillas oleaginosas se tratan directamente a temperatura y presión ambiente con una solución de metanol en la que el catalizador se ha disuelto previamente. Esto implica que los aceites en las semillas oleaginosas no han sido aislados. Para reducir la necesidad, las semillas oleaginosas necesitan secarse antes de que tenga lugar la reacción. Las semillas después se mezclan con alcohol en el que el catalizador se ha disuelto y la mezcla se calienta a reflujo. Se forman dos capas alrededor del tiempo de finalización de la reacción. La capa inferior es la fase alcohólica y puede ser recuperada. La capa superior, incluyendo el biodiésel crudo, se lava con agua para eliminar los contaminantes hasta que la solución de lavado es neutra. Después de la etapa de lavado, la capa superior se seca, después se filtra, y el producto residual es biodiésel. Sin embargo, este proceso no puede manejar aceite de cocina y grasas animales. (Sarin, 2012).

5. Variables del proceso. Los principales factores que afectan al tiempo de reacción de transesterificación y la conversión y pureza de los ésteres del producto son la relación molar de alcohol a triglicéridos, tipo de alcohol, tipo de catalizador y concentración, condiciones de reacción (temperatura, presión, intensidad de mezcla, co-disolvente) y Grado de refinamiento del aceite vegetal (incluyendo ácido graso libre y contenido de agua). (Bart, Palmeri y Cavallaro, 2010).

a. **Temperatura de reacción.** Para disminuir los costes, la transesterificación debe realizarse preferiblemente a temperatura ambiente. Sin embargo, la reacción se lleva a cabo generalmente cerca del punto de ebullición del alcohol a utilizar, a presión atmosférica. Se deben evitar temperaturas de reacción por encima de 333 K debido a que tienden a acelerar la saponificación de los glicéridos por el catalizador alcalino antes de completar la reacción, lo cual es un resultado indeseable en vista del efecto negativo sobre la conversión. Las condiciones de reacción suaves requieren la eliminación de ácidos libres del aceite mediante refinado o pre-esterificación de la materia prima. (Bart, Palmeri y Cavallaro, 2010).

b. **Efecto del alcohol.** Alcoholes de cadena más larga muestran las velocidades de reacción más altas para las reacciones catalizadas con ácido. Sin embargo, para las reacciones de catálisis básica, se tiene el efecto opuesto. Por lo tanto, la solubilidad del alcohol juega un papel importante en las reacciones de catálisis ácida, ya que los alcoholes de cadena larga son considerablemente más solubles en el aceite. El comportamiento de diferentes alcoholes tiene un efecto significativo en condiciones supercríticas en las que no se requiere catalizador para reacciones de transesterificación. (Drapcho, Nhuan y Walker, 2008).

c. **Relación molar del alcohol.** La relación molar de alcohol a aceite es una de las variables más importantes que afectan al rendimiento de ésteres alquílicos. Estequiométricamente, se requieren tres moles de alcohol por mol de triglicérido, pero en la práctica se emplea un gran exceso de alcohol para desplazar el equilibrio a una mayor producción de éster. La proporción molar óptima entre el alcohol y el aceite que garantiza la mayor velocidad de reacción depende del tipo de catalizador utilizado. Aumentar la relación molar de alcohol a triglicérido aumenta la recuperación del alcohol y el coste de separación del producto. Las relaciones molares más altas también interfieren en la separación del glicerol. (Bart, Palmeri y Cavallaro, 2010).

d. **Tipo de catalizador y concentración.** El uso de catalizadores sólidos simplifica la purificación de biodiésel. Los alcóxidos de sodio están entre los catalizadores más eficaces para la transesterificación, aunque también se pueden usar KOH y NaOH. La transesterificación se produce considerablemente en presencia de amperes equivalentes de catalizadores alcalinos más bien que homogéneos. Aunque se alcanza una mayor conversión a mayores concentraciones de catalizador, también aumenta la solubilidad de ésteres metílicos en la fase de glicerina del producto final. (Bart, Palmeri y Cavallaro, 2010).

e. **Pureza de los reactivos.** Gran parte de la complejidad del proceso se origina a partir de contaminantes en la materia prima, tales como agua y ácidos grasos libres, o impurezas en el producto final, tales como metanol, glicerol libre y jabón. Las condiciones de transesterificación suaves requieren un aceite neutralizado mediante refinado alcalino, destilación con vapor o pre-esterificación de ácidos grasos

libres. Los ácidos grasos libres en los aceites originales interfieren con los catalizadores alcalinos. El pretratamiento y/o la esterificación sólo son necesarios si la calidad de la materia prima no cumple con las especificaciones mínimas: típicamente el contenido de ácidos grasos libres debe ser inferior al 0.5%, contenido de agua inferior al 0.1%, insaponificables menor a 0.8% y contenido de fosfato menor a 10 ppm. (Bart, Palmeri y Cavallaro, 2010).

B. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL

1. Control de calidad de las materias primas. Las fuentes de aceite varían por región y pueden alterarse debido a las estaciones, dando como resultado cambios en la composición del aceite. La calidad del aceite vegetal puede evaluarse usando métodos de análisis como los métodos oficiales y Prácticas Recomendadas por la American Oil Chemist' Society (AOCS). La Tabla No. 2 enumera los métodos de la AOCS, para productos de aceite vegetal. Aunque las pruebas de calidad de las materias primas son obligatorias para las plantas de biodiésel, es recomendable diferir el análisis de las materias primas del proveedor y realizar verificaciones aleatorias. (Bart, Palmeri y Cavallaro, 2010).

Tabla No. 2: Métodos AOCS de parámetros de calidad para aceite vegetal.

Pruebas químicas	
Índice de acidez	Cd 3d-63
Ácidos grasos libres	Ca 5a-40
Contenido de aceite	Ba 3-38
Índice de yodo	Cd 1d-92
Contenido de humedad	Ca 2e-84
Índice de peróxido	Cd 8b-90
Índice de saponificación	Cd 3b-76
Contenido de jabón	Cc 17-95
Gosipol libre	Ba 7-58
Pruebas físicas	
Punto de nube	Cc 6-25
Color	Cc 13c-92
Punto de inflamabilidad	Cc 9a-48
Gravedad específica	AOCS 10a-25

(Bart, Palmeri y Cavallaro, 2010).

2. Estandarización del biodiésel. Comprende tanto pruebas químicas como físicas, y tiene por objeto garantizar que todo el biodiésel fabricado para uso como mezcla para motores diésel, cumpla con una pureza dada. Si el biodiésel va a competir con los combustibles fósiles, para obtener la aceptación en el mercado, debe ser fabricado a los más altos estándares de rendimiento. Se debe asegurar que el proceso esté bien controlado por estrictas especificaciones de calidad. Ciertos parámetros de calidad están estrictamente relacionados con el tipo de materia prima, mientras que otros pueden estar influenciados por el pretratamiento del aceite o grasa, el proceso de transesterificación en sí o cualquier post-tratamiento del biodiésel. Las

especificaciones de un estándar de biodiésel ponen restricciones en particular sobre varios contaminantes tales como glicerol, alcohol residual y catalizador residual. (Bart, Palmeri y Cavallaro, 2010).

Tabla No. 3: Estandarización de biodiésel.

País	Estándar y especificaciones
Australia	Estándar Australiano de Biodiésel (2003)
Austria	ÖNORM C 1191 (1997)
Brasil	ANP 42/04 (2004)
República Checa	CSN 656509 para B5 (1998) CSN 656508 para B30 (1998)
Unión Europea	EN 14213 (Biodiésel como combustible de calefacción) (2003) EN 14214 (Biodiésel como combustible vehicular) (2003)
Francia	JORF 20.8.1994
Alemania	DIN 51606 (1997)
India	ISO 15607 (for B100)
Italia	UNI 10946 (Biodiésel como combustible de automoción) (2001) UNI 10947 (Biodiésel como combustible de calefacción) (2001)
Suecia	SS 155436 (1996)
Estados Unidos	ASTM D6751-08 para B100 (nov. 2008)

(Bart, Palmeri y Cavallaro, 2010).

3. **Gestión de calidad del biodiésel.** Los fabricantes comerciales deben asegurar que la calidad del proceso de fabricación está bien controlada con el fin de producir biodiésel a granel de especificaciones para la mezcla con productos derivados del petróleo. Es importante probar el combustible para asegurar la calidad del biodiésel, monitorear la consistencia de la producción de lote a lote, y comprobar la calidad para un deterioro durante el almacenaje. (Bart, Palmeri y Cavallaro, 2010).

El biodiésel es menormente regulado, típicamente producido en cantidades más pequeñas y sujeto a diversos factores que afectan la calidad, incluyendo la materia prima utilizada y la forma en que se transporta. Algunas características positivas del biodiésel son: perfil bajo de emisiones y su naturaleza no tóxica, que también dependen de la variación en la calidad. Es biodegradable y más susceptible a interacciones químicas incidentales y contaminación microbiana. (Bart, Palmeri y Cavallaro, 2010).

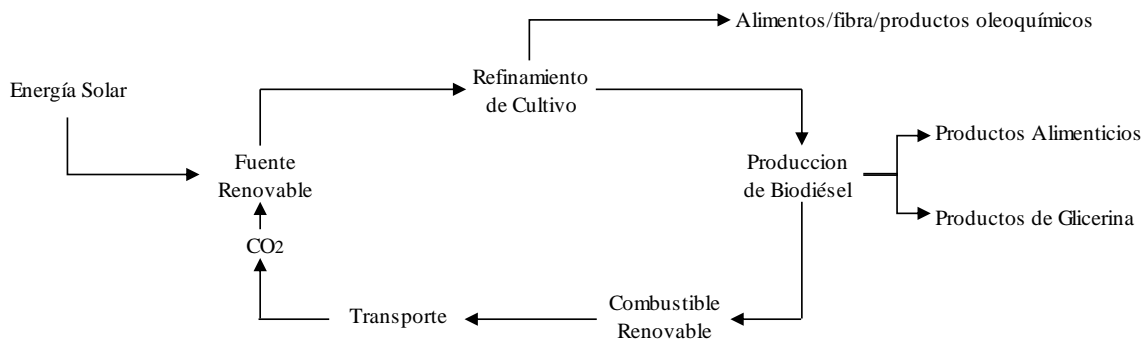
Tabla No. 4: Gestión de calidad de biodiésel como producto final.

Parámetro	Prueba	Método Oficial
Glicerol residual	Glicerol total y libre	ASTM D 6584
Catalizador residual	Ceniza sulfatada	ASTM D874
Alcohol residual	Punto de inflamabilidad o % de metanol	ASTM D 93
Ácidos libres de grasa	Número de ácido	ASTM D 664
Agua y sedimentos	Agua y sedimentos	ASTM D 2709
Punto de nube	---	ASTM D 2500
Crecimiento bacterial (tanques de almacenamiento)	---	ASTM D 6974-04

(Bart, Palmeri y Cavallaro, 2010).

4. Evaluación del ciclo de vida del biodiésel. El programa de evaluación del ciclo de vida es un método para determinar y comparar los aspectos ambientales y los impactos potenciales asociados con productos o procesos alternativos, considerando la entrada y liberación de energía y materiales relevantes, desde la extracción inicial de los recursos hasta la eliminación de los desechos. La evaluación del ciclo de vida permite una evaluación detallada del rendimiento ecológico de los aceites vegetales en la producción de biodiésel. (Bart, Palmeri y Cavallaro, 2010).

Figura No. 4: Ciclo de vida del biodiésel.



(Bart, Palmeri y Cavallaro, 2010).

a. Tiempo de vida útil del biodiésel. El biodiésel puede ser almacenado por años siempre que se mantenga libre de condensaciones y crecimiento bacteriológico. Almacenarlo a tanque lleno, libre de oxígeno. El biodiésel B100, es menos estable que sus mezclas con diésel, y las preocupaciones en climas fríos en torno al punto de enturbiamiento son menores con las mezclas que con el B100. El biodiésel podría solidificar a bajas temperaturas mucho más fácilmente que el diésel, sin embargo, las mezclas con menos del 20% de biodiésel volumen/volumen, mantienen las propiedades de fluidez en frío que el diésel, y por debajo del 5% volumen/volumen, prácticamente es igual al diésel. (Manual de Biocombustibles ARPEL ICA#6-2009).

La pérdida de estabilidad oxidativa del biodiésel puede elevar su número de acidez, viscosidad, y formar gomas y sedimentos que tapan filtros y reducen la vida útil en bombas. Sin embargo, en algunos casos, la formación de depósitos a causa de la limpieza o disolución del B100 puede confundirse con la formación de gomas o sedimentos provenientes del envejecimiento del combustible. En ambos casos puede taparse el filtro, pero debe tenerse la precaución de saber diferenciar la causa correctamente. Por ejemplo, si el número de acidez del combustible cumple con la especificación, entonces la formación de sedimentos probablemente se deba al efecto de limpieza y no al envejecimiento u oxidación del combustible. (Manual de Biocombustibles ARPEL ICA#6-2009).

El diésel puede mantenerse hasta por 90 días sin que se alteren sus propiedades, esto permite utilizar tanques de almacenamiento más grandes que los de gasolina, que sólo permite 30 días. (Manual de Biocombustibles ARPEL ICA#6-2009).

C. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN LA COMERCIALIZACIÓN DEL BIODIÉSEL

1. Recepción y almacenamiento de biodiésel y sus mezclas. La estabilidad del diésel y sus mezclas con biodiésel está relacionada con su estabilidad de almacenamiento a largo plazo (comúnmente llamada —estabilidad oxidativa), y con su estabilidad a temperaturas elevadas en el sistema de combustible (comúnmente llamada estabilidad térmica). Los aceites y grasas vegetales contienen antioxidantes naturales, sin embargo, ciertas formas de procesamiento pueden eliminar estos antioxidantes naturales y así reducir su estabilidad. Ejemplos de este tipo de procesamientos son el blanqueo, desodorización, o destilación de grasas y aceites, en cuyos casos se aconseja la utilización de aditivos antioxidantes. (Ganduglia *et al*, 2009).

El biodiésel B100 es menos estable que sus mezclas con diésel, y las preocupaciones en climas fríos en torno al punto nube son menores con las mezclas que con el B100. El biodiésel podría solidificar a bajas temperaturas mucho más fácilmente que el diésel, sin embargo, las mezclas con menos del 20% v/v mantienen las mismas propiedades de fluidez en frío que el diésel, y por debajo del 5% v/v prácticamente es igual al diésel. (Ganduglia *et al*, 2009).

Ciertos metales como el cobre, plomo, estaño, zinc, y sus aleaciones aceleran el proceso de degradación oxidativa del B100 por lo que no debe almacenarse en sistemas que contengan estos metales por largos períodos. Se pueden utilizar aditivos quelantes que desactiven dichos metales reduciendo o eliminando su impacto, sin embargo, se recomienda almacenar B100 en tanques de acero al carbono para evitar estos inconvenientes. Otros materiales como el aluminio, acero, teflón, viton, plásticos fluorados, nylon, y la mayoría de las fibras de vidrio también son compatibles con B100. (Ganduglia *et al*, 2009).

En general, los procedimientos estándares para el almacenamiento y manipulación del diésel de se pueden utilizar para el biodiesel. El combustible se debe almacenar en un ambiente limpio, seco y oscuro. Los materiales aceptables para el tanque de almacenaje incluyen el aluminio, el acero, el polietileno fluorado, el polipropileno fluorado y el teflón. El cobre, plomo, la lata y el cinc deben ser evitados. El Biodiesel sufre de un problema llamado oxidación si permanece almacenado por períodos de más seis meses. Esto significa que el combustible oxidará lentamente en un cierto plazo a menos que un aditivo antioxidante se mezcle al combustible para prevenir que suceda dicho proceso. (Anónimo, 2016).

La mejor opción para mezclar biodiésel con diésel depende del volumen de combustible, la inversión, y las necesidades. Generalmente se mezclan dispersando B100 de forma homogénea sobre la superficie del diésel en el tanque de almacenamiento. Si no se puede dispersar de forma homogénea, o el mero agregado del biodiésel no es suficiente como para mezclarlo completamente, puede requerirse agitación adicional. El B20 suele mezclarse en camiones tanque con carga inferior. Se carga primero el biodiésel y segundo el diésel, y la mezcla continua luego durante el recorrido del camión hasta el punto de entrega, y al bombear el combustible desde el camión al tanque de almacenamiento en el punto de consumo. Estas instancias de mezcla suelen ser suficientes, salvo en climas muy fríos en los que se aconseja cargar el camión tanque primero con la mitad del diésel, segundo el biodiésel, y tercero el resto del diésel. Así se evita que el B100 gelifique al ser cargado por las paredes frías del tanque del camión. (Ganduglia *et al*, 2009).

D. GASÓLEO

El gasóleo es una mezcla de hidrocarburos más pesado, típicamente desde 16 carbonos hasta 22. Debido a su viscosidad y poder lubricante es un combustible adecuado para los pequeños motores diésel de automoción. Los gasóleos más pesados, de menor calidad, también son usados en motores diésel estacionarios o marinos, en calderas de centrales térmicas y en turbinas de gas estacionarias. En las aplicaciones de motores diesel, los contaminantes típicos son las emisiones de NOx y las de partículas, ligada esta última. (Muñoz y Rovira, 2014).

1. **Tuberías y almacenamiento.** Los tanques, tuberías y válvulas que almacenan gasóleo deben diseñarse e instalarse de acuerdo con los requisitos del proceso y los materiales deben cumplir con los estándares mencionados en esta sección. Todos los materiales deben ser aptos para las temperaturas y presiones de operación del sistema, y deben ser compatibles con el tipo de líquido. Toda tubería no metálica, debe estar certificada como apta para la aplicación deseada para líquidos inflamables y combustibles. Los accesorios y válvulas deber estar aprobados para los sistemas de tuberías, y deben ser compatibles con, o ser del mismo material que la tubería rígida o semirrígida. (Herrera, Iezzi y D'Amanzo, 2007).

Tabla No. 5: Materiales y normas aplicables a tuberías y válvulas de gasóleo.

MATERIAL	NORMA
Rígido de latón	ASTM B43
Semirrígido de latón	ASTM B135
Rígido de cobre o sus aleaciones	ASTM B42; ASTM B302
Rígido no metálica	ASTM D2996
Rígido de acero	ASTM A53; ASTM A106
Semirrígido de acero	ASTM A254; ASTM A539

(Herrera, Iezzi y D'Amanzo, 2007).

Las bombas que no sean parte de un artefacto deben ser de desplazamiento positivo. La bomba debe cerrar automáticamente el suministro cuando no esté en operación. Las bombas deben estar certificadas y selladas. (Herrera, Iezzi y D'Amanzo, 2007).

El código de líquidos inflamables y combustibles NFPA 30, presenta las normas aplicables al: almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles en tanques fijos por encima del nivel del terreno o subterráneos; el almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles en tanques fijos ubicados por encima del nivel del terreno dentro de edificios; el almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles en tanques portátiles cuya capacidad exceda los 660 galones (2500L); y la instalación de dichos tanques y tanques portátiles. A continuación, se presenta el resumen de normas para los casos mencionados, para que las organizaciones que consulten este trabajo puedan seleccionar aquellas que se ajusten a sus operaciones (NFPA, 2015):

a. Tanques atmosféricos. Los tanques atmosféricos, incluyendo aquellos que incorporan contención secundaria, deben construirse de acuerdo con normas de diseño reconocidas o sus equivalentes aprobados. Los tanques atmosféricos deben construirse, instalarse y emplearse dentro del alcance de su aprobación o dentro del alcance de cualquiera de los siguientes (NFPA, 2015):

- 1) Norma UL 142, tanques de acero ubicados sobre el nivel del terreno para líquidos inflamables y combustibles.
- 2) Norma UL 58, tanques de acero subterráneos para líquidos inflamables y combustibles.
- 3) Norma UL 80, tanques interiores de acero para quemadores de aceite combustible.
- 4) Norma UL 1316, tanques subterráneos de plástico reforzado con fibra de vidrio para el almacenamiento de productos petrolíferos, alcoholes y mezclas alcohol/gasolina.
- 5) Norma UL 2085, tanques aislados sobre superficie para líquidos inflamables.
- 6) API 650, tanques de acero soldados para almacenamiento de petróleo.
- 7) API 12B, tanques unidos por pernos para almacenamiento de líquidos de producción.
- 8) API 12D, tanques soldados *in situ* para almacenamiento de líquidos de producción.
- 9) API 12F, tanques soldados en fábrica para almacenamiento de líquidos de producción.
- 10) ASTM D4021, especificación normalizada para tanques subterráneos de poliéster reforzado con fibra de vidrio para el almacenamiento de petróleo.

b. Tanques de baja presión. La presión normal de operación del tanque no debe superar la presión de diseño del tanque. Los tanques de baja presión deben construirse de acuerdo con las normas de diseño reconocidas. Los tanques de baja presión pueden construirse de acuerdo con (NFPA, 2015):

- 1) API 620, reglas recomendadas para el diseño y construcción de grandes tanques de almacenamiento soldados de baja presión.
- 2) Principios del código para recipientes de presión no sometidos a fuego.
- 3) Sección VIII, división 2, del código ASME de calderas y recipientes a presión.

c. Tanques de distribución. Otras normas aplicables al almacenamiento y distribución de combustibles se presentan a continuación (NFPA, 2015):

- 1) NFPA 385, estándar para vehículos cisterna de combustibles líquidos inflamables.
- 2) NFPA 386, estándar para tanques de envío portátiles de combustibles líquidos inflamables.

2. Composición del gasóleo contra biodiésel.

Tabla No. 6: Propiedades del biodiésel contra diésel de petróleo.

PROPIEDADES	BIODIÉSEL	DIÉSEL
Norma del combustible	ASTM D6751	ASTM PS121
Composición	C12-C22 FAME	C10-C21 HC
Metilester	95.5-98% (normas)	
Carbono (% peso)	77	86.5
Azufre (% peso)	0-0.0024	0.05 máx.
Agua (ppm peso)	0.05% máx.	161
Oxígeno (% peso)	11	0
Hidrógeno (% peso)	12	13
Número de cetano	48-55	40-55
PCI (KJ/Kg)	37,700	41,860
Viscosidad cinemática (40°C)	1.9-6.0	1.3-4.1
Punto de inflamación (°C)	100-170	60-80
Punto de ebullición (°C)	182-338	188-343
Gravedad específica (Kg/L) (60°F)	0.88	0.85
Relación de aire/combustible	13.8	15

Nota: “FAME” por sus siglas en inglés que significan: éster metílico de ácido graso; “HC” por sus siglas en inglés que significa hidrocarburo. Los valores en las propiedades de biodiésel son las especificaciones de calidad de la norma ASTM D6751 (Anexo A).

Las hojas de materiales de seguridad y dato de biodiésel y diésel se encuentran disponibles en la sección D del anexo.

E. INDICADORES DE DESEMPEÑO

Permiten cuantificar y evaluar diferentes variables para apoyar en la toma de decisiones; miden una situación en un instante concreto o su tendencia a lo largo del tiempo. Deben ser cuantificables y objetivos, de manera que facilite el seguimiento o medición de diferentes variables y la comparación entre indicadores. Por lo general, son parámetros medidos, ratios o modelos. (González, 2013).

V. ANTECEDENTES

A. PROGRAMAS DE REFERENCIA

1. Programa BQ-9000. Programa cooperativo y voluntario para la acreditación de productores y comercializadores de biodiésel llamado BQ-9000®. El programa es una combinación única de la norma ASTM para biodiésel, ASTM D6751, y un programa de sistemas de calidad que incluye almacenamiento, muestreo, pruebas, mezcla, transporte, distribución y prácticas de manejo de combustible. El Programa BQ-9000® está abierto a cualquier fabricante de biodiésel, comercializador o distribuidor de Biodiésel y mezclas de biodiésel en los Estados Unidos y Canadá; y para laboratorios que deseen acreditarse para análisis de biodiésel.

2. Manual de biocombustibles ARPEL ICA#6-2009. Documenta las mejores prácticas de implementación de programas de producción y uso de biocombustibles en base a la experiencia, las dificultades, y los éxitos alcanzados por los diferentes países de la región y otros. Contempla todos los aspectos que hacen a una producción sostenible de biodiésel, así como también muchos de los aspectos relacionados con el alcohol Biocarburante, considerando toda la cadena productiva, desde la etapa agrícola hasta su distribución al consumidor final inclusive. El manual está dividido en dos secciones: la sección 1 – elaborada por ARPEL – abarca toda la cadena productiva posterior a la etapa agrícola; y la sección 2 – elaborada por IICA – comprende exclusivamente la etapa agrícola.

B. INVESTIGACIONES CENTRO DE PROCESOS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DEL VALLE

El Centro de Procesos Industriales es una unidad del Instituto de Investigaciones de la Universidad del Valle de Guatemala. Enfoca sus actividades en la búsqueda de opciones tecnológicas, a nivel industrial, que hagan más eficientes los procesos, reduzcan los impactos y que permitan incursionar en temas de actualidad. Entre los principales logros del CPI se puede mencionar aprobación de dos proyectos con la organización de Estados Americanos para el estudio del comportamiento de una flotilla de vehículos utilizando una mezcla de etanol 5% y gasolina 95%, y fabricación de biodiésel a partir de aceite usado. Algunas de las investigaciones del CPI más destacadas acerca de la producción y consumo de biodiésel, y sus mezclas son:

1. Producción de biodiésel: estrategias y tecnología. Se discuten aspectos de estrategias generales y temas de la tecnología asociados en la producción industrial de biodiésel y se proporciona información en forma resumida. Se presentan cifras que evidencian la dependencia del país en los combustibles líquidos manufacturados del petróleo que se importan para cubrir las necesidades del transporte. Se abordan temas tecnológicos relacionados con las materias primas a emplear, las alternativas de catalíticos

empleados, el aseguramiento de la calidad del producto y su evaluación como combustible, los aspectos económicos y algunos comentarios sobre la sostenibilidad de la producción. (Maldonado, Zambrano y Rolz, 2010).

2. Producción de biodiésel y su evaluación en vehículo experimental: Proyecto USDA-UVG FFP10 (40210). Se produjo biodiésel de diferentes fuentes de aceite usando la planta piloto de la Universidad del Valle de Guatemala; y se monitoreó el rendimiento de un vehículo movido con biodiésel en la mezcla del combustible. Se inicio con una mezcla de biodiésel B5 hasta B100, iniciando con 0 kilómetros hasta los 64,000 kilómetros, y no se observó ningún daño en el motor, de acuerdo con los registros del taller. (Zambrano, Hernández, Mirón y Rossi, 2013).

3. Emisión de gases en vehículo experimental diésel-biodiésel. Estudio sobre la reducción de emisiones de monóxido de carbono en un vehículo pick-up, usando biodiésel B100 en lugar de diésel; y la correlación entre la concentración de biodiésel presente en la mezcla de combustibles y las emisiones de gases de combustión a diferentes revoluciones por minuto. También, compara el rendimiento del vehículo, el cual se redujo en un 11.82% al utilizar biodiésel, en comparación al rendimiento teórico del vehículo. (Zambrano, Rossi y Hernández, 2014).

Estas investigaciones son relevantes para este trabajo debido a que han contribuido al aumento de la producción de biodiésel en el país, que aún se produce a pequeña escala, pero abren el camino a romper paradigmas y avanzar en el desarrollo de la industria de biocombustibles de Guatemala.

C. ASPECTOS LEGALES DE GUATEMALA

En Guatemala no existe un marco legal que regule la cadena de producción de biocombustibles, solo de combustibles derivados del petróleo, a través de la Ley de Hidrocarburos Decreto Número 109-83, y su Reglamento General Acuerdo Gubernativo 1034-83.

En el marco de la Unión Aduanera Centroamericana, se elaboró el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 75.02.43:07 “Biocombustibles, biodiésel (B100) y sus mezclas con aceite combustible diésel, Especificaciones”. El reglamento, indica las especificaciones de calidad que debe cumplir el biodiésel con base en la norma ASTM D6751, y se encuentra vigente desde el 24 de octubre de 2007.

D. COMERCIALIZACIÓN DE BIODIÉSEL/DIÉSEL

Se investigó en el Ministerio de Energía y Mina de Guatemala, y en el Instituto Nacional de Estadísticas datos para comparar la comercialización del biodiésel con respecto al diésel; sin embargo, no se encontró información para hacer el análisis.

VI. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del programa, se realizó lo siguiente:

- A. Se definieron los objetivos y alcance del programa.
- B. Se consultaron normas internacionales y leyes nacionales, como referencia para la integración de las mismas dentro del programa.
- C. Se investigaron áreas del aseguramiento de calidad en programas de acreditación, específicamente de producción de biocombustibles:
 - 1. Sistemas de gestión para el control de calidad en la producción de biodiésel.
 - 2. Responsabilidad del aseguramiento del control de calidad.
 - 3. Aspectos logísticos en la cadena de producción y comercialización de biodiésel:
 - a. Materias primas para la producción de biodiésel
 - b. Procesos de producción de biodiésel
 - c. Estandarización de biodiésel
 - d. Evaluación del ciclo de vida de biodiésel
 - 4. Aseguramiento de calidad en la comercialización de biodiésel:
 - a. Metodologías de análisis para biodiésel B100 y sus mezclas
 - b. Gestión de calidad en la distribución de biodiésel B100 y sus mezclas:
 - 1) Control de calidad en la recepción y almacenamiento de biodiésel.
- D. Se investigaron procedimientos preventivos y correctivos como acciones a no conformidades de biocombustibles:
 - 1. Disposición de producto de no conformidad
 - 2. Prácticas de producción más limpia
- E. Se desarrolló el programa de acreditación incorporando los apartados investigados:
 - 1. Se establecieron las especificaciones técnicas y requerimientos mínimos para implementar sistemas de calidad que incluyan la gestión de materias primas, procesos productivos, almacenamiento, muestreo, pruebas de control, distribución y buenas prácticas de manejo del biodiésel.

VII. RESULTADOS

A. REQUISITOS DEL PROGRAMA

Las organizaciones que deseen acreditarse, deberán cumplir con un mínimo del 80% los requisitos que se establecen en este el programa. La evaluación será realizada por un auditor externo y ajeno a la organización que solicite la acreditación. El auditor será designado por el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. Los cuadros de evaluación se proporcionan en la sección G del Anexo de este trabajo.

1. Normas de referencia. Los métodos ASTM y EN indicados en la norma ASTM D6751 o EN 14214 (según la norma de especificación de calidad de biodiésel que la organización seleccione), son los aprobados como métodos oficiales para pruebas de especificación completa (ver sección 6 inciso b de este programa). La falta de alguno de estos métodos oficiales se considerará como una falta a este programa. Otros métodos aplicables a este programa se indican a continuación:

- a. ASTM D1298, Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method.
- b. ASTM D4052, Standard Tests Method for Density and Relative Density of Liquids by Digital Density Meter.
- c. ASTM D4057, Standard Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products.
- d. ASTM D4176, Standard Test Method for Free Water and Particulate Contamination in Distillate Fuels (Visual Inspection Procedures).
- e. ASTM D6299, Standard Practice for Applying Statistical Quality Assurance and Control Charting Techniques to Evaluate Analytical Measurement System Performance.
- f. ASTM D7371, Standard Test Method for Determine of Biodiesel (Fatty Acid Methyl Esters) Content in Diesel Fuel Oil Using Mid Infrared Spectroscopy (FTIR-ATR-PLS Method).
- g. ASTM D7467, Standard Specification for Diesel Fuel Oil, Biodiesel Blend (B6 – B20).
- h. ASTM D3244, Standard Practice for Utilization of Test Data to Determine Conformance with Specifications.
- i. ASTM D6617, Standard Practice for Laboratory Bias Detection Using Single Test Result from Standard Material.
- j. ISO 9001, Quality Management Systems – requirements.

2. Normas informativas. Para la elaboración de este programa se consultaron las siguientes normas:

- a. ISO 50006, Energy Management Systems
- b. ASTM D396, Standard Specification for Fuel Oils.
- c. ASTM D975, Standard Specification for Diesel Fuel Oils.
- d. ASTM D6751, Standard Specification for Biodiesel Fuel Blend Stock (B100) for Middle Distillate Fuels.
- e. EN 14214, Automotive Fuels – Fatty acid methyl esters (FAME) for Diesel Engines – Requirements and test methods.
- f. Ley de Hidrocarburos de Guatemala, Decreto Número 109-83, y su reglamento general Acuerdo Gubernativo 1034-83.

Todas las normas ASTM se encuentran disponibles en la página oficial de American Society for Testing and Materials. Todas las normas ISO se encuentran disponibles en la página oficial de International Organization for Standardization.

3. Documentación necesaria.

a. Manual de calidad. Documentación del sistema de gestión de calidad de la organización, que esté dirigido al cumplimiento de la norma ISO 9001, incluyendo los medios para asegurar que el biodiésel producido cumple con la norma ASTM D6751 o EN14214, de acuerdo con la que haya sido seleccionada por la organización; y que éste se mezcla apropiadamente de acuerdo con los requisitos específicos del cliente o definidos por la organización que lo produce.

b. Política de calidad. Documento fundamentado en la norma ISO 9001, que incluya el compromiso de la organización y objetivos para cumplir su sistema de gestión de calidad orientado a la mejora continua; considerando la satisfacción de los clientes y metas de la empresa. La política de calidad se aplicará en todo el proceso de producción de biodiésel y debe ser entendible en todos los niveles de personal.

c. Procedimientos de procesos productivos. Identificación y documentación de los procesos productivos y procedimientos de separación y clasificación de materias primas, involucrados en la producción de biodiésel. Cada proceso deberá incluir explícitamente la siguiente información: insumos utilizados, etapas del proceso, equipo y herramientas utilizadas en cada etapa, tipo de producto, responsable de la ejecución de cada proceso. Además, la organización debe asegurar dentro de sus procedimientos, que no existe contaminación cruzada en cada proceso y una adecuada gestión de residuos.

d. Sistema de gestión documentos y registros. Fundamentado en la norma ISO 9001, la organización proveerá evidencia de la efectiva implementación y cumplimiento de su sistema de gestión

de calidad, de los últimos dos años de operación, como mínimo. Los registros deberán ser legibles, entendibles y accesibles. Registros tales como:

- 1) Manual(es) y política(s) de calidad, así como cambios en los mismos, responsabilidades asignadas y documentación de procesos productivos.
- 2) Documentación del sistema de gestión de calidad y auditorías internas.
- 3) Documentación de acreditaciones previas: carta de solicitud aceptada, resultados de auditoría, carta de acreditación aprobada.

4. Aseguramiento de responsabilidad.

a. Representante del sistema de gestión de calidad. Siguiendo la norma ISO 9001, la organización que desee acreditarse designará a un representante interno que asegure que el sistema de gestión de calidad se establezca, implemente y mantenga. Así mismo, éste representante proveerá informes sobre el rendimiento del sistema de gestión de calidad.

b. Auditoría interna. La organización deberá realizar auditorías internas del sistema de gestión de calidad en cada uno de los procesos definidos en el apartado de “procedimientos de procesos productivos”. Las auditorías se realizarán al menos una vez cada seis meses, para verificar que los resultados de la organización cumplen con lo establecido en su sistema de gestión de calidad. Los planes de acción correctivos y las acciones correctivas deberán ser documentadas y obtenidas a través de registros de auditoría interna.

5. Sistemas de control.

a. Sistema de control de calidad de materias primas. La organización debe tener disponibles las hojas de seguridad y fichas técnicas de todas las materias primas utilizadas en su proceso productivo. De no haber información disponible de una materia prima, la organización deberá identificarla y documentar su procedencia. La organización deberá realizar pruebas de calidad de las materias primas del proveedor y realizar verificaciones aleatorias.

b. Sistema de control de cambios. La organización debe implementar, documentar y mantener un sistema de control de cambios para las materias primas, equipos, tecnologías y procedimiento de procesos productivos. Se consideran cambios como decisiones fundamentadas en la mejora del proceso de producción desde el punto económico, social y ambiental; y cambios que puedan afectar el sistema de gestión de calidad. Cada documento de control de cambio deberá contener al menos lo siguiente:

- 1) Identificación por nombre de la materia prima, equipo, tecnología o proceso.
- 2) Fecha específica del cambio.
- 3) Descripción de la materia prima, equipo, tecnología o proceso inicial.
- 4) Razón por la cual se realizó el cambio.

5) Estado de los cambios como acciones preventivas y/o correctivas.

c. Sistema de gestión de residuos. La organización debe implementar, documentar y mantener un sistema de gestión integral de residuos que permita el aprovechamiento de los mismos, desde su generación hasta la disposición final; racionalizando materias primas y desarrollando procedimientos de procesos productivos bajo la iniciativa de producción en ciclo cerrado, que permita reducir impactos ambientales y aumentar la productividad.

d. Sistema de control de registros de producción. La organización debe implementar, documentar y mantener un registro de la producción para cada lote de producción. Se identificará cada lote con el volumen de combustible, fecha de producción, tiempo de vida útil o fecha límite a la cual se garantizan las propiedades, así como la temperatura mínima y máxima de exposición en tanque o recipiente contenedor. Los lotes de producción se gestionarán de forma tal que una vez se identifique el lote, no se introducirá ningún otro producto en el lote sin reconfirmar que cumple con las especificaciones. Cualquier otro producto introducido en el lote terminado deberá ser documentado.

e. Sistema de control de registros de análisis de laboratorios. Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización, sean propios o subcontratados, deberán implementar, documentar y mantener lo siguiente:

- 1) Acceso a la versión más reciente de la norma ASTM D6751 o EN14214.
- 2) Calibrar los equipos y estandarizar los reactivos tan frecuentemente como sea requerido por los métodos especificados en la norma referenciada del inciso 1). Si la norma no especifica la frecuencia de calibración y/o estandarización, se establecerá un programa específico para cada uno.
- 3) Realizar verificaciones, en duplicado, de los resultados de análisis de muestra, para constatar la precisión de los mismos.
- 4) Demostrar la efectividad del desempeño de los análisis, y abordar las no conformidades con acciones correctivas.
- 5) Registrar los análisis realizados en laboratorios externos con nombre del laboratorio, nombre del análisis y fecha de análisis.
- 6) Referenciar los métodos utilizados en los resultados y reportes de análisis.

6. Laboratorios.

a. Gestión de muestras. Laboratorios internos o externos utilizados por la organización, sean propios o subcontratados, deberán desarrollar y documentar procedimientos para la gestión de muestras. Estos estarán referenciados en la sección de Procedimientos de Procesos Productivos, y se realizarán como mínimo para lo siguiente:

- 1) Identificación por tipo de muestra enviada al laboratorio.
- 2) Extracción y manipulación de muestras de acuerdo con el tipo de análisis.
- 3) Almacenamiento y retención de muestras de acuerdo con el tipo de análisis. Los elementos para tener en cuenta incluyen:
 - a) Tiempos de vida útil.
 - b) Tipo de recipientes de muestra necesarios para preservar su integridad.
 - c) Condiciones de almacenamiento.
- 4) Disposición de muestras y resultados de análisis de no conformidad con los requisitos reglamentarios gubernamentales aplicables o, en su defecto, los establecidos en la ficha técnica particular.
- 5) Inspección final para verificar el cumplimiento de los requisitos especificados en la norma ASTM D6751 o EN14214.

b. **Análisis de muestras.** Los procesos de muestreo y pruebas asociadas a la verificación de cumplimiento de los requisitos específicos del producto se definirán en la sección de Procedimientos de Procesos Productivos. Tales procedimientos incluirán los tipos de pruebas realizadas y los registros de las mismas. Los procedimientos requerirán que todas las pruebas y muestreos se hayan realizado, y que todos los resultados cumplan los requisitos especificados. Los procedimientos para las pruebas deberán cumplir, como mínimo, los requisitos especificados en la sección de Sistema de Control de Registros de Análisis de Laboratorios. Se utilizará un procedimiento para controlar el producto cuando un lote no pase una inspección o prueba requerida, este también deberá ser referenciado.

Se realizarán pruebas para asegurar que el producto esté libre de partículas, agua y material sin reaccionar según el procedimiento de prueba ASTM D4176 Contaminación de agua y partículas libres en combustibles de destilado, mínimo dos. Si el producto está fuera de especificación, se tomarán las medidas correctivas apropiadas incluyendo la documentación. Si alguna de las pruebas del lote de producción no cumple con las especificaciones, el lote de producción será aislado y los procedimientos para el control del producto no conforme se aplicarán.

1) **Pruebas de homogeneidad.** La consistencia de la homogeneidad del producto se verificará después de cada lote consecutivo de producción que utilice la misma materia prima. Se establecerá a través de muestras representativas del tanque, en las regiones superior, media e inferior del tanque. La norma ASTM D4057 “Guía Estándar para el Muestreo de Petróleo y Productos Petrolíferos”, aborda las cuestiones relativas al muestreo de tanques.

Si un lote de producción se compone de biodiésel elaborado a partir de materias primas diferentes, donde hay una diferencia en la densidad relativa superior a 0.003 g/ml o kg/m³; o una diferencia en el punto

de enturbiamiento de 5°C; se realizarán pruebas en el lote de producción de biodiésel resultante para determinar la homogeneidad del producto, de acuerdo con la norma ASTM D1298 o ASTM D4052.

Si el lote de producción bajo cualquiera de las condiciones de prueba de la materia prima falla en la prueba de homogeneidad con los tanques de almacenamiento existentes, se debe instalar equipo adicional o revisar los procesos para asegurar que todos los lotes de producción alcancen homogeneidad antes de proceder a cualquier prueba adicional.

2) Pruebas de especificación completa. Las pruebas de especificación completa se incluirán en las pruebas realizadas a las muestras de cada lote de producción de acuerdo con la norma ASTM D6751. Los resultados deberán ser documentados, y para aquellos lotes que sean aceptados de acuerdo con los límites de dicha norma, se proporcionará un Certificado de Análisis en el momento de comercialización.

Cada lote de producción de B100 deberá someterse a pruebas de especificación completa hasta que haya suficiente confianza en que el proceso de producción produce consistentemente biodiésel, que cumple con la norma ASTM D6751. La producción de un mínimo de siete lotes consecutivos que cumplan con la norma puede proporcionar tal nivel de confianza. Una vez que esto se haya logrado, todos los lotes de producción de B100 deberán someterse a un ensayo de especificación completa cada mes, durante seis meses, para establecer el nivel de confianza de la producción. Si el nivel de confianza se mantiene, entonces las pruebas de especificación completa se realizarán cada seis meses.

Si se produce un cambio significativo en el proceso (materias primas, equipos u otros), que podría alterar sustancialmente la composición del producto, las pruebas de especificación completa se reanudarán hasta que se restablezca la confianza en el proceso de producción. Se restablece la confianza con la producción de un mínimo de tres lotes consecutivos que cumplen con la norma.

3) Prueba de especificación adicional. Adicional a las pruebas de especificación completa, se realizarán pruebas de aspecto visual, de acuerdo con la norma ASTM D4176. Donde se establezca que el combustible debe ser transparente y brillante, y estar libre de partículas en suspensión visibles. Los resultados deben ser reportados en el Certificado de Análisis junto con los resultados de la norma ASTM D6751.

c. Reporte de análisis. Laboratorios internos o externos utilizados por la organización, sean propios o subcontratados, deberán elaborar un reporte que presente de forma clara y precisa, los resultados de las pruebas y toda la información pertinente a ellas. Cada reporte deberá contener al menos lo siguiente:

- 1) Nombre y ubicación del laboratorio de análisis.
- 2) Identificación del informe.
- 3) Nombre, identificación y descripción de la muestra analizada.
- 4) Fecha de recepción de muestra y de ejecución del análisis.
- 5) Resultados del análisis.

d. Control de calidad. Laboratorios internos o externos utilizados por la organización, sean propios o subcontratados, deberán establecer prácticas de control de calidad para cada método de prueba realizado, éstas se encontrarán referenciadas dentro del manual de calidad de laboratorio. De acuerdo con la norma ASTM D6299, los resultados de las pruebas de muestras para control de calidad se evaluarán a través de gráficos de control para determinar si están dentro de las especificaciones de los métodos y los límites de control establecidos por la norma ASTM D6751. Los gráficos utilizados deben ser apropiados para las condiciones de prueba. Se deben tomar medidas correctivas y documentar cualquier análisis que esté fuera de control.

7. Mezclas y almacenamiento.

a. Entremezclado de lotes de producción de biodiésel B100. Lotes de producción aprobados y que han cumplido con los límites de especificación de los ensayos realizados de acuerdo con las pruebas de homogeneidad, especificación completa y de aspecto visual, podrán mezclarse con otros lotes verificados; y todas las pruebas de especificación se reportarán como el valor medido para una muestra representativa, o el promedio ponderado de los valores de los lotes que se mezclan.

b. Mezclas inferiores a biodiésel B99. Para la creación de mezclas de biodiésel inferiores a B99, se controlará la operación para asegurar una mezcla adecuada de los productos en las proporciones correctas. Esto incluye medir y registrar los volúmenes y niveles de mezcla según lo verificado a través de conocimientos de ingreso, impresiones de medidores u otros registros auditables tanto del biodiésel como del combustible diésel, que comprenden la mezcla. La validación del proceso de mezcla será según la norma ASTM D4057, la muestra o muestras se analizarán por porcentaje de biodiésel utilizando ASTM D7371.

Para la creación de mezclas de biodiésel, se debe tener en cuenta que, en todos los casos, el biodiésel utilizado debe cumplir con las especificaciones de la norma ASTM D6751. Para mezclas B6 a B20, la norma ASTM D7467, establece las especificaciones requeridas para la creación de las mismas, desde la producción hasta la distribución cuando se proporciona por acuerdo entre el comprador y el proveedor.

c. Diésel y gasolina como componente de mezcla. Dado que las especificaciones ASTM D975 y ASTM D396 permiten que el combustible diésel sea suministrado con hasta un 5%

volumen/volumen de contenido de biodiésel; la organización debe saber si el combustible diésel usado en las operaciones de mezcla contiene cualquier porcentaje de biodiésel. Dado que los certificados de análisis de combustible diésel podrían no contener información sobre la cantidad de biodiésel en el diésel usado para la mezcla, la organización determinará el contenido de biodiésel a través de pruebas o especificando el contenido de biodiésel en el contrato de compra. Este requisito es aplicable cuando se hacen mezclas inferiores de B99.

d. **Ubicación del proceso de mezcla.** El proceso de mezcla de lotes de producción de biodiésel B100 o mezclas inferiores a B99, se debe realizar bajo condiciones controladas de oxígeno y lejano a fuentes de ignición (chispas, fuentes de calor, corrientes eléctricas, entre otras); y en condiciones tales que no se produzca contaminación cruzada de forma directa o indirecta en los elementos involucrados de la mezcla (combustibles, materiales y/o equipos).

e. **Tanques de almacenamiento.** Todos los tanques de almacenamiento deben dedicarse al servicio de almacenar biodiésel. Si un tanque se cambia de algún otro servicio de almacenaje a distribución o de mezcla de biodiésel, el tanque debe ser drenado y limpiado antes de su uso según las instrucciones por personal bien informado. La inspección deberá ser documentada.

Los tanques deben diseñarse y construirse de acuerdo con las buenas normas de ingeniería establecidas para el material de construcción empleado, y deben ser de acero o de un material no combustible aprobado con las normas listadas en el marco teórico (ver inciso 1, sección D). Todo tanque debe ser apto para usar el tipo de combustible a contener, que será especificado en la placa de datos del tanque.

f. **Inactividad en tanques de almacenamiento.** Si un tanque de almacenamiento de biodiésel no tiene actividad durante 30 días, el producto no se enviará desde el tanque de almacenamiento hasta que se tome una muestra de salida y se haga la prueba de agua, sedimentos y estabilidad de oxidación según la norma ASTM D6751. Si alguna de estas pruebas no cumple con las especificaciones, el lote de producción será aislado y los procedimientos para el control del producto no conforme se aplicarán.

8. Comercialización, distribución y transporte.

a. **Agente comercial.** La organización como agente comercial podrá tener un funcionamiento de vendedor o de comprador al comercializar biodiésel y sus mezclas, de un productor o comercializador acreditado; o de un productor o vendedor no acreditado, y verificar que se han realizado pruebas para producir un Certificado de Análisis (COA) válido; y si es aplicable, para una mezcla exacta.

El vendedor documentará de quién se compró el biodiésel y la cantidad de combustible recibido. Es importante señalar que no todas las instalaciones de un Productor o Comercializador pueden estar operando

bajo los requisitos de este programa. En cualquier caso, se tomará una muestra representativa del producto comprado y se ensayará según la norma ASTM D6751.

Si la organización como agente comercial, es responsable de arreglar los transportistas contratados para entregar el biodiésel, estos contratos incluirán estándares de limpieza para los transportes especificados en la sección 8.c; la organización también es responsable de arreglar con el personal en el sitio para realizar y documentar la verificación periódica requerida de que estos transportes cumplen con el estándar de limpieza. Si el cliente es responsable del transporte del producto de biodiésel, la organización no tiene ninguna responsabilidad específica de hacer cumplir las normas de limpieza del transporte. Además, la organización podrá solicitar por escrito a su proveedor que retenga una muestra representativa del envío que se transfiere. Tales retenciones y registros son todavía una parte auditable del programa.

b. Tanques de distribución contenedores de biodiésel y sus mezclas. Todos los tanques de distribución deben dedicarse al servicio de distribución de biodiésel. Si un tanque se cambia de algún otro servicio a almacenaje o distribución de otra mezcla de biodiésel, el tanque debe ser drenado y limpiado antes de su uso según las instrucciones por personal bien informado. La inspección deberá ser documentada. Los tanques deberán cumplir con las buenas normas de ingeniería establecidas para el combustible empleado, y deben ser de acero o de un material no combustible aprobado con las normas listadas en el marco teórico (ver inciso 1, sección D).

c. Transportes contenedores de biodiésel y sus mezclas. El programa de calidad debe proveer estándares de especificación de limpieza que traten temas de compatibilidad de materiales y químicos, inspecciones y limpieza para camiones, vagones y recipientes usados para distribuir mezclas de biodiésel y biodiésel en camiones, vagones y embarcaciones. Estos camiones, vagones y embarcaciones deberán ser inspeccionados antes de la carga. Los procedimientos permitirán a la organización documentar el curso de acción adoptado para evitar cualquier contaminación. Se documentará cuando se utilicen empresas de transporte contratadas, que se han enviado los requisitos de limpieza de la organización sobre una base anual. Los clientes que proporcionen su propio transporte también serán informados de los procedimientos de la compañía anualmente. Cualquier transporte de clientes conocidos que no cumpla con los requisitos de limpieza de una organización, todavía requeriría la aprobación documentada para cargar. Los tanques deberán cumplir con las buenas normas de ingeniería establecidas para el combustible empleado, y deben ser de acero o de un material no combustible aprobado con las normas listadas en el marco teórico (ver inciso 1, sección D).

9. Elementos auxiliares.

a. Certificados de análisis. La organización proporcionará un certificado de análisis con cada carga de combustible entregado y se presentará al comprador a la entrega del combustible. El certificado

de análisis debe ser documentado para futura referencia o resolución de disputas para verificar el tipo y calidad del biocombustible. Ver Anexo D.

b. **Indicadores de desempeño.** La organización deberá definir y establecer indicadores de desempeño en los procesos de producción y comercialización de biodiésel B100 y sus mezclas, que le permita verificar los resultados con respecto a la línea base de indicadores definida, los cuales deberán ser referenciados y documentados en la sección de procesos productivos. Indicadores de desempeño como eficiencia energética, eficiencia de recursos, niveles de producción y ventas, se aceptan. Se incluye una metodología para definir y establecer indicadores de desempeño en el Anexo E.

B. REGULACIONES

1. Elementos de compensación.

a. **Producto de no conformidad.** La organización deberá desarrollar procedimientos documentados para asegurar que el producto es impedido de uso o envío intencional si no cumple la norma ASTM D5761. Se definirán indicadores de control que permitan identificar, documentar, evaluar, segregar y disponer de producto no conforme. La revisión del producto no conforme se llevará a cabo de acuerdo con los procedimientos documentados junto con el inicio de una Acción Correctiva. La disposición del producto no conforme puede clasificarse como: reprocesado para cumplir con las especificaciones; volver a clasificar a otra aplicación de combustible para vehículos no motorizados; rechazados o destruidos. Si el producto es reprocesado, deberá ser re-inspeccionado para asegurar que cumpla con las especificaciones. La re-inspección se documentará si el producto no cumple los criterios de la norma ASTM D5761.

b. **Acciones preventivas y correctivas.** Las acciones correctivas y preventivas serán manejadas con el uso de procedimientos documentados. Se mantendrán registros para acciones correctivas y preventivas. Las acciones correctivas se emitirán en respuesta a las no conformidades de la calidad del producto (incluidas las denuncias internas identificadas y de los clientes, relacionadas con la calidad del producto) y las no conformidades identificadas relacionadas con los procesos del Sistema de Gestión de la Calidad (incluidas las auditorías internas y externas).

Para las acciones correctivas, el procedimiento requerirá la declaración clara de la no conformidad; asignaciones de responsabilidad para la definición y finalización de la acción correctiva; identificación de la causa raíz; la identificación de la (s) acción (es) correctiva (s) que pretenden evitar la repetición de la no conformidad y la verificación de la efectividad de la acción, en un intervalo apropiado después de la implementación de la acción correctiva. Las acciones correctivas no se cerrarán hasta que se hayan completado y registrado las actividades de efectividad. Los registros de acciones correctivas deben ser documentados usando un formulario que apoye los procesos requeridos arriba.

Para las acciones preventivas, el procedimiento requerirá la declaración clara de la condición que podría resultar en una no conformidad (ya sea relacionada con la calidad del producto o procesos del Sistema de Gestión de la Calidad); asignaciones de responsabilidad para la definición y finalización de la acción preventiva y la identificación de la (s) acción (es) preventiva (s) que pretenden prevenir la ocurrencia de la no conformidad. Los registros de acciones preventivas se documentarán mediante memorandos y / o el uso de formularios implementados para acciones correctivas.

2. Proceso de acreditación.

a. Solicitud del sello de acreditación. La organización que desee obtener el sello de la acreditación, deberá llenar la solicitud (Ver Anexo F), y enviar un paquete completo con la siguiente información para dar inicio a la aplicación:

- 1) La personería jurídica de la organización que solicita la certificación.
- 2) Nombre, dirección, número de teléfono, correo electrónico del representante designado para la operación.
- 3) Documentos del sistema de gestión de calidad, incluyendo el manual de calidad, políticas de calidad y documentos de soporte a estos.
- 4) Copia de registros de aditivos de combustible y combustibles diésel usados por la organización.

b. Auditoría de escritorio. Una vez que la solicitud y la documentación estén completas administrativamente, se le asignará un auditor, el cual, realizará una auditoría de escritorio para verificar que el manual de calidad y documentos del sistema de calidad del solicitante, cumplen los requisitos de este programa. Después de aprobar satisfactoriamente la auditoría de escritorio, el solicitante puede comenzar a operar bajo su sistema de calidad durante los tres meses requeridos previo a la auditoría de sitio. De encontrarse problemas durante la auditoría de escritorio, éstos deben resolverse en menos de 30 días. Si después de esos 30 días el solicitante no ha respondido a los comentarios del auditor, se dejará de trabajar en la solicitud de certificación y será rechazada.

c. Auditoría de sitio. La auditoría de sitio se podrá realizar cuando el sistema de calidad del solicitante ha sido completamente implementado y ha estado en uso durante al menos tres meses. La auditoría de sitio se limitará a los procesos y procedimientos del sistema de gestión de calidad del solicitante e incluirá la revisión del sistema de gestión de calidad implementado, y evaluación de registros, verificación de certificados de análisis y parámetros de producción.

Después de operar en su sistema de calidad durante al menos 60 días, el Representante del Sistema de Gestión de Calidad de la organización, deberá completar una auditoría Interna de todos los elementos del sistema de gestión de calidad y emitir un informe de la auditoría. El solicitante deberá presentar una copia de

su Informe de auditoría Interna al menos una semana antes de la fecha de la auditoría de sitio, para que el auditor revise el desempeño de la organización bajo su sistema de calidad y el estado de cualquier no conformidad identificada durante la auditoría interna.

Pasados cinco días de la auditoría de sitio, el auditor emitirá un informe señalando las no conformidades, deficiencias y áreas de preocupación, donde proceda. El informe se presentará a la organización solicitante para su revisión y comentarios. Si el Representante del Sistema de Gestión de Calidad de la organización no está de acuerdo con una no conformidad citada, se reunirá con uno o más comisionados para revisar los requisitos del programa y discutir con el auditor, la interpretación de los mismos. Las no conformidades deberán corregirse en un plazo máximo de 60 días de la fecha de auditoría.

d. **Solicitud aprobada.** Cuando el auditor ha verificado que todas las no conformidades, deficiencias y áreas de preocupación han sido corregidas, emitirá un informe de auditoría final. La organización podrá enviar sus comentarios sobre el informe de auditoría final. Si el Representante del Sistema de Gestión de Calidad de la organización no está de acuerdo con una no conformidad citada, se reunirá con uno o más comisionados para revisar los requisitos del programa y discutir con el auditor, la interpretación de los mismos. Una vez aprobada la certificación, la organización será acreedora al Sello de Diferenciación Social y Ambiental en la producción de biodiésel, el cual tendrá vigencia por tres años, y si la organización lo desea podrá ser renovado.

La fecha en que se aprueba la acreditación se convierte en la fecha de aniversario de su certificación. Aproximadamente un año después de la fecha de su aniversario de certificación, se llevará a cabo una auditoría de Vigilancia en el lugar. Aproximadamente dos años a partir de la fecha de aniversario se llevará a cabo una segunda auditoría de Vigilancia. Al final de tres años, el Sello de la certificación expira. Si la organización desea continuar en el programa, debe volver a solicitar y completar una auditoría de re-certificación antes de la fecha de vencimiento de la certificación.

e. **Auditoría de vigilancia.** Auditoría de un día en el sitio donde el auditor revisa los elementos del programa de acreditación, para verificar que la organización certificada sigue cumpliendo con los requisitos; incluyendo cualquier cambio en los requisitos del Programa desde la última auditoría. Una segunda auditoría de vigilancia se requiere dos años después de la certificación aprobada.

f. **Renovación de la certificación.** Tres meses previos a la fecha de expiración de la acreditación, la organización recibirá una notificación acerca de la futura expiración, junto con una invitación a la renovación del Sello. La organización que desee renovar la acreditación, podrá re-aplicar de acuerdo al proceso inicial.

3. Suspensión o revocación de la acreditación.

a. Suspensión de la acreditación. La acreditación será suspendida por cualquiera de las siguientes razones:

- 1) Incumplimiento del sistema de gestión de calidad aprobado, políticas o procedimientos que resultan en un incumplimiento importante sin implementar acciones correctivas;
- 2) Denegar el acceso a las instalaciones y registros de una operación a los auditores dentro del alcance de la certificación solicitada;
- 3) Incumplimiento de las acciones correctivas en el plazo previsto.

La organización será notificada de la suspensión y las acciones necesarias para recuperar el Sello, incluyendo un plazo para las acciones especificadas. Si la organización es suspendida, tendrá 180 días para remediar las razones de la suspensión con una auditoría de re-evaluación. Si la organización suspendida no responde a la notificación de la suspensión dentro de 30 días, el sello será revocado.

b. Restablecimiento de la suspensión de la acreditación. La organización suspendida por cualquiera de las razones listadas en la sección de suspensión de la acreditación, permanecerá suspendida hasta que una auditoría de sitio verifique las acciones correctivas. Si la auditoría es satisfactoria, el sello de la organización será restablecido.

c. Revocación de la acreditación. La acreditación será revocada por cualquiera de las siguientes razones:

- 1) La falta repetida de mantenimiento de su sistema de conformidad con los requisitos de esta directiva y el sistema de calidad aprobado;
- 2) Incumplimiento de una operación suspendida para cumplir las condiciones de su reincorporación dentro del plazo requerido;
- 3) Violación voluntaria de las regulaciones federales o estatales relevantes para las normas de referencia de este programa;
- 4) Distorsión deliberada de los productos o servicios distribuidos bajo la acreditación;
- 5) Uso fraudulento del sello de la acreditación. en material publicitario y promocional.

La organización cuyo sello haya sido revocado podrá re-aplicar a la acreditación luego del período de un año.

VIII. DISCUSIÓN

El objetivo principal de este trabajo consistió en establecer los requisitos para certificar el sistema de gestión de calidad del productor y distribuidor de biodiésel, como un mismo ente, y no del biocombustible que se produce o comercializa; a través de un programa de Acreditación a un Sello de Diferenciación Social y Ambiental, que integra normas internacionales que proporcionan las especificaciones técnicas y requerimientos mínimos para implementar sistemas de calidad que incluyan la adecuada gestión de materias primas, procesos productivos, almacenamiento, muestreo, pruebas de control, distribución y buenas prácticas de manejo del biodiésel B100 y sus mezclas.

Para el desarrollo del programa se realizó una revisión bibliográfica a una serie de normas internacionales, para que fueran el fundamento y sirvieran de referencia a todas aquellas organizaciones que deseen certificarse con el Sello de diferenciación social y ambiental en la producción de biodiésel B100 y sus mezclas. Por tal razón, se han listado para que los solicitantes puedan adquirir las versiones más recientes de dichas normas, si así lo desean, para implementarlas en sus procesos: sin embargo, solo aquellas que aparecen citadas en los diferentes apartados del programa, deberán ser adquiridas por el solicitante para poder aprobar el proceso de acreditación. Este programa está basado en la norma ASTM D6751, sin embargo, la norma EN 14214 también se acepta por ser ambas de regulación internacional.

El sistema de gestión de calidad en la producción de biodiésel incluye una serie de documentación necesaria para la correcta implementación del mismo en la organización. Fundamentado en la norma ISO 9001, la organización establecerá y mantendrá un sistema documentado de gestión de calidad que contenga disposiciones que explícitamente, o por referencia, incluyan elementos que respondan a los requisitos contenidos en este programa de acreditación. Además, la organización deberá estar atenta a las actualizaciones de este programa, para implementar la revisión más reciente en su sistema de gestión de la calidad, notificando y documentando cuando se hayan realizado cambios en el sistema de calidad.

Como parte del Sistema de Gestión de Calidad, la organización deberá asignar un representante del aseguramiento de calidad, que sea el responsable de monitorear y verificar el cumplimiento de **los** procesos de aseguramiento y control de calidad del biodiésel B100 y sus mezclas, en conformidad con las especificaciones técnicas de la norma ASTM D6751 o EN 14214. Se propone que el responsable del aseguramiento de calidad de la organización, realice y documente auditorías internas al menos una vez cada seis meses, para verificar que los resultados de la organización cumplen con lo establecido en su sistema de gestión de calidad. Sin embargo, de acuerdo con la norma ISO 9001, como mínimo es obligatorio que todos los procesos del sistema sean auditados por lo menos una vez al año; pero esto dependerá de los resultados de auditorías previas.

Se han establecido sistemas de control como parte del aseguramiento de calidad en los procesos productivos de la organización, que abarcan desde las materias primas hasta la disposición de producto de no conformidad y gestión de residuos. Para que la organización pueda aprobar la auditoría externa, es necesario que el responsable del aseguramiento de calidad, funcione en calidad de auditor interno para verificar el cumplimiento de cada uno de estos sistemas, siendo el encargado de implementar, documentar y mantener el correcto funcionamiento de los mismos. El auditor interno elaborará informes con los resultados de auditorías internas como de los planes y acciones preventivas y correctivas tomadas, los cuales deberán ser presentados como evidencia objetiva al auditor Externo durante la auditoría de escritorio. Por tal razón, se propone que los registros sean de los últimos dos años de operación, como mínimo.

La organización que solicita acreditarse podría gestionar los análisis correspondientes a la estandarización de biodiésel de acuerdo a la norma ASTM D6751 o EN 14214, en laboratorios internos o externos al sitio de producción, que sean propios o subcontratados. Razón por la cual, en este programa se detallan los requisitos y especificaciones mínimas que los laboratorios deberán cumplir para ser aceptados; éstos se describen en la sección de “Laboratorios” del programa, la cual aborda las cuestiones relativas a la gestión y análisis de muestras, reportes de análisis y, control de calidad de los métodos y resultados de las pruebas de muestras. Los resultados serán reportados en Certificados de Análisis como garantía para los usuarios y respaldo de la organización del cumplimiento de las normas internacionales incorporadas en el programa; además, para usarlos como evidencia objetiva del cumplimiento del programa.

El término “biodiésel” alude al combustible puro, que es designado como B100 y que cumple con los requerimientos de la norma ASTM D6751; sin embargo, se pueden realizar mezclas del biocombustible y gasóleo en una proporción específica designada como BXX, dónde XX es el volumen porcentual de biodiésel en la mezcla. Las mezclas de biodiésel se comercian desde B5 hasta B100. La organización en calidad de agente comercial podrá atender a los requerimientos de los usuarios de acuerdo con el volumen porcentual de biodiésel que soliciten, cumpliendo los requisitos y especificaciones mínimas para el entremezclado de lotes de producción y mezclas de biodiésel con gasóleo; y documentarlos dentro del sistema de procesos productivos, como evidencia objetiva del cumplimiento de las normas internacionales incorporadas en el programa.

El biodiésel puede almacenarse y manipularse de igual forma que el gasóleo. Se debe almacenar en contenedores limpios, secos y oscuros. Dentro de los materiales aceptables para el tanque de almacenaje se incluyen el aluminio y el acero. Estos tanques deben dedicarse únicamente para almacenar el combustible que contengan sin cambiar de propósito, ya que cambios en el servicio pueden modificar las características del biodiésel que se almacene; por tal razón, es necesario que se inspeccione constantemente los tanques de almacenamiento para asegurar las especificaciones del Certificado de Análisis generado. La inactividad en tanques de almacenamiento puede ocasionar que el biodiésel se oxide, si permanece almacenado por períodos

de más de seis meses. Sin embargo, se propone que, si un tanque de almacenamiento de biodiésel no tiene actividad durante 30 días, se le realice un análisis de especificación completa para verificar que el biocombustible continúa cumpliendo las especificaciones de la norma ASTM D6751.

La organización puede actuar en calidad de agente comercial como vendedor o comprador de biodiésel B100 y sus mezclas. Actualmente la industria de biocombustibles en Guatemala es muy pequeña, sin embargo, en el futuro podría suceder que la organización no se de abasto para sufragar la demanda de un usuario, y se vea en la necesidad de adquirir el biocombustible de un productor o comercializador acreditado o no acreditado, en este caso, la organización actuaría en calidad de comprador. Razón por la cual, en la sección de “Comercialización, Distribución y Transporte” de este programa, se detallan los requisitos y especificaciones mínimas que la organización deberá cumplir como agente comercial.

Así mismo, la organización puede estar comprometida o no a transferir los contenedores de biodiésel desde sus instalaciones hasta las del cliente, de acuerdo a lo establecido en el contrato celebrado entre ambas partes. Por lo tanto, la organización ha de definir las especificaciones de limpieza y mantenimiento de contenedores, y compatibilidad de materiales para camiones, vagones y embarcaciones, dentro de sus procedimientos; y darlos a conocer a los compradores. De esta forma, la organización quedaría absuelta de cualquier responsabilidad sobre el traslado íntegro del biodiésel, en caso que el comprador no cumpla las especificaciones definidas por la organización.

Se extenderá un certificado de análisis por cada lote de producción que se distribuya, donde se presenten los resultados de las pruebas de especificación completa, demostrando y respaldando la integridad del biodiésel que se distribuye, como garantía para los usuarios y confiabilidad de la organización. Los certificados de análisis serán documentados para futuras de referencias o resolución de disputas, para verificar el tipo y calidad del biodiésel entregado. En estos certificados se identificará el cliente, lote, fecha de análisis y fecha máxima a la cual se aseguran las propiedades y cualidades del biodiésel producido y entregado por la organización al comprador. Se adjunta un modelo de certificación de análisis en la sección E de los Anexos.

Cuando un lote de producción no cumpla con las pruebas de especificación completa, será tratado como producto de no conformidad y no se extenderá ningún certificado de análisis, al contrario, se procederá a gestionar su disposición de acuerdo a regulaciones ambientales y al programa de calidad de la organización. En la sección de “Producto de No Conformidad”, se proponen los requisitos y especificaciones mínimas para la adecuada gestión de la disposición del producto no conforme. Además, se tomarán acciones preventivas y correctivas como respuesta a las no conformidades.

El programa pretende ser un instrumento para las organizaciones que deseen acreditarse, puedan verificar y respaldar el grado de sostenibilidad sus operaciones en la producción y comercialización de

biodiésel B100 y sus mezclas; para asegurar el cumplimiento de la adecuada gestión de los sistemas de calidad en la producción y comercialización del biocombustible. Además, servir como generador de líneas base de indicadores de desempeño en los procesos de producción y comercialización del biocombustible y sus mezclas, para que se puedan implementar con prácticas de Producción más Limpia; y de esta manera establecer un sistema de gestión ambiental apropiado tanto en la producción como en la comercialización del biocombustible.

Los indicadores de desempeño facilitarán a la organización el control de variables relevantes, que tengan influencia significativa en el desempeño de la producción y comercialización de biodiésel B100 y sus mezclas. Esto requerirá frecuentemente hacer análisis de datos, por lo tanto, es importante que la organización tenga acceso a registros y posea la capacidad de analizar e interpretar la información que se obtendrá de auditorías y reportes de operación. Con frecuencia, las organizaciones tienen dificultades para definir y establecer indicadores de desempeño, es por eso que en el Anexo E, se proporciona una metodología para lograrlo; y los indicadores que se sugieren para monitorear las operaciones y rendimiento de la organización.

IX. CONCLUSIONES

1. Se elaboró un programa donde se establecen las especificaciones técnicas y requerimientos mínimos para certificar el sistema de gestión de calidad del productor y distribuidor de biodiésel, en este programa de Acreditación a un Sello de Diferenciación Social y Ambiental, que incluyen la adecuada gestión de materias primas, procesos productivos, almacenamiento, muestreo, pruebas de control, distribución y buenas prácticas de manejo del biodiésel B100 y sus mezclas.
2. Las organizaciones que deseen acreditarse, podrán verificar y respaldar el grado de sostenibilidad sus operaciones en la producción y comercializadores de biodiésel B100 y sus mezclas; para asegurar el cumplimiento de la adecuada gestión de los sistemas de calidad en la producción y comercialización del biocombustible.
1. Las organizaciones que deseen acreditarse podrán generar indicadores de desempeño en los procesos de producción y comercialización del biodiésel B100, que se puedan implementar con prácticas de Producción más Limpia, como: [kWh energía consumida/L biodiésel producido], [kWh energía requerida/kWh energía consumida], [m³ agua consumida/L biodiésel producido], [kg acetite/L biodiésel producido], [L biodiésel deseable/L biodiésel producido], [\$ venta biodiésel deseable/\$ venta biodiésel real].

X. RECOMENDACIONES

1. A medida que la producción de biodiésel en la Industria de Biocombustibles de Guatemala aumente, y así se requiera, se recomienda separar este programa en tres, uno específicamente para productores, otro para laboratorios de análisis químicos, y otro para comercializadores.
2. Se sugiere una revisión anual al programa considerando las versiones más recientes de las normas internacionales y de legislación nacional, para que éste se mantenga actualizado, integrando nuevos apartados que proporcionen una mejora continua al programa y a los acreditados.
3. Se recomienda a la organización que desee acreditarse, revisar y aplicar la versión más reciente de las normas internacionales y legislativas de Guatemala, que se listan en este programa.
4. Adquirir las normas de los métodos oficiales indicadas en la norma ASTM D6751 o EN 14214, de acuerdo con la norma bajo la cual la organización desee operar; y las normas de métodos aplicables mencionadas a partir de la sección “Documentación necesaria” del programa.
5. Estar pendiente de actualizaciones de ley en Guatemala acerca de la producción y consumo de Biocombustibles que puedan ser aplicables a este programa.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Anónimo. 2016. *Noticias sobre biodiesel y energías renovables*. Biodiésel en Argentina. <https://biodiesel.com.ar/biodiesel-preguntas-frecuentes> [Con acceso el 10 de diciembre de 2017]
- Anónimo. s. f. *Biodiésel*. Asociación de Combustibles Renovables de Guatemala. <http://www.acrguatemala.com/Biodiésel.shtml> [Con acceso el 10 de enero de 2017].
- Bart, J.; N. Palmeri y S. Cavallaro. 2010. *Biodiesel science and technology: from soil to oil*. Woodhead Publishing Limited and CRC Press. Boca Raton, Florida. 822 pp.
- Drapcho, C.; N. Nuan y T. Walker. 2008. *Biofuels engineering process technology*. McGraw-Hill. México. 351 pp.
- Ganduglia, F. et al. 2009. *Manual de biocombustibles. Asociación Regional de Empresas de Petróleo y Gas Natural en Latinoamérica y el Caribe*. http://www.olade.org/sites/default/files/CIDA/IICA/Manual_Biocombustibles_ARPEL_IICA.pdf [Con acceso el 27 de enero de 2017].
- González, R. 2013. *¿Para qué sirven los indicadores de desempeño?* <https://twenergy.com/a/para-que-sirven-los-indicadores-de-desempeno-1032> [Con acceso el 13 de octubre de 2017].
- Herrera, A; A. Iezzi; y D'Amanzo, A. 2007. *Código internacional de instalaciones mecánicas*. International Code Council, INC. Capítulo 13.
- Kessel, N. 2009. *ASTM establece las normas para el biodiésel*. American Society for Testing and Materials. https://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPJF09/nelson_spjf09.html [Con acceso el 10 de enero de 2017].
- Muñoz, M. y J. Rovira. 2014. *Máquinas térmicas*. Editorial Uned. Madrid, España. 676 pp.
- National Fire Protection Association 2015. *Flammable and combustible liquids code*. [Con acceso el 27 de enero de 2017]
- Sarin, A. 2012. *Biodiesel: Production and properties*. Royal Society of Chemistry. Milton Road, Cambridge. 239 pp.

XII. GLOSARIO

1. Agente Comercial: Se define como un comerciante que de manera independiente obra, y que tiene como encargo "procurar" o celebrar negocios para otro.
2. ASTM: Por sus siglas en inglés "American Society for Testing and Materials". Es una de las más grandes organizaciones en el mundo que desarrollan normas voluntarias por consenso. Estas normas son aplicables a los materiales, productos, sistemas y servicios. Sus miembros son representados por usuarios, productores, el gobierno, productores y el mundo académico de alrededor de 100 países. Desarrolla documentos técnicos que sirven de base para la gestión, adquisición, fabricación y elaboración de códigos y regulaciones.
3. Auditor: Persona que realiza auditorías.
4. Auditoría: Técnica profesional normada de revisión, verificación y evaluación de documentos y procedimientos de control y gestión cuyos resultados se recogen por escrito en un informe.
5. Biodiésel: es un biocombustible líquido producido a partir de aceites vegetales y grasas animales.
6. Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia: Es una institución técnica, sin fines de lucro con el objetivo de desarrollar y proveer las condiciones necesarias, fomentar la capacidad local en la aplicación de Producción más Limpia y temas relacionados, contribuyendo a la eficiencia, competitividad, compatibilidad ambiental y desarrollo social de las organizaciones privadas y públicas a nivel nacional.
7. Gasóleo: Se utiliza comúnmente como combustible en motores diésel, carga de alimentación para la industria química y en el quemado en sistemas de calefacción central. Procede del proceso de refinación siendo un aceite intermedio.
8. Mezcla: Mezcla de biodiésel con gasóleo en una proporción específica designada como BXX, donde "XX" es el volumen porcentual de biodiésel.
9. Verificación: Confirmación por evaluación y provisión de evidencia objetiva que los requerimientos específicos se han cumplido.

XIII. ANEXO

A. NORMA ASTM D6751

El biodiésel se define como los ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga derivados de aceites vegetales o grasas animales, para uso en motores de compresión-ignición (diésel). Esta especificación es para biodiésel puro (100%) antes del uso o mezcla con combustible diésel.

Tabla No. 7: Estándar de biodiésel B100.

Propiedad	Método ASTM	Límites	Unidades
Calcio y magnesio, combinado	EN 14538	5 máx.	ppm (ug/g)
Punto de inflamabilidad	D 93	93 mín.	°C
Control de alcohol (uno de los siguientes)			
1. Contenido de metanol	EN 14110	0.2 máx.	% volumen
2. Punto de inflamabilidad	D 93	130 mín.	°C
Agua y sedimentos	D 2709	0.05 máx.	% volumen
Viscosidad cinemática a 40°C	D 445	1.9 – 6.0	mm ² /segundo
Ceniza sulfatada	D 874	0.02 máx.	% másico
Azufre			
Grado S 15	D 5453	0.0015 máx.	% másico (ppm)
Grado S 500	D 5453	0.05 máx.	% másico (ppm)
Corrosión de cobre	D 130	No. 3 máx.	
Cetano	D 613	47 mín.	
Punto de enturbiamiento	D 2500	Reporte	°C
Residuo de carbono muestra 100%	D 4530	0.05 máx.	% másico
Número de ácido	D 664	0.50 máx.	% másico
Glicerina libre	D 6584	0.020 máx.	mg KOH/g
Glicerina total	D 6584	0.240	% másico
Contenido de fósforo	D 4951	0.001 máx.	% másico
Destilación, T90 AET	D 1160	360 máx.	°C
Sodio/potasio combinado	EN 14538	5 máx.	ppm
Estabilidad oxidativa	EN 14112	3 mín.	Horas.

Manufactura Libre de agua no disuelta, sedimentos y materia en suspensión

BOLD = BQ 9000 Pruebas de especificaciones críticas una vez que el proceso de producción está bajo control

B. NORMA EN 14214

Tabla No. 8: Estándar de biodiésel EN 14214.

Especificaciones	Unidades	Valores umbrales		Método
		Mín.	Máx.	
Contenido de éster	% (m/m)	96.5	---	prEN 14013
Densidad a 15°C	g/cm ³	0.86	0.90	DIN EN ISO 3675
Viscosidad cinemática a 40°C	mm ² /segundo	3.50	5	DIN EN ISO 3140
Punto de inflamabilidad	°C	101	---	DIN EN ISO 22719
CFPP				
- 15.04 to 30.09	°C	---	0	DIN EN 116
- 01.10 to 15.11	°C	---	-10 CFPP	DIN EN 116
- 16.11 to 29.02	°C	---	-20 CFPP	DIN EN 116
- 01.03 to 14.04	°C	---	-10	DIN EN 116
Contenido de azufre	mg/kg	---	10	DIN EN ISO 20846
Residuo de carbono (10%)	% (m/m)	---	0.3	DIN EN ISO 10370
Número de cetano		51	---	ISO/DIS 5165:1996
Ceniza	% (m/m)	---	0.02	DIN ISO 3987
Contenido de agua	mg/kg	---	500	DIN EN ISO 12937
Contaminación total (3h a 50°C)	mg/kg	---	24	DIN EN 128B2
Corrosión de cobre		---	1	DIN EN ISO 2160
Estabilidad oxidativa	h	6	---	DIN EN 14112
Valor ácido	mg KOH/g		0.50	DIN EN 14104
Índice de yodo	---	---	120	DIN EN 14114
Ácido linolénico metil éster contenido	% (m/m)	---	12	DIN EN 14103
Ácidos grasos de metil éster > 4 enlaces dobles	% (m/m)	---	1	---
Metanol	% (m/m)	---	0.2	DIN EN 14110
Monoglicéridos	% (m/m)	---	0.8	DIN EN 14105
Diglicéridos	% (m/m)	---	0.2	DIN EN 14105
Triglicéridos	% (m/m)	---	0.2	DIN EN 14105
Glicerol libre	% (m/m)	---	0.020	DIN EN 14105
Glicerol total	% (m/m)	---	0.25	DIN EN 14105
Contenido álkali (Na+K)	mg/kg	---	5	DIN EN 14108
Contenido tierra-alcalino (Ca+Mg)	mg/kg	---	5	prEN 14538
Contenido fosfórico	mg/kg	---	10	DIN EN 14107

C. DESCRIPCIÓN DE NORMAS

1. Normas de Referencia.

a. ASTM D1298 “Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method”. Este método de prueba abarca la determinación en laboratorio, mediante un densímetro de vidrio junto con una serie de cálculos, de la densidad, la densidad relativa, o la gravedad API de petróleo crudo, los productos derivados del petróleo o las mezclas de petróleo y productos que no son petróleo normalmente manipulados como líquidos, y con una presión de vapor Reid de 101,325 kPa (14,696 psi) o menos. Los valores se determinan a temperaturas existentes y se corrigen a 15 °C o 60 °F por medio de una serie de cálculos y tablas internacionales de estándares.

b. ASTM D4052 “Standard Tests Method for Density and Relative Density of Liquids by Digital Density Meter”. Este método de prueba abarca la determinación de la densidad, la densidad relativa y la gravedad API de los destilados de petróleo y aceites viscosos que pueden manipularse normalmente como líquidos a la temperatura de la prueba, utilizando un equipo de inyección de muestra manual o automatizado. Su aplicación se limita a líquidos con presiones de vapor total (consulte el Método de prueba D5191) generalmente inferiores a 100 kPa y viscosidades (consulte el Método de prueba D445 o D7042) generalmente inferiores a alrededor de 15 000 mm²/s a la temperatura de la prueba. No obstante, la limitación de presión de vapor total puede extenderse a >100 kPa, siempre que primero se verifique que no se formen burbujas en el tubo oscilante en forma de U, que pueden afectar la determinación de la densidad.

c. ASTM D4057 “Standard Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products”. Esta práctica cubre los procedimientos y equipos para la obtención manual de muestras de petróleo líquido y productos derivados del petróleo, crudos y productos intermedios desde el punto de muestra al contenedor primario. Los procedimientos también se incluyen para el muestreo de agua libre y otros componentes pesados asociados con el petróleo y los productos derivados del petróleo.

d. ASTM D4176 “Standard Test Method for Free Water and Particulate Contamination in Distillate Fuels (Visual Inspection Procedures)”. Este método de prueba cubre dos procedimientos para estimar la presencia de agua libre suspendida y la contaminación por partículas sólidas en combustibles destilados que tienen puntos finales de destilación por debajo de 400 °C y un color ASTM

de 5 o menos. Ambos procedimientos pueden usarse como pruebas de campo a temperaturas de almacenamiento, o como pruebas de laboratorio a temperaturas controladas. El Procedimiento 1 proporciona un método rápido de aprobación / falla para la contaminación. El Procedimiento 2 proporciona una calificación numérica bruta de la apariencia de neblina.

e. ASTM D6299 “Standard Practice for Applying Statistical Quality Assurance and Control Charting Techniques to Evaluate Analytical Measurement System Performance”. Esta práctica cubre información para el diseño y operación de un programa para monitorear y controlar la estabilidad continua y la precisión y el sesgo de los sistemas seleccionados de medición analítica utilizando una colección de procedimientos y herramientas de control estadístico de calidad generalmente aceptados.

f. ASTM D7371 “Standard Test Method for Determine of Biodiesel (Fatty Acid Methyl Esters) Content in Diesel Fuel Oil Using Mid Infrared Spectroscopy (FTIR-ATR-PLS Method)”. Este método de prueba cubre la determinación del contenido de biodiésel de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) en los aceites combustibles diésel. Es aplicable a concentraciones de 1.00 a 20% en volumen (ver Nota 1). Este procedimiento es aplicable solo a FAME. El biodiesel en forma de ésteres etílicos de ácidos grasos (FAEE) causará un sesgo negativo.

g. ASTM D7467 “Standard Specification for Diesel Fuel Oil, Biodiesel Blend (B6 – B20)”. Esta especificación cubre grados de mezcla de combustible de 6 por ciento en volumen a 20 por ciento en volumen (%) de biodiesel, siendo el resto un combustible diésel ligero o medio destilado, designado colectivamente como B6 a B20. Estas calidades son adecuadas para varios tipos de motores Diesel. Esta especificación prescribe las propiedades requeridas de las mezclas de biodiesel B6 a B20 en el momento y lugar de entrega. Los requisitos de especificación se pueden aplicar en otros puntos del sistema de producción y distribución cuando se proporciona por acuerdo entre el comprador y el proveedor.

h. ASTM D3244 “Standard Practice for Utilization of Test Data to Determine Conformance with Specifications”. Esta práctica cubre directrices y metodologías estadísticas con las que dos partes, por lo general un proveedor y un receptor, pueden comparar y combinar resultados de pruebas obtenidos de forma independiente para obtener un valor de prueba asignado con el fin de resolver un conflicto de calidad del producto. Esta práctica define una técnica para comparar un valor de prueba asignado con un límite de especificación. Esta práctica se aplica solo a aquellos métodos de prueba que especifican

específicamente que los valores de repetibilidad y reproducibilidad se ajustan a las definiciones en este documento.

2. Normas Informativas.

a. ISO 9001 “Quality Management Systems – requirements”. Es un conjunto de normas sobre calidad y gestión de calidad, establecidas por la organización Internacional de Normalización (ISO). Se pueden aplicar en cualquier tipo de organización o actividad orientada a la producción de bienes o servicios. Las normas recogen tanto el contenido mínimo como las guías y herramientas específicas de implantación como los métodos de auditoría.

b. ISO 50006 “Energy Management Systems”. Proporciona orientación a las organizaciones sobre cómo establecer, usar y mantener los indicadores de rendimiento energético y las líneas base de energía como parte del proceso de medición del rendimiento energético.

c. ASTM D396 “Standard Specification for Fuel Oils”. Esta especificación cubre los grados del fuelóleo destinado a ser utilizado en diversos tipos de equipos de combustión de fuel-oil en diversas condiciones climáticas y de funcionamiento. Esta especificación es para el uso de agencias de compras en la formulación de especificaciones que se incluirán en los contratos de compra de fueloil y para la orientación de los consumidores de fueloil en la selección de los grados más adecuados para sus necesidades.

d. ASTM D975 “Standard Specification for Diesel Fuel Oils”. Esta especificación cubre siete grados de aceites de diésel adecuados para varios tipos de motores diésel. Los requisitos especificados para los aceites diésel se determinarán de acuerdo con los siguientes métodos de prueba: punto de inflamación; Punto de nube; agua y sedimento; residuo de carbono; ceniza; destilación; viscosidad; azufre; corrosión de cobre; número de cetano; índice de cetano; aromaticidad; lubricidad; y conductividad.

D. HOJAS DE SEGURIDAD

1. Biodiésel.



Material Safety Data Sheet

SECTION 1 PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

Diesel B-100 Biodiesel

Product Use: Fuel
Synonyms: None Established
Product Cas No.: Mixture

Company Identification:
 Chevron Phillips Chemical Company LP
 Specialty Chemicals
 10001 Six Pines Drive
 The Woodlands TX 77380

Product Information:
 MSDS Requests: (800) 852 - 5530
 Technical Information: (832) 813 - 4862

24-Hour Emergency Telephone Numbers

HEALTH: Chevron Phillips Emergency Information Center 866.442.9628 (North America) and
 1.832.813.4984(International)

TRANSPORTATION: North America: CHEMTREC 800.424.9300 or 703.527.3887

ASIA: 1.703.527.3887

EUROPE: BIG .32.14.584545 (phone)

or .32.14.583516 (telefax)

SOUTH AMERICA SOS-Cotec

Inside Brazil: 0800.111.767

Outside Brazil: 55.19.3467.1600

SECTION 2 COMPOSITION/ INFORMATION ON INGREDIENTS

COMPONENT	CAS NUMBER	AMOUNT	EINECS	SYN	R-PHRASES
Proprietary	Proprietary	100 % weight	NA	NA	NA

Occupational Exposure Limits:

Component	Limit	TWA	STEL	Ceiling / Peak	Notation
Proprietary	CPCHEM	Not Established	NA	NA	NA

OIL MIST: ACGIH: TWA - 5mg/m³, STEL - 10mg/m³

SECTION 3 HAZARDS IDENTIFICATION

EMERGENCY OVERVIEW

Light yellow liquid, slight odor.

IMMEDIATE HEALTH EFFECTS:

Eye: Not expected to cause prolonged or significant eye irritation.

Skin: Not expected to be harmful to internal organs if absorbed through the skin. Contact with the skin is not expected to cause prolonged or significant irritation.

Ingestion: Not expected to be harmful if swallowed.

Inhalation: Not expected to be harmful if inhaled.

SECTION 4 FIRST AID MEASURES

Eye: Flush eyes with running water immediately while holding the eyelids open. Remove contact lenses, if worn, after initial flushing, and continue flushing for at least 15 minutes. Get medical attention if irritation persists.

Skin: To remove the material from skin, use soap and water. Discard contaminated clothing and shoes or thoroughly clean before reuse. Get medical attention if any symptoms develop.

Ingestion: If swallowed, do not induce vomiting. Give the person a glass of water or milk to drink and get immediate medical attention. Never give anything by mouth to an unconscious person.

Inhalation: Move the exposed person to fresh air. If not breathing, give artificial respiration. If breathing is difficult, give oxygen. Get medical attention if breathing difficulties continue.

SECTION 5 FIRE FIGHTING MEASURES

FIRE CLASSIFICATION:

OSHA Classification (29 CFR 1910.1200): Not classified by OSHA as flammable or combustible.

NFPA RATINGS: Health: 0 Flammability: 1 Reactivity: 0

FLAMMABLE PROPERTIES:

Flashpoint: 218 °C (424.4°F)

Autoignition: NDA

Flammability (Explosive) Limits (% by volume in air): Lower: NDA Upper: NDA

EXTINGUISHING MEDIA: Use water fog, foam, dry chemical or carbon dioxide (CO₂) to extinguish flames.

PROTECTION OF FIRE FIGHTERS:

Fire Fighting Instructions: This material will burn although it is not easily ignited. For fires involving this material, do not enter any enclosed or confined fire space without proper protective equipment, including self-contained breathing apparatus.

Combustion Products: Highly dependent on combustion conditions. A complex mixture of airborne solids, liquids, and gases including carbon monoxide, carbon dioxide, and unidentified organic compounds will be evolved when this material undergoes combustion.

SECTION 6 ACCIDENTAL RELEASE MEASURES
--

Protective Measures: Eliminate all sources of ignition in vicinity of spilled material.

Spill Management: Stop the source of the release if you can do it without risk. Contain release to prevent further contamination of soil, surface water or groundwater. Clean up spill as soon as possible, observing precautions in Exposure Controls/Personal Protection. Use appropriate techniques such as applying non-combustible sorbent materials or pumping. Where feasible and appropriate, remove contaminated soil. Place contaminated materials in disposable containers and dispose of in a manner

consistent with applicable regulations.

Reporting: U.S.A. regulations require reporting spills of this material that could reach any surface waters. Report spills to local authorities and/or the U.S. Coast Guard National Response Center at (800) 424-8802 as appropriate or required.

SECTION 7 HANDLING AND STORAGE

READ AND OBSERVE ALL PRECAUTIONS ON PRODUCT LABEL . REFER TO PRODUCT LABEL OR MANUFACTURERS TECHNICAL BULLETINS FOR THE PROPER USE AND HANDLING OF THIS MATERIAL .

Static Hazard: Electrostatic charge may accumulate and create a hazardous condition when handling this material. To minimize this hazard, bonding and grounding may be necessary but may not, by themselves, be sufficient. Review all operations, which have the potential of generating an accumulation of electrostatic charge and/or a flammable atmosphere (including tank and container filling, splash filling, tank cleaning, sampling, gauging, switch loading, filtering, mixing, agitation, and vacuum truck operations) and use appropriate mitigating procedures. For more information, refer to OSHA Standard 29 CFR 1910.106, 'Flammable and Combustible Liquids, National Fire Protection Association (NFPA 77), Recommended Practice on Static Electricity' (liquids, powders and dusts), and/or the American Petroleum Institute (API) Recommended Practice 2003, 'Protection Against Ignitions Arising Out of Static, Lightning, and Stray Currents' (liquids).

Container Warnings: Container is not designed to contain pressure. Do not use pressure to empty container or it may rupture with explosive force. Empty containers retain product residue (solid, liquid, and/or vapor) and can be dangerous. Do not pressurize, cut, weld, braze, solder, drill, grind, or expose such containers to heat, flame, sparks, static electricity, or other sources of ignition. They may explode and cause injury or death. Empty containers should be completely drained, properly closed, and promptly returned to a drum reconditioner or disposed of properly.

SECTION 8 EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

GENERAL CONSIDERATIONS:

Consider the potential hazards of this material (see Section 3), applicable exposure limits, job activities, and other substances in the work place when designing engineering controls and selecting personal protective equipment. If engineering controls or work practices are not adequate to prevent exposure to harmful levels of this material, the personal protective equipment listed below is recommended. The user should read and understand all instructions and limitations supplied with the equipment since protection is usually provided for a limited time or under certain circumstances.

ENGINEERING CONTROLS:

Use in a well-ventilated area.

PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT:

Eye/Face Protection: No special eye protection is normally required. Where splashing is possible, wear chemical goggles as a good safety practice.

Skin Protection: No special protective clothing is normally required. Where splashing is possible, select protective clothing depending on operations conducted, physical requirements and other substances. Suggested materials for protective gloves include: Natural rubber, or Nitrile Rubber

Respiratory Protection: No respiratory protection is normally required.

Use a positive pressure, air-supplying respirator if there is potential for uncontrolled release, exposure levels are not known, or other circumstances where air-purifying respirators may not provide adequate protection.

Occupational Exposure Limits:

Component	Limit	TWA	STEL	Ceiling / Peak	Notation
Proprietary	CPCHEM	Not Established	NA	NA	NA

OIL MIST: ACGIH: TWA - 5mg/m³, STEL - 10mg/m³

SECTION 9 PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

APPEARANCE AND ODOR: Light yellow liquid, slight odor.

pH: NA

VAPOR PRESSURE: <1 mmHg

VAPOR DENSITY (AIR=1): NA

BOILING POINT: 315 °C (599°F)

SOLUBILITY (in water): Negligible

MELTING POINT: -1 °C (30.2°F)

SPECIFIC GRAVITY: 0.87 mg/l

SECTION 10 STABILITY AND REACTIVITY

Chemical Stability: This material is considered stable under normal ambient and anticipated storage and handling conditions of temperature and pressure.

Conditions to Avoid: No Data Available

Incompatibility With Other Materials: May react with oxygen and strong oxidizing agents, such as chlorates, nitrates, peroxides, etc.

Hazardous Decomposition Products: Carbon Oxides formed when burned.

Hazardous Polymerization: Hazardous polymerization will not occur.

SECTION 11 TOXICOLOGICAL INFORMATION

IMMEDIATE HEALTH EFFECTS:

Acute Oral Toxicity: The oral LD50 in the rabbit is > 2000 mg/kg.

Acute Dermal Toxicity: The dermal LD50 in the rat is > 5000 mg/kg.

Acute Inhalation Toxicity: The inhalation LC50 is not known.

Eye Irritation: This material is not expected to be irritating to the eyes.

Skin Irritation: This material is not expected to be irritating to the skin.

ADDITIONAL TOXICOLOGY INFORMATION:

The toxicological properties of this product have not been tested or have not been tested completely and its handling or use may be hazardous. EXERCISE DUE CARE.

SECTION 12 ECOLOGICAL INFORMATION

ECOTOXICITY:

The toxicity of this material to aquatic organisms has not been evaluated. Consequently, this material should be kept out of sewage and drainage systems and all bodies of water.

ENVIRONMENTAL FATE:

The environmental fate of this material is not available.

SECTION 13 DISPOSAL CONSIDERATIONS

Use material for its intended purpose or recycle if possible. This material, if it must be discarded, may meet the criteria of a hazardous waste as defined by US EPA under RCRA (40 CFR 261) or other State and local regulations. Measurement of certain physical properties and analysis for regulated components may be necessary to make a correct determination. If this material is classified as a hazardous waste, federal law requires disposal at a licensed hazardous waste disposal facility.

SECTION 14 TRANSPORT INFORMATION

The description shown may not apply to all shipping situations. Consult appropriate Dangerous Goods Regulations, for additional description requirements (e.g., technical name) and mode-specific or quantity-specific shipping requirements.

Shipping Descriptions per regulatory authority.

US DOT

NOT REGULATED AS A HAZARDOUS MATERIAL OR DANGEROUS GOODS FOR TRANSPORTATION

ICAO / IATA

NOT REGULATED AS A HAZARDOUS MATERIAL OR DANGEROUS GOODS FOR TRANSPORTATION

IMO / IMDG

NOT REGULATED AS A HAZARDOUS MATERIAL OR DANGEROUS GOODS FOR TRANSPORTATION

RID / ADR

NOT REGULATED AS A HAZARDOUS MATERIAL OR DANGEROUS GOODS FOR TRANSPORTATION

SECTION 15 REGULATORY INFORMATION
--

SARA 311/312 CATEGORIES:	1. Immediate (Acute) Health Effects:	NO
	2. Delayed (Chronic) Health Effects:	NO
	3. Fire Hazard:	NO
	4. Sudden Release of Pressure Hazard:	NO
	5. Reactivity Hazard:	NO

REGULATORY LISTS SEARCHED:

01 = CA Prop 65	16 = FDA 177	31 = OSHA Carcinogen
02 = LA RTK	17 = FDA 178	32 = OSHA Highly Hazardous
03 = MA RTK	18 = FDA 179	33 = RCRA Waste Appendix VIII
04 = MN Hazardous Substance	19 = FDA 180	34 = RCRA Waste D-List
05 = NJ RTK	20 = FDA 181	35 = RCRA Waste P-List
06 = PA RTK	21 = FDA 182	36 = RCRA Waste U-List
07 = CAA Section 112 HAPs	22 = FDA 184	37 = SARA Section 311/312
08 = CWA Section 307	23 = FDA 186	38 = SARA Section 313
09 = CWA Section 311	24 = FDA 189	39 = TSCA 12 (b)
10 = DOT Marine Pollutant	25 = IARC Group 1	40 = TSCA Section 4
11 = FDA 172	26 = IARC Group 2A	41 = TSCA Section 5(a)
12 = FDA 173	27 = IARC Group 2B	42 = TSCA Section 8(a) CAIR
13 = FDA 174	28 = IARC Group 3	43 = TSCA Section 8(a) PAIR
14 = FDA 175	29 = IARC Group 4	44 = TSCA Section 8(d)
15 = FDA 176	30 = NTP Carcinogen	45 = WHIMS - IDL

No components of this material were found on the regulatory lists above.

WHMIS CLASSIFICATION:

This product is not considered a controlled product according to the criteria of the Canadian Controlled Products Regulations.

CHEMICAL INVENTORY LISTINGS:

AUSTRALIA: All the components of this material are listed on the Australian Inventory of Chemical Substances (AICS).

CANADA: All the components of this material are on the Canadian Domestic Substances List (DSL).

PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA: All the components of this product are listed on the draft Inventory of Existing Chemical Substances in China.

EUROPEAN UNION: All the components of this material are in compliance with the EU Seventh Amendment Directive 92/32/EEC.

JAPAN: This material contains components that require notification before sale or importation into Japan.

KOREA: All the components of this product are on the Existing Chemicals List (ECL) in Korea.

PHILIPPINES: This material contains components that require notification before sale or importation into the Philippines.

UNITED STATES: All of the components of this material are on the Toxic Substances Control Act (TSCA) Chemical Inventory.

SECTION 16 OTHER INFORMATION

NFPA RATINGS: Health: 0 Flammability: 1 Reactivity: 0 Special: NA

(0-Least, 1-Slight, 2-Moderate, 3-High, 4-Extreme, PPE:- Personal Protection Equipment Index recommendation, *- Chronic Effect Indicator). These values are obtained using the guidelines or published evaluations prepared by the National Fire Protection Association (NFPA).

REVISION STATEMENT: This is a new Chevron Phillips Chemical Company LP MSDS please review.

ABBREVIATIONS THAT MAY HAVE BEEN USED IN THIS DOCUMENT:

TLV	Threshold Limit Value	TWA	- Time Weighted Average
STEL	Short-term Exposure Limit	PEL	- Permissible Exposure Limit
ACGIH	American Conference of - Government Industrial Hygienists	OSHA	- Occupational Safety & Health
NIOSH	National Institute of Safety & Health	NFPA	- National Fire Protection Agency
WHMIS	Workplace Hazardous Materials - Information System	IRAC	- Intl. Agency for Research on Cancer
EINECS	European Inventory of existing - Commercial Chemical Sales	RCRA	- Resource Conservation Recovery Act
SARA	Superfund Amendments and - Reauthorization Act.	TSCA	- Toxic Substance Control Act
EC50	Effective Dose	LC50	- Lethal Concentration
LD50	Lethal Dose	CAS	- Chemical Abstract Service Number
NDA	No Data Available	NA	- Not Applicable
<=	Less Than or Equal To	>=	- Greater Than or Equal To
CNS	Central Nervous System	MAK	- Germany Maximum Concentration Values

Prepared according to the OSHA Hazard Communication Standard (29 CFR 1910.1200) and the ANSI MSDS Standard (Z400.1) by EHS Product Stewardship Group, Chevron Phillips Chemical Company LP, 10001 Six Pines Drive, The Woodlands, TX 77380
--

The above information is based on the data of which we are aware and is believed to be correct as of the date hereof. Since this information may be applied under conditions beyond our control and with which we may be unfamiliar and since data made available subsequent to the date hereof may suggest modifications of the information, we do not assume any responsibility for the results of its use. This information is furnished upon condition that the person receiving it shall make his own determination of the suitability of the material for his particular purpose.

2. Diésel.



MSDS – Material Safety Data Sheet – GAS OIL/DIESEL

1. IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/PREPARATION

Trade name: **GAS OIL - DIESEL**

Product code: **MGO - MDO**

Suppliers name and address:

Monjasa A/S
Strevelinsvej 34
7000 Fredericia
Denmark

Routine inquiries:

Phone: (+45) 70 260 230
e-mail: denmark@monjasa.com

24 Hour Health Emergency:

Phone: (+45) 70 260 230

2. COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

components	cas no.	range in %
A complex mixture of hydrocarbons produced by crude oil distillation predominantly C-9 to C-20 and boiling range 160-400 deg. C. Hydro treated or desulfurized product also contains distillate from catalytic cracking. The latter contains bicyclic and tricyclic aromatic hydrocarbons.	68334305	100

3. HAZARD IDENTIFICATION

EMERGENCY OVERVIEW:

WARNING STATEMENT:
AVOID PROLONGED AND REPEATED SKIN CONTACT. IF SKIN CONTACT OCCURS, WASH EXPOSED AREA WITH SOAP AND WATER.

LAUNDRER CONTAMINATED CLOTHING

FLAMMABLE

MAY BE HARMFUL IF SWALLOWED, INHALED OR ABSORBED THROUGH SKIN. LOW VISCOSITY PETROLEUM MIXTURE CAN CAUSE LUNG INJURY IF INGESTED AND ASPIRATED. CAUSES EYE AND SKIN IRRITATION.

USE ONLY AS A FUEL.

HEALTH EFFECTS

SKIN:
Repeated or prolonged contact may result in defatting, redness, itching, inflammation, cracking and possible

secondary infection. May cause allergic reactions in some individuals. Absorption from prolonged or repeated skin contact may cause systemic toxicity. Skin contact may produce a sunburn-like condition through an increased sensitivity to sunlight or other light sources.

EYE:

May cause slight eye irritation, experienced as mild discomfort and seen as slight excess redness of the eye.

INHALATION:

May cause symptoms of drowsiness or narcosis from inhalation of high vapour concentration.

INGESTION:

May be irritating to mouth, throat, and stomach. Symptoms may include pain, nausea, vomiting, and diarrhea. Because of its low viscosity, this material can directly enter the lungs, if swallowed, or if subsequently vomited. Once in the lungs it is very difficult to remove and can cause severe injury or death. Symptoms may include pain, nausea, vomiting and diarrhea.

LONG TERM TOXIC EFFECTS:

Suspect cancer hazard. Contains a component(s) that may cause cancer. Risk of cancer depends on duration and level of exposure.

Toxic gas hazard.

See section 11 for additional information.

4. FIRST AID

SKIN CONTACT:

Wash skin thoroughly with plenty of water, using soap if available. Remove contaminated clothing. In case of burns through contact with hot product, cool with plenty of running water. Get medical attention.

EYE CONTACT:

Rinse immediately with plenty of water until irritation subsides, or at least 15 min. Hold eyelids apart while flushing to rinse entire surface of eye and lids with water. Splashes of hot product should be immediately flushed with clean water until irritation subsides. Get immediate medical attention.

INHALATION:

In emergency situations use proper respiratory protection to immediately remove the affected victim from exposure. If not breathing, ensure clear airway. Remove to fresh air. Administer artificial respiration if breathing has stopped. If breathing is difficult, qualified medical personnel may administer oxygen. Keep at rest. Call for prompt medical attention.

INGESTION:

If swallowed, DO NOT induce vomiting. Aspiration of the material can cause serious lung injury such as chemical pneumonia. Call a doctor immediately. If spontaneous vomiting occurs, keep head below hips to prevent aspiration and monitor for breathing difficulty. Never give anything by mouth to an unconscious person.

ADVICE TO DOCTOR:

This product may present an aspiration hazard. See related comments in this MSDS. If spontaneous vomiting has occurred after ingestion, the patient should be monitored for difficult

breathing, as adverse effects of aspiration into the lungs may be delayed up to 48 hours.

5. FIRE-FIGHTING MEASURES

Ignition temp. (degrees c): 350
Flammable limits (% by volume): Not Determinate
Flash point (degrees c): > 60 (PMCC)

FIRE EXTINGUISHING AGENTS: According to the U.S. National Fire Protection Association Guide, use water fog, foam, dry chemical foam, or carbon dioxide (CO₂) to extinguish flames. Water or foam may cause frothing. Use water to cool fire-exposed containers. If a leak or spill has not ignited, use water spray to disperse the vapours and to provide protection for persons attempting to stop the leak.

INAPPROPRIATE EXTINGUISHING MEDIA:
 Straight Streams of Water

FIRE AND EXPLOSION HAZARDS:
 Combustible material, low hazard. The product can form flammable mixtures or can burn only on heating above the flash point. However, in a small percentage of residual fuels, light hydrocarbon components can generate flammable headspace gases not detectable by the flash point test. If leak or spill has not ignited, ventilate area and use water spray to disperse gas or vapor and to protect personnel attempting to stop leak. Use water to flush spills away from sources of ignition.

SPECIAL FIRE-FIGHTING PROCEDURES:
 Water fog or spray, to cool fire-exposed surfaces (e.g. containers) and to protect personnel, should only be used by personnel trained in fire fighting. Cut off "fuel"; depending on circumstances, either allow the fire to burn out under controlled conditions or use foam or dry chemical powder to extinguish the fire.

Respiratory and eye protection required for fire fighting personnel exposed to fumes or smoke

EXPLOSION HAZARDS:
 Full body flame-resistant clothing and/or turn-out gear recommended for persons attempting leak or spill control for fire fighting.

6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

PERSONAL PRECAUTIONS:
 See Section 8.

NOTIFICATION PROCEDURES:
 In the event of a spill or accidental release, notify immediately relevant authorities in accordance with all applicable regulations. Eliminate all ignition sources including internal combustion engines and power tools. Ventilate area. Keep people away. Stay upwind and warn of possible downwind explosion hazard. Avoid breathing vapours and eye or skin contact. Use respirator and protective clothing as discussed in this MSDS (see section 8). Use supplied-air respirator for large releases in confined area. Contain spill if possible. Remove with inert absorbent and place in container for disposal at an approved facility. Prevent entry into sewers and waterways.

STOP LEAK IF YOU CAN DO IT WITHOUT RISK

7. HANDLING AND STORAGE

HANDLING:
 Avoid contact with skin. Use proper bonding and/or grounding procedures. Prevent small spills and leakage to avoid slip hazard. Material can accumulate static charges which may cause an electrical spark (ignition source).

STORAGE:
 Keep container closed. Handle containers with care. Open slowly in order to control possible pressure release. Store in a cool, well-ventilated area. Storage containers should be grounded and bonded. Drums must be grounded and bonded and equipped with self-closing valves, pressure vacuum bungs and flame arresters.

Keep away from heat, sparks and flames. Keep containers tightly closed. Handle and store in well-ventilated area and in accordance with local regulations regarding flammable liquids.

8. EXPOSURE CONTROLS AND PERSONAL PROTECTION

ENGINEERING CONTROLS:
 Ventilation and other forms of engineering controls are often the preferred means for controlling chemical exposure.

EYE/FACE PROTECTION:
 Avoid eye contact. The wearing of chemicals safety goggles or face shield is recommended.

SKIN PROTECTION:
 Avoid contact with skin or clothing. Skin contact can be minimized by wearing impervious protective clothing including gloves. Protective clothing made from neoprene, nitrile, or n-butyl rubber is suitable in these applications.

Exposed employees should exercise reasonable personal cleanliness; this includes cleansing exposed skin several times daily with soap and water, and laundering or dry cleaning soiled work clothing at least weekly.

INHALATION
 If operating conditions create airborne concentrations that are excessive and may exceed the exposure standard(s), the use of an approved respirator is recommended.

RESPIRATORY PROTECTION:
 If engineering controls do not maintain airborne contaminant concentrations at a level which is adequate to protect worker health, an approved respirator may be appropriate. Respirator selection, use, and maintenance must be in accordance with regulatory requirements, if applicable. Types of respirators to be considered for this material include:
 No special requirements under ordinary conditions of use and with adequate ventilation.

For high airborne concentrations, use an approved supplied-air respirator, operated in positive pressure mode. Supplied air respirators with an escape bottle may be appropriate when oxygen levels are inadequate, gas/vapor warning properties are poor, or if air purifying filter capacity/rating may be exceeded.

PERSONAL PROTECTION:

In open systems where contact is likely, wear safety goggles, chemical-resistant overalls, and chemically impervious gloves.

Where only incidental contact is likely, wear safety glasses with side shields. No other special precautions are necessary provided skin/eye contact is avoided.

9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

BOILING POINT:	160 - 400 C
FLASH POINT	> 60 deg C
FLAMMABILITY	350 deg C
VAPOUR PRESSURE:	Negligible
VAPOUR DENSITY AT 1 BAR (Air=1):	Heavier than air
DENSITY:	g/ml: at 15 deg. C range 0.81- 0.89
AUTO-IGNITION	Not determinate
VISCOSITY:	mm ² /S: 1,4-14 at 40 deg. C
POUR POINT:	< 6 C
BENZENE	Not determinate
HYDROGEN SULPHIDE	Not determinate
SULPHUR	0,05% - 2,0%
APPEARANCE:	Light amber – Dark amber
ODUOR:	Petrol diesel

10. STABILITY AND REACTIVITY**STABILITY:**

Material is stable under normal conditions.

CONDITIONS TO AVOID:

Avoid contact with strong oxidizers.

INCOMPATIBLE MATERIALS:

May react with strong acids or strong oxidizing agents, such as chlorates, nitrates, peroxides, etc.

HAZARDOUS DECOMPOSITION PRODUCTS:

Hydrogen sulphide (Elevated temperatures)

HAZARDOUS POLYMERIZATION:

Will not occur.

11. TOXICOLOGICAL INFORMATION**GENERAL:**

Contains middle distillates. Middle distillates have caused skin cancer in laboratory animals following lifetime application to the skin. Brief or intermittent skin contact is not expected to cause adverse effects if it is washed thoroughly. Avoid prolonged or repeated skin contact or breathing of vapour or mist.

U.S. NIOSH has recommended whole diesel exhaust be regarded as a potential occupational carcinogenic response in laboratory animals exposed to whole diesel exhaust. The excess risk has not been estimated. Avoid exposure to diesel exhaust. Note: exhaust from fuel oils and gas oils may present similar exposure potential and should also be avoided.

12. ECOLOGICAL INFORMATION

In the absence of specific environmental data for this product, this assessment is based on information for general hydrocarbon components found in residual fuels. Residual fuels, immediately following a release into the environment, will remain largely on the soil surface, and in water, will distribute largely between the water and sediment surfaces. Based on chemical/physical information from the literature for selected components in this product, harmful effects to terrestrial and aquatic habitats could occur. This product is expected to be resistant to biodegradation and to persist in the environment.

13. DISPOSAL CONSIDERATIONS**WASTE DISPOSAL:**

Place contaminated materials in disposable containers and dispose of in a manner consistent with applicable regulations. Contact local environmental or health authorities for approved disposal of this material.

REMARKS:

Releases of this product should be prevented from contaminating soil, and from entering drainage, sewer systems, and all bodies of water.

14. TRANSPORT INFORMATION

UN NUMBER: 1202
PROPER SHIPPING NAME: Gas oil or Diesel Fuel or Heating Oil Light

ADDITIONAL INFORMATION:

Transport in accordance with local regulations regarding flammable liquids.

15. REGULATORY INFORMATION

For current health and safety information on marine fuels, contact any Sales representative in the country where the bunker purchase took place.

16. OTHER INFORMATION**SOURCE OF KEY DATA:**

The recommendations presented in this Material Safety Data Sheet were compiled from actual test data (when available), comparison with similar products, component information from suppliers and from recognised codes of good practice.

-----NOTE-----

The information and recommendations contained herein are, to the best of knowledge and belief, accurate and reliable as of the date issued, but are offered without guarantee or warranty. They relate to the specific material designated and may not be valid for such material used in combination with any other materials or in any process. Conditions of use of the material are under the control of the user; therefore, it is the user's responsibility to satisfy himself as to the suitability and completeness of such information for his own particular use.

-----END-----

E. CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Membrete Compañía

CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE BIODIÉSEL, NORMA (ASTM D6751 O EN 14214)

Nombre cliente: _____

Dirección cliente: _____

Número de muestra: _____ Tipo de muestra: _____

Análisis extendido (fecha): _____

Propiedad	Método ASTM	Límites	Unidades	Resultado	Aprobado
Calcio y magnesio, combinado	EN 1438	5 máx.	ppm (ug/g)		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Punto de inflamabilidad	D 93	93 mín.	Grados Celsius		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Control de alcohol (uno de los siguientes) 1. Contenido de metanol 2. Punto de inflamabilidad	EN 14110 D 93	0.2 máx. 130 mín.	% volumen Grados Celsius		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Agua y sedimentos	D 2709	0.05 máx.	% volumen		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Viscosidad cinemática a 40°C	D 445	1.9 – 6.0	mm ² /segundo		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Ceniza sulfatada	D 874	0.02 máx.	% másico		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Azufre Grado S 15 Grado S 500	D 5453 D 5453	0.0015 máx. 0.05 máx.	% másico (ppm) % másico (ppm)		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Corrosión de cobre	D 130	No. 3 máx.			Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Cetano	D 613	47 min.			Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Punto de enturbiamiento	D 2500	Reporte	Grados Celsius		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Residuo de carbono muestra 100%	D 4530	0.05 máx.	% másico		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Número de ácido	D 664	0.50 máx.	% másico		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Glicerina libre	D 6584	0.020 máx.	mg KOH/g		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Glicerina total	D 6584	0.240	% másico		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Contenido de fósforo	D 4951	0.001 máx.	% másico		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Destilación, T90 AET	D 1160	360 máx.	Grados Celsius		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Sodio/potasio combinado	EN 14538	5 máx.	ppm		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Estabilidad oxidativa	EN 14112	3 mín.	Horas.		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

* Denota si la prueba fue realizada en un laboratorio externo.

Notas: _____

Vo. Bo.: _____ Fecha: _____

(Representante aseguramiento de calidad)

F. FORMULARIO DE APLICACIÓN

Nombre de la compañía: _____

Dirección de correo físico: _____

Persona de contacto: _____

Tel.: _____ Ext.: _____ Cel.: _____

Correo electrónico: _____

¿Sus instalaciones son subsidiarias de otra compañía? SÍ NO

Si su respuesta fue "SÍ", identifique la organización madre: _____

Identifique todas las locaciones de las instalaciones para la cuales aplicará la certificación, incluyendo dirección física: _____

Proporcione una descripción de todos los productos y servicios que su organización provee y que están relacionados a este programa: _____

"Yo y la compañía a la cual represento renunciemos y liberamos al Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia y a sus comisionados, directores, funcionarios y agentes, de todo reclamo que podamos tener como resultado o relación con esta solicitud; de cualquier auditoría o examen realizado por el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia, a la que estamos de acuerdo; de los resultados dados por el auditor y las decisiones del Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia basadas en ella, incluyendo, en su caso, el incumplimiento por parte de la Comisión de una acreditación o certificación o la revocación de la certificación. Se entiende que la decisión sobre si mi empresa califica para un certificado es avalada, es exclusivamente por el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia, y que su decisión es definitiva".

Firma: _____

Fecha: _____

DPI CUI: _____

G. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE AUDITORÍA EXTERNA

1. ALCANCE (Auditar al final)

No.	CRITERIO	SÍ	NO	COMENTARIO	RELEVANCIA
1.0	Demuestra el compromiso de producir biodiésel de acuerdo con la norma ASTM D6751 o EN 14214.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
1.1	Aborda la garantía de calidad mediante la aplicación efectiva del programa, que incluye procesos para la acción correctiva y la prevención de la no conformidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto

2. REFERENCIAS

Normas de métodos oficiales listados en la norma ASTM D6751 o EN 14214, según la organización seleccione. (Confirmar número de norma oficial previo a auditar).

Norma ASTM D6751					
No.	CRITERIO	SÍ	NO	COMENTARIO	RELEVANCIA
2.1	EN 14538: "Fat and oil derivatives – Fatty Acid Metil esters (FAME) – Determination of Ca, K, Mg y Na content by optical emission spectralanalysis with inductively coupled plasma (ICP OES)". Derivados de grasa y aceite - Ésteres metílicos de ácido graso – Determinación del contenido de Ca, K Mg y Na por análisis de emisión espectral óptica con plasma inductivado acoplado (ICP OES, por sus siglas en inglés).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.1	D 93: "Standard Test Method for Flash Point by Pensky-Martens Closed Cup Tester". Método de Prueba Estándar para Punto de Inflamación por el Probador Pensky-Martens de Copa Cerrada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.1	EN 14110: "Fat and oil derivatives – Fatty Acid Metil esters (FAME) – Determination of methanol content". Derivados de grasa y aceite - Ésteres metílicos de ácido graso – Determinación del contenido de metanol.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.1	D 2709: "Standard Test Method for Water and Sediment in Middle Distillate Fuels by Centrifuge". Método de Prueba Estándar para Agua y Sedimento en Combustibles Destilados Medios por Centrifugación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.1	D 445: "Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and the Calculation of Dynamic Viscosity)". Método de Prueba Estándar para Viscosidad Cinemática de Líquidos Transparentes y Opacos (y el Cálculo de la Viscosidad Dinámica).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.1	D 874: "Standard Test Method for Sulfated Ash from Lubricant Oils and Additives". Método de Prueba Estándar para Cenizas Sulfatadas provenientes de Aditivos y Aceites Lubricantes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.1	D 5453: "Standard Test Method for Determination of Total Sulfur in Light Hydrocarbons, Motor Fuels"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto

	and Oils by Ultraviolet Fluorescence”. Método de Prueba estándar para Determinación de Azufre Total en hidrocarburos Livianos, Combustibles de Motor y Aceites por Fluorescencia Ultravioleta.				
2.1	D 130: “Standard Test Method for Detection of Cooper Corrosion from Petroleum Products by the Cooper Strip Tarnish Test”. Método de Prueba Estándar para Detección de Corrosión en Cobre de Productos de Petróleo por la Prueba de Empañamiento de la Tira de Cobre.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.1	D 613: “Standard Test Method for Cetane Number of Diesel Fuel Oil”. Método de Prueba Estándar para Número de Cetano de Aceite Combustible Diesel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.1	D 2500: “Standard Test Method for Cloud Point of Petroleum Products”. Método de Prueba Estándar para Punto de Enturbamiento de Aceites de Petróleo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.1	D 4530: “Standard Test Method for Determination of Carbon Residue (Micro Method)”. Método de Prueba Estándar para Determinación de Residuo de Carbón (Método Micro).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.1	D 664: “Standard Test Method for Acid Number of Petroleum Products by Potentiometric Titration”. Método de Prueba Estándar para Número Ácido de Productos de Petróleo por Titulación Potenciométrica.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.1	D 6584: “Standard Test Method for Determination of Free and Total Glycerine in B-100 Biodiesel Methyl Esters by Gas Chromatography”. Método de Prueba Estándar para la Determinación de Glicerina Libre y Total en Biodiesel B-100 de Ésteres Metílicos por Cromatografía de Gases.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.1	D 4951: “Standard Test Method for Determination of Additive Elements in Lubricating Oils by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission”. Método de Prueba Estándar para la Determinación de Elementos Aditivos en Aceites Lubricantes por Emisión de Plasma Atómico Inductivado Acoplado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.1	D 1160: “Standard Test Method for Distillation of Petroleum Products at Reduced Pressure”. Método de Prueba Estándar para Destilación de Productos de Petróleo a Presión Reducida.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.1	EN 14112: “Fat and oil derivatives – Fatty Acid Metil esters (FAME) – Determination of oxidation stability (accelerated oxidation test)”. Derivados de grasa y aceite - Ésteres metílicos de ácido graso- – Determinación de la estabilidad a la oxidación (prueba de oxidación acelerada).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto

Nota: Verificar la versión más reciente de las normas de métodos oficiales. No contar con algunos de estos documentos o tener una versión Alto a dos años, es motivo de fallo Alto con el cumplimiento. Tener una versión de un año de antigüedad es motivo de fallo Bajo con el cumplimiento.

2.2. Normas Informativas.

No.	CRITERIO	SÍ	NO	COMENTARIO	RELEVANCIA
2.2	ISO 9001: "Quality Management System – requirements". Gestión del Sistema de Calidad – Requerimientos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.2	ASTM D4176: "Standard Test Method for Free Water and Particulate Contamination in Distillate Fuels (Visual Inspection Procedures)". Método de prueba estándar para agua libre y contaminación por partículas en combustibles destilados (procedimientos de inspección visual).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.2	ASTM D4057: "Standard Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products". Práctica estándar para el muestreo manual de petróleo y productos derivados del petróleo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.2	ASTM D1298: "Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method". Método de prueba estándar para densidad, densidad relativa (gravedad específica) o gravedad API de petróleo crudo y productos de petróleo líquido por método de hidrómetro.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.2	ASTM D4052a: "Standard Tests Method for Density and Relative Density of Liquids by Digital Density Meter". Método de pruebas estándar para la densidad y la densidad relativa de líquidos por medidor de densidad digital.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.2	ASTM D6299: "Standard Practice for Applying Statistical Quality Assurance and Control Charting Techniques to Evaluate Analytical Measurement System Performance". Práctica estándar para aplicar técnicas estadísticas de control de calidad y control para evaluar el rendimiento del sistema de medición analítica.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.2	ASTM D7371: "Standard Test Method for Determine of Biodiésel (Fatty Acid Methyl Esters) Content in diésel Fuel Oil Using Mid Infrared Spectroscopy (FTIR-ATR-PLS Method)". Método de prueba estándar para determinar el contenido de biodiésel (ésteres de ácidos grasos y ésteres de metilo) en el aceite combustible diésel utilizando espectroscopía de infrarrojo medio (método FTIR-ATR-PLS).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.2	ASTM D975: "Standard Specification for diésel Fuel Oils". Especificación estándar para aceites de combustible diésel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Bajo
2.2	ASTM D396: "Standard Specification for Fuel Oils". Especificación estándar para aceites de combustible.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Bajo
2.2	ASTM D7467: "Standard Specification for Diesel Fuel Oil, Biodiesel Blend (B6 to B20)". Especificación estándar para combustible diesel, mezcla de biodiesel (B6 a B20).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
2.2	ASTM D3244: "Standard Practice for Utilization of Test Data to Determine Conformance with Specifications". Práctica estándar para la utilización de datos de prueba para determinar el cumplimiento de las especificaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto

2.2	ASTM D6617: “Standard Practice for Laboratory Bias Detection Using Single Test Result from Standard Material”. Práctica estándar para la detección de sesgo de laboratorio utilizando el resultado de prueba única del material estándar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
-----	--	--------------------------	--------------------------	--	------

Nota: Verificar la versión más reciente de las normas de métodos oficiales. No contar con algunos de estos documentos o tener una versión Alto a dos años, es motivo de fallo Alto con el cumplimiento. Tener una versión de un año de antigüedad es motivo de fallo Bajo con el cumplimiento. ^a La norma ASTM D4052 puede ser sustituida si en el método se utiliza la norma ASTM D1298 en su lugar, o viceversa.

3. DOCUMENTACIÓN NECESARIA

No.	CRITERIO	SÍ	NO	COMENTARIO	RELEVANCIA
3.1	El sistema de gestión de calidad incluye un manual de calidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
3.1	Se debe definir y documentar una política de calidad que incluya objetivos y un compromiso con la calidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
3.1	La política de calidad está relacionada con los objetivos comerciales de la producción de biodiésel y las expectativas de sus clientes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
3.1	El sistema de gestión de calidad incluye procedimientos documentados del programa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
3.1	El sistema de gestión de calidad incluye documentación y registros requeridos en el programa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
3.1	Documentación de procesos productivos que describen el proceso que se emplea para determinar y documentar cómo se cumplen los requisitos de calidad operacional y de conformidad con los requisitos del programa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
3.1	Los procedimientos hacen referencia a las instrucciones de trabajo que definen cómo se realiza una actividad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
3.1	Verificación de que la versión actual de cada documento controlado se está utilizando o se encuentra en el Manual de Calidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
3.1	Verificación de que los registros se están estableciendo, son legibles y se mantienen para brindar evidencia de la implementación, operación y cumplimiento efectivos del sistema de calidad de la organización.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
3.1	Verificación de que los registros se conservarán durante al menos dos años y se mantienen de manera que se asegure la integridad del registro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Bajo
3.1	La organización establece y mantiene un sistema de calidad documentado que contiene disposiciones, que explícitamente o por referencia incluyen los requisitos contenidos en el programa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
3.1	La organización implementa la revisión más reciente de los Requisitos del Programa en su sistema de gestión de calidad dentro de los 90 días posteriores a la fecha de vigencia de la última revisión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Bajo

4. ASEGURAMIENTO DE RESPONSABILIDAD

No.	CRITERIO	SÍ	NO	COMENTARIO	RELEVANCIA
4.1	La organización cuenta con un representante de gestión de calidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
4.1	El representante de gestión de calidad preside reuniones de revisión del sistema de gestión de calidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Bajo
4.1	El representante de gestión de calidad informa sobre el desempeño del programa de calidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
4.1	El representante de gestión de calidad asegura que la versión más reciente de los documentos de calidad esté disponible.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
4.1	La organización debe haber desarrollado e implementado un sistema para realizar auditorías internas de calidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
4.1	Cada elemento del sistema de calidad se audita como mínimo una vez al año.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Moderado
4.1	Las no conformidades citadas se resuelven de manera oportuna según lo definido en los procedimientos documentados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Moderado
4.1	El proceso de auditoría, los informes de no conformidad, los planes de acción correctiva y las acciones correctivas efectivas se incluyen en los registros de auditoría interna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
4.1	Se documenta la verificación que audita las no conformidades, las acciones correctivas y la verificación de efectividad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Bajo
4.1	Verificación de que un informe de auditoría interna fue generado y distribuido al equipo de gestión de calidad y a la gerencia.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Bajo
4.1	Las reuniones de revisión de la gerencia incluyen resultados sobre las acciones de seguimiento sobre el estado de acciones preventivas y correctivas, cambios que podrían afectar el sistema de gestión de calidad y recomendaciones para mejorar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Bajo

5. SISTEMAS DE CONTROL

No.	CRITERIO	SÍ	NO	COMENTARIO	RELEVANCIA
5.1	La organización posee las hojas de seguridad y fichas técnicas de las materias primas que usa en su proceso productivo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
5.1	La organización realiza pruebas aleatorias de verificación de calidad de las materias primas del proveedor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
5.1	La organización documenta y mantiene un sistema de control de cambios para materias primas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
5.1	La organización documenta y mantiene un sistema de control de cambios para equipos y tecnologías.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Bajo
5.1	La organización documenta y mantiene un sistema de control de cambios para procesos productivos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Moderado
5.1	La organización documenta y mantiene un sistema de gestión de residuos desde su generación hasta la disposición final.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto

5.1	La organización racionaliza materias primas y desarrolla procedimientos de procesos productivos bajo la iniciativa de producción en ciclo cerrado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Moderado
5.1	La organización documenta y mantiene un registro de la producción de cada lote de biodiésel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
5.1	Los lotes de producción se gestionan de forma tal que una vez se identifica el lote, no se introduce ningún otro producto sin reconfirmar que cumple con las especificaciones.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
5.1	Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) documentan y mantienen un sistema de control de registros de análisis de Laboratorios.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
5.1	El sistema de control de registros de análisis de Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) incluye la versión más reciente de la norma ASTM D6751.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
5.1	El sistema de control de registros de análisis de Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) incluye documentación de calibración de los equipos tan frecuentemente como lo indique el método de prueba.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
5.1	El sistema de control de registros de análisis de Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) incluye documentación de estandarización de los reactivos tan frecuentemente como lo indique el método de prueba.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
5.1	El sistema de control de registros de análisis de Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) incluye documentación de verificaciones en duplicado de los resultados de análisis.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Bajo
5.1	El sistema de control de registros de análisis de Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) incluye documentación del control para abordar las no conformidades con acciones correctivas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Moderado
5.1	El sistema de control de registros de análisis de Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) incluye documentación del control para abordar las no conformidades recomendando y/o aplicando acciones preventivas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Moderado
5.1	El sistema de control de registros de análisis de Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) incluye documentación de los registros de los análisis realizados y reportes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Bajo

6. LABORATORIOS

No.	CRITERIO	SÍ	NO	COMENTARIO	RELEVANCIA
6.1	Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto

	desarrollan y documentan procedimientos para la gestión de muestras.				
6.1	La documentación para gestión de muestras de Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) incluye la identificación del tipo de muestra.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
6.1	La documentación para gestión de muestras de Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) incluye el procedimiento de extracción y manipulación de muestras de acuerdo con el tipo de muestra.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
6.1	La documentación para gestión de muestras de Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) incluye indicaciones y condiciones de almacenamiento y retención de muestras.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Moderado
6.1	La documentación para gestión de muestras de Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) incluye la disposición de muestras de no conformidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Moderado
6.1	La documentación para gestión de muestras de Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) incluye la verificación del cumplimiento de las especificaciones de la norma ASTM D6751.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
6.1	Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) verifican que todos los lotes de producción alcancen homogeneidad antes de proceder a cualquier prueba adicional.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
6.1	Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) verifican la homogeneidad del producto por cada lote consecutivo de producción que utilice la misma materia prima usando el método especificado en la norma ASTM D4057.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
6.1	Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) verifican la homogeneidad del Biodiésel elaborado con materias primas diferentes usando el método especificado norma ASTM D1298 o ASTM D4052.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
6.1	Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) realizan pruebas de especificación completas de acuerdo con la norma ASTM D6751.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
6.1	Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) documentan los resultados y reportes de las pruebas de especificación completa de acuerdo con la norma ASTM D6751.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
6.1	Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) generan un certificado de análisis sólo si se establece que el biodiésel elaborado cumple con las especificaciones de la norma ASTM D6751.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto

6.1	La organización posee un nivel de confianza con respecto al biodiésel que produce. (Ver segundo párrafo del inciso b en la sección 6 del programa).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
6.1	Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) realizan y documentan pruebas de especificación adicional de acuerdo con alguno de los métodos de la norma ASTM D4176 de aspecto visual.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Moderado
6.1	Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) documentan y mantienen reportes de análisis de las pruebas de homogeneidad, especificación completa y de aspecto visual del biodiésel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Moderado
6.1	Laboratorios internos o externos que sean utilizados por la organización (propios o subcontratados) tienen establecidas y mantienen prácticas de control de calidad para cada método de prueba realizado de acuerdo con la norma ASTM D6299.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Moderado

7. MEZCLAS Y ALMACENAMIENTO

No.	CRITERIO	SÍ	NO	COMENTARIO	RELEVANCIA
7.1	Solo los lotes de producción que cumplen con las pruebas de homogeneidad, especificación completa y de aspecto visual, se mezclan con otros lotes verificados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
7.1	Para mezclas inferiores a biodiésel B99, se miden y registran volúmenes y niveles de mezcla; validando el contenido de biodiésel usando la norma ASTM D7371.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
7.1	El porcentaje de éster metílico para mezclas inferiores o igual a B5 se encuentra dentro del 0.50% volumen/volumen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
7.1	El porcentaje de éster metílico para mezclas inferiores o igual a B5 se encuentra dentro del 0.50% volumen/volumen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
7.1	La organización conoce y documenta si el combustible diésel usado en las operaciones de mezcla contiene cualquier porcentaje de biodiésel previo al proceso de mezclado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
7.1	Todos los tanques de almacenamiento se dedican al servicio de almacenar producto especificado en la placa de datos del tanque, y no para otros usos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
7.1	Los tanques, materiales de diseño y construcción usados para el servicio de almacenamiento de líquidos combustibles inflamables cumplen con las especificaciones estándares para el diésel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
7.1	Los tanques que contienen biodiésel y han estado inactivos por 30 días o más, se prohíben de comercialización hasta que se realice una prueba de agua, sedimentos y estabilidad de oxidación según la norma ASTM D6751.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
7.1	Si un tanque de almacenamiento que contiene biodiésel ha estado inactivo por 30 días o más, y no cumple con las especificaciones de la norma ASTM D6751, se aísla y se toman acciones de	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto

	procedimientos para el control de producto de no conformidad.				
--	---	--	--	--	--

8. COMERCIALIZACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y TRANSPORTE

No.	CRITERIO	SÍ	NO	COMENTARIO	RELEVANCIA
8.1	La organización como agente comercial en calidad de comprador, documenta y registra la procedencia y cantidad de biodiésel adquirido, y lo ensaya según la norma ASTM D6751, para verificar que cumple con las especificaciones de la norma.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Moderado
8.1	La organización como agente comercial en calidad de vendedor, documenta, registra y extiende un certificado de análisis que garantiza el cumplimiento de la norma ASTM D6751.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
8.1	Si la organización como agente comercial gestiona el transporte del biodiésel producido, incluye en sus contratos estándares de limpieza para los transportes contratados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Moderado
8.1	Si la organización como agente comercial gestiona el transporte del biodiésel producido, arregla con el personal en el sitio para realizar y documentar la verificación periódica requerida de que estos transportes cumplen con el estándar de limpieza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Moderado
8.1	Todos los tanques de distribución se dedican al servicio de distribución de biodiésel y no para otro producto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Moderado
8.1	El programa de calidad de la organización incluye estándares de especificación de limpieza que tratan temas de compatibilidad de materiales y químicos, inspecciones y limpieza, para camiones, vagones y embarcaciones usados para distribuir mezclas de biodiésel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto

9. ELEMENTOS AUXILIARES

No.	CRITERIO	SÍ	NO	COMENTARIO	RELEVANCIA
9.1	La organización proporciona un certificado de análisis con cada carga de combustible entregado y lo presenta al comprador a la entrega del combustible, lo documenta y mantiene registros.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
9.1	La organización ha desarrollado una metodología para definir y establecer indicadores de desempeño.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
9.1	La organización tiene indicadores de desempeño en los procesos de producción de biodiésel B100 y sus mezclas, los documenta y mantiene registros.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
9.1	La organización tiene indicadores de desempeño en los procesos de comercialización de biodiésel B100 y sus mezclas, los documenta y mantiene registros.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

10. REGULACIONES

10.1 ELEMENTOS DE COMPENSACIÓN

No.	CRITERIO	SÍ	NO	COMENTARIO	RELEVANCIA
10.1	La organización ha desarrollado y documentado procedimientos para asegurar que el producto de no	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto

	conformidad es impedido de uso o envío intencional si no cumple con la norma ASTM D6751.				
10.1	La organización ha definido controles que permitan identificar, documentar, evaluar, segregar y disponer de producto de no conformidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
10.1	Las acciones correctivas emiten respuesta inmediata a las no conformidades de la calidad del producto (incluidas las denuncias internas y de clientes).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Alto
10.1	Las acciones correctivas no se cierran hasta que se ha completado y registrado la actividad de efectividad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
10.1	Los registros de las acciones correctivas se documenten y mantienen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
10.1	Las acciones preventivas detallan la condición que podría ocasionar una no conformidad (ya sea relacionada con la calidad del producto o procesos del sistema de gestión de calidad).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
10.1	Los registros de las acciones preventivas se documenten y mantienen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

H. METODOLOGÍA INDICADORES DE DESEMPEÑO

Basado en la norma ISO 50006, se propone la siguiente metodología para definir y establecer indicadores de desempeño para la organización que desee acreditarse:

1. Obtener información relevante acerca del desempeño de las operaciones de la organización.
 - a. Definir y cuantificar flujos de entrada y salida (energía, agua, materias primas, biodiésel, ganancias), por proceso, equipo o procedimiento, de acuerdo con lo que la organización desee medir.
 - b. Definir y cuantificar variables relevantes (tiempos de reacción, relación de materia prima y biodiésel producido, calidad de materia prima como caracterización de aceites, relación entre generación de subproductos y calidad de materia prima, generación de jabones).
2. Identificar indicadores de desempeño.
 - c. Determinar características específicas del desempeño de las operaciones de la organización.
 - 1) Tasa o ratio de valores medidos, por ejemplo:
 - a) kWh energía consumida/L biodiésel producido
 - b) kWh energía requerida/kWh energía consumida
 - c) m³ agua consumida/L biodiésel producido
 - d) kg acetite/L biodiésel producido

- e) L biodiésel deseable/L biodiésel producido
- f) \$ venta biodiésel deseable/\$ venta biodiésel real

2) Señalar las consideraciones para cada tasa o ratio de valores medidos. Por ejemplo:

INDICADOR	CONSIDERACIONES
kWh energía consumida/L biodiésel producido	Considera la energía consumida en el proceso de reacción y no de toda la planta.

3. Establecer líneas bases para cada indicador de desempeño. Para cada indicador de desempeño:
 - a. Determinar el propósito específico para el cual se usará.
 - b. Determinar el período de referencia.
 - c. Recolectar información de registros de reportes y resultados de operación y auditorías.
 - d. Establecer y evaluar la línea base para cada indicador.

4. Usar los indicadores de desempeño.
 - a. Calcular los ahorros de las mejoras en el desempeño.
 - b. Determinar cambios en los indicadores de desempeño.
 - c. Documentar y comunicar los resultados de los indicadores de desempeño.

5. Mantener y ajustar los indicadores de desempeño y sus respectivas líneas base.