

**EVALUACIÓN FINANCIERA DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE BIODIESEL
A PARTIR DE ACEITES USADOS DE COCINA**

**DIEGO CHAVERRA MENDOZA
JORGE MERCADO SÁNCHEZ**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESPECIALIZACIÓN EN FINANZAS
CARTAGENA
2011**

**EVALUACIÓN FINANCIERA DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE BIODIESEL
A PARTIR DE ACEITES USADOS DE COCINA**

**DIEGO CHAVERRA MENDOZA
JORGE MERCADO SÁNCHEZ**

Asesor: Ing. Julio Amézquita, M.A.

**Monografía de grado como requisito para optar al título de Especialista en
Finanzas**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESPECIALIZACIÓN EN FINANZAS
CARTAGENA
2011**

CONTENIDO

1.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	7
1.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	8
1.3.	JUSTIFICACIÓN	8
1.4.	OBJETIVOS	10
2.	MARCO DE REFERENCIA	11
2.1.	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	11
2.2.	MARCO TEÓRICO	15
2.2.1	PRINCIPALES VENTAJAS DEL BIODIESEL	16
2.2.2.	LIMITACIONES DEL BIODIESEL	18
2.2.3.	PRINCIPALES RETOS DEL BIODIESEL	18
2.2.4.	PROCESO INDUSTRIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL	19
2.2.5.	MATERIAS PRIMAS	19
2.2.6.	VENTAJAS ENERGÉTICAS, MEDIOAMBIENTALES Y ECONÓMICAS DEL BIODIESEL	25
2.2.7.	EMPLEO DEL BIODIESEL	26
2.2.8.	SEGURIDAD DEL BIODIESEL	26
2.3.	MARCO CONCEPTUAL	27
3.	ESTUDIO DE MERCADO	29
3.1.	DESCRIPCIÓN DE LA CADENA PRODUCTIVA DE COMBUSTIBLES AUTOMOTRICES	29

3.2.	CONSUMO DEL DIESEL (ACPM) EN COLOMBIA	30
3.3.	PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE DIESEL EN COLOMBIA	32
3.4.	ESTRUCTURA ACTUAL DEL MERCADO DEL BIODIESEL	33
3.5.	ESTIMACIÓN DEL MERCADO POTENCIAL DEL BIODIESEL	34
3.6.	PROYECCIONES DE LA DEMANDA POTENCIAL DEL BIODIESEL	35
3.7.	MERCADO POTENCIAL DEL BIODIESEL	36
3.8.	JUSTIFICACIÓN DEL MERCADO OBJETIVO DEL BIODIESEL PARA COLOMBIAN BIOFUEL	37
3.9.	ESTIMACIÓN DEL MERCADO OBJETIVO	37
3.10.	DEFINICIÓN DEL MERCADO META PARA COLOMBIAN BIOFUEL	39
3.11.	JUSTIFICACIÓN DEL MERCADO META PARA COLOMBIAN BIOFUEL	39
3.12.	ESTIMACIÓN GENERAL DEL MERCADO DEL BIODIESEL	39
3.13.	PERFIL DEL CLIENTE DEL BIODIESEL	40
3.14.	PRODUCTOS SUSTITUTOS Y COMPLEMENTARIOS DEL BIODIESEL	41
3.15.	MERCADO DE LA GLICERINA	41
3.16.	PRECIOS DE LA GLICERINA	44
3.17.	CONSOLIDADO DEL MERCADO META DE COLOMBIAN BIOFUEL	44
4.	ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA	45
4.1.	PRINCIPALES PARTICIPANTES Y COMPETIDORES POTENCIALES DEL BIODIESEL	45
4.2.	OFERTA DEL BIODIESEL DE PRIMERA GENERACIÓN EN EL PAÍS	47
4.3.	ANÁLISIS DE LAS EMPRESAS COMPETIDORAS DEL BIODIESEL	50
4.4.	ANÁLISIS DEL COSTO DEL BIODIESEL DE COLOMBIAN BIOFUEL	52

4.5.	ANÁLISIS DE PRODUCTOS SUSTITUTOS DEL BIODIESEL DE SEGUNDA GENERACIÓN	53
4.6.	IMAGEN DE LA COMPETENCIA	53
4.7.	ANÁLISIS DEL PRECIO DE VENTA DEL BIODIESEL DE COLOMBIAN BIOFUEL Y DE LA COMPETENCIA	54
4.8.	POSICIÓN DE COLOMBIAN BIOFUEL	54
4.9.	SEGMENTO AL CUAL ESTA DIRIGIDA LA COMPETENCIA	56
4.10	ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA PARA LA GLICERINA	56
5.	ESTUDIO TÉCNICO	57
5.1	FICHA TÉCNICA DE LOS PRODUCTOS	57
5.1.1.	BIODIESEL DE ACEITE USADO DE COCINA	57
5.1.1.1	EMPAQUE, EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO DEL BIODIESEL DE ACEITE USADO DE COCINA	59
5.1.1.2	FACTORES AMBIENTALES DEL BIODIESEL DE ACEITE USADO DE COCINA	59
5.1.2.	DESCRIPCIÓN DE LA GLICERINA	61
5.1.2.1	EMPAQUE, EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO DE LA GLICERINA A PRODUCIDA POR COLOMBIAN BIOFUEL	62
5.1.2.2	FACTORES AMBIENTALES DE LA GLICERINA PRODUCIDA POR COLOMBIAN BIOFUEL	62
5.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	63
5.2.1.	PRE TRATAMIENTO DEL ACEITE USADO DE COCINA	63
5.2.2.	TRANSESTERIFICACIÓN	65

5.2.3. CONTROL DE CALIDAD DEL PROCESO DE TRANSESTERIFICACIÓN	66
5.2.4. LAVADO	66
5.2.5. SECADO	66
5.2.6. FILTRADO	66
5.3. CONSUMOS POR UNIDAD DEL PRODUCTO	66
5.4. TECNOLOGÍA REQUERIDA	67
5.5. CAPACIDAD INSTALADA REQUERIDA	68
5.6. MANO DE OBRA ESPECIALIZADA REQUERIDA	68
5.7. UBICACIÓN DE LA PLANTA	69
5.8. PLANO DE LAS INSTALACIONES	70
7. ANÁLISIS FINANCIERO	71
7.1. REQUERIMIENTOS DE MAQUINARIA Y EQUIPOS	71
7.2. PROYECCIONES DE VENTA Y RENTABILIDAD	71
7.3. COSTO DE MATERIA PRIMA	72
7.4. COSTO DE MANO DE OBRA OPERATIVA	73
7.5. FLUJO DE CAJA	74
8. CONCLUSIONES Y VIABILIDAD FINANCIERA	78
BIBLIOGRAFÍA	79
ANEXOS FOTOGRÁFICOS	83

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El deterioro de la capa de ozono sumado a la acción cada vez más palpable del calentamiento global son algunos de los efectos negativos causados principalmente por los hidrocarburos derivados del petróleo sobre el medio ambiente del planeta. Lo anterior, sumado al hecho probado de la disminución de las reservas mundiales del petróleo y a la inestabilidad social y política que se vive en el medio oriente ha hecho necesario la búsqueda de otras fuentes alternativas de energía.

Una de estas opciones lo constituyen los Biocarburantes (ó biocombustibles), mezcla de hidrocarburos que se utiliza como combustible en los motores de combustión interna y que deriva de la biomasa¹. Por su origen, no contribuyen al calentamiento global debido a que no afectan el ciclo de carbono², no generan emisiones de gases nocivos tales como dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, etc.

Los biocombustibles son de dos tipos: bioetanol y biodiesel, los cuales son obtenidos principalmente a partir de cultivos de cereales, tubérculos y oleaginosas (llamados biocombustibles de primera generación) con los consecuentes problemas ambientales, sociales y de seguridad alimentaria. Esto ha demandado en los últimos años la necesidad de buscar otras fuentes de insumos para la obtención de biocombustibles, razón por la cual aparecen los biocombustibles de segunda generación que son obtenidos a partir de residuos o materias primas no convencionales.

¹ Wikipedia. Tomado de la web: <http://es.wikipedia.org/wiki/Biocarburante>.

² Cambio climático y efecto invernadero. Tomado de la web: www.esi.unav.es/ecologia/10CAtml

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cuál es la viabilidad económica y financiera para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceites usados de cocina en la ciudad de Cartagena?

1.3. JUSTIFICACIÓN

En Colombia, el tema de los biocombustibles se ha centrado en el bioetanol y el biodiesel, mediante la expedición de un marco regulatorio que se inicia con la Ley 693 del 2001, que reglamenta la producción, uso y comercialización de los alcoholes carburantes, lo cual se encuentra enmarcado dentro del Plan Energético Nacional (PEN), donde establece los objetivos y líneas estratégicas del país hasta el año 2020. Uno de sus objetivos es garantizar la disminución de la dependencia de la gasolina y el diesel en la oferta de combustible para el mercado automotor, favoreciendo la balanza comercial y los ingresos de la Nación; el otro objetivo que se plantea es ampliar y garantizar la oferta interna de energéticos con precios eficientes y adecuada calidad.

En el caso del biodiesel, en el país se han venido estimulando la siembra de palma africana como principal materia prima para la producción de biodiesel, de tal forma que somos uno de los principales productores de palma africana de América Latina; de igual forma, se ha promulgado toda una legislación tendiente a estimular la producción del biodiesel de tal forma que para el año 2011 se hace obligatorio que todo el diesel utilizado en el país debe estar mezclado como mínimo con un 10% de Biodiesel.

Sin embargo, el hecho que en el país solo se utilicen materias primas de primera generación ha generado problemas de seguridad alimentaria, de desplazamiento forzado de campesinos y comunidades ancestrales, destrucción de selvas y

bosques vírgenes, entre otros. Razón por la cual, se hace necesario que el país incentive y promueva los biocombustibles de segunda y tercera generación como respuesta a la problemática enunciada.

Una materia prima de segunda generación que puede ser utilizada para obtención de biodiesel es el aceite usado de cocina. En Colombia las experiencias acerca del Biodiesel a partir del aceite usado de palma son pocas y no se han explorado la posibilidad de utilizar una fuente de materia prima que es barata y de fácil acceso, la cual podría abaratar los costos de producción. A la fecha, se pueden referenciar trabajos académicos sobre el tema hechos en la Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad Nacional-Sede Palmira y en la Universidad de los Llanos; y en cuanto a producción de biodiesel en el país, toda se da a partir de palma africana, según certificación del Ministerio de Minas y Energía, por la cual COLOMBIAN BIOFUEL S.A.S, será pionera en el uso de este residuo para elaboración de biodiesel.

COLOMBIAN BIOFUEL S.A.S ha sido reconocido por la FUNDACION BAVARIA, quienes a través de la Convocatoria Nacional DESTAPA FUTURO 2010 la premió de entre más de 7.800 participantes como uno de los 10 ganadores nacionales recibiendo capital semilla y asistencia técnica y empresarial para el fortalecimiento de la empresa.

1.4. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la viabilidad financiera para la instalación por parte de COLOMBIAN BIOFUEL S.A.S, de una planta productora de biodiesel a partir de aceites usados de cocina en la ciudad de Cartagena

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- De acuerdo a un análisis de rentabilidad calcular los costos de producción del proceso de fabricación de Biodiesel a partir de aceite usado de cocina.
- Calcular la inversión inicial necesaria para la puesta en marcha de la planta.
- Determinar la factibilidad económica-financiera del proyecto

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

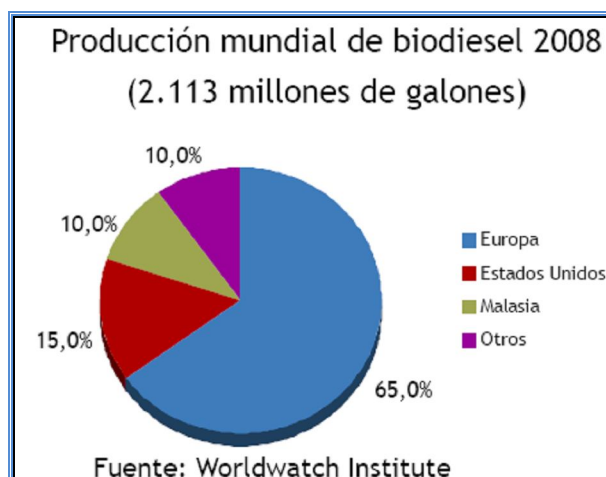
El tema de los biocombustibles como fuente de energía no es nuevo, se puede considerar como el regreso a las fuentes de desarrollo, pues incluso en los años 30' el inventor del motor Diesel, Rudolph Diesel tenía pensado accionar sus motores con aceite de maní. Sin embargo, explica Barajas³, la viscosidad causante del mal comportamiento de los aceites vegetales especialmente en los motores diesel de inyección directa fue limitante en su utilización. Otro factor que desestimuló el uso de los biocombustibles fue el bajo precio del petróleo de la época. Es a partir de la década de los años 70' a raíz de la crisis energética del momento y a los altos precios que alcanzó el barril de petróleo cuando los países consumidores comienzan a buscar energías renovables más baratas, y es cuando nuevamente se dan impulso a la sustitución de la gasolina y el diesel por el bioetanol y el biodiesel respectivamente.

En Colombia, el uso de biodiesel ha tenido un gran desarrollo en los últimos años como resultado de la política estatal de incentivo hacia los biocombustibles. Colombia es el primer productor de palma de aceite en América Latina y el quinto en el mundo, y además, es uno de los principales productores de biodiesel en América Latina. Tiene como fortaleza gremios que cuenta con sólidas instituciones, tales como FEDEPALMA (Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite) y FEDEBIOCOMBUSTIBLES (Federación Nacional de Biocombustibles).

Según el Worldwatch Institute, la producción de biodiesel en el mundo en el 2008 fue de 2.113 millones de galones, siendo Europa el principal productor con el 65%,

³ BARAJAS C.L. Obtención de Biodiesel a partir de la Higuera (Ricinus Communis). 1° Seminario Internacional de Biocombustibles. Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Bogotá D.C., Colombia. Año 2004

seguido de Estados Unidos con el 15% y Malasia con el 10%, gráfica 1. Europa se destaca básicamente por la estructura de impuestos que beneficia el uso de diesel, por su amplia tradición en la producción de colza y porque el 50% de los vehículos están equipados con motores diesel.



Gráfica 1. Producción Mundial de Biodiesel Año 2008. Fuente: Worldwatch Institute

Los principales productores mundiales son en su orden: Alemania, Francia, Estados Unidos, Italia, Malasia y Austria, tabla 1; sobresalen los crecimientos de Colombia, Brasil e Indonesia⁴.

Producción de biodiesel en el mundo en 2006 y 2007 (en toneladas)

Rank.	País	2007	2006	Crecimiento 07/06 (en %)
1	Alemania	2.000.000	2.200.000	-9,1
2	Estados Unidos	1.200.000	750.000	60,0
3	Francia	1.150.000	550.000	109,1
4	Italia	550.000	500.000	10,0
5	Malasia	300.000	120.000	150,0
6	Brasil	300.000	60.000	400,0
7	España	200.000	125.000	60,0
8	Reino Unido	200.000	100.000	100,0
9	Colombia	200.000	50.000	300,0
10	Indonesia	164.000	1.000	16300,0
Total Top 10		6.266.007	4.458.006	40,6
Total mundial		7.904.000	5.416.000	45,9

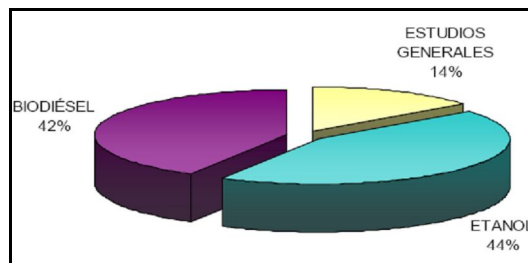
Fuente: F.O.Licht

Tabla 1. Producción de Biodiesel en el mundo en 2006 y 2007 (en toneladas). Fuentes: F.O. Licht's World Ethanol & Biofuels.

⁴ CASTRO Paula, COELLO Javier, CASTILLO Liliana. Opciones para la producción y el uso del Biodiesel en el Perú. Soluciones Prácticas-ITDG. 176p.: il. ISBN N° 978-9972-47-139-0. Lima, Perú. Agosto del 2007

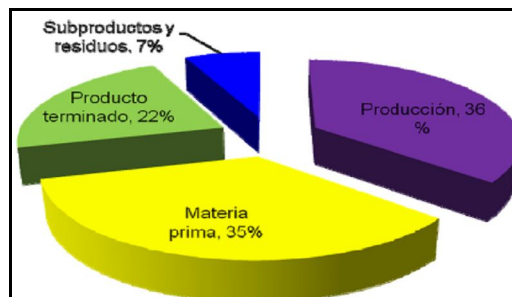
Panorama de los proyectos de investigación en Colombia sobre el Biodiesel:

En Colombia en los últimos años, gracias al documento CONPES 3510, que es una política orientada a promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia, aprovechando las oportunidades de desarrollo económico y social que ofrecen los mercados emergentes de los biocombustibles, se han desarrollado toda una serie de estrategias de ciencia, tecnología e investigación tendientes a posicionar al país entre las potencias mundiales sobre el tema. Como fruto de lo anterior, el 42% de los proyectos de investigación realizados en el país sobre biocombustibles están orientados hacia el biodiesel, gráfica 2⁵.



Gráfica 2. Distribución de los proyectos de investigación sobre biocombustibles en Colombia. Fuente: COLCIENCIAS, año 2008.

El número total de proyectos sobre Biodiesel es de 81, y cerca del 71% de ellos se encuentran enfocados en la investigación de materias primas y procesos de producción de biodiesel, gráfica 3; los proyectos sobre materias primas corresponden a 28, y los de proceso de producción totalizan 39⁶.

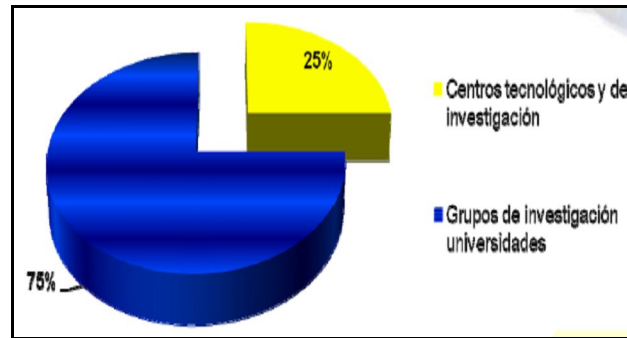


Gráfica 3. Proyectos de investigación sobre Biodiesel en Colombia. Fuente: COLCIENCIAS, año 2008.

⁵ ROJAS Juan Carlos. Plan Colombiano de Investigación, Desarrollo e Innovación en Biocombustibles. COLCIENCIAS. I Congreso Biocombustibles Colombia. Octubre 9 y 10 del 2008.

⁶ *Ibid.*

A su vez, Se cuenta con un total de 246 investigadores de diferentes especialidades, distribuidas en centros tecnológicos y grupos de universidades principalmente, gráfica 4.⁷



Gráfica 4. Grupos de investigación sobre Biodiesel en Colombia. Fuente: COLCIENCIAS, año 2008.

En cuanto a la evaluación económica del proceso productivo, diversos procesos continuos de producción de biodiesel han sido evaluados económicamente en varias investigaciones. Zhang et al. Presentan la evaluación de cuatro procesos continuos a partir de aceite de canola, tanto virgen como de desecho, diseñados empleando el simulador de proyectos HYSYSTEM⁸.

Por otra parte, Haas et al. realizaron la evaluación económica de una planta que emplea aceite de soya crudo como materia prima. La planta fue diseñada empleando el simulador ASPEN PLUS (2001). En dicha investigación se obtuvo un costo de producción de biodiesel de US \$2.0/gal. También se encontró que el costo de las materias primas constituye el factor de mayor porcentaje en el costo global de producción, con un 88% del mismo. El trabajo incluye, además, un análisis de sensibilidad que muestra el impacto de los precios del aceite y de la glicerina, sobre el costo de producción del biodiesel⁹.

⁷ Ibid.

⁸ ZHANG, Y. et al. Biodiesel production from waste cooking oil: 2. Economic assessment and sensitivity analysis. En: Bioresource technology. New York. N°90 (2003); p. 229-240

⁹ HAAS, M. et al. A process model to estimate biodiesel production costs. En: Bioresource technology. New York. N°97 (2006); p. 671-678.

En el país, las investigaciones para evaluar económicamente la producción de biodiesel se han hecho a partir de la palma africana; Zapata et al. (2006) realizaron la evaluación económica de 2 procesos continuos usando aceite crudo de palma africana: El primer proceso incluye un pretratamiento de neutralización de los ácidos grasos libres, y el segundo una esterificación bajo condiciones ácidas. Se calcularon los costos de capital, operativos y de manufactura para ambos procesos. Como criterios de evaluación económica se utilizaron la (TIR) y el (VPN). Se efectuó un análisis de sensibilidad para estudiar el efecto de los precios de las materias primas y los productos sobre la rentabilidad. Ambos procesos requieren una inversión de capital fijo del orden de 2 millones de dólares ($\pm 25\%$) y un costo total de manufactura de 2.2 dólares/galón. El proceso con neutralización previa de los ácidos grasos libres presentó una mayor rentabilidad en todos los escenarios evaluados.¹⁰

2.2. MARCO TEÓRICO

El biodiesel, obtenido a partir de materias primas renovables, es un combustible líquido no contaminante y biodegradable, que se utiliza en el sector del transporte urbano, minero, agrícola y marino, así como en calderas de calefacción, incorporándolo directamente o mezclado con diesel¹¹.

El biodiesel fue introducido en África antes de la II Guerra Mundial, pero las primeras plantas de producción de biodiesel fueron construidas en Europa principalmente en Austria, Bélgica, Francia, Alemania, Dinamarca e Italia, entre otros. En los últimos años ha ido ganando popularidad mundial como energía renovable debido a sus muchas ventajas ya que con el consumo de biodiesel se

¹⁰ ZAPATA Carlos, MARTINEZ Iván, ARENAS Erika, HENAO Carlos, PRODUCCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITE CRUDO DE PALMA: 2. EVALUACIÓN ECONÓMICA. En Dyna, Año 74, Nro. 151, pp. 83-96. Medellín, Marzo de 2007. ISSN 0012-7353

¹¹ GÓMEZ Francisco, SEGURA Rubén. PFC "Estudio Técnico-Económico De una Planta de obtención De biodiesel y de su Impacto ambiental". Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España. Mayo 8 del 2008.

reduce el nivel de emisiones de CO₂, de sulfuros, el humo visible y los olores nocivos.

Funciona normalmente en motores diesel sin modificar que pueden operar con biodiesel puro o mezclado con el petrodiesel o diesel de petróleo (ACPM) en diferentes proporciones, siendo la más común el B20, que tiene 20% de biodiesel y 80% de diesel (ACPM), consiguiendo así reducciones substanciales en las emisiones. Como su punto de inflamación es superior, la manipulación y el almacenamiento son más seguros que en el caso del combustible diesel convencional (ACPM)¹².

2.2.1. Principales ventajas del Biodiesel.

1. Es el único combustible alternativo en cumplir con los requisitos de la Agencia de Protección Ambiental (EPA), bajo la sección 211(b) del "Clean Air Act".
2. El biodiesel funciona en cualquier motor diesel convencional, no requiere ninguna modificación. Puede almacenarse puro o en mezcla, igual que el diesel.
3. El biodiesel puede usarse puro o mezclarse en cualquier proporción con el combustible diesel de petróleo. La mezcla más común es de 20% de biodiesel con 80% diesel de petróleo, denominado "B20".
4. La combustión de biodiesel disminuye en 90% la cantidad de hidrocarburos totales no quemados, y entre 75-90% en los hidrocarburos aromáticos. Además proporciona significativas reducciones en la emanación de partículas y de monóxido de carbono. Proporciona un leve incremento en óxidos de nitrógeno

¹² Ibid.

dependiendo del tipo motor. Distintos estudios en EE.UU. han demostrado que el biodiesel reduce en 90% los riesgos de contraer cáncer¹³.

5. El biodiesel contiene 11% de oxígeno en peso y no contiene azufre. El uso del biodiesel puede extender la vida útil de motores porque posee mejores cualidades lubricantes que el combustible de diesel fósil, mientras el consumo, encendido, rendimiento y torque del motor se mantienen prácticamente en sus valores normales¹⁴.

6. El biodiesel es biodegradable en solución acuosa, el 95% desaparece en 28 días y tiene un punto de inflamación de 150°C que se compara muy favorablemente al diesel de petróleo (ACPM) cuyo valor es de 50° C¹⁵.

7. El biodiesel es un combustible probado satisfactoriamente en más de 15 millones de km en los Estados Unidos y por más de 20 años en Europa.

8. Los olores desagradables de la combustión del diesel del petróleo, son reemplazados por el aroma de las palomitas de maíz o papas fritas que se producen con el biodiesel.

9. La Oficina del Presupuesto del Congreso y el Departamento de Defensa, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, junto con otros organismos han determinado que el biodiesel es la opción más económica de combustible alternativo que reúne todos los requisitos del Acta de Política Energética.

¹³ Informe Final "Programa estratégico para la producción de Biodiesel - Combustible automotriz a partir de aceites vegetales". Convenio Interinstitucional De Cooperación UPME – INDUPALMA – CORPODIB. Bogotá D.C., Colombia. Enero 14 del 2003

¹⁴ *Ibíd.*

¹⁵ *Ibíd.*

2.2.2. Limitaciones del Biodiesel²:

1. Presenta elevados costos de materia prima.
2. Su combustión puede acarrear un aumento de óxidos de nitrógeno (NO_x)¹⁶.
3. Presenta problemas de fluidez a bajas temperaturas (menores a 0°C)¹⁷.
4. Presenta escasa estabilidad oxidativa, y su almacenamiento no es aconsejable por períodos superiores a 6 meses¹⁸.
5. Su poder solvente lo hace incompatible con una serie de plásticos y elementos derivados del caucho natural, y a veces obliga a sustituir mangueras en el motor.
6. Su carga en tanques ya sucios por depósitos provenientes del gasoil puede presentar problemas cuando por su poder solvente "limpia" dichos depósitos, acarreándolos por la línea de combustible.

2.2.3. Principales retos del Biodiesel

Los procesos asociados a la cadena de producción del biodiesel son numerosos, lo que tiende a elevar su costo de producción. La solución es conseguir un precio competitivo optimizado y realizar el mayor número de procesos en una sola instalación, como pueden ser la extracción, trituración y purificación en un proceso integrado.

¹⁶ LENOIR Christian. Análisis de la producción de biodiesel. Universidad Católica de Argentina, Facultad De Ciencias Fisicomatemáticas e ingeniería. Buenos Aires, Argentina. Año 2006

¹⁷ *Ibíd.*

¹⁸ *Ibíd.*

2.2.4. Proceso Industrial para la producción de Biodiesel.

El biodiesel es obtenido mediante un proceso llamado transesterificación que consiste en una reacción entre una grasa o aceite con un alcohol de cadena corta generalmente metanol o etanol dando como productos los metilésteres (biodiesel) y la glicerina¹⁹. La mezcla de alcohol/ester restante se separa y el exceso de alcohol se recicla. Posteriormente los esteres son sometidos a un proceso de purificación que consiste en el lavado con agua, secado al vacío y posterior filtrado.

2.2.5. Materias primas.

Se puede decir que la producción de biodiesel tiende a provenir mayoritariamente de los aceites extraídos de plantas oleaginosas, pero cualquier materia que contenga triglicéridos puede utilizarse para la producción de biodiesel (girasol, colza, soja, palma, higuera, aceites de fritura usado, sebo de vaca,...).

Las materias primas utilizadas para la producción de Biodiesel se pueden clasificar en 2 grandes grupos: PRIMER Y SEGUNDA GENERACION, y con base en estas, se puede hablar de BIODIESEL DE PRIMER Y SEGUNDA GENERACION.

-Materias Primas de Primera Generación

La primera generación del Biodiesel lo constituyen los de cultivos de vegetales que contienen grandes cantidades de aceite en sus semillas o frutos y que se conocen como *oleaginosos*. Estas plantas provienen de diferentes familias botánicas y se han adaptado a las diferentes regiones climáticas del planeta, aunque las regiones tropicales son las que albergan la mayor cantidad de variedades de ellas. Solamente una decena de especies se usa con propósitos comerciales, existiendo

¹⁹ Adecuación Tecnológica de la Obtención de Biodiesel. Ministerio de Planificación del Desarrollo, Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos. Bolivia. Año 2007.

centenares de cultivos oleaginosos de uso localizado de los que se tiene poco conocimiento pero que son excelentes fuentes de aceite. La tabla 2, presenta una relación de los cultivos oleaginosos más comúnmente producidos en el mundo con sus principales características agronómicas.

Nombre común y científico	Parte oleaginosa	Contenido de aceite (%)	Rendimiento promedio kg/ha/año	Requerimientos agronómicos generales	Principales usos	Principales productores
Palma aceitera <i>Elaeis guineensis</i>	Pulpa del fruto (aceite de palma) Semilla (aceite de palmiste)	Pulpa: 45 – 55 Semilla: 44 – 57	Pulpa: 5 mil Semilla: 800	Palmera de climas tropicales, requiere mínimo 1.600 mm de lluvia anual y 2-4 meses secos. Soporta inundaciones temporales, y requiere bastante luz y humedad del suelo adecuada. Se desarrolla mejor en áreas bajas. Temperaturas máximas medias de 30-32, y mínimas de 21-24°C. Demora 4-5 años en empezar a dar fruto, y alcanza su mayor productividad poco antes de los 20 años.	Palma: Margarina, grasas para cocinar, productos alimentarios, jabones, velas, cosméticos, lubricantes, jabes. Palmiste: Grasas alimentarias, helados, mayo- nesa, repostería, jabones, detergentes, biodiésel.	Malasia, Indonesia, Nigeria, Tailandia, Colombia, Brasil
Soya <i>Glycine max</i>	Semilla	18 – 20	280 – 580	Herbácea anual adaptada a climas desde los trópicos hasta los subtropicales húmedos. No resiste calor excesivo o inviernos severos, su temperatura óptima es 24-25°C, pero resiste temperaturas medias anuales entre 5,9 y 27°C. Requiere días cortos, aunque esta característica depende del cultivar. Crece mejor en suelos fértiles y bien drenados. Leguminosa, en asociación con <i>Rhizobium</i> puede fijar nitrógeno y no requiere fertilización con N. Se ha reportado que tolera precipitaciones entre 310 y 4.100 mm. El período de crecimiento es de 4 a 5 meses. Se usa en rotación con maíz, granos pequeños, otras legumbres, algodón, arroz. Puede plantarse después de papas tempranas y vegetales, o después de granos de invierno.	Aceite para ensaladas, margarinas, productos alimenticios, jabones, pinturas, insecticidas, desinfectantes, biodiésel. Lecitina extraída del aceite se usa como emulsificante en la industria de alimentos y farmacéutica. La torta es una fuente importante de proteína para alimento animal y humano.	Estados Unidos, Brasil, Argentina, China, India, Paraguay, Canadá

Tabla 2. Principales cultivos oleaginosos y sus características agronómicas. Fuente: Dorsa (2004); Poku (2002); Lawson (1994); Heller (1996); Rehm y Espig (1991); Duke (1983); FAOSTAT.

*: Rendimiento promedio calculado considerando los principales países productores.

Nombre común y científico	Parte oleaginosa	Contenido de aceite (%)	Rendimiento promedio kg/ha/año	Requerimientos agronómicos generales	Principales usos	Principales productores
Colza y canola <i>Brassica napus</i> , <i>Brassica rapa</i>	Semilla	40	700 – 1500	Planta anual o bianual de flores amarillas, adaptada a climas fríos. Requiere suelos fértiles y bien drenados, y responde favorablemente a la fertilización con N y P. Días soleados y noches frescas favorecen su crecimiento; el clima seco durante la cosecha es esencial. Tolera precipitaciones anuales entre 300 y 2.800 mm y temperaturas medias entre 5 y 27°C. Puede ser plantada luego de granos, maíz, papas, remolacha o después del barbecho, pero no después de colza, mostaza o girasol. La canola es una variedad de colza con bajo contenido de ácido erúico (<2%) apta para consumo humano y con características agronómicas mejoradas, desarrollada mediante ingeniería genética en Canadá.	Productos alimentarios, lubricantes, jabones, biodiésel.	India, China, Canadá, Alemania, Francia
Girasol <i>Helianthus annuus</i>	Semilla	45 – 55	600 – 950	Planta herbácea anual mejor adaptada a climas cálidos o templados. Puede crecer desde el Ecuador hasta los 55° de latitud. En los trópicos, crece mejor en elevaciones medias y altas. Intolerante a la sombra, pero tolerante a la sequedad y la sequía, excepto cuando está floreciendo. Puede crecer en suelos pobres, siempre que sean profundos y bien drenados. No resiste suelos ácidos o inundados. Tolera precipitaciones anuales entre 200 y 4 mil mm y temperatura entre 6 y 28°C. En zonas cálidas, las variedades enanas maduran 2,5-3 meses después de la siembra. No debe ocurrir en rotación más de una vez cada 4 años, y no debe estar en rotación con papas.	Aceite para ensalada y para cocinar, margarina, lubricantes, jabones, pinturas y esmaltes.	Federación Rusa, Ucrania, India, China, Argentina, Estados Unidos

Tabla 2. Principales cultivos oleaginosos y sus características agronómicas. (Continuación). Fuente: Dorsa (2004); Poku (2002); Lawson (1994); Heller (1996); Rehm y Espig (1991); Duke (1983); FAOSTAT.
*: Rendimiento promedio calculado considerando los principales países productores.

Nombre común y científico	Parte oleaginosa	Contenido de aceite (%)	Rendimiento promedio kg/ha/año	Requerimientos agronómicos generales	Principales usos	Principales productores
Algodón <i>Gossypium hirsutum</i>	Semilla	18 – 25	300	Arbustiva anual adaptada a regiones tropicales a temperaturas. Tolera precipitaciones anuales entre 290 (con irrigación) y 2.780 mm y temperatura entre 7 y 27,8°C. Es sensible a las heladas y requiere un mínimo de 180-200 días de temperaturas uniformemente altas. Se cultiva en altitudes entre 0 y 1.200 m. Requiere luz solar directa. Requiere lluvia moderada durante el periodo vegetativo, y un periodo seco para permitir a los copos que maduren. Se desarrolla mejor en suelos profundos, friables, con alta retención de humedad y buena cantidad de humus. Se recomienda rotar, aunque es posible cultivarlo sólo.	Aceite para ensalada y para cocinar, margarina y para coberturas protectoras.	India, China, Estados Unidos, Pakistán, Uzbekistán, Brasil
Ricino o higuera <i>Ricinus communis</i>	Semilla	45 – 55	1200	Árbol o arbusto perenne de zonas tropicales, pero se puede comportar como anual en regiones templadas. Se ha reportado que tolera precipitaciones entre 200 y 4290 mm anuales y temperaturas entre 7 y 27,8°C, pero los óptimos están en 750-1000 mm y 20-25°C. Crece mejor con altas temperaturas, y muere con las heladas. Es bastante tolerante a las sequías. Se desempeña mejor en suelos fértiles y bien drenados, no alcalinos ni salinos. Limo arenoso y arcilloso es el mejor.	En coberturas protectoras, lubricantes, tintas, tintes textiles, preservación del cuero, fibras sintéticas, pinturas, ceras, velas, crayones.	China, India, Brasil
Piñón <i>Jatropha curcas</i>		24 – 34 (incluyendo cáscara)	1.590	Arbusto o árbol de hasta 6 m, esta planta es originaria de zonas tropicales. Tolera precipitaciones anuales entre 480 y 2.380 mm, y temperaturas entre 18 y 28,5°C.	Iluminación, jabón, velas.	

Tabla 2. Principales cultivos oleaginosos y sus características agronómicas. (Continuación).

Fuente: Dorsa (2004); Poku (2002); Lawson (1994); Heller (1996); Rehm y Espig (1991); Duke (1983); FAOSTAT.

*: Rendimiento promedio calculado considerando los principales países productores.

Además de los aceites vegetales convencionales, existen otras especies más adaptadas a las condiciones del país donde se desarrollan y mejor posicionadas en el ámbito de los cultivos energéticos. En la tabla 3, se muestran algunos ejemplos de especies oleaginosas tropicales, principalmente amazónicas, aún poco – o nada – utilizadas de manera comercial.

Nombre común	Nombre científico	Parte oleaginoso	Rendimiento estimado de aceite en plantaciones (kg/ha/año)	Contenido de aceite del fruto o semilla (%)
Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i>	Pulpa	2.400	21,1
Almendro	<i>Caryocar villosum</i>	Pulpa y semilla	270	
Almendro colorado	<i>Caryocar glabrum</i>	Semilla		37
Babasu	<i>Orbignia phalerata</i>	Semilla	90 - 150	72
Bacuri	<i>Platonia insignis</i>	Semilla		46
Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i>	Semilla	1575	69,3
Chopé	<i>Gustavia longifolia</i>	Pulpa		30
Coco	<i>Cocos nucifera</i>	Endocarpio	610 - 732	66
Copoasu	<i>Theobroma grandiflorum</i>	Semilla	482 - 808	
Hamaca Huayo	<i>Couepia dolycopoda</i>	Semilla	70 - 80	
Huasái	<i>Euterpe precatonia</i>	Pulpa y semilla		
Inchi	<i>Caryodendron orinocense</i>			41 - 59
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	Nuez		46,3
Olla de Mono	<i>Lecythis pisonis</i>	Almendra		
Pijuayo	<i>Bactris gasipaes</i>	Pulpa y semilla	2.000	23
Poloponta	<i>Elaeis oleifera</i>	Pulpa y semilla	1.800	16,2
Sacha Inchi	<i>Plukenetia volubilis</i>	Almendra	51,4	
Sacha Mangua	<i>Grias neuberthii</i>	Pulpa	165	
Sinamillo	<i>Oenocarpus mapora</i>	Pulpa		
Totali	<i>Acrocomia totai</i>	Pulpa y semilla	12-15 (pulpa)	60 (almendra)
Tucuma	<i>Astrocaryum vulgare</i>	Pulpa y semilla		43,7
Umari	<i>Poraqueiba sericea</i>	Pulpa	530	21,2
Ungurahui	<i>Oenocarpus bataua</i>	Pulpa	240 - 525	19, (mesocarpo) 14,5 (epicarpo)
Uxi	<i>Dickesia verrucosa</i>	Pulpa	20,2	

Tabla 2. Oleaginosas tropicales. Fuentes: Coello et al, 2006; Tratado de Cooperación Amazónica, 1997; Villachica, 1996.

-Materias Primas de Segunda Generación

Los biocombustibles de primera generación han desatado una controversia mundial debido al origen de las materias primas utilizadas cuyo uso indiscriminado ha generado problemas de seguridad alimentaria en muchos países en vía de desarrollo, deforestación de selvas y bosques vírgenes, desplazamiento forzado de comunidades nativas de sus territorios, entre otros. Por eso, en los últimos años se han buscado nuevas alternativas de materias primas para su elaboración, las cuales se conocen como de SEGUNDA GENERACION y se caracterizan por ser en su gran mayoría materias primas de desecho y cuyo uso no generaría los impactos causados por los biocombustibles de primera generación. Entre estos podemos señalar los siguientes:

-Grasas animales

Además de los aceites vegetales y los aceites de fritura usados, las grasas animales, y más concretamente el sebo de vaca, pueden utilizarse como materia prima de la transesterificación para obtener biodiesel. El sebo tiene diferentes grados de calidad respecto a su utilización en la alimentación, empleándose los de peor calidad en la formulación de los alimentos de animales.

- Sebo de vaca
- Sebo de búfalo

-Aceites de fritura usados

El aceite de fritura usado **es una de las alternativas con mejores perspectivas en la producción de biodiesel, ya que es la materia prima más barata, y con su utilización se evitan los costes de tratamiento como residuo²⁰**. Por su parte, los aceites usados presentan un bajo nivel de reutilización, por lo que no sufren grandes alteraciones y muestran una buena aptitud para su

²⁰ Informe Final "Programa estratégico para la producción de Biodiesel - Combustible automotriz a partir de aceites vegetales". Convenio Interinstitucional De Cooperación UPME – INDUPALMA – CORPODIB. Bogotá D.C., Colombia. Enero 14 del 2003.

aprovechamiento como biocombustible. La utilización de aceites usados presenta dificultades logísticas, no sólo por su recogida, como se ha dicho, sino también por su control y trazabilidad debido a su carácter de residuo.

-Aceites de otras fuentes

Por otra parte, es interesante señalar la producción de lípidos de composiciones similares a los aceites vegetales, mediante procesos microbianos, a partir de algas, bacterias y hongos, así como a partir de micro algas.

- Aceites de producciones microbianas
- Aceites de micro algas

2.2.6. Ventajas energéticas, medioambientales y económicas del Biodiesel²¹:

El biodiesel, utilizado como combustible líquido, presenta las siguientes ventajas:

a. *Desarrollo sostenible*:-Agricultura energética.

b. *Menor impacto ambiental*:

- Reducción de las emisiones contaminantes: SO₂, partículas, humos visibles, hidrocarburos y compuestos aromáticos.
- Mejor calidad del aire.
- Efectos positivos para la salud, ya que reduce compuestos cancerígenos como PAH y PADH.

c. *Reduce el calentamiento global*:

- Reduce emisiones de CO₂. Protocolo de Kioto.
- Balance energético positivo (sin emisiones netas)
- Producto biodegradable: Se degrada el 85% en 28 días (en caso de derrames)

²¹ *Ibid.*

d. *Desarrollo local y regional:*

-Mejores condiciones sociales y económicas en las áreas productoras de palma africana.

-Creación de puestos de trabajo.

e. *Favorece el mercado doméstico.*

2.2.7. Empleo del biodiesel

En general no se necesita modificaciones en el motor, en el sistema de encendido ni en los inyectores de combustible de un motor diesel estándar. Tan sólo se necesita el cambio de algunos manguitos y materiales de revestimiento de piezas que estén en contacto directo con el combustible. El rendimiento, desgaste y consumo del motor son similares a la operación con petrodiesel.

2.2.8. Seguridad del Biodiesel

Este compuesto ofrece mejoras substanciales con relación al diesel (ACPM):

- Elevado punto de inflamación.
- No produce vapores explosivos.
- Tiene baja toxicidad en mamíferos en caso de ingestión.
- Es biodegradable.

2.2.9. Propiedades del Biodiesel

Los motores diesel de hoy requieren un combustible que sea limpio al quemarlo, además de permanecer estable bajo las distintas condiciones en las que opera. El biodiesel es el único combustible alternativo que puede usarse directamente en cualquier motor diesel, sin modificaciones. Como sus propiedades son similares al diesel de petróleo, se pueden mezclar en cualquier proporción, sin ningún tipo de

problema. En Estados Unidos, existen ya numerosas flotas de transporte público que utilizan biodiesel en sus distintas mezclas.

Las bajas emisiones del biodiesel lo hacen un combustible ideal para el uso en las áreas marinas, parques nacionales, bosques y sobre todo en las grandes ciudades.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

- **Seguridad alimentaria:** La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) estableció la siguiente definición global: *"Cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico, social y económico a los alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfagan sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida sana y activa"*.²²
- **Biocombustibles:** término con el cual se denomina a cualquier tipo de combustible que derive de la biomasa - organismos recientemente vivos o sus desechos metabólicos, tales como el estiércol de la vaca.²³
- **Biomasa:** Según el Diccionario de la Real Academia Española, tiene dos acepciones²⁴:
 1. Materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen.
 2. Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

²² Enciclopedia Wikipedia. Disponible en internet en: www.edunet.edu.co/uao/relator/pages/enlace.htm

²³ *Ibíd.*

²⁴ *Ibíd.*

La primera acepción se utiliza habitualmente en Ecología. La segunda acepción, más restringida, se refiere a la biomasa 'útil' en términos energéticos: las plantas transforman la energía radiante del Sol en energía química a través de la fotosíntesis, y parte de esa energía química queda almacenada en forma de materia orgánica; la energía química de la biomasa puede recuperarse quemándola directamente o transformándola en combustible

- **El Mercado:** Proceso que abarca desde la concepción de los bienes y servicios hasta colocarlos en el mercado consumidor, pasando por análisis de las necesidades, deseos y preferencias del consumidor y termina con la venta del bien o servicio, incluyendo los servicios de post venta y la satisfacción del cliente.²⁵

- **El Precio:** El precio de un bien es su relación de cambio por dinero, esto es, el número de unidades monetarias que se necesitan obtener a cambio una unidad del bien.²⁶

- **La demanda y la oferta:** La demanda o función demanda, es la relación, entre precios y cantidades demandadas. La curva de la demanda, es una función decreciente, muestra que a más alto precio menos cantidades demandadas y viceversa.²⁷

²⁵ LÓPEZ RODRIGUEZ, Anthony. Formulación y evaluación de proyectos. Manual para estudiantes. Cartagena. p. 46.

²⁶ Ibid., p. 47.

²⁷ Ibid., p. 48.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

3. ESTUDIO DE MERCADO

3.1. Descripción de la Cadena Productiva de Combustibles Automotrices

El aprovisionamiento del diesel, proviene de las refinerías de Cartagena y Barrancabermeja y una cantidad relativamente pequeña de las refinerías de Orito en el Putumayo y Refinare, una refinería privada, ubicada en el Magdalena Medio (Puerto Perales).

La refinación en Colombia es de propiedad del Estado, con la única excepción de Refinare. La producción de diesel, tal como se indica en la tabla 3, está concentrada en las dos refinerías principales quedando una producción marginal en la refinería de Orito en el Putumayo y Apiay en el Meta.

REFINERÍA	CARGA DE CRUDO, BPD	PORCENTAJE
Barrancabermeja	217.2	75
Cartagena	69.7	24
Apiay, Orito	3.9	1
Total	290.8	100

Tabla 3. Carga de crudo en las refinerías de ECOPEL-2001. Fuente: ECOPEL

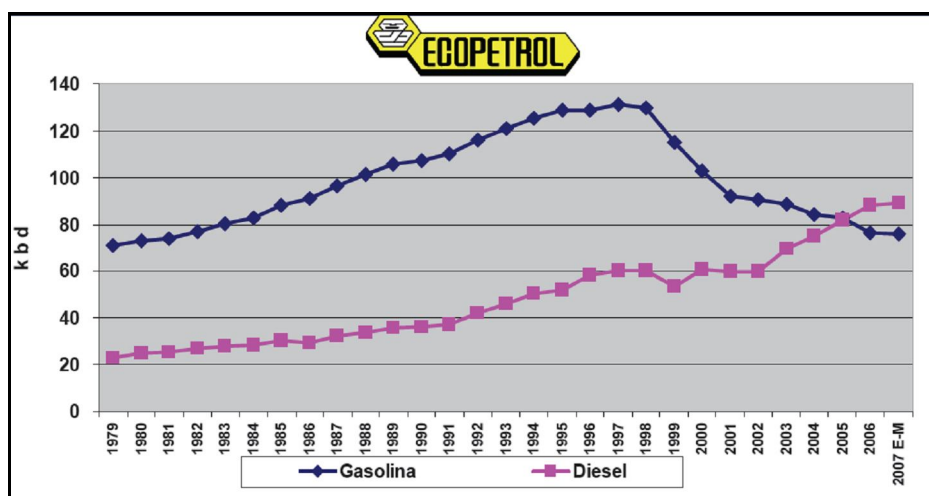
En el caso de la refinería de Barrancabermeja, el producto se despacha vía poliducto a las plantas distribuidoras localizadas cerca de los centros de consumo. En estas plantas el producto cambia de dueño y son las compañías distribuidoras mayoristas las encargadas de llevarlo a las estaciones de servicio para su distribución al público. El transporte de las plantas de abasto a las estaciones de servicio se hace por camiones tanques.

En las terminales del poliducto se entrega el diesel a los distribuidores mayoristas, normalmente a tanques de almacenamiento de propiedad de estos últimos.

ECOPETROL actúa como proveedor único de Diesel en el interior del país, hasta que se den los mecanismos para que compañías privadas actúen como importadores directos o refinadores locales. ECOPETROL transfiere y factura el producto en este punto de la cadena productiva. De allí en adelante el distribuidor mayorista entrega el producto a los minoristas en las estaciones de servicio. La operación del mayorista consiste en medir, verificar calidad del producto y cumplir con exigencias de calidad.

3.2. Consumo de Diesel (ACPM) en Colombia:

El consumo de Diesel (ACPM) en Colombia ha crecido de manera significativa en los últimos años en detrimento de la gasolina cuya tendencia es a la baja. Entre el periodo 1979-2007 las ventas de ECOPETROL se incrementaron en más del 400%, gráfica 5²⁴.



Gráfica 5. Ventas de Gasolina y Diesel de Ecopetrol entre 1979-2007. Fuente: ECOPETROL.

Entre las causas que ha generado este crecimiento del consumo nacional se puede enumerar las siguientes:

- El incremento del parque vehicular en Colombia que opera con ACPM
- El aumento del transporte colectivo que en la última década creció en casi un 300%.

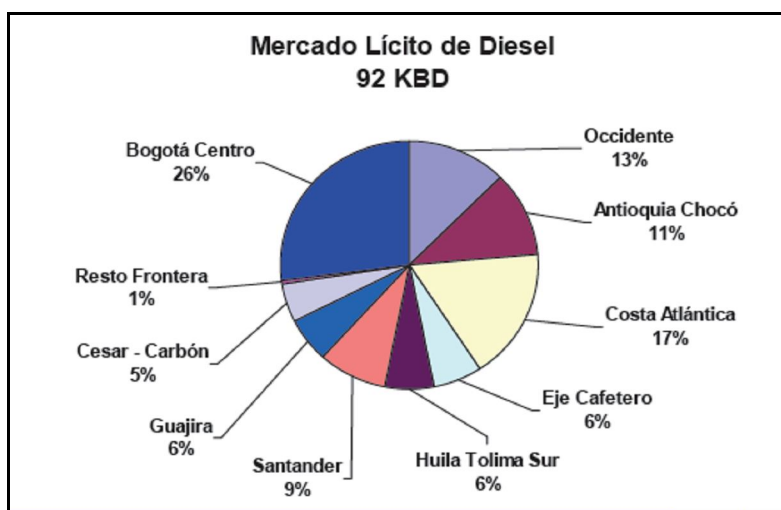
- El precio del galón de ACPM es considerablemente menor que el de la Gasolina. En agosto del 2007, el galón de Gasolina costaba \$6557,08 y el del galón de Biodiesel \$5307,56.
- La puesta en marcha en el país de los sistemas de transporte masivo como TRANSMILENIO en Bogotá, MIO en Cali y próximamente TRANSCARIBE y Cartagena.

La gráfica 6, muestra el comportamiento de las ventas de Diesel en estaciones de servicio entre los años 1996-2005 por segmento de usuarios²⁴.

EVOLUCION DE LAS VENTAS DE DIESEL OIL POR ESTACIONES DE SERVICIO 1996 - 2005				
Segmento Usuario	DO 96	DO 05		Cambio
Taxis	213	844	631	296%
Colectivo	8 155	19 379	11 224	138%
Carga	28 955	31 977	3 022	10%
Acuático	1 018	2 162	1 144	112%
Tr. Particular	817	1 849	1 032	126%
Auto generación	2 849	554	-2 295	-81%
Otros Sectores	4 277	4 577	300	7%
Total via Estaciones	46 443	63 503	17 060	37%

Gráfica 6. Evolución de ventas del ACPM en las estaciones de servicio entre 1996-2005. Fuente: BIOFUELS CONSULTING.

Con relación a la distribución geográfica del consumo del ACPM en el país, la Costa Atlántica demanda el 17% del consumo del país, gráfica 7.

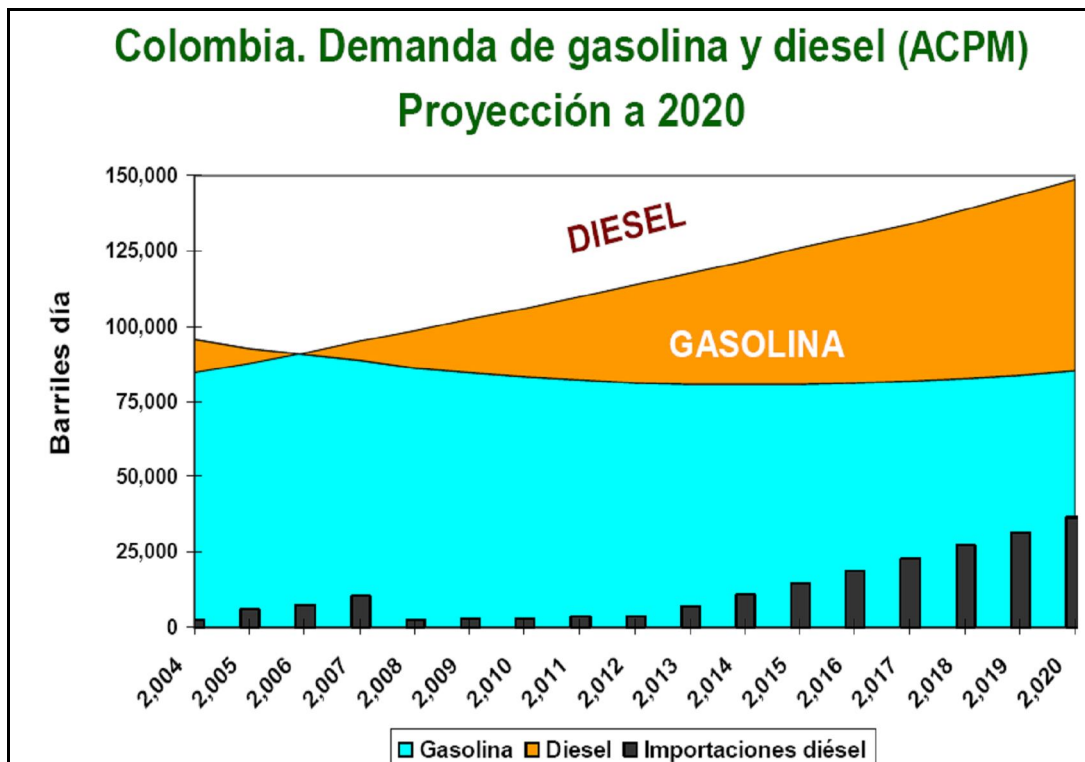


Gráfica 7. Mercado licito de Diesel en Colombia, año 2007. Fuente: UPME.

3.3. Proyección de la demanda de Diesel (ACPM) en Colombia:

De acuerdo a las proyecciones de UPME hechas hasta el año 2020 el consumo del Diesel en el país siga creciendo de manera progresiva llegando a los 150.000 barriles diarios aproximadamente, gráfica 8. De igual forma, este incremento proyectado de la demanda plantea la necesidad de incrementar progresivamente las importaciones de Diesel para el país, la cual podría superar para esa fecha los 25.000 barriles diarios de este combustible.

Teniendo en cuenta, que la legislación colombiana obliga la mezcla de un porcentaje del Diesel con el Biodiesel se abre para este último un panorama halagador, máxime cuando uno de los objetivos de la estrategia nacional hacia los biocombustibles es disminuir los volúmenes de importación del petróleo y sus derivados.



Gráfica 8. Proyección para Colombia del consumo de Gasolina y Diesel hasta el año 2020. Fuente: UPME, año 2005.

3.4. Estructura actual del Mercado Nacional de Biodiesel (Mercado Potencial):

El consumo de biocombustibles está asociado con el sector transporte, pues obedece al comportamiento del consumo de Gasolina y ACPM del país, donde la participación del sector transporte en el consumo total de gasolina es del 97%, mientras que ACPM participa con el 70%²⁰.

Los programas de mezcla de biocombustibles han permitido que en buena parte del territorio nacional se distribuya mezcla de 10% de alcohol carburante con gasolina, y 5% de Biodiesel con ACPM, y se tienen previstos nuevos proyectos que permiten cubrir la totalidad de la demanda nacional con los porcentajes establecidos y adicionalmente avanzar a porcentajes superiores²⁰.

A diferencia del programa de alcohol carburante, el programa de mezcla de biocombustible para motores Diesel se ha desarrollado de acuerdo con la oferta de biodiesel y en consecuencia es la Costa Atlántica donde se inicia la mezcla del 5%, durante el 2008 y particularmente en los departamentos de Bolívar y Atlántico.

Actualmente el 100% de la demanda de Diesel en el país está mezclada con Biodiesel. La Costa Atlántica, Santander y Antioquia al 7%, y el resto del país al 5%.

A partir del 1º de abril del 2009 se inició la distribución de ACPM mezclado con biodiesel al 5% en los departamentos de Nariño, Cauca, Valle del Cauca, Risaralda, Caldas y Quindío, además que se reinicia la misma en el departamento de Bolívar y a partir del 15 de abril del 2009 comenzó la mezcla de ACPM - biodiesel en el departamento de Antioquia²⁷.

De acuerdo con el Decreto número 2629 de julio 10 de 2007 A partir del 1º de enero del año 2010 se deberán utilizar en el país mezclas de diesel de origen fósil

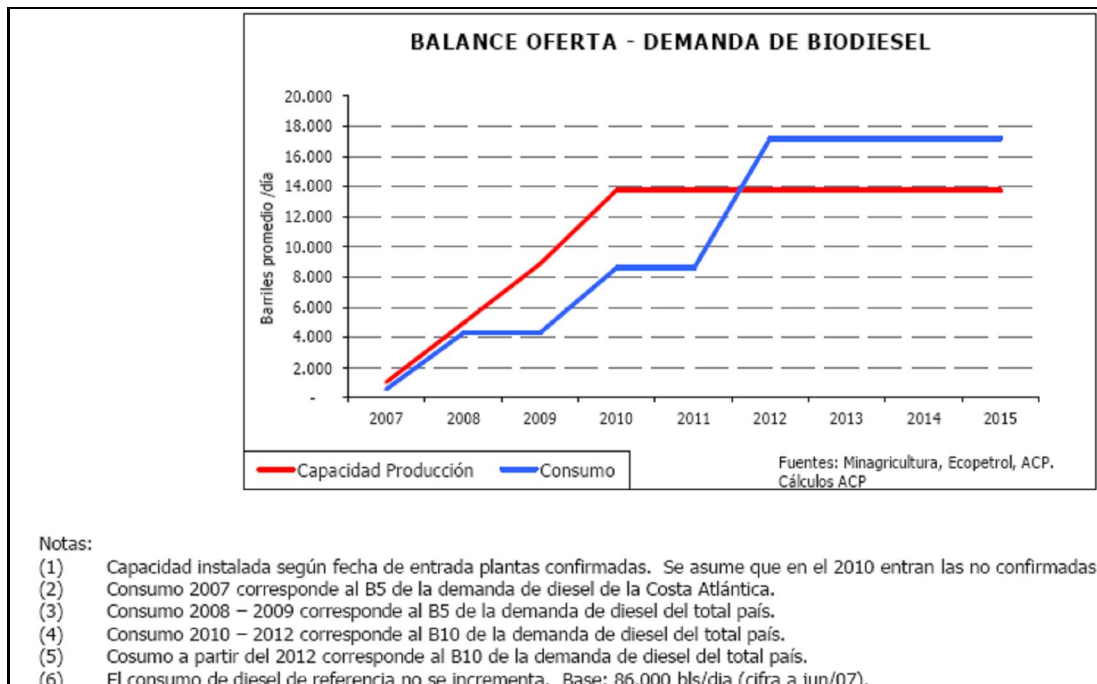
con biocombustibles para uso en motores diesel en proporción 90 – 10, es decir 90% de ACPM y 10% de biocombustible (B10).

Según el mismo Decreto, a partir del 1º de enero del año 2012 el parque automotor nuevo y demás artefactos nuevos a motor, que requieran para su funcionamiento diesel o ACPM, que se produzcan, importen, distribuyan y comercialicen en el país, deberán estar acondicionados para que sus motores utilicen como mínimo un B-20, es decir que puedan funcionar normalmente como mínimo utilizando indistintamente diesel de origen fósil (ACPM) o mezclas compuestas por 80% de diesel de origen fósil con 20% de Biocombustibles para uso en motores diesel.

3.5. Estimación del Mercado Potencial de Biodiesel en Colombia:

El consumo de Biodiesel en el país ha crecido de manera vertiginosa en los últimos años debido a la entrada en vigencia de la normatividad que exige la mezcla del Diesel con el Biodiesel, la cual para el año 2010 debería ser de un 10% e ir creciendo paulatinamente hasta llegar a un 20% para el año 2020. Pero de acuerdo a información suministrada por la refinería de ECOPETROL en Cartagena es difícil llegar en los próximos años a los porcentajes mínimos de mezcla deseados debido a la escasez de Biodiesel existente en el país actualmente lo que obligaría al país a la importación de este biocombustible situación que se mantendría por lo menos hasta el año 2015, gráfica 9. Para los primeros años el consumo nacional estuvo ligado al B5 de la demanda del Diesel de la Costa Atlántica y es a partir del año 2009 cuando se da la mezcla B5 en todo el país.

Para el año 2010, debería esperarse que se dé la mezcla B10 de la demanda de diesel total del país, aunque es probable que esto no ocurriese por problemas en la oferta nacional de Biodiesel.



Gráfica 9. Balance Oferta-Demanda Biodiesel en Colombia, 2007-2015. Fuente: Minagricultura, ECOPEPETROL, ACP. Año 2007.

3.6. Proyecciones de la demanda nacional de Biodiesel:

Los requerimientos futuros de Biodiesel están asociados a la demanda de ACPM. En este sentido, los cálculos se realizaron a partir de los resultados de proyección de este energético, teniendo en cuenta que el uso de este biocombustible en los porcentajes hasta hoy establecidos no modifica el consumo de los vehículos¹⁴.

Los supuestos utilizados para la elaboración de la demanda se sintetizan en:

- Escenario oficial del DNP a julio de 2008, con un crecimiento económico de 4% en el largo plazo.
- La proyección de precios de gasolina corriente, ACPM y GNV, realizada según la normatividad vigente y se utilizó el escenario medio de precios de WTI del IEA-DOE.

- Las proyecciones consideran que el precio del gas natural para uso vehicular corresponde al 51% del precio de la gasolina en términos energéticos.

Para el año 2008 con la entrada del programa de mezcla del Biodiesel con ACPM en el país, la demanda de Biodiesel se estimó en 5.282 barriles/día (221.844 galones/día), con base en la producción estimada de ACPM³¹; para el año 2011 se estima una demanda diaria de 12.787 barriles/día de Biodiesel, tabla 4.

Proyecciones de demanda nacional de biocombustibles						
Año	Etanol			Biodiesel		
	% Mezcla	Demanda		% Mezcla	Demanda	
		Barriles/día	Litros/día		Barriles/día	Litros/día
2008	10	8.193	1.302.609	5	5.282	839.717
2009	10	8.219	1.306.765	5	5.617	893.078
2010	10	8.287	1.317.555	10	12.046	1.915.128
2011	10	8.307	1.320.714	10	12.787	2.033.004
2012	10	8.367	1.330.200	10	13.628	2.166.664
2013	10	8.443	1.342.314	10	14.451	2.297.585
2014	10	8.550	1.359.353	10	15.360	2.442.085
2015	10	8.678	1.379.646	10	16.315	2.593.849
2016	10	8.820	1.402.194	10	17.301	2.750.585
2017	10	8.977	1.427.240	10	18.293	2.908.287
2018	10	9.154	1.455.313	10	19.398	3.084.090
2019	10	9.354	1.487.207	10	20.553	3.267.724

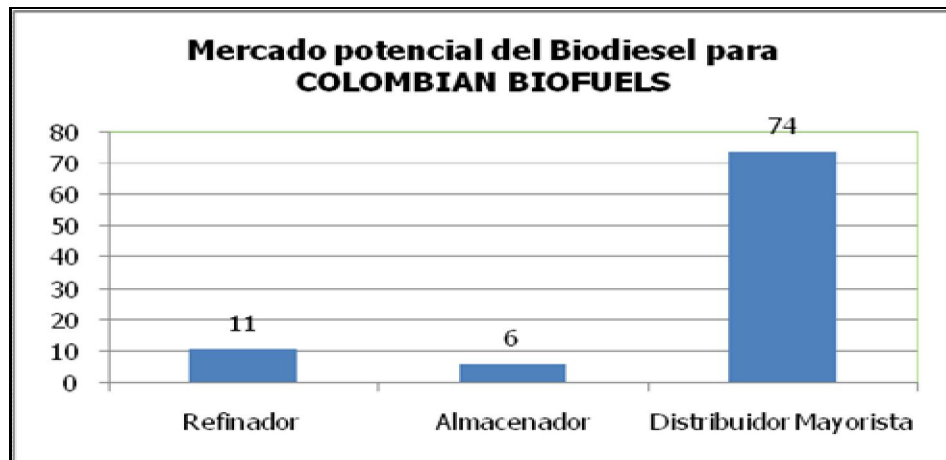
Fuente: Proyección de demanda de energía para el sector transporte. Gasolina, Diesel, GNV. Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). Junio 2007. Cálculos DNP: DIES⁵⁸.

Tabla 4. Proyecciones de demanda de Biocombustibles entre 2008-2019. Fuente: UPME, DNP, DIES.

3.7. Mercado potencial del Biodiesel:

De acuerdo a la Cadena Productiva de Combustibles Automotrices el mercado potencial para **COLOMBIAN BIOFUEL S.A.S** lo conforman los Refinadores, Almacenadores, y Distribuidores Mayoristas de combustibles. De acuerdo a datos del Ministerio de Minas y Energía el mercado potencial lo conforman 11 refinadores, 6 almacenadores y 74 Distribuidores Mayoristas.

La representación del mercado potencial del Biodiesel para la empresa en cuestión se muestra en la gráfica 10.



Gráfica 10. Mercado potencial del Biodiesel para COLOMBIAN BIOFUEL. Fuente: Ministerio de Minas y Transporte

3.8. Justificación del Mercado Objetivo del Biodiesel para COLOMBIAN BIOFUEL:

Las principales razones para definir a las ciudades de Cartagena y Barranquilla para **COLOMBIAN BIOFUEL** como mercado objetivo son de cercanía a la planta de operaciones, y de capacidad de producción, ya que la empresa (al igual que cualquier otro competidor) no está en capacidad de abastecer más de una zona geográfica del país. Incluso, es necesario aclarar, que la entrada al mercado de la ciudad de Barranquilla sería una apuesta a muy largo plazo.

3.9. Estimación del Mercado Objetivo del Biodiesel para COLOMBIAN BIOFUEL:

Las ciudades de Cartagena y Barranquilla se encargan de suplir la demanda de ACPM necesaria para la Costa Atlántica, por lo tanto las plantas productoras de Biodiesel ubicadas en la Costa Atlántica destinan su producción hacia la Refinería de ECOPETROL ubicada en Cartagena para su conversión a B3, y desde allí el producto es entregado a los Almacenadores y Distribuidores Mayoristas que están en Barranquilla y Cartagena para su posterior comercialización a todos los departamentos de la Región Caribe.

De acuerdo a la Asociación Colombiana del Petróleo, del requerimiento para el Biodiesel a nivel nacional, la Costa Atlántica demanda el 33% del consumo siendo la región con mayor nivel de demanda en el país, tabla 5³³.

ZONA	Distribución Demanda Diesel	Distribución Producción de Biodiesel
Centro	46%	22%
Noroccidente	14%	22%
Nororiente	16%	33%
Sur Occidente	18%	0%
Sur Oriente	6%	22%

Tabla 5. Distribución de la demanda nacional del Diesel y de la producción nacional del Biodiesel. Cálculo: ACP con información de FEDEPALMA, ECOPEPETROL, Minagricultura. Año 2007.

Una proyección de la demanda del mercado objetivo para **COLOMBIAN BIOFUEL** con base en las tablas 4 y 5, permite estimar que para el año 2011 el consumo diario de Biodiesel para la Costa Atlántica es de 5.136.835 galones mensuales que equivalen a 166.958 barriles/mes, tabla 6.

AÑO	DEMANDA BIODIESEL Barriles/día	DEMANDA BIODIESEL Galones/día	DEMANDA BIODIESEL Galones/mes	DEMANDA BIODIESEL Galones/año
2008	1.743	73.209	2.196.256	26.721.110
2009	1.854	77.852	2.335.549	28.415.841
2010	3.975	166.958	5.008.727	60.939.509
2011	4.220	177.228	5.316.835	64.688.154
2012	4.497	188.884	5.666.522	68.942.689
2013	4.769	200.291	6.008.726	73.106.164
2014	5.069	212.890	6.386.688	77.704.704
2015	5.384	226.126	6.783.777	82.535.954
2016	5.709	239.792	7.193.756	87.524.029
2017	6.037	253.541	7.606.229	92.542.458
2018	6.382	268.025	8.040.740	97.829.008
2019	6.782	284.865	8.545.937	103.975.572

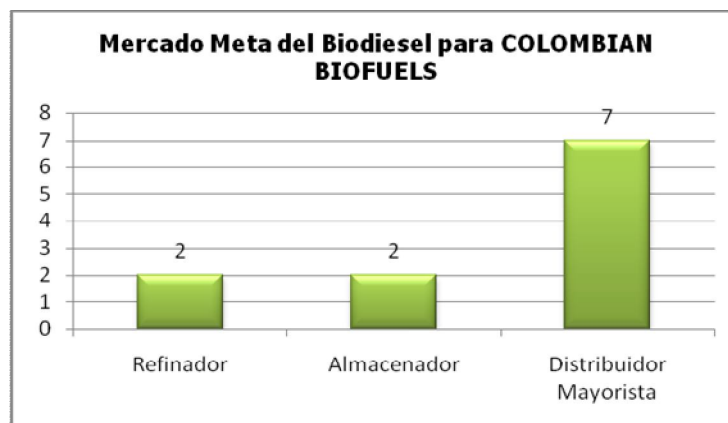
Tabla 6. Estimación de la demanda del Biodiesel para la Costa Atlántica (Mercado Objetivo para COLOMBIAN BIOFUEL). Fuente: Cálculos del Autor con información de ACP, FEDEPALMA, ECOPEPETROL, Minagricultura, DNP.

3.10. Definición del Mercado Meta del Biodiesel para COLOMBIAN BIOFUEL:

El mercado meta del Biodiesel para **COLOMBIAN BIOFUEL** son empresas de la ciudad de Cartagena, y son: 2 Refinadores, 2 Almacenadores y 7 Distribuidores Mayoristas, gráfica 12.

3.11. Justificación del Mercado Meta del Biodiesel para COLOMBIAN BIOFUEL:

Las principales razones para definir a la ciudad de Cartagena para **COLOMBIAN BIOFUEL** son de cercanía a la planta de operaciones, y de capacidad de producción, ya que la demanda de Biodiesel en la ciudad de Cartagena, por ser una de las refinerías más grandes del país por lo cual toda la producción de la empresa bien puede ser destinada a abastecer este mercado.



Gráfica 11. Mercado Meta del Biodiesel para COLOMBIAN BIOFUEL. Fuente: Ministerio de Minas y Transporte

3.12. Estimación del Mercado Meta del Biodiesel

La Refinería de ECOPETROL demanda alrededor de 600.000 galones mensuales de Biodiesel, lo que equivale a 4 carro tanques diarios que son provenientes de la planta de OLEOFLORES que está ubicada en el municipio de Codazzi (Cesar). El biocombustibles llega como B100 y es mezclado con ACPM para pasar a B3, el

cual es vendido a Almacenadores y Distribuidores Mayoristas ubicados en Cartagena, y Barranquilla (o municipios aledaños), quienes a su vez agregan más Biodiesel para convertirlo en B5, el cual es el nivel de mezcla del ACPM que se comercializa en las Estaciones de servicio de todo el país.

Para el 1 de enero del año 2011, la Refinería de ECOPETROL deberá suministrar a sus clientes B5 pero en los actuales momentos debido al déficit de Biodiesel existente en el país se hace difícil cumplir esta meta, la cual corresponde a la normatividad exigida por el gobierno nacional.

El consumo estimado de Biodiesel en la ciudad de Cartagena se estima en alrededor de 1.000.000 de galones mensuales, de los cuales los Almacenadores y Distribuidores Mayoristas demandan 400.000 galones para adicionarlos al B3 y llevarlo hasta B5. El problema para estas empresas radica en que la producción de Biodiesel que ofertan las plantas de Biodiesel es absorbida en su mayor parte por ECOPETROL, razón por la cual se ven en la necesidad de contar con reservas constantes de Biodiesel para evitar problemas de abastecimiento y cumplir así con sus compromisos de venta.

3.13. Perfil del Cliente del Biodiesel:

La estructura de la cadena productiva de Combustibles Automotrices establece que los agentes demandantes de Biodiesel en el país son en su orden: los Refinadores, Almacenadores, y Distribuidores Mayoristas de combustibles. El Decreto N° 4299 de Noviembre 25 del 2005, los define en su artículo 4° de la siguiente manera²⁹:

-ALMACENADOR. Toda persona natural o jurídica dedicada a ejercer la actividad de almacenamiento de combustibles líquidos derivados del petróleo, en los términos del Capítulo IV del presente decreto.

-DISTRIBUIDOR MAYORISTA. Toda persona natural o jurídica dedicada a ejercer la distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo, a través de una planta de abastecimiento, la cual entrega dichos productos con destino a la(s) planta(s) de otro(s) distribuidor(es) mayorista(s), a los distribuidores minoristas o al gran consumidor.

-REFINADOR. Toda persona natural o jurídica que ejerce la actividad de refinación de hidrocarburos para la producción de combustibles líquidos derivados del petróleo.

3.14. Productos Sustitutos y Complementarios para el Biodiesel:

Por su especificidad técnica para su uso exclusivo en motores Diesel, el Biodiesel no posee productos sustitutos ni complementarios. Solo para el caso que compete a este plan de negocios estableceremos una clasificación ficticia definiendo al Biodiesel de primera generación como sustituto de los biodiesel de segunda generación, que son los productos a elaborar por nuestra empresa. El biodiesel es uno solo indistintamente de que materia prima provenga.

3.15. Mercado de la Glicerina:

Se conocen más de 1,500 usos para la glicerina, pero en el país la mayor demanda se da hacia la industria cosmética y de jabonería. Sus aplicaciones se pueden agrupar por sectores de la siguiente forma:

Cosméticos y toiles: este rubro suma el 16,1 % del consumo total de glicerina y es quizá uno de los de mayor crecimiento (más del 50% en los últimos 15 años). Según el INVIMA, en Colombia en este sector económico operan aproximadamente 400 empresas, y 10 de ellas concentran el 65% de la producción. Un renglón importante, que es un gran demandante de glicerina es la industria de jabones que cuenta con un buen número de empresas, las cuales son aproximadamente 35. Es importante anotar, que en el caso de la industria de la

jabonería las empresas más grandes están en capacidad de poder generar su propia glicerina y purificarla aunque esto no significa que no puedan demandar Glicerina Comercial.

Productores de Glicerina: En Colombia, de acuerdo a la Encuesta Anual Manufacturera (2001), del DANE, existen 6 empresas dedicadas a la fabricación de Glicerina Purificada que generan cerca de 1260 empleos, tabla 7.

Establecimientos y empleo: número e índice de dedicación (2001)				
Eslabón	Establecimientos		Empleo	
	Número	Índice de dedicación ^{1/}	Número	Índice de dedicación ^{1/}
Glicerina	6	0,03	1.260	0,06
Detergentes de uso industrial	21	0,09	1.486	0,07
Productos para la conservación y protección	87	0,37	6.381	0,29
Jabones	52	0,22	8.073	0,36
Detergentes y otros productos	97	0,41	8.358	0,38
Champú y productos para el cabello	63	0,27	7.870	0,35
Productos cosméticos grasos	64	0,27	6.092	0,27
Productos para la higiene bucal	13	0,06	2.314	0,10
Esmalte para uñas	28	0,12	2.961	0,13
Productos sólidos en polvo	32	0,14	4.178	0,19
Perfumes y lociones	63	0,27	6.224	0,28
Total cadena	236	-	22.208	-

Tabla 7. Número de establecimientos de la cadena productiva de cosméticos en Colombia. Fuente: DANE, 2001.

Comidas y bebidas: con un 8.5 % del consumo y un crecimiento similar al rubro de los cosméticos y toillettes, la glicerina es utilizada en este sector de los alimentos por sus propiedades humectantes, endulzantes y de preservador de comidas y bebidas.

Papel e impresión: su uso es muy limitado (solo el 0.9 %). No obstante se observa que los valores aumentan si se incluyen los consumos en films de celulosa (3.1%).

Se usa también como lubricante de maquinarias procesadoras de alimentos y en la manufactura de resinas. En este último, su uso ha caído considerablemente desde el 17% a menos del 6% en los últimos años. También se le utiliza para flexibilizar gomas y plásticos. Es la materia prima para fabricar explosivos en base en trinitroglicerina (“nitroglicerina”), aunque hoy día se encuentra parcialmente desplazada por otros explosivos que ofrecen mayor seguridad.

Empresas distribuidoras de Glicerinas: Las empresas distribuidoras de glicerina comercial y purificada se concentran en su gran mayoría en las grandes capitales, tabla 8:

Nº	EMPRESA	CIUDAD
1	QUÍMICA ALIMENTARIA	Bogotá
2	RAW CHEMICAL	Cali
3	DALBERT INTERNATIONAL	Bogotá
4	COMERCIAL FOX	Bogotá
5	ASOCHEMICAL	
6	CIACOMEQ	Bogotá
7	PROQUIMORT	Bogotá
8	CODISA	Medellín
9	ANDEXCOL	Bucaramanga
10	CONQUIMICA	Bogotá
11	PROTAMEEN CHEMICAL	
12	EVOLUCION QUIMICA COLOMBIANA	
13	AQUITECNO	Bogotá
14	ANDERCOL	Medellín
15	QUINITRON LTDA	Bogotá
16	CIMPA	Bogotá
17	ANDESIA	Cartagena
18	BRETANO	Bogotá
19	MANTENITEC	Cali
20	GREEN-OIL	Bogotá
21	INDUSTRIA QUMICA REAL	Cartagena
22	IMPROQUIM LTDA	Medellín
23	MATERIAS PRIMAS DE COLOMBIA	Bogotá
24	MESA HERMANOS Y COMPAÑÍA	Bogotá

25	HUNIBOR	Bogotá
26	RQC SOLUTIONS	Bogotá
27	PROTOKIMICA	Medellín
28	DISTRIBUIDORAS QUIMICAS INDUSTRIALES	Medellín
29	QUIMIFAST	Itagüí
30	PROTECNICA	Cali
31	C.I DISAN	Bogotá
32	COL-RESIN	Itagüí
33	TEXQUIPLAS	Mosquera (Cundinamarca)

Tabla 8. Principales empresas distribuidoras de Glicerina Comercial en Colombia

3.16. Precios de la glicerina:

En el período 1996-2000 el precio de la glicerina refinada registró su valor más alto en 2.38 USD/Kg y el más bajo en 1.32 USD/kg. En cuanto a la glicerina cruda, el precio más alto registrado en el mismo período fue de 1.19 USD/kg y el más bajo 0.66 USD/kg, tabla 9.

AÑO	PRECIO GLICERINA REFINADA usd/kg	PRECIO GLICERINA CRUDA* usd/kg
1996	2.38	1.19
1997	2.12	1.06
1998	1.32	0.66
1999	1.43	0.70
2000	1.76	0.88

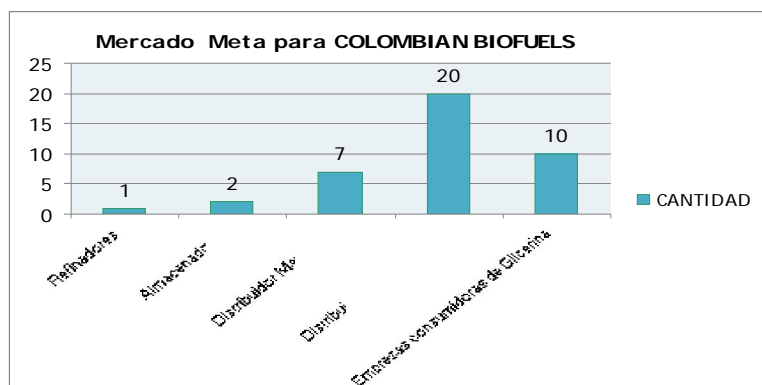
Tabla 9. Comportamiento del precio internacional de la glicerina refinada y cruda (1996-2000). *El precio de la glicerina cruda está calculada como un 50% del precio de la glicerina refinada.

En Colombia, el precio de la glicerina cruda ha disminuido en los últimos años por efecto del incremento en la oferta proveniente de las plantas productoras de biodiesel. En la actualidad el precio de la glicerina cruda es \$800/kg.

3.17. Consolidado del Mercado Meta de COLOMBIAN BIOFUEL:

El mercado meta de **COLOMBIAN BIOFUEL** para los cinco primeros años de funcionamiento está dirigido a 2 productos: Biodiesel de aceite usado de

cocina/grasa animal y la Glicerina Grado Comercial. En ambos casos, biodiesel y glicerina, el mercado meta es la costa atlántica. La gráfica 13 señala el consolidado del mercado meta para **COLOMBIAN BIOFUEL**:



Gráfica 13. Consolidado del mercado meta para **COLOMBIAN BIOFUEL**.

4. ANALISIS DE LA COMPETENCIA

4.1. Principales Participantes y Competidores Potenciales del Biodiesel:

En Colombia **EL BIODIESEL PRODUCIDO ES PALMA AFRICANA Y NO HAY PRODUCCION ALGUNA DE BIODIESEL DE ACEITE USADO DE COCINA.**

Para efectos de este plan de negocios se clasifica la competencia en 2 grupos: a. Plantas de Biodiesel que elaboran Biodiesel de Primera Generación, utilizando como materia prima la palma africana; b. Empresas que producen Biodiesel de Segunda Generación: aceite usado de cocina y grasa animal.

a. Plantas de Biodiesel de Primera Generación: En Colombia existen en funcionamiento a septiembre del 2009, 7 plantas de producción de Biodiesel de Primera Generación, las cuales operan con palma africana como materia prima, estando 5 de ellas integradas al sector palmicultor, tabla 10.

	No.	Región	Empresas	Capacidad Instalada (ton/año)	Fecha de Inicio de Producción
Plantas en Operación	1	Norte	Oleoflores S.A.	50.000	Noviembre de 2007
	2	Norte	Odin Energy Ltda	36.000	Mayo de 2008
	3	Oriental	BioD S.A	100.000	Febrero de 2009
	4	Norte	Biocombustibles Sostenibles del Caribe S.A.	100.000	Abril de 2009
Plantas en Construcción	5	Oriental	Aceites Manuelita S.A.	100.000	Mayo de 2009
	6	Norte	Clean Energy	36.000	Mayo de 2009
	7	Central	Ecodiésel de Colombia S.A.	100.000	Noviembre de 2009
			Total	522.000	

Plantas integradas al sector palmicultor.

Tabla 10. Plantas de Producción de Biodiésel en Colombia. Fuente: Inversionistas de los proyectos y FEDEPALMA.

Del total de las plantas existentes en el país, 4 están ubicadas en la costa Atlántica y son propiedad de OLEOFLORES, ODÍN ENERGY, BIOCOMBUSTIBLES SOSTENIBLES DEL CARIBE, y CLEAN ENERGY; siendo la planta de BIOCOMBUSTIBLES SOSTENIBLES DEL CARIBE la de mayor capacidad: 100.000 toneladas/año.

La capacidad de producción total de las plantas de Biodiésel que operan en la costa Atlántica es de 216.000 toneladas/año.

b. Empresas que producen Biodiésel de Segunda Generación: aceite usado de cocina y grasa animal: A la fecha, no existen en el país empresas que produzcan Biodiésel de segunda Generación utilizando aceite usado de cocina y/o grasa animal o algún otro insumo de los ya referenciados.

Competidores Potenciales: De acuerdo a información del Ministerio de Minas y Energía, no se avizora a corto plazo la puesta en marcha de nuevas plantas de Biodiésel de Primera Generación ya que con la puesta en marcha de la planta de ECODIESEL en diciembre del 2009, se han puesto en funcionamiento los 7 proyectos de inversión de plantas de Biodiésel de Primera Generación para la implementación del programa de mezcla del Biodiésel con el ACPM en el país. Aunque es necesario, aclarar que existen en estudio la construcción de 2 plantas

adicionales que estarían ubicadas en Tumaco (Nariño) y en el departamento del Magdalena con una capacidad de 100.000 toneladas/año, pero todavía no hay nada claro de cuándo podría iniciarse su edificación.

En relación a plantas de Biodiesel de Segunda Generación, existen en estudio 2 iniciativas para las ciudades de Bogotá D.C y Medellín por parte de las empresas BIOCOMBUSTIBLES DEL PACIFICO (BDP) y BIOFUELS respectivamente.

4.2. Oferta del Biodiesel de Primera Generación en el país.

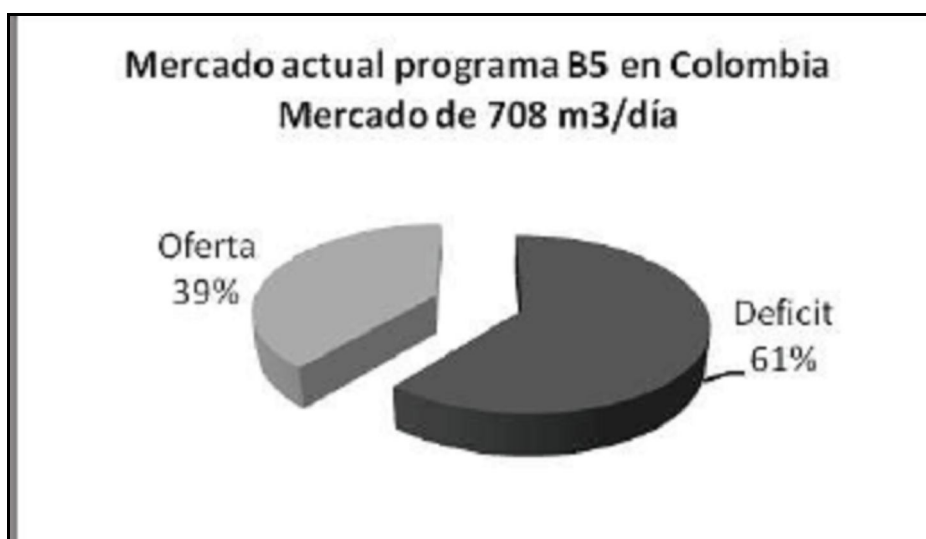
a. Oferta de materia prima (Palma Africana): En el año 2008 Colombia registró una producción de 777.558 toneladas de aceite de palma y 352.214 hectáreas dedicadas al cultivo de palma africana, de las cuales 230.397 estaban en producción (65,41%) y el resto, 121.817 estaban en desarrollo³².

El aceite vegetal que Colombia tiene para la futura producción de Biodiesel de Primera Generación es fundamentalmente el de palma. Los consumos locales de aceite de palma, alimentarios y de otros usos, continuarán requiriendo dicho aceite; por ello, la producción colombiana de Biodiesel deberá apoyarse principalmente en la oferta exportable de aceite de palma.

A pesar del notable incremento en la producción de aceite de palma en el país cuya siembra se registra en 96 municipios y 16 departamentos, existen restricciones a corto plazo para la oferta de aceite de palma como materia prima para la producción de Biodiesel. Se requieren cerca de 715.000 toneladas anuales para la producción de Biodiesel de Primera Generación y la producción actual del país no alcanza tales niveles ya que el mercado interno absorbe el 68% del aceite de palma crudo²⁴.

Se espera que la producción de aceite de palma en Colombia continúe incrementándose en los próximos años, en especial porque ingresarán nuevas áreas de producción y se espera que para finales de esta década la producción de aceite de palma sea alrededor de 1,1 millones de toneladas/año.

b. Oferta nacional disponible de Biodiesel: A inicios del año 2008 con la puesta en marcha del programa de mezcla del Biodiesel con el diesel, **Colombia tenía un déficit de Biodiesel del 61%** ya que para ese entonces solo existían en funcionamiento y próximas a iniciar 5 plantas de Biodiesel de Primera Generación, gráfica 14. Aunque para inicios del año 2010, se espera que estén funcionando en total 7 plantas de Biodiesel de Primera Generación el faltante todavía es latente.



Gráfica 14. Mercado del programa B5 en Colombia para inicios del 2008. Fuente: Biocombustibles de PETROBRAS.

Con base a la capacidad de producción actual de las plantas productoras de Biodiesel de Primera Generación existentes en Colombia y las proyecciones de demanda de Biodiesel en mezcla al 10% hecha por UPME a partir del año 2010, se puede ver el gran déficit en la oferta nacional del Biodiesel, por ejemplo, para el año 2010 dicho faltante será de 2.322.605 galones mensuales aproximadamente, tabla 11. Para poder cubrir la carencia de este biocombustible se hace necesario su importación y la construcción de nuevas plantas de Biodiesel. Dicho déficit, podría incrementarse si se tiene en cuenta que el porcentaje de mezcla Biodiesel-ACPM se deberá incrementar de manera progresiva hasta llegar a B20 para el año 2025.

AÑO	DEMANDA BIODIESEL Barriles/día	DEMANDA BIODIESEL Galones/día	OFERTA BIODIESEL Galones/día	DEFICIT BIODIESEL Galones/día	DEFICIT BIODIESEL Galones/mes	DEFICIT BIODIESEL Galones/año
2008	5.282	221.844	428.512	-206.668	-6.200.035	-75.433.764
2009	5.617	235.914	428.512	-192.598	-5.777.935	-70.298.214
2010	12.046	505.932	428.512	77.420	2.322.605	28.258.356
2011	12.787	537.054	428.512	108.542	3.256.265	39.617.886
2012	13.628	572.376	428.512	143.864	4.315.925	52.510.416
2013	14.451	606.942	428.512	178.430	5.352.905	65.127.006
2014	15.360	645.120	428.512	216.608	6.498.245	79.061.976
2015	16.315	685.230	428.512	256.718	7.701.545	93.702.126
2016	17.301	726.642	428.512	298.130	8.943.905	108.817.506
2017	18.293	768.306	428.512	339.794	10.193.825	124.024.866
2018	19.338	812.196	428.512	383.684	11.510.525	140.044.716
2019	20.553	863.226	428.512	434.714	13.041.425	158.670.666

Tabla 11. Comparativo entre la demanda nacional proyectada de Biodiesel y la oferta nacional de Biodiesel entre el 2008-2019. Fuentes: Cálculos del autor con base a información de UPME.

c. Oferta disponible de Biodiesel para el mercado objetivo de COLOMBIAN BIOFUEL: Debido a que el programa de mezcla del Biodiesel se inició en la Costa Atlántica, esta región cuenta con la mayor cantidad de plantas de Biodiesel para su abastecimiento.

Sin embargo, las 4 plantas existentes no están en capacidad de poder abastecer la demanda del mercado por lo que existe un déficit importante que debe ser cubierto a través de importaciones.

La capacidad de producción total de las 4 plantas de Biodiesel de Primera Generación que abastecen a la Costa Atlántica es de 71.419 galones diarios y la demanda para el año 2010 será de 166.958 galones/día, lo que conlleva a un déficit de 95.539 galones/día y un faltante mensual de 95.539 galones, tabla 12.

AÑO	DEMANDA BIODIESEL Barriles/día	DEMANDA BIODIESEL Galones/día	OFERTA BIODIESEL Galones/día	DEFICIT BIODIESEL Galones/día	DEFICIT BIODIESEL Galones/mes	DEFICIT BIODIESEL Galones/año
2008	1.743	73.209	71.419	-1.790	-53.696	-53.696
2009	1.854	77.852	71.419	-6.433	-192.989	-192.989
2010	3.975	166.958	71.419	-95.539	-2.866.168	-2.866.168
2011	4.220	177.228	71.419	-105.809	-3.174.275	-3.174.275
2012	4.497	188.884	71.419	-117.465	-3.523.963	-3.523.963
2013	4.769	200.291	71.419	-128.872	-3.866.167	-3.866.167
2014	5.069	212.890	71.419	-141.471	-4.244.129	-4.244.129
2015	5.384	226.126	71.419	-154.707	-4.641.218	-4.641.218
2016	5.709	239.792	71.419	-168.373	-5.051.197	-5.051.197
2017	6.037	253.541	71.419	-182.122	-5.463.670	-5.463.670
2018	6.382	268.025	71.419	-196.606	-5.898.181	-5.898.181
2019	6.782	284.865	71.419	-213.446	-6.403.378	-6.403.378

Tabla 12. Comparativo entre la demanda proyectada de Biodiesel de la Costa Atlántica (mercado objetivo para **COLOMBIAN BIOFUEL**) y la oferta regional de Biodiesel para la Costa Atlántica entre el 2008-2019. Fuentes: Cálculos del autor con base a información de UPME.

4.3. Análisis de las Empresas Competidoras del Biodiesel:

a. Empresas de Biodiesel de Primera Generación: En Colombia el desarrollo de la política de Biocombustibles se ha desarrollado de la mano entre el gobierno y el sector privado, que en su gran mayoría corresponden a inversionistas extranjeros provenientes del Japón, Estados Unidos, Canadá y Francia. Estas empresas gozan de incentivos como la exención del IVA y la creación de zonas francas especiales para los biocombustibles.

En conjunto y desde la puesta en marcha del programa de Biodiesel, las plantas productoras han distribuido más de 30 millones de galones de biodiesel en mezcla con el diesel de origen fósil, sin que se tenga registro de afectaciones sobre los vehículos.

Sin embargo, y según un estudio de la Dirección de Hidrocarburos del Ministerio de Minas y Energía³⁰ publicado a septiembre del 2009, se han presentado algunos

problemas de confiabilidad en el suministro, que obligaron en el primer semestre de 2008 a suspender la mezcla en la zona de Barranquilla, y en el mes de noviembre de 2008 en la zona de Cartagena. En 2009 se ha tenido algunos problemas en el Sur del país.

Otro problema ha sido la falta de disponibilidad de materias primas para atender la demanda interna. En especial en aquellas plantas no integradas como ODIN ENERGY en Santa Marta³⁰.

En algunas ocasiones se han presentado ciertos problemas de calidad con el producto (Contaminación total con monoglicéridos y diglicéridos).

b. Empresas de Biodiesel de Segunda Generación: En Colombia existen 2 proyectos para la producción de Biodiesel de Segunda Generación a partir de aceite usado de cocina, entre las características de estas iniciativas se pueden anotar las siguientes:

-BIOCOMBUSTIBLES DEL PACIFICO (BDP): Esta empresa plantea desarrollar en Bogotá D.C, a partir del segundo semestre del año 2009 el proyecto AVES (Aceites Vegetales Sostenibles) para la recolección de manera gratuita de los aceites usados de frituras que son vertidos en los desagües y alcantarillado, para luego convertir estos residuos en biodiesel y glicerina proporcionando nuevas oportunidades de empleo para personas vulnerables²⁸ contribuyendo, de paso, a un mejor manejo del medio ambiente trayendo como consecuencia unos beneficios para la salud de la ciudad y sus habitantes.

-BIOFUELS: Esta empresa cuya oficina principal está situada en Miami (USA) plantea desarrollar en Medellín a partir del segundo semestre del año 2009 la recolección del aceite usado de cocina generado en esta ciudad. Se propone

²⁸ Creando, con personas desplazadas, unas empresas sostenibles (AVES).

suministrar a las unidades residenciales un recipiente de recolección e instalarían un centro de acopio para recibir el aceite usado de todas las residencias. En los restaurantes utilizarían los mismos bidones de 25 litros en los que llega el aceite a estos establecimientos.

4.4. Análisis del costo del Biodiesel de COLOMBIAN BIOFUEL frente a la competencia:

Una de las principales fortalezas de **COLOMBIAN BIOFUEL** frente a la competencia es el costo de producción del Biodiesel de segunda generación que es **obtenido de aceite usado de cocina, y grasa animal** ante los costos de producción de Biodiesel de primera generación elaborado de palma africana y que es producido por las plantas de Biodiesel que tienen asiento en el país.

Según las investigaciones efectuadas por UPME, entre el 70% y el 90% del costo de producción del biodiesel dependen del costo de la materia prima, en este caso la palma africana para Colombia. El costo de producción de un galón de biodiesel para el año 2007 oscilaba entre \$4.334 y \$4.455, siendo el aceite de palma africana el componente de mayor peso en la estructura de costos, con el 85.3%²⁴.

El precio del aceite crudo de palma ha tenido tendencia a la alza durante esta década, tabla 13, oscilando a partir del año 2002 y febrero del año 2010, entre \$1167/kilo y \$ 1.590/kilo²⁹ que es el valor que rige para febrero 3 del 2010.

Año Year	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Average Col\$	Var. Gr. Rate %	US\$ equiv.
2000	800	810	750	770	820	820	860	835	845	800	770	770	804	-5,2	385
2001	790	790	740	800	800	800	825	1.040	1.040	990	990	1.020	885	10,1	385
2002	1.030	985	960	940	974	1.050	1.140	1.300	1.330	1.370	1.410	1.520	1167	31,8	465
2003	1.575	1.575	1.525	1.500	1.450	1.500	1.540	1.480	1.460	1.550	1.780	1.760	1.558	33,4	541
2004	1.660	1.660	1.600	1.480	1.480	1.398	1.311	1.380	1.302	1.267	1.253	1.215	1.417	-9,0	540

Tabla 13. Comportamiento del precio del aceite crudo de palma entre 2000-2004. Fuente: FEDEPALMA. Nota: Los valores en peso corresponden a los precios FOB plantación del aceite de palma crudo, que tienen las siguientes características: hasta 5% de Ácidos Grasos Libres y 1% de humedad más impurezas.

²⁹ Precio de referencia a febrero 3 del 2010 de la página web de FEDEPALMA. Información actualizada a febrero 3 del 2010.

En contraste, el precio del litro del aceite usado de cocina (puesto en planta) para **COLOMBIAN BIOFUEL** fluctúa entre \$1.000 y \$1.350, lo que constituye una fortaleza frente a las empresas competidoras que se caracterizan por contar con tecnología de punta, integración en la cadena, economías de escala y grandes volúmenes de producción.

4.5. Análisis de Productos sustitutos del Biodiesel de Segunda Generación:

Solo para el caso que compete a este plan de negocios estableceremos una clasificación ficticia definiendo al Biodiesel de primera generación como sustituto de los biodiesel de segunda generación, que son los productos a elaborar por nuestra empresa. El biodiesel es uno solo indistintamente de que materia prima provenga.

4.6. Imagen de la Competencia (Plantas de Primera Generación) ante los clientes:

De acuerdo señalado a la Dirección de Hidrocarburos del Ministerio de Minas y Energía, el incumplimiento de las fechas previstas para la entrada de las nuevas plantas productoras de Biodiesel de Primera Generación ha generado inestabilidad y falta de credibilidad hacia estas empresas lo que ha derivado en el incumplimiento en cadena de todos los agentes involucrados debido a la carencia del biocombustible. Esto evidentemente se ha traducido en toda una serie de señales erradas a los consumidores dando como resultado problemas de confiabilidad sobre las bondades del producto³⁰.

Tales demoras en la terminación de estas plantas de Biodiesel de Primera Generación han sido entre otros factores a problemas financieros por parte de los inversionistas a raíz de la crisis económica mundial que se vive actualmente³⁰.

4.7. Análisis del Precio de venta de Biodiesel de COLOMBIAN BIOFUEL y de la competencia:

La política de precios para el Biodiesel en Colombia está determinada por el Ministerio de Minas y Energía en asocio con el CONPES. Dichas políticas están expresadas en la Resolución 180134 de Enero 29 de 2009, en la que se ajusta la fórmula del ingreso al productor del biocombustible para uso en motores diesel, de acuerdo con lo establecido en el documento CONPES 3510 del 31 de marzo de 2008, y se establece un precio base y un precio techo para el galón; a noviembre del 2011, el precio por galón es \$8.997.

4.8. Posición del COLOMBIAN BIOFUEL frente a la competencia:

A pesar de que las plantas productoras de Biodiesel en el país cuentan con tecnología de punta, gran capacidad de producción y alta inversión, todas tienen en común que son de biodiesel de primera generación lo que conlleva a altos costos de producción asociados a la palma africana. En cambio, **COLOMBIAN BIOFUEL** al manejar un concepto de generación de biodiesel orientado hacia biocombustibles de segunda generación posee costos de producción muy bajos con beneficios ambientales mayores que la competencia y de gran impacto social, tabla 14.

EMPRESAS FACTORES	OLEOFLORES	ODIN ENERGY	BIOCOMBUSTIBLES SOSTENIBLES DEL CARIBE	CLEAN ENERGY	COLOMBIAN BIOFUEL
PRODUCTOS Y/O SERVICIOS	Biodiesel, Glicerina, Aceites y grasas vegetales y sus derivados	Biodiesel, Glicerina,	Biodiesel, Glicerina,	Biodiesel, Glicerina,	Biodiesel de Aceite usado de cocina, Glicerina
PRECIO	\$8997	\$8997	\$8997	\$8997	\$8997
CANAL DE DISTRIBUCION	Directo	Directo	Directo	Directo	Directo
ESTRATEGIA PUBLICITARIA	Internet, prensa, Ferias empresariales, congresos	Prensa, Ferias empresariales, congresos	Ferias empresariales, congresos, prensa	Ferias empresariales, congresos, prensa	Internet, prensa, Ferias empresariales, Radio
VALOR AGREGADO	Realizan integración hacia atrás en la cadena del Biodiesel	Biodiesel	Realizan integración hacia atrás en la cadena del Biodiesel, Zona Franca especial	Zona franca especial	Biocombustibles de segunda generación. Materias primas de desecho, sin riesgo sobre seguridad alimentaria, ni deforestación de bosques y selvas vírgenes
EMPAQUE	Carrotanques	Carrotanques	Carrotanques	Carrotanques	Carrotanques
TECNOLOGIA UTILIZADA	Catálisis Alcalina Materia prima: Palma Africana (1° generación)	Catálisis Alcalina Materia prima: Palma Africana (1° generación)	Catálisis Alcalina Materia prima: Palma Africana (1° generación)	Catálisis Alcalina Materia prima: Palma Africana (1° generación)	Catálisis Alcalina Materia prima: Aceite usado de cocina (corto plazo), desechos de fruta, y cultivos de microalgas (mediano plazo), basuras (largo plazo)
ESTRATEGIA	Muestra de producto, Marketing Ambiental	Marketing Ambiental, Muestra de producto	Marketing Ambiental, Muestra del producto	Muestra de producto, Marketing Ambiental	Muestra de producto, Estrategia de precios, Marketing

PROMOCIONAL					Ambiental
PERFIL DE CLIENTES	ECOPETROL, Almacenadores, Distribuidores Mayoristas	ECOPETROL, Almacenadores, Distribuidores Mayoristas	ECOPETROL, Almacenadores, Distribuidores Mayoristas	ECOPETROL, Almacenadores, Distribuidores Mayoristas	ECOPETROL, Almacenadores, Distribuidores Mayoristas

Tabla 14. Cuadro de benchmarking comparativo entre **COLOMBIAN BIOFUEL** y las plantas de Biodiesel de Primera Generación ubicadas en la Costa Atlántica. Fuente: Análisis del autor basado en información de la web.

4.9. Segmento al cual está dirigida la competencia:

La estructura de la cadena productiva de Combustibles Automotrices establece que los agentes demandantes de Biodiesel en el país son en su orden: los Refinadores, Almacenadores, y Distribuidores Mayoristas de combustibles.

4.10. Análisis de la Competencia para la Glicerina:

De igual manera que como sucede para el biodiesel, las empresas competidoras que producen glicerina cruda proveniente del biodiesel son los productores actuales de biodiesel de palma africana existentes en el país.

5. ESTUDIO TECNICO

5.1. Ficha técnica de los productos

5.1.1. Biodiesel de Aceite usado de cocina:

Es un combustible de origen vegetal **obtenido a partir del aceite reciclado de cocina que normalmente es desechado en restaurantes, hoteles y hogares, y de grasa animal desechada en mataderos y en procesos industriales.**

Son esterres de alquilo menores (metilo y etilo) de ácidos grasos de cadena par, que en general van del Carbono 4 (C4) al Carbono 24 (C24), y que se emplea en motores de ignición de compresión, tanto como en calderas de calefacción²¹.

Los requisitos de calidad del Biocombustible para mezclar con el combustible Diesel exigidos en Colombia en la Resolución 182087 de diciembre 17 del 2007, tabla 15 son los siguientes:

PARÁMETRO	UNIDADES	ESPECIFICACIÓN	MÉTODOS DE ENSAYO
Densidad a 15 °C	Kg/m ³	860 – 900	ASTM D 4052-ISO 3675
Número de cetano	Cetano	47 mínimo	ASTM D 613- ISO 5165
Viscosidad (cinemática a 40°C)	mm ² /s	1,9 – 6,0	ASTM D 445-ISO 3104
Contenido de agua	mg/kg	500 máximo	ASTM E 203-ISO 12937
Contaminación Total	mg/kg	24 máximo	EN 12662
Punto de inflamación	°C	120 mínimo	ASTM D 93 ; ISO 2719
Corrosión lámina de cobre	Unidad	1	ASTM D 130-ISO 2160
Estabilidad a la oxidación (3)	Horas	6 mínimo	EN 14112
Estabilidad Térmica	% de reflectancia	70 % mínimo	ASTM D 6468
Cenizas sulfatadas	% en masa	0,02 máximo	ASTM D 874-ISO 3987
Contenido de fósforo	% en masa	0,001 máximo	ASTM D 4951-ISO 14107
Destilación (PFE)	°C	Max. 360	ASTM D 86-ISO 3405
Número ácido	mg de KOH/g	0,5 máximo	ASTM D 664-EN 1404
Temperatura de Obturación del filtro frío (CFPP)	°C	Reportar (4)	ASTM D6371-EN 116
Punto de nube/ enturbiamiento	°C	Reportar (4)	ASTM D 2500-ISO 3015

Punto de fluidez	°C	Reportar (4)	ASTM D 97
Carbón residual	% en masa	0,3 máximo	ASTM D 4530 (ISO 10370 (5))
Contenido de sodio y potasio	mg/kg	5 máximo	ASTM D 5863-EN 14108-EN 14109
Contenido de calcio y magnesio	mg/kg	5 máximo	ASTM D 5863-EN 14108-EN 14109
Contenido de Monoglicéridos	% en masa	0.8 máximo	ASTM D 6584-ISO 14105
Contenido de Diglicéridos	% en masa	0.2 máximo	ASTM D 6584-ISO 14105
Contenido de Triglicéridos	% en masa	0.2 máximo	ASTM D 6584- ISO 14105
Glicerina libre y total	% en masa	0,02/0,25	ASTM D 6584 ; ISO 14105; ISO 14106
Contenido de metanol o etanol	% en masa	0,2 máximo	ISO 14110
Contenido de éster	% en masa	96,5 mínimo	EN 14103
Contenido de alquilester de ácido linoleico	% en masa	12 máximo	EN 14103
Índice de yodo	gr de yodo/100 gr	120 máximo	EN 14111
(1). Se recomienda complementar con el método ASTM D4625, con niveles máximos de 1,5 mg/100 ml a 6 semanas.			
(4). Los valores para estos parámetros deberán establecerse en las normas técnicas específicas que se definan para cualquier mezcla biocombustibles – diesel (ACPM) de origen fósil en cualquier proporción. Los valores definidos deberán ser sustentados en estudios realizados en laboratorios acreditados y avalados por la autoridad competente			

Tabla 15. Resolución 182087 de diciembre del 2007. Fuente: Ministerio de Minas y Energía

El **biodiesel a partir del aceite usado de cocina** presenta las siguientes cualidades:

-Es un *combustible limpio y amigable*, por lo cual contribuye a mejorar la calidad de vida de la ciudad y sus habitantes.

-Al no contener azufre y por su rico contenido en oxígeno, su uso puede extender la vida útil de los motores debido a que además posee mejores cualidades lubricantes que el ACPM.

-Es un combustible biodegradable, incluso es diez veces menos tóxico que la sal de cocina²³.

-Su transporte y manejo es seguro debido a que es biodegradable.

- La emisión de olores por el caño de escape de los motores en el momento de la combustión es característica al olor a frituras, la cual es muy agradable en contravía del desagradable olor generado por el diesel de petróleo (ACPM).

-Es un Biodiesel más barato que el Biodiesel obtenido a partir de palma africana o cualquier otro aceite virgen.

5.1.1.1. Empaque, Embalaje y Almacenaje del Biodiesel de Aceite usado de cocina:

El empaque y el embalaje del producto serán en tanques de fibra de vidrio de 12.000 galones de capacidad.

El biodiesel en términos generales no debe ser almacenado durante mucho tiempo ya que posee menor estabilidad a la oxidación que el diesel debido a que posee dobles enlaces y oxígeno en su molécula¹⁵, por lo que se recomienda un almacenamiento no superior a 6 meses².

No debe almacenarse en tanques ya sucios por depósitos provenientes del gasoil ya que puede presentar problemas debido a que su poder solvente "limpia" dichos depósitos².

5.1.1.2. Factores Ambientales Del Biodiesel de Aceite usado de cocina.

Es interesante mencionar el potencial que representa el reúso de aceites vegetales de cocina usados para la elaboración de biodiesel. El volumen de aceites de cocina usados de la ciudad entera no bastaría para satisfacer ni siquiera un porcentaje ínfimo de la demanda local de combustibles, pero la alternativa es interesante desde el punto de vista ambiental

Un problema ambiental al cual en Colombia y mucho menos en Cartagena se le puesto atención es el desperdicio del aceite usado de cocina por parte de los

locales de comidas de la ciudad, estos aceites poseen un balance y un ciclo, y en algún punto los mismos son desechados, a menudo a la red colectora cloacal o a rellenos sanitarios. En general, la flora bacteriana de un buen sistema de tratamiento de efluentes en una ciudad organizada o un buen compostaje podrá lidiar con dicha carga, pero a menudo éstos aceites llegan directamente a cursos de agua, sin previo tratamiento, y representan un riesgo para la flora y fauna acuática al formar una delgada capa superficial que impide procesos fisicoquímicos fundamentales para la vida. Esto no solo representa un problema ambiental, sino que es un desperdicio absoluto de materia prima valiosa, tanto para la obtención de glicerina, ácidos grasos o esteres como el biodiesel.

Con respecto a la generación de gases contaminantes, sus bajas emisiones que produce su combustión y la reducción de emisiones de CO² hacen de él un combustible ideal reconocido por la *Environmental Protection Agency* (EPA) de los Estados Unidos, bajo la sección 211(b) del "*Clean Air Act*" y por la Oficina de Presupuesto del Congreso y el Departamento Americano de Agricultura como la opción más económica de combustible alternativo que reúne todos los requisitos del Energy Policy Act²³.

En efecto, el ciclo biológico en la producción y el uso del Biodiesel reduce aproximadamente en 80% las emisiones de anhídrido carbónico, y casi 100% las de dióxido de azufre. Su combustión disminuye en 90% la cantidad de hidrocarburos totales no quemado, y entre 75 -90% en los hidrocarburos aromáticos, habiéndose demostrado en los Estados Unidos que el uso de Biodiesel reduce en 90% los riesgos de contraer cáncer²³.

Algunas publicaciones citan reducciones en el nivel de óxidos de nitrógeno, aunque en general se asume que la utilización de biodiesel suele llevar aparejado un aumento de éstas emisiones, tabla 16. Los óxidos de azufre en general se encuentran ausentes, dado que el biodiesel no contiene azufre. El azufre en un

inhibidor catalítico, y su ausencia permite el uso de catalizadores efectivos en el tratamiento de gases como el óxido de nitrógeno².

Parámetro	B100	B20
Combustible no quemado	-93%	-30%
CO	-50%	-20%
Partículas sólidas	-30%	-22%
Óxidos Nitrosos	13%	2%
Azufre	-100%	-20%
PAH	-80%	-13%
nPAH	-90%	-50%
SMOG POT.	-50%	-10%

Tabla 16. Reducción de gases (base gasoil=0)²

5.1.2. Descripción de la Glicerina:

Líquido viscoso incoloro, inodoro, higroscópico y dulce, que es de gran uso en la industria del petróleo, química, farmacéutica, alimenticia. La glicerina obtenida por **COLOMBIAN BIOFUEL** es un subproducto del proceso de obtención del Biodiesel y es grado comercial.

Compuesto orgánico, líquido, viscoso e incoloro, de sabor dulce. Sus propiedades solventes son similares a la del agua o alcoholes alifáticos simples, es insoluble en hidrocarburos, alcoholes de cadenas largas, grasas y solventes halogenados y la solubilidad de gases u otros líquidos en glicerol dependen de la temperatura y presión³⁴.

Es higroscópico (absorbe agua del aire); se derrite a 17.8°C, su punto de ebullición con descomposición es a 290°C, y es miscible con agua y etanol. La glicerina puede ser quemada, sin embargo su combustión debe ser realizada a temperaturas mayores a su punto de ebullición, de lo contrario puede emitir gases tóxicos (acroleína), los cuales se forman entre los 200 y 300 °C³⁵.

La glicerina obtenida es grado comercial. Entre las cualidades a resaltar se pueden señalar:

-Posee un mayor rango de aplicabilidad que la glicerina sintética obtenida de plantas oleoquímicas.

-Su origen natural permite su utilización para concentrado de animales, por ejemplo, cerdos.

-Mejora los niveles de producción de leche vacuna al suministrarla a la alimentación de rumiantes.

-Estudios científicos indican que puede mejorar los niveles del ácido linoleico conjugado que se encuentra en la grasa de la leche y en la carne de la vaca, provocando efectos terapéuticos positivo en la salud humana, tales como propiedades anticancerígenas, antidiabetogénicas y antiadipogénicas.

5.1.2.1. Empaque, embalaje y almacenamiento de la glicerina producida por COLOMBIAN BIOFUEL:

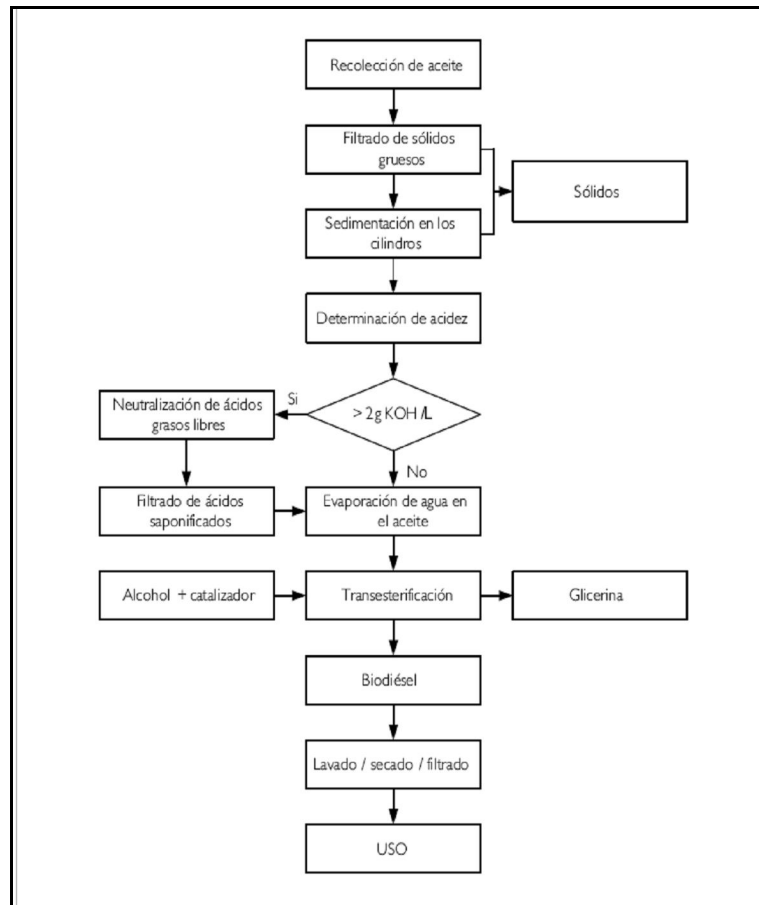
El producto será empacado en canecas plásticas herméticamente cerradas de capacidad de 52 galones. El almacenamiento es en ambientes secos, deben evitarse temperaturas elevadas.

5.1.2.2. Factores ambientales de la glicerina producida por COLOMBIAN BIOFUEL:

Es un producto biodegradable. Manteniendo las condiciones adecuadas de manejo no cabe esperar problemas ecológicos.

5.2. Descripción del proceso

El proceso de producción del Biodiesel de aceite usado de cocina y grasa animal se resume en la gráfica 15.



Gráfica 15. Proceso de obtención del biodiesel de aceite usado de cocina/grasa animal, Fuente: ACOSTA Fernando, CASTRO Paula, CORTIJO Elsa. Manual de construcción y uso de reactor para producción de biodiesel a pequeña escala.

Dentro de esta gráfica cada una de las actividades unitarias se realiza como veremos seguidamente⁴³:

5.2.1. Pre-tratamiento del Aceite usado de cocina: La primera operación es la purificación del aceite de cocina usado. Luego del proceso de fritura, el aceite puede venir con restos sólidos de comida, tantos gruesos (filtrables) como finos

(separables más fácilmente por decantación), con agua de los alimentos y con un grado de degradación variable (según la temperatura y el tiempo que se ha usado para freír). Para cada lote de aceite, lo ideal es primero filtrarlo y luego verificar si contiene agua y determinar su índice de acidez, que indicará cuán degradado está y cuánto catalizador se deberá utilizar en la transesterificación.

-Recepción: El aceite debe ser recibido en cilindros o depósitos de plástico o metal. En caso de ser producción propia, este debe ser almacenado, preferentemente, en cilindros o baldes de 20 a 50 litros, para una fácil manipulación de estos.

- Por lo general, rápidamente se depositan en el fondo restos sólidos de comida.
- En lo posible hay que tratar de no remover los restos sólidos de comida, para no ensuciar el aceite ni dificultar el filtrado.
- Es preferible llevar un registro de la cantidad y calidad del aceite recibido, con la finalidad de poder conocer las características del aceite recibido por cada proveedor.

-Filtrado: La operación de filtrado del aceite se realiza por medio de bombeo. Se pasa el aceite a través de una malla metálica y un filtro grueso, lo cual sirve para separar las partículas gruesas que se encuentran en suspensión en el aceite, y se conduce el aceite filtrado al tanque de almacenamiento.

- Si el aceite es muy viscoso, el filtrado se facilita calentándolo ligeramente.
- Luego del filtrado, se registra para cada envase la tara de sólidos remanentes y la tara del envase vacío.
- Los sólidos se almacenan en baldes o latas para destinarlos al compostaje o alimentación animal.

-Almacenamiento y sedimentación de sólidos finos: El aceite filtrado se almacena en uno de los cilindros de plástico destinados a este fin.

- Se debe mantener el cilindro tapado para evitar el ingreso de impurezas, como polvo o insectos.
- En el fondo del tanque se irán depositando sólidos finos que formarán una especie de lodo. Así, periódicamente, será necesario limpiar el tanque para descargar tal impureza.

- El lodo será separado y destinado al compostaje o alimentación animal.

5.2.2. Transesterificación: Este combustible se obtiene por transesterificación, proceso que combina aceites vegetales y/o grasas animales con alcohol (metanol o etanol) en presencia de un catalizador con el fin de formar ésteres grasos. Del producto recuperado se separa la glicerina como un subproducto muy valioso para la industria. La mezcla de alcohol/éster restante se separa y el exceso de alcohol se recicla. Posteriormente los ésteres son sometidos a un proceso de purificación que consiste en el lavado con agua, secado al vacío y posterior filtrado.

El aceite debe ser limpio y con un máximo de 0.5% de ácidos grasos libres. Después se mezcla el aceite con metanol y con catalizador (NaOH). El metanol y el catalizador deben estar libres de agua. El aceite no debe tener más de 0.1 % de H₂O para evitar la formación de jabón.

Después de agitar esta mezcla durante 40 - 60 minutos a una temperatura entre 30°C–35°C, se separa de la fase glicérol que se forma. La fase glicérica se forma a partir de la glicerina, de los jabones, del catalizador y del metanol sobrante. El éster formado se lava con agua para eliminar remanentes del catalizador y de glicerina. El éster se somete a secado y el producto obtenido biodiesel se envía a tanques de almacenamiento como producto terminado.

5.2.3. Control de calidad del proceso de transesterificación: Para verificar que la transesterificación se haya realizado con éxito, se deben controlar dos puntos:

- Se debe observar una separación de fases marcada de biodiesel y glicerina. Si no hay separación, entonces no ha habido reacción. En este caso se debe evaluar cuál es el motivo de este problema.

- Observar que la prueba de lavado del biodiesel sea exitosa.

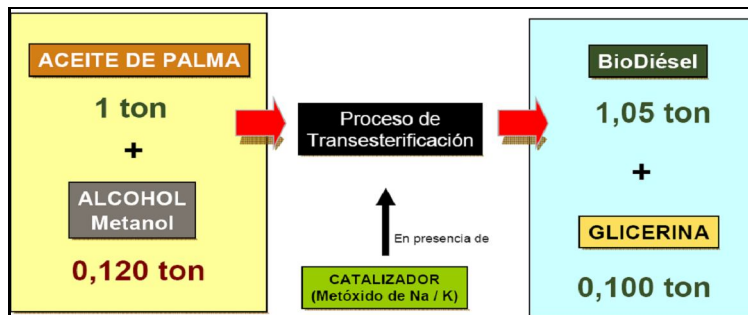
5.2.4. Lavado: Se realiza con el objetivo de remover el exceso de glicerina u otros residuos que estén dentro del biodiesel.

5.2.5. Secado: Una vez realizado el lavado el producto es transferido al tanque de secado.

5.2.6. Filtrado: Luego del secado, el biodiesel se filtra para evitar todo tipo de impurezas, hay que asegurarse de que el biodiesel no esté demasiado caliente antes del filtrado (la temperatura no debe superar los 50 °C).

5.3. Consumos por unidad de producto:

El proceso de elaboración del biodiesel corresponde a una reacción de transesterificación, en la cual se generan 2 productos finales: Biodiesel y Glicerina, en una proporción en peso de 10:1 respectivamente. En términos generales, se puede decir que 1 tonelada de aceite produce 1 tonelada de biodiesel y 0,1 toneladas de glicerina, gráfica 16. Aunque es necesario aclarar, que los rendimientos de la reacción están sujetos a muchas variables y características de las materias primas, tecnología y entorno.



Gráfica 16. Consumo por unidad de producto para la elaboración de biodiésel. Fuente: FEDEPALMA

5.4. Tecnología requerida:

La tecnología requerida por parte de **COLOMBIAN BIOFUEL** es la catálisis alcalina. El proceso de transesterificación, con catalizadores alcalinos, para transformar los triglicéridos en sus correspondientes esteres metílicos tiene una conversión muy alta en un periodo más corto de tiempo, tiene algunos inconvenientes: el catalizador debe ser separado del producto final, la recuperación del glicerol puede resultar difícil, el agua alcalina resultante del proceso debe ser tratada y los ácidos grasos y el agua afectan a la reacción¹⁰.

Eventualmente, se utilizara tecnología basada en catálisis acida. Esto se hará si el aceite usado tiene un alto grado de ácidos grasos y elevada humedad, en este caso los catalizadores ácidos son los más adecuados. Estos ácidos pueden ser sulfúrico, fosfórico o ácido sulfónico orgánico¹⁰.

Los aceites de bajo costo y grasas animales en algunos casos suelen contener gran cantidad de ácidos grasos que no se pueden convertir en biodiésel usando catalizadores alcalinos. En estos casos es necesario hacer la esterificación en dos etapas: inicialmente debe realizarse un pre tratamiento para convertir los ácidos grasos libres en esteres metílicos con un catalizador ácido, y en un segundo paso se realiza la transesterificación con un catalizador alcalino, para completar la reacción¹⁰.

5.5. Capacidad Instalada requerida:

Existen diferentes formas de estimar la capacidad instalada productiva de una planta de producción, entre ellas podemos citar: materia prima disponible, proyecciones estimadas de venta, tecnología disponible en el mercado, restricciones de capital, etc. Para el caso objeto de estudio, las restricciones de capital disponible de la empresa fue el factor principal para tomar la decisión de la capacidad instalada inicial de la planta.

La capacidad instalada inicial de la planta es de 30.000 galones mensuales la cual se irá incrementando de manera progresiva en la medida en que la empresa vaya adquiriendo nuevos biorreactores para atender la demanda insatisfecha del mercado. La tabla 17, muestra la capacidad instalada proyectada de la planta para los primeros 5 años de funcionamiento:

Capacidad de Producción Máxima Biodiesel					
Capacidad de Producción Máxima	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Capacidad de Producción Galones/día BIO2	950	950	1.900	1.900	1.900
Total Capacidad de Producción Galones/día	-	-	1.900,00	1.900,00	1.900,00

Tabla 17. Capacidad de producción instalada de COLOMBIAN BIOFUEL para los años 1-5

5.6. Mano de obra especializada requerida:

COLOMBAN BIOFUELS es una empresa que por las características del negocio demandará mano de obra muy especializada para cada una de las distintas operaciones a realizar. El requerimiento de mano especializada a mediano plazo es el siguiente:

-Jefe de proceso: Ingenieros Industriales, Ingenieros Químicos, Ingenieros de Petróleo, Ingenieros de Alimentos, Químicos, Químicos Farmacéuticos. Preferiblemente con experiencia en elaboración de biodiesel.

-Analista de calidad: Bacteriólogos, Químicos, Ingenieros de Alimentos, Químicos Farmacéuticos. Preferiblemente con experiencia en el campo de las grasas y/ aceites, y en biodiesel.

-Investigación y Desarrollo: Esta área corresponde al corazón de la empresa y es determinante para el futuro y sostenibilidad en el tiempo de ella; le compete investigar y desarrollar patentes en el campo del biodiesel. Se necesitan Bacteriólogos, Químicos, Ingenieros de Alimentos, Químicos Farmacéuticos con un alto nivel de formación en biotecnología.

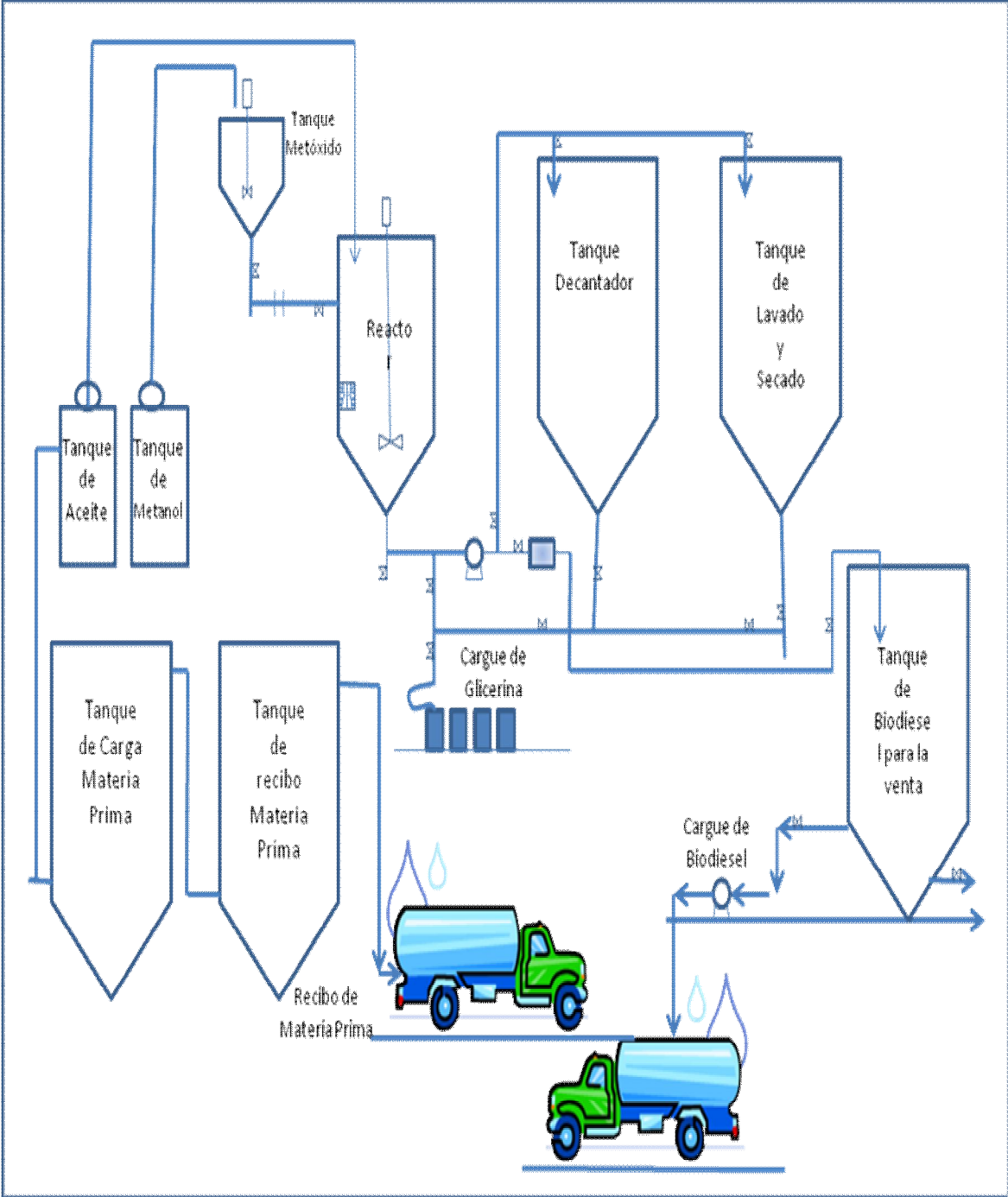
-Pruebas en Motores: Ingenieros Mecánicos, Técnicos en Motores, preferiblemente con experiencia en ensayos de motores diesel con biodiesel.

A corto plazo el requerimiento de mano obra especial es menos complejo por lo que solo se utilizará un Jefe de Proceso quien hará las veces del Analista de Calidad, los cargos de Investigación y Desarrollo y de Prueba en Motores serán a posteriori.

5.7. Ubicación de las Instalaciones

Bodegas del Centro Industrial Ternera N°2, km 1 Carretera Cartagena-Turbaco.

5.8. Plano de las Instalaciones



7. ANALISIS FINANCIERO

Las proyecciones financieros del proyecto están contempladas para los cinco primeros años de puesta en marcha

7.1. Requerimiento de Maquinaria y Equipos:

Los equipos requeridos corresponden a una planta tipo batch o producción por lotes, cuyo costo es muy inferior a una planta de producción continua la cual es del orden de 1 millones para un volumen de producción similar al que posee inicialmente COLOMBIAN BIOFUEL S.A.S:

CONCEPTO	AÑO 1			AÑO 2			AÑO 3		
	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL AÑO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO A.4	TOTAL AÑO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO A.4	TOTAL AÑO
EQUIPOS DE PRODUCCIÓN									
Reactor BOSS 230	1	\$ 50.000.000	\$ 50.000.000	0	\$ 51.780.000	\$ 0	1	\$ 53.465.163	\$ 53.465.163
Reactor BIO115	0	\$ 220.000.000	\$ 0	0	\$ 227.832.000	\$ 0	0	\$ 235.246.719	\$ 0
Tanque de almacenamiento est.	1	\$ 17.816.000	\$ 17.816.000	0	\$ 18.450.250	\$ 0	1	\$ 19.050.707	\$ 19.050.707
Almacenamiento Móvil	1	\$ 26.000.000	\$ 26.000.000	0	\$ 26.925.600	\$ 0	1	\$ 27.801.885	\$ 27.801.885
Almacenamiento de recibo M.P	1	\$ 7.520.000	\$ 7.520.000	0	\$ 7.787.712	\$ 0	1	\$ 8.041.161	\$ 8.041.161
Tubería de empalmes	1	\$ 1.113.600	\$ 1.113.600	0	\$ 1.153.244	\$ 0	1	\$ 1.190.776	\$ 1.190.776
Accesorios de tubería	1	\$ 672.800	\$ 672.800	0	\$ 696.752	\$ 0	1	\$ 719.427	\$ 719.427
Válvulas de control	1	\$ 241.500	\$ 241.500	0	\$ 250.097	\$ 0	1	\$ 258.237	\$ 258.237
Bombas	1	\$ 9.280.000	\$ 9.280.000	0	\$ 9.610.368	\$ 0	1	\$ 9.923.134	\$ 9.923.134
Muros de contención	1	\$ 1.339.800	\$ 1.339.800	0	\$ 1.387.497	\$ 0	1	\$ 1.432.653	\$ 1.432.653
Sistema Eléctrico	1	\$ 6.380.000	\$ 6.380.000	0	\$ 6.607.128	\$ 0	1	\$ 6.822.155	\$ 6.822.155
Sistema contraincendios	1	\$ 4.640.000	\$ 4.640.000	0	\$ 4.805.184	\$ 0	1	\$ 4.961.567	\$ 4.961.567
Filtros	5	\$ 100.000	\$ 500.000	5	\$ 103.560	\$ 517.800	5	\$ 106.930	\$ 534.652
Bascula Electrónica de 200 Kilos	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	1	\$ 1.035.600	\$ 1.035.600	1	\$ 1.069.303	\$ 1.069.303
Canecas plásticas de 200 Lt	20	\$ 30.000	\$ 600.000	20	\$ 31.068	\$ 621.360	20	\$ 32.079	\$ 641.582
SUB-TOTAL			\$ 127.103.700			\$ 2.174.760			\$ 135.912.402

7.2. Proyecciones de venta y Rentabilidad:

Los productos a comercializar por parte de **COLOMBIAN BIOFUEL S.A.S** son: biodiesel de aceite usado de cocina y glicerina grado comercial. El precio del galón de biodiesel para el mes de noviembre del 2011 es de \$10.036; en cuanto al kilo de glicerina grado comercial su precio de venta es de \$1.000/kilo.

Precio Por Producto		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Precio BODIESEL	\$ / Galón	\$ 10.036	\$ 10.393	\$ 10.732	\$ 11.055	\$ 11.388
Precio GLICERINA	\$ / Kilo.	\$ 1.000	\$ 1.036	\$ 1.069	\$ 1.102	\$ 1.135

Las proyecciones anuales de venta para cada producto son:

Precio Por Producto		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Precio BODIESEL	\$ / Galón	\$ 10.036	\$ 10.393	\$ 10.732	\$ 11.055	\$ 11.388
Precio GLICERINA	\$ / Kilo.	\$ 1.000	\$ 1.036	\$ 1.069	\$ 1.102	\$ 1.135
Unidades Vendidas por Producto						
Unidades BODIESEL	Galones	338.100	560.280	1.120.560	1.120.560	1.120.560
Unidades GLICERINA	Kilo	118.276	196.000	391.999	391.999	391.999
Total Ventas						
BODIESEL		\$ 3.393.171.600	\$ 5.823.147.815	\$ 12.025.320.557	\$ 12.387.480.523	\$ 12.761.348.144
GLICERINA		\$ 118.275.710	\$ 202.977.339	\$ 419.166.343	\$ 431.790.145	\$ 444.822.040
TOTAL VENTAS		\$ 3.511.447.310	\$ 6.026.125.154	\$ 12.444.486.900	\$ 12.819.270.667	\$ 13.206.170.185

7.3. Costos de Materia Prima

Como precio del aceite usado de cocina se tomó el valor promedio del litro de aceite usado de cocina (puesto el producto en la planta) ofertado en la ciudad de Bogotá por parte de diferentes intermediarios y comercializadores de este residuo. Se toma este valor de referencia con la intención de “castigar” el proyecto. Para el metanol se tomó el precio a noviembre del 2011 suministrada por la empresa INTERQUÍM S.A. que provee a nivel nacional este producto.

Costo de la Materia Prima en kilo y en litro		
Materia Prima	Precio (\$) Kilo	Precio (\$) litro
Aceite usado (kilo)	\$ 1.770	\$ 1.650
Metanol (kilo)	\$ 1.150,00	\$ 1.000
Hidróxido de sodio (kilo)	\$ 1.000	-

El consumo eléctrico en KW/galón es 0,014 y el valor a noviembre del 2011 del KW es de \$300.

Teniendo en cuenta la gráfica 16 los costos de producción para el biodiesel de aceite usado de cocina y la glicerina comercial son los siguientes:

Costo Galón de Biodiesel	\$ 7.076,9
Costo Kilo de Glicerina	\$ 1.495,8

7.4. Costos de mano de obra operativa

En lo referente a la mano de obra operativa, por turno de producción de 8 horas de duración se requieren solo una persona para la operación del reactor. Por lo tanto, si tenemos en cuenta que la planta funcionará 24 horas diarias, el requerimiento de personal es de 3 operarios más otro adicional para totalizar 4 operarios. Se consideró un salario mensual promedio por operario de \$800.000.

El costo de mano de obra (CMO) unitario teniendo en cuenta los volúmenes mensuales de producción para el primer año es de \$197,14 para el galón de biodiesel y de \$14,67 para el kilo de glicerina:

Promedio Mensual Producción Biodiesel					
AÑO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
CANTIDAD MES	33.810	46.690	93.380	93.380	93.380

Promedio Mensual Producción Glicerina					
AÑO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
CANTIDAD MES	2.512	3.470	6.939	6.939	6.939

PRODUCTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
CMO Unitario Biodiesel	\$ 197,44	\$ 148,06	\$ 133,77	\$ 137,80	\$ 141,96
CMO Unitario Glicerina	\$ 14,67	\$ 11,00	\$ 9,94	\$ 10,24	\$ 10,55

7.5. Flujo de caja

Para el proyecto se fijó un horizonte de vida de 2 meses pre-operativos de construcción y 5 años de operación, una tasa de impuestos del 35%, una tasa mínima de retorno (TMR) del 18% (aproximadamente 13 puntos porcentuales por encima de la DTF a diciembre del 2011).

En el cálculo de la depreciación se utilizó el método de la línea recta a 10 años. Para los precios de los productos considerados anteriormente se tuvo en cuenta el precio/galón de biodiesel establecido por el Ministerio de Minas y Energía para noviembre del 2011.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
ESTADO DE RESULTADOS					
Ventas	3.511.447.310	6.026.125.154	12.444.486.900	12.819.270.667	13.206.170.185
Devoluciones y rebajas en ventas	0	0	0	0	0
Materia Prima, Mano de Obra	2.638.098.410	4.494.915.162	9.260.431.039	9.539.322.347	9.827.229.460
Depreciación	13.503.703	14.546.365	48.849.553	48.387.385	48.024.850
Agotamiento	0	0	0	0	0
Otros Costos	301.327.895	550.041.728	620.523.535	685.289.945	773.192.380
Utilidad Bruta	558.517.303	966.621.899	2.514.682.773	2.546.270.991	2.557.723.495
Gasto de Ventas	70.382.057	292.476.728	397.004.878	408.974.284	416.742.542
Gastos de Administración	333.199.813	351.363.337	395.645.626	407.561.067	419.861.703
Provisiones	0	0	0	0	0
Amortización Gastos	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000
Utilidad Operativa	152.935.433	320.781.834	1.720.032.269	1.727.735.639	1.719.119.250
Otros ingresos					
Intereses	121.648.041	93.262.027	66.233.496	41.996.895	19.945.650
Otros ingresos y egresos	-121.648.041	-93.262.027	-66.233.496	-41.996.895	-19.945.650
Utilidad antes de impuestos	31.287.391	227.519.808	1.653.798.773	1.685.738.745	1.699.173.600
Impuestos (35%)	10.324.839	75.081.536	545.753.595	556.293.786	560.727.288
Utilidad Neta Final	20.962.552	152.438.271	1.108.045.178	1.129.444.959	1.138.446.312

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
FLUJO DE CAJA						
Flujo de Caja Operativo						
Utilidad Operacional		152.935.433	320.781.834	1.720.032.269	1.727.735.639	1.719.119.250
Depreciaciones		13.503.703	14.546.365	48.849.553	48.387.385	48.024.850
Amortización Gastos		2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000
Agotamiento		0	0	0	0	0
Provisiones		0	0	0	0	0
Impuestos		0	-10.324.839	-75.081.536	-545.753.595	-556.293.786
Neto Flujo de Caja Operativo		168.439.136	327.003.360	1.695.800.285	1.232.369.430	1.212.850.313
Flujo de Caja Inversión						
variación Cuentas por Cobrar		-292.620.609	-209.556.487	-534.863.479	-31.231.981	-32.241.626
Variación Inv. Materias Primas e insumos		0	0	0	0	0
Variación Inv. Prod. En Proceso		0	0	0	0	0
Variación Inv. Prod. Terminados		-110.483.421	-77.410.809	-199.992.461	-11.601.214	-11.981.024
Var. Anticipos y Otros Cuentas por Cobrar		0	0	0	0	0
Otros Activos		-10.000.000	0	0	0	0
Variación Cuentas por Pagar		0	0	0	0	0
Variación Acreedores Varios		0	0	0	0	0
Variación Otros Pasivos		0	0	0	0	0
Variación del Capital de Trabajo	0	-413.104.031	-286.967.296	-734.855.940	-42.833.195	-44.222.650
Inversión en Terrenos	-200.000.000	0	0	0	0	0
Inversión en Construcciones	0	0	0	0	0	0
Inversión en Maquinaria y Equipo	-127.103.700	0	-2.174.760	-135.912.402	-1.211.658	-2.382.978
Inversión en Muebles	-1.050.000	0	-1.121.761	-255.245	0	0
Inversión en Equipo de Transporte	0	0	0	-100.000.000	0	0
Inversión en Equipos de Oficina	-1.750.000	0	-1.802.500	-1.982.696	0	0
Inversión Otros Activos	0	0	0	0	0	0
Inversión Activos Fijos	-329.903.700	0	-5.099.021	-238.150.343	-1.211.658	-2.382.978
Neto Flujo de Caja Inversión	-329.903.700	-413.104.031	-292.066.317	-973.006.283	-44.044.852	-46.605.629
Flujo de Caja Financiamiento						
Desembolsos Pasivo Largo Plazo	578.636.150	0	0	0	0	0
Amortizaciones Pasivos Largo Plazo		-115.727.230	-115.727.230	-115.727.230	-115.727.230	-115.727.230
Intereses Pagados		-121.648.041	-93.262.027	-66.233.496	-41.996.895	-19.945.650
Dividendos Pagados		0	-10.481.276	-76.219.136	-554.022.589	-564.722.479
Capital	181.800.000	0	0	0	0	0
Neto Flujo de Caja Financiamiento	760.436.150	-237.375.271	-219.470.533	-258.179.862	-711.746.713	-700.395.359
Neto Periodo	430.532.450	-482.040.166	-184.533.490	464.614.141	476.577.864	465.849.326
Saldo anterior		430.532.450	-51.507.716	-236.041.206	228.572.935	705.150.799
Saldo siguiente	430.532.450	-51.507.716	-236.041.206	228.572.935	705.150.799	1.171.000.124

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
BALANCE GENERAL						
Activo						
Efectivo	430.532.450	-51.507.716	-236.041.206	228.572.935	705.150.799	1.171.000.124
Cuentas X Cobrar	0	292.620.609	502.177.096	1.037.040.575	1.068.272.556	1.100.514.182
Provisión Cuentas por Cobrar		0	0	0	0	0
Inventarios Materias Primas e Insumos	0	0	0	0	0	0
Inventarios de Producto en Proceso	0	0	0	0	0	0
Inventarios Producto Terminado	0	110.483.421	187.894.230	387.886.691	399.487.906	411.468.930
Anticipos y Otras Cuentas por Cobrar	0	0	0	0	0	0
Gastos Anticipados	0	8.000.000	6.000.000	4.000.000	2.000.000	0
Total Activo Corriente:	430.532.450	359.596.315	460.030.121	1.657.500.202	2.174.911.260	2.682.983.236
Terrenos	200.000.000	200.000.000	200.000.000	200.000.000	200.000.000	200.000.000
Construcciones y Edificios	0	0	0	0	0	0
Maquinaria y Equipo de Operación	127.103.700	114.393.330	103.640.244	213.033.560	187.604.965	163.109.394
Muebles y Enseres	1.050.000	840.000	1.527.409	1.297.253	811.851	326.450
Equipo de Transporte	0	0	0	80.000.000	60.000.000	40.000.000
Equipo de Oficina	1.750.000	1.166.667	1.785.000	1.922.631	660.899	0
Total Activos Fijos:	329.903.700	316.399.997	306.952.653	496.253.443	449.077.715	403.435.844
Total Otros Activos Fijos	0	0	0	0	0	0
ACTIVO	760.436.150	675.996.311	766.982.774	2.153.753.644	2.623.988.975	3.086.419.080
Pasivo						
Cuentas X Pagar Proveedores	0	0	0	0	0	0
Impuestos X Pagar	0	10.324.839	75.081.536	545.753.595	556.293.786	560.727.288
Acreedores Varios		0	0	0	0	0
Obligaciones Financieras	578.636.150	462.908.920	347.181.690	231.454.460	115.727.230	0
Otros pasivos a LP		0	0	0	0	0
PASIVO	578.636.150	473.233.759	422.263.226	777.208.055	672.021.016	560.727.288
Patrimonio						
Capital Social	181.800.000	181.800.000	181.800.000	181.800.000	181.800.000	181.800.000
Reserva Legal Acumulada	0	0	2.096.255	17.340.082	90.900.000	90.900.000
Utilidades Retenidas	0	0	8.385.021	69.360.329	549.823.000	1.114.545.480
Utilidades del Ejercicio	0	20.962.552	152.438.271	1.108.045.178	1.129.444.959	1.138.446.312
Revalorización patrimonio	0	0	0	0	0	0
PATRIMONIO	181.800.000	202.762.552	344.719.547	1.376.545.589	1.951.967.959	2.525.691.792
PASIVO + PATRIMONIO	760.436.150	675.996.311	766.982.774	2.153.753.644	2.623.988.975	3.086.419.080

Criterios de Decisión	
Tasa mínima de rendimiento a la que aspira el emprendedor	18%
TIR (Tasa Interna de Retorno)	34,58%
VAN (Valor actual neto)	619.927.601
PRI (Periodo de recuperación de la inversión)	1,33
Duración de la etapa improductiva del negocio (fase de implementación)	2 mes
Nivel de endeudamiento inicial del negocio (AFE/AT)	76,09%
Periodo en el cual se plantea la primera expansión del negocio	24 mes

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Supuestos Macroeconómicos						
Variación Anual IPC		3,56%	3,25%	3,01%	3,02%	3,02%
Devaluación		8,00%	2,28%	4,55%	-2,74%	0,87%
Variación PIB		5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
DTF ATA		8,63%	7,94%	7,08%	6,33%	5,59%
Supuestos Operativos						
Variación precios		N.A.	3,6%	3,3%	3,0%	3,0%
Variación Cantidades vendidas		N.A.	65,7%	100,0%	0,0%	0,0%
Variación costos de producción		N.A.	70,1%	106,4%	3,0%	3,0%
Variación Gastos Administrativos		N.A.	5,5%	12,6%	3,0%	3,0%
Rotación Cartera (días)		30	30	30	30	30
Rotación Proveedores (días)		0	0	0	0	0
Rotación inventarios (días)		15	15	15	15	15
Indicadores Financieros Proyectados						
Liquidez - Razón Corriente		34,83	6,13	3,04	3,91	4,78
Prueba Acida		24	4	2	3	4
Rotación cartera (días),		30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Rotación Inventarios (días)		11,3	11,2	11,2	11,2	11,2
Rotación Proveedores (días)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nivel de Endeudamiento Total		70,0%	55,1%	36,1%	25,6%	18,2%
Concentración Corto Plazo		0	0	1	1	1
Ebitda / Gastos Financieros		138,5%	361,7%	2673,7%	4233,9%	8869,8%
Ebitda / Servicio de Deuda		71,0%	161,4%	973,2%	1127,4%	1304,0%
Rentabilidad Operacional		4,4%	5,3%	13,8%	13,5%	13,0%
Rentabilidad Neta		0,6%	2,5%	8,9%	8,8%	8,6%
Rentabilidad Patrimonio		10,3%	44,2%	80,5%	57,9%	45,1%
Rentabilidad del Activo		3,1%	19,9%	51,4%	43,0%	36,9%
Flujo de Caja y Rentabilidad						
Flujo de Operación		168.439.136	327.003.360	1.695.800.285	1.232.369.430	1.212.850.313
Flujo de Inversión	-760.436.150	-413.104.031	-292.066.317	-973.006.283	-44.044.852	-46.605.629
Flujo de Financiación	760.436.150	-237.375.271	-219.470.533	-258.179.862	-711.746.713	-700.395.359
Flujo de caja para evaluación	-760.436.150	-244.664.894	34.937.043	722.794.003	1.188.324.577	1.166.244.685
Flujo de caja descontado	-760.436.150	-207.343.131	25.091.240	439.914.745	612.924.597	509.776.300

8. CONCLUSIONES Y VIABILIDAD FINANCIERA

La viabilidad financiera del proyecto empresarial COLOMBIAN BIOFUEL S.A.S es comprobada por los resultados que muestran sus indicadores financieros de evaluación del proyecto, como son: los beneficios financieros que genera el proyecto para el periodo proyectado de cinco años evaluado con una tasa de oportunidad del 18% nos brinda Valor Anual Neto de \$ 619.927.601. La rentabilidad del proyecto para el periodo proyectado expresada por medio de la TIR es de 34.58%. De igual manera la inversión se recupera en un periodo de aproximadamente 1 año y 4 meses, esto se puede ver en el resultado del indicador Periodo de recuperación de la inversión (PRI), el cual es de 1.33 La rentabilidad operacional promedio es de 4.4%, la rentabilidad neta promedio para el periodo proyectado es del 0.6% para el primer año, y la rentabilidad promedio del activo es aproximadamente del 3.1%.

BIBLIOGRAFÍA

PEREZ MEJIA Carlos. Hacia una cadena de Valor del Biodiesel en el Salvador. Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV), Consejo Empresarial Salvadoreño para el Desarrollo Sostenible (CEDES). San Salvador, El Salvador. Noviembre del 2007.

LENOIR Christian. Análisis de la producción de biodiesel. Universidad Católica de Argentina, Facultad De Ciencias Fisicomatemáticas e ingeniería. Buenos Aires, Argentina. Año 2006.

Estrategias de Desarrollo de Biocombustibles: Implicaciones para el Sector Agropecuario. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá D.C., Colombia. Septiembre del 2006.

Bioetanol y Biodiesel: los combustibles ecológicos en Colombia. Contraloría General de la República. Bogotá D.C., Colombia. Año 2006.

GÓMEZ Francisco, SEGURA Rubén. PFC “Estudio Técnico-Económico De una Planta de obtención De biodiesel y de su Impacto ambiental”.. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España. Mayo 8 del 2008.

Informe Final “Programa estratégico para la producción de Biodiesel - Combustible automotriz a partir de aceites vegetales”. Convenio Interinstitucional De Cooperación UPME – INDUPALMA – CORPODIB. Bogotá D.C., Colombia. Enero 14 del 2003.

Adecuación Tecnológica de la Obtención de Biodiesel. Ministerio de Planificación del Desarrollo, Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos. Bolivia. Año 2007.

VILLARRAGA Alejandro. Oportunidades de negocio para las empresas de biodiesel a partir de aceite de palma en Colombia- Una perspectiva.. Revista Puente de la Universidad Pontificia Bolivariana-Seccional Bucaramanga. Universidad Pontificia Bolivariana-Facultad de Administración de Empresas. Bucaramanga, Colombia. Año 2007.

Informe final “Consultoría para la formulación estratégica del plan De uso racional de energía y de fuentes no Convencionales de energía 2007 – 2025”. Consorcio Fundación Bariloche-BRP Ingenieros EU. Bogotá D.C., Colombia. Junio 15 del 2007.

Biodiesel. I Seminario-Taller Biocombustibles: Biodiesel–Bioetanol. Revista virtual PRO. Disponible en www.revistavirtualpro.com. Bogotá D.C., Colombia. Año 2007.

GARRIDO Angie. La producción de Biodiesel en el Perú. Ponencia presentada en el II Seminario Latinoamericano y del Caribe de Biocombustibles. Dirección General de Hidrocarburos, Ministerio de Energía y Minas del Perú. Lima, Perú. Septiembre del 2007.

Página web: empresasycreacion.blogspot.com/2009_04_15_archive.html. Abril 15/09.

CAZAL Gustavo, CÁCERES Oscar. Biocombustibles en el Paraguay.. Ponencia presentada en el Seminario Internacional “Biocombustibles”. Ministerios de Obras Publicas y Comunicaciones, Industria y Comercio, Agricultura y Ganadería de la República del Paraguay. Brasilia, Brasil. Abril 22-25 del 2006.

HERRERA Beatriz, LEYVA Sandra, ORTIZ Verónica, CARDENAS Juan, GARZON Enrique. Biocombustibles en Colombia. Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), Ministerio de Minas y Energía. Bogotá D.C., Colombia. Abril del 2009.

HERRERA Juan, VELEZ Julián. Tesis de grado "Caracterización y Aprovechamiento del Aceite Residual de Frituras para la Obtención de un Biocombustible (Biodiesel). Programa de Tecnología Química, Escuela de Tecnología Química, Facultad de Tecnología, Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia. Año 2008.

BARAJAS C.L. Obtención de Biodiesel a partir de la Higuera (Ricinus Communis). 1º Seminario Internacional de Biocombustibles. Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Bogotá D.C., Colombia. Año 2004.

Bioenergía y Biocombustible: Oportunidades y limitaciones. Evaluación Internacional del Conocimiento, Ciencia y Tecnología en el Desarrollo Agrícola (IAASTD). Año 2009.

MESA Jens, RUEDA Alejandra, CUELLAR Mónica. Tertulia sobre combustibles Alternos. FEDEPALMA-CENIPALMA. Bogotá D.C., Colombia. Septiembre 28 del 2006.

MARTÍNEZ Mercedes. Utilización de aceites vegetales usados para la obtención de Biodiesel. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid. Agosto 10 del 2006. Disponible en la web: http://www.engormix.com/articulo_utilizacion_aceites_vegetal.

GONZALEZ MERINO, Arcelia, CASTAÑEDA ZAVALA Yolanda. Biocombustibles, biotecnología y alimentos. Impactos Sociales para México: Revista Argumentos, Mayo/Agosto de 2008 v.21 n. 57. Consultado el 20 de junio del 2009 en la base de datos SCIELO.ORG.CO

GÓMEZ PATIÑO Dilia Paola. SEGURIDAD ENERGÉTICA Y BIOCOMBUSTIBLES: UN ACERCAMIENTO A SUS IMPLICACIONES. Revista Prolegómenos. Derechos y valores de la Facultad de Derecho. ISSN 0821-182 X, vol.11 N° 22, 2008, pag.7. Consultado el 12 de julio del 2009 de la base de datos DIALNET.

LÓPEZ RODRIGUEZ, Anthony. Formulación y evaluación de proyectos. Manual para estudiantes. Cartagena. p. 46.

MONTE PONCE Julio. Los biocombustibles como carburantes alternativos. Revista: Anales de Mecánica y electricidad, ISSN 0003-2506, vol. 80, fasc. 4, 2003, paginas 54-60. Consultado el 5 de julio de la base de datos DIALNET

PERSPECTIVAS ECONOMICAS: LAS AMERICAS. Estudios económicos financieros: FMI, 2008. Abril del 2008. ISBN: 978-1-58906-717-2

TORRES, Mariela y SALAZAR, Federico. Tamaño de una muestra para investigación de mercado. UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR-Facultad de Ingeniería. Boletín Electrónico 02. Pag. 9. Disponible en Internet en: ingenieria.url.edu.gt/boletín/URL_02_BAS02.pdf

ANEXOS



