



Universidad Autónoma de Yucatán

Facultad de Ingeniería Química

**Propuesta de modelo de Negocio basado en un
proceso de revalorización del aceite lubricante
usado de origen automotriz**

TRABAJO TERMINAL

Presentado por:

ALVARO GARCIA MORENO

En opción al grado de:

**Maestro en Ingeniería de Operaciones
Estratégicas**

Director:

JESSICA ALEJANDRA CANTO MALDONADO

Mérida, Yucatán, México, Septiembre 2019

FORMATO A1. CARTA DE DIRECTOR.

Mérida, Yuc. a 16 de diciembre de 2019.

Dr. Julio Sacramento Rivero

Jefe de la Unidad de Posgrado e Investigación

Facultad de Ingeniería Química.

Presente.

Por este medio informo a Ud. que el Trabajo Terminal denominado “Propuesta de modelo de Negocio basado en un proceso de revalorización del aceite lubricante usado de origen automotriz” elaborado por el C. Álvaro García Moreno para obtener el grado de Maestro en Ingeniería de Operaciones Estratégicas, ha sido realizado bajo mi asesoría y dirección, y considero que cumple con las características propias de un trabajo de titulación. Sin otro particular, quedo a su disposición para cualquier aclaración adicional.

Atentamente

JESSICA ALEJANDRA CANTO MALDONADO

FORMATO B1. CARTA DE PROFESOR TITULAR.

Mérida, Yuc. a 16 de diciembre de 2019.

IQI. Roger Agustín Bargas Interián

Secretario Administrativo

Facultad de Ingeniería Química.

Presente.

Por este medio informo a Ud. que el Trabajo Terminal denominado “Propuesta de modelo de Negocio basado en un proceso de revalorización del aceite lubricante usado de origen automotriz” elaborado por el C. Álvaro García Moreno para obtener el grado de Maestro en Ingeniería de Operaciones Estratégicas, ha sido revisado y corregido, por lo que considero que cumple con los requisitos necesarios para ser presentado en examen de grado, autorizando su encuadernación.

Sin otro particular, quedo a su disposición para cualquier aclaración adicional.

Atentamente

JESSICA ALEJANDRA CANTO MALDONADO

FORMATO C1. SOLICITUD DE EXAMEN DE GRADO.

Mérida, Yuc. a 16 de diciembre de 2019.

M. en C. María Dalmira Rodríguez Martín

Director de la Facultad de Ingeniería Química.

Presente.

Por este medio le solicito me sea concedido presentar Examen en opción al grado de Maestro en Ingeniería de Operaciones Estratégicas, habiendo entregado para tal efecto la documentación correspondiente en la Secretaría Administrativa, de acuerdo con el artículo 54 del Reglamento de Inscripciones y Exámenes de la UADY y del Manual de Procedimientos de Titulación de esta Facultad.

Atentamente

ALVARO GARCIA MORENO

FORMATO D1. CARTA DE AUTORIZACIÓN.

CARTA DE AUTORIZACIÓN

El presente trabajo denominado “PROPUESTA DE MODELO DE NEGOCIO BASADO EN UN PROCESO DE REVALORIZACIÓN DEL ACEITE LUBRICANTE USADO DE ORIGEN AUTOMOTRIZ” elaborado por el C. ALVARO GARCIA MORENO, ha sido autorizado para ser presentado en Examen en opción al Grado de MAESTRO EN INGENIERÍA DE OPERACIONES ESTRATÉGICAS.

LOS REVISORES

RENE LOPEZ FLORES

DIANA CABAÑAS VARGAS

MARÍANA MARTÍN LÓPEZ

EL DIRECTOR

EL AUTOR

JESSIC A. CANTO MALDONADO

ALVARO GARCIA MORENO

FORMATO E1. PÁGINA DE ADVERTENCIA.

Aunque un trabajo hubiere servido para el Examen de Grado y hubiere sido aprobado por el Sínodo, sólo su autor es responsable de las doctrinas en él emitidas

Artículo 90 del Reglamento Interior de la
Facultad de Ingeniería Química de la
Universidad Autónoma de Yucatán

Índice

| | |
|--|----|
| Resumen | 5 |
| Abstract | 6 |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 7 |
| 1.1 Antecedentes | 9 |
| CAPÍTULO II. ESTADO DEL ARTE | 12 |
| 2.1 Marco conceptual..... | 12 |
| 2.1.1 Residuos Peligrosos | 12 |
| 2.1.2 Gestión de residuos | 13 |
| 2.1.3 Análisis de decisión multicriterio..... | 16 |
| 2.1. 4 Modelo de Negocio | 17 |
| 2.2 Marco contextual..... | 20 |
| CAPÍTULO III. OBJETIVOS | 24 |
| 3.1 Justificación con planteamiento del problema | 24 |
| 3.2 Objetivo general | 25 |
| 3.2.1 Objetivos específicos | 25 |
| CAPÍTULO IV. MATERIALES Y MÉTODOS | 26 |
| 4.1 Tipo de investigación según diferentes criterios. | 26 |
| 4.2 Enfoque cuanti-cuali (o mixto)..... | 26 |
| 4.3 Diseño..... | 26 |
| 4.4 Unidad de análisis o sujeto de estudio, población y muestra..... | 26 |
| 4.5 El diagrama de flujo con la metodología general del trabajo. | 26 |
| 4.6 Metodología | 28 |
| 4.6.1 Etapa 1: Estudio de información..... | 28 |
| 4.6.2 Etapa 2: Definir un proceso de revalorización del aceite lubricante usado. | 28 |
| 4.6.3 Etapa 3: Utilización del modelo con datos históricos. | 28 |
| 4.6.4 Etapa 4: Determinación de los elementos para el diseño del modelo de negocio mediante la técnica CANVAS | 29 |
| 4.6.5 Etapa 5: Realizar la propuesta del modelo de negocio para la revalorización del aceite lubricante usado..... | 29 |
| CAPÍTULO V. RESULTADOS | 30 |
| Módulos del modelo de negocio CANVAS..... | 43 |
| CAPÍTULO VI. DISCUSIONES | 54 |
| CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES | 58 |
| Referencias..... | 59 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1: Metodología | 27 |
| Figura 2 Proceso de revalorización por solvente..... | 32 |
| Figura 3 Proceso de revalorización acido arcilla | 32 |
| Figura 4 Comparación de criterios de proceso de revalorización por solvente y acido arcilla..... | 34 |
| Figura 5 Pesos porcentuales de criterios de revalorización | 34 |
| Figura 6 Matriz para aplicar método TOPSIS..... | 34 |
| Figura 7 Formato de Manifiesto de residuos peligrosos | 36 |
| Figura 8 Formato de bitácora de residuos peligrosos..... | 37 |
| Figura 9 Grafica de observaciones individuales años 2017 y 2018 mediante programa MINITAB..... | 39 |
| Figura 10 Objeto serie de tiempo Aceite usado año 2017 y 2018 con software R.40 | |
| Figura 11 Modelo Holt-Winter para serie del tiempo aceite usado año 2017 y 2018 con software R..... | 40 |
| Figura 12 Predicción 12 meses año 2019 generación de aceite usado modelo Holt- Winters software R..... | 41 |
| Figura 13 Grafica de observaciones individuales años 2017, 2018 y 2019 mediante programa MINITAB..... | 43 |
| Figura 14 Modelo de Negocio revalorización de aceite lubricante usado | 54 |

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Composición química de diferentes muestras de aceite lubricante usado. Fuente: Fong-Silva, Quiñonez-Bolaños, & Tejada-Tovar, 2017 | 30 |
| Tabla 2 Comparación de Aceite Lubricante Usado vs Aceite Nuevo | 31 |
| Tabla 3 Características de aceites revalorizados | 33 |
| Tabla 4 Generación de aceite usado año 2017 | 37 |
| Tabla 5 Generación de aceite usado año 2018 | 38 |
| Tabla 6 Proyección Mensual de aceite usado año 2019 software R | 41 |

RESUMEN

La eco-eficiencia es un concepto bien definido y confiable para guiar al sector corporativo hacia una conducta más ecológica. Sin embargo, los indicadores ambientales aún no se han incorporado en la toma de decisiones empresariales. Una opinión sobre esto, se debe al menos a dos grandes deficiencias de los enfoques existentes. Primero, hasta el día de hoy la eco-eficiencia corporativa se expresa principalmente como una relación que es difícil de interpretar por gerentes no capacitados en materia ambiental. En segundo lugar como la eco-eficiencia representa una medida compuesta económica-ambiental, las razones detrás de los cambios en la eco-eficiencia con el tiempo no son evidentes para los tomadores de decisiones corporativas. En esta investigación, proponemos un análisis de la eco-eficiencia corporativa mediante un modelo de negocio, basado en la noción de costos de oportunidad al aprovechar el aceite lubricante usado para su revalorización. Argumentando que tal enfoque brinda una serie de ventajas, desarrollando una propuesta de modelo de negocio basado en un proceso de revalorización de aceite lubricante usado. Con base al análisis TOPSIS, de nueve criterios establecidos de la composición química de aceite lubricante usado, se obtiene una puntuación de 0.6741 para el proceso de revalorización por solvente y 0.3258 para el proceso ácido arcilla, mediante este análisis, con las características del aceite lubricante revalorizado se obtiene que la mejor opción es el proceso de extracción por solvente. Mediante la selección del método se realiza la técnica CANVAS donde se obtuvo la propuesta lienzo de modelo de negocio, para la revalorización de aceite lubricante usado. El cual desde un macro análisis proyecta un escenario favorable para su implementación.

Palabras Clave: *Aceite lubricante usado, modelo de negocio, revalorización, TOPSIS, costo de oportunidad*

ABSTRACT

The eco-efficiency as a well defined and reliable concept to guide the corporate sector towards greener behavior. However, environmental indicators have not yet been incorporated into business decision making. An opinion on this is due to at least two major shortcomings of existing approaches. First, nowadays corporate eco-efficiency is expressed primarily as a relationship that is difficult to interpret by managers not trained in environmental matters. Secondly, as eco-efficiency represents a compound economic-environmental measure, the reasons behind changes in eco-efficiency over time are not apparent to corporate decision makers. In this investigation, we propose an analysis of corporate eco-efficiency through a business model, based on the notion of opportunity cost by taking advantage of the lubricating oil used for its revaluation. We argue that such an approach offers a number of advantages, developing a proposal for revaluation of waste oil and determining a business model. By means of the TOPSIS analysis, of nine established criteria of the chemical composition of the lubricating oil used, a score of 0.6741 is obtained for the solvent revaluation process and 0.3258 for the clay acid process, by means of this analysis, with the characteristics of the revalued waste oil you get the best option is the solvent extraction process. By selecting the method, the CANVAS technique is carried out where the proposed business model canvas was obtained, for the revaluation of waste oil. Which from a macro analysis projects a favorable scenario for its implementation.

Keywords: waste oil, *business model*, *revaluation*, *TOPSIS*, *opportunity cost*.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En México según lo establecido en el artículo cinco, fracción XXXII de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR), los residuos peligrosos (RP) son aquéllos que posean características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados (LGPGIR, 2018). En la LGPGIR se introdujo la distinción entre los micro (hasta 400 kg/año), pequeños (entre 400 kg y 10 t/año) y grandes generadores (10 t/año o más) de residuos peligrosos, aunque todos deberán cumplir con la obligación de manifestar la generación y dar un manejo apropiado a sus residuos peligrosos (LGPGIR, 2018).

En 2006 se realizó un estudio en el que se recabó información entre las empresas encargadas de la recolección y manejo de RP en México; sin embargo, sólo participaron 63 de ellas. En dicho estudio se reportó que en 2004 se recolectaron 5, 400,000 toneladas de residuos procedentes de 5,324 generadores; al estado de Yucatán le correspondieron 3,701 toneladas de 207 empresas generadoras de residuos peligrosos (Gutiérrez 2006), citado en (Cabañas-Vargas, y otros, 2010).

Al clasificar las fuentes potenciales de residuos peligrosos en el estado de Yucatán por tipo de actividad, los resultados mostraron que el grupo con mayor cantidad fue el automotriz, 1349 fuentes tanto para el estado completo como en particular para el municipio de Mérida. La abundancia del grupo automotriz se debe a la necesidad del transporte de la población para las diversas actividades de la comunidad; por lo tanto, se requieren sitios para la reparación y mantenimiento de vehículos (Cabañas-Vargas, y otros, 2010).

La investigación sobre las reservas probadas reales de combustibles fósiles muestra el hecho de que solo pueden explotarse en un período de tiempo limitado (Dudly, 2019). La conservación del petróleo ha sido declarada política nacional en varios países, en consecuencia, la gestión de estos recursos incluye la búsqueda de medios para recuperar los productos de petróleo usados, dirección a la que también se suscribe la recuperación de aceites de motor usados. La preocupación

respecto al procesamiento de aceites usados se conoce desde hace algún tiempo (desde principios de los años 30), pero se convirtió en una prioridad en el contexto de la creciente necesidad de proteger el medio ambiente (Udonne & Bakare, 2013).

Ver los sectores de la economía a través del lente de la literatura sobre modelos de negocios permite a los gerentes e investigadores interpretar y comprender el sistema de valores de cualquier industria (Baden-Fuller & Morgan, 2010). Aunque la literatura sobre modelos de negocios es un dominio diverso y controvertido (Markides, 2015), existe aceptación general de que un modelo de negocios es un sistema o secuencia de intercambios de producción y consumo que puede usarse como marco para rastrear y analizar el complejo sistema de valores de beneficios, costos, capacidades y relaciones que conforman una empresa (Demil & Lecocq, 2010).

Los marcos del modelo de negocios capturan las decisiones tomadas e identifican los recursos generados y organizado para respaldar este sistema de valores, lo que permite a los académicos y gerentes comprender cómo se crea el valor para los clientes y se captura para la empresa (Zott, Amit, & Massa, 2011).

En este trabajo se presenta, un modelo de negocio basado en un proceso revalorización de aceite lubricante usado, mediante la noción de costos de oportunidad. Dicho trabajo está organizado mediante la sección de antecedentes revisamos la generación de aceite lubricante usado, la contaminación que generan los residuos peligrosos así como las leyes mexicanas que regulan el correcto tratamiento de los mismos. En la parte del marco conceptual abordamos conceptos de residuos peligrosos, sistemas de gestión de residuos, análisis de decisión multicriterio, y modelo de negocio. Continuando con el marco contextual, los objetivos, materiales y métodos del trabajo. Posteriormente continúa con los resultados obtenidos, discusiones de los mismos, finalizando con la conclusión del trabajo.

1.1 Antecedentes

En el país se generan anualmente grandes volúmenes de aceites usados, provenientes del consumo de lubricantes por el sector automotor, de aceites de proceso y aceites de transformadores, entre otros.

Por desconocimiento de procedimientos técnicos para su adaptación, por ausencia de normatividad sobre su reutilización industrial, por la carencia de estándares de consumo en calderas, hornos y secadores y por el mercado negro existente con estos productos, se presume que los manejos dados a los aceites usados y en general a este tipo de energéticos alternativos, son inadecuados, no solo ambiental, sino técnicamente (Ortiz-Medina, 2014). Estos procedimientos están generando la degradación del medio ambiente por la gran cantidad de contaminantes, particularmente aquellos asociados con contenidos de metales como arsénico, cadmio, cromo, plomo y antimonio entre otros, que son emitidos a la atmósfera durante el proceso de combustión. Estos compuestos químicos producen un efecto directo sobre la salud humana y varios de ellos son cancerígenos.

La implementación de planes y programas tendientes a lograr un apropiado manejo, recolección, transporte y aprovechamiento de este residuo, se traducirá en grandes beneficios económicos, energéticos, ambientales y sociales, por la liberación de energéticos tradicionales que pueden ser exportados, por la opción de una nueva alternativa de disposición, por la remoción de contaminantes especialmente los metales pesados y por la generación de un mercado formal que elimine su carácter de residuo peligroso, fomentando así la participación de los diferentes actores para su recuperación, acopio y tratamiento.

La ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos vigente para nuestro período de estudio hace obligatoria la correcta disposición de los Residuos Peligrosos, sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos

residuos y llevar a cabo su remediación, para su cumplimiento se requiere erogar importantes cantidades de recursos.

La contaminación ambiental es el proceso por el cual se producen alteraciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas del aire, el agua y el suelo, por acción de procesos naturales o artificiales. El manejo inadecuado de los desechos industriales en el pasado está provocando cambios en los ecosistemas y en sus habitantes a nivel mundial, esto ha forzado a que gobiernos, universidades, centros de investigación y población en general busquen soluciones a este problema.

La contaminación de ecosistemas por lo general es consecuencia de la rápida expansión y muchas veces sin planificación previa de las áreas urbanas y del asentamiento de numerosas industrias, desde donde se vierten aguas residuales. En México no es una excepción a este hecho, habiéndose realizado numerosos trabajos relacionados con este tema. Los problemas de contaminación de aguas y suelos han llevado a los países de América Latina a encarar proyectos de evaluación y tratamientos de los recursos deteriorados y a desarrollar políticas para su recuperación. Ante esta problemática México ha iniciado una serie de cambios dentro de su legislación tendiente a abatir o en su caso prevenir o controlar la contaminación producida por la actividad industrial.

En el 2018 fue aprobada la nueva ley general para la gestión integral para los residuos peligrosos (LGPGIR, 2018), la cual los define como: aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como los envases, recipientes, embalajes o suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieren a otro sitio, de conformidad con lo que establece esta ley.

Los aceites lubricantes usados de motores de combustión interna son generados por quienes realizan sus cambio de aceite de manera personal y por quienes cobran por hacerlo (talleres mecánicos), muchos de estos son pequeños negocios en los que se generan cantidades menores a 400 kilogramos al año, los cuales se encuentran distribuidos en todo el territorio nacional, por lo que la autoridad federal

competente de regularlos, no cuenta con suficiente personal ni infraestructura para su regulación y vigilancia, pues también deben regular a las industrias y a los grandes generadores de residuos peligrosos.

Las obligaciones para los actores involucrados en la generación, manejo, transporte, tratamiento y disposición final están definidas por la ley; sin embargo, se observa falta de cumplimiento de la misma o el desconocimiento de ésta, de igual forma la falta de vigilancia por parte de las autoridades competentes; por lo que resulta obvio que persistan prácticas como son arrojar al drenaje los aceites lubricantes usados o utilizarlos como combustibles, con la subsecuente contaminación generada. Aunado a esto los aceites lubricantes usados tienen potencial de ser regenerados y de ser utilizados como combustibles o componentes de combustibles (Jurado-Hernández, 2010).

CAPÍTULO II. ESTADO DEL ARTE

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Residuos Peligrosos

Históricamente los seres humanos viven en armonía con su entorno natural. Sin embargo, la rápida tasa actual de industrialización y urbanización y actividades económicas como la minería, la agricultura, las industrias y el transporte, llevan a la contaminación de los recursos ambientales debido a la gran cantidad de desechos que generan (Getachew, 2015).

Por ejemplo; la gasolina, la fabricación de baterías, el metalizado, la fundición, el refinado de petróleo, la fabricación de pinturas, los pesticidas, los cosméticos, la cerámica, la fabricación de pigmentos, las industrias de impresión y fotográfica, etc., son fuentes de metales pesados como el cadmio, el zinc, el cobre, níquel, plomo, mercurio, cobalto, manganeso y cromo (Kadirvelu, Thamaraisevi, & Namasivayama, 2001).

Además, los aceites usados para automóviles, la maquinaria desgastada, las baterías usadas, los productos químicos orgánicos e inorgánicos utilizados en el petróleo como aditivos también liberaron diferentes metales pesados y estos metales pesados ingresan al ser humano y al medio ambiente a través de biomagnificaciones en las cadenas alimentarias, ingestión, absorción por la piel, inhalación de metales pesados volátiles, lixiviación, escurrimiento, deposición de partículas atmosféricas, lodos de aguas residuales enriquecidos con metales (Bradl, 2005).

Una vez que ingresaron a la cadena alimentaria y al ecosistema, los metales pesados tienen la capacidad de plantear una amplia gama de problemas adversos para la salud y el medio ambiente (Tamene, 2018).

Por ejemplo, (Adela, Ambelu, & Tessema, 2012) confirmaron que los trabajadores de garajes y automóviles estaban en peligro de una toxicidad inminente del plomo y enfrentaban cólicos abdominales, estreñimiento, fatiga y disfunción del sistema nervioso central. El estudio de (Naser, Sultana, Mahmud, Gomes, & Noor, 2011) también confirmaron que las plantas y las hortalizas de hoja cultivadas con aguas

residuales y suelo contaminado pueden acumular metales pesados tóxicos por encima del límite máximo establecido por la FAO (1985) y la USEPA (www.EPA.gov), lo que causa un grave riesgo para los humanos y su salud cuando se consume (Akinola, Njoku, & Ekeifo, 2008).

En general, los metales tóxicos causan inactivación de la enzima, lapso mental agudo (plomo), riñón, hígado, tracto gastrointestinal (cadmio) y daño al sistema nervioso central (arsénico) (Getachew, 2015).

La problemática de los residuos peligrosos se identifica en primer lugar con la contaminación del agua, el suelo y de la atmosfera. Teniendo atención por parte del sector gubernamental, puesto que los involucrados son sujetos de derecho a los cuales se busca regular su conducto en el manejo de residuos peligrosos (Jurado-Hernández, 2010).

2.1.2 Gestión de residuos

La gestión de residuos plantea grandes problemas para las sociedades modernas, como consecuencia del aumento de la cantidad de residuos generados (debido al crecimiento económico y al aumento de consumo de bienes), y en los tipos de residuos producidos (debido al incremento de la complejidad de los productos y la diversificación de los procesos de producción).

La optimización de la recolección y eliminación de residuos es un proceso importante de gestión de residuos, con altos costos y gran impacto económico y social. En el problema de la recolección de residuos, las organizaciones deben recuperar los desechos de los puntos de recolección y enviarlos a las instalaciones de tratamiento o eliminación.

El problema es más complejo cuando se trata de residuos peligrosos, que requieren una recolección y tratamiento especiales, y su manejo también se debe a la heterogeneidad de los residuos.

Un producto compuesto de más de un material generalmente deberá someterse a una separación de materiales antes del reciclaje. Muchos productos manufacturados entran en esta categoría. Por ejemplo, un teléfono móvil y un

tablero de televisión se pueden fabricar con una docena de materiales que van desde el plástico hasta los metales básicos y los metales preciosos (Hagelunken, 2006).

Estos productos son más complejos en comparación con las botellas de plástico para bebidas que normalmente se usan con 96% de plástico y 4% de papel o etiqueta de plástico. Cuanto mayor sea el número de tipos de materiales utilizados en un producto, más compleja será la separación de materiales (Dahmus & Gutowski, 2007).

Los productos con final de vida conservan un valor sustancial si no pueden incluirse en la producción de nuevos productos. Por lo tanto, el acto de separar el material es clave para el reciclaje. Un producto puede haber sido construido a partir de uno o varios componentes.

Un canal de productos tiene tipos similares de materiales distribuidos en diferentes partes o componentes. Productos construidos a partir de un solo tipo de material no requieren separación de materiales y proceda directamente al proceso de reciclaje si la tecnología existe. Dicho material es un fácil candidato para el reciclaje (Al-Amin, Lou, & Tarisai-Mativenga, 2017).

El objetivo principal de un plan de gestión de residuos peligrosos es garantizar la recolección, el transporte, el tratamiento y la eliminación de residuos de forma segura, eficiente y económica, al tiempo que garantiza que el sistema funcione de manera satisfactoria para el escenario actual y previsible. (Dotoli & Epicoco, 2017).

2.1.3 Eco-Eficiencia

De acuerdo al consejo mundial empresarial para el desarrollo sostenible, la eco-eficiencia se precisó, en 1991 como “la producción de productos y servicios a unos precios competitivos que satisfagan las necesidades humanas y proporcionen calidad de vida, a la vez que se reducen progresivamente las consecuencias ecológicas y la utilización de numerosos recursos durante el ciclo de vida, a un nivel equivalente, por lo menos, al de la capacidad estimada del planeta” (Tyl, 2011).

Este precepto, según (Fernández-Viñe, Gómez-Navarro, & Capuz-Rizo, 2009)

erigido en la década de los años 90 del siglo pasado, inserta la oportunidad de que se reduzca el impacto ambiental enteramente en el ciclo de vida del producto, desde la etapa de producción, “ofreciendo al mercado productos que contaminarán menos a lo largo de toda su vida útil y que representarán una menor carga para el planeta al ser desechados”, por ende, esto hará aumentar la competitividad de los procesos productivos de las empresas.

En 1998, (Castro, 1998) citaba que la eco-eficiencia tenía por excelencia atender tres aspectos relevantes que correspondían a:

- 1) La calidad total, que involucra la productividad y calidad en la empresa.
- 2) La preservación del medio ambiente que está relacionado con el desarrollo sustentable
- 3) La salud y seguridad ocupacional; esto es lo concerniente a higiene y seguridad en el trabajo.

(Cantú-Martínez, 2013), cita, pródigamente, que la eco-eficiencia busca: establecer una producción de productos manufacturados de alta durabilidad, aminorar la intensidad en la aplicación de energía para la producción de los bienes y servicios, maximizar el uso de las materias primas, manejar y disponer de los materiales y residuos peligrosos de manera eficiente y ambientalmente aceptable, contar con sistemas de gestión y calidad ambiental, así como de procedimientos en seguridad y salud ocupacional, entre otras disposiciones, que les reditúa beneficios financieros y competitividad.

En el marco de la eco-eficiencia, aplicado al aspecto empresarial con un enfoque eco-sistémico, se identifican tres vertientes a considerar, en las que se incide en el funcionamiento de empresas socialmente responsables: el plano de la ingeniería ambiental, la prevención de la contaminación y el eco-diseño de los productos.

En el rubro de ingeniería ambiental, atañe al conjunto de actividades realizadas con el fin de dar tratamiento a la contaminación emanada por los procesos productivos y que inciden en el agua, aire, suelo, así como la disposición adecuada de los residuos. Mientras que la prevención de la contaminación involucra acciones que optimicen el uso de las materias primas, reducir la generación de residuos; y contempla la reutilización y el reciclamiento como acciones relevantes.

Por último, el eco-diseño se relaciona estrechamente con el ciclo de vida de los productos, es decir, contempla acciones encaminadas a la delineación de productos más perdurables, con el propósito de minimizar su impacto al ambiente durante su vida útil, que comprende desde la extracción de materias primas, la producción, hasta el desecho de un producto de utilidad humana.

Por lo cual, hoy en día, además de los rubros antes mencionados, también es de primordial importancia que las empresas consideren acceder a las nuevas tecnologías que les permitan conseguir altos niveles de reducción en la utilización de recursos y modificar procesos de producción obsoletos; asimismo, que conlleven a la mejor eficiencia del funcionamiento, tanto de equipos como de instalaciones, que permitan abatir los efectos negativos en el ámbito social, económico y natural, y contribuyan así al desarrollo sustentable.

2.1.4 Análisis de decisión multicriterio

Cuando creamos varias opciones para tomar decisiones, se torna una situación compleja para el tomador de decisiones, que generalmente basa su evaluación en un solo criterio. Con frecuencia se tienen en cuenta muchos aspectos de las soluciones disponibles, tanto en términos de beneficios potenciales como de costos. Para apoyar a los tomadores de decisiones, se utiliza el análisis de decisión multicriterio para seleccionar la solución que es la mejor en varios aspectos. En los problemas de toma de decisiones con criterios múltiples, una solución que optimice todos los criterios generalmente no está disponible. En tales situaciones, se introduce el concepto llamado solución óptima de Pareto o una solución efectiva.

Una de las etapas más difíciles en la construcción del modelo de decisión es la selección de un conjunto apropiado de criterios, que tienen una influencia significativa en la calidad de una solución obtenida. Se pueden mencionar dos características más deseables de tales criterios. Por un lado deberían ser tan pocas variables como sea posible para que el proceso de toma de decisiones sea lo más fácil y corto posible, para permitir que el tomador de decisiones capte mentalmente y comprenda el impacto de todos los criterios para la implementación de la función

objetivo. Por otro lado debería haber suficientes variables para garantizar toda la información relevante sobre el problema (Latuszynska, 2013).

La jerarquía analítica de proceso (AHP), es una estructurada técnica para manejar decisiones complejas combinando análisis cualitativos y cuantitativos. Por su simplicidad en concepto y conveniencia en los cálculos matemáticos, AHP se ha utilizado ampliamente en la toma de decisiones complejas. Sin embargo, hay todavía algunas deficiencias y limitaciones al aplicar esta metodología. (Wang, Liu, Zhang, Zou, & Cheng, 2014).

El método TOPSIS se basa en el concepto de que la alternativa seleccionada debe tener la distancia geométrica más pequeña desde la solución ideal positiva y la anti-ideal. La principal ventaja del método es que limita la subjetividad introducida por los responsables de la formulación de políticas y lo reduce principalmente a la etapa de determinar los pesos de los criterios en la jerarquía analítica de procesos (AHP) (Olson, 2004).

(Shih, Shyur, & Lee, 2007) Mencionan otros beneficios del método:

- La lógica que representa la elección humana racional
- Un procedimiento de cálculo simple que es fácil de programar
- Los resultados obtenidos para todas las soluciones se pueden visualizar con el uso de un poliedro, al menos para cualquiera de las dos dimensiones.

Las ventajas anteriores hacen de TOPSIS el método líder de análisis de decisiones multicriterios. Sin embargo, el método tiene sus puntos débiles, siendo el principal la metodología para derivar las ponderaciones y verificación de la consistencia de los tomadores de decisiones

2.1.5 Modelo de Negocio

La presión para que las empresas respondan a las preocupaciones de sostenibilidad está aumentando. Se espera que las organizaciones participen más activamente para abordar cuestiones como las crisis financieras, las desigualdades económicas y sociales, los eventos ambientales, la escasez de recursos materiales, la demanda de energía y desarrollo tecnológico como parte de su enfoque. Por un lado, esos desafíos pueden verse como un aumento en el riesgo (Tennberg, 1995).

Por otro lado, esos mismos desafíos pueden verse como oportunidades para que las organizaciones participen en innovación orientada a la sostenibilidad (Adams, Jeanrenaud, Bessant, Denyer, & Overy, 2015).

Para que las organizaciones tengan éxito, deben responder a tales desafíos integrando creativamente innovaciones eco-eficientes, eco-eficaces que ayuden a conservar, mejorar los recursos naturales, sociales y financieros en su núcleo de negocios (Castello & Lozano, 2011).

Durante los últimos 25 años, las empresas han estado analizando problemas de sustentabilidad (Dyllick & Hockerts, 2002), sin reducir significativamente la generación de residuos y el uso de energía. La mayoría de los enfoques organizacionales no han logrado crear reducciones en el impacto, en parte, porque el pensamiento empresarial, no logró integrar una conciencia basada en las ciencias naturales de sostenibilidad y los límites ecológicos (Pain, 2014).

Mientras que el concepto de modelo de negocio como “teoría de un negocio” no es nuevo (Drucker, 1995), la investigación del modelo de negocio recientemente ha llamado la atención de muchos estudios. Sin embargo, para esta investigación un modelo de negocio se define como “la razón de cómo una organización crea, entrega y captura valor” (Osterwalder, Pigneur, Smith, Bernarda, & Papadakis, 2014). En particular es una conceptualización de una organización que incluye tres aspectos clave (Chesbrough, 2010).

- Como se integran los componentes y funciones clave o partes que entregan valor al cliente.
- Cómo esas partes están interconectadas dentro de la organización y en toda la cadena de suministro y redes de partes interesadas.
- Cómo la organización genera valor, o crea ganancias, a través de esas interconexiones.

Cuando se entiende claramente, el modelo de negocio de una organización puede proporcionar información sobre la alineación de estrategias de alto nivel y subyacentes acciones en una organización, que a su vez apoya las estrategias competitivas (Casadesus-Masanell & Ricart, 2010).

Dado que tales conexiones a menudo solo se entienden tácticamente dentro de las organizaciones los académicos y profesionales tienden cada vez más a recurrir en modelos de negocio como una forma de hacer estas conexiones más explícitas (Schaltegger, Ludeke-Freund, & Hansen, 2012).

Haciendo explícitas estas conexiones a través del modelo de negocio de una organización pueden también apoyar la innovación del modelo de negocio a través del descubrimiento de oportunidades nunca antes vistas para la creación de valor a través de la transformación de acciones e interconexiones existentes de nuevas formas (Johnson, Christensen, & Kagermann, 2008).

2.2 Marco contextual

La disminución de los recursos naturales, la contaminación del agua, el aire y el suelo son una preocupación creciente para la sociedad, gobiernos y líderes industriales. El ascenso de la población y la armonización de los niveles de vida son las principales razones para una huella global creciente. Aunado a esto, el consumo de bienes y servicios es creciente.

El transporte en los últimos años desafía al sector automotriz en satisfacer la demanda del cliente. Que puede reflejarse en el creciente número de ventas de vehículos en todo el mundo desde aproximadamente 39 millones de automóviles en 1999 a 71 millones en 2014 (Scotianbank, 2018).

La fracción del petróleo más importante es el aceite lubricante que se usa en casi todos los vehículos y máquinas. Los aceites lubricantes se usan para disminuir el roce entre las superficies en las partes móviles. Después de la oxidación la mayoría de las impurezas se generan en el aceite base, durante su aplicación en el motor de combustión interna. Esta contaminación contiene, compuestos insaturados, compuestos fenólicos, aldehídos, compuestos ácidos, aditivos, metales, barniz, gomas y otros compuestos asfálticos que se originan de la superposición de las superficies de los cojinetes y la degradación de los componentes del aceite base (Doaa-I, Sayed-K, & Afaf-R, 2018)

Ajustarse a los retos ambientales en un mercado competitivo, ha contribuido a que las empresas se fijen objetivos para reducir su impacto ambiental y en consecuencia el costo de producción.

Muchos estudios de todo el mundo discuten enfoques para medir y mejorar el desempeño ambiental de las empresas. Los límites del sistema varían de comparación en diferentes áreas de una misma empresa. Un ejemplo para una comparación mundial es el “Índice de Desempeño Ambiental” que clasifica a los países por su mejora en diferentes áreas considerando 20 indicadores (Hsu, y otros, 2014).

De acuerdo en el desempeño ambiental ISO 14001 en las empresas, se puede medir con una política donde se estructuren objetivos e indicadores ambientales. La ISO 14031 define un desempeño ambiental. La evaluación como proceso de

selección de indicadores y análisis de datos utilizando indicadores de desempeño ambiental. La norma ISO 14031 establece pautas para la selección de indicadores ambientales pero no define un conjunto obligatorio debido a las diferentes estructuras, tamaños y cartera de productos de las organizaciones (ISO, 2013).

Algunos autores abordan el tema del medio ambiente como definir y categorizar los indicadores de desempeño ambiental para diversos escenarios. Wagner describe los indicadores ambientales como medios cuantitativos y cualitativos para medir el desempeño ambiental de las empresas que por ejemplo utilizan papel para impresión y energía eléctrica, él considera 14 diferentes indicadores (Dehning, Lubinetzki, Thiede, & Herrmann, 2016).

La mayoría de los productos comerciales se fabrican con una gran cantidad de materiales de diferentes orígenes. La producción de bienes en una división global del trabajo es un problema de gestión altamente sofisticado. La gestión de las cadenas de materiales comprende los pasos de producción, consumo y eliminación, incluida la reutilización, el reciclaje y la recuperación, si es posible. Por lo tanto, la gestión de residuos es solo un subsistema en toda la gestión de cadenas de materiales (Friege, 2012).

Al igual que el aumento de nuevas industrias, aumenta el número de vehículos, mecanización de la agricultura y el volumen de aceite lubricante usado producido cada año es creciente. El aceite usado generado puede considerarse como una fuente de contaminación. Dicho aceite contiene agua, metales pesados, componentes aditivos descompuestos, barniz, goma y otros materiales (Durrani, Panhwar, & Kazi, 2011).

Además, debido a la oxidación o degradación térmica, se generan muchas impurezas en la lubricación con aceite, durante su aplicación en motores de combustión interna. Estas impurezas contienen aldehídos, fenoles, compuestos insaturados, alcoholes, compuestos ácidos, productos no estables de hidrocarburos. Además, el aceite usado absorbe óxidos de nitrógeno y los gases de escape de la combustión (Bridjanian & Sattarin, 2006).

Este aceite usado necesita un manejo adecuado para convertirlo en un producto valioso, reduciendo la carga ambiental de los aceites lubricantes usados. Por lo

tanto, la revalorización del aceite usado justifica el interés en la eliminación de la contaminación (Eman & Abeer, 2012).

El reciclaje del aceite usado tiene más de cuatro décadas de tradición. La idea de revalorizar el aceite usado fue presentada en el año 1930. Inicialmente, el aceite usado era quemado para producir energía y luego este aceite se volvió a mezclar al aceite de motor después del tratamiento. La revalorización del aceite usado se realiza por diferentes métodos (Gorman, 2005).

La tecnología que se utiliza en la revalorización del aceite usado es de suma importancia. Durante la revalorización las sustancias contaminantes son eliminadas con el siguiente proceso: destilación, clarificación ácida, tratamiento con arcilla, hidrogenación o alguna combinación de los mismos. Estos procesos tienen diferentes rendimientos, propiedades del producto y costos de operación (Kamal & Khan, 2009).

El aceite lubricante usado es catalogado como “F”, en la clasificación de residuos peligrosos de ciertas industrias o procesos de fabricación comunes (también llamados desechos de fuentes no específicas). Sin embargo, más de 35 millones de toneladas de aceite lubricante usado del sector industrial se han generado anualmente de manera global (Norrby, 2003).

En el debate sobre gestión y responsabilidad ambiental corporativa, eco-eficiencia es uno de los términos a los que se refieren con mayor frecuencia tanto investigadores como profesionales. Si bien la noción de eco-eficiencia se ha popularizado ampliamente por el consejo empresarial mundial de desarrollo sostenible a principios de la década de 1990 (Schmidheiny, 1992).

El sector corporativo en particular ha adoptado el término eco-eficiencia, ya que parece constituir un ajuste natural con la lucha por la eficiencia inherente a la toma de decisiones de gestión y estrategias. Al mismo tiempo, la eco-eficiencia juega un papel importante para medir y gestionar el desempeño ambiental de sistemas de producción (eco-eficiencia operativa) (Kleindorfer, Singhal, & Van-Wassenhove, 2005).

(Orsato, 2006). Identifica la eco-eficiencia como el principal enfoque estratégico para abordar los problemas de funcionamiento ambiental en los procesos.

De acuerdo con los resultados obtenidos, Costo efectividad en el manejo de los residuos peligrosos, podemos decir que la intensificación de la capacitación en el correcto manejo de los mismos resulto ser costo-efectiva. El hecho de no invertir a tiempo en este tipo de intervenciones, representa un costo de oportunidad que repercute en los presupuestos de otros programas preventivos. (Lladó-Verdejo & García-Rodríguez, 2014).

CAPÍTULO III. OBJETIVOS

3.1 Justificación con planteamiento del problema

La eco-eficiencia es un concepto bien definido y confiable para guiar al sector corporativo hacia una conducta más ecológica (Tobias, Frank, Andrea, & Ralf, 2010). Sin embargo, los indicadores ambientales aún no se han incorporado en la toma de decisiones empresariales.

Una opinión sobre esto, se debe al menos a dos grandes deficiencias de los enfoques existentes. Primero, hasta el día de hoy la eco-eficiencia corporativa se expresa principalmente como una relación que es difícil de interpretar por gerentes no capacitados en materia ambiental. En segundo lugar, como la eco-eficiencia representa una medida compuesta económica-ambiental, las razones detrás de los cambios en la eco-eficiencia con el tiempo no son evidentes para los tomadores de decisiones corporativas.

Existe un área de oportunidad en el manejo de residuos peligrosos de aceites usados de origen automotriz, sin embargo debido a la falta de conocimiento constituye un serio problema desde el punto de vista ecológico, higiénico, sanitario, político, social, económico; ya que el costo de la recolección, el transporte y eliminación es cada vez más costoso, en virtud de que se desaprovecha el potencial energético de este residuo.

Lo cierto es que sean países desarrollados o envía de desarrollo, la generación de este residuo peligroso mantiene una tendencia creciente y mientras los hábitos de consumo sigan alterándose los desechos irán en aumento. En ese sentido México no escapa de tan preocupante situación, al contrario se ha ido posicionando a nivel mundial como uno de los generadores potenciales de este residuo, incluso perfilándose ya a ocupar un lugar importante entre los país que más lo generan.

En esta investigación, se propone un análisis de la eco-eficiencia corporativa mediante un modelo de negocio, basado en la noción de costos de oportunidad al aprovechar el aceite lubricante usado para su revalorización. Argumentando que tal enfoque brinda una serie de ventajas. Como la noción de los costos de oportunidad están bien establecidos en la gestión general, esta analogía promete un mayor nivel

de aceptación entre los principales tomadores de decisiones empresariales más allá de los departamentos de gestión de medio ambiente.

3.2 Objetivo general

Desarrollar una propuesta de modelo de negocio basado en un proceso revalorización de aceite lubricante usado para reincorporarlo a la cadena de valor.

3.2.1 Objetivos específicos

Seleccionar el proceso de revalorización del aceite lubricante usado mediante el método TOPSIS analizando diferentes criterios del producto final.

Estimar la cantidad de aceite generado en el período 2017-2018 mediante los manifiestos y las bitácoras de generación de residuos de la unidad de estudio, para determinar la oferta estimada para su valorización en el modelo de negocio.

Determinar los elementos del modelo de negocio del proceso de revalorización seleccionado mediante el modelo CANVAS.

CAPÍTULO IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Tipo de investigación según diferentes criterios.

La investigación que se utilizó es de tipo exploratoria, basada en la literatura tomando como referencia estadística y análisis. Ya que es una forma directa de obtener información debido a ciertas personas que se especializan en áreas específicas. La fuente de la investigación será de tipo documental.

4.2 Enfoque cuanti-cuali (o mixto)

El enfoque de la investigación que se utilizó fue de tipo mixto, mediante la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos. Compuesta por los enfoques exploratorio-descriptivo; es decir no es concluyente, sino documental.

4.3 Diseño

El tipo de diseño de la investigación es no experimental

4.4 Unidad de análisis o sujeto de estudio, población y muestra

Los datos se obtuvieron de información histórica de la unidad de estudio. Integralmente se aplicará la técnica de observación directa en los lugares de generación.

4.5 El diagrama de flujo con la metodología general del trabajo.

Para definir el diagrama de la figura 1 se parte de un análisis mediante recopilación documental, revisión literaria de los residuos peligrosos, teniendo énfasis en el aceite lubricante usado de origen automotriz, para utilizar un método de revalorización con el propósito de generar un modelo de negocio, con base a la noción del costo de oportunidad para la gestión del mismo.

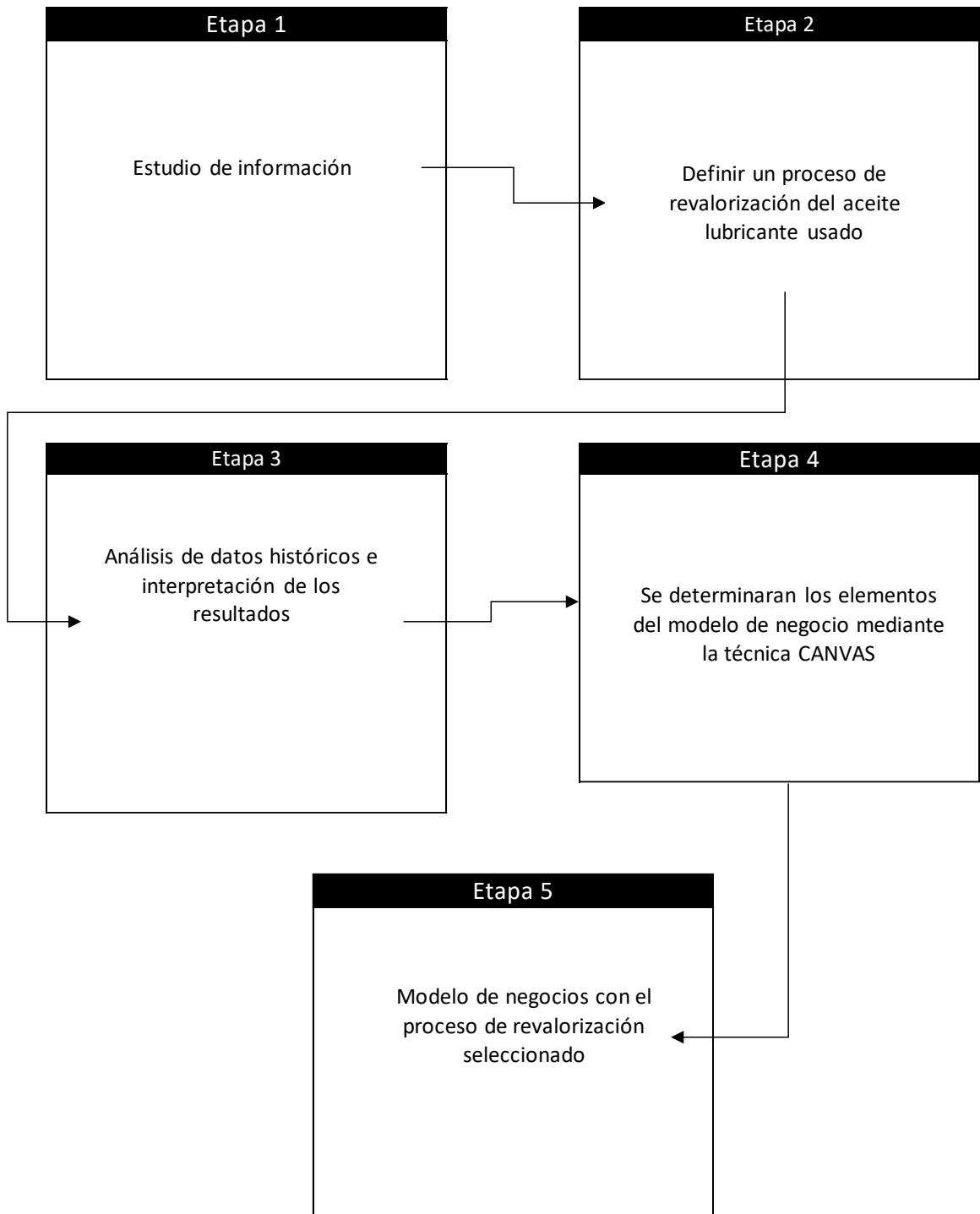


Figura 1: Metodología de investigación

4.6 Metodología

4.6.1 Etapa 1: Estudio de información.

En primera instancia el estudio será exploratorio, utilizando la técnica de recopilación documental, reuniendo información mediante revisión literaria de artículos científicos en la plataforma consorcio nacional de recursos de información científica y tecnológica del consejo nacional de ciencia y tecnología para determinar la composición química del aceite lubricante usado, que se utilizará en el desarrollo del trabajo.

4.6.2 Etapa 2: Definir un proceso de revalorización del aceite lubricante usado.

Con base al análisis de artículos científicos sobre el proceso de revalorización de aceite lubricante usado se realizara una comparación con los métodos más utilizados para dicho proceso realizando una matriz mediante el método AHP; jerarquía analítica de proceso, desarrollada por (Saaty, 1980), que es una estructurada técnica para manejar decisiones complejas combinando análisis cualitativos y cuantitativos mediante la cual se calcularan los pesos porcentuales de cada atributo finalizando con el método TOPSIS, el cual se basa en el concepto de que la alternativa seleccionada debe tener la distancia geométrica más pequeña desde la solución ideal positiva y las distancia más grande de la solución anti-ideal, para elegir la mejor opción.

4.6.3 Etapa 3: Análisis de datos históricos e interpretación de los resultados.

La información se obtendrán de datos históricos del periodo 2017 y 2018 de la unidad de estudio, estarán en un hoja de verificación, constituida por el nombre del residuo peligroso, cantidad generada en litros, características CRETIB, área de generación, fecha de ingreso al almacén temporal de residuos peligrosos, con los datos organizados se procederá a realizar un análisis estadístico de la generación del año 2017 y 2018 mediante el software MINITAB, con la finalidad de detectar tendencias, resolver problemas y descubrir información valiosa en los datos al ofrecer el mejor conjunto integral de herramientas de aprendizaje, análisis

estadístico y mejora de procesos. Los datos, posteriormente serán ingresados en el software R para realizar proyecciones del año 2019 en la generación de aceite lubricante usado, el cual es una serie de reglas que están diseñadas para realizar procesos en una computadora. R es un lenguaje de programación, el cual se utilizó junto al software Rstudio que integra una serie de herramientas gráficas y variabilidad de opciones a R. Dentro de lenguaje de programación se empleó el método Holt-Winters, así como la interpretación de los hallazgos para el estudio.

4.6.4 Etapa 4: Determinación de los elementos para el diseño del modelo de negocio mediante la técnica CANVAS

Se determinaran los elementos del modelo de negocios mediante el modelo CANVAS; el cual considera los siguientes elementos mínimos para el desarrollo del modelo de negocios: socios clave, estructura de costos, actividades clave, recursos clave, propuesta de valor, relaciones con clientes, canales de distribución, fuentes de ingresos, y segmento de clientes mediante las herramientas propuestas por Osterwalder y Pigneur, el cual muestra; el perfil del cliente donde se aclara la necesidad del mismo en cuanto al producto o servicio ofrecido y el mapa de valor donde se describe como crear valor para ese cliente.

4.6.5 Etapa 5: Realizar la propuesta del modelo de negocio con el proceso de revalorización seleccionado

Se realizará la propuesta del modelo de negocio para la revalorización del aceite usado como estrategia competitiva en costos de oportunidad por el manejo de residuos peligrosos.

CAPÍTULO V. RESULTADOS

Lo ideal, en cuanto a la revalorización de los aceites usados, consiste en mantener las propiedades lo más cercano posible a las del aceite lubricante nuevo. Las caracterizaciones fisicoquímicas de las muestras de aceites usados provenientes del sector industrial son susceptibles de reciclar. (Fong-Silva, Quiñonez-Bolaños, & Tejada-Tovar, 2017).

En la Tabla 1 se muestra la composición química de diferentes muestras de aceite lubricante usado de la cuales podemos obtener un promedio de la composición química del aceite lubricante usado que se muestra en la Tabla 2, donde se compara con la composición del aceite lubricante automotriz sin usar.

Tabla 1 Composición química de diferentes muestras de aceite lubricante usado.
Fuente: Fong-Silva, Quiñonez-Bolaños, & Tejada-Tovar, 2017

| Propiedad | Aceite Usado | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Viscosidad (CentiStokes) | 24.8 | 553 | 60 | 50.85 | 72.28 | 56.8 | 67.2 | 114.5 | 81.1 |
| Humedad (%) | 2.44 | 0.27 | 0.01 | 0.0094 | 0.447 | 1.48 | 1.08 | 0.05 | 0.46 |
| Azufre (ppm) | 0.85 | 1.14 | 0.16 | 0.12 | 0.65 | 1.21 | 1.12 | 0.47 | 1.29 |
| Aluminio (ppm) | 140.74 | 16.41 | 12.28 | 11.41 | 13.54 | 11.2 | 22.03 | 2.21 | 16.95 |
| Hierro (ppm) | 55.11 | 1521.42 | 3.03 | 4.89 | 227.86 | 148.8 | 110.37 | 2.44 | 121.19 |
| Sodio (ppm) | 22.31 | 145.85 | 15.52 | 13.48 | 492.07 | 410.07 | 303.87 | 140.67 | 216.81 |
| Zinc (ppm) | 937.28 | 104.32 | 7.04 | 6.37 | 17.93 | 901.51 | 1015.87 | 667.24 | 825.56 |
| Cobre (ppm) | 7.96 | 5.37 | 0.041 | 0.041 | 10.38 | 17.4 | 7.05 | 1.89 | 14.29 |
| Silicio (ppm) | 28.43 | 16.28 | 2.43 | 5.2 | 49.69 | 6.21 | 5.48 | 0.28 | 2.27 |
| Fosforo (ppm) | 10.58 | 24.89 | 5.46 | 4.97 | 24.17 | 19.79 | 1.82 | 1.06 | 18.37 |
| Cloro (ppm) | 24.43 | 224.11 | 18.95 | 15.8 | 709.45 | 635 | 469 | 210 | 330 |
| Calcio (ppm) | 251.33 | 1064 | 48.33 | 41.28 | 171.8 | 401.48 | 308.48 | 20.08 | 285.34 |
| Sedimentos (%) | 1.57 | 0.44 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 0.18 | 0.16 | 0.01 | 0.04 |
| Cenizas (%) | 0.98 | 0.22 | 0.008 | 0.007 | 0.186 | 0.932 | 0.916 | 0.216 | 0.709 |
| Densidad (kg/L) | 0.8994 | 0.8659 | 0.9004 | 0.901 | 0.8663 | 0.9978 | 0.9884 | 0.8976 | 0.885 |

Tabla 2 Comparación de Aceite Lubricante Usado vs Aceite Nuevo

| Propiedad | Aceite Usado | Aceite Nuevo |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|
| <i>Viscosidad (CentiStokes)</i> | 120.0588889 | 139.9 |
| <i>Humedad (%)</i> | 0.694044444 | - |
| <i>Azufre (ppm)</i> | 0.778888889 | - |
| <i>Aluminio (ppm)</i> | 27.41888889 | - |
| <i>Hierro (ppm)</i> | 243.9011111 | - |
| <i>Sodio (ppm)</i> | 195.6277778 | - |
| <i>Zinc (ppm)</i> | 498.1244444 | 0.135 |
| <i>Cobre (ppm)</i> | 7.158 | - |
| <i>Silicio (ppm)</i> | 12.91888889 | - |
| <i>Fosforo (ppm)</i> | 12.34555556 | 0.114 |
| <i>Cloro (ppm)</i> | 292.9711111 | - |
| <i>Calcio (ppm)</i> | 288.0133333 | 0.269 |
| <i>Sedimentos (%)</i> | 0.274444444 | 0.01 |
| <i>Cenizas (%)</i> | 0.463777778 | 0.9 |
| <i>Densidad (kg/L)</i> | 0.911311111 | 0.88 |

Hasta ahora, existen varios enfoques para la revalorización de aceite lubricante usado, por ejemplo; proceso ácido arcilla, extracción por solvente, destilación, filtración por arcilla, tratamiento químico y arcilla, tecnologías de membranas. Estos procesos se clasifican como las técnicas más importantes de revalorización del aceite lubricante usado.

La Figura 2 y 3 se muestran los principales pasos en el proceso de revalorización del aceite lubricante usado por ambos procesos.

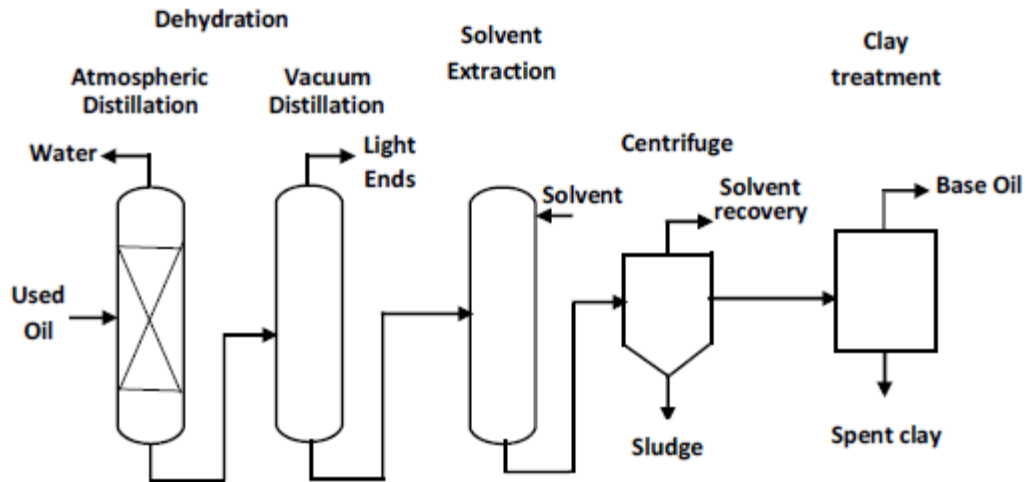


Figura 2 Proceso de revalorización por solvente

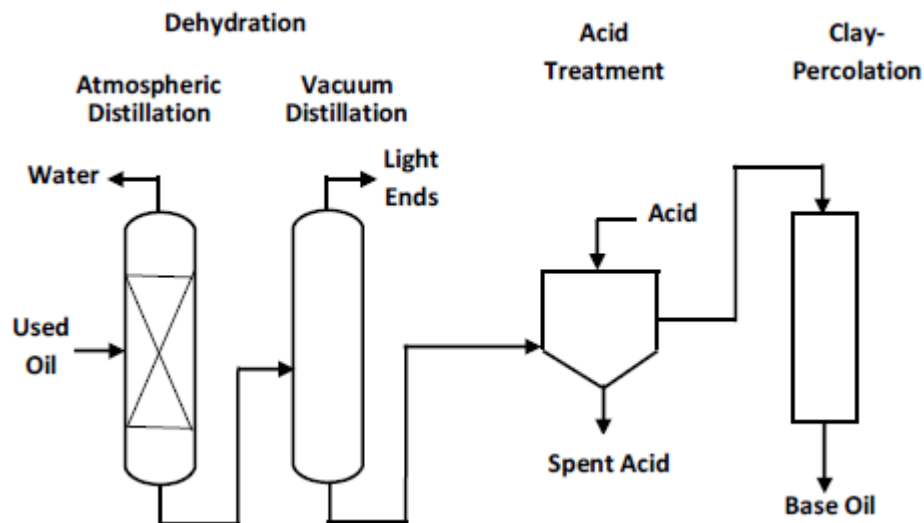


Figura 3 Proceso de revalorización ácido arcilla

El primer paso de la revalorización implica la eliminación de agua del aceite usado por destilación atmosférica. Por lo tanto, el aceite usado se destila hasta 200°C y se fracciona al vacío (5 mmHg) para eliminar los hidrocarburos ligeros. Se obtiene la fracción residual por encima de los 350°C. El aceite deshidratado (aceite de alimentación) se envía al siguiente paso para un tratamiento adicional. Los cuales pueden ser el tratamiento con arcilla del aceite alimentado en el proceso del solvente. Para el proceso de ácido arcilla el aceite de alimentación se trata con ácido sulfúrico con una concentración de 98%.

(Eman & Abeer, 2012) Utilizaron los dos procesos para estudiar la revalorización del aceite lubricante usado. En el aceite tratado se analizaron el contenido de azufre, de agua, gravedad específica, concentración en ppm de los siguientes metales; Hierro, cobre, Zinc, y el rendimiento del proceso. Estas características obtenidas de los dos procesos se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3 Características de aceites revalorizados

| Parameter | Solvent/Clay | Acid/Clay-percolation |
|--------------------------|---------------------|------------------------------|
| Sulfur wt. % | 0.81 | 0.42 |
| Water content, wt% | Nil | Nil |
| Specific gravity at 40°C | 0.6991 | 0.8202 |
| Metal content, ppm | | |
| Fe | Nil | Nil |
| Cu | Nil | 1.048 |
| Zn | 117.8 | 52 |
| Yield, wt% | 83.05 | 63.76 |

(Kanokkantapong, Kiatkittipong, Panyapinyopol, Wongsuchoto, & Pavasant, 2009) obtuvieron del software comercial disponible SimaPro (Versión 7.0), que la energía de sistemas convencionales suplementarios para el proceso de ácido arcilla es de 9,783 Kcal y el valor para el proceso de extracción por solvente es similar.

(Eman & Abeer, 2012) en su investigación después del proceso de revalorización, identificaron que los compuestos de saturación aumentaron a 76 % con el proceso de extracción por solvente y a 84 % en el proceso de ácido arcilla.

Con base a las características obtenidas de cada proceso de revalorización podemos obtener los datos de la figura 4.

| Proceso de Revalorización | Azufre % | Agua % | Gravedad específica a 40°C | ppm Fierro | ppm Cobre | ppm Zinc | Rendimiento % | Demanda de energía del proceso | Saturación de compuestos aromáticos % |
|---------------------------|----------|--------|----------------------------|------------|-----------|----------|---------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Extracción por solvente | 0.81 | 0 | 0.6991 | 0 | 0 | 117.8 | 83.05 | 9783 | 76 |
| Extracción ácido arcilla | 0.42 | 0 | 0.8202 | 0 | 1.048 | 52 | 63.76 | 9783 | 84 |

Figura 4 Comparación de criterios de proceso de revalorización por solvente y ácido arcilla

Mediante el método AHP de la figura 5, se obtuvieron los siguientes puntos porcentuales para cada criterio de ambos procesos de revalorización.

| Proceso de Revalorización | Azufre % | Agua % | Gravedad específica a 40°C | ppm Fierro | ppm Cobre | ppm Zinc | Rendimiento % | Demanda de energía del proceso | Saturación de compuestos aromáticos % |
|---------------------------|----------|--------|----------------------------|------------|-----------|----------|---------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Peso porcentual | 0.0134 | 0.0334 | 0.0389 | 0.043 | 0.0735 | 0.0784 | 0.1714 | 0.2029 | 0.3451 |

Figura 5 Pesos porcentuales de criterios de revalorización

Con los pesos porcentuales de la figura 6 se obtiene la siguiente matriz para aplicar el método TOPSIS.

| Proceso de Revalorización | Azufre % | Agua % | Gravedad específica a 40°C | ppm Fierro | ppm Cobre | ppm Zinc | Rendimiento % | Demanda de energía del proceso | Saturación de compuestos aromáticos % |
|---------------------------|----------|--------|----------------------------|------------|-----------|----------|---------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Peso porcentual | 0.0134 | 0.0334 | 0.0389 | 0.043 | 0.0735 | 0.0784 | 0.1714 | 0.2029 | 0.3451 |
| Extracción por solvente | 0.81 | 0 | 0.6991 | 0 | 0 | 117.8 | 83.05 | 9783 | 76 |
| Extracción ácido arcilla | 0.42 | 0 | 0.8202 | 0 | 1.048 | 52 | 63.76 | 9783 | 84 |

Figura 6 Matriz para aplicar método TOPSIS

Con base al análisis TOPSIS, de los nueve criterios establecidos en la tabla anterior se obtiene una puntuación de 0.6741 para el proceso de revalorización por solvente y 0.3258 para el proceso ácido arcilla, mediante este análisis, con las características del aceite lubricante revalorizado obtenido de (Kanokkantapong, Kiatkittipong, Panyapinyopol, Wongsuchoto, & Pavasant, 2009) y (Eman & Abeer, 2012) se concluye que la mejor opción para el proceso de revalorización de aceite lubricante usado es el proceso de extracción por solvente.

Mediante el análisis de la información suministrada, conformada por los manifiestos de residuos peligrosos en formatos que se muestran en la figura 7. El *manifiesto* es el documento en el cual se registran las actividades de manejo de residuos peligrosos que deben elaborar y conservar los generadores y, en su caso, los prestadores de servicios de manejo de dichos residuos. Conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos la responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera y que en el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos ante empresas autorizadas por la Secretaría de medio ambiente y recursos naturales y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. La responsabilidad del manejo de residuos peligrosos, por parte de las empresas autorizadas para la prestación de servicios de manejo, iniciará desde el momento en que le sean entregados los mismos por el generador, por lo cual deberá revisar que tales residuos se encuentren debidamente identificados, clasificados, etiquetados o marcados y envasados, así como que la responsabilidad terminará cuando entreguen los residuos peligrosos al destinatario de la siguiente etapa de manejo y éste suscriba el manifiesto de recepción correspondiente. La información que se contenga en el *manifiesto* se expresará bajo protesta de decir verdad por parte del generador y de los prestadores de servicios que intervengan en cada una de las etapas de manejo.

El formato de bitácoras de residuos peligrosos se muestra en la figura 8.

| | | | | | | |
|--|--|---------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------|-------|
| GENERADOR | 1.-NÚM. DE REGISTRO AMBIENTAL (o Núm. de Registro como Empresa Generadora) | | 2.-No. DE MANIFIESTO | 3.- PAGINA | | |
| | 4.- RAZON SOCIAL DE LA EMPRESA GENERADORA: _____ | | | | | |
| | DOMICILIO: _____ | | C.P. _____ | | | |
| | MUNICIPIO O DELEGACION: _____ | | EDO: _____ | | | |
| TEL. _____ | | | | | | |
| 5.- DESCRIPCION (Nombre del residuo y características CRETIB) | | CONTENEDOR | | CANTIDAD TOTAL DE RESIDUO | UNIDAD VOLUMEN/PESO | |
| | | CAPACIDAD | TIPO | | | |
| | | _____ | | _____ | _____ | _____ |
| | | _____ | | _____ | _____ | _____ |
| 6.- INSTRUCCIONES ESPECIALES E INFORMACION ADICIONAL PARA EL MANEJO SEGURO | | | | | | |
| 7.- CERTIFICACION DEL GENERADOR: | | | | | | |
| DECLARO QUE EL CONTENIDO DE ESTE LOTE ESTA TOTAL Y CORRECTAMENTE DESCRITO MEDIANTE EL NOMBRE DEL RESIDUO, CARACTERISTICAS CRETIB, BIEN EMPACADO, MARCADO Y ROTULADO, Y QUE SE HAN PREVISTO LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA SU TRANSPORTE POR VIA TERRESTRE DE ACUERDO A LA LEGISLACION NACIONAL VIGENTE. | | | | | | |
| NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE _____ | | | | | | |
| TRANSPORTE | 8.- NOMBRE DE LA EMPRESA TRANSPORTISTA: _____ | | | | | |
| | DOMICILIO: _____ | | TEL. _____ | | | |
| | AUTORIZACIÓN DE LA SEMARNAP: _____ | | NO. DE REGISTRO S.C.T. _____ | | | |
| | 9.- RECIBI LOS RESIDUOS DESCRITOS EN EL MANIFIESTO PARA SU TRANSPORTE. | | | | | |
| NOMBRE: _____ | | FIRMA _____ | | | | |
| CARGO: _____ | | FECHA DE EMBARQUE: _____ | | | | |
| | | DIA MES AÑO | | | | |
| 10.- RUTA DE LA EMPRESA GENERADORA HASTA SU ENTREGA | | | | | | |
| 11.- TIPO DE VEHICULO _____ | | No. DE PLACA: _____ | | | | |
| DESTINATARIO | 12.- NOMBRE DE LA EMPRESA DESTINATARIA: _____ | | | | | |
| | NÚMERO DE AUTORIZACIÓN DE LA SEMARNAP: _____ | | | | | |
| | DOMICILIO: _____ | | | | | |
| | 13.- RECIBI LOS RESIDUOS DESCRITOS EN EL MANIFIESTO. | | | | | |
| OBSERVACIONES: _____ | | | | | | |
| NOMBRE: _____ | | FIRMA: _____ | | | | |
| CARGO: _____ | | FECHA DE RECEPCIÓN: _____ | | | | |

Figura 7 Formato de Manifiesto de residuos peligrosos

| BITÁCORAS DE RESIDUOS PELIGROSOS Y SITIOS CONTAMINADOS. Modalidad A. Bitácora de grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos. SEMARNAT-07-027-A | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|---|---|---|--|----|--------|----|---|---|---|------------------|-----------------|---|--|------------------------|
| GENERACIÓN | | | | | ALMACENAMIENTO TEMPORAL Art. 71 fracción I inciso (d) | | MANEJO | | | | | | | | | |
| Nombre del residuo peligroso Art. 71 fracción I inciso (a) | Cantidad generada Ton. | Características de peligrosidad del residuo – Código de peligrosidad de los residuos (CPR) Art. 71 fracción I inciso (b) | | | | | | | | | | Fecha de ingreso | Fecha de salida | Fase de manejo siguiente a la salida del almacén Art. 71 fracción I inciso (e) | Prestador de servicio Art. 71 fracción I inciso (f) | |
| | | C | R | E | T | Te | Th | Tt | I | B | M | | | | Nombre, denominación o razón social | Número de autorización |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total | | Nombre del responsable técnico de la bitácora | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 8 Formato de bitácora de residuos peligrosos

Con en el análisis de los manifiestos de residuos peligrosos y bitácoras de generación del año 2017, se obtuvo la siguiente información de generación de aceite usado, Tabla 4.

Tabla 4 Generación de aceite usado año 2017

| Generación de aceite usado 2017 | |
|------------------------------------|--------------|
| Mes | Litros |
| Enero | 3950 |
| Febrero | 1700 |
| Marzo | 3350 |
| Abril | 2750 |
| Mayo | 4000 |
| Junio | 2650 |
| Julio | 3050 |
| Agosto | 3600 |
| Septiembre | 3150 |
| Octubre | 3200 |
| Noviembre | 3330 |
| Diciembre | 5500 |
| Total | 40230 |

Para el año 2018, se obtuvieron los siguientes resultados de generación de aceite usado, Tabla 5.

Tabla 5 Generación de aceite usado año 2018

| Generación de aceite usado 2018 | |
|--|---------------|
| Mes | Litros |
| Enero | 2885 |
| Febrero | 2940 |
| Marzo | 3140 |
| Abril | 2515 |
| Mayo | 3275 |
| Junio | 2705 |
| Julio | 3185 |
| Agosto | 3540 |
| Septiembre | 2900 |
| Octubre | 4165 |
| Noviembre | 4530 |
| Diciembre | 3290 |
| TOTAL | 39070 |

Mediante un análisis estadístico con el programa MINITAB, en la generación de aceite usado en el año 2017 y 2018 se encontró lo siguiente: el proceso es estable ya que no hay puntos fuera de control de la figura 9. Los límites de control identificados para la generación de aceite usado obtenidos son de 989 l como límite inferior y 5,619 l como límite superior, el análisis también arroja una media 3,304.2 con una desviación estándar a corto plazo de 771.6 y a largo plazo de 752.27

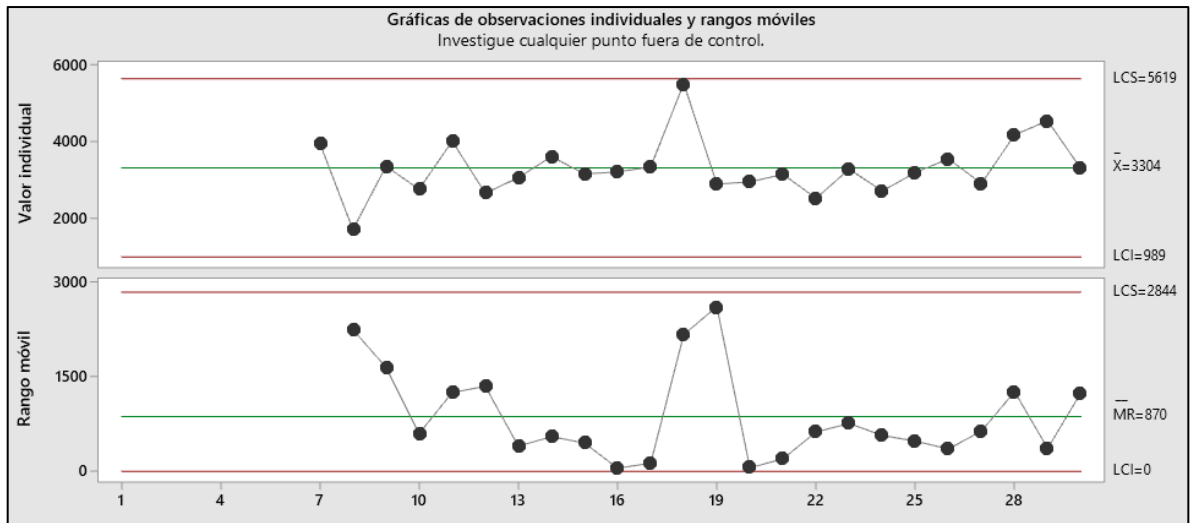


Figura 9 Grafica de observaciones individuales años 2017 y 2018 mediante programa MINITAB

Para realizar la proyección de la generación de aceite usado se utilizó el lenguaje de programación R, posterior el método Holt-winter para el año 2019 utilizando la tendencia y estacionalidad de la serie del tiempo en la generación de aceite usado en los años 2017 y 2018 figura 10. Ya que es un método de suavizamiento exponencial, y su modelo se ajusta fácilmente a información real.

Lenguaje de programación utilizado:

```
> ac <- read.csv(file = "C:/Users/Google Drive/ALVARO/MIOE/3 Semestre/SEMINA
RIO III/ausado.csv")
> aceiteusado <- ts(ac$LTS, frequency=12)
> plot(aceiteusado)
```

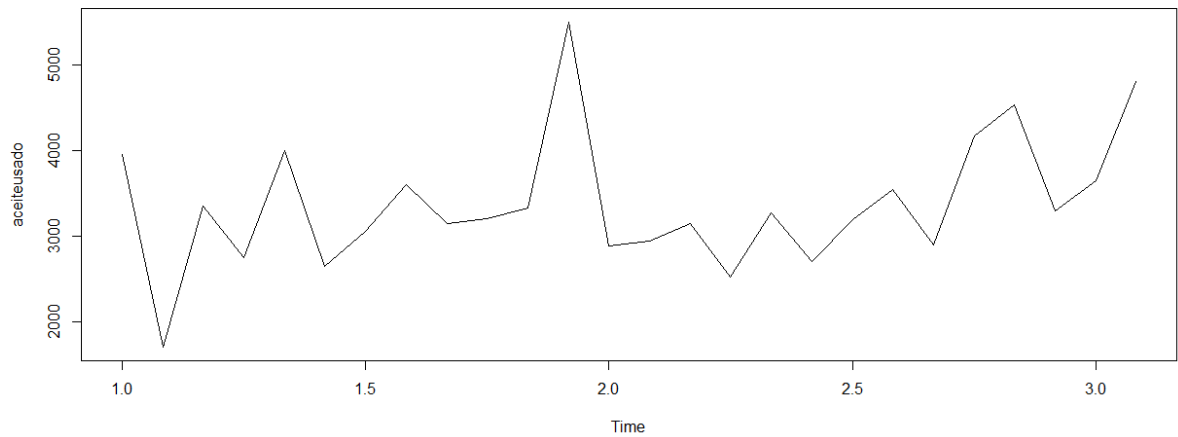


Figura 10 Objeto serie de tiempo Aceite usado año 2017 y 2018 con software R

Posterior a la creación de objeto de serie en el tiempo de la información de generación de aceite usado para los años 2017 y 2018, se crea el modelo Holt-Winter con los datos ya mencionados en la serie del tiempo obteniendo la siguiente gráfica, Figura 11.

Lenguaje de programación utilizado:

```
> hw <- HoltWinters(aceiteusado)
> plot(hw)
```

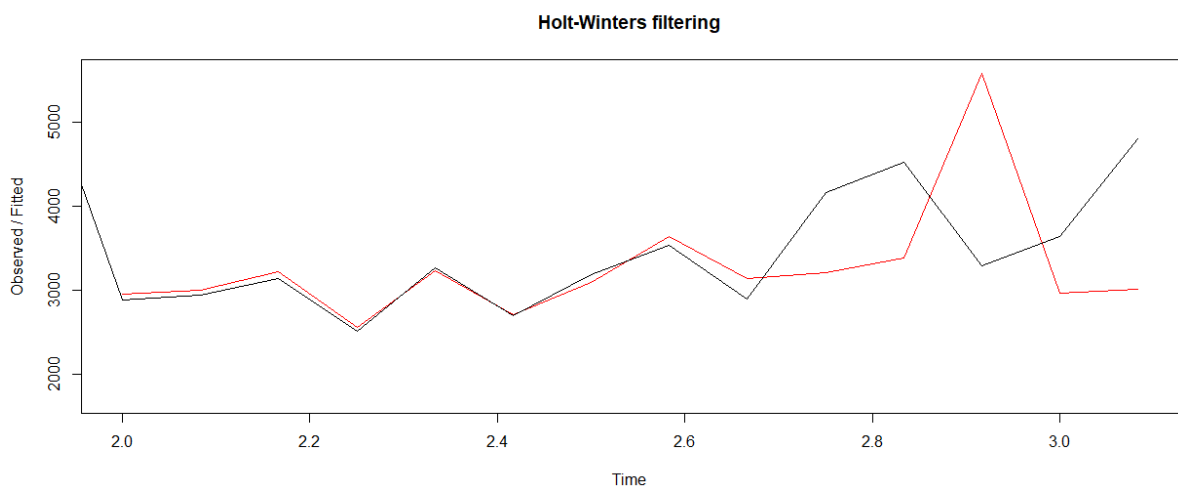


Figura 11 Modelo Holt-Winter para serie del tiempo aceite usado año 2017 y 2018 con software R

Finalizando con la predicción de los 12 meses del año 2019 con un intervalo de confianza del .95. Obteniendo la gráfica correspondiente (figura 12)

Lenguaje de programación utilizado:

```
> prediccion <- predict(hw, n.ahead = 10, prediction.interval = T, level = 0.95)
```

```
> plot(hw, prediccion)
```

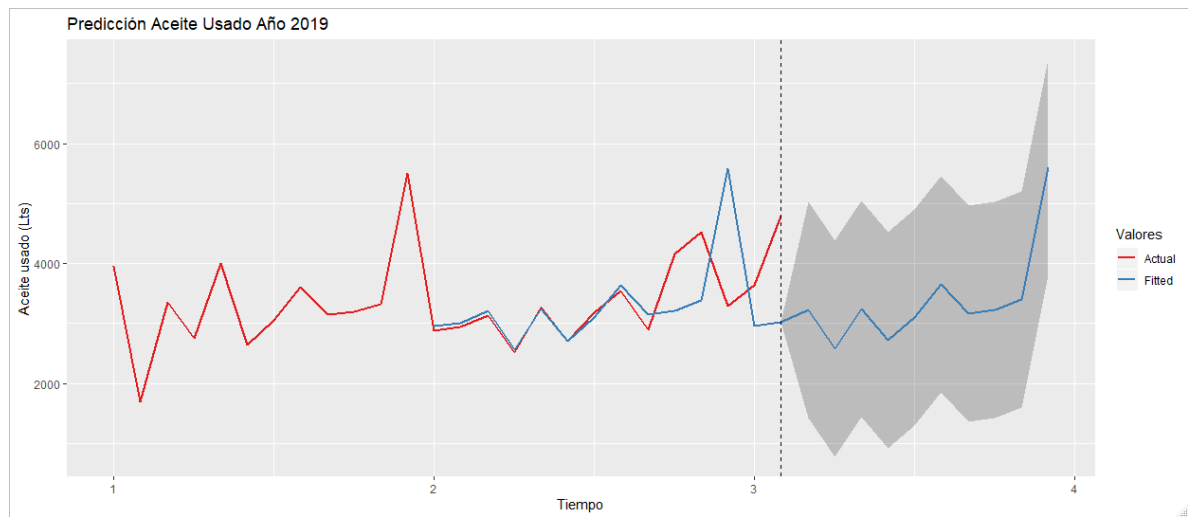


Figura 12 Predicción 12 meses año 2019 generación de aceite usado modelo Holt-Winters software R

La proyección para el año 2019 bajo la generación en los datos históricos del año 2017 y 2018 nos permite conceptualizar de manera puntual las cantidades de generación de aceite usado para dicho periodo de tiempo, siendo una información de suma importancia en el desarrollo del proyecto, ya que brinda la visibilidad en el volumen de aceite que se puede revalorizar, así como la cantidad de aceite usado que se tiene a disponibilidad para realizar los cálculos en el proceso de revalorización, la proyección para el año 2019 arroja una generación total de 42,374 l de aceite usado, siendo relevante que este año se estima generar más en comparación con años anteriores, el resultado se muestra en la tabla 6.

Tabla 6 Proyección Mensual de aceite usado año 2019 software R

| Proyección de aceite usado 2019 | |
|--|------------------|
| Mes | Litros |
| Enero | 3640 |
| Febrero | 4800 |
| Marzo | 3232.24 |
| Abril | 2578.547 |
| Mayo | 3249.414 |
| Junio | 2722.573 |
| Julio | 3108.44 |
| Agosto | 3652.223 |
| Septiembre | 3160.382 |
| Octubre | 3229.999 |
| Noviembre | 3401.074 |
| Diciembre | 5600.066 |
| TOTAL | 42374.958 |

Con base al análisis estadístico del programa MINITAB para la generación de aceite usado en el año 2017, 2018 y 2019 se encontró lo siguiente: la variación del proceso es estable. Sin embargo, un punto estuvo fuera de control en la figura 13, esto puede suceder ya en que en los años anteriores el mes de diciembre se genera la mayor cantidad de aceite lubricante usado para la proyección del año 2019 en el mes de diciembre fue de 5,600 l, superior a los años anteriores. Los límites de control identificados para la generación de aceite usado obtenidos son de 1191 l como límite inferior y 5,569 l como límite superior, el análisis también arroja una media 3,380 con una desviación estándar a corto plazo de 729.7 y a largo plazo de 783.75.

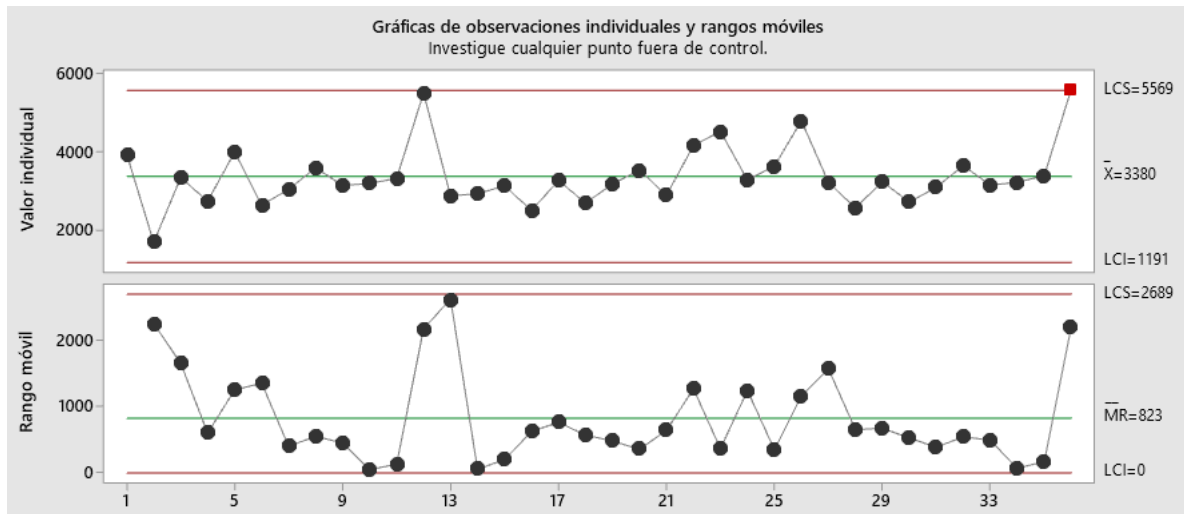


Figura 13 Grafica de observaciones individuales años 2017, 2018 y 2019 mediante programa MINITAB

Elementos técnicos importantes para el diseño de la propuesta de modelo de negocio

Elementos del modelo de negocio CANVAS

El punto de partida para cualquier debate, reunión o taller provechoso sobre innovación en modelos de negocio debería ser una visión compartida del concepto de modelo de negocio. Se necesita un concepto que todos entiendan, que facilite la descripción y el debate, porque es importante partir de la misma base. La clave es conseguir un concepto simple, relevante y fácilmente comprensible que, al mismo tiempo, no simplifique en exceso el complejo funcionamiento de una empresa. Mediante el modelo de negocios CANVAS describiremos nueve módulos básicos que reflejan la lógica que sigue una empresa para conseguir ingresos. Estos nueve módulos cubren las cuatro áreas principales de un negocio: clientes, oferta, infraestructura y viabilidad económica.

1.- Segmento de mercado

¿Para quién creamos valor?

La industria del cemento se considera intensiva en energía, por sus necesidades energéticas para alcanzar altas temperaturas. Tradicionalmente utiliza combustibles fósiles como carbón, combustible líquido y coque de petróleo (Porto & Fernandes, 2006).

Por lo tanto para lograr un desarrollo sostenible, una de las alternativas más importantes es utilizar los residuos y subproductos industriales en lugar de combustibles fósiles (Pelisser, Zavarise, Longo, & Bernardin, 2011).

¿Cuáles son nuestros clientes más importantes?

Nicho de mercado

Industrias intensivas en energía; cementeras, industrias de la cal, acero, vidrio y generadores de energía. Los hornos de cemento poseen características inherentes que se adaptan al co-procesamiento de aceite revalorizado. Estas características incluyen altas temperaturas y largos tiempos de residencia (mayores de 1200°C por varios segundos), exceso de oxígeno durante y después de la combustión, buenas condiciones de mezcla, turbulencia y sin generación de subproductos como escorias, cenizas o residuos líquidos (Karstensen, 2008).

2.- Propuesta de valor

¿Qué valor proporcionamos a nuestros clientes?

El cambio climático, la escasez de agua y las emisiones de gases del efecto invernadero a la atmósfera procedente del transporte y la industria aumentarán el número mundial de muertes y de personas expuestas a condiciones vulnerables, según la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

En respuesta a estas amenazas, algunas empresas implementan medidas para reducir su impacto ambiental, lo cual ha pasado de ser un factor basado en la reputación a un factor de mercado. Al utilizar aceite revalorizado, como materia prima para la combustión de sus procesos generan un ahorro económico al consumir menos material fósil y contribuyen a la conservación del medio ambiente. Datos de la Alianza Global de Inversiones Sustentables (GSIA, por sus siglas en inglés) revelan que cada vez más inversionistas destinan más recursos a fondos que incorporan empresas con criterios de sustentabilidad.

El co-procesamiento de aceite revalorizado que utilizan hornos de cemento se ha empleado en gran medida con éxito en los estados Unidos, Europa, Japón y otros países desarrollados durante varias décadas, y más recientemente en los países en desarrollo (Yan, Karstensen, Huang, Wang, & Cai, 2010).

¿Qué problema de nuestros clientes ayudamos a solucionar?

Cada tonelada de cemento producida emite entre 0.5 y 0.9 toneladas de CO₂, el proceso productivo demanda cerca de 100 kg de combustible fósil por cada tonelada de producto, al utilizar aceite revalorizado existe la oportunidad para reducir emisiones de CO₂, y mejoras operacionales / eficiencia energética (marginal).

En lo que respecta a los metales pesado que se descargan a la atmósfera a través de emisiones gaseosas, por la combustión en el proceso clínker de cemento. Los estudios han indicado que la tasa de lixiviación de metales pesados en el cemento derivados del co-procesamiento de aceite revalorizado es baja (Van der Slott, 2002).

¿Qué necesidades de los clientes satisfacemos?

Se ayuda a satisfacer la demanda energética mediante combustibles alternos para el co-procesamiento de sus procesos productivos. Que para una planta tipo de cemento implica más de 1000,000 ton/año de combustible fósil. Además del desafío de aumentar constantemente su capacidad de producción, otro tema del sector

industrial es la alta demanda de energía, por ejemplo, en 2009, el sector representó el 1.7% del total del consumo de energía.

Uno de los grandes retos de la ingeniería moderna es mejorar la eficiencia energética de los procesos productivos. El Banco mundial propuso diferentes metas al respecto, llamadas los retos del milenio. Entre ellos destacan la disminución de las emisiones de CO₂ y la generación de procesos sostenibles y eficientes para evitar la destrucción del medio ambiente a las nuevas generaciones (ONU, 2000).

¿Qué paquetes de productos o servicios ofrecemos a cada segmento de mercado?

Nicho de mercado

Industrias intensivas en energía; cementeras, industrias de la cal, acero, vidrio y generadores de energía. El producto que se maneja son barriles o tambores metálicos con capacidad 200 l de aceite revalorizado.

Los tambores metálicos se utilizan para la carga de material a granel. En el caso del transporte y almacenamiento de aceites, hay que extremar la seguridad, en muchos casos a través de protocolos marcados por la legislación. Los tambores de acero o aluminio están especialmente indicados para el almacenamiento y trasvase de sustancias inflamables, ya que por tratarse de un material conductor, se evita la formación de chispas y cargas electrostáticas estableciendo conexiones equipotenciales (puesta a tierra) (DENIOS, 2019).

3.- Canales

A medida que el siglo XXI comienza a desarrollarse, la globalización se ha convertido en algo más que una simple jerga sofisticada del léxico empresarial. De hecho, se espera la globalización en el sentido que las empresas de todo el mundo interactúen, se relacionen entre sí y este sea el estado normal de las cosas para la mayoría de las empresas (Czinkota, I, Moffett, & Moynihan, 2001).

El sector industrial de empresa a empresa, este patrón puede ser aún más pronunciado porque las tecnologías avanzadas de comunicaciones y transporte tienen el potencial de permitir que la ventaja competitiva se realice en un grado muy alto.

El comercio electrónico basado en internet, por su puesto, ha estado a la vanguardia de lo esperado revoluciona la forma en que se llevarán a cabo los negocios globales en el futuro y ha llevado a predicciones incontables de una revolución mundial de comercio electrónico donde prácticamente todas las empresas industriales se unirán en gigantesco mundo electrónico (Rosenbloom & Larsen, 2003).

¿Qué canales prefieren nuestros segmentos de mercado?

El tipo de canal para entrar en contacto con los clientes es directo, utilizando canales propios de comunicación mediante equipo comercial. Las fases del canal:

- Información: los productos se dan a conocer mediante página web y visitas comerciales directas.
- Evaluación: Retroalimentar en los tiempos de entrega de cada orden de trabajo.
- Compra: la compra se realizara a través de página web o mediante orden de compra del cliente.
- Entrega: La entrega se realiza por transporte terrestre, dependiendo del volumen de la orden de trabajo será el vehículo a utilizar.

4.- Relaciones con clientes

Durante la última década, ha habido una explosión de interés en la gestión de la relación con el cliente por académicos y ejecutivos.

Mientras que la estrategia comercial es generalmente responsabilidad para el director ejecutivo, el consejo y el director de estrategia, la estrategia del cliente suele ser responsabilidad del departamento de marketing (Payne & Frow, 2005).

El valor que el cliente recibe de la organización, se basa en el concepto de los beneficios que mejoran la oferta del cliente. Sin embargo, hay ahora una lógica, que ha evolucionado desde el pensamiento anterior en marketing de empresa a empresa y servicios, que ve al cliente como co-creador y coproductor (Bendapudi, Neli, & Leone, 2006).

¿Qué tipo de relación esperan los diferentes segmentos de mercado?

La relación con los clientes del nicho de mercado es de asistencia personal; basada en la interacción humana y contratos por tiempo determinado. El cliente puede comunicarse con un representante real del servicio de atención al cliente para que le ayude durante el proceso de venta o post-venta.

¿Cómo se integran en nuestro modelo de negocio?

La relación de asistencia personal ayuda a mantener solida la cadena de suministro del producto y fallas que se pudieran presentar, dándole certeza al cliente sobre sus pedidos.

5.- Fuentes de ingresos

Cada fuente de ingresos puede tener un mecanismo de fijación de precios diferente: lista de precios fijos, negociaciones, subastas, según mercado, según volumen o gestión de la rentabilidad (Osterwalder, Pigneur, Smith, Bernarda, & Papadakis, 2014).

¿Por qué valor están dispuestos a pagar nuestros clientes?

Actualmente los clientes están dispuestos a pagar, por el aceite revalorizado para cumplir con sus indicadores ambientales y lograr el consumo de 50 % de combustible fósil y 50 % de combustible alterno.

¿Por qué pagan actualmente?

Actualmente pagan en mayor porcentaje por combustibles fósiles, ya que la producción nacional de combustible alternativo no logra satisfacer la demanda.

El precio del producto será fijo, basando en variables estáticas como; las características finales del aceite revalorizado.

6.- Recursos Clave

Un reconocimiento cada vez más importante es que el desarrollo de la economía en las organizaciones debe equilibrarse con la protección del medio ambiente y la atención social (Diab, AL-Bourini, & Abu-Rumman, 2015).

La sostenibilidad tiene que convertirse en una responsabilidad imprescindible para que las empresas sobrevivan en la sociedad actual debido a las amenazas creadas por las prácticas tradicionales de fabricación y regulaciones por las partes interesadas. Por lo tanto, el concepto de desarrollo sostenible ha recibido gradualmente atención (Govindan, Khodaverdi, & Jafarian, 2013).

(Cooms, 2007) Declaró que los gerentes calificados pueden minimizar la amenaza de reputación en una crisis seleccionando la respuesta más adecuada y la estrategia más efectiva para cada situación.

¿Qué recursos clave requiere nuestra propuesta de valor, canales de distribución, relaciones con los clientes y fuentes de ingresos?

Físicos; Instalaciones de producción, vehículos de transporte, maquinaria para el proceso de revalorización

Intelectuales: Patentes, base de datos de clientes, marcas.

Humanos: Colaboradores directos e indirectos.

7.- Actividades Clave

La fabricación sostenible implica la creación de productos que utilizan recursos mínimos, ha minimizado los impactos negativos en el medio ambiente y son seguros para la sociedad a un costo asequible. Así las empresas deben cambiar el modelo operativo tradicional, considerando en la dirección estratégica el tema del desarrollo sostenible (Amrina & Yusof, 2011).

¿Qué Actividades clave requieren nuestra propuesta de valor, canales de distribución, relaciones con clientes y fuentes de ingreso?

Producción: Garantizar el suministro de aceite revalorizado.

Tener permiso y certificaciones federales para revalorizar al aceite lubricante usado.

Logística: contar con la logística del transporte de los tambores de aceite lubricante usado a los almacenes de los clientes.

8.- Asociaciones Clave

Las organizaciones prosperan con las ideas y sugerencias de sus empleados, y una opinión común es que los empleados deben hablar para ser vistos como colaboradores activos y avanzar en sus carreras (Chamberlin, Newton, & Lepine, 2017).

¿Quiénes son nuestros socios clave?

La industria del cemento se considera intensiva en energía, por sus necesidades energéticas para alcanzar altas temperaturas. Tradicionalmente utiliza combustibles fósiles como carbón, combustible líquido y coque de petróleo. El aceite revalorizado es útil para el co-procesamiento intentando reducir el uso de tales combustibles.

El gobierno federal mediante el artículo cinco fracción seis de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente; ya que es facultad de la federación la regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales, de conformidad con esta ley, otros ordenamientos aplicables y sus disposiciones reglamentarias (Guzmán-Ayala, 2019).

¿Quiénes son nuestros proveedores clave?

Los generadores de residuos peligrosos.

La asociación clave en el modelo de negocio es la reducción de riesgo en el suministro de aceite revalorizado para su proceso de co-procesamiento

9.- Estructura de Costos

En la última década, la literatura de contabilidad en rápido crecimiento ha investigado la respuesta asimétrica de costos a corto plazo a los cambios de actividad, o costos fijos. Los costos son fijos cuando la respuesta de costos a una disminución de la actividad es confiablemente menor que la respuesta de costos a un aumento de la actividad (Balakrishnan, Labro, & Soderstrom, 2014).

Los costos fijos no cambian por unidades de producción, pero los costos variables sí. Si las ventas de una empresa con altos costos fijos disminuyen repentinamente, sus gastos operativos no pueden reducirse fácilmente. En cambio las empresas con costos variables pueden adaptar rápidamente sus gastos operativos a las ventas cambiantes.

Esta falta de flexibilidad en la estructura de costos hace que sea más difícil para las empresas con altos costos fijos comprometerse con un pago constante, mientras que las empresas con altos costos variables se sienten más cómodas

asumiendo compromisos de pago que puede pagar de manera constante incluso cuando cambian las ventas (Kulchania, 2016).

¿Cuáles son los costos más importantes inherentes a nuestro modelo de negocio?

Logística del transporte terrestre del insumo y del producto, sueldos de colaboradores, Instalaciones de fabricación.

¿Cuáles son los recursos clave más caros?

Instalaciones de producción, vehículos de transporte, maquinaria para el proceso de revalorización.

¿Cuáles son las actividades clave más caras?

Instalaciones de producción, vehículos de transporte, maquinaria para el proceso de revalorización.

Muchos proyectos caros de innovación en tecnologías de la información sufren el hecho que las soluciones técnicas que proponen nunca se materializan. Se realizan considerables investigaciones e inversiones para la especificación y el desarrollo de otro sistema de información o prototipo que demuestra un concepto novedoso que, eventualmente, no puede ser absorbido por la vida real. Esto se puede deber a que tales proyectos fallan porque son simplemente el resultado de otro impulso tecnológico y se inician sin un análisis adecuado del problema en su contexto empresarial (Iacob, y otros, 2014).

Cuando un modelo de negocio se convierte en un éxito para una empresa la empresa intenta expandirse a nuevos mercados. En su enfoque seminal sobre este tema, (Ansoff, 1965), sugiere que las expansiones iniciales pueden ser

relativamente sin riesgo si una empresa solo intensifica su mercado actual al aumentar su participación.

Mediante el desarrollo de los nueve módulos del modelo de negocio CANVAS, obtenemos el lienzo del modelo de negocios que se muestra en la figura 14.









| | | | | |
|--|---|---|--|--|
| <p>Asociaciones Clave </p> <p>Generadores de Residuos Peligrosos</p> <p>Dependencias de gobierno federal (SEMARNAT, PROFEPA), estatal y municipal (SDS; Secretaría de Desarrollo Sustentable)</p> <p>Proveedores de insumos para el proceso productivo</p> | <p>Actividades clave </p> <p>Acopio de aceite usado Producción: garantizar el suministro de aceite revalorizado Autorizaciones para actividad o giro del negocio (licencias, permisos) Logística: garantizar las entregas del producto</p> | <p>Valor añadido </p> <p>Reducir emisiones de CO2, hasta de un 3 % de sus emisiones totales Utilizar aceite revalorizado como materia prima para la combustión de sus procesos</p> <p>Ahorro económico de hasta un 5 % al sustituir un porcentaje del consumo de combustibles fósiles</p> <p>Fortalecer su imagen empresarial al ser una empresa amigable con el medio ambiente</p> | <p>Relaciones con los clientes </p> <p>Asistencia personalizada con los clientes Contratos por tiempo determinado Servicio de post-venta, para lograr ser parte importante de su cadena de suministro de combustible alterno</p> | <p>Ciudadanos </p> <p>Industrias intensivas de energía:</p> <p>Industria Cementera</p> <p>Industria de Cal</p> |
| | <p>Recursos clave </p> <p>Instalaciones de producción Vehículos de transporte de producto Maquinaria Colaboradores</p> | | <p>Canales </p> <p>Fuerza de ventas Los productos se dan a conocer mediante página web Visitas comerciales directas con los clientes Retroalimentación en los tiempos de entrega</p> | <p>Industria de Acero</p> <p>Industria de Vidrio</p> <p>Industria generadora de energía</p> |
| <p>Costos</p> <p>Logística del transporte Sueldos de colaboradores Instalaciones de fabricación Renovación de permisos de funcionamiento Vehículos de transporte Maquinaria</p> | <p>Ingresos </p> <p>Venta de aceite revalorizado Actualmente las industrias intensivas de energía consumen en mayor porcentaje combustible fósil, pero tiene la obligación de cumplir indicadores ambientales para utilizar combustibles alternos</p> | | | |

Figura 14 Modelo de Negocio revalorización de aceite lubricante usado

CAPÍTULO VI. DISCUSIONES

El uso de herramientas, para recopilación literaria de artículos fue indispensable para identificar la composición química del aceite lubricante usado, lo ideal para el proyecto hubiese sido el análisis de muestras locales, sin embargo por falta de presupuesto para coordinar el análisis de la mismas se utilizaron investigaciones que involucran el análisis físico-químico de muestras de aceite lubricante usado.

Es importante señalar que la comparación de la figura 3 se desarrolló de manera teórica ya que no se contó con el apoyo suficiente para desarrollar los análisis correspondientes, dado que el fin del trabajo terminal es el modelo de negocio.

Entre las diferentes técnicas, el proceso ácido arcilla es el método tradicional para la revalorización del aceite usado. Sin embargo, dicha técnica actualmente solo está permitida en algunos países en desarrollo como Tailandia y no en países desarrollados (Hamas, AL-Zubaidy, & Fayes, 2005).

Esta limitante podría deberse a que el proceso de ácido arcilla es bastante dañino para el medio ambiente debido a la contención de metales pesados en sus lodos ácidos. Además de las técnicas de revalorización, otra gestión de los aceites lubricantes usados es convertirlos en energía, por ejemplo; combustión en calderas, quema directa en horno de cemento (Shaaban & Salavani, 1996).

Dado que en México no está limitado el uso de algún proceso de revalorización, y a nivel industrial los procesos más utilizados son el tratamiento ácido arcilla y la extracción por solvente, se compararon ambos para definir el proceso que se empleara en el modelo de negocio.

Se tomaron los parámetros analizados en la investigación de Eman & Abeer, 2018, ya que incluyen los compuestos que le añaden el carácter de residuo peligroso al aceite automotriz; azufre, metales pesados. De igual forma parámetros referente a la calidad del producto como; el contenido de agua y el rendimiento de los procesos. Con los procesos y parámetros seleccionados en la Figura 6, se realizó la selección del proceso adecuando mediante la técnica TOPSIS, y eliminar el sesgo de seleccionar el método tradicional sin comparar sus parámetros.

El análisis de los datos históricos del periodo 2017, 2018 se utilizaron para saber si existen una generación estable del aceite lubricante usado, posteriormente, con la

información de generación del primer trimestre del año 2019 se realizó una proyección mediante el lenguaje R y el modelo Holt-Winters para la generación del resto del año 2019, donde se reflejó una generación mayor de aceite lubricante usado que los dos años anteriores obteniendo una cantidad de 42,374.958 l, seguido a esta proyección se realizó un nuevo análisis estadístico donde se encontró un punto por arriba del límite de control de generación, lo cual es bueno desde el punto de vista de generación del aceite lubricante usado, de igual forma se determinó una generación estable para el año 2019.

Las herramientas del modelo de negocio pueden utilizarse para apoyar la sostenibilidad a través de enfoques de adentro hacia afuera o afuera hacia adentro. Un enfoque de afuera hacia adentro implica explorar oportunidades para la innovación al observar a una organización a través de diferentes tipos de modelos de negocios idealizados. Esto permite a las empresas explorar innovaciones que pueden resultar de adaptar su modelo actual a un arquetipo particular, dicho de otra manera: las empresas pueden usar uno o una selección de modelos de negocios para dar forma a su propia transformación, que se prevé que brinden asistencia para explorar nuevas formas de crear y entregar valor revalorizando residuos peligrosos y desarrollar la estructura del modelo de negocios al proporcionar orientación para aprovechar las nuevas oportunidades.

El trabajo de diseño y reflexión para el modelo de negocio es el punto de partida ideal para redactar un sólido plan de negocio. La recomendación de (Osterwalder, Pigneur, Smith, Bernarda, & Papadacos, 2014) es que se diseñen planes de negocio con una estructura de seis secciones: el equipo, el modelo de negocio, el análisis financiero, el entorno externo, el mapa de aplicación y el análisis de riesgo.

Se recomienda como un siguiente paso fuera de este trabajo desarrollar con base en el modelo de negocios aquí generado, el plan de negocios que permita poder analizar desde el punto de vista económico-financiero y de demanda, más a detalle los gastos de inversión y proyecciones necesarias para poder llevar este proyecto a la realidad.

De igual forma se recomienda detectar áreas de oportunidad que contribuyan a la integración de los residuos peligrosos y no peligrosos a la cadena productiva en

empresas relacionadas al sector, para contribuir a la actividad económica y disminuir el impacto ambiental que genera su uso inadecuado. Ya que mientras algunas empresas y asociaciones industriales han encabezado la promoción de eco-eficiencia en el sector corporativo y a pesar de su popularidad como una frase clave, en México no se ha visto una adopción generalizada de la eco-eficiencia en la toma de decisiones corporativas. Se propone basar el análisis de la eco-eficiencia en la noción del costo de oportunidad, el proceso y modelo de negocio aquí analizado.

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES

La aplicación del método AHP y el método TOPSIS para determinar el proceso de revalorización hicieron la elección más efectiva, ya que se analizaron nueve criterios tanto del proceso de revalorización de extracción por solvente como el proceso ácido arcilla. De los criterios seleccionados se analizó la matriz resultante para tener como resultado mediante TOPSIS los valores ranking de 0.6741 para el proceso de revalorización por solvente y 0.3258 para el proceso ácido arcilla, donde se concluye que el proceso viable en las condiciones citadas, es la extracción por solvente.

Para estimar la cantidad de aceite generado se obtuvo información de un establecimiento generador de aceite lubricante usado que se encuentra categorizado como gran generador de residuos peligrosos, dicha información corresponde a la generación del periodo 2017 donde generaron 40,230 l, para el periodo del año 2018 se obtuvo 39,070 l y la proyección año 2019 la cantidad de 42,374.958 l, donde se concluye una generación estable para un proceso productivo de revalorización.

Con el esquema de la composición química, el método de revalorización definido y el proceso estable de generación de aceite lubricante usado, se diseñó el modelo de negocio mediante la técnica CANVAS.

Con los resultados obtenidos derivados del análisis mediante el modelo CANVAS se obtuvo el lienzo de modelo de negocio el cual puede observarse en la Figura 14; en el cual se muestra un macro análisis proyecta que un escenario favorable para su implementación, sin embargo se sugiere utilizar dicho modelo de negocio como base para realizar la ingeniería a detalle y el análisis financieros pertinentes para visualizar mediante costos y proyecciones financieras la viabilidad económica.

Referencias

- Adams, R., Jeanrenaud, S., Bessant, J., Denyer, D., & Overy, P. (2015). Sustainability-oriented innovation: a systematic review. *Int. J Manag*, 180-205.
- Adela, D., Ambelu, A., & Tessema, D. (2012). Occupational lead exposure among automotive garage workers - a case study for jimma town. *JOccup Med Toxicol*.
- Akinola, M., Njoku, K., & Ekeifo, B. (2008). Determination of lead, cadmium and chromium in the tissue of an economically important plant grown around a textile industry at ibeshe, Ikoroud area of Lagos State. *Adv Environ Biol*, 25-30.
- Al-Amin, M. S., Lou, E., & Tarisai-Mativenga, P. (15 de Junio de 2017). What Should be recycled: an integrated model for product recycling desirability. *Journal of Cleaner Production*, 154, 51-60. Recuperado el 22 de Abril de 2018, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617306686>
- Amrina, E., & Yusof, S. (2011). Key performance indicator for sustainable manufacturing evaluation on automotive companies. *IEEE*, 1093-1097.
- Ansoff, H. (1965). Corporate Strategy: Business Policy for Growth and Expansion. *McGraw-Hill Book*.
- Baden-Fuller, C., & Morgan, M. (2010). Business models as models. *Long Range Plan*, 156-171.
- Balakrishnan, R., Labro, E., & Soderstrom, N. (2014). Cost Structure and sticky costs. *Journal of management accounting research*, 91-116.
- Bendapudi, Neli, & Leone, R. (2006). Psychological Implications of customers participation in co-production. *Journal of marketing*, 14-28.
- Brad, H. (2005). Heavy metals in the environment: origin, interaction and remediation. Elsevier Academic press. *London*.
- Bridjanian, H., & Sattarin, M. (2006). Modern recovery methods in used oil re-refining. *Petroleum & Coal*, 40-43.
- Cabañas-Vargas, D. D., Reza-Bacelis, G., Sauri-Riancho, R., Méndez-Novelo, R. I., Bautista, F., Manrique-Vergara, W., . . . Medina-Gonzalez, R. (Noviembre de 2010). Inventario de fuentes potenciales de residuos peligrosos en el estado de yucatán, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 26(4), 269-277. Recuperado el 22 de Julio de 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992010000400002
- Cantú-Martínez, P. (2013). Responsabilidad social empresarial en el marco de la sustentabilidad. *Economía y sociedad*, 21-33.
- Casadesus-Masanell, R., & Ricart, J. (2010). From strategy to business models and onto tactics. *Long Range Plan*, 195-215.
- Castello, I., & Lozano, J. (2011). Searching for new forms of legitimacy through corporate responsibility rhetoric. *J. Bus Ethics*, 11-29.
- Castro, A. (1998). Hacia el desarrollo sostenible y la ecoeficiencia: integración de las normas ISO 9000, ISO 14000 e ISO 18000 diseño de un sistema de gestión ambiental certificable (Tesis de maestría). *Universidad Tecnológica Nacional Argentina*.
- Chamberlin, M., Newton, D., & Lepine, J. (2017). A meta-analysis of voice and its promotive and prohibitive forms: identification of key associations, distinction, and future research directions. *Personnel Psychology*, 11-71.
- Chesbrough, H. (2010). Business model innovation: opportunities and barriers. *Long Range Plan*, 354-363.
- Cooms, W. (2007). Protecting organization reputations during a crisis: the development and application of situational crisis communication theory. *Corporate reputation review*, 163-176.
- Czinkota, M., I, R., Moffett, M., & Moynihan, E. (2001). Global Business. *Harcourt College Publishers*.
- Dahmus, J., & Gutowski, T. (2007). What gets recycled: an information theory based model for product recycling. *Environ Sci Technol*, 7543-7550.
- Dehning, P., Lubinetzki, K., Thiede, S., & Herrmann, C. (2016). Achieving environmental performance goals - Evaluation of impact factors using a knowledge discovery in databases approach. *Procedia CIRP*, 48, 230-235. Recuperado el 12 de Marzo de 2018, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827116300786>

- Demil, B., & Lecocq, X. (2010). Business model evolution: in search of dynamic consistency. *Long Range Plan*, 227-246.
- DENIOS. (18 de 01 de 2019). *Productos Quimicos y Medio ambiente*. Obtenido de Productos Quimicos y Medio ambiente: <https://productosquimicosymedioambiente.com/lo-sabes-todo-sobre-bidones/>
- Diab, S., AL-Bourini, F., & Abu-Rumman, A. (2015). The impact of green supply chain management practices on organizational performance: a study of danian food industries. *J. Manag. Sustain*, 149.
- Doaa-I, O., Sayed-K, A., & Afaf-R, T. (2018). Recycling of used engine oil by different solvent. *Egyptian Journal Of petroleum*, 27, 221-225. Recuperado el 22 de Febrero de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/317639095_Recycling_of_used_engine_oil_by_differen_t_solvent
- Dotoli, M., & Epicoco, N. (Julio de 2017). A vehicle routing technique for hazardous waste collection. 50, 9694-9699. Bari, Italia. Recuperado el 05 de Agosto de 2018, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896317326915>
- Drucker, P. (1995). *The Practice of Management*. Allied Publishers.
- Dudly, B. (22 de 05 de 2019). *BP Statistical Review of World Energy*. Obtenido de BP Statistical Review of World Energy: <http://oilproduction.net/files/especial-BP/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf>
- Durrani, H., Panhwar, M., & Kazi, R. (2011). Re-refining of waste lubricating oil by solvent extraction. *Mehran University Research Journal of Eng & Tech*, 237-246.
- Dyllick, T., & Hockerts, K. (2002). Beyond the business case for corporate sustainability. *Bus. Strategy Environ*, 130-141.
- Eman, A., & Abeer, M. S. (2012). Re-refining if used lube oil, II- by solvent/Clay and Acid/Clay-preculation Processes. *ARPN Journal of science and Technology*, 11.
- Fernández-Viñe, M., Gómez-Navarro, T., & Capuz-Rizo, S. (2009). Anales de la Universidad METropolitana. *Diagnóstico de la implementación de la ecoeficiencia en las pequeñas y medianas industrias venezolanas*, 119-136.
- Fong-Silva, W., Quiñonez-Bolaños, E., & Tejada-Tovar, C. (01 de 06 de 2017). Caracterización físico-química de aceites usados de motores para su reciclaje. *Prospectiva*, 15(2), 135-144. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/prosp/v15n2/1692-8261-prosp-15-02-00135.pdf>
- Friege, H. (2012). The role of waste management in the control of hazardous substances: lessons learned. *Environmental Sciences Europe*, 24:35. Recuperado el 04 de Octubre de 2018, de <https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/2190-4715-24-35>
- Getachew, D. (28 de Septiembre de 2015). Analyzing soil contamination status in garage and auto mechanical workshops of sashemane city: implication for hazardous waste management. Wondo, Etiopia. Recuperado el 10 de Septiembre de 2018, de <https://environmentalsystemsresearch.springeropen.com/articles/10.1186/s40068-015-0040-3>
- Gorman, W. (2005). Recovering base oils from lubricants. *Petroleum Technology Quarterly*, 85-88.
- Govindan, K., Khodaverdi, R., & Jafarian, A. (2013). A fuzzy multi criteria approach for measuring sustainability performance of a supplier based on triple bottom line approach. *J clean Prod*, 345-354.
- Guzmán-Ayala, S. (5 de 09 de 2019). *Procuraduría Federal de Protección al Ambiente*. Obtenido de Procuraduría Federal de Protección al Ambiente: http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3946/1/1_curso_de_residuos_rpe_sep2016.pdf
- Hagelunken, C. (2006). Improving metal returns and eco-efficiency in electronics recycling metals smelting and refining. *Proceedings of the 2006 IEEE International Symposium on ELECTRONICS & the ENVIRONMENT*, 218-223.
- Hamas, A., AL-Zubaidy, E., & Fayes, M. (2005). Used lubricating oil recycling using hydrocarbon solvents. *J environ manage*, 153-159.
- Hsu, Angel, Jay-Emerson, Laura-Johnson, Omar-Malik, J.-D., Schwartz, M. A., . . . Jaiteh, M. (2014). The 2014 Environmental Performance Index. *New Haven*.
- Iacob, M., Meertens, L., Jonkers, H., Quartel, D., Nieuwenhuis, L., & Van-Sinderen, M. (2014). From enterprise architecture to business models and back. *Softw Syst Model*, 1059-1083.
- ISO. (2013). ISO 14031:2013 Environmental management - Environmental performance evaluation - Guidelines.

- Johnson, M., Christensen, C., & Kagermann, H. (2008). Reinventing your business model. *Harv Bus Rev*, 50-59.
- Jurado-Hernández, A. (14 de 12 de 2010). Esquema de manejo adecuado de los aceites lubricantes usados de micorgeneradores en un municipio urbano. (Tesis de Maestría). México, México, México. Recuperado el 19 de Marzo de 2019, de <https://tesis.ipn.mx/xmlui/handle/123456789/7941>
- Kadirvelu, K., Thamaraisevi, K., & Namasivayama, C. (2001). Removal of heavy metal from industrial wastewaters by adsorption onto activated carbon prepared from an agricultural solid waste. *Bioresour Technol*, 63-65.
- Kamal, A., & Khan, F. (2009). Effect of extraction and adsorption on re-refining of uses lubricating oil. *Oil & gas Science and Technology*, 191-197.
- Kanokkantung, V., Kiatkittipong, W., Panyapinyopol, B., Wongsuchoto, P., & Pavasant, P. (2009). Used lubricating oil management options base on life cycle thinking. *Resources, Conservation and Recycling*, 53, 294-299. Recuperado el 29 de 06 de 2018, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344909000032>
- Karstensen, K. (2008). Formation, release and control of PCDD/PCDF in cement kilns - a review. *Chemosphere*, 543-560.
- Kleindorfer, P., Singhal, K., & Van-Wassenhove, L. (2005). Sustainable operations management. *Production & Operation Management*, 482-492.
- Kulchania, M. (2016). Cost Structure and Payou Policy. *Financial Management*, 981-1009.
- Latuszynska, A. (2013). Multiple-criteria decision analysis using topsis method for interval data in research into the level of information society development. *Folia Oeconomica Stetinensia*, 63-76.
- LGPGIR. (19 de 01 de 2018). Ley general para la prevención y gestión de los residuos. 53. México, México, México. Recuperado el 23 de Abril de 2018, de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf
- Lladó-Verdejo, A. A., & García-Rodríguez, J. F. (Octubre de 2014). Costo efectividad en el manejo de los residuos peligrosos biológicos infecciosos en un hospital general de salud en tabasco. *Salud en Tabasco*. Recuperado el 10 de Junio de 2018, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48710304>
- Markides, C. (2015). Research on business models: Challenges and opportunities. *adv strat manag*, 133-147.
- Naser, H., Sultana, S., Mahmud, N., Gomes, R., & Noor, S. (2011). Heavy metal levels in vegetables with growth stage and plant species variation. *Bangladesh J Agric Res*, 563-574.
- Norrby, B. (2003). Environmentally adapted lubricants-where are the opportunities? *Ind Lubr Tribol*, 268-274.
- ONU. (2000). Declaración del Milenio. ONU.
- Orsato, R. (2006). Competitive environmental strategies: when does it pay to be green? *California Management Review*, 127-143.
- Ortiz-Medina, O. L. (2014). Evaluación de la gestión integral del manejo de aceite usado vehicular en bogotá. *Revista Guarraco*. Recuperado el 26 de Mayo de 2018
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., Smith, A., Bernarda, G., & Papadakis, P. (2014). *Aligning profit and purpose through business model innovation*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Pain, G. (2014). Why organizations fail at sustainability: an integrative sense-making view. *Acad. Manag. Proc.*
- Payne, A., & Frow, P. (2005). A strategic Framework for customer relationship Management. *Journal of Marketing*, 167-176.
- Pelisser, F., Zavarise, N., Longo, T., & Bernardin, A. (2011). Concrete made with recycled tire rubber: effect of alkaline activation and silica fume addition. *J Clean Prod*, 757-763.
- Porto, M., & Fernandes, L. (2006). Understanding risks in socially vulnerable contexts: the case of waste burning in cement kilns in brazil. *Safety Science*, 241-257.
- Rosenbloom, B., & Larsen, T. (2003). Communication in international business-to-business marketing channels Does culture matter? *Industrial Marketing Management*, 309-315.
- Saaty, T. (1980). The analytic hierarchy process. En T. Saaty, *The analytic hierarchy process*. New York: McGraw-Hill.
- Schaltegger, S., Ludeke-Freund, F., & Hansen, E. (2012). Business cases for sustainability: the role of business model innovation for corporate sustainability. *Int J Innovation sustain Dev*, 95-119.

- Schmidheiny, S. (1992). *Changing Course: a global business perspective on development and the environment*. MIT Press, Cambridge.
- Scotianbank. (24 de 06 de 2018). *Number of cars sold worldwide from 1990 to 2015 (in mmillion units)*. Obtenido de Number of cars sold worldwide from 1990 to 2015 (in mmillion units): <http://www.statista.com/statistics/200002/international-car-sales-since-1990/>.
- SEMARNAT. (23 de 06 de 2006). Norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de indentificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. 40. México, México, México. Recuperado el 04 de Mayo de 2018, de http://www.inb.unam.mx/stecnica/nom052_semarnat.pdf
- Shaaban, A., & Salavani, R. (1996). Heat recovery of used petroleum, oil, and lubricants (POL). *IEEE*, 1950-1955.
- Tamene, F. (16 de 05 de 2018). *Assessment of lead toxicity awareness among battery charging garage and workshop workers and levels of lead in piped drinking water of addis ababa*. Obtenido de Addis Ababa University: <http://etd.aau.edu.et/dspce/items-by-author=Tamene%2C+Fite>
- Tennberg, M. (1995). Risky business; defining the concept of environmental security. *Coop Conf*, 239-258.
- Tobias, H., Frank, F., Andrea, L., & Ralf, B. (2010). Opportunity cost based analysis of corporate eco-efficiency: A methodology and its application to the CO2-efficiency of german companies. *Journal Of Environmental Management*, 1997-2007.
- Tyl, B. (2011). Cómo alcanzar la ecoeficiencia a través del ecodiseño y de la ecología industrial. *Red de Energía y Medio Ambiente*. Obtenido de <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=3039>
- Udonne, J., & Bakare, O. (2013). Recycling of used lubricating oil using three samples of acids and clay as a method of treatment. *International Archive of Applied Sciences and Technology IASST*, 08-14.
- Van der Slott, H. (2002). Characterization of the leaching behaviour of concrete mortars and of cement-stabilized wastes with different waste loading for long term environmental assessment. *Waste manage*, 181-186.
- Wang, J. L., Liu, Y., Zhang, H., Zou, W., & Cheng, L. (2014). Safety assesment of shipping routes in the south china sea based on the fuzzy analytic hierarhy process. *safety science*, 46-57.
- Yan, D., Karstensen, K., Huang, Q., Wang, Q., & Cai, M. (2010). Co-processing of industrial and hazardous wastes in cement kilns: a review of current status and future need in china. *Rnviron Eng Sci*, 37-45.
- Zott, C., Amit, R., & Massa, L. (2011). The business model: recent developments and future research. *J. Manag.*, 1019-1042.

Propuesta de modelo de Negocio basado en un proceso de revalorización del aceite lubricante usado de origen automotriz

Por Alvaro Garcia Moreno

Propuesta de modelo de Negocio basado en un proceso de revalorización del aceite lubricante usado de origen automotriz

INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----|--|-------------------|
| 1 | docplayer.es Internet | 507 palabras — 4% |
| 2 | cienciauanl.uanl.mx Internet | 466 palabras — 3% |
| 3 | ojs.uac.edu.co Internet | 296 palabras — 2% |
| 4 | es.scribd.com Internet | 270 palabras — 2% |
| 5 | www.ingquimica.uady.mx Internet | 230 palabras — 2% |
| 6 | www.adexpertos.com Internet | 228 palabras — 2% |
| 7 | tesis.uson.mx Internet | 220 palabras — 2% |
| 8 | www.slideshare.net Internet | 162 palabras — 1% |
| 9 | www.scielo.org.mx Internet | 100 palabras — 1% |
| 10 | www.cempre.org.co Internet | 96 palabras — 1% |

Hahn, T.. "Opportunity cost based analysis of corporate eco-

| | | |
|----|--|--------------------|
| 11 | efficiency: A methodology and its application to the CO ² -efficiency of German companies", Journal of Environmental Management, 201010 Crossref | 74 palabras — 1% |
| 12 | new.ine.gob.mx Internet | 71 palabras — 1% |
| 13 | salud.tabasco.gob.mx Internet | 63 palabras — < 1% |
| 14 | www.hcni.gob.mx Internet | 57 palabras — < 1% |
| 15 | productosquimicosymedioambiente.com Internet | 54 palabras — < 1% |
| 16 | www.ptolomeo.unam.mx:8080 Internet | 52 palabras — < 1% |
| 17 | documentop.com Internet | 45 palabras — < 1% |
| 18 | bibing.us.es Internet | 42 palabras — < 1% |
| 19 | www.foroenres2015.mx Internet | 41 palabras — < 1% |
| 20 | repositorio.pucesa.edu.ec Internet | 37 palabras — < 1% |
| 21 | repositorio.uade.edu.ar Internet | 33 palabras — < 1% |
| 22 | ecogenesis.com.ar Internet | 33 palabras — < 1% |
| 23 | umh1259.edu.umh.es Internet | 30 palabras — < 1% |

| | | |
|----|--|--------------------|
| 24 | www.lapatria.com Internet | 30 palabras — < 1% |
| 25 | www.minitab.com Internet | 27 palabras — < 1% |
| 26 | tesis.luz.edu.ve Internet | 20 palabras — < 1% |
| 27 | sinectica.iteso.mx Internet | 16 palabras — < 1% |
| 28 | tl.diputadospanchihuahua.org Internet | 16 palabras — < 1% |
| 29 | booksreadr.org Internet | 13 palabras — < 1% |
| 30 | tesisexarxa.net Internet | 12 palabras — < 1% |
| 31 | marketingdirecto.com Internet | 11 palabras — < 1% |
| 32 | www.sian.info.ve Internet | 11 palabras — < 1% |
| 33 | www.significarse.com Internet | 11 palabras — < 1% |
| 34 | oa.upm.es Internet | 10 palabras — < 1% |
| 35 | www.andi.com.co Internet | 10 palabras — < 1% |
| 36 | hdl.handle.net Internet | 10 palabras — < 1% |
| 37 | worldwidescience.org Internet | 10 palabras — < 1% |

| | | |
|----|--|--------------------|
| 38 | pirhua.udep.edu.pe Internet | 10 palabras — < 1% |
| 39 | issuu.com Internet | 10 palabras — < 1% |
| 40 | cybertesis.unmsm.edu.pe Internet | 10 palabras — < 1% |
| 41 | www.basel.int Internet | 9 palabras — < 1% |
| 42 | www.cumbre-americas.org Internet | 9 palabras — < 1% |
| 43 | theibfr.com Internet | 9 palabras — < 1% |
| 44 | dspace.ucuenca.edu.ec Internet | 9 palabras — < 1% |
| 45 | eprints.uanl.mx Internet | 9 palabras — < 1% |
| 46 | cum.unex.es Internet | 9 palabras — < 1% |
| 47 | slidelegend.com Internet | 9 palabras — < 1% |
| 48 | www.jeffersonschooldistrict.com Internet | 9 palabras — < 1% |
| 49 | www.coursehero.com Internet | 9 palabras — < 1% |