



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MÉXICO**



FACULTAD DE ECONOMÍA

***“Proyecto de inversión; la producción de biocombustibles
vehiculares, a partir de desechos plásticos, para hacer
sustentable el sistema de transporte, potrobús de la
Universidad Autónoma del Estado de México, 2018”.***

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**LICENCIADO EN RELACIONES ECONÓMICAS
INTERNACIONALES**

PRESENTA:

JESÚS ROBERTO DÍAZ NERI

ASESOR:

DRA. EN C.E. MARÍA DEL CARMEN GÓMEZ CHAGOYA

Toluca, México, Julio 2018.

DEDICATORIAS:

A Dios:

A mis padres:

A mi hermana:

A mis amigos y familiares:

Índice	
Introducción	12
Capítulo 1	16
Antecedentes Generales y teoría metodológica	16
1.1 Situación actual de los desechos plásticos.	19
1.2 Metodología aplicada: Teoría de Creswell.	22
1.3 Logística inversa de los residuos.	23
Capítulo 2.	27
Generalidades de los combustibles fósiles.	27
2.1 Antecedentes	27
2.2 Génesis e impacto del biocombustible	29
2.2.1 Generalidades del biocombustible	30
2.2.1.1 Biocombustibles de tercera generación.....	31
2.3 El biodiesel según la ASTM (American Society for Testing and Materials). 32	
2.4 La OPEP como organismo regulador de los combustibles.	34
2.5 México y su papel de la industria petrolera a nivel internacional.	36
2.5.1 El papel de la industria petrolera en el país.....	36
2.5.2 México y su papel en la OPEP.	44
2.6 Actores internacionales y nacionales que han implementado la producción de biodiesel.	46
Capitulo 3.	64
La empresa y sus generalidades	64
3.1 Descripción general de POTROBIO.....	64
3.2 Filosofía Organizacional.....	65
3.3 Análisis FODA.	66
3.4 Análisis de producción de biocombustibles y su regulación respecto a permisos, procedimientos, infracciones y sanciones.....	67
3.4.1 Panorama global de la inversión en biocombustibles.	67
3.5 Normas Internacionales de producción de biocombustibles.	71
3.6 Consideraciones de infracción.	77
3.7 Análisis de costos de producción de PEMEX.....	77
3.8 Descripción del proceso de producción de biocombustible POTROBIO.....	80
3.9 Análisis de costos de producción POTROBIO.	81

Capítulo IV	85
Análisis económico y financiero.....	85
4.1 Inversión total inicial.....	85
4.1.1 Inversión tangible	86
4.1.2 Inversión fija intangible.....	89
4.1.2.1 Inversión en el capital de trabajo.....	90
4.1.3 Aspectos Generales.....	93
4.2. Financiamiento	97
4.3 Punto de equilibrio	98
4.3.1 Cálculo del punto de equilibrio.	99
4.4 Estado de resultados y balances, estado de resultados con flujo de efectivo.	100
Conclusiones	107
Bibliografía.....	109

Índice de esquemas

Esquema 1. Análisis FODA de POTROBIO	66
Esquema 2. La inversión de la empresa	85
Esquema 3. Distribución del capital de trabajo	91

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Financiamiento a nuevas inversiones medido en mdd.	67
Gráfico 2. Evolución de la producción mundial de biocombustibles medido en toneladas.	69
Gráfico 3. Estimación del incremento de ventas por año.....	95
Gráfico 4. Ventas mensuales esperadas para los primeros 3 años en miles de pesos	95

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Planta de pirolisis en serie	49
Ilustración 2. Diagrama de transformación del plástico	56

Índice de tablas

Tabla 1. Antecedentes del petróleo en México	37
Tabla 2. Inversión requerida para la construcción de la planta piloto	86
Tabla 3. Mobiliario y equipo de oficina	88
Tabla 4. Inversión fija tangible.....	89
Tabla 5. Gastos de Planeación e Ingeniería del proyecto.	90
Tabla 6. Inventario de otros materiales	92
Tabla 7. Costo del mantenimiento de la maquinaria.....	93
Tabla 8. Crecimiento de ventas por mes para cada trimestre.....	94
Tabla 9. Sueldos y salarios	96
Tabla 10. Gastos fijos mensuales de planta y bodega	96
Tabla 11. Gastos de instalación de planta y bodegas	97
Tabla 12. Fuentes de financiamiento	98
Tabla 13. Descripción del crédito requerido	98
Tabla 14. Estado de Resultados	102
Tabla 15. Balance General.....	103
Tabla 16. Flujo de efectivo	104
Tabla 17. Razones Financieras.....	105
Tabla 18. Integración de activos fijos	106

Introducción

El presente trabajo consiste en un proyecto de inversión cuya finalidad es la de dar inicio a una la puesta en marcha de una planta piloto, de objetivo principal es la producción de biocombustible, a partir del reciclaje y tratamiento de los desechos plásticos que se generan diariamente en la Universidad Autónoma del Estado de México, mediante un proceso llamado pirolisis catalítica¹.

Sin embargo, cabe mencionar que para la puesta en marcha de una idea de un negocio es de carácter reglamentario hacer un estudio profundo para conocer su entorno: cultural, área geográfica y la población.

Por lo que el interés principal por llevar a cabo este proyecto sobre la producción de Biocombustibles, para la Universidad Autónoma Estado de México está relacionado con la actual crisis energética ya que va en aumento, otro factor motivacional es la mejora medio ambiental, ya que sería un gran logro el poder ser autosustentables mediante la producción de biocombustibles a base de los desechos plásticos, que se podrían utilizar en el sistema de transporte que la Universidad posee.

La creciente importancia y el renovado interés por el eficiente manejo de los recursos energéticos, ha tenido como consecuencia el crecimiento acelerado de la producción y uso de biocombustibles en muchas partes del mundo, en paralelo a un progresivo aumento en el precio del petróleo.

Cabe mencionar que el precio del petróleo en México ha estado en constante aumento en los últimos años, aunque para el resto del mundo no ha sido tan significativo, es prudente dar a conocer que nuestro país siendo productor y exportador del conocido oro negro, tal situación contrarresta y no justifica la subida constante de precios de los combustibles en una manera muy significativa,

¹ Pirólisis catalítica: es un proceso mediante el cual algunos materiales maleables se someten a altas temperaturas para descomponer sus enlaces moleculares y dar origen a un nuevo estado de la materia.

es importante destacar que la tendencia continúa a la alza y que esto representa una oportunidad para generar energías verdes y de menor costo.

El interés por la creación de nuevas fuentes de energías renovables, es de gran relevancia pues es la forma de combatir los precios en incremento del petróleo, y que representa una situación de desafío social, es fundamental pensar y buscar opciones para producir biocombustibles líquidos como formas sustitutas de combustibles tradicionales; los de origen fósil, que no son desconocidos para este siglo, en donde se cuenta con la tecnología para hacer frente a estas problemáticas.

Basta con remontarse a la crisis energética de la década de 1970, que derivado de la alta demanda mundial petrolera y sobre todo de Estados Unidos, que a través de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), los principales exportadores de crudo decidieron embargar la producción mundial.

Tal situación llevó de la mano a desarrollar la industria tanto en investigación como en acciones para que los biocombustibles cobraran fuerza, y en la actualidad el efecto de búsqueda de energías alternas y de menor costo se ha hecho constante y duradero.

La tendencia a cuidar el medio ambiente surge de la necesidad imperiosa de reducir las emisiones de dióxido de carbono emitidas a la atmósfera los cuales afectan de forma directa al clima global lo que ha traído en consecuencia el establecimiento de compromisos y acuerdos entre países para fomentar el uso y desarrollo de energías alternas de menor impacto ambiental, como México.

Es el caso precisamente de los biocombustibles que finalmente se traducen en energías verdes y viables, cuya característica principal es que son renovables y ayudan a la mitigación directa del cambio climático, a través de la reducción de gases de efecto invernadero, son una gran opción para lograr alcanzar una buena diversificación y por fin lograr la independencia respecto a los combustibles fósiles.

Incluso con la alta demanda de energéticos, hay posturas críticas que están en total desacuerdo con el uso de biocombustibles renovables, a pesar de ello una lista en aumento de países han que han tomado medidas para el apoyar el desarrollo de la producción y uso de biocombustibles.

En esta lista se incluye tanto a países en desarrollo como en vías de desarrollo, que se encuentran alrededor del mundo. Algunas de las medidas propuestas destinadas al apoyo van desde subsidios encaminados a la puesta en marcha de una planta piloto, así como recursos destinados para investigación y para producción directa.

Casos como el de Alemania, India, China, Colombia y Japón son ejemplos de países que están destinando actualmente grandes recursos para investigación y desarrollo en materia de energías alternas ya han tenido buenos resultados.

México no está fuera de contexto, pues es altamente vulnerable frente a las olas externas en materia energética, sin dejar de lado la volatilidad de los precios internacionales, aunado a la lamentable y fuerte dependencia de nuestro país vecino, que nos obligan no solo a reflexionar sobre lo que se puede hacer, hablando de materia energética, para desarrollar las estrategias correctas y las políticas medioambientales que permitan el uso de fuentes cada vez menos costosas y con mayor tecnología

Es por eso la propuesta de considerar las nuevas formas de fuentes energéticas tal como la producción de biocombustibles, reduciendo así la brecha entre la dependencia de uso de derivados del petróleo, teniendo una mayor diversificación de energías consumibles.

El aprovechamiento eficiente de los recursos naturales y la condición que tiene México como país productor de materias primas aptas para la producción de biocombustibles, son ventajas para un desarrollo sostenible del sector.

No debemos dejar de lado todos los beneficios involucrados en el tema, pues son variados mencionando algunos como económicos, medio ambientales, sociales, de carácter tecnológico y sobre todo bienestar social puesto que el uso avanzado y prolongado de fuentes de energía alternas genera menos contaminación y lo tanto un acceso a mejor salud pública.

Capítulo 1

Antecedentes Generales y teoría metodológica.

Los antecedentes históricos del plástico se remontan al año 1830 cuando por primera vez se plantearon investigaciones puras, cuyo principal objetivo de los científicos era la síntesis de materias primas y, que posteriormente dieran origen a la elaboración de distintos plásticos.

A discrepancia de algunos de los recursos naturales existentes en la tierra como, la madera y la piel de animales, que han sido explotados desde el origen de la humanidad; el vidrio y el metal que datan su aplicación en las primitivas civilizaciones como Babilonia y Egipto; el plástico, es el primer material sintético, creado por el hombre.

Previamente al surgimiento del primer plástico sintético, el hombre ya utilizaba algunas resinas naturales, como el betún, gutapercha, goma, laca y ámbar, con los que podían elaborar productos útiles y lograr aplicaciones heterogéneas. Se tienen referencias de que éstas se utilizaban en Egipto, Babilonia, India, Grecia y China, para una gran diversificación de aplicaciones desde el modelo básico de artículos rituales hasta la impregnación de los muertos para su momificación. (BLEST , 2017)

Sin embargo, no es hasta 1907 cuando se introducen los polímeros sintéticos, cuando el Dr. Leo Baekeland descubre un compuesto de fenol-formaldehído al cual denomina “baquelita” y que se comercializa en 1909. Este material presenta gran resistencia mecánica aislamiento eléctrico y resistencia a elevadas temperaturas. Entre los productos desarrollados durante este periodo están los polímeros naturales alterados, como el rayón, fabricado a partir de la celulosa, del nitrato de celulosa o del etanoato de celulosa. (Cerutti, 2001)

Los combustibles fósiles han sido uno de los pilares económicos más fuertes no solo de las economías más desarrolladas, sino que también de las economías tercermundistas. Tales combustibles en sus diferentes aplicaciones, como

consecuencia del desarrollo tecnológico se ha logrado grandes descubrimientos y avances, específicamente en la amplia gama que hoy podemos encontrar de derivados del petróleo, para satisfacer las altas demandas y dar solución a problemáticas principalmente de consumo, éste el caso del plástico.

A través de la versatilidad con la que este material se puede emplear en todos o casi todos los sectores de la economía centrándonos en el de consumo, se han solucionado problemas de carácter mundial, pero por otro lado y en consecuencia ha surgido una problemática muy grande denominada “contaminación”.

La creciente demanda y cada vez más alta producción mundial de plásticos, ha generado estándares de contaminación en el medio ambiente que son casi imposibles de revertir, ocasionando un tema de medio ambiental de carácter global.

La creciente producción mundial de plásticos ha generado globalmente un serio problema de acumulación de desechos de origen polimérico, los cuales son mayoritariamente poliolefinas, como el polietileno. (OPEP, 2012)

Para enfrentar este problema se han estudiado distintas vías de reciclaje, siendo el reciclaje químico uno de los caminos a seguir más estudiado pues permite transformar el desecho plástico en un nuevo compuesto o materia prima (como combustibles o monómeros). De las diversas formas de reciclaje químico la pirólisis catalítica exhibe las mayores economías de escala al ser un proceso térmico simple y aplicable a una gran variedad de polímeros. (Gendbien, 2011)

Hoy en día han surgido propuestas de recuperación y de reciclaje para la mayor parte de los derivados del petróleo, sin embargo, en nuestro país y en especial en el Estado de México las empresas que se decidan a este rubro, no poseen la capacidad ni la logística de reciclar el 100% de los materiales post-consumo, y de esa materia que logra recuperar tan solo el 70% tiene tratamiento, el restante 30% aún sigue terminando y siendo considerada como “basura plástica” en los vertederos aledaños a las ciudades.

Contaminando no sólo superficies y espacios, sino también el agua que fluye en los cauces, la atmósfera y además debilitando el ecosistema, generando daños irreversibles para la naturaleza.

Dada la relevancia de este problema, es necesario tomar acciones instrumentadas que encaminen esfuerzos a nuevas alternativas que además tales sean benéficas para la sociedad,

El proyecto de inversión admite el desarrollo de una planeación específica para la implementación de tecnología de punta que permita transformar lo que se conoce como “basura” y poderlo transformar en biocombustible vehicular, que además es más puro y de mayor rendimiento que el podemos encontrar en el mercado actual. Tal constituye una energía limpia, comercializable y de uso común.

Todo lo anterior a través de la realización de diversos estudios que en última instancia habrán de determinar si un proyecto es viable, realizable y si efectivamente generara rendimientos. (Salinas Callejas & Gasca Quezada, 2009)

El actual siglo XXI; es el siglo de la tecnología. A cada momento se desarrollan nuevos productos tecnológicos orientados a atender grandes problemáticas que nuestra sociedad presenta y uno de los casos es la contaminación por derivados del petróleo.

1.1 Situación actual de los desechos plásticos.

Hoy en día con el creciente consumo de plásticos, y la alta demanda de los mismos, para ser usados como refractarios, charolas para alimentos, botellas, envolturas etc., se ha convertido en un verdadero problema, y es que producto de dicho uso de plásticos se genera basura que no tiene cabida ni tratamiento porque aún no existe ningún proceso para su reciclado.

La problemática es tan grave ya que genera una alta tasa de contaminación al aire, agua y suelo y a los ecosistemas en donde es depositada. También es fuente de muchas enfermedades, representa desperdicios de recursos naturales y ruptura de los ciclos ecológicos en el medio ambiente. (EPRO, 2018)

En el Estado de México debido a su número elevado de habitantes se ha convertido en la entidad que más residuos genera en el país. Al día produce 15 mil 768 toneladas de basura, de las cuales solo el 13% tiene un confinamiento adecuado, ya que en su gran mayoría la basura está compuesta de materiales que en la actualidad no son reciclados. (SMA, 2016)

Muchos de los residuos, no son reciclados debido a su alto grado de contaminación y mezcla con desechos orgánicos y otra clase de materiales, lo cual los hace inservibles para los procesos de reciclado tradicional con los que hasta ahora se cuenta.

Actualmente la mayoría de los depósitos sanitarios con los que se cuenta parecen tener un superávit, pues en otros términos la enorme cantidad de basura que reciben día con día es mucha mayor que la capacidad de soportar y esto genera a su vez, que sean insuficientes los espacios destinados a este giro, como consecuencia tenemos cada vez más que se demande nuevos espacios para rellenos sanitarios y con esto la contaminación aumente sin siquiera darle oportunidad al medio ambiente en que se degrade la basura.

El problema real que tenemos es que la gestión de los residuos se ha centrado en un único aspecto: su eliminación a través de tiraderos, rellenos sanitarios e incineradores, escondiendo el problema sin resolverlo, generando graves impactos ambientales y daños en la salud de las personas, además de impactos paisajísticos. Una vez depositados en los rellenos, los residuos se descomponen lo que conduce a la emisión de miles de compuestos químicos; el proceso de acidificación resultante de la degradación biológica provoca la migración de las sustancias peligrosas.

Existen métodos bastante tradicionales como la incineración o quema de basura como alternativa para minimizar la cantidad de basura que se genera, pero al llevar a cabo este proceso se generan sustancias altamente tóxicas y dañinas para la salud.

La propuesta es que a través de un proceso llamado pirolisis catalítica se pueda brindar una alternativa de primer nivel y además ecológica el procesamiento adecuado para todos los plásticos más altamente contaminantes evitando así todos los métodos tradicionales así como su disposición final en los vertederos. Ya que se ha descubierto que de estos materiales se pueden obtener diversos tipos de biocombustibles, que pueden bien ser usados en vehículos, camiones, y en cualquier cosa que utilice combustión a base de hidrocarburos. (Gendbien, 2011)

Entre ellos por mencionar algunos tales como pellets sólidos (botellas de todo tipo excepto PET), desechos materiales de hospitales, centros de salud, unicef, bolsas y demás plásticos que hasta ahora no se les da tratamiento, así como aceites pesados, aceites livianos se transforman en biodiesel y biogasolina.

Cabe exponer que de los desechos que van a los rellenos sanitarios, cerca del 40 % corresponde a residuos con potencial uso como fuente de los combustibles ya mencionados.

Aunque no existe en México una normatividad que estimule y favorezca el desarrollo de esta clase de industria, respecto a la producción de biocombustibles

específicamente, y además defina su status jurídico y que abra puertas a la posibilidad de comercialización de productos vehiculares, toda vez que la comercialización de los mismos se encuentra monopolizada por la estatal representa una desventaja, pero por otro lado en el año 2009 con el gobierno 2006-2012, se publicó en el DOF una regla para poder operar y explotar este mercado de forma legal.

El procesamiento de estos materiales trae enormes beneficios a la entidad, en el campo Social, Ambiental y Económico tales como;

- Reducción de las emisiones de CO₂ en el transporte de combustibles derivados del Petróleo.
- Reducción de las emisiones de Metano en los rellenos Sanitarios.
- Generación de empleo para la población recicladora.
- Disminución de los volúmenes de residuos que van a los rellenos Sanitarios.
- Economía en el uso de recursos como petróleo crudo.
- Contribución a la Limpieza de playas, ríos y océanos.

Actualmente en el mundo existen empresas multinacionales que se dedican a crear maquinaria para producir biocombustibles a base de plástico, y también mismas que se dedican a investigación profunda para seguir avanzando en el tema, se encuentran en Alemania, Chile, Colombia, Estados Unidos, China, India, Malasia entre otros más. Derivado de esto ha crecido el interés en temas de investigación en este campo de nuestro país pues si bien es cierto somos el 12º país a nivel mundial más contaminante. (Jetiys, 2007)

Por lo tanto, es imprescindible conocer todos los elementos que permitan analizar la posibilidad de llevar a cabo un plan de inversión para proveerle a la Universidad específicamente hablando del sistema de transporte POTROBUS que a través del reciclaje de la basura que se genera en la misma, y en los alrededores se puedan producir biocombustibles que además se puedan usar a un muchísimo menor costo y 100 por ciento verdes además que se ajusten a un enfoque más cercano a

la realidad sobre la viabilidad, factibilidad y rentabilidad de un proyecto de tal magnitud.

1.2 Metodología aplicada: Teoría de Creswell.

Para efectos del presente trabajo y siguiendo la metodología aplicada, se realizará una investigación experimental, ya que se manipulan una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para analizar sus posibles resultados. Dentro de una situación de control para la investigación. (Hernández, Fernández, & Baptisita, 2006).

Según Creswell los experimentos como estudios de intervención generan una situación para tratar de explicar cómo afectan a quienes participan en ella en comparación con quienes lo hacen.

Los experimentos manipulan tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (dependientes) a su vez, es una investigación de tipo series cronológicas múltiples, ya que se analizarán efectos inmediatos a corto plazo y evaluar la evolución del efecto en el corto y mediano plazo. (Hernández, Fernández, & Baptisita, 2006)

Finalmente, es una investigación correlacional-causal, debido a que tiene como objetivo comprobar si el proyecto de inversión es viable, factible y rentable, a partir de la correlación de la variable independiente que en este caso es la producción de biodiesel, mientras que las dependientes son el nivel de beneficios, ahorro en cuánto la producción que se tendrá para la Universidad Autónoma del estado de México. En adición, se pretende explicar las causas del comportamiento de las variables en cuestión.

1.3 Logística inversa de los residuos.

Desde principios de la década de los 90 del siglo pasado, las leyes comenzaron a responsabilizar a las empresas de sus propios productos una vez finalizada su vida útil. El principio de 'quien contamina paga' se ha convertido así en una de las estrategias principales de la llamada "logística inversa".

Según la Universidad de Zaragoza, la logística inversa es el proceso que se encarga de la recuperación y reciclaje de envases, embalajes y residuos peligrosos, así como de los procesos de retorno, excesos de inventario, devoluciones de clientes, productos obsoletos e inventarios estacionales, incluso se adelanta al fin de vida del producto con objeto de darle salida en mercados con mayor rotación.

Otros conceptos:

- I. Es el proceso de planificar, implementar y controlar eficientemente el flujo de materias primas, inventario en curso, productos terminados y la información relacionada con ellos, desde el punto de consumo hacia el punto de origen con el propósito de recapturarlos, crearles valor, o desecharlos. (Kim-Yoon, 2002)

- II. Como logística reversa en el sentido más amplio se entienden todos los procesos y actividades necesarias para gestionar el retorno y reciclaje de las mercancías en la cadena de suministro. La logística inversa engloba operaciones de distribución, recuperación y reciclaje de los productos. (Kim-Yoon, 2002)

Algunas de las actividades de la logística inversa/reversa buscan, de alguna manera, mejoras y mayores beneficios en los procesos productivos y de abastecimiento de los mercados.

Los procesos de retorno de excesos de inventario, devoluciones de clientes, productos obsoletos, inventarios sobrantes de demandas estacionales, etc., y

actividades de retirada, clasificación, reacondicionamiento y reenvío al punto de venta o a otros mercados secundarios, son algunas de las operaciones que pueden enmarcarse dentro de la logística inversa. La otra gran actividad de este tipo de logística tiene unas connotaciones marcadamente ecológicas: el reciclaje.

Dicho de otro manera, podemos entender a la logística inversa o a la logística de retorno, cómo todo aquel intento físico aplicado a la disposición de la materia prima una vez que ya haya sido utilizada o por algún defecto no llegó a su mercado final y de esta manera se vuelve a re-usar para poder generar con esa materia nuevos materiales y/o combustibles en nuestro caso particular.

Teniendo como consecuencia la reducción de la contaminación de vertederos y del medio ambiente, así como una solución de resolver el problema de la basura generada por el consumo humano.

El reciclaje se conoce como el proceso de reaprovechamiento de materiales para ser de nuevo utilizados como materia prima en otros procesos de fabricación. En general, este proceso produce cierta pérdida de por la mezcla de materiales o la degradación de éstos. A pesar de ello, existe cierto consenso a la hora de señalarlo como una de las opciones más prometedoras en un futuro para resolver el problema del exceso de generación de residuos. (Elías Castells, 2000)

Este proceso alarga la vida de las materias primas de los productos que no son susceptibles de ser recuperados, reparados, re-manufacturados o canibalizados. Se trata de la alternativa anterior a la recuperación de energía o al vertido final.

Según las estadísticas registradas, las grandes empresas tienen una importante contribución a la contaminación, en México, del orden del 70%. Es decir, la mitad de los residuos se derivan de pequeñas y grandes empresas. Por ello es necesario promover el desarrollo sostenible en las compañías de gran tamaño, para reducir la contaminación generada en sus plantas y para determinar los impactos derivados de sus productos y servicios. (Elías Castells, 2000)

En este apartado se hace una propuesta cuyo objetivo fundamental es desarrollar un procedimiento de Logística de reversa para la gestión de los residuos a través de una cadena de suministro. El mismo constituye una propuesta de solución para gestionar el tratamiento de los residuos que actualmente se generan en nuestra Universidad, así como por las empresas cercanas a nuestra ciudad y por la sociedad aledaña en general. En dicho procedimiento quedan definidas las etapas a tener en cuenta como parte del sistema de gestión.

- I. Diagnóstico: Los objetivos fundamentales en esta etapa es llevar a cabo un diagnóstico medioambiental de la situación actual de nuestra Universidad que es objeto de estudio a través de una inspección rigurosa, se analizan las pérdidas, residuos, desechos, se analizan las entradas al sistema y toda la información que lleva consigo dicha fase.

- II. Fuentes de generación: Se realiza un análisis de las fuentes de emisión de los volúmenes que se generan, dentro y también fuera de las instalaciones de la Universidad, y cuales son todas las alternativas a analizar para pasar a la etapa siguiente, es un tiempo de recopilación de información a través de registros fundamentalmente y evalúa qué impacto genera dicha fuente la medio ambiente para determinar forma de almacenamiento y recepción.

- III. Clasificación de residuos: En esta fase se evalúa el residuo teniendo en cuenta diferentes criterios;
 - Estado del residuo o desecho.
 - Grado de peligrosidad.
 - Destino del residuo o desecho.
 - De acuerdo al origen.
 - Grado de control que se tiene sobre el residuo o desecho.
 - Caracterización del residuo o desecho.
 - Almacenamiento temporal según su clasificación.

- IV. Identificación de la estrategia a seguir: Se plantea cuál es la estrategia en cuanto al tratamiento que debe seguir el residuo o desecho, es decir, con un grupo de especialistas y consultando todas las normativas existentes que rigen en el país y a nivel internacional, y haciendo un análisis de los costos que genera dicha decisión se propone sí reciclar, reutilizar, canibalizar, restaurar entre otras alternativas, ya sea utilizando la propia entidad o con servicios de terceros.
- V. Determinación del tratamiento o destino: Una vez identificada la estrategia a seguir se realiza el tratamiento decidido o se pasa al destino final. A continuación se ofrece una pequeña descripción de los procesos de disposición y tratamiento más habituales:

Los beneficios de la implantación de la logística inversa se dirigen además a aspectos clave como estar en sintonía con el modelo de desarrollo sostenible, minimización de costes globales, nuevas materias primas a partir de los residuos, gestión eficiente de las devoluciones y una mejora general de la imagen de la empresa que lo implanta. De hecho, un factor importante una vez implantado un sistema de logística inversa es la capacidad por parte de la empresa de diseñar envases con mejores propiedades para su reutilización, o reciclado alcanzándose sinergias con el eco-diseño. (Álvarez Botello, 2004)

Es por eso que es de suma importancia considerarla dentro de nuestro modelo de producción pues de esta manera es el punto clave en el cual está basado este proyecto pues sin la materia prima no sería posible la producción de Biodiesel.

Capítulo 2.

Generalidades de los combustibles fósiles.

En este capítulo se abordan temas relacionados con las generalidades de los combustibles fósiles, desde su origen hasta su uso actual; se habla de la regulación existente por la OPEP y la importancia de los mismos así como su implementación a nivel nacional e internacional.

2.1 Antecedentes

La historia del petróleo es conocida desde la prehistoria, los pueblos de la época precolombina que habitaban en América antes de la llegada de Cristóbal Colón en 1492 lo conocían, y además lo utilizaban como impermeabilizante para sus embarcaciones. Del otro lado del mundo, en Asia la realidad no era distinta, pues los chinos empleaban el gas del petróleo para aumentar la velocidad de cocción de sus alimentos. (EPRO, 2018)

A pesar de eso, aún no era conocido mundialmente, pocas culturas habían escuchado hablar del petróleo, a mitad del siglo XVIII las aplicaciones que se le daban eran escasas.

El primer estadounidense de nombre Edwin Laurentine Drake, conocido como el “coronel del oro negro” se le atribuye por haber descubierto el petróleo, quien perforó el primer pozo a 20 metros de profundidad en 1859, aunque éste ya era conocido, a partir de esta fecha se inicia la industria petrolera en Titusville, Estados Unidos, en donde más personas el mismo día que Drake también construyeron sus propios pozos petrolíferos. (Gendbien, 2011)

Drake fue un eslabón importante en el desarrollo de la industria petrolera, a través de diversos procesos logró separar la kerosina del hidrocarburo, sustituyendo al aceite de ballena usado en aquella época como combustible para lámparas, provocando la caza desmedida en estos cetáceos. (Cerutti, 2001)

No fue sino tres décadas después en 1895, con la invención del motor a diésel y la aparición de los primeros automóviles que se necesitó la gasolina, en los inicios de la primera guerra Mundial, ya existían en el mundo más de un millón de vehículos que dependían de este hidrocarburo.

El ingeniero alemán Rudolf Diesel, en 1893 fue quién construyó el primer motor del mundo que quemaba aceite vegetal (aceite de palma), incluso empleaba aceite de maní en motores de compresión. A partir de este momento, se registró un alto crecimiento económico en Europa occidental y en América del Norte, pues se comenzó a sustituir las máquinas de vapor, que comenzaban a ser obsoletas, por máquinas de inyección que usaban derivados del petróleo. (Al-Salem, 2010)

Mientras toda esta industria estaba en pleno apogeo y crecimiento, el New York Times en el año 1925, entrevistó a Henry Ford quien decía que el etanol un sustituto del petróleo, podía ser también utilizado como combustible en el futuro: “Existe combustible en cada partícula de materia vegetal que puede ser fermentable. Existe suficiente alcohol en la cosecha de un año de un acre de papas como para movilizar la maquinaria necesaria para cultivarla por 100 años.” (Jetijs, 2007)

En base a esto es necesario dar a conocer que la historia de los biocombustibles no es tan nueva como socialmente se ha percibido, sino que surgieron casi en paralelo con los combustibles fósiles y los motores a combustión, como anteriormente se menciona con la invención que hizo Rudolf Diesel.

Henry Ford propuso un importante proyecto dentro de su compañía Standard Oil entre 1920 a 1924 donde quería que a la gasolina se le agregara un 25% de etanol con el fin de hacerla más económica, y así comercializarla. Pero los altos y actuales costos del maíz echaron abajo económicamente la viabilidad de esta propuesta. (Jetijs, 2007)

En la década de los años 30's, un grupo de empresarios en conjunto con Ford construyeron una planta de biocombustibles en Kansas que tenía una capacidad

productora de 38,000 mil litros por día de etanol que empleaban al maíz como materia prima. En esta época más de dos mil establecimientos en los que se podía obtener este combustible.

Para la próxima década de 1940 se vieron obligados políticamente al cierre de la planta ya que se consideró una competencia desleal con los precios del petróleo.

Durante el siglo XX, se llevaron a cabo varios estudios en el uso de aceites vegetales como combustible, pero no lograron trascender. Fue hasta a partir de la década de los 70's que los biocombustibles cobraron mayor fuerza de una manera increíble, como principal consecuencia de la crisis energética que tuvo lugar en esta época. El precio del petróleo se disparó, derivado de una decisión de la OPEP por desabastecer al mundo generando así una casi nula oferta del crudo.

En 1975, el Programa Nacional de Alcohol (PROALCOHOL), en Brasil fue puesto en marcha y es considerado como el primer y mayor programa de energías renovables en gran escala, a nivel mundial, y a nuestros días cuyo principal objetivo fue generar el suficiente estímulo para reemplazar el uso de la gasolina y comenzar a utilizar alcohol como combustible, y en consecuencia reducir la fuerte dependencia del país frente al petróleo con respecto a su balanza comercial. (CONDE, M.P., 2017)

Las primeras pruebas formales con biodiesel se llevaron a cabo en 1982, en Austria y Alemania, tres años después se construyó en Silberberg una planta piloto de producción del mismo. Actualmente países como Alemania, Francia, Austria, Estados Unidos, Canadá, Suecia y Brasil, son pioneros en el desarrollo, producción y utilización del biodiesel.

2.2 Génesis e impacto del biocombustible

En este apartado se desarrolla el concepto del biocombustible y sus generalidades con el propósito de dar a conocer su evolución e impacto social desde su origen hasta hoy en día.

2.2.1 Generalidades del biocombustible

Es el término con el cual se denomina a cualquier tipo de combustible que derive de la biomasa, es decir que es obtenido y procesado a través de organismos recientemente vivos o de sus desechos metabólicos. (ASIPLA, 2017)

Su etimología, serían los combustibles de origen biológico, pero en esta definición incluiría el petróleo, ya que este procede de restos fósiles que existen desde hace millones de años. Una definición propuesta es que son los combustibles de origen biológico obtenidos de manera renovable a partir de restos orgánicos.

Los biocombustibles conforman no una, sino que es la primera fuente de energía que conoció la humanidad. Entre las fuentes de los biocombustibles, se encuentra la biomasa procedente de cultivos como caña de azúcar, maíz, sorgo, yuca y otros, usada para producir el etanol, y los aceites provenientes de palma, soja, higuera, jatrofa, y otras plantas que son empleadas para la producción del biodiesel. (Al-Salem, 2010)

Los biocombustibles están clasificados dentro de las energías de carácter renovable.

Energía renovable: consiste en la energía producida y/o derivada de fuentes que se renuevan ilimitadamente (hídrica, solar y eólica) o generada por combustibles renovables (biomasa producida en forma sostenible); es expresada generalmente en unidades de energía y, en el caso de combustibles se basan en valores calóricos netos. (Al-Salem, 2010)

Cabe destacar que es energía amigable con el medio ambiente, considerada como energía limpia e inagotable, ya que se obtiene de fuentes naturales.

Estos a la vez se les puede encontrar posicionados en combustibles de primera generación y de segunda, siendo los de la segunda generación aquellos producidos en materias primas que no son fuentes alimenticias, que son en los que este trabajo se sustenta. Los combustibles de primera generación la

conforman el etanol y el biodiesel, que son obtenidos mediante técnicas conocidas a partir de cultivos tradicionales como la caña de azúcar, el maíz, sorgo entre otros.

A su vez es posible sub clasificarlos en biocombustibles líquidos, dentro los que se pueden incluir el biodiesel, el bioetanol y el biometanol, siendo los principales por su desarrollo a nivel mundial.

Biomasa: a pesar de ser considerada una energía renovable, es emisora de dióxido de carbono y otros contaminantes pero en pequeñas cantidades, aunque si se obtiene esta energía de manera irracional, puede ser más contaminante que el mismo uso de combustible, es decir si se emplean fertilizantes, se deforestan bosques o se utiliza maquinaria obsoleta para los cultivos los efectos se pueden tornar muy negativos. (Salinas Callejas & Gasca Quezada, 2009)

Actualmente se hace uso de un pequeño porcentaje de energía renovable, pero se piensa que dentro de unas décadas esta cantidad aumentará considerablemente, dejando así por fin de depender de los combustibles fósiles y empleando en cantidad creciente los biocombustibles.

2.2.1.1 Biocombustibles de tercera generación.

Son biocombustibles que se producen a partir de materias primas que no son fuentes alimenticias, para lo cual se usan tecnologías que en algunos casos todavía están en proceso de investigación y desarrollo o con costos de producción que llegan en algunas ocasiones a ser elevados, pero ese no es caso de nuestro proyecto.

Se cree que los combustibles de tercera generación serán una alternativa muy efectiva para reemplazar en algún punto a los combustibles fósiles, debido a que no utilizan cultivos alimenticios y además ayudan a combatir el calentamiento global.

Ventajas

- Ocupan menos recursos (fertilizantes, agua, tierra, pesticidas, químicos, etc) para ser producidos.
- Al disponer de una mayor variedad de materias primas y no ser de origen alimentario, no se generará desabasto con la industria alimenticia.
- Podrán ser generados en terrenos de no labor o marginados.
- En algunos casos, dependiendo podrán servir para recuperar terrenos erosionados en laderas o zonas desertificadas.
- En un largo plazo, se puede dar el abaratamiento de los costos de producción respecto a los actuales hidrocarburos.

2.3 El biodiésel según la ASTM (American Society for Testing and Materials).

El biodiésel está compuesto de "ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga derivados de aceites vegetales o grasas animales". Es decir, un combustible alternativo de combustión limpia hecho con grasa o aceite (como el de soya o de palma) que se ha sujetado a un proceso químico para extraerle la glicerina. (ASTM, 2017)

El término biodiésel alude al combustible puro –denominado B100– que ha sido designado como combustible alternativo por los Departamentos de Energía y de Transporte de los EE.UU. El B100 puede usarse en estado puro, pero se usa con mayor frecuencia como aditivo para el combustible diésel convencional. (Salinas Callejas & Gasca Quezada, 2009)

Según el Consejo Nacional de Biodiésel (National Biodiesel Board), más de 170 empresas en los EE. UU están promocionando intensamente el biodiésel y construyendo fábricas con una capacidad potencial de producción de aproximadamente de 2.24 mil millones de galones por año. (NBB, 2017)

Entre los beneficios que se le atribuyen al biodiésel como combustible, se encuentran su capacidad de renovarse, la reducción de las emisiones de gas invernadero y otras emisiones reguladas y una menor dependencia en combustibles derivados del petróleo. También puede usarse en motores diésel sin tener que modificarlos. (Callejas, 2009)

Ventajas del biodiesel.

A continuación se mencionan algunas de las ventajas de utilizar biodiesel como combustible en los vehículos automotores:

- La lubricidad que posee el biodiesel es considerablemente mayor a la del diésel de origen fósil, esto es y se traduce como una característica que da mayor vida útil a los motores.
- Posee un punto de inflamación de 100°C, por lo que lo hace seguro de transportar y almacenar.
- Puede ser usado como solvente para limpiar derrames de combustibles fósiles, debido a que se degrada 5 veces más rápido que estos.
- Su producción no genera dióxido de azufre.
- Es amigable con el medio ambiente, pues no contamina fuentes de agua tanto superficiales así como los mantos acuíferos.
- El biodiesel que es producido a través de la pirolisis no contiene ninguna sustancia nociva, ni perjudicial para la salud a diferencia de los hidrocarburos, que tienen componentes aromáticos y bencenos (cancerígenos). La no emisión de estas sustancias contaminantes disminuye el riesgo de enfermedades respiratorias y alergias.
- Su transportación es más segura debido a que es biodegradable. En caso de derrame de este combustible en aguas, ríos o mares la contaminación no es tan alta en comparación con la de combustibles fósiles.

Desventajas del biodiesel.

Así como ventajas, en contraparte, también tiene desventajas, éstas constituyen algunas de las siguientes:

- Al estar expuesto a bajas temperaturas ($<0^{\circ}\text{C}$) el biodiesel presenta problemas de un posible congelamiento.
- La materia prima que ocupa para su producción viene directamente de la basura, por lo que ocupa un bajo costo, y el producto final por ende también será de bajo costo.
- Su almacenamiento debe ser en tanques limpios para evitar que los motores sean contaminados con impurezas provenientes de los tanques, debido a su alto poder solvente.
- Si no tiene la supervisión adecuada en la calidad de producción, es posible que pueda incrementar las emisiones de óxidos de nitrógeno al consumirlo.
- Algunos de los procesos asociados a la cadena de producción del diésel pueden generar costos adicionales al producto final.

2.4 La OPEP como organismo regulador de los combustibles.

Es la sigla que identifica a la Organización de Países Exportadores de Petróleo, una entidad fundada el 14 de Septiembre de 1960, reúne a doce países. La asociación fue creada con el objetivo de coordinar las políticas de sus integrantes referidas al petróleo, de modo tal que puedan proteger sus intereses. (OPEP, 2012)

La OPEP es una organización reconocida desde el 6 de noviembre de 1962 por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). La OPEP tuvo su sede en Ginebra (Suiza) entre 1960 y 1965, y después trasladó su sede a Viena, gracias a las facilidades que otorgó el gobierno austríaco.

Los estatutos de dicha organización establecen que su objetivo principal es el coordinar y unificar las políticas petroleras entre los países miembros, con el fin de garantizar unos precios justos y estables para los productores de petróleo, el abastecimiento eficiente, económico y regular de petróleo a los países consumidores y un rendimiento justo del capital de los inversores.

Miembros de la OPEP

Los doce países que actualmente forman parte de la OPEP son los siguientes:

- 1) Argelia.
- 2) Angola.
- 3) Ecuador.
- 4) Irán.
- 5) Irak
- 6) Kuwait.
- 7) Libia.
- 8) Nigeria
- 9) Catar.
- 10) Arabia Saudita.
- 11) Emiratos Árabes Unidos
- 12) Venezuela.

De todos ellos, hay que destacar que actualmente el país que más produce es Arabia Saudita, que alcanza entre 9,5 y 10,5 millones de barriles diarios. A este le siguen Venezuela e Irán. Por el contrario, los que menos producen del grupo son Catar y Libia. (OPEP, 2012)

El surgimiento de la OPEP fue una respuesta de las naciones que producen petróleo a una caída generalizada de los precios, impulsada por las empresas distribuidoras. El proyecto surgió a partir de una iniciativa de los gobiernos de Arabia Saudita y Venezuela. (Jetiys, 2007)

En concreto, se fundó el 14 de septiembre de 1960 en la ciudad de Bagdad después de llevar a cabo la firma de un convenio. En este se acordaron una serie importante de resoluciones, entre las que destacan las siguientes:

- Que los miembros de la OPEP, en todo momento, exigirían que las distintas compañías petroleras mantuvieran los precios de manera estable.
- Que el principal objetivo de la puesta en marcha de la organización era la unificación de todas las políticas petroleras por parte de los países que formaban parte de ella.
- Que se reunirían al menos dos veces al año.
- Que los países miembros velarían en todo momento por la creación de un sistema que asegurará la estabilización de los precios. Y que para ello se tomarían las medidas que fueran oportunas tales como, por ejemplo, la regularización de la producción.

La ONU reconoció a la OPEP dos años después de su fundación, en 1962. Por ese entonces, la sede de la entidad se hallaba en la ciudad Suiza de Ginebra. A partir de 1966, la base de operaciones se instaló en Viena, la capital de Austria. (ONU, 2017).

Los países de la OPEP albergan el 75% de las reservas mundiales y producen más del 40% del petróleo que se comercializa en todo el planeta. Debido a que las naciones que están incluidas en la organización podrían alcanzar su pico productivo en torno a 2018, se espera que el poder de la OPEP crezca todavía más en el futuro.

2.5 México y su papel de la industria petrolera a nivel internacional.

En el presente apartado se aborda una breve reseña acerca de la historia del petróleo en nuestro país y trata de describir el por qué México no es miembro de la Organización de Países Exportadores de Petróleo.

2.5.1 El papel de la industria petrolera en el país.

En el siglo XX, el papel del petróleo en México ha sido esencial, sobre todo desde la creación de Petróleos Mexicanos (PEMEX) en 1938, el pilar económico de la nación. PEMEX es una de las compañías más importantes de país y es la

única de la industria que desarrolla toda la cadena productiva: desde la exploración, hasta su distribución y comercialización. (PEMEX, 2017)

A esta empresa se han sumado muchas compañías extranjeras y trasnacionales en los últimos años, que trabajan para PEMEX brindando diferentes servicios asociados en el sector petrolero.

La importancia del producto como fuente de energía y como motor de la economía nacional ha requerido una regulación constante de la industria y sus procesos, para garantizar la calidad del producto, la administración de los recursos y el cuidado del medioambiente.

Según la plataforma Industria Petrolera Mexicana, desde 1783 se registran hechos significativos en relación a la explotación petrolera en México. A continuación, se muestra lo más destacado de su historia en la tabla 1.

Tabla 1. Antecedentes del petróleo en México

Año	Antecedente
1783	Surgen Las Reales Ordenanzas para la Minería de la Nueva España, que determinaban que toda riqueza extraída del suelo mexicano pertenecía a la Real Corona Española.
1892	Tras varias disputas por buscar la autonomía, se promulga el Código de Minero de la República Mexicana que sostiene que solo el dueño del suelo puede explotarlo.
1901	Nace la Ley del Petróleo y se dan permisos a empresas y particulares para explotar terrenos del país en búsqueda de crudo.
1933	Este año surge la primera iniciativa de una empresa petrolera nacional y se crea la Compañía Petróleos de México, S.A. (NBB, 2017)

1938	El presidente Lázaro Cárdenas decreta la expropiación de la industria petrolera con el fin de nacionalizarla. El mismo año se crea Pemex.
1989	Pemex crea Petróleos Mexicanos Internacional para organizar de manera efectiva el comercio internacional del producto.

Fuente: elaboración propia con información obtenida de (NBB, 2017).

Situación actual del petróleo en México

En los últimos años, se ha registrado una caída muy importante del precio del petróleo a nivel mundial. Esta situación ha afectado a la industria mexicana, que se encuentra hoy enfrentando una crisis donde el factor económico y el social juegan un papel esencial. (NBB, 2017)

El auge del gas de Estados Unidos ha contribuido en la crisis energética nacional, debido a que la potencia norteamericana ha logrado ser autosuficiente, cuando tradicionalmente se posicionaba como uno de los consumidores de petróleo más grandes del mundo. Según Forbes, el surgimiento de este nuevo producto ha creado un cambio de dirección en el consumo general, dejando relegados a los hidrocarburos. (Jetiys, 2007)

Hoy en día México tiene un exceso de oferta de producto que debe ser orientado a dar respuesta a otras demandas. Un factor que podría ayudar a nuestro país a superar esta crisis es una planificación correcta y prudente para el año 2016, que se ajuste a los bajos precios del petróleo en el mercado internacional.

Antecedentes de la Expropiación petrolera.

En 1862 el primer pozo petrolero superficial fue perforado por el ingeniero de minas Antonio de Castillo en el estado de Tabasco. Durante su régimen imperialista, Maximiliano de Habsburgo emitió un decreto que permitía explotar el petróleo en México siempre y cuando se hiciera con la anuencia del gobierno

mexicano, de esta forma otorgó 38 concesiones petroleras a particulares. En 1869, en Veracruz se inició la explotación de las chapopoterías de Furberos. (Herzog, 1964)

En 1886, bajo el régimen porfirista, las primeras refinerías que comenzaron a operar en Veracruz fueron El Águila, obra de los estadounidenses Samuel Faribum y George Dickson, y la de la empresa estadounidense Water Pierce Oil Company de Henry Clay Pierce y William H. Waters, empresa subsidiaria de la Standard Oil Company, que años más tarde se convirtió en el Grupo Sinclair Pierce Oil. En 1890 se estableció la Compañía Petrolera Mexicana de California en San Luis Potosí. En 1896 el Grupo Sinclair construyó una refinería entre la desembocadura del río Pánuco y la ciudad de Tampico.² En 1901, la Compañía Petrolera Mexicana de California comenzó a perforar el primer pozo petrolero en Ébano, San Luis Potosí. (Herzog, 1964)

Dos años más tarde estableció la primera refinería de asfalto de América Latina, asimismo continuó las exploraciones hasta contar con 19 pozos petroleros.

En 1901, el británico sir Weetman Dickinson Pearson comenzó a invertir en el negocio petrolero mexicano con su compañía Pearson & Son, en 1906 organizó a la Compañía de Petróleo el Águila y construyó la primera refinería de Minatitlán, Veracruz, gracias a su amistad con políticos mexicanos consiguió permisos para explorar nuevos yacimientos en los estados de Campeche, Chiapas, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz.

En 1909 reorganizó el consejo de administración de El Águila invitando a participar al gobernador del Distrito Federal, Guillermo de Landa y Escandón, al gobernador de Chihuahua, Enrique C. Creel, al presidente del consejo de Ferrocarriles Nacionales, Pablo Macedo, al presidente del Banco Central Mexicano, Fernando Pimentel y Fagoaga, al empresario Enrique Tron y al coronel Porfirio Díaz Ortega, hijo del presidente. De esta manera El Águila pudo obtener ventajas sobre su competidora Waters-Pierce para posicionarse en la venta de productos en México. En 1910 El Águila manejaba el 50% del mercado nacional.⁴ Posteriormente, en

1918, la mayor parte de las acciones de El Águila fueron adquiridas por la Royal Dutch Shell.

En 1906, el inversionista estadounidense Edward L. Doheny fundó la Huasteca Petroleum Company, en 1916 —con la ayuda de Ezequiel Ordóñez— perforó el pozo N.º 4 de Cerro Azul, en 21 años este pozo produjo 89 millones de barriles. Años más tarde la Huasteca formó parte de su grupo Pan-American Eastern Petroleum el cual terminó vendiendo a la Standard Oil Company de Indiana. Durante 35 años, la Huasteca y El Águila con sus filiales, fueron las compañías petroleras más grandes de México. La mayor parte de su producción fue exportada a Estados Unidos y Gran Bretaña.

Explotación petrolera y política fiscal.

Durante el régimen de Porfirio Díaz, el ministro de Hacienda, José Yves Limantour, favoreció las inversiones de capital extranjero, pues creía que al abrir las puertas a los capitalistas de otras naciones los bienes llegarían a México por añadidura. Esta política extranjerizante que fue aplicada para la explotación de minas y petróleo sería más tarde repudiada por la mayor parte de los líderes de la Revolución mexicana. (Herzog, 1964)

El 24 de diciembre de 1901, el gobierno de Porfirio Díaz expidió la Ley del Petróleo, dentro de los privilegios se eximió el pago de impuestos de importación de los equipos necesarios para explotar este producto, los capitales invertidos quedaron libres de gravamen de toda obligación fiscal por un período de diez años.

Se permitió la compra de terrenos nacionales a precios de baldíos incluyendo un derecho de paso por terrenos particulares y una protección perimetral de 3 km en torno a la ubicación de los pozos petroleros.

Desde la época de la colonia la legislación española separaba claramente la propiedad del suelo de la del subsuelo, este precepto siguió vigente en México

desde su independencia hasta el 22 de noviembre de 1884 —durante los últimos días de la presidencia de Manuel González—, fecha en que se expidió el Código de Minería, por el cual se asimiló que, a partir de entonces, el propietario del suelo también lo sería del subsuelo; esta disposición era contraria a la legislación hispánica heredada desde la época virreinal, así lo había descrito José María Luis Mora —“En México no se da al propietario, como en Inglaterra, posesión de un terreno desde el cielo hasta el infierno sino sólo de la superficie”— en 1836. (Herzog, 1964)

La ley petrolera promulgada en 1901, además de dejar en claro esta nueva disposición, señalaba que podían hacerse exploraciones y explotaciones en terrenos nacionales pagando un 7% de las utilidades obtenidas (beneficios) al gobierno federal y un 3% adicional a los gobiernos de los estados en donde se ubicasen los terrenos. (Herzog, 1964)

Esta fue la situación legal en materia de petróleo que estuvo vigente durante los últimos años del siglo XIX y los primeros años del siglo XX, hasta la promulgación de la Constitución de 1917.

En 1901 la producción del petróleo fue de 10 000 barriles, pero la cifra aumentó paulatinamente hasta llegar a 12,5 millones de barriles en 1911, en contraste, los beneficios para México fueron pocos, este último año, el gobierno federal recibió por concepto del impuesto del timbre tan sólo la cantidad de 26 000 pesos. En 1909, se promulgó una nueva ley del petróleo, con la que se dejó claro que la propiedad de los depósitos de combustibles minerales y materias bituminosas era derecho del dueño del suelo.

Tanto el embajador Henry Lane Wilson como las compañías petroleras trataron de influir al recién electo Woodrow Wilson, pero el nuevo presidente, a diferencia de su antecesor, William Howard Taft, tenía una ideológica política que pretendía mantener la democracia en las naciones de América Latina. Por esta razón, el nuevo presidente, haciendo caso omiso a las recomendaciones del Departamento

de Estado, de la prensa y de los empresarios petroleros, fijó su postura en contra del gobierno golpista de Huerta y relevó a su embajador. (Herzog, 1964)

En abril de 1914, con la excusa del incidente ocasionado por los tripulantes del cañero Dolphin anclado en Tampico y el desembarco de armas de un buque alemán destinado al gobierno golpista, Woodrow Wilson no dudó en ordenar la ocupación militar en Veracruz. Por la falta de recursos financieros, Huerta revivió la idea de Madero sobre el impuesto del timbre a la producción petrolera aumentando el gravamen a 65 centavos de dólar por tonelada de petróleo.

Los empresarios petroleros se sintieron defraudados por esta medida, al no encontrar apoyo en los estadounidenses, Huerta buscó el apoyo de los británicos, quienes competían por el petróleo mexicano contra Estados Unidos. Wilson reafirmó su postura y consideró una invasión militar, pero esta no fue necesaria, Huerta no pudo sostener su poder y dimitió a la presidencia.

Ese mismo año, Venustiano Carranza expidió un decreto que imponía un impuesto de barra de 10 centavos por tonelada de petróleo exportada y solicitó a los empresarios un avalúo de sus instalaciones, lo que provocó nuevamente el disgusto de las empresas petroleras, que pagaron el impuesto bajo protesta y se negaron a entregar la información solicitada.

El 10 de noviembre se levantó en armas Manuel Peláez en contra de los carrancistas en la región petrolera de la Huasteca, lucha que continuó hasta 1917, incluso cuando el gobierno de Carranza ya se había constituido legalmente. Siempre con la intención de alejar de la región petrolera al gobierno nacional, el ejército de Peláez fue sostenido por las empresas estadounidenses e inglesas hasta 1920, fecha en que el rebelde se rindió al triunfar el Plan de Agua Prieta. (Herzog, 1964)

Durante los primeros años de la Primera Guerra Mundial, con el objeto de defender sus intereses, los empresarios estadounidenses solicitaron al presidente Woodrow Wilson ordenar una ocupación militar en la zona petrolera, pero a

diferencia de la intervención contra el régimen huertista, en esta ocasión, la petición fue negada.

En 1917 se produjeron 55 millones de barriles de petróleo en México, en 1918 la cifra aumentó a casi 64 millones y en 1919 a 87 millones. Para 1920 la producción se elevó a 158 millones y alcanzó su máximo en 1921 al producirse poco más de 193 millones de barriles. No obstante, el descenso de la producción comenzó en los años subsecuentes hasta llegar a una cifra inferior a los 40 millones de barriles anuales.

Ley de Expropiación Petrolera.

La expropiación petrolera en México fue un acto de nacionalización de la industria petrolera realizado en el año de 1938, como resultado de ejecución de la Ley de Expropiación del año de 1936 y del artículo 27 de la Constitución Mexicana a las compañías que explotaban estos recursos, mediante el decreto anunciado el 18 de marzo de 1938, por el presidente Lázaro Cárdenas del Río. (Herzog, 1964)

Éste consistió en la expropiación legal de maquinaria, instalaciones, edificios, refinерías, estaciones de distribución, embarcaciones, oleoductos y, cosas de ese tipo en general, todos los bienes muebles e inmuebles, de la Compañía Mexicana de Petróleo llamada El Águila (subsidiaria de la Royal Dutch Shell), la Compañía Naviera San Cristóbal, la Compañía Naviera San Ricardo, la Huasteca Petroleum Company (subsidiaria de la Standard Oil Company de New Jersey, que se vio afectada a cambiar su nombre Amoco Corporation), la Sinclair Pierce Oil Company, la Mexican Sinclair Petroleum Corporation, la Stanford y Compañía, la Penn Mex Fuel Company, la Richmond Petroleum Company, la California Standard Oil Company of Mexico (hoy Chevron Corporation), la Compañía Petrolera El Agwi, la Compañía de Gas y Combustible Imperio, la Consolidated Oil Company of Mexico, la Compañía Mexicana de Vapores San Antonio, la Sabalo Transportation Company, Clarita S A y Cacalilao Sociedad Anónima, así como de sus filiales o subsidiarias, con la promesa de cumplir con los pagos a los involucrados en el tiempo de diez años conforme a derecho, ya que estas

compañías, constituidas bajo leyes mexicanas, se habían rehusado a acatar el laudo (sentencia) emitido por la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje a favor del pago de mejores salarios a los obreros y trabajadores de esta industria, la cual fue ratificada por la Suprema Corte de Justicia de la Nación. (Herzog, 1964)

2.5.2 México y su papel en la OPEP.

A pesar de que México es considerado uno de los principales países exportadores del crudo desde ya hace más de cincuenta años, es importante analizar algunos de los preceptos en cuanto al papel de México en la Organización de Países Exportadores de Petróleo, (OPEP) pues como es conocido nuestro país no es miembro de dicha organización.

Desde el año de 1938 cuando fue la expropiación petrolera de México, y en comparación con 1960 fecha en la que nace la OPEP, se considera para empezar que geográficamente hablando los doce países que actualmente son miembros activos se encuentran en el continente europeo principalmente y en medio oriente, y nuestro país pertenece al continente americano, desde este punto se gestan ciertas limitaciones de carácter geográfico.

Seguido de una serie de requisitos que establece la OPEP y que en ese año de creación nuestro país no cumplía.

Los requisitos básicos para ser miembro de la OPEP, son dos:

- 1) Ser exportador neto de petróleo en cantidades substanciales.
- 2) Tener intereses fundamentalmente similares al de los Países Miembros.

Igualmente, para ingresar se necesita la aprobación del 75 por ciento de sus afiliados.

En este sentido México se convirtió en país exportador en el año 1975, otra de las razones de las cuales desde su constitución no figuraba para ser un miembro activo. Fue hasta el año 2017 que la OPEP hace una oferta:

OPEP abre sus puertas a México y Brasil: Luego del anuncio del hallazgo de un yacimiento petrolero en Sergipe, el secretario general de la OPEP, Abdalla Salem El-Badri, dijo que en cinco años Petrobras podría ingresar a la organización. En cuanto a Pemex, podría hacerlo en cualquier momento. (OPEP, 2012)

El secretario general de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), Abdalla El Badri, dijo que Petróleos México (Pemex) está calificado para incorporarse a la organización, mientras que Petrobras le faltarían unos 6 o 7 años debido a que aún no es exportador de crudo.

Entrevistado en el marco del 12°- Foro Internacional de Energía, precisó que “de acuerdo con nuestras reglamentaciones Pemex podría ser parte de la organización” porque es un exportador neto y no se consume toda su producción de crudo.

De igual forma, Abdalla El Badri añadió, Petrobras también está calificado pero tal vez en uno 6 o 7 años. Aclaró que lo anterior no quiere decir que esté invitando a las dos petroleras estatales a unirse a la OPEP, pues eso es una decisión que depende de ellos.

Al realizar un balance del mercado petrolero en aras del Foro, el líder comentó que el principal problema que está provocando la inestabilidad de los precios del petróleo es la especulación que se tiene, principalmente, en los mercados de Nueva York y Londres.

“El verdadero problema es la especulación excesiva” y los gobiernos están tratando de resolver esta situación.

Para Abdalla El Badri un precio por debajo de los 70 dólares no es rentable para realizar inversiones que permitan incrementar la producción de crudo.

Detalló que entre los factores que también afectan los precios del petróleo está la geopolítica, desastres, pero actualmente no existen tensiones geopolíticas y, en

ese sentido, confió en que el conflicto entre Irán y Estados Unidos se resuelva de una manera pacífica.

Por lo pronto, en este “Foro no va a haber un compromiso, va a haber un diálogo entre productores y consumidores y vamos a ver las relaciones con los mercados, la especulación y las causas principales que originan precios tan altos del petróleo”.

Otra parte histórica México, desde su constitución como país petrolero la mayor parte de su producción la ha exportado hacia nuestro país vecino, no fijando horizontes más allá, en lo particular es posible que existan muchos intereses tanto económicos como políticos de Estados Unidos hacia nuestro país en cuestiones energéticas, pues en conclusión si México estuviera como miembro activo de la OPEP desde luego las mismas políticas de la organización serían dirigidas a disminuir la producción de crudo haciéndolo éste más caro para el mercado internacional y no conveniente para Estados Unidos.

2.6 Actores internacionales y nacionales que han implementado la producción de biodiesel.

Un gran número de instalaciones dedicadas a la producción de combustibles derivados del plástico con alta tecnología han surgido en países tales como: Alemania, Estados Unidos, Inglaterra, Japón, Corea, entre otros. Otras de mediana tecnología han surgido en países como Suiza, Ucrania, Pakistán y México. Y finalmente un gran número de instalaciones de baja tecnología han surgido en países como Filipinas, India, China y Malasia. Incluso existe producción artesanal de combustibles derivados del plástico con extremadamente baja tecnología en países como Etiopía.

Es necesario destacar los trabajos realizados por investigadores como Akinori Ito y Eiichi Ino en el Japón, Christian Koch, Walter Kaminsky, Thomas Willner, Wolf Eberhard Nill en Alemania, John Bordynuik en Estados Unidos, Alka Zadgaonkar

en la India, el Dr. John Scheirs en Australia, Michael and Paul Murray en UK, entre otros, quienes han contribuido con su esfuerzo y publicaciones al desarrollo de esta incipiente industria.

En Latinoamérica, aun no se han empleado o apenas se comienza en la utilización de estas tecnologías a nivel comercial, especialmente en México, destacándose los trabajos de Marcelo Fernández y Francisco Gerardo Nungaray en Monterrey y Zacatecas entre otros y la Planta de Reimpsa en Honduras.

Teniendo en cuenta que uno de los mayores limitantes para el desarrollo industrial en los países del tercer mundo, es la falta de capital, se hace necesario explorar tecnologías menos intensivas en capital que aquellas desarrolladas para países como Alemania, Estados Unidos y Canadá entre otros. }

Es así como se ha encontrado que tecnologías como las desarrolladas en la India y en la China en los últimos 10 años, las cuales en su mayoría no alcanzan a figurar en las memorias de los simposios internacionales sobre el tema realizados hasta el año 2008, pueden ser atractivas para países en los que, como Colombia, escasea el capital de riesgo.

Por otro lado, el alto costo de los combustibles vehiculares líquidos frente al ingreso bruto per Cápita, especialmente en México, se convierte en una iniciativa para la búsqueda de alternativas propiciando la obtención de combustibles vehiculares líquidos mediante la pirolisis de residuos plásticos mediante el uso de hornos rotatorios tipo “batch”, muy usado en países como China e India, bien puede ser una alternativa de emprendimiento en nuestro medio a fin que permitan resolver cuestiones tales como los alcances, los principales limitantes, los aspectos regulatorios y ambientales y en general todos los desafíos que se presentan para llevar el proyecto.

I. Alemania

a) Alphakat

El Dr. Christian Koch en Alemania ha desarrollado un proceso de despolimerización catalítica a temperaturas alrededor de 350° C con calentamiento por fricción de los plásticos y/o de Biomosas lignocelulósicas secas suspendidas en un aceite, adicionadas de un catalizador y de Cal. La mezcla de materiales suspendidos en aceite pasa por una turbina de fricción, donde se genera el calor necesario para el proceso, además de someter la carga a una muy íntima mezcla con los catalizadores.

Luego los vapores allí generados pasan por una torre de fraccionamiento. Los sólidos que se van acumulando en el aceite recirculante, se separan mediante un sofisticado sistema de tamizado. El Dr. Koch sostiene que este sistema es capaz de realizar la desoxigenación de la celulosa y producir a partir de la misma alrededor de 30 % de aceite Diésel en un solo paso.

b) Haw-Hamburg University.

En este grupo figuran los trabajos realizados por el Prof. Dr. Thomas Willner y su equipo de estudiantes de doctorado. Especialmente se destacan los trabajos en el área de la pirólisis directa de aceite de palma para la producción de NERD (Non Esther Renewable Diesel). Su grupo se compone actualmente de 12 estudiantes y personal en el campo de metalloceno/MAO catálisis y en el reciclaje de plásticos y neumáticos por pirólisis en lecho Fluidizado.

Su investigación incluye el descubrimiento de un sistema catalizador de metalloceno altamente activo, soluble para la polimerización de olefinas y el desarrollo de plantas de pirólisis técnicas para la recuperación de las fracciones útiles de residuos que contienen hidrocarburos.

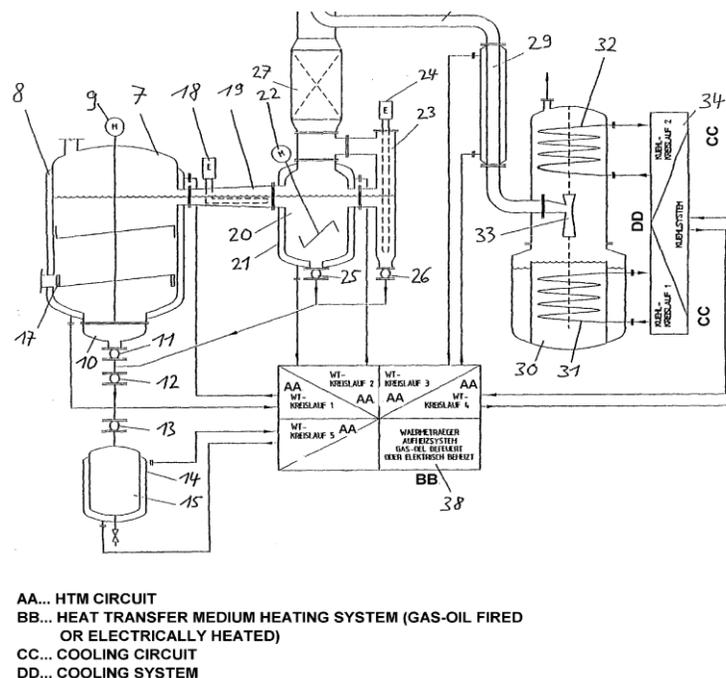
Prof. Kaminsky es un consultor para agencias gubernamentales y empresas en el campo de la catálisis de metaloceno, la polimerización de olefinas, el reciclaje de plástico y la protección del medio ambiente.

c) Nill Technology; Proceso Syntrol

El señor Wolf-Eberhard Nill de Stuttgart, Alemania ha inventado un proceso en el cual el plástico reciclado es sometido a una serie de pasos de calentamiento y separación de fases para obtener unas cadenas largas de hidrocarburos derivados del plástico. El proceso utiliza una torre de cracking para romper los hidrocarburos en moléculas más pequeñas para producir gas-oil finalmente condensado en aceite. El Sr. Nill ha obtenido la patente de invención US 7,847,136. Esta patente ha sido asignada a Nill Tech GmbH, también de Alemania.

El Dr. Nill goza de Buena reputación Técnica y sus plantas son un éxito en Europa.

Ilustración 1. Planta de pirolisis en serie



Fuente: Ilustración obtenida de Nyll technology.

d) Clyvia

Esta empresa operó en Alemania durante los años 2005 a 2009. Fue dirigida por el Dr. Manfred Sappok, quien obtuvo varias patentes sobre sus inventos para el procesamiento del plástico y aceite usado de motor y para la depuración de los productos, especialmente para la eliminación de la formación de gomas en el Diesel.

Su patente de eliminación de gomas se basaba en la exposición prolongada de los productos del cracking al oxígeno, con la cual el reclamaba, que se oxidaban las gomas fáciles de oxidar, permaneciendo el resto de producto en mejores condiciones que las iniciales.

En la actualidad esta planta en Wegberg Alemania pertenece a la empresa Depo Anlagenbau y se desconoce si está operando a la fecha.

II. Estados Unidos

a) Agilyx

En Portland Oregon (USA), la Compañía americana Agilyx, dirigida por el Sr. Chris Ulum, ganadora y ganador de varios premios respectivamente, opera la conversión de plásticos basura en Combustible "Crudo". Trabaja con cuatro hornos estacionarios, de retorta Vertical, extraíbles, cargados aparentemente con plástico molido, calentados con gases de combustión. No habla de catalizador. El crudo obtenido es de colores sepia, mediana a alta viscosidad, no translucido. Lo venden a una refinería de petróleo local en el estado.

Su capacidad aparentemente es baja para una empresa de esa magnitud. (Mencionan 10 ton/día). Producen 60 bbl de crudo por día. Su producción estimada sería: $10000 \text{ kg} \cdot 0.75 \text{ rdt} / 0.813 \text{ kg/l} / 3.785 \text{ lt/gl} / 42 \text{ gl/bbl} = 58 \text{ bbl}$, con lo cual se demorarían 4 o 5 días para despachar un carrotanque de 9000 gls.

b) Plastic2oil

La compañía nació de la innovación de su fundador, John Bordynuik. El proceso de recuperación y restauración de datos del Sr. Bordynuik ha proporcionado a la Compañía acceso a valiosos descubrimientos de ingeniería que datan de los años cincuenta.

En 2009, JBI comenzó a desarrollar su tecnología Plastic2Oil con una unidad de escritorio de laboratorio. La unidad de laboratorio se utilizó para realizar ensayos iniciales sobre el proceso de conversión y determinar la calidad del producto combustible. Varios laboratorios independientes de buena reputación verificaron que la producción de combustible superó las pruebas de ASTM. La Compañía continuó probando y escalando el proceso de P2O construyendo un procesador de 1 tonelada. En diciembre de 2009, JBI contrató Isle Chem, LLC de Grand Island, NY para ayudar en la ingeniería química, analítica y de procesos.

En abril de 2010, después de múltiples pruebas, Isle Chem validó que el proceso P2O de JBI era repetible y escalable. Se concluyó que casi el 90% de la composición de hidrocarburo en la materia prima de plástico se convierte en combustible listo para usar. El Sr. Bordynuik y su equipo desarrollaron tecnología en el proceso para separar y refinar el combustible (como Fuel Oils) que se puede vender como un producto terminado directamente a los clientes de la Compañía sin la necesidad de refinar más.

c) Vadxx

La tecnología probada de Vadxx, que no produce subproductos peligrosos, convierte continuamente los residuos de plástico en valiosos productos energéticos al cocinar, limpiar y enfriar el plástico en un sistema cerrado y controlado. El proceso patentado de Vadxx se ejecuta en equipos probados, como la extrusora, la caldera, los condensadores y las tuberías cerradas. La cocción se realiza en un recipiente cerrado con calor similar a cómo se hierve el agua en una estufa. El plástico sólido se funde y se convierte en un vapor que se enruta a

través de tuberías a otro recipiente cerrado donde se enfría y se condensa de nuevo en un líquido. El líquido se canaliza a un tanque de almacenamiento y listo para ser recogido por un camión cisterna.

El diseño del sistema utiliza un sistema de escape común que gestiona el aire caliente producido por todas las unidades de procesamiento, mientras que un depurador húmedo de vanguardia asegura que el sistema cumpla con los requisitos más estrictos de calidad del aire. Independientemente de la mezcla de plásticos utilizados, habrá una pequeña cantidad de emisiones limpias, inodoras de la instalación - no más de lo que sería generado por una caldera de grandes edificios en el transcurso de un año. La EPA de Ohio ha emitido un permiso final para la instalación de plásticos a energía, que ha designado como un verdadero emisor menor, la calificación de emisiones más baja posible de la agencia.

El socio de ingeniería y construcción de Vadxx, Rockwell Automation, ha diseñado un sistema modular estándar que se puede suministrar y construir en cualquier lugar. Este diseño estándar requiere aproximadamente 20,000 pies cuadrados de espacio de construcción en un sitio de 2 acres, el acceso de ruta para alrededor de 8-12 camiones por día, utilidades industriales estándar y 60 toneladas por día de residuos.

d) Polyflow

En el núcleo de la tecnología RES Polyflow es un recipiente de proceso con la capacidad de manejar hasta 60 toneladas por día de corrientes de desechos poliméricos mixtos que otros sistemas de reciclaje normalmente tienen que descartar en vertederos. Tomando como un flujo de polímero ligeramente clasificado y no lavado, hacemos la preparación de materiales menos trabajo y capital intensivo para los operadores de equipos de Polyflow de RES. Manejo reducido equivale a una mayor rentabilidad. Para flujos de alimentación de mayor volumen, se pueden instalar múltiples recipientes de proceso de RES Polyflow en paralelo con subsistemas compartidos de alimentación y eliminación de productos.

Aparentemente se trata de un recipiente cilíndrico fijo, calentado por fuera, alojado en una cámara aislada, el cual mediante un tornillo sin fin movido por un eje central, desplaza el material hacia adelante, permitiendo que la carbonilla salga por el extremo posterior. Los gases de combustión salen directamente a la atmósfera por la parte superior y los gases de pirolisis se conducen hacia un condensador por la parte superior del recipiente.

III. Costa Rica

El 21 de Abril de 2015; Científicos de Costa Rica convirtieron desechos plásticos en combustible. Científicos de la Universidad Nacional (UNA) de Costa Rica han encontrado una forma de convertir desechos plásticos en combustible, informó el ingeniero químico Germán Jiménez.

El científico explicó en un comunicado que de cada kilo de desecho plástico pueden producir un litro de diésel, “además de otros subproductos como carbón y un gas similar al propano”.

Jiménez indicó que el descubrimiento se realizó como parte del proyecto “Energías balanceadas” de la UNA, con el que pretendían “encontrar una fuente alternativa para producir combustible”.

“Lo logramos, lo hemos bautizado con el nombre de polidiesel”, expresó el ingeniero químico.

El proyecto ha estado apoyado por el programa UNA Emprendedores y el proyecto UNA Incuba. “Articulamos lo necesario para que Germán contara con el respaldo de la Escuela de Química de la Universidad Nacional (UNA), y particularmente del estudiante Daniel Arroyo, quien aportó sus conocimientos para el desarrollo del proyecto de polidiesel”, dijo el coordinador del programa UNA Emprendedores, Gerardo Villalobos.

La empresa Constructora Industrial B & B (COBYBSA) se interesó por el proyecto y cuenta ya con “un prototipo funcionando a pequeña escala, y no solo es un

negocio, es también un aporte social. Solo imagine cuantas familias se podrían beneficiar con la recolección de plástico”, agregó el gerente de la empresa Roberto Bolaños.

Tanto UNA Emprendedores como UNA Incuba gestionan la eventual salida al mercado del proyecto, orientando al emprendedor, de tal manera que resulte beneficiado.

Según cifras de organizaciones ambientalistas, en Costa Rica se producen mensualmente unas 15.000 toneladas de plástico, de las cuales un 90% no son recicladas.

IV. Canadá

En este país solo se conocen por fuentes externas de dos compañías cuyo status es desconocido y su nombre es Enerkem y GreenMantra no se tiene conocimiento si están en operación o no.

V. Australia

a) Ozmotech

Ozmotech, fabricante de tecnología ambiental con sede en Melbourne, desarrolló su sistema ThermoFuel utilizando una cámara de pirólisis, un catalizador patentado y una serie de condensadores especialmente construidos para producir combustible diesel rico en energía a partir de plásticos de desecho sin clasificar. Los plásticos que no son adecuados para otros fines de reciclado debido a una mezcla indeseable o contaminada de polímeros no son un problema. Ozmotech ha pasado dos años desarrollando la tecnología original de pirólisis en un sistema completamente operativo capaz de producir más de 19.000 litros de gasoil por día por menos de 30 centavos por litro. Varios sistemas ya están en funcionamiento en Japón, pero los combustibles producidos se utilizan exclusivamente para la generación de energía a través de generadores diesel.

VI. Inglaterra

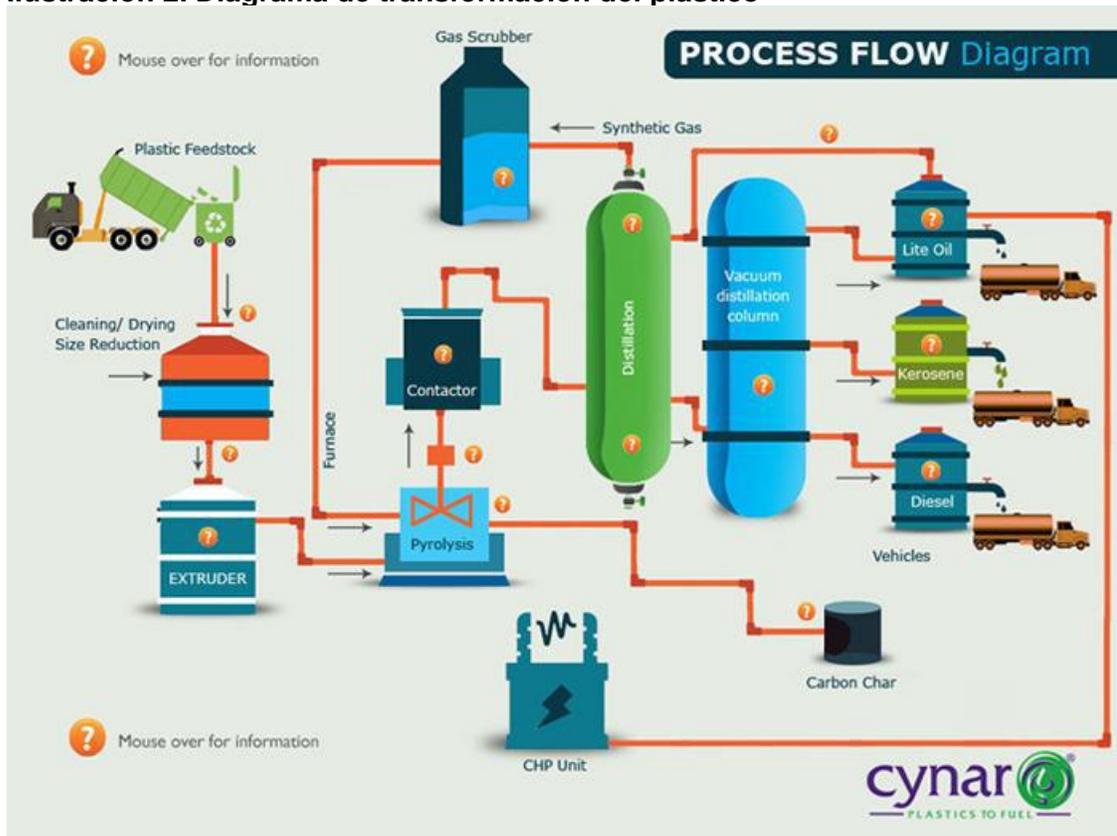
a) CYNAR

Esta compañía ha desarrollado su tecnología en Irlanda y luego ha construido plantas en otras partes del mundo. Cuenta con el apoyo tecnológico e la Universidad de Loughborough University, Department of Chemistry R&D. Ha ganado algunos premios de Innovación en Europa y ha realizado importantes desarrollo en otros países, especialmente en España, donde se han instalado con sutecnología dos plantas en producción. Una en Almería y otra en Sevilla con la sociedad Plastic Energy que dirige el Sr. Carlos Monreal.

El principio básico de la tecnología Cynar es un proceso en el que se calienta y se degrada térmicamente el plástico en ausencia de oxígeno, llamado conversión anaeróbica térmica (TAC). Los gases resultantes del proceso se separan por destilación a tres CynFuels líquidos™: CynDiesel™, CynLite™ y CynKero ™. Estos según la empresa representan combustibles de bajo contenido de azufre y de alto Cetano.

En el proceso Cynar, los plásticos utilizados son pre-procesados para reducir el tamaño y eliminar cualquier contaminante, humedad y/o materiales no plásticos de la materia prima. El plástico triturado se carga a través de un sistema de fusión en caliente (Extrusora) directamente en las cámaras del horno. Allí la agitación comienza a igualar la temperatura y homogeneizar las materias primas. El proceso TAC comienza entonces y el plástico se convierte en un vapor. Los materiales no plásticos caen al fondo de la cámara.

Ilustración 2. Diagrama de transformación del plástico



Fuente: ilustración recuperada del sitio web (CYNAR, 2017)

El vapor del horno pasa al contactor, el cual rompe (hace cracking) los carbonos de cadena larga y permite que los vapores condensables necesarios de cadenas más cortas pasen a la columna de destilación. El sistema desvía el gas no condensable a través de un lavador y luego de nuevo a los hornos para calentar las cámaras. Los vapores condensables pasan a la columna de destilación para producir aceite ligero y Diésel en bruto.

El aceite ligero se pone en el almacenamiento. El Diésel en bruto se hace pasar a la columna de destilación al vacío para ser refinado adicionalmente y producir Diésel, queroseno y aceite ligero. Los destilados luego pasan a los depósitos de almacenamiento.

El sistema clave de la tecnología TAC es la cámara primera, en la cual se realizan las funciones esenciales de la homogeneización y la descomposición controlada en un solo proceso.

De acuerdo a la patente No. WO2011077419 (A1) (McNamara & Murray, 2011) asignada al Sr. David McNamara y Michael Murray el procedimiento para el tratamiento de residuos plásticos para proporcionar al menos un producto de combustible dentro de especificaciones es el siguiente:

El material de plásticos se funde y luego se piroliza en una atmósfera libre de oxígeno para proporcionar gases de pirólisis. Los gases de pirólisis se ponen en contacto con las placas en un recipiente contactor de manera que algunos componentes de los gases de cadena larga se condensan y vuelven a pirolizar más para lograr la degradación térmica.

Los componentes de los gases de cadena corta salen del contactor en forma gaseosa; y proceden a la destilación para proporcionar uno o más productos de combustible bajo especificación. Hay una tubería que une directamente la cámara de pirolisis para el contactor, adecuado para el transporte hacia arriba en movimiento gases de pirólisis y hacia abajo fluyen líquidos de cadena larga para la degradación térmica.

Hay una torre de destilación al vacío para su posterior procesamiento de los líquidos provenientes de la primera columna (atmosférica) de destilación. Se ha encontrado que por tener la degradación térmica en la cámara del contactor y pirólisis y por tener una segunda columna de destilación, al vacío, se ayuda a proporcionar una particular buena calidad del combustible líquido en la especificación.

VII. Japón

a) Blest Corporation

El Sr. Akinori Ito de Blest Co. Japón, ha desarrollado un proceso con una máquina portable de pequeña escala, con capacidad de 1 kg, que transforma plásticos en combustibles líquidos. La empresa fabrica hoy en día máquinas de mayor capacidad. Esta máquina es llevada a los colegios y el Sr. Ito realiza así una labor educativa a nivel de escuelas de primaria y secundaria.

De la Universidad de las Naciones Unidas en Tokio "Akinori-Ito creó una compañía llamada" Blest Co. "y decidió usar su nueva invención para enseñar a la generación más joven. Su máquina es lo suficientemente pequeña para poder llevarla en un avión. Él y su equipo viajan a África, Filipinas, y las Islas Marshal para enseñar a los niños sobre la conversión de plástico a petróleo. Recogen basura del suelo o basureros y muestran a los niños cómo pueden convertir el plástico en aceite.

La compañía de Ito también inició la "Escuela Caravana de Campo de Petróleo". Se parece a un camión de alimentos, pero está lleno de equipo de conversión. Esta caravana viaja a diferentes escuelas y universidades en Japón, y otras partes de Asia, como India y Nepal.

Animan a los estudiantes a recoger su basura de plástico y llevarla a la caravana y luego hacer demostraciones sobre cómo convertir el plástico en aceite. Ito dice, "La gente empieza a ver que esto no es basura, la tapa de la botella, el contenedor del almuerzo es el aceite. La gente no sabe que la basura es aceite, por eso la están tirando. Si saben que se convierte en petróleo, lo recogen. Ito cree que las emisiones de CO₂ del mundo podrían reducirse en un 80% si el mundo entero convirtiera su basura en petróleo, en lugar de confiar en el petróleo que es transportado desde países lejanos.

Fuera de lo anterior, la compañía del Sr. Akinori Ito también construye máquinas para la destilación fraccionada de los combustibles de diversos tamaños hasta Industriales.

La campaña escolar educativa denominada "School Oil Field Caravan" ha transitado por varias ciudades de Japón y otros países asiáticos llevando un mensaje educativo a la niñez sobre la utilidad del plástico como fuente de petróleo.

b) Sapporo Plant.

El Sapporo Plastic Recycling ("SPR") estableció una instalación de licuefacción plástica totalmente comercial en la isla de Hokkaido en 2000 que tiene la capacidad de reciclar más de cincuenta toneladas al día de residuos plásticos mezclados. De esto el proceso térmico avanzado recupera el aceite ligero que se utiliza como materia prima química para la producción de nuevos plásticos, un fuel oil medio equivalente al diesel y un petróleo pesado que se utiliza para generar electricidad para la exportación a la red.

SPR ha desarrollado un modelo de negocio único y flexible que le permite no sólo reciclar los 3P sino grandes cargas de PET y PVC (20% en peso), que se consideran contaminantes en otras instalaciones de licuefacción.

La tecnología SPR tiene un proceso patentado de descloración que elimina el gas clorhídrico producido por la descomposición térmica del PVC y utiliza agua para convertir el gas en ácido clorhídrico dejando sólo 100 ppm de cloro en los productos petrolíferos. Además, al emprender varios años de investigación utilizando catalizador especial mezclado con los residuos de plástico en cantidades óptimas, SPR ha aprendido a lidiar con el benzoico ácido producido por la licuefacción de grandes cargas de PET, sin afectar el pH del producto petrolífero.

Estos avances y numerosas otras mejoras tecnológicas han permitido a SPR desarrollar la Cascada Reciclaje, donde el plástico de la corriente de residuos

sólidos municipales puede mezclarse con los residuos de otras operaciones de reciclado mecánico o de materiales, que normalmente ascienden a cuarenta o cincuenta porcentaje de su rendimiento.

El material residual tiene un alto contenido de PET y PVC, pero en el sistema SPR pueden mezclarse con la corriente de plástico de MSW hasta un cuarenta por ciento en peso sin ningún efecto adverso sobre el reactor o la calidad del producto. Desde entonces se han reciclado más de 100.000 toneladas de plástico y SPR tiene un excelente registro de seguridad y constantemente produce productos de alto grado.

VIII. Holanda

Aunque en Holanda no hemos encontrado trabajos de despolimerización de plástico, los mencionamos aquí por los muy importantes trabajos de BTG – (Biomass Technology Group)- de la Universidad de Twente. Importante por la invención y el desarrollo del reactor de cono hueco para la reacción de la Biomasa con Arena Caliente para la producción de Bio-oil.

IX. Rusia

En Rusia existen dos compañías que trabajan con la tecnología de marmita vertical estacionaria, tecnología de operación intermitente muy difundida en esa región del mundo. Algunas de ellas operan en forma semi-continua a base de varias marmitas en serie.

a) Tkomplex.

Ubicada en la provincia rusa de Rostov del Don, Technokomplex es un fabricante y proveedor de plantas de pirólisis a pequeña escala, suministra máquinas de pirólisis y equipos auxiliares para procesar productos en combustible líquido en fracciones comerciales.

Sus máquinas son relevantes en el campo de la pirolisis de artículos industriales de caucho, plástico, petróleo crudo y aceites usados para convertirlos en

productos comercializables (carbon black u hollín industrial, carbono activo, mazut, diesel, gasolina).

Technokomplex ha desarrollado tecnología de pirolisis y ha mejorado con cada nueva planta, mediante un constante análisis de datos, y la retroalimentación obtenida con el contacto de los socios que operan este equipo.

X. Experiencias en México

a) Marcelo Fernández; Monterrey

Él es socio en nuestro país de la empresa Alemana Alphakat y tiene su empresa en Monterrey.

b) Francisco Gerardo Nungaray Benítez ; Zacatecas

Ha hecho una máquina portátil de aproximadamente 200 kg de capacidad. Tiene un domo como tapa, el cual le permite cierta cantidad de reflujo. Además posee un cilindro pequeño a la salida del domo, cuya función aparente es alojar catalizador para la realización de catálisis en fase gaseosa. También utiliza una centrífuga, aparentemente para separar las parafinas sólidas cristalizadas. Su sistema de condensación y enfriamiento es bastante compacto. Utiliza para la calefacción del horno los gases de combustión así como algunos aceites que resultan como subproducto del proceso.

c) Guanajuato, Salamanca

El Ingeniero Edgar Padilla de Salamanca, Guanajuato, ha desarrollado un proceso utilizando un reactor de tipo estacionario Vertical, calentado por convección, el cual le permite obtener por condensación fraccionada combustibles tales como Gas, Gasolina, Diesel, Fuel Oil, Parafina y Coque.

XI. Otros

A continuación se muestra una lista de las empresas que manejan proyectos de energías alternativas, entre ellos algunos de conversión de plásticos en

Combustibles, que han sido identificadas en todo el mundo aparecida en la publicación Silicon Investor el 8 de febrero de 2013.

- Dow - Klean Industries
- Waste Management - Agilyx - AG Plastic
- Alphakat - Covanta
- ABRI-Tech
- AK-ER Bioenergy-AKER BIOENERJI
- Active Pyro
- Agri-Therm
- Air Products - AlterNRG
- Alka Zadgaonkar
- Alter NRG
- Alton Technologies
- Anhui Oursun Environmental Technologies China Hefei in Anhui, China
- Arrow Line
- BLEST
- BTG-BTL
- Bhagirath Equipments
- BioSyngas
- Biobot
- Blowdec
- Blue Horizon Industries Inc.
- Cassandra Oil
- Centre for Renewable Energy and Sustainable Technologies - CREST
- Chevron
- Chinook Energy
- Cielo Gold Corp.
- Climax Global Energy* Allendale, South Carolina
- Cool Planet Biofuels, Inc.
- CT Systems
- Cynar
- DAP
- Jinan Eco-Energy Technology Co.
- Joule Unlimited
- KK Plastic Waste Management Limited (KKPWM)
- KleanTech Industries
- Kool Manufacturing Company
- Kouei Industries International

- Linck - United States Patent Application
- Lisa Sreejith, N. Sitaraman
- Lyns Ltd
- Manoj Sharma/Nilachal Bhattacharya
- Martin Linck Gas Technology Institute
- Mazda
- Metso
- Mitsui Bussan Plant & Project Corp (MBP)
- Mitsui Takuma
- Mobil
- Mobil Catalysts
- Moonlight Engineering Company
- NTIC
- Natural State Research (NSR) Stamford,
- Connecticut
- Nature's Fuel
- New Fuel Systems Inc

Estas son algunas de las empresas cuya producción en todo el mundo proviene de biomasa reciclada o más bien dicho de la basura, y cuyo proceso la transforma en biodiesel.

CAPITULO 3.

La empresa y sus generalidades

En este capítulo se desglosan los datos generales del proyecto de inversión, mismos que muestran la filosofía organizacional de la empresa a crear, así como la descripción de su giro.

3.1 Descripción general de POTROBIO.

POTROBIO es una empresa que está interesada en la creación de una planta piloto en 2018, por estudiantes egresados de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex), que tiene como objetivo principal la gestión integral y el correcto reciclado de los residuos plásticos que la Universidad produce a diario en C.U; así como el manejo, tratamiento, y correcto reciclado de los mismos para producir biocombustible, con la finalidad de ser utilizado para el sistema de transporte universitario.

Asimismo se considera de gran importancia que POTROBIO, cuente con todos los registros y certificaciones oficiales, nacionales así como con las normas internacionales de producción de combustibles de manera que se cree una empresa recicladora, y además productora de biocombustibles 100% verdes de alto impacto a través del plástico y diversos procesos.

Con base en lo anterior, consideramos que la UAEMex es una de las primeras universidades en apostarle a energías alternas, ya que éstas son más económicas, a través de la implementación de una planta piloto dedicada a recolectar, limpiar y organizar los plásticos producidos por las diferentes Facultades o unidades de estudio con las que cuenta, pues éstas generan a diario “basura plástica” que hasta ahora no recibe ningún tratamiento y que se va directamente al vertedero de basura.

En este sentido POTROBIO es la alternativa a este problema ya que el producto final será utilizado por el sistema de transporte universitario, por lo que se

atenderán dos importantes problemáticas a la vez que son: la dependencia de los hidrocarburos tradicionales y la basura que se genera.

3.2 Filosofía Organizacional

a) Misión

“Suministrar a la UAEMex de biocombustibles a través de la transformación de desechos plásticos, para su uso en el sistema de transporte universitario primordialmente; de manera responsable con los más altos estándares de calidad, y combatir a la vez el problema de las grandes cantidades de basura plástica que se generan dentro de la misma”

b) Visión

“Ser una empresa responsable con calidad internacional que en un mediano plazo sea capaz de reciclar la mayor cantidad de desecho plástico para obtener la mayor producción de biocombustibles, reduciendo así la contaminación”.

c) Filosofía Ambiental en 3 Puntos

1. La naturaleza es más Sabia.

Este principio es básico y primordial para nosotros. Los seres humanos tenemos la obligación de comprender a la naturaleza y dirigirnos por las reglas que dicta la misma. En esencia, no se debe ir contra los procesos naturales ni contra la ecología si se desea asegurar disponibilidad continua y estable de recursos.

2. Todo está conectado.

La idea central de dicho principio se describe mejor con la palabra Ecosistema. En él, todos los componentes bióticos y abióticos interactúan entre sí para asegurar la perpetuación del sistema. Cualquier interferencia exterior puede resultar en un desajuste y en el deterioro del sistema.

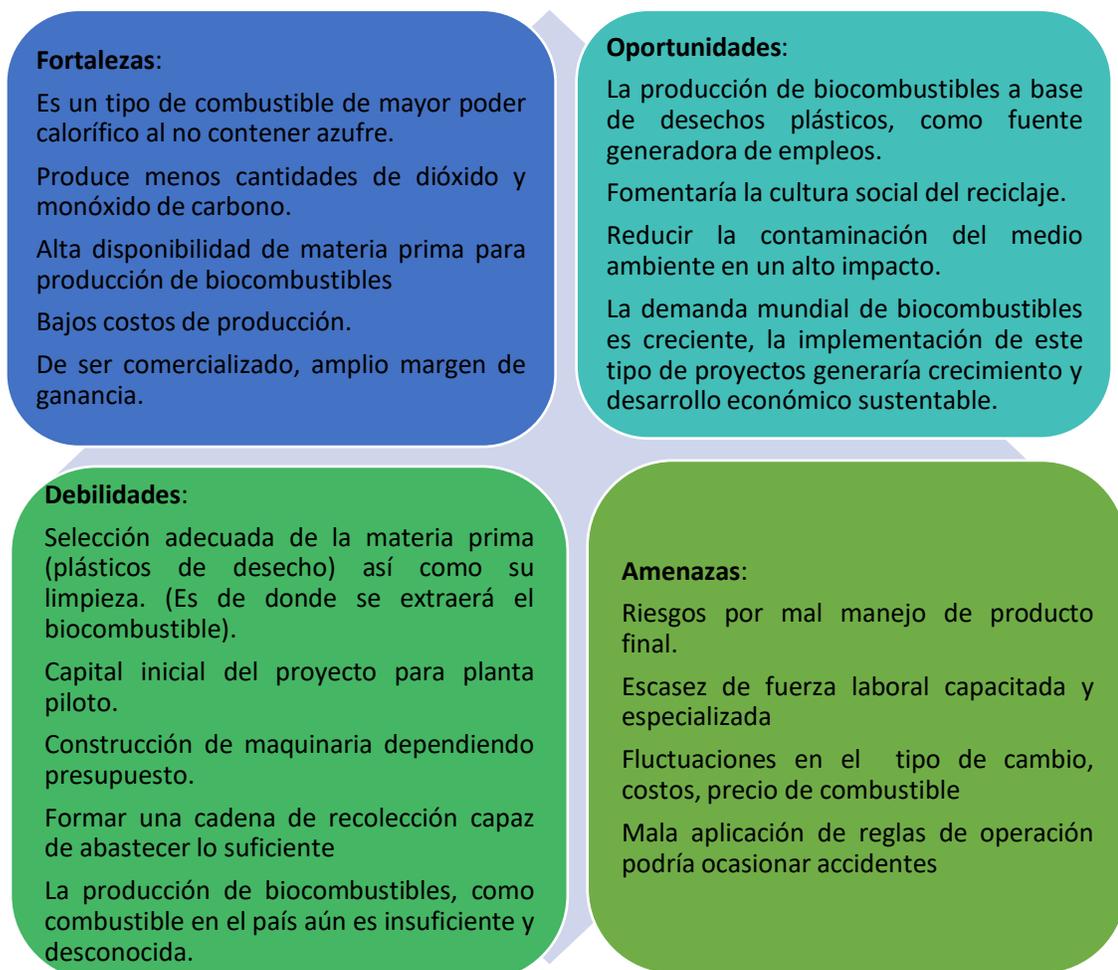
3. Calidad y logística inversa.

Bajo los dos anteriores principios, decimos que si le quitamos a la naturaleza lo que nosotros mismos hemos generado, y que para ella no es bueno, obtendremos como resultado el respeto y sobre todo la conservación de la naturaleza.

3.3 Análisis FODA.

En el presente análisis se llevarán a cabo algunas de las cuestiones más importantes que pueden afectar y/o favorecer al desarrollo de la planta piloto que se está proponiendo.

Esquema 1. Análisis FODA de POTROBIO



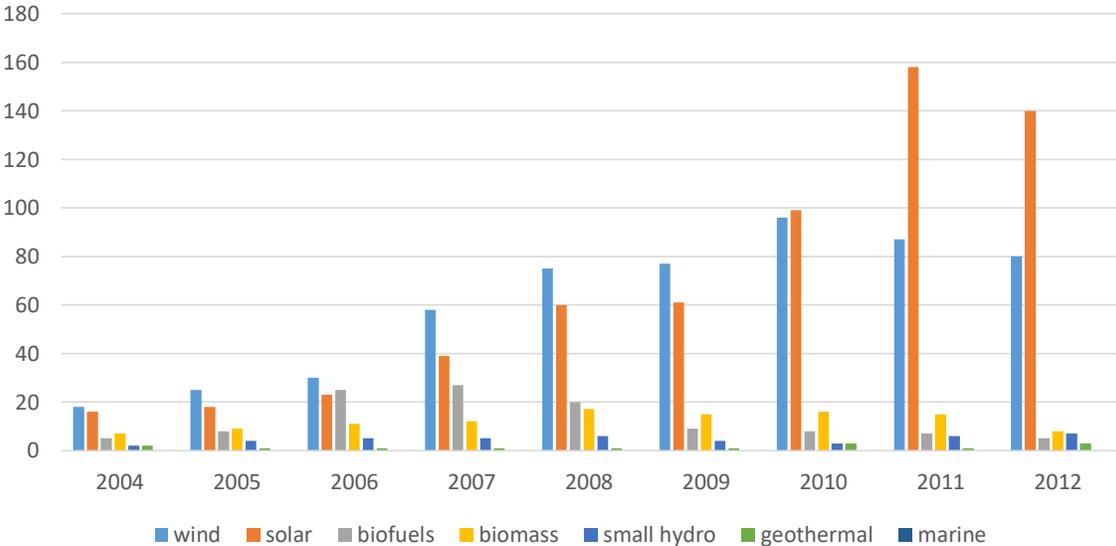
3.4 Análisis de producción de biocombustibles y su regulación respecto a permisos, procedimientos, infracciones y sanciones.

3.4.1 Panorama global de la inversión en biocombustibles.

Actualmente todas las energías renovables juntas proveen alrededor del 19% de la energía mundial. De ellas, la mayor parte está representada la biomasa tradicional (principalmente carbón) y sólo el 0.8% de la energía total proviene de los biocombustibles (según Greenpeace)

Según muestra el informe de Tendencias Globales de Inversión en Energía Renovable 2013, publicado por la UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA), la inversión en biocombustibles tuvo su pico más alto durante en el año 2007, 28.2 mil millones de dólares fue la cifra que ese año se dedicó a las nuevas inversiones en biocombustibles. Hasta el año 2010 el primer lugar sin disputa lo mantuvo la inversión en energía eólica, a partir del año 2010 en adelante el financiamiento a nuevas inversiones se movilizó hacia la energía solar.

Gráfico 1. Financiamiento a nuevas inversiones medido en mdd.



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de (UNEP, 2018).

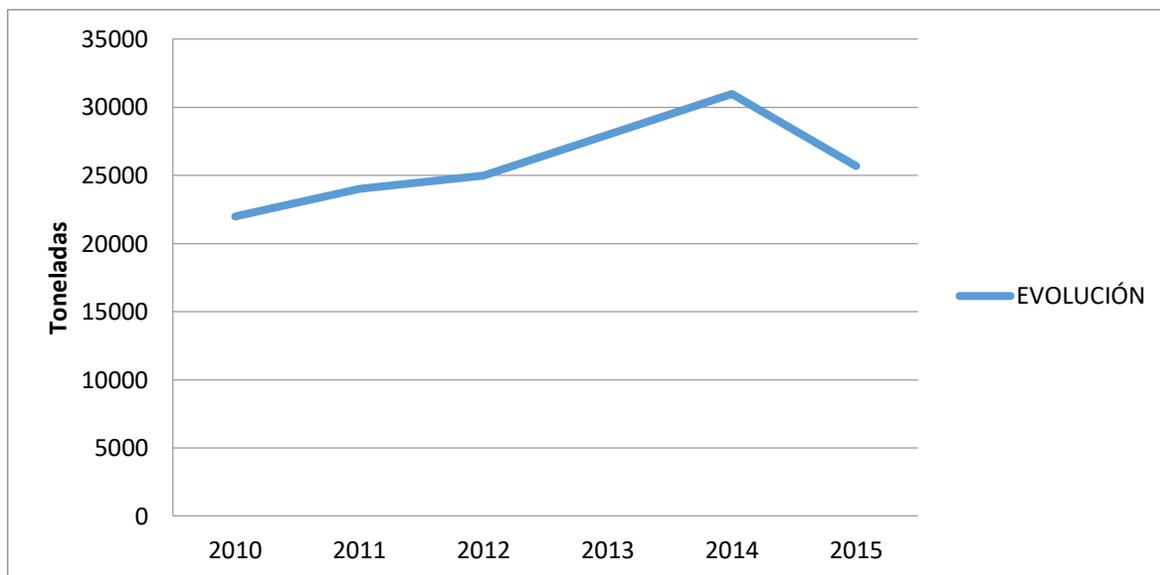
Actualmente son aproximadamente 650 plantas establecidas alrededor del mundo productoras de etanol cuya capacidad de producción aproximada es sobre 100 mil millones de litros anuales, algunas operan debajo de su capacidad instalada y otras han cerrado debido a las fluctuaciones en la demanda y otros temas que corresponden a la sustentabilidad ambiental del producto.

En el ámbito global, es muy común que la tendencia a abrir plantas nuevas de etanol, por ejemplo la empresa Green Future, con una capacidad de 54 mil millones de litros por año, se encuentra en Filipinas y se construyó en Enero de 2013. Mientras la demanda por biodiesel continua aumentando, nuevas plantas se abren alrededor del mundo.

Otro ejemplo en México al surgimiento de la reforma energética permite una mayor competitividad en el sector, y la apertura comercial a biocombustibles producidos aquí, conforme a lo indicado en el Diario de la Federación de fecha 01 de febrero del año 2008 por el cual se autoriza a la Secretaría de Energía emitir el permiso para empresas privadas nacionales para comercializar etanol anhidro para su uso como Biocombustible en vehículos automotores. (OXIFUEL, 2017)

A continuación se muestra una gráfica acerca de la evolución respecto a la producción de biocombustibles;

Gráfico 2. Evolución de la producción mundial de biocombustibles medido en toneladas.



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de (OPEP, 2012)

Desde el descubrimiento de los combustibles fósiles a la par surgieron también los biocombustibles, el uso de carbón como combustible primordial, se originó la búsqueda de alternativas que pudieran reemplazar a este.

Algunos de los principales supuestos modernos que hoy en día se pueden encontrar es precisamente esas políticas que van dirigidas al sector de los biocombustibles, en muchos países que desde el año 2005 se implementaron para lograr mejoras en el aseguramiento energético, reducir gases de efecto invernadero, optimizar las oportunidades de exportación para los productos de alto valor agregado, y en ocasiones también para promover el desarrollo rural, como lo es en el caso de nuestro país, México. (NBB, 2017)

En México se abrió en el año 2008 un programa dirigido al sector más marginado de nuestro país; el campo, pues con este programa se pretendía el destinar más terrenos para la producción de BIOMASA (todo aquel producto del campo que al fermentarse, produce energía), se creó la Ley de Promoción y Desarrollo de Biocombustibles, esto para incentivar y figurar como marco legal regulatorio para

que se pueda producir, desarrollar y comercializar biocombustible. (HIDROCOLUMBUS, 2013)

Actualmente en México a través de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), se impulsa la producción de biocombustibles, pues en el país se han establecido siete plantas de biodiesel y bioetanol bien consolidadas con una capacidad de producción de 42.2 millones de litros anuales.

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) ha impulsado de 2013 a la fecha 960 proyectos para la producción de biocombustibles en México, como una alternativa sustentable mediante cultivos específicos en beneficio del sector energético y de los productores del país. (Cerutti, 2001)

De acuerdo con un informe de la Subsecretaría de Agricultura, en los últimos cuatro años se han otorgado incentivos por alrededor de 275 millones de pesos, lo que ha generado una inversión total de 529 millones de pesos (entre autoridades y productores) para la investigación, cultivo y plantas productoras de biocombustibles en el territorio nacional. (Hernández, Fernández, & Baptisita, 2006)

Además, se han instalado siete plantas de biocombustibles, seis de ellas dedicadas a la producción de biodiesel y una para bioetanol, lo que permite contar con una capacidad de producción de 42.2 millones de litros anuales.

Con esto el panorama para nuestro país está cambiando y tornándose más flexible en cuanto a la apertura del uso y comercialización de biocombustibles. Cabe destacar que el pie de partida fue en el año 2008, y desde el 2015 cuatro años hacia atrás se hay gestionado alrededor de 29 proyectos que tienen que ver con el desarrollo de investigación y desarrollo para la producción de biocombustible.

3.5 Normas Internacionales de producción de biocombustibles.

En el ámbito internacional a través del tiempo, y hasta el 29 de febrero de 1898, se fundó la sección Americana de la Asociación Internacional para el Ensayo y Materiales (IATM) por iniciativa de Charles Dudley, entonces responsable del control de calidad de Pennsylvania Railroad, quien tuvo la iniciativa de hacer que los hasta entonces ferrocarriles rivales y las fundiciones de acero coordinaran sus controles de calidad, ya que el problema que enfrentaba la creciente industria del ferrocarril era la frecuente rotura de los rieles utilizados.

Es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios. Existen alrededor de 12,575 acuerdos voluntarios de normas de aplicación mundial.

En octubre de 2008 la ASTM International hace una publicación y da especificaciones nuevas y revisadas para verificar la calidad del biodiesel, y que este a su vez no dañe tanto las máquinas en dónde será utilizado, como el medio ambiente.

Las nuevas normas le dan a la industria una herramienta valiosa, reconocida y aceptada que garantiza la calidad y el comportamiento del producto porque establece parámetros claramente definidos. Esta norma es consecuencia de la colaboración del Subcomité D02.E0 sobre combustibles para quemadores, motores diésel y marinos y turbinas de gas que no se usen en aviación, entre cuyos miembros se incluye a representantes de refinerías de petróleo, fabricantes de automóviles, fabricantes de motores, productores de biodiésel, instituciones académicas, etc. de todo el mundo. (EPRO, 2018)

Normas vigentes

El Subcomité D02.E0 empezó a trabajar en las normas arrancando del concepto de una especificación basada en el desempeño que sería neutral con respecto a la materia prima y al proceso. El desarrollo de las especificaciones para los combustibles mezclados empezó en 2001 luego de la publicación de la norma D6751 de la ASTM, especificación para las existencias de mezclas de combustibles como aditivos para los combustibles de destilación intermedia. (ASTM, 2017)

Entre las normas nuevas y modificadas, están las siguientes:

- La ASTM D6751-08, especificación para las existencias de mezclas de combustible bio diesel (B100) para combustibles de destilación intermedia, que se modificó para incluir un requisito que controle las combinaciones secundarias y que brinda una información más precisa sobre cómo funcionará el combustible cuando el ambiente está frío.
- La ASTM D975-08a, especificación para el fueloil para los motores diesel (que se usa en aplicaciones diesel convencionales y todo terreno), se modificó y ahora permite hasta un 5% de biodiesel. Esto permite que las mezclas B5 se traten de la misma manera que el diesel convencional a efectos de la realización de ensayos.
- La ASTM D396-08b, especificación para el fueloil (usado en sistemas de calefacción y en calderas), que se modificó y ahora permite hasta un 5% de biodiesel. Como la norma D975, esta modificación permite que las mezclas B5 se traten de la misma manera que el fueloil convencional a efectos de la realización de ensayos.
- La ASTM D7467-08, especificación para las mezclas de biodiesel (B6 a B20) de fueloil para motores diésel, es una especificación totalmente nueva que rige las propiedades de las mezclas que contienen entre 6% y 20% de biodiesel para ser usadas en motores diésel convencionales y todo terreno.

Normas mexicanas de producción de biocombustibles.

Como se ha mencionado a lo largo de este capítulo, el tema de los biocombustibles está ganando cada vez más relevancia, no sólo en el mundo sino, ahora también en México como una opción muy viable que podría favorecer a la mayor oferta de energéticos, e incluso también se puede tornar más benevolente en cuanto a temas medio ambientales y de normas de contaminación. (NBB, 2017)

El marco legal que normaliza el sector no es muy antaño. Pues tan solo en el año 2008, con la aprobación de la Ley de promoción de desarrollo de los bioenergéticos, declara el interés nacional como principal objeto la promoción y desarrollo de los bioenergéticos con el fin de coadyuvar a la diversificación energética y el desarrollo sustentable como condiciones que permiten garantizar el apoyo al campo mexicano, cabe mencionar que esta ley se basa en la producción de bioenergía a base de los productos agropecuarios. (PEMEX, 2017)

Entre los objetivos que la LPDB persigue, se encuentran los siguientes:

- I. Promover la producción de insumos para bioenergéticos, a partir de las actividades agropecuarias, forestales, algas, procesos biotecnológicos y enzimáticos del campo mexicano.
- II. Desarrollar la producción, comercialización y uso eficiente de los bioenergéticos para contribuir a la reactivación del sector rural, la generación de empleo y una mejor calidad de vida para la población, en particular las de alta y muy alta marginalidad.
- III. Promover, en términos de la Ley de Planeación, el desarrollo regional y el de las comunidades rurales menos favorecidas.

IV. Procurar la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera y gases de efecto invernadero, utilizando para ello los instrumentos internacionales contenidos en los Tratados que México sea parte.

V. Por último, coordinar acciones entre los Gobiernos Federal, Estatales, Ciudad de México y Municipales, así como la concurrencia con los sectores social y privado, para el desarrollo de los bioenergéticos.

Esta ley, define a los bioenergéticos como los combustibles obtenidos de la biomasa provenientes de materia orgánica de las actividades, agrícola, pecuaria, silvícola, acuacultura, alga-cultura, residuos de la pesca, domésticas, comerciales, industriales, de microorganismos, y de enzimas, así como sus derivados, producidos, por procesos tecnológicos sustentables que cumplan con las especificaciones y normas de calidad establecidas por la autoridad competente en los términos de esta Ley.

Son sujetos de esta Ley los individuos que señala el Artículo 2 de la Ley de Desarrollo Rural, los ejidos, comunidades y los productores de productos naturales de los que se pueda obtener biomasa y, en general toda persona física o moral, que de manera individual o colectiva, realicen cualquier actividad relacionada con la producción, comercialización y/o distribución, transporte y almacenamiento de Bioenergéticos.

Comisión Intersecretarial para el desarrollo de los bio energéticos en México.

Se crea la Comisión de Bioenergéticos, la cual estará integrada por los titulares de la SAGARPA, SENER, SEMARNAT, la Secretaría de Economía y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, dentro de esta será la encargada de desarrollar, apoyar, establecer, participar, dar seguimiento, proponer y promover todos aquellos proyectos que sean estrictamente dentro del carácter en curso, es decir, sobre los biocombustibles y proyectos de este rubro.

Las Secretarías integrantes de la Comisión de Bioenergéticos, en el ámbito de sus respectivas competencias, elaborarán e instrumentarán, en su caso, las acciones para el fomento de la producción sustentable de Insumos.

Estas estarán dirigidas a los productores de Insumos y deberán impulsar la productividad, fomentar la generación de empleos, motivar la creación y consolidación de empresas rurales, cuya participación accionaria de los productores de insumos sea de un porcentaje de al menos 30 por ciento, fortalecer la competitividad del sector y garantizar la protección de los recursos naturales.

Además, con el fin de cuantificar el nivel o tipo de incentivo que se podrán otorgar para hacer competitiva la producción de insumos agrícolas en la producción de Bioenergéticos, los apoyos presupuestales estarán canalizados a los proyectos donde estén asociados los productores de insumos.

Para diversificar las fuentes de energía, el Gobierno Federal incentivará a la producción de Bioenergéticos a partir de insumos; atendiendo a lo establecido en esta Ley. Asimismo el Ejecutivo Federal promoverá la coordinación de acciones con los gobiernos estatales, del Distrito Federal y municipales para los mismos efectos.

Algunas de las secretarías que integran la comisión como lo son la SAGARPA y la SENER tienen la obligación de brindar el apoyo a la investigación científica y tecnológica para la producción y uso de los Bioenergéticos, así como la capacitación en estas materias.

El Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable, previsto en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, será la instancia encargada de coordinar y orientar la investigación científica y tecnológica en materia de Insumos, así como el desarrollo, innovación y transferencia tecnológica que requiera el sector.

Las actividades y servicios relacionados con la producción, el almacenamiento, el transporte y la distribución por ductos, así como la comercialización de Bioenergéticos, se sujetarán a permiso previo de la SENER, salvo aquellos que expresamente se excluyan en los criterios y lineamientos de esta Ley. La SENER informará a la Comisión de Bioenergéticos sobre los permisos que haya otorgado.

Las actividades o servicios relacionados con la producción, el almacenamiento, el transporte y la distribución por ductos, así como la comercialización de Bioenergéticos;

Los términos y condiciones para:

- a. El otorgamiento, la transferencia y la revocación de los permisos;
- b. La producción de Bioenergéticos;
- c. El almacenamiento de Bioenergéticos;
- d. El transporte y la distribución por ductos de Bioenergéticos;
- e. La presentación de información suficiente y adecuada para fines de regulación.
- f. El procedimiento de consulta pública para la definición de criterios de regulación.

Asimismo, deberán garantizar la transparencia en los procedimientos administrativos relativos al otorgamiento de permisos para realizar actividades relacionadas con las materias que regula la presente

Ley, e incorporar mecanismos de control accesibles a los productores.

Los permisos que la SENER (Secretaría de Energía) expida deberán contener, de manera detallada, los términos y condiciones bajo los cuales serán emitidos y los procedimientos deberán establecerse con toda precisión en el Reglamento de la presente Ley.

3.6 Consideraciones de infracción.

La realización de actividades o la prestación de servicios sin contar con el permiso correspondiente, cuando, en términos de esta Ley y de las demás disposiciones aplicables, se requiera del mismo;

- El incumplimiento de los términos y condiciones establecidos en los permisos, y
- El incumplimiento de normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables en materia de Bioenergéticos.

Las infracciones a que se refiere el artículo anterior, darán lugar a las siguientes sanciones:

- Multa de 1,000 a 100,000 veces el importe del salario mínimo general diario vigente en el Distrito Federal, en la fecha en que se incurra en la falta, la cual será fijada a juicio de la autoridad competente, tomando en cuenta la importancia de la falta;
- Revocación de los permisos a que se refiere la fracción III del Artículo 12 de esta Ley, y
- Clausura total o parcial, permanente o temporal de las instalaciones.

3.7 Análisis de costos de producción de PEMEX.

Petróleos Mexicanos es uno de los productores mundiales que mantiene costos de producción más bajos a nivel internacional, con un promedio menor a 10 dólares por barril en los campos que actualmente están activos; incluso, en algunos pozos en aguas someras, el costo es inferior a 7 dólares por barril. El barril contiene aproximadamente 159 litros de petróleo crudo. (PEMEX, 2017)

Cabe mencionar que este nivel de costos implica que las actividades de producción de Pemex continúan siendo rentables aún con la disminución reciente en las cotizaciones internacionales de los hidrocarburos.

Se resalta el hecho de que los costos de producción de Pemex son inferiores a los de la mayoría de las grandes petroleras como Exxon, Eni, Conoco, BP, Shell, Chevron y Petrobras, de acuerdo con fuentes de los reportes anuales presentados ante la Securities and Exchange Commission (SEC). (Scottfield., 2018)

Actualmente con las subidas de precio del dólar americano el costo de 23 dólares por barril que ha llegado a reportarse asociado a las actividades de Pemex, es un costo esperado a futuro vinculado con el amplio portafolio de yacimientos de la empresa, y que incorpora tanto la exploración, la delimitación de campos, la perforación de pozos y la instalación de infraestructura, como la producción en nuevos campos.

Como ejemplo, Pemex anunció el año pasado seis nuevos descubrimientos (dos en aguas profundas, dos en aguas someras y dos en tierra) que permitieron incorporar reservas por mil millones de barriles de petróleo crudo equivalente. De este modo, se logró revertir la tendencia a la baja en la tasa de incorporación de nuevas reservas, la cual se estima sea de alrededor de 85 por ciento de reservas totales. Cabe precisar que de manera específica, el costo de descubrimiento de dichos yacimientos fue de 2 dólares por barril.

Ante el entorno internacional de la baja de los precios del petróleo, Pemex está aprovechando las herramientas que le otorgó la Reforma Energética para continuar impulsando diversos proyectos de inversión, abriendo nuevas líneas de negocio que le permitan mantener una estructura financiera sana y generar valor económico en beneficio de México.

Por cada litro de petróleo se extrae aproximadamente un 45 % de gasolina, esta variación depende de la ligereza y calidad del hidrocarburo. Se requieren 2.2 litros de petróleo para producir un litro de gasolina. Un litro de gasolina en refinería cuesta 1,694.

¿Por qué es tan cara la gasolina entonces?

En México, el precio de la gasolina está determinado de la siguiente manera: 59.6% es el costo del petróleo, 11.8 % es el costo de distribución y comercialización, 11.3% el costo de refinación y 17.3 % se paga de impuestos.

Si tomamos un tipo de cambio de 20 pesos mexicanos por dólar, los resultados son los siguientes:

Petróleo 59.6 % = 2.2 litros de petróleo, es decir 1.694; distribución y comercialización 11.8 % = 0.199892 centavos de peso; refinación 11.3% = 0.191422 centavos de peso; impuestos 17.3 % = 0.293062 centavos de peso.

La suma de estos costos nos da un total de \$2.378376 pesos por litro de gasolina.

Adicionalmente, considerando la utilidad razonable de entre 20 y 50 %, de acuerdo a la dificultad y riesgo en la operación de bienes y servicios públicos y privados que incluye mermas de combustible, el precio al consumidor debería ser de entre 2.8540 y 3.5675 pesos por litro de gasolina refinada en México y ya puesto en gasolinera.

En México la gasolina es cara por el IEPS, el Impuesto Especial a la Producción y Servicios, así como por las cada vez mayores importaciones de gasolina proveniente de las refinerías estadounidenses esto pesa en cuanto a las decisiones macro-gubernamentales para reducir la capacidad de refinación nacional. La industria petrolera mexicana contribuye al día de hoy en 18% del PIB en México. Según datos del INEGI.

Para el caso de la refinación, en nuestro país Pemex Exploración y Producción, en promedio al 25 de diciembre de 2016, reportó una producción de crudo de 2.154 millones de barriles diarios. De estos, se distribuyeron 2.134 millones de barriles (en promedio) entre:

- Sistema Nacional de Refinación: 935 mil barriles diarios en el promedio anual al 25 de diciembre de 2016.
- Terminales de Exportación: 1.203 millones de barriles diarios.

La Capacidad de refinación del SNR es de 1.615 millones de barriles diarios. Sin embargo, en 2016 el SNR sólo procesó 867.937 mil barriles diarios, es decir, sólo el 53.74 % de su capacidad.

Tal y como se ha abordado la conclusión es que verdaderamente el costo de producción para PEMEX por cada barril de crudo es realmente muy barato, y que lo que hace encarecer el producto final, entre los hidrocarburos de nuestras vidas cotidianas es en realidad los impuestos. Por lo que la alternativa a las energías verdes cada vez se pone más en auge pues, no sólo son exentas de algunos impuestos importantes, sino que el mismo gobierno las apoya.

3.8 Descripción del proceso de producción de biocombustible POTROBIO.

El proceso se inicia con combustible externo tal como carbón o leña. Una vez que se ha iniciado dicho proceso para poner en funcionamiento la máquina procesadora, los desechos plásticos se calientan a altas temperaturas, generando gases.

Los gases generados durante la primera fase son conducidos a través de tubería industrial, la cual cruza a través de recipientes en forma de cilindros llenos de agua el cual se utiliza para enfriar y convertir los gases a estado líquido, obteniendo como resultado el biocombustible.

En la última fase de producción, luego de enfriar los gases y convertirlos en líquido éste se conduce hacia un depósito en donde se almacena el biocombustible.

El insumo a utilizar para el calentamiento y puesta en marcha de la maquinaria será carbón por ser económico y de gran rendimiento para la generación de calor, cabe mencionar que por cada carga de nueve toneladas e requieren alrededor de dos mil quinientos veinte kilogramos de carbón.

a) Catalizador

El uso de un catalizador es necesario para dar mayor eficiencia en el proceso, sin embargo como los desechos plásticos no están al cien por ciento limpios, esa suciedad en la materia prima puede ser utilizada como catalizador.

b) Agua de enfriamiento

El consumo de agua está destinada para el enfriador evaporador de la planta piloto, se estima en consumo de agua sobre dos metros cúbicos por cada doscientos kilogramos de plástico. Por lo tanto aproximadamente se estarán utilizando para el proceso treinta y seis metros cúbicos de agua por cada carga de nueve toneladas, cabe mencionar también que solo una quinta parte del total de agua para enfriamiento se evapora en el proceso.

3.9 Análisis de costos de producción POTROBIO.

Para evaluar el costo operativo del proceso de producción de Combustible líquido a partir de plásticos de desecho, se han tenido en cuenta los siguientes parámetros, derivados del análisis sobre la materia prima y el proceso mismo hasta llegar al producto final.

Dichos parámetros cabe destacar que se pueden someter a un proceso de mejoras continuas así como también es prudente resaltar que el proceso por el cual pasa el plástico hasta llegar a ser biocombustible, se pierde prácticamente todo el calor necesario para el calentamiento inicial de la maquinaria.

La eficiencia del proceso industrial ha sido del 75 % promedio. Por otra parte el plástico que se consigue en la calle, en centros de reciclaje y acopio, posiblemente se encuentre más sucio y contaminado que el utilizado en las pruebas de este proyecto como consecuencia esto disminuye el rendimiento.

A. Costo de materia prima

La materia prima comúnmente utilizada en nuestro proceso es el plástico de desecho, básicamente Polietileno PE, de alta y baja densidad, Polipropileno laminado de empaques de alimentos, vasos, platos y cubiertos desechables, plástico de invernaderos, y todo material compuesto de poliolefinas en general.

Todo este material que se encuentra disponible en todos los centros educativos pertenecientes a la Universidad Autónoma del Estado de México, un dato de gran importancia es que genera alrededor de 1,600 kgs de todos estos materiales a diario, (según datos de la UAEMex).

Además si eso no fuera suficiente se toma en cuenta la estrategia de que podemos también adquirir dicho material en centros de acopio de reciclaje, en más universidades y colegios, así como industrias y en centros comerciales. El costo de la materia prima conseguida de manera externa, puede ser la variable el cual su cuantía puede ir desde cero hasta cerca de \$ 2.5/kg es el precio que se puede pagar sin incurrir en pérdidas.

Un factor que puede elevar el costo es el transporte del material hasta la planta donde se va a procesar. En algunos casos, cuando este transporte tiene características de acarreo urbano, su costo comparado con el transporte de larga distancia de una ciudad a otra en vehículos de alta capacidad es desproporcionadamente alto.

Para el presente proyecto, el principal objetivo es que todos los residuos plásticos provenientes de la Universidad Autónoma del Estado de México se procesen para la obtención de biocombustible, cuyo costo de transporte estimado oscila entre

diecisiete mil pesos. Y como alternativa considerar la compra de material plástico en centros de acopio y en poblaciones cercanas, en dónde el costo del transporte sea más reducido.

Cabe mencionar que en base a un sondeo en algunos centros de reciclaje, el plástico de desecho se puede conseguir alrededor de \$ 2.50 /kg, con lo cual solo se le sumaría el costo del transporte hasta la planta de procesamiento.

Para el caso de desechos plásticos tales como empaques con residuos de procesos industriales, materias primas químicas, fertilizantes etc., es muy problemático su tratamiento en planta por lo tanto este tipo de materia prima queda descartada.

B. Mano de obra

La mano de obra es el segundo renglón de incidencia en los costos o el primero, dependiendo del costo de la materia prima.

Sin embargo este caso, por tratarse de una planta piloto de pequeño tamaño, los operarios son los mismos que requeriría una planta de mayor tamaño.

La maquinaria llamada: horno rotatorio para despolimerización catalítica es operado por dos personas, en cada turno. Cada turno está compuesto por un horario de nueve horas por día incluyendo una hora destinada a comida. El tiempo de procesamiento de un bache, (horno catalítico) depende de la temperatura, del material y del tamaño del horno. Así para hornos de 250 hasta 2500 kg/batch aproximadamente se puede trabajar entre uno y dos turnos, dedicando el tiempo del tercer turno (sin operarios) al enfriamiento del horno.

Supongamos que el horno es de mayor capacidad y tamaño de entre 3,000 kg y 5,000 kg por carga, sería necesario aumentar las horas de atención al proceso y pensar en dos turnos completos de operación. Considerando si trata dos turnos se contempla un lapso de ocho horas por cada turno.

El número de cargas por semana, dependerá entonces de este conjunto de condiciones, no obstante el aumento del tiempo de operación por carga, hace que el costo de la mano de obra baje con la escala de producción del horno y con una práctica optimizada en temperaturas y materiales.

Cabe destacar que no es necesario emplear mano de obra especializada, basta con una persona que cuente con estudios de bachillerato como mínimo, y con 5 días de capacitación sería suficiente para conocer la operativa.

La máquina (bache) tendrá la capacidad máxima de 2,000 kgs para procesar al día y convertirlos en biocombustible.

Para llevar a cabo el proceso operativo se requieren dos personas por turno, considerando un sueldo base de \$1,500 pesos semanales a cada una, obteniendo cerca de 9,000 kilogramos de desechos plásticos se tendría como resultado una producción estimada de 6,750 litros de biocombustible por semana.

C. Rendimiento

Para efectos de una evaluación económica, es necesario considerar el rendimiento del proceso, es decir por cada lote de plástico destinado a convertirse en biocombustible, existe cierto rendimiento que va desde un 60% hasta 70 %, en otras palabras por cada mil kilogramos que se procesen se obtendrán entre 600 y setecientos litros de biocombustible, debido a que no todos los tipos de plásticos contienen el mismo peso molecular.

Como media general podemos asumir con plásticos normales de deshecho, un rendimiento del 65 % en peso, en combustible Crudo (Crudo de $d= 0.78 \text{ gr/ml}$), es decir por cada kilogramo en peso neto que se someta a proceso, obtendremos 650 mililitros. aproximado de biocombustible.

Capítulo IV

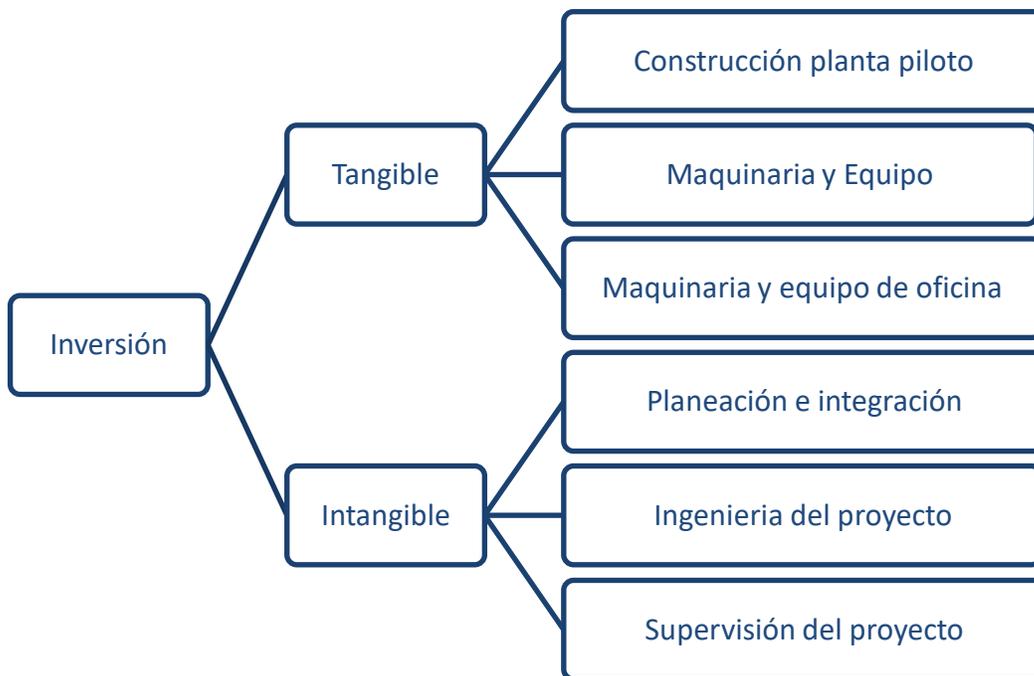
Análisis económico y financiero

En este capítulo se desarrolla un análisis económico y financiero, es de suma importancia ya que todo lo que se ha mencionado en el capítulo anterior tiene un costo y este debe ser cuantificado para realizar la futura inversión.

4.1 Inversión total inicial

Para poner en marcha el proyecto se necesita una asignación de recursos los cuales se han clasificado como se aprecia en el esquema siguiente;

Esquema 2. La inversión de la empresa



Fuente: Elaboración propia con información obtenida de (Erossa Martín, 2004)

La inversión total inicial comprende las inversiones fijas, gastos de pre-inversión y capital de trabajo del proyecto. En el caso de la planta piloto se incluye el capital de trabajo para el primer periodo.

4.1.1 Inversión tangible

Son los bienes propiedad de la empresa que tienen larga duración. Algunos de ellos pueden ser adquiridos para operación de la misma, para el presente proyecto de inversión, se consideran los siguientes aspectos;

- a) Construcción de la planta piloto.
- b) Maquinaria y equipo de producción.
- c) Mobiliario y equipo de oficina.

a) Monto de la inversión para la construcción de la planta piloto.

Se refiere a la inversión principal respecto a la adquisición de la infraestructura de la planta piloto, en la cual se producirá el biocombustible.

A continuación se muestra una tabla sobre los costos de la construcción de la planta piloto en la Ciudad de Toluca, Estado de México.

Tabla 2. Inversión requerida para la construcción de la planta piloto

CONCEPTO	COSTO
Adquisición del terreno	\$950,000 pesos M.N
Construcción / Edificación	\$700,000 pesos M.N
Adecuaciones	\$80,000 pesos M.N

Para la puesta en marcha de la planta piloto se consideran doscientos metros cuadrados, para llevar a cabo la producción del biocombustible, cabe destacar que la construcción no necesariamente tiene que ser una infraestructura especializada.

La planta piloto será techada y contará con bardas en los cuatro lados del perímetro, además para su adecuación, en materia de seguridad, deberá cumplir con todas las normas para evitar accidentes, que son extintores, detectores de humo, alarmas en caso de incendio, tomas de agua para combatir incendios, en caso de tener ventanas, todos los vidrios serán cubiertos con película para evitar

que cuando se rompan puedan cortar, salidas de emergencia, señalamientos y punto de reunión.

También la planta piloto contara con una oficina, recepción y una cocina de servicio, misma que será construida en una segunda planta, ésta tendrá una superficie aproximada de treinta y cinco metros cuadrados de construcción.

b) Inversión en maquinaria y equipo de producción.

Este apartado se somete a consideración la maquinaria que se ocupará para la producción y el equipo o equipos necesarios para las operaciones del presente proyecto de inversión.

A continuación se presentan los costos totales de la maquinaria así como el costo del equipo para operarla.

CONCEPTO	COSTO
Máquina rotatoria catalítica	\$470.000 pesos M.N

Para la fabricación de la máquina se ha solicitado a un grupo de ingenieros industriales mexicanos la cotización acerca de la construcción de una máquina rotatoria para procesar los residuos plásticos. Basado en esto se consideró el precio mencionado en la tabla anterior.

Algunos de los materiales necesarios tales como componentes electrónicos que no se fabrican dentro del país, es necesario importarlos para lo cual también está contemplado en el precio, sin embargo es necesario mencionar que los precios internacionales no son fijos y pueden ser variables de acuerdo a las condiciones del mercado internacional.

c) Mobiliario y equipo de oficinas

Para la planta piloto es necesario también contar con una oficina que sirva como centro de control de los empleados, así como centro de resolución de problemas técnicos, se llevará a cabo la administración y gestión de esta planta piloto.

En la siguiente tabla se considera todo el mobiliario para la oficina de la planta piloto. Para obtener los costos se tomó en cuenta precios de OFFICE DEPOT de la ciudad de Toluca.

Tabla 3. Mobiliario y equipo de oficina

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Aire acondicionado	1	\$7,000	\$7,000
Archivero	1	\$2,000	\$2,000
Cafetera	1	\$800	\$800
Comedor completo	1	\$5,800	\$5,800
Equipo de cómputo	1	\$6,000	\$6,000
Escritorio ejecutivo	1	\$4,800	\$4,800
Horno de Microondas	1	\$1,500	\$1,500
Impresora Multifuncional	1	\$5,200	\$5,200
Muebles de baño	1	\$12,000	\$12,000
Muebles de cocina	11	\$12,000	\$12,000
Sala de espera	1	\$5,300	\$5,300
Silla ejecutiva	1	\$2,600	\$2,600
Teléfono	1	\$600	\$600
Total:			\$65,600.00 pesos M.N

Fuente: elaboración propia con precios consultados en Office Depot y Home Depot.

Cabe mencionar que el costo del mobiliario puede disminuir siempre y cuando se consiga todo el equipo que está en el cuadro en calidad más sencilla, se estima que podría disminuir hasta en un 7%.

Se muestra a continuación monto total en inversión fija, tal como la construcción y adecuaciones de la planta, así como la maquinaria y el equipo de oficina que servirán para el completo funcionamiento de la misma.

Tabla 4. Inversión fija tangible

Rubro	Monto
Adecuaciones	\$80,000.00
Adquisición del terreno	\$950,000.00
Construcción / edificación	\$700,000.00
Maquinaria procesadora	\$470,000.00
Mobiliario y equipo de oficina	\$65,600.00
Total:	\$2,265,600.00

Fuente: elaboración propia.

El costo de las adecuaciones se refiere a todas aquellas modificaciones y adaptaciones que se presenten para el cumplimiento de las normas de seguridad, que dicta la secretaría del medio ambiente y de energía anteriormente comentadas, así como cubrir imprevistos de las mismas.

4.1.2 Inversión fija intangible

Comprende aquellos rubros que no poseen una estructura física pero se consideran muy necesarios para la operación del proyecto:

- a) Planeación e integración.
- b) Ingeniería del proyecto.
- c) Supervisión de proyecto.

En la tabla que a continuación se presenta, se especifica detalladamente los montos a invertir en relación a la inversión fija intangible; el activo diferido, así como también se muestra la manera de calcular este rubro: la planeación e integración de la inversión total; la ingeniería del proyecto, que comprende, instalación y puesta en marcha de la maquinaria y todos los equipos.

Por último, la supervisión del proyecto que comprende la verificación de precios de materiales para construcción tanto de infraestructura así como de maquinaria,

compra de equipo y materiales, verificación de traslado a la planta, verificación de instalación de todos los servicios y normas de seguridad. Para todos estos cálculos se creó la siguiente tabla;

Tabla 5. Gastos de Planeación e Ingeniería del proyecto.

Concepto	Costo
Planeación e integración	\$20,000.00 M.N.
Ingeniería del proyecto	\$35,000.00 M.N.
Supervisión del proyecto	\$12,000.00 M.N.
TOTAL:	\$67,000.00 M.N.

Fuente: Elaboración propia con datos estimados por una consultoría en ingeniería.

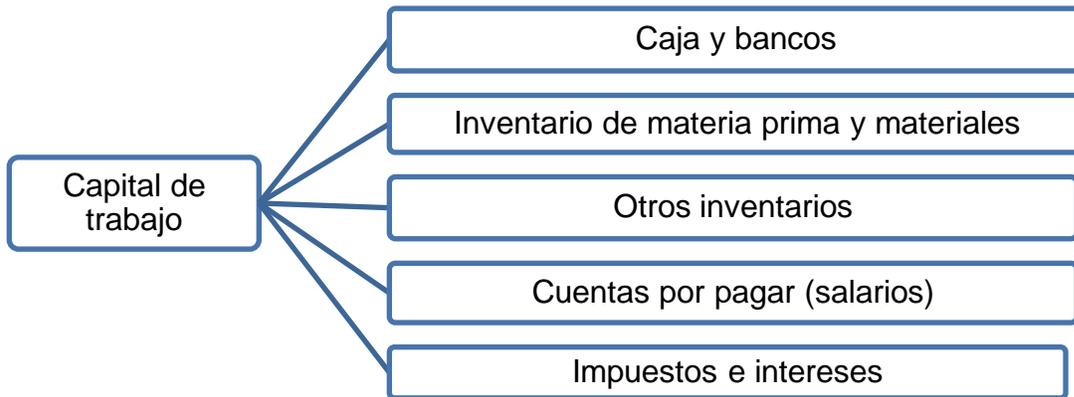
4.1.2.1 Inversión en el capital de trabajo

El capital de trabajo a utilizar se considera en un lapso de 30 días, esto incluye los recursos económicos que una empresa necesita para garantizar su funcionamiento en el inicio de sus operaciones, hasta que se logren cubrir los gastos con los ingresos.

Por capital de trabajo se entiende el activo circulante, menos el pasivo circulante, es el capital adicional que debe tener la empresa, para que comience a funcionar, permitiéndose financiar la primera producción, antes de recibir algún tipo de ingreso, esto incluye: compra de materia prima básica, materiales, salarios de mano de obra, y un poco de efectivo para sobresalir con los gastos diarios, que para nuestro tipo de proyecto relativamente no se incurriría en gastos de diario.

El capital de trabajo está conformado dentro de los siguientes aspectos:

Esquema 3. Distribución del capital de trabajo



Fuente: elaboración propia con información obtenida de (Rodríguez, 2000)

a) Inventario de materia prima y materiales.

El dinero que se asigne para esto; depende en su totalidad de la posibilidad de obtener un crédito con las empresas externas de reciclaje, y acorde a las políticas de venta de POTROBIO, si es que se llega a vender, tendrá que ser al contado, para que de esta manera se tenga un ingreso desde sus primeras producciones.

De no ser así la materia prima, solo estará en función de la disposición de desechos plásticos de la Universidad Autónoma del Estado de México, que se estima oscila entre 1,600 kilogramos y 1,800 kilogramos por día.

Por este caso no se ha estimado una cantidad en efectivo destinada a la compra de materia prima o desechos plásticos foráneos.

Sin embargo es necesario disponer de efectivo para cubrir ciertos gastos así como algún costo de imprevisto, denominándose así: caja chica, para este rubro se estima un total de dos mil pesos 00/100 M.N.

Tabla 6. Inventario de otros materiales

Otros materiales	Costo unitario	Cantidad mensual	Costo mensual	Costo anual
Guantes (par)	\$35.00	5	\$155.00	\$1,860.00
Mascarillas	\$5.00	7	\$35.00	\$420.00
Lentes	\$42.00	4	\$176.00	\$2,112.00
Cascos	\$230.00	4	\$920.00 una sola vez	\$920.00
Pantalón Industrial	\$400.00	4	\$1,600.00	\$19,200.00
Jabón Industrial (galón)	\$370.00	2	\$740.00	\$8,880.00
Escobas	\$34.00	2	\$68.00	\$816.00
Botas casquillo	\$1,100.00	1	\$1,100.00	\$13,200.00
Depósitos para basura	\$380.00	2	\$760.00	\$9,120.00
Cepillos para sanitarios	\$50.00	2	\$100.00	\$1,200.00
Dispensador de papel higiénico	\$459.00	1	\$459.00 una sola vez	\$459.00
Total:	\$3,105.00		\$6,113.00	\$58,187.00

Fuente: elaboración propia con precios consultados en Home Depot.

En lo que respecta al primer inventario o inventario inicial del producto terminado, se toma en cuenta cero, ya que la planta piloto se pondrá en marcha y una vez en funcionamiento, dependerá totalmente de la producción.

b) Mantenimiento

En este apartado se expone el costo estimado del equipo de producción de biocombustible.

Tabla 7. Costo del mantenimiento de la maquinaria

RUBRO		MONTO ANUAL		
Mantenimiento externo	3%	costo	total	\$14,100.00
	maquinaria			
Mantenimiento interno	2%	costo	total	\$9,400.00
	maquinaria			
Total:				\$23,500.00

Fuente: elaboración propia con costos de técnicos en maquinaria y reparaciones industriales.

4.1.3 Aspectos Generales

a) Determinación del precio de venta y costo unitario por litro producido

El Costo Unitario (CU) será la suma total de: Costos Indirectos de fabricación + el costo de la Materia Prima + el costo de Mano de Obra Directa

El precio considerado por cada litro de combustible obtenido a partir de la materia prima y tomando en consideración los costos de producción es el siguiente, mismos que pueden consultarse en los apartados de costos de este capítulo.

El costo de producción es de \$5.95 M.N

El margen de utilidad considerado para determinar el precio de venta del combustible es de 30%.

\$7.70 M.N

Estimando que el incremento de los precios en los 3 años subsecuentes aumente de la forma siguiente; durante el primer año un 7%, para el segundo año un 10% y el tercer año un 14%, esto con base a la tendencia actual del incremento de los biocombustibles sin considerar la inflación; se tiene la siguiente grafica que muestra las ventas posibles para los mismos años con su incremento de precio respectivo.

Considerando la inflación de 0.4% mensual en el biodiesel se tiene una inflación acumulada anual de 4.91%.

Al poder producir 6750 litros semanales de biocombustible se tiene una producción de 27000 litros mensuales.

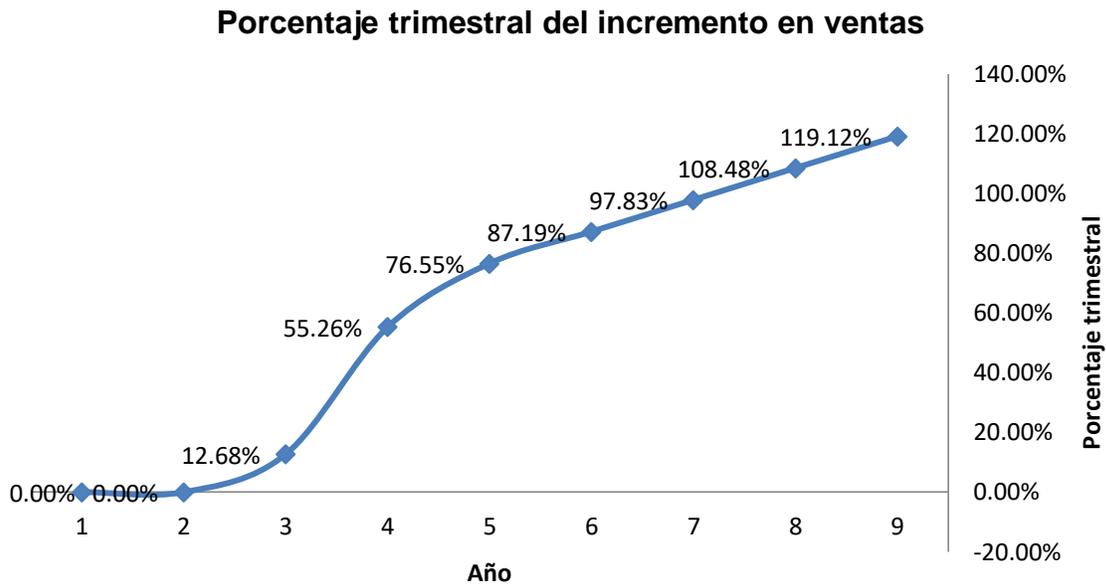
Si la venta mensual es de 27000 litros se puede suponer un crecimiento esperado de ventas en los tres años subsecuentes como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 8.Crecimiento de ventas por mes para cada trimestre.

Año	Trimestre	Porcentaje de crecimiento esperado	Porcentaje anualizado
1	1	0%	0%
	2	0%	
	3	0%	
	4	0%	
2	1	1%	12.68%
	2	1%	
	3	1%	
	4	1%	
3	1	3%	42.58%
	2	3%	
	3	3%	
	4	3%	

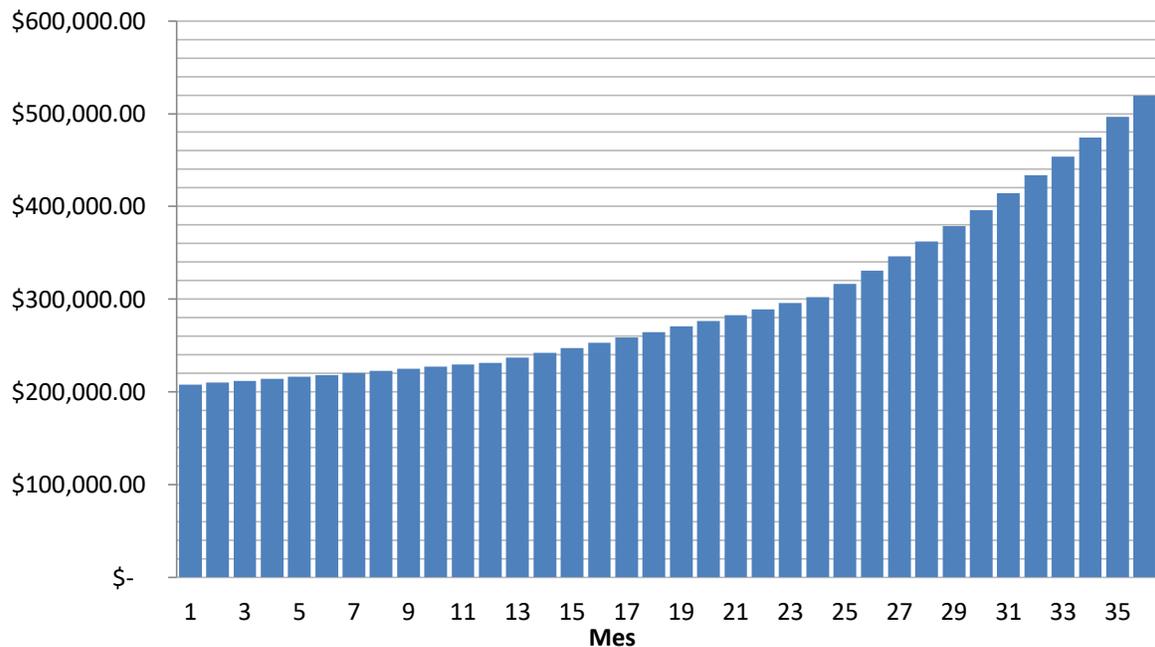
La tabla anterior muestra en que porcentaje acumulado anual se esperan las ventas para los primeros tres años, que gráficamente se muestra a continuación.

Gráfico 3. Estimación del incremento de ventas por año



Como se observa, el incremento durante los primeros tres años de operación es mínimo, por lo que las ventas se verían reflejadas en el grafico siguiente.

Gráfico 4. Ventas mensuales esperadas para los primeros 3 años en miles de pesos



El gráfico anterior muestra como incrementarían las ventas con el porcentaje de crecimiento esperado por cada trimestre, considerando la inflación acumulada mensual.

b) Sueldos y Salarios

En este rubro se destacan los puestos necesarios a implementar para la operación de la planta, para ello se muestra a continuación una tabla detallada de los puestos y sueldos a cubrir.

Tabla 9. Sueldos y salarios

Puesto	Número de puestos	Sueldo mensual nominal	Sueldo anual	Total Nómina
Director general	1	\$12,000.00	\$144,000.00	\$144,000.00
Director de finanzas	1	\$11,500.00	\$138,000.00	\$138,000.00
Asistente de operaciones	4	\$6,000.00	\$72,000.00	\$288,000.00
Otros (Intendencia y Seguridad)	2	\$8,000.00	\$96,000.00	\$96,000.00
Total Nómina Anual Base				\$762,000.00
Total Nómina Mensual Base				\$63,500.00

c) Gastos

Es importante destacar que existen gastos fijos mensuales a realizar de la planta y bodega, mismos que se reflejan a continuación.

Tabla 10. Gastos fijos mensuales de planta y bodega

Gasto fijo mensual	Monto
Costos de recolección de materia prima	\$ 17,000.00
Luz	\$ 500.00
Agua	\$ 1,000.00
Comunicaciones	\$ 1,000.00
Circuito cerrado	\$ 3,000.00
Sueldos y salarios	\$ 63,500.00
Papelería y gastos de oficina	\$ 1,000.00
Mantenimiento y materiales	\$ 8,071.00
Insumos de transformación	\$ 65,520.00
Sub Total gastos fijos	\$ 160,591.00

La tabla anterior muestra los gastos fijos mensuales que se deben considerar, sin embargo se estima mediante la inflación un incremento en los mismos.

Además de los gastos fijos mensuales, existen gastos de instalación de planta y bodega que se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 11. Gastos de instalación de planta y bodegas

Gasto de instalación	Primer mes:
Terreno	\$ 950,000
Edificio	\$ 700,000
Comunicaciones	\$ 1,000
Mobiliario y equipo	\$ 65,600
Adecuaciones	\$ 80,000
Mantenimiento y materiales	\$ 8,071
Gastos de planeación e ingeniería	\$ 67,000
Maquinaria de planta	\$ 470,000
Total gastos de instalación	\$ 2,341,671

4.2. Financiamiento

A continuación se expone una alternativa de financiamiento para la puesta en marcha de la planta piloto. Para financiar el proyecto, refiriendo a la inversión de la empresa como tal, se ha consultado a varias instituciones financieras de nuestro país.

Acorde a la información que se obtuvo se decidió utilizar la tasa de interés más baja del mercado que las instituciones financieras ofrecen para desarrollo de proyectos a través de BBVA BANCOMER.

De acuerdo a la información anterior, la empresa requiere financiamiento. El monto de la inversión inicial es de \$2,705,449 pesos; para ello es necesario obtener fondos de diversas fuentes como se muestra en la tabla siguiente;

Tabla 12. Fuentes de financiamiento

Inversión a conseguir	Cantidad
Financiamiento mediante capital propio	\$200000
Financiamiento mediante capital externo	\$500000
Financiamiento mediante deuda a corto plazo	\$100000
Financiamiento mediante deuda a largo plazo	\$1950000
Total	\$2750000

Como se observa en la tabla anterior, existen dos fuentes principales; deuda y capital, la primera de ellas puede ser a corto y largo plazo, por lo que la segunda puede ser propio y externo.

Tabla 13. Descripción del crédito requerido

Financiamiento	Periodo en años	Tasa de interés	Pago mensual por crédito
Crédito a corto plazo	3	24 %	\$3923.29
Crédito a largo plazo	10	29 %	\$49971.05
Pago total mensual			\$53894.34

4.3 Punto de equilibrio

Se entiende por “punto de equilibrio” de una empresa, aquel nivel de ventas necesario en el que no se obtienen ni utilidades ni pérdidas; es decir, cuando los ingresos totales son exactamente iguales a los costos totales de la empresa

La utilidad del punto de equilibrio es que permite establecer el nivel mínimo de operación al que debe trabajar la empresa para que no reporte pérdidas.

Para calcular el punto de equilibrio en dólares se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos Fijos}}{1 - \left(\frac{\text{Costos Variables}}{\text{Ventas Totales}} \right)}$$

Para tal fin debemos encontrar el monto de costos fijos y costos variables para cada una de las medidas. Al monto de costos fijos y variables se le aplica el porcentaje de producción para cada medida.

4.3.1 Cálculo del punto de equilibrio.

La representación gráfica del punto de equilibrio muestra la relación en ingresos contra egresos en este punto, por lo tanto:

-La línea que representa los ingresos por ventas totales con un intercepto en cero y a 45° del eje horizontal, tiene una pendiente ($m = 1$) representado por el precio de venta entre el precio de venta.

-La línea de costo total con un intercepto del eje vertical y una pendiente ($m = cv/pv$) representado por los costos variables unitarios entre el precio de venta unitario.

Cabe mencionar que para este ejemplificar nuestro posible punto de equilibrio, dado que no vamos a tener ventas solamente se cumple con el requisito y principal objetivo de este proyecto, que es el de reciclar, y del desecho plástico que se recicle obtener biocombustible, mismo que se ocupará para el POTROBUS se utilizarán unas ventas genéricas para efectos del ejemplo.

Sustituyendo en la fórmula del punto de equilibrio para el primer año de operaciones tenemos:

$$PE = \frac{\$1,970,058}{1 - \left(\frac{\$1,927,087}{\$2,634,249}\right)}$$

$$PE = \$7,338,662.593$$

4.4 Estado de resultados y balances, estado de resultados con flujo de efectivo.

El estado de resultados es el medio financiero por medio del cual se presenta la situación de toda empresa, con respecto a las utilidades obtenidas y a los flujos netos de efectivo durante un período de tiempo.

Una vez determinados todos los ingresos y egresos de la planta piloto se establecen con una proyección en el futuro mediante el estado de resultados pro forma, los cuales darán la primera información referente a la factibilidad económica de crear la planta piloto, los resultados económicos que se estiman serán en un período determinado. La finalidad del estado de resultados o estados de pérdidas y ganancias es calcular la utilidad neta de la planta, y que se puede obtener restando a los ingresos todos los costos en que incurra la empresa y los impuestos que debe pagar en un período dado.

Por otro lado la importancia de calcular el estado de resultados es la posibilidad de determinar los flujos netos de efectivo, que son las cantidades que se usan en la evaluación económica de la empresa.

Para la planta, se estima el estado de resultados para un período de cinco años, tomando supuesto que en este período no se darán cambios extremos en las variables.

a) Balance General

El presente balance está conformado por los siguientes rubros: activos, pasivo y capital

Se entiende por activos todo lo significativo para cualquier empresa, puede ser un bien tangible o intangible que le pertenezca.

En contraparte un pasivo significa cualquier tipo de obligación o deuda que se tenga con terceros y que la empresa en algún punto del tiempo tenga que liquidar con dinero.

Nuestro capital está representado por todos los activos, tanto en dinero o títulos, que son propiedad de la empresa.

El principal interés de llevar a cabo el análisis económico es el determinar de manera anual actual se considera que es el valor real de la empresa a ese momento y también es fundamental por las siguientes razones:

- Dicho registro me permitirá conocer la situación financiera de su empresa en una fecha determinada, pues muestra en forma clara y detallada el valor de cada una de las propiedades y obligaciones que se tienen así como el capital que se posee.
- Sirve para presentarlo a las instituciones financieras y poder obtener créditos futuros.

Tabla 14. Estado de Resultados

POTROBIO	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	Acumulado	Acumulado	Acumulado	Acumulado	Acumulado
Estado de Resultados:					
Ingresos:					
Nacional:					
Ingresos por productos	\$2,634,249	\$3,219,214	\$4,921,501	\$6,231,355	\$6,231,355
Total Ingresos	\$2,634,249	\$3,219,214	\$4,921,501	\$6,231,355	\$6,231,355
%Gastos variables					
Egresos:					
Gastos fijos	\$1,970,058	\$2,066,730	\$2,168,144	\$2,274,536	\$2,386,148
Sueldos y salarios	\$762,000	\$799,391	\$799,391	\$799,391	\$799,391
Gastos Variables	\$1,927,087	\$2,057,058	\$2,645,199	\$3,096,026	\$3,096,026
Otros (Gtos de Venta, etc.)	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total costos	\$4,659,146	\$4,923,179	\$5,612,735	\$6,169,953	\$6,281,565
Ebitda	-\$2,024,897	-\$1,703,965	-\$691,234	\$61,402	-\$50,210
Depreciación y Amortización	\$226,660	\$226,660	\$226,660	\$226,660	\$226,660
Utilidad (perdida) de Operación	-\$1,798,237	-\$1,477,305	-\$464,574	\$288,062	\$176,450
Gastos financieros corto plazo	-\$47,079	-\$47,079	-\$43,156	\$0	\$0
Gastos financieros largo plazo	-\$599,653	-\$599,653	-\$599,653	-\$599,653	-\$599,653
Utilidad antes de impuestos	-\$2,444,968	-\$2,124,037	-\$1,107,383	-\$311,591	-\$423,203
ISR (35%)	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
PTU (10%)	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Utilidad (pérdida neta)	-\$2,444,968	-\$2,124,037	-\$1,107,383	-\$311,591	-\$423,203
Margen de utilidades netas:	-92.81%	-65.98%	-22.50%	-5.00%	-6.79%

Tabla 15. Balance General

POTROBIO	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	Acumulado	Acumulado	Acumulado	Acumulado	Acumulado
Balance General					
Activo circulante					
Caja y bancos	-\$2,327,746	-\$4,871,855	-\$6,361,995	-\$6,647,939	-\$6,844,481
Clientes	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Inventarios.	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total activo circulante	-\$2,327,746	-\$4,871,855	-\$6,361,995	-\$6,647,939	-\$6,844,481
Activo Fijo					
Terreno	\$855,000	\$760,000	\$665,000	\$570,000	\$475,000
Edificio	\$630,000	\$560,000	\$490,000	\$420,000	\$350,000
Comunicaciones	\$900	\$800	\$700	\$600	\$500
Mobiliario y equipo	\$59,040	\$52,480	\$45,920	\$39,360	\$32,800
Acondicionamiento (m ²)	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Maquinaria de planta	\$72,000	\$64,000	\$56,000	\$48,000	\$40,000
Total gastos de instalación	\$423,000	\$376,000	\$329,000	\$282,000	\$235,000
Depreciación acumulada:	-\$226,660	-\$453,320	-\$679,980	-\$906,640	-\$1,133,300
Total activo fijo	\$2,039,940	\$1,813,280	\$1,586,620	\$1,359,960	\$1,133,300
Activo total	-\$287,806	-\$3,058,575	-\$4,775,375	-\$5,287,979	-\$5,711,181
Pasivo Circulante					
Proveedores	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Créditos bancarios	\$56,844	\$9,764	\$0	\$0	\$0
Total pasivo circulante	\$56,844	\$9,764	\$0	\$0	\$0
Pasivo largo plazo	\$1,400,318	\$800,666	\$201,013	\$0	\$0
Pasivo total	\$1,457,162	\$810,430	\$201,013	\$0	\$0
Capital Contable					
Capital social	\$700,000	\$700,000	\$700,000	\$700,000	\$700,000
Resultados de ejercicios anteriores	-\$2,249,599	-\$4,412,623	-\$5,655,295	-\$5,957,823	-\$6,371,519
Resultado del ejercicio	-\$195,370	-\$156,382	-\$21,093	-\$30,155	-\$39,662
Total Capital Contable	-\$1,744,968	-\$3,869,005	-\$4,976,388	-\$5,287,979	-\$5,711,181
Pasivo + Capital	-\$287,806	-\$3,058,575	-\$4,775,375	-\$5,287,979	-\$5,711,181

Tabla 16. Flujo de efectivo

POTROBIO	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	Acumulado	Acumulado	Acumulado	Acumulado	Acumulado
Flujo de Efectivo					
Utilidad neta	-\$2,444,968	-\$2,124,037	-\$1,107,383	-\$311,591	-\$423,203
+ depreciación y amortización	-\$18,888	-\$37,777	-\$56,665	-\$75,553	-\$94,442
Generación bruta de efectivo	-\$2,426,080	-\$2,086,260	-\$1,050,718	-\$236,037	-\$328,761
<u>Usos Operativos</u>					
Financiamiento a cuentas por cobrar	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Financiamiento a inventarios	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total usos operativos	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
<u>Fuentes Operativas</u>					
Financiamiento (amort.) proveedores	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total fuentes operativas	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Generación Neta Operativa	-\$2,426,080	-\$2,086,260	-\$1,050,718	-\$236,037	-\$328,761
<u>Fuentes de Instituciones de Crédito</u>					
Financ. (amort.) créditos bancarios corto plazo	\$56,844	-\$47,079	-\$9,764	\$0	\$0
Financ. (amort.) créditos bancarios largo plazo	\$1,400,318	-\$599,653	-\$599,653	-\$201,013	\$0
Financiamiento neto con costo	\$1,457,162	-\$646,732	-\$609,417	-\$201,013	\$0
<u>Usos no operativos</u>					
Venta (inversión) en activos fijos	-\$2,266,600	\$0	\$0	\$0	\$0
Venta (inversión) en activos diferidos	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Pago de dividendos	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total de usos no operativos	-\$2,266,600	\$0	\$0	\$0	\$0
<u>Fuentes no operativas</u>					
Aportaciones (retiros) de capital	\$700,000	\$0	\$0	\$0	\$0
Total fuentes no operativas	\$700,000	\$0	\$0	\$0	\$0
Generación de flujo no operativa	-\$109,438	-\$646,732	-\$609,417	-\$201,013	\$0
Generación Neta de Flujo de Efectivo	-\$2,535,518	-\$2,732,992	-\$1,660,135	-\$437,051	-\$328,761
Caja inicial	-\$2,327,746	-\$4,871,855	-\$6,361,995	-\$6,647,939	-\$6,844,481
Caja final	-\$4,863,264	-\$7,604,847	-\$8,022,129	-\$7,084,989	-\$7,173,242

Tabla 17. Razones Financieras

POTROBIO	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	Acumulado	Acumulado	Acumulado	Acumulado	Acumulado
Razones Financieras					
Actividad					
Ventas netas a activos fijos	129.13%	177.54%	310.19%	458.20%	549.84%
Ventas netas a capital contable	-150.96%	-83.21%	-98.90%	-117.84%	-109.11%
Gastos a ventas netas	176.87%	152.93%	114.05%	99.01%	100.81%
Apalancamiento					
Pasivo total a capital contable	-83.51%	-20.95%	-4.04%	0.00%	0.00%
Productividad					
Utilidad de operación a ventas netas	-76.87%	-52.93%	-14.05%	0.99%	-0.81%
Utilidad neta a ventas netas	-92.81%	-65.98%	-22.50%	-5.00%	-6.79%

Tabla 18. Integración de activos fijos

POTROBIO	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	Acumulado	Acumulado	Acumulado	Acumulado	Acumulado
Integración de activos fijos					
<u>1. Valor de activos fijos</u>					
Terreno	\$855,000	\$760,000	\$665,000	\$570,000	\$475,000
Edificio	\$630,000	\$560,000	\$490,000	\$420,000	\$350,000
Comunicaciones	\$900	\$800	\$700	\$600	\$500
Mobiliario y equipo	\$59,040	\$52,480	\$45,920	\$39,360	\$32,800
Acondicionamiento (m ²)	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Maquinaria de planta	\$72,000	\$64,000	\$56,000	\$48,000	\$40,000
Total gastos de instalación	\$423,000	\$376,000	\$329,000	\$282,000	\$235,000
Propiedades, planta y equipo	\$2,039,940	\$1,813,280	\$1,586,620	\$1,359,960	\$1,133,300
<u>2. Inversión (\$) en activos fijos</u>					
Terreno	\$950,000	\$0	\$0	\$0	\$0
Edificio	\$700,000	\$0	\$0	\$0	\$0
Comunicaciones	\$1,000	\$0	\$0	\$0	\$0
Mobiliario y equipo	\$65,600	\$0	\$0	\$0	\$0
Acondicionamiento (m ²)	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Maquinaria	\$80,000	\$0	\$0	\$0	\$0
Otros	\$470,000	\$0	\$0	\$0	\$0
Inversión total	\$2,266,600	\$0	\$0	\$0	\$0
<u>Depreciación activos fijos (\$)</u>					
Terreno	-\$95,000	-\$95,000	-\$95,000	-\$95,000	-\$95,000
Edificio	-\$70,000	-\$70,000	-\$70,000	-\$70,000	-\$70,000
Comunicaciones	-\$100	-\$100	-\$100	-\$100	-\$100
Mobiliario y equipo	-\$6,560	-\$6,560	-\$6,560	-\$6,560	-\$6,560
Acondicionamiento (m ²)	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Maquinaria	-\$8,000	-\$8,000	-\$8,000	-\$8,000	-\$8,000
Otros	-\$47,000	-\$47,000	-\$47,000	-\$47,000	-\$47,000
Depreciación acumulada	-\$226,660.00	-\$453,320.00	-\$679,980.00	-\$906,640.00	\$1,133,300.00
Depreciación Mensual	-\$18,888	-\$37,777	-\$56,665	-\$75,553	-\$94,442
Inflación México mensual					

Fuente: elaboración propia mediante el programa interactivo de proyecciones financieras de la Universidad Anáhuac del Sur.

Conclusiones

Después de haber realizado el presente trabajo de investigación se ha llegado a la conclusión de que los biocombustibles producidos a partir de los desechos plásticos que genera la Universidad Autónoma del Estado de México son una perfecta alternativa energética para la misma escuela, y no sólo eso, pues representa un proyecto de alto impacto social, económico y ambiental. También se puede apreciar que existen muchos apoyos para la implementación y puesta en marcha por parte de entidades gubernamentales y no gubernamentales para llevar a cabo este tipo de proyectos.

Cabe mencionar que es de carácter prioritario el que se generen proyectos de investigación para mejorar la calidad de vida, y de esta manera también poder atender a problemáticas como las que ahora estamos enfrentado; la crisis energética, y poderle hacer frente con alternativas estratégicas que demás no resultan ser tan costosas, son alcanzables y podemos ponerlas en marcha.

La integración de la empresa privada, la empresa pública y la academia son la mejor herramienta para hacerle frente a los problemas, que visto desde otra perspectiva son oportunidades que se presentan actualmente.

Acorde a los resultados que hemos obtenido del presente análisis, encontramos muy viable la puesta en marcha de la construcción de la planta piloto, pues atiende a un tema ambiental muy preocupante hoy en día, pues la cantidad de desechos plásticos que genera la Universidad Autónoma del Estado de México a diario y que además no tienen actualmente algún tratamiento en ningún centro de reciclaje, apuntado de manera directa a los vertederos generando así un importante volumen de contaminación.

La opción que se brinda para corregir y atender este gran problema, es muy sencillo, pues se propone producir biocombustible cuyo funcionamiento es similar al del combustible cotidiano, a base del procesamiento de los desechos plásticos para convertirlos en biocombustible.

En otras palabras, todos los desechos plásticos son basura que ahora con este proyecto se tiene la capacidad de convertirlos en biocombustible. Siendo una gran oportunidad y que además para efectos de esta investigación se cumple con la premisa o hipótesis, de si sería viable y factible.

Bibliografía

1. Gendbien, A. L., Blackmore, K., Godley, A., Lewin, K., Whiting, K., & Davis, R. (July 2003). Refuse Derived Fuel, Current Practice and Perspectives. Final Report, Report No.:CO 5087-4 Contract No. 12429, WRc; IFEU; ECOTEC.
2. Cerutti, A. A. (2001). La Refinación del Petróleo. Argentina: Instituto Argentino del Petróleo y del Gas.
3. SINGH, B., SHARMA, N. Mechanistic implications of plastic degradation. *Polym Degrad Stabil* 93 (2008) 561–584.
4. PLASTIC EUROPE (ASSOCIATION OF PLASTIC MANUFACTURERS). *Plastics – The Facts 2010*. An analysis of European plastic production, demand and recovery for 2009. Publicado en 2010.
5. CONDE, M.P. Presente y futuro de la industria del plástico en México. Pemex Petroquímica. [En línea] <<http://www.ptq.pemex.com/productosyservicios/eventosdescargas/Documents/Fo%20PEMEX%20Petroqu%C3%ADmica/2012/03%20Mercado%20pl%C3%A1sticos%202012.pdf>> [Consulta: 25 de Mayo de 2013].
6. Situación del Mercado. Chileplast. [En línea] <http://www.chileplast.cl/site/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=71> [Consulta: 25 de Mayo de 2013]
7. ASIPLA. *Plastiguía 2007 – 2008*. [En línea] <http://www.asipla.cl/plastiguia/fr_estadistica.html> [Consulta: 1 de Febrero de 2012]
8. AL-SALEM, S.M., LETTIERI, P., BAEYENS, J. The valorization of plastic solid waste (PSW) by primary to quaternary routes: From re-use to energy and chemicals. *Prog Energ Combust* 36 (2010) 103–129
9. AL-SALEM, S.M., LETTIERI, P., BAEYENS, J. Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. *Waste Manage* 29 (2009) 2625–2643.

10. BASFAR, A.A., IDRIS ALI, K.M. Natural weathering test for films of various formulations of low density polyethylene (LDPE) and linear low density polyethylene (LLDPE). *Polym Degrad Stabil* 91 (2006) 437–443.
11. PANDA, A.K., SINGH, R.K., MISHRA, D.K., Thermolysis of waste plastics to liquid fuel. A suitable method for plastic waste management and manufacture of value added products – A world perspective. *Renew Sust Energ Rev* 14 (2010) 233–248.
12. SCOTT, G. Green polymers. *Polym Degrad Stabil* 68 (2000) 1–7.
13. SCHEIRS, J., KAMINSKY, W. *Feedstock Recycling and Pyrolysis of Waste Plastics: Converting Waste Plastics into Diesel and Other Fuels*. Londres, John Wiley & Sons, 2006. 816p.71
14. YAMAMOTO, T., et al. Gasification and smelting system using oxygen blowing for municipal waste. *ISIJ International* 40 (2000) 260–265.
15. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, GOBIERNO DE CHILE. Reporte Asociado a la Generación de Residuos Sólidos en Chile. 2009. [en línea] <<http://152.74.152.95/ocde/esp/stsw5-esp.asp>> [Consulta: 5 diciembre 2011].
16. [COMISIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE. Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos. 2005. [en línea] <http://www.sinia.cl/1292/articles-26270_pol_rsd> [Consulta: 12 diciembre 2011]
17. MURATA, K., SATO, K., SAKATA, Y. Effect of pressure in thermal degradation of polyethylene. *J Anal Appl Pyrol* 71 (2004) 569–589.
18. FARAVELLI, T., et al. Thermal degradation of polystyrene. *J Anal Appl Pyrol* 60 (2001) 103–121.
19. WALLIS, M., BHATIA, S. Thermal degradation of high density polyethylene in a reactive extruder. *Polym Degrad Stabil* 92 (2007) 1721-1729.
20. MASTRAL, F.J., et al. Pyrolysis of high-density polyethylene in a fluidised bed reactor. Influence of the temperature and residence time. *J Anal Appl Pyrol* 63 (2002) 1–15.

21. GARFORTH, A., et al. Production of hydrocarbons by catalytic degradation of high density polyethylene in a laboratory fluidised bed reactor. *Appl Catal A-Gen* 169 (1998) 331–342.
22. SING, B., SHARMA, N. Mechanistic implications of plastic degradation. *Polym Degrad Stabil* 93 (2008) 561–584.
23. MURATA, K., et al. Basic study on a continuous flow reactor for thermal degradation of polymers. *J Anal Appl Pyrolysis* 65 (2002) 71-90.
24. ARANDES, J.M., et al. Thermal recycling of polystyrene and polystyrene-butadiene dissolved in a light cycle oil. *J Anal Appl Pyrolysis* 70 (2003) 747-760.
25. RODRÍGUEZ-VÁZQUEZ, M., et al. Degradation and stabilization of poly(ethylene-stat-vinyl acetate): 1 – Spectroscopic and rheological examination of thermal and thermo-oxidative degradation mechanisms. *Polym Degrad Stabil* 91 (2006) 154-164.
26. MASTRAL, J., BERRUECO, C., CEAMANOS, J. Pyrolysis of high-density polyethylene in free-fall reactors in series. *Energ Fuel* 20 (2006) 1365-1371.
27. AGUADO, J., et al. Influence of the operating variables on the catalytic conversion of a polyolefin mixture over HMCM-41 and nanosized HZSM-5. *Ind Eng Chem Res* 40 (2001) 5696-5704.
28. ZUEV, V., BERTINI, F., AUDISIO, G. Investigation on the thermal degradation of acrylic polymers with fluorinated side-chains. *Polym Degrad Stabil* 91 (2006) 512-516.
29. ACHILIAS, D., et al. Chemical recycling of plastic wastes made from polyethylene (LDPE and HDPE) and polypropylene (PP). *J Hazard Mater* 149 (2007) 536-542.
30. DEMIRBAS, A. Pyrolysis of municipal plastic wastes for recovery of gasoline-range hydrocarbons. *J Anal Appl Pyrol* 72 (2004) 97-102.
31. KAMINSKY, W., PREDEL, M., SADIKI, A. Feedstock recycling of polymers by pyrolysis in a fluidised bed. *Polym Degrad Stabil* 8 (2004) 1045-1050.
32. DONAJ, P.J. et al. Pyrolysis of polyolefins for increasing de yield of monomers' recovery. *Waste Manage* 32 (2012) 840-846.

33. MANOS, G., GARFORTH, A., DWYER, J. Catalytic degradation of high-density polyethylene on an ultrastable-Y zeolite. Nature of initial polymer reactions, pattern of formation of gas and liquid products, and temperature effects. *Ind Eng Chem Res* 39 (2000) 1203-1208.
34. KIM, S.S., KIM, S. Pyrolysis characteristics of polystyrene and polypropylene in a stirred batch reactor. *Chem Eng J* 98 (2004) 53-60.
35. SETH, D., SARKAR, A. Thermal pyrolysis of polypropylene: effect of reflux-condenser on the molecular weight distribution of products. *Chem Eng Sci* 59 (2004) 2433-2445.
36. SERRANO, D.P., et al. Performance of a continuous screw kiln reactor for the thermal and catalytic conversion of polyethylene-lubricating oil base mixtures. *Appl Catal B-Environ* 44 (2003) 95-105.
37. PARK, D.W., et al. Catalytic degradation of polyethylene over solid acid catalysts. *Polym Degrad Stabil* 65 (1999) 193-198.
38. LEE, S.Y. Catalytic degradation of polystyrene over natural clinoptilolite zeolite. *Polym Degrad Stabil* 74 (2001) 297-305.
39. LEE, S.Y., et al. Catalytic conversion of low-density polyethylene using a continuous screw kiln reactor. *Catal Today* 75 (2002) 257-262.
40. PARK, J.J., et al. Characteristics of LDPE pyrolysis. *Korean J Chem Eng* 19 (2002) 658-662.
41. HWANG, E.Y., et al. Catalytic degradation of polypropylene I. Screening of catalysts. *Korean J Chem Eng* 15 (1998) 434-438.
42. HWANG, E.Y., et al. Performance of acid treated natural zeolites in catalytic degradation of polypropylene. *J Anal Appl Pyrol* 62 (2002) 351-364.
43. BAGRI, R., WILLIAMS, P.T. Fluidised-bed catalytic pyrolysis of polystyrene. *J I Energy* 75 (2002) 117-123.
44. KIM, J.R., YOON, J.H., PARK, D.W. Catalytic recycling of the mixture of polypropylene and polystyrene. *Polym Degrad Stabil* 76 (2002) 61-67.

45. McCAFFREY W.C., KAMAL, M.R., COOPER, D.G. Thermolysis of polyethylene. *Polym Degrad Stabil* 47 (1995) 133–139.
46. AGUADO, J. et al. Catalytic conversion of polyolefins into fuels over Zeolite beta. *Polym Degrad Stabil* 69 (2000) 11–16.
47. SEO, Y.H., LEE, K.H., SHIN, D.H. Investigation of catalytic degradation of high-density polyethylene by hydrocarbon group type analysis. *J Anal Appl Pyrol* 70 (2003) 383–398.
48. Erossa Martín, V. E., 2004. *Proyectos de inversión en ingeniería*. México: Limusa.
49. Rodríguez, M. H., 2000. *Introducción a la contabilidad financiera*. Séptima edición ed. México: Pearson.