

IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PARA LA RECUPERACIÓN DE ACEITES  
USADOS EN LA CIUDAD DE CARTAGENA

JESÚS ARRIETA  
FREDY MCNISH  
CAROLINA YEPES

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS  
CARTAGENA, D.T.C

2009

IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PARA LA RECUPERACIÓN DE ACEITES  
USADOS EN LA CIUDAD DE CARTAGENA

JESÚS ARRIETA

FREDY MCNISH

CAROLINA YEPES

TRABAJO INTEGRADOR REQUISITO PARA TITULO DE ESPECIALISTA EN  
GERENCIA DE PROYECTOS

DIRECTOR

LUIS CARLOS ARRAUT

INGENIERO INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL

ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE PROYECTOS

CARTAGENA, D.T.C

2009

**Nota de Aceptación**

\_\_\_\_

\_\_\_\_

\_\_\_\_

\_\_\_\_

\_\_\_\_

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Cartagena, Abril de 2009

## DEDICATORIAS

*A mi esposa Katerine, mi hija Alejandra, mis Padres y hermanos, quienes en los momentos más importantes de mi vida han estado y seguirán estando brindando el ánimo necesario para culminar todas las tareas propuestas en forma exitosa.*

*Jesús Dario Arrieta Leottau*

*A Dios, a mis padres y a mis hermanos. Por estar ahí, cuidándome, educándome, aconsejándome. Por ofrecerme sus palabras y consejos.*

*Gracias a mis amigos, a mis compañeros y a aquellas personas que de una u otra forma han sido parte de esto y que no menciono acá, ustedes también han sido importantes, me han ayudado a crecer y eso no tiene valor...*

*Fredy McNish Bernal*

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION.....	16
1. ANTECEDENTES.....	19
1.1 PROBLEMÁTICA.....	20
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	20
2. OBJETIVOS.....	22
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	22
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	22
3. ESTUDIO DEL ENTORNO.....	24
3.1 ESTUDIO DEL ENTORNO GENERAL.....	24
3.2 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DEL ENTORNO.....	26
4. ESTUDIO DE MERCADO.....	28
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.....	29
4.1.1 Usos del Aceite Tratado.....	31
4.1.2 Usos del Aceite No Tratado.....	31
4.1.3 Generalidades de los Lubricantes.....	31
4.1.4 Materias Primas.....	32
4.1.5 Análisis de la Oferta.....	33
4.1.6 Ventas.....	34
4.1.7 Participación en el Mercado.....	35
4.1.8 Organización de Ventas.....	36
4.1.9 Precios y Descuentos.....	36
4.1.10 Clientes.....	36
4.1.11 Análisis DOFA.....	37
4.1.12 Poder Relativo de los Participantes en el Mercado.....	39
4.2 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE MERCADO.....	39
5. ESTUDIO TÉCNICO.....	41

5.1 CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO.....	41
5.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	43
5.3 TECNOLOGÍAS DISPONIBLES.....	45
5.4 CARACTERÍSTICAS, MATERIA PRIMA Y OBTENCIÓN.....	46
5.5 CONDICIONES DEL PROYECTO.....	49
5.6 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO.....	49
5.7 ORGANIZACIÓN DE LA OPERACIÓN.....	52
5.8 PROGRAMA DE PRODUCCIÓN PROPUESTO.....	53
5.9 PRECIOS DE ENERGÍA Y SUMINISTROS.....	54
5.10 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	54
5.11 TAMAÑO DE LA PLANTA Y CAPACIDAD INSTALADA.....	55
5.12 LOCALIZACIÓN.....	56
5.13 FICHA TÉCNICA DE LA PLANTA.....	58
5.14 CRONOGRAMA.....	58
5.15 ORGANISMOS DE CONTROL Y LEGISLACIÓN.....	58
5.16 ANÁLISIS DE PONER EN PRÁCTICA LA IDEA.....	60
6. ESTUDIO FINANCIERO.....	62
6.1 INVERSIÓN OPERATIVA.....	62
6.2 FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO.....	63
6.3 CÁLCULO DEL WACC.....	64
6.4 TABLA DE AMORTIZACIÓN DE CRÉDITOS.....	65
6.5 DATOS INICIALES DE EVALUACIÓN.....	65
6.6 MODELO DE OPERACIÓN 1.....	67
6.7 MODELO DE OPERACIÓN 2.....	67
6.8 MODELO DE OPERACIÓN 3.....	68
6.9 ANÁLISIS DE RIESGO DE LOS MODELOS.....	69
6.9.1 Escenario 1: Modelo Optimista.....	69
6.9.2 Escenario 2: Modelo Normal.....	70
6.9.3 Escenario 3: Modelo Pesimista.....	71
6.10 PUNTO DE EQUILIBRIO $VPN=0$ .....	72
6.11 PUNTO DE EQUILIBRIO PARA MINIMIZAR EL RIESGO.....	73
7. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	76
7.1 ALMACENAJE EN EL CENTRO DE ACOPIO.....	76
7.2 TRANSPORTE DEL ACEITE USADO.....	77
7.3 MANEJO DEL ACEITE EN INSTALACIONES DEL TRATADOR...79	
7.4 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO AMBIENTAL.....	80
8. PLAN DE GESTIÓN DEL PROYECTO.....	82
9. BIBLIOGRAFÍA.....	83

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Evolución del parque automotor.....	25
Ilustración 2. Grado de Motorización.....	25
Ilustración 3. Composición del parque automotor.....	26
Ilustración 5. Diagrama por etapas del proceso.....	51
Ilustración 6. Distribución de planta.....	55
Ilustración 7. Localización.....	57
Ilustración 8. Distribución de probabilidad modelo optimista.....	69
Ilustración 9. Distribución de probabilidad modelo Normal.....	70
Ilustración 10. Distribución de probabilidad modelo pesimista.....	71
Ilustración 11. Distribución de probabilidad punto de equilibrio.....	72
Ilustración 12. Distribución de probabilidad riesgo mínimo.....	74
Ilustración 13. Señalización para transporte de aceites.....	78

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Relación parque automotor y consumo de aceites .....	29
Tabla 2. Procesos de regeneración de aceites.....	45
Tabla 3. Organización durante la operación.....	52
Tabla 4. Programa de producción.....	53
Tabla 5. Ficha técnica de la planta.....	58
Tabla 6. Inversión preoperativa.....	62
Tabla 7. Financiación del proyecto.....	64
Tabla 8. Cálculo del WACC.....	64
Tabla 9. Datos de financiación.....	65
Tabla 10. Distribución del crédito.....	65
Tabla 11. Variables financieras.....	66
Tabla 12. Determinación de contaminantes ASTM.....	80



## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1: Cuadro y flujo de caja panorama 1

Anexo 2: Cuadro y flujo de caja panorama 2

Anexo 3: Cuadro y flujo de caja panorama 3

Anexo 4: Cuadro y flujo de caja VPN=0

Anexo 5: Cuadro y flujo de caja VPN mínimo

Anexo 6: Project Charter

Anexo 7: WBS

Anexo 8: Cronograma

Anexo 9: Presupuesto

Anexo 10: Matriz RAM

Anexo 11: Identificación de riesgos del proyecto

Anexo 12: Plan de gestión de calidad

Anexo 13: Procedimiento de coordinación del proyecto

Anexo 14: Formato de contrataciones

Anexo 15: Cotización Estación Lubricantes Los Cerezos

## GLOSARIO

**FLUX:** Tratamiento destinado a devolverle el uso del producto original

**PCB:** La sigla PCB proviene de las palabras que se utilizan en el inglés para denominar a los bifenilos policlorados (polichlorynated biphenils). Estos son aceites que pertenecen a los hidrocarburos aromáticos clorados, los que se obtienen agregando átomos de cloro -entre un 42% y un 51%- a las moléculas de bifenilos de origen sintético. Estos compuestos químicos clorados son líquidos viscosos, incoloros o amarillos, y poseen débil tensión de vapor y olor característico de los compuestos clorados tales como el DDT y el Gamexane. Sus características más importantes son: alto punto de ebullición, estabilidad química, baja conductibilidad eléctrica y propiedades retardantes al fuego.

**CRUDOS PARAFÍNICOS:** Crudos de alta viscosidad y enturbamiento, estables y de poco olor.

**CRUDOS NAFTALÉNICOS:** Crudos de baja viscosidad y enturbamiento, estables y de olor moderado.

**CRUDOS OLEFÍNICOS Y AROMÁTICOS:** Son los crudos que no son adecuados para obtener lubricantes.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El objetivo del presente estudio es determinar la viabilidad técnica y económica – financiera para la implementación de una planta para el reciclaje de aceites usados ubicada en la ciudad de Cartagena.

El estudio consta de cinco capítulos: Estudio del Entorno, Estudio de Mercado, Estudio Técnico, Estudio Impacto Ambiental, Evaluación Financiera y Plan de gestión preliminar del proyecto.

El estudio de mercado determinó una oportunidad de entrada por la gran cantidad de recurso disponible en la ciudad, ya que se producen aproximadamente 75.000 Gal de aceite usado, los cuales no son aprovechados de forma adecuada. También muestra una mejora con la actuación del aceite reciclado como producto sustituto.

El tamaño de la planta se determina en un principio bajo el supuesto de captación del 30% de la demanda, sin embargo luego se procede a ajustar este porcentaje con el fin de lograr el balance o equilibrio del negocio. Este valor nos lo arroja la evaluación financiera, pues en esta se determina cuál debe ser la producción mínima de la planta que se diseñó, de forma tal que el negocio sea sostenible.

La ingeniería del proyecto comprendió el análisis de la materia prima: describe el proceso productivo, indica el diseño, descripción y equipos principales del proceso productivo, además, muestra un análisis de las tecnologías que se pueden usar y sus modificaciones para la adaptabilidad de la planta a las condiciones del medio.

El proyecto requiere una inversión total de COP \$ 2.450.000.000.00 correspondientes a la inversión pre-operativa y garantizando la operatividad y sostenibilidad de la planta hasta cuando empiece a rentar el proyecto, ya que incluye los costos de operación y el capital de trabajo (WACC). La financiación del proyecto se plantea realizar un 60% a través de bancos y un 40% por medio de inversionistas. Sobre las tasas usadas para los cálculos por financiación por bancos, se usaron como datos aquellos entregados por Bancolombia en una simulación realizada a nuestro pre-estudio de crédito. La tasa de oportunidad de inversionistas se fija tres unidades porcentuales por encima de la tasa bancaria.

La evaluación financiera del proyecto plantea los parámetros básicos de éxito, los cuales se fijaron a partir de la minimización del riesgo y sensibilización del VPN. Para lograr esto se realizaron los cálculos básicos a partir de tres escenarios planteados y luego se ajusta el proyecto teniendo en cuenta la probabilidad de ocurrencia de VPN positivo después de realizar una simulación de 10.000 iteraciones en el software Risk. Esta probabilidad de ocurrencia de VPN positivo debe ser mayor al 90% para que sea aceptada. Los datos requeridos para obtener dicha probabilidad de ocurrencia fueron los siguientes:

<i>UNIDADES A VENDER MINIMAS</i>	<i>31.333 GAL</i>
<i>PRECIO MINIMO</i>	<i>COP \$ 29.900,00</i>
<i>PROBABILIDAD DE OCURRENCIA VPN POSITIVO</i>	<i>100%</i>
<i>VPN MINIMO PROBABLE</i>	<i>COP \$ 5,3 MILLONES</i>
<i>VPN MAXIMO PROBABLE</i>	<i>COP \$ 37,5 MILLONES</i>
<i>VPN MIN REQUERIDO</i>	<i>COP \$ 22,1 MILLONES</i>

Se concluye que al nivel de estudio de prefactibilidad técnica y económica, resultará rentable construir y operar la planta propuesta.

Por último se presentan algunas recomendaciones del estudio, la bibliografía empleada y los anexos respectivos.

## INTRODUCCION

Un aceite lubricante es un líquido usado para disminuir la fricción entre dos superficies, éstos son usados en el interior de los motores donde las condiciones de operación hacen que después de cierto período de uso, los aceites se degraden en compuestos cuyas características no permiten su utilización como lubricantes.

Por otro lado, la mayoría de estos aceites usados tiene compuestos tóxicos, los cuales por no desecharse de forma adecuada causan problemas al ambiente: Si se arroja al suelo, destruye el humus vegetal y acaban con la fertilidad del suelo [7]. En el agua impide la adecuada oxigenación asfixiando a los seres vivos que allí habitan [8]. Por estos motivos nació la implementación de procedimientos dirigidos a regular su disposición final y a los métodos usados para la combustión de los mismos.

Si a esto le sumamos que actualmente es obligatorio optimizar la utilización de recursos derivados de los hidrocarburos, los cuales durante los últimos 50 años ha venido satisfaciendo muchas necesidades de las sociedades mediante el uso de productos derivados del “petróleo de primera mano”, quien a su vez su costo y su capacidad de impacto negativo al ambiente es de tendencias preocupantes,

vemos que el óptimo aprovechamiento de estos recursos se convierte en un factor determinante para el desarrollo y estabilidad de la economía en las regiones.

Desde el punto de vista legal, se está exigiendo a través del decreto 1609 de 2002, emitido por el ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo que los negocios que se dediquen a la actividad de cambio de aceite y similares, deben disponer los residuos de acuerdo a la normatividad y parámetros existentes consignados en el convenio para el manejo de aceite usado.

Por otro lado, la regeneración es uno de los métodos para reutilizar los aceites usados con menor impacto ambiental, este método dispone los aceites usados de forma tal que se puedan volver a usar como lubricantes. Entre estos métodos se encuentra la biodegradación de los compuestos contaminantes en el interior del aceite, al degradar los compuestos contaminantes se recupera la base lubricante, ésta es la que otorga las propiedades lubricantes a los aceites, y éste producto es la materia prima para la generación de nuevos aceites.

Teniendo en cuenta lo mencionado, nace la necesidad de estudiar la factibilidad de este proyecto, de forma que podamos plantear una medida alternativa que satisfaga las necesidades planteadas, que sea amigable para el ambiente y que sea útil tanto para los usuarios como para los productores de aceite reciclado.

Etapa 1: Simulación de tres escenarios probables. Optimista, Medio y Pesimista. A cada uno de estos se le realizará un análisis de riesgo consistente en una simulación en software Risk. El objetivo es este es determinar la veracidad de la información arrojada por el VPN calculado a base los datos de Input y acercar el prospecto a la realidad de los negocios actuales.

Etapa 2: Calculo de las variables de negocio requeridas para obtener un  $VPN=0$ , y analizar estas en el software Risk, con el objetivo de sensibilizar este VPN. Este resultado nos dará un patrón para acercarse a un modelo que permita minimizar el riesgo caracterizado por la probabilidad de ocurrencia de VPN.

Al final el cuestionamiento será: ¿Cual es el VPN positivo necesario para minimizar los riesgos del proyecto? Se fijara como factor de aceptación una probabilidad de ocurrencia.



## 1. ANTECEDENTES

En Colombia, desde hace algunos años, en las principales ciudades del país como lo son Bogotá, Barranquilla y Medellín, se viene trabajando en la protección del medio ambiente y el uso racional de hidrocarburos. Como parte de esto, en el año 2006 se creó el primer “Manual Técnico Para el Manejo de Aceite Usado”, como parte de un “convenio de cooperación científica, tecnológica y financiera para el diseño de estrategias y lineamientos técnicos requeridos para la gestión ambientalmente adecuada de los aceites usados de origen automotor e industrial en el territorio nacional” [10]. En la creación de este manual participaron las corporaciones regionales como los son DAMAB, DAGMA, CORANTIOQUIA, la alcaldía Mayor de Bogotá, la alcaldía de Medellín a través de la secretaría de medio ambiente, el Fondo Aceites Usados y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Todo esto avalado mediante el convenio 063 de 2005. Dicho convenio es citado a lo largo del estudio debido a que actualmente es la guía o norma referente para el manejo de aceites usados en Colombia.

En la ciudad de Cartagena, de acuerdo a lo investigado para este trabajo, aún no se ha gestionado hasta la fecha ningún proyecto que incluya el reciclaje de aceite u otros productos derivados del petróleo.

## **1.1 PROBLEMÁTICA**

El aceite es un residuo peligroso, con efectos cancerígenos y degenerativos para quienes están expuestos. Además es un contaminante activo del ambiente ya que no se degrada naturalmente debido a que sus componentes ácidos impiden que las bacterias proliferen en esta clase de medios.

Actualmente en la ciudad de Cartagena el aceite usado no es visto como materia prima para otros procesos que no generen contaminación o la minimicen. Se dispone como un residuo peligroso y la gente que lo produce paga por su disposición.

En algunos casos esta disposición no es vista como una salida viable y el aceite usado es arrojado a los sistemas de alcantarillado resultando todo esto en contaminación del medio ambiente y deterioro de ecosistemas.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

En los tiempos modernos es obligatorio el aprovechamiento de cualquier recurso, ya que los índices de contaminación se han elevado tanto que la vida del planeta y todo lo que habite en el está siendo amenazado con la escasez de estos.

No podemos estar al margen de esta situación y se debe empezar a ver en estas amenazas oportunidades de negocio que permitan el desarrollo sostenible de las sociedades y preservar el medio ambiente.

Es por esto que la utilización del aceite usado como materia prima para reproceso, el cual en la actualidad está siendo desperdiciado, se convierte en una oportunidad de inversión y generación de empleo, ahorro para la comunidad y ayuda al ambiente.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar un estudio a nivel de prefactibilidad para determinar la viabilidad técnica, económica y ambiental de una planta para el reciclaje de aceite de línea automotriz en la ciudad de Cartagena.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Realizar un estudio del entorno para el proyecto “Implementación de planta para el reciclaje de aceite de línea automotriz en la ciudad de Cartagena”
- Realizar un estudio de mercado para el proyecto “Implementación de planta para el reciclaje de aceite de línea automotriz en la ciudad de Cartagena”
- Realizar un estudio técnico para el proyecto “Implementación de planta para el reciclaje de aceite de línea automotriz en la ciudad de Cartagena”
- Realizar un análisis de los posibles impactos ambientales y sus medidas de prevención, mitigación y control para el proyecto “Implementación de planta para el reciclaje de aceite de línea automotriz en la ciudad de Cartagena”

- Realizar un análisis de riesgos mediante el cálculo de la probabilidad de ocurrencia de VNA (Valor Neto Actual) y TIR (Tasa interna de retorno) para el proyecto “Implementación de planta para el reciclaje de aceite de línea automotriz en la ciudad de Cartagena”
- Establecer el punto de equilibrio para la viabilidad del proyecto “Implementación de planta para el reciclaje de aceite de línea automotriz en la ciudad de Cartagena” mediante el planteamiento de tres escenarios de mercado.
- Realizar un plan de gestión del proyecto “Implementación de planta para el reciclaje de aceite de línea automotriz en la ciudad de Cartagena”

### **3. ESTUDIO DEL ENTORNO**

#### **3.1 ESTUDIO DEL ENTORNO GENERAL**

Con la actual crisis mundial se ha producido una desaceleración en la Economía mundial, la cual ha afectado directamente a los sectores primarios de la economía, como lo son las actividades mineras y petroleras. Es un factor común en estas el uso de recursos naturales como materia prima o input del proceso.

No se está hablando de que el recurso se haya acabado, por el contrario las reservas son amplias, el tema es que cada vez es más difícil extraerlo o su calidad es variable.

En el caso particular del petróleo muchos de los yacimientos son de la modalidad “extra-pesados” los cuales requieren mayores recursos para su extracción, conducción y refinación, lo cual hace que los costos de extracción del petróleo aumenten.

A todo lo anterior se suma la calidad del petróleo que se extrae y el porcentaje de conversión útil de cada barril, factores que hacen que suba o baje el precio del barril.

A esto hay que agregarle que en los últimos 5 años se ha presentado un crecimiento del parque automotor en Colombia, se pasó de 3.000.000 de

unidades en 2001 a 4.677.451 de unidades en 2006, para un incremento del 57%. El promedio de edad de los camiones es de 23 años y de vehículos particulares es de 15 años [12].

Para visualizar este comportamiento, aquí mostramos las siguientes gráficas:

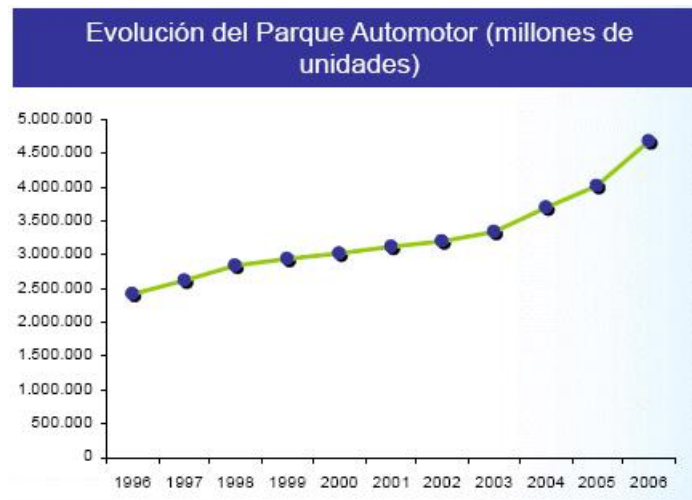


Ilustración 1. Evolución del parque automotor. Fuente Proexport [12]

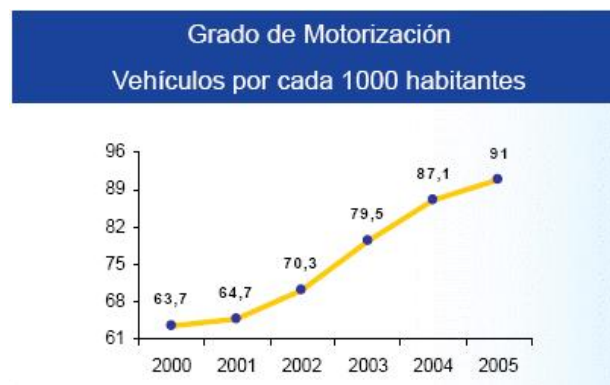


Ilustración 2. Grado de motorización. Fuente: Proexport [12]

Total del parque automotor: 4.677.451 unidades [12]

La concentración del parque automotor se refleja en los segmentos de automóviles y vehículos de transporte de pasajeros [12].

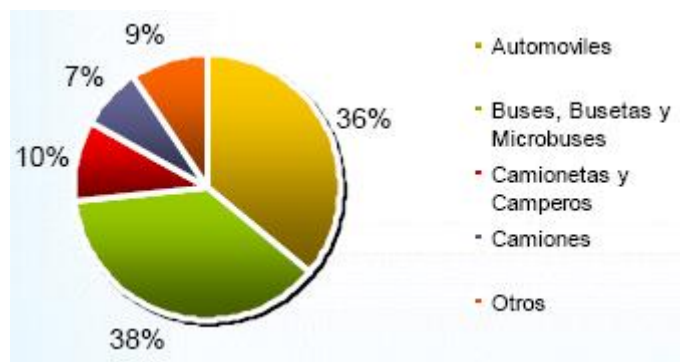


Ilustración 3. Composición del parque automotor. Fuente: Dane [13]

### 3.2 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DEL ENTORNO

De acuerdo a lo anterior se aprecia claramente que el entorno para la realización y preparación del proyecto es viable teniendo en cuenta el grado de motorización de la población en el país y en particular de la región. Además el crecimiento del parque automotor en la región crea condiciones propicias independientemente de las condiciones a las que se sometan las ventas futuras ya que las unidades vendidas en los últimos 10 años, desde 1996 al 2006 presenta un crecimiento del 100% de unidades en el mercado. Estos vehículos seguirán circulando de acuerdo a la reglamentación y regulación del distrito por lo menos durante unos 20 años. El



ciclo de evaluación del proyecto se determinó a 10 años por lo cual se encuentra dentro del margen realista y no se requiere para el proyecto la predicción precisa del crecimiento del mercado.

#### **4. ESTUDIO DE MERCADO**

En Cartagena actualmente transitan aproximadamente 28.000 vehículos incluyendo vehículos particulares, taxis, busetas, microbuses, motos y vehículos de carga. Los cuales varían en porcentaje de utilización de acuerdo al tipo y línea de vehículo [12].

Teniendo en cuenta las líneas de vehículos los de servicio público son los que presentan mayor utilización y al mismo tiempo mayor consumo de insumos para su movilización, que en el caso de los aceites y lubricantes representan el 61,12% del consumo total. En el caso de buses, busetas y taxis, aunque tiene un porcentaje de participación dentro de la población bajo, estos representan el mayor consumo de aceites minerales debido al tipo de utilización que tienen [12].

Cabe anotar que para el cálculo de los porcentajes de consumo se reglamenta una velocidad promedio de 40 Km/H dado que la velocidad permisible en el perímetro urbano es de 60 Km/H y que el cambio de aceite se realiza a las 250 horas de funcionamiento del motor, que en kilometraje seria aproximadamente 5000 Km.

Para este estudio hemos tomado como referencia las cifras de censo vehicular extraídas de bases de datos del DANE [13], acerca de la criticidad del ambiente vial de Cartagena, debido a que, además de ser el censo de vehículos más

reciente encontrado, vemos que la información contenida en dichas encuestas son fieles al propósito del estudio, la distorsión del censo es baja respecto a cualquier predicción que se haga de otro medio encuestador, salvo se trate de un tema adicional como puede ser la atractividad de los productos reciclados, para lo cual se debe recurrir a otro tipo de fuente.

A continuación se relaciona tabla tentativa de estudio de acuerdo a los parámetros establecidos de servicio, utilización y consumo parcial.

**Tabla 1. Relación parque automotor y consumo de aceites (Fuente: DANE)**

PARQUE AUTOMOTOR CARTAGENA Y RELACION DE CONSUMO DE ACEITES PONDERADO								
DESCRIPCION	CANTIDAD	USO HORARIO PROMEDIO [HRS]	VELOCIDAD PROMEDIO [KM/HR]	RECORRIDO MENSUAL [KMS]	RECORRIDO ACUMULADO [KMS]	CAMBIOS DE ACEITE ANUAL	VOLUMEN CAMBIO DE ACEITE [GAL]	CONSUMO ANUAL [GAL]
BUSES Y BUSETAS	1.878	15	40	18.000	33.804.000	6.761	3	20.282
TAXIS	5.745	15	40	18.000	103.410.000	20.682	1	20.682
MOTOS Y MOTOTAXIS	10.377	8	40	9.600	99.619.200	19.924	0,25	4.981
AUTOS PARTICULARES	9.000	5	40	6.000	54.000.000	10.800	1	10.800
PESADOS	1.200	16	40	19.200	23.040.000	4.608	4	18.432
<b>TOTAL</b>	<b>28.200</b>	<b>59</b>		<b>70.800</b>	<b>313.873.200</b>	<b>62.775</b>		<b>75.177</b>

#### 4.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Se denomina aceite usado a todo aquel aceite lubricante, (sea de motor, transmisión o hidráulico.) de desecho, que ya ha cumplido su ciclo de servicio y en el momento de evaluación no es apropiado para continuar con su uso en su actual estado [10].

Estos aceites dejan de ser aptos para su uso, debido a que se contaminan con diversos desechos del medio en que operan como residuos de metal, carbón, ácidos y otros componentes que lo inhiben del efecto lubricante (pérdida de viscosidad y adherencia).

El proceso de recuperación de aceite, está basado en el aprovechamiento de la materia base para fabricación de aceites minerales nuevos, la cual se conserva en un 80% en aceites usados, ya que al ser sometido el aceite a la temperatura del motor, este cumple su ciclo de operación al evaporarse aproximadamente el 40% de los aditivos que le proporcionan a la base su viscosidad y adherencia características.

El aceite lubricante usado es un residuo peligroso, según lo establece la ley 253 de Enero 9 de 1996, por lo cual es considerado como contaminante del medio ambiente y altamente tóxico, con propiedades cancerígenas y degenerativas producto de la degradación.

Un factor importante en la degradación es la formación de residuos ácidos y alquitranados producto de la reacción por calentamiento y enfriamiento continuo al que se somete el aceite con la operación intermitente de la máquina o automotor y finalmente las partículas metálicas en suspensión producto del desgaste del motor actúan como abrasivo acrecentando el desgaste de la unidad.

El aceite usado que se quema en condiciones no adecuadas se convierte en un factor contaminante del medio ambiente debido a que tiene presencia de metales

pesados como el plomo y cadmio, elementos que generan gases al momento de combustión con reacciones que provocan lluvias acidas y por ende la deterioración del medio.

#### **4.1.1 Usos del Aceite Tratado**

- Combustible para uso industrial
- Recuperación de bases lubricantes para uso en el parque automotor.
- Aplicación como materia prima para plastificantes o aceite de enfriamiento  
Ej.: Tratamientos Térmicos.

#### **4.1.2 Usos del Aceite No Tratado**

- Solo como combustible en el tratamiento de materias primas.

#### **4.1.3 Generalidades de los Lubricantes**

Los aceites lubricantes para motores son utilizados con el objetivo de conservar y alargar la vida útil de las piezas del motor para trabajo en frío arranque y trabajo en caliente operación, estos se clasifican según el combustible empleado, (gasolina, gasóleo o gases licuados del petróleo), por el funcionamiento, (cuatro tiempos o dos tiempos), y por la clase de trabajo o servicios a prestar (suave, medio o duro)

Las clasificaciones más importantes y utilizadas son las siguientes:

- S.A.E. (Sociedad de Ingenieros de Automoción).
- A.P.I. (Instituto Norteamericano del petróleo).

La clasificación S.A.E. está basada en la viscosidad del aceite a las temperaturas de 0 °F y 210 °F, estableciendo ocho grados S.A.E. para los monogrados y seis para los multigrados.

En algunos de los grados aparece detrás del numero S.A.E. la letra "W" (Winter= invierno), que se refiere especialmente a los aceites para clima frío, fijándose la temperatura para la determinación de la viscosidad en 0°F (-18°C), mientras que en los números S.A.E. sin letra "W" se aplican a aceites usados en climas semejantes a los de Europa Occidental, basándose en la viscosidad a 210°F (99°C).

En la actualidad sólo se utilizan aceites multigrados, que se basan en aceites monogrado tipo W que además incorporan aditivos.

#### **4.1.4 Materias Primas**

En Cartagena, se generan anualmente 75.000 galones de aceite usado<sup>1</sup>, los cuales por lo general son usados sin tratamiento en la lubricación de sierras para

---

<sup>1</sup> Calculo realizado con base en las estadísticas del parque automotor [12] y al promedio recomendado de los fabricantes de vehículos para cambio de aceite [].

corte en aserríos y para la inmunización de maderas en corrales de finca y otros. Lo anterior debido a que la gente no tiene conciencia del impacto ambiental que causa y de las propiedades cancerígenas del aceite usado.

En el mercado es posible encontrar aceite de primera mano, de las marcas Texaco, Mobil, Shell o Terpel, para uso en automotores a un costo de \$45.000.00/Tanque. Actualmente el contenido de aceite usado por tanques de 55 galones es vendido en los centros de servicios de la ciudad a un precio de \$45.000.00; con lo cual el costo de materia prima por galón estaría oscilando entre los \$500 y \$600 pesos [Ver Anexo **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.. ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**].

La comercialización de materias primas se realiza de manera informal, pero dada la naturaleza del proyecto es posible proponer la realización de convenios con los centros de servicio de la ciudad, con el objetivo de garantizar la sostenibilidad del abastecimiento de materias primas.

#### **4.1.5 Análisis de la Oferta**

En Cartagena y la costa atlántica, no existen actualmente fábricas y/o negocios que se dediquen al reciclaje de aceites usados.

A nivel nacional existen industrias la cuales se desempeñan en un sector reducido como lo es la zona de Antioquia y el eje cafetero. Vale decir que dichas compañías no absorben el mercado local, debido a que la producción de aceite usado en el

valle de aburra y sus alrededores es suficiente para cubrir la demanda de materias primas de estas compañías.

Adicionalmente y por observaciones realizadas el destino de los aceites usados en las ciudades de la costa atlántica es desechado en forma anómala, ya que se está arrojando a alcantarillados, suelos y otros lugares no afines que no generan utilidades para el propietario del inmueble que lo produce y genera un impacto ambiental el cual o ha sido medido.

#### **4.1.6 Ventas**

En el periodo comprendido entre junio de 2007 y junio de 2008, el porcentaje de buses de servicio público creció en un 4%, lo que tiene incidencia sobre la demanda interna, aumentando este en un 6% para las líneas de servicio público.

En Bolívar durante el año 2007 se vendieron 272.343 GAL de bases lubricantes, de los cuales 80.000 GAL se comercializaron a través de las diferentes plantas procesadoras de lubricantes como aceite de línea automotriz, de los cuales ningún volumen se utilizó en procesos regenerativos de la base para aceite reciclado [14].

Por otro lado a los preparadores de aceite de la ciudad les interesa como insumo de entrada bases lubricantes refinados y no bases contaminadas con ácidos y cenizas los cual se traduce en aceite usado.



En cuanto a automóviles particulares, con la imposición del pico y placa, dejaron de circular diariamente aproximadamente 1500 vehículos, y con la imposición de pico y placa a taxis se prevé que salgan de circulación diariamente 1300 taxis diarios, lo que afecta directamente la demanda interna con una reducción del consumo anual.

En Cartagena se vendieron aproximadamente 80.000 galones de aceite nuevo, producido en refinerías de la ciudad, de los cuales no se utilizó ningún volumen que se tenga conocimiento en la regeneración de la base para aceite reciclado.

#### **4.1.7 Participación en el Mercado**

De acuerdo a la estructura del mercado se prevé una participación aproximada del 30%. Este porcentaje es bajo debido a que aproximadamente el 9% del parque automotor es nuevo, y para estos vehículos aplica la restricción de que para efectos de mantener la garantía del fabricante, se les debe realizar el cambio de aceite con un aceite recomendado por el fabricante (que seguro será de alguna marca conocida).

Otro factor importante que afectaría la participación en el mercado es la cultura de la gente, pues se ha detectado que se asocia la palabra el reciclaje a una baja calidad de los productos de este tipo. Es por esto que se ha decidido no nombrar el aceite como producto de reciclaje, sino como producto ecológico.

#### **4.1.8 Organización de Ventas**

Para establecer las líneas de distribución de manera formal e informal, se hace necesario organizar la estructura de trabajo para ambos sectores, con vendedores capacitados para atender las estaciones de servicio, lavaderos y otros sitios reconocidos, sumado a móviles de abastecimiento a los puntos informales ubicados en semáforos, llanterías y cambiaderos satélites. Así mismo, esta estructura de ventas se aprovecharía aún más debido a que estos mismos vendedores estarían encargados de la captación de las materias primas.

#### **4.1.9 Precios y Descuentos**

El techo del precio es fijado por el valor del Galón de aceite nuevo el cual oscila entre COP\$60.000.00 y COP\$63.000.00; y el precio piso estará fijado por los costo operativos mas la utilidad fijada en orden a la competencia en el mercado.

Los precios del producto se determinan a partir de tres variables: *% de recuperación del aceite usado, costo de galón de aceite usado y costo de proceso* (y con cierto margen de atraktividad al cliente).

El costo de Materia Prima se define como el precio del aceite usado en los cambiaderos de aceite, por lo general tiene un precio fijo el cual puede estar de COP \$818 /GAL.

De manera preliminar se estima un rendimiento del 70% en recuperación, lo que incide en un costo de proceso de aproximadamente: COP \$25.000.00, y

obteniendo una utilidad estimada por galón se generaría teóricamente un ahorro del 50% aproximado al cliente que utilice el aceite reprocesado [Ver anexo **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Cotización Lubricantes Los Cerezos].

#### **4.1.10 Clientes**

Los clientes de los productores actuales se resumen como sigue:

- Centros de Servicios
- Llanterías y Lavaderos
- Distribuidores mayoristas

#### **4.1.11 Análisis DOFA**

##### *Debilidades*

1. No se tiene reconocimiento comercial en el mercado.
2. Mala fama de productos de reciclaje.
3. Dependencia del consumo de productos originales.
4. Fabricantes de aceite nuevo generan la materia prima del proceso

##### *Oportunidades*

1. Incremento de parque de motocicletas y automóviles.

2. Aplicabilidad a procesos de inmunización de maderas, combustión, bases lubricantes, multipropósito, entre otros.
3. Políticas y tendencias de conservación del ambiente.
4. Entrada de nuevos proveedores de aditivos con los TLC.
5. No existe Planta de Reciclaje en la región.

#### *Fortalezas*

1. Disponibilidad de materias primas Aceite usado.
2. Puntos de venta estratégicos.
3. Múltiples puntos de captación de materias primas.
4. Bajo costo
5. Producto Ecológico

#### *Amenazas*

1. Preferencia de productos originales.
2. Certificaciones API.
3. Legislación Vigente.
4. Ampliación de fábricas localizadas en el Interior del país.

#### **4.1.12 Poder Relativo de los Participantes en el Mercado**

Nuestra competencia a nivel de estos productos, principalmente están:  
Texaco, Mobil, Castrol, Shell.

#### **4.2 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE MERCADO**

Las oportunidades de entrada al mercado son amplias debido a que la inexistencia en la zona de competencias.

El margen de balance de costos y operación es amplio debido al techo de precios que se maneja es muy alto, y las barreras de entrada por precios minimiza los riesgos y aumenta las posibilidades de éxitos.

El obtener bajos costo y brindar al cliente una utilidad por compra del 50% respecto a productos minerales extraídos de primera mano por refinación de petróleo, se constituye en un atractivo y agrega valor al proceso de todos los involucrados como clientes, accionistas y la comunidad en general mediante la contribución del producto a la preservación del ambiente.

Los canales de distribución no se constituyen por el momento en una barrera de entrada debido a que no existe ninguna legislación que prohíba la distribución y comercialización de productos lubricante reciclados, por el contrario es de interés en las naciones que se promueva el uso racional de recursos y este proyecto se constituye en una oportunidad de desarrollo sostenible ya que es amable con el ambiente y no compromete el desarrollo de las sociedades.

Una barrera de entrada al mercado podría ser la obtención del margen de calidad esperado por el cliente, el cual para agregar valor debe ser igual o compensar de acuerdo a la inversión del cliente en durabilidad y utilización del producto sobre su bien.

El poder relativo de los participantes en el mercado compromete la comercialización debido a la cultura general de la gente acerca de la baja calidad de los productos reciclados, por lo cual debe realizarse un estricto control de calidad que permita generar confiabilidad en el entorno general y particular en el que se desenvolverá el producto.

Según lo anterior se puede ver que hay viabilidad del proyecto teniendo en cuenta el mercado y las materias primas disponibles de acuerdo al consumo.

## 5. ESTUDIO TÉCNICO

### 5.1 CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

El aceite lubricante para motores tiene como función primordial evitar el contacto directo entre superficies con movimiento relativo, reduciendo así la fricción y sus funestas consecuencias: calor excesivo, desgaste, ruido, golpes, vibración, etc. Entre sus funciones, podemos encontrar: no permitir la formación de residuos gomosos, no permitir la formación de lodos, mantener limpias las piezas del motor, formar una película continua y resistente y permitir la evacuación de calor.

El aceite lubricante tanto para usos en automóviles e industrias, está compuesto en general (excepto aceites sintéticos) por una base orgánica y aditivos, estos últimos utilizados para aumentar su rendimiento, eficiencia y vida útil. Son sustancias derivadas del petróleo, los cuales son en su mayor parte aceites minerales. El componente principal de estos aceites son las *bases lubricantes* formadas por mezclas de hidrocarburos (parafínicos, aromáticos y nafténicos), a las que se adicionan entre 1% y 30% de aditivos para mejorar sus prestaciones.

Durante su uso los aceites lubricantes se deterioran por degradación de los aditivos y por la incorporación de sustancias contaminantes como restos de

gasolina, partículas carbonosas, polvo, partículas metálicas, etc. Como consecuencia de esto, los aceites usados están constituidos por una mezcla muy compleja de diferentes productos, muchos de ellos altamente contaminantes.

El destino final de los aceites usados depende de su composición química. La regeneración del aceite o su utilización como combustible sólo están legalmente autorizadas en base a su contenido de componentes. En caso de que sus componentes químicos superen los parámetros establecidos por la API, es necesario proceder a su destrucción por incineración.

El aceite recuperado se debe emplear para condiciones de servicio menos críticas que aquellas en las que estaba sometido inicialmente. Estos son manejados en tres formas principales: *re-refinadas (regeneración) en bases lubricantes para su posterior uso, destiladas a combustible diesel y comercializadas como combustible sin tratar.*

Antes de decidir cual método se usará en la recuperación de un aceite usado es necesario conocer la composición química de dicho aceite (cuanto menor sea la calidad del aceite base en el aceite usado, mayor será el precio y dificultad de su tratamiento), ya que el método de recuperación a elegir está íntimamente ligado a la composición química de un aceite usado, en algunos casos el factor decisivo es la disposición de infraestructuras adecuadas [6].



También vale decir que la combustión de los aceites usados genera en promedio 150 y 5 veces más contaminación que el regenerado o el destilado respectivamente [5].

## 5.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

Básicamente, existen dos tipos de tratamientos de los aceites lubricantes:

- Reuso: consiste en el tratamiento destinado a darle uso al producto
- Reciclado: tratamiento destinado a devolver las características originales del producto y mantener lo más alto posible su valor agregado.
- Destrucción: el cual consiste en los métodos para desecharlos sin causar impacto negativo en el ambiente.

Para el caso del **reuso**, podemos encontrar los procesos de:

La *destilación* que es el proceso empleado para producir aceite diesel de alta calidad y un subproducto de flux de asfalto.

La *combustión* consiste en aprovechar el poder energético que tienen los aceites usados para utilizarlos en procesos que lo necesiten, pues el aceite se constituye uno de los residuos con mayor potencial para ser empleado como combustible por su elevada capacidad calorífica.

Para el caso del **reciclado**, podemos encontrar tres procesos particulares: *el reprocesamiento, la recuperación y la regeneración*.

El *reprocesamiento* consiste en la remoción de todas las partículas contaminantes insolubles y productos de la oxidación que se encuentren en el aceite. Los diferentes procesos por los que se puede realizar esto son: Tratamiento térmico, filtrado, sedimentación, decantación, deshidratación, centrifugación, etc. En esta etapa del proceso, ya el aceite reprocesado presenta características similares o equivalentes al original, y se puede utilizar para mezclas con o sin el agregado de aditivos.

La *recuperación* consiste en la separación de los elementos sólidos y del agua, del aceite usado. Los diferentes procesos por los que se puede realizar esto son: calentamiento, filtración, deshidratación y centrifugación. Tras este proceso el aceite es de menor calidad ya que el proceso en general no elimina metales pesados, aditivos, PCB.

La *regeneración* consiste en la remoción de contaminantes (metales pesados) productos de la oxidación y de aditivos. Los diferentes procesos con los que se puede lograr esto es a través del re-refinado (por medio de la pre-destilación, el tratamiento ácido, extracción con solventes, des-asfaltado, deshidratación). El aceite regenerado es un producto de alta calidad, similar al original, el cual puede utilizarse como aceite base para nuevos lubricantes.

Un último proceso para los aceites usados comprende la destrucción térmica. Esta solución se usa cuando no es posible ni la regeneración, ni la combustión de los aceites usados, debido a la presencia de contaminantes tóxicos en el aceite usado. La estabilidad de estos compuestos y la dificultad de su eliminación hacen inviable otros procedimientos. Si la presencia de PCBs en el aceite es en concentraciones superiores a 50ppm entonces ese aceite se debe eliminar por éste método [5].

### 5.3 TECNOLOGÍAS DISPONIBLES:

Para nuestro trabajo, el proceso a utilizar será el de regeneración. Para la regeneración se han desarrollado diferentes métodos, los cuales mostramos a continuación (esta imagen se muestra al final como anexo, para que sea legible):

**Tabla 2. Procesos de regeneración de aceites. Fuente propia**

PROCESO	CARACTERÍSTICAS	OBSERVACIONES	RESULTADO	RENDIMIENTO GLOBAL
<i>Proceso convencional Ácido-Arcilla</i>	Evaporación y tratamiento con ácido sulfúrico, filtración con arcilla y cal		Base lubricante	70%
<i>Proceso Meinken *</i>	Deshidratación, Termo cracking, tratamiento ácido, filtro-neutralización	Proceso mas difundido mundialmente por su versatilidad y eficiencia	Base lubricante de alta calidad y residuos para usar como combustible	70% (+ 12% de subproducto)
<i>Proceso selecto propano ácido-arcilla</i>	Proceso ácido-arcilla con nuevas unidades agregadas	Modificación del proceso convencional	Base lubricante de alta calidad y residuos para usar como combustible	79% (+ 6% de subproductos)
<i>Proceso selecto propano hidroterminado</i>	Pretratamiento, destilación, hidrotatamiento, destilación, filtración		Base lubricante de alta calidad y residuos para usar como combustible	83% (+ 12% de subproductos)
<i>Proceso K.T.I.</i>	Pretratamiento, destilación, hidroterminado	Torre de destilación tiene un diseño especial	Base lubricante y residuos para usar como combustible	89% (+6% subproductos)
<i>Proceso Berk</i>	Deshidratación, precipitación, hidrotatamiento	El hidrotatamiento es un proceso complejo y costoso	Base lubricante	95%
<i>Proceso PROP</i>	Preproceso con fosfato, tratamiento térmico, tratamiento con níquel-molibdeno, limpieza	No produce contaminación No requiere destilación al vacío No cambia la estructura del aceite	Base lubricante	
<i>Extracción por solvente</i>	Mezclado del aceite con solvente, sedimentación, agitado, lavado, sedimentación y homeado	Proceso más económico y eficiente Reemplaza el de ácido-arcilla Es necesario desarrollar el solvente	Base lubricante	Depende de los lodos húmedos generados

Haciendo un análisis con estos datos, hemos optado por realizar el proceso de Meinken [5].

Las razones por las que hemos decidido utilizar este método radican en sus múltiples ventajas que ofrece. En resumen, estas ventajas se refieren a que este proceso es el proceso más difundido a nivel mundial para los procesos regeneración de aceites, debido a que presenta alta versatilidad (es posible procesar diferentes tipos de aceite) y por la eficiencia del proceso. Su resultado es una base lubricante de alta calidad y parte de los residuos generados son igualmente comercializables [5].

#### 5.4 CARACTERÍSTICAS, MATERIA PRIMA Y OBTENCIÓN

Los aceites lubricantes en general (salvo los sintéticos), son mezclas de aceites básicos parafínicos y aditivos. Los aceites básicos parafínicos son, por decirlo de alguna manera, las bases para la manufactura de los aceites lubricantes automotrices. Cabe destacar que la elaboración de los aceites básicos parafínicos no es una cosa sencilla, se tienen que obtener productos de alta calidad, que posteriormente mezclados entre sí y con aditivos, permitan obtener lubricantes de muy alta calidad.

De forma breve, los crudos se clasifican en parafínicos y nafténicos, con base en la familia de hidrocarburos que predomina en su composición. Para la producción de aceites básicos se emplean los crudos de base parafínica.

Ahora, de manera general, los aceites lubricantes automotrices, dependiendo del uso que se les dé (motor a diesel o gasolina, transmisión manual o automática, sistema de la dirección, etc.), así como la viscosidad que se requiere y las especificaciones que deban cumplir, se mezclan con dos o más aceites básicos y diferentes aditivos que le imparten o mejoran algunas propiedades.

Es conveniente hacer la aclaración, que cuando hablamos de aditivos que se utilizan en la formulación de aceites lubricantes, estamos hablando de productos que se obtienen mediante la utilización de una química avanzada, de años de estudio, pruebas de campo y desarrollo tecnológicos, que de acuerdo al avance de la industria automotriz, permiten utilizarlos en formulaciones que cumplen los últimos requerimientos de lubricación solicitados por los fabricantes de vehículos en el ámbito mundial. Por consiguiente, al momento de usar un aceite de alta calidad en el motor de un vehículo, no es necesario agregarle nada adicional (productos aftermarket, agregados o aditivos), ya que éste no lo requiere.

Los aditivos utilizados para la formulación de aceites lubricantes automotrices son:

***Antidesgaste:*** La finalidad de cualquier lubricante es evitar la fricción entre dos superficies en contacto y que están en movimiento, este aditivo permanece

pegado a la superficie de las partes en movimiento, formando una película de aceite, que evita el desgaste entre ambas superficies.

**Modificadores de fricción:** Estos permiten que las partes en movimiento se deslicen más rápidamente, permitiendo menos fricción, y en consecuencia importantes ahorros de consumo de combustible.

**Detergentes:** Como su nombre lo indica, su función es lavar las partes interiores en el motor, que se ensucian por las partículas de polvo, tierra, etc., que entran al motor.

**Dispersantes:** Este aditivo pone en suspensión las partículas que el aditivo detergente lavó y las disipa en millones de partes.

En forma resumida podemos decir que la función de los aceites es: lubricar, enfriar, sellar y lavar. Un buen aceite además de lubricar debe actuar como enfriador, disminuyendo la alta temperatura del motor. Por otra parte debe de actuar como sello para impedir fugas, y actuar como detergente, para mantener limpio el motor, ayudado por otro aditivo que permita mantener en suspensión y dispersar las partículas contaminantes acumuladas, tales como el polvo y la tierra.

Ya por último, vale decir que para tener la seguridad de que el aceite

cumple con los requerimientos, hay que remitirse a la licencia del **INSTITUTO AMERICANO DEL PETRÓLEO, (A.P.I.).** Por

consiguiente, en nuestro proceso, debemos apegarnos a ella.



**Ilustración 4.**  
Licencia API

## 5.5 CONDICIONES DEL PROYECTO

Para la realización del proyecto, se tomaron las siguientes consideraciones:

- De las diferentes alternativas para elegir, se realizará el proceso de reciclaje de aceite por regeneración, con el fin de mantener lo más cercano posible el valor agregado inicial de los aceites lubricantes.
- El uso del aceite reciclado como producto alternativo es válido si se efectúan los tratamientos necesarios para desclasificarlo como residuo peligroso.
- Las otras alternativas no tienen garantía de servir de sustituto ni cuentan con la seguridad ambiental de funcionar

## 5.6 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

Los aceites recolectados llegan a la planta de pre-procesamiento en camiones de capacidad de carga variable. En la entrada de la planta, se pesan en una báscula electrónica que previa identificación del camión, autoriza el paso, al tiempo que se registra el peso neto de manera que se pueda disponer de esa información estadística que permita la posterior facturación y control. A estos aceites recibidos, se les toma una muestra y se llevan al laboratorio con el fin de analizar su composición y poderlos clasificar por su uso, ya sea como aceite regenerable

(utilizable como aceite base), aceite para uso alternativo (aceite apto como combustible alternativo) o desecho (destinado a incineración).

Una vez analizados, los aceites se llevan a bodegas en donde son descargados y depositados en el interior de un tanque de almacenamiento de aceites según su clasificación.

Cada tanque de almacenamiento tiene un volumen fijo, el cual se mantiene en constante depresión, debido a que el aire se aspira de él, de esta forma se asegura que ninguna clase de malos olores o líquidos se escape a la atmósfera.

Los aceites aptos para regenerarse, van a dar a la primera etapa de procesamiento, la planta de extracción y segregación de aceite y de partículas sólidas, la cual se encuentra unida con el tanque a través de una tubería de acero para conducción de aceite. El control de la carga del tanque y de los niveles de la planta de filtración, se realizará mediante un monitor que permanentemente monitoreará estos datos.

Una vez los líquidos se encuentren en esta planta, por gravedad, alimentarán la máquina filtradora, a través de un alimentador de velocidad regulable. Ya en el interior, y en la parte baja, el aceite es destilado y listo para almacenar. Al finalizar esta etapa nuevamente se toma una muestra del aceite y se analiza en el laboratorio con el fin de evaluar la calidad del aceite. En este punto, el aceite puede tomar dos rutas: 1. Concluir su procesamiento; 2. Iniciar el proceso de

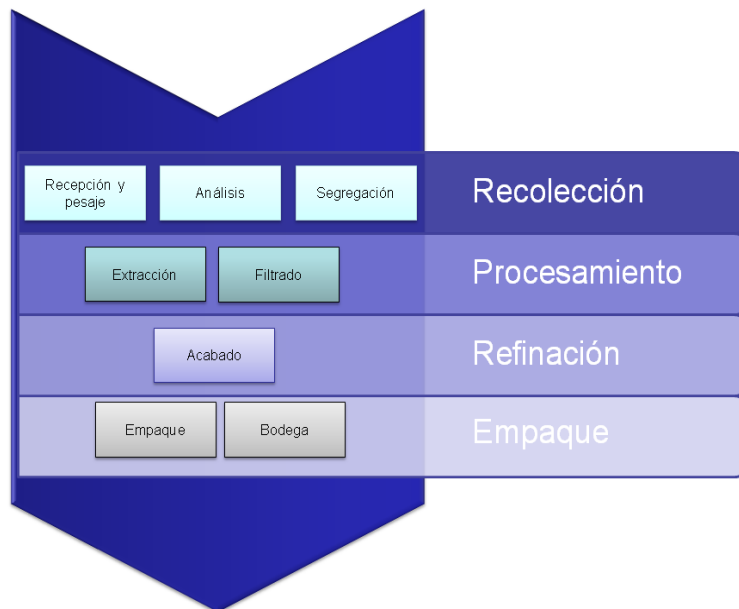


refinación; todo esto dependiendo de las propiedades posteriores al procesamiento.

El aceite que es apto para refinar se lleva a la planta de refinación. Aquí pasa por un proceso de destilación y luego pasa a un silo con hélices rotativas y en este se le agregan los aditivos necesarios que le darán las propiedades requeridas al aceite.

Tras el procesamiento y la refinación, el aceite pasa a la etapa final, donde se pesa y se envasa, y luego se almacena para su posterior despacho.

A continuación se muestra una imagen esquemática del flujo por etapas del proceso:



**Ilustración 5. Diagrama por etapas del proceso**

## 5.7 ORGANIZACIÓN DE LA OPERACIÓN

La operación de la planta básicamente estará relegada a su capacidad de producción, la cual estará en capacidad de operar en un horario ordinario de trabajo de 24 horas al día. El nivel de calidad del producto terminado estará determinado según requerimientos del mercado.

La mano de obra utilizada para la construcción, montaje, puesta en marcha y operación de la planta existe en la zona y su contratación no debería ser una dificultad.

Por otra parte, de acuerdo a la capacidad de la planta y al esquema de operación, el personal requerido para el funcionamiento de la planta es el siguiente:

**Tabla 3. Organización durante la operación. Fuente propia**

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANT</i>
Jefe de planta	1
Jefe de producción	1
Jefe de mantenimiento	1
Jefe de laboratorio	1
Mano de obra calificada (técnicos y laboratoristas)	9
Mano de obra semi-calificada	11
Mano de obra no calificada	10
Secretaria	1
Otros (ayudantes, jardineros, guardias)	7
<b>TOTAL</b>	<b>42</b>

## 5.8 PROGRAMA DE PRODUCCIÓN PROPUESTO

De acuerdo a lo indicado en el estudio de mercado, se producirán las siguientes cantidades anuales de aceite:

**Tabla 4. Programa de producción**

<b>Año</b>	<b>Fracción de capacidad instalada</b>	<b>Producción (Ton/año)</b>
1	0,1250	33.200
2	0,2500	38.180
3	0,3750	43.907
4	0,5000	50.493
5	0,6250	58.067
6	0,7500	66.777
7	0,8750	76.793
8	1,0000	88.000
9	1,0000	88.000
10	1,0000	88.000

## 5.9 PRECIOS DE ENERGÍA Y SUMINISTROS

Los precios considerados son los vigentes a la fecha de elaboración del presente informe (Marzo-2009) y se supone no tendrán variación durante la vida útil del proyecto.

## 5.10 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

La distribución de espacios del área industrial de la planta se ha efectuado según el proceso y siguiendo el desarrollo del mismo.

La distribución se ha hecho teniendo en cuenta que cada etapa del proceso este cerca de su antecesora y de su predecesora. Esto con el fin de evitar la pérdida de las características del aceite en el transporte de una planta a la otra. Igualmente, se han ubicado cerca de todo el proceso el centro de almacenamiento y acopio, ya que se tendrán almacenes de producto en proceso. También se ha dispuesto de un laboratorio con el fin de tomar muestras del periódicas del proceso y poderlas analizar en el momento oportuno.

Se presenta el layout de planta confeccionado a partir de los datos y equipos a utilizar.



**Ilustración 6. Distribución de la planta**

### 5.11 TAMAÑO DE LA PLANTA Y CAPACIDAD INSTALADA

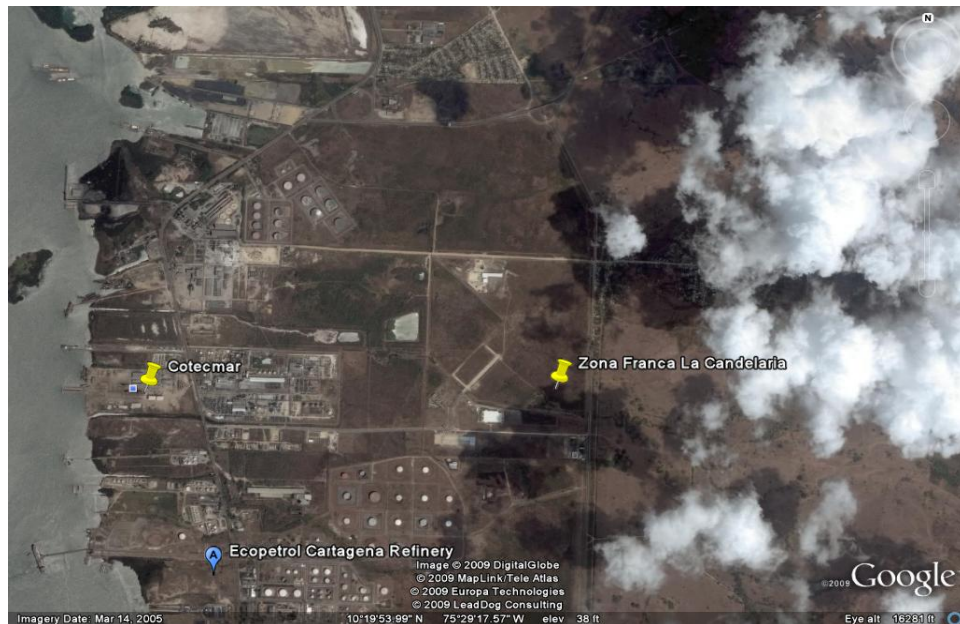
En base a los datos estadísticos analizados, se estima que una capacidad instalada de 80.000 galones anuales es la más adecuada.

Esta capacidad instalada supone la utilización de prácticamente el 100% del tiempo disponible, es decir, un trabajo en forma continuada durante el año.

Sin embargo, iniciar con esta capacidad no sería lo más rentable debido a que implica una inversión mayor, razón por la cual se ha planeado un crecimiento por fases, donde cada vez se irá aumentando la capacidad de la planta hasta llegar a esta capacidad.

## 5.12 LOCALIZACIÓN

Aunque se presentan muchas opciones de donde instalar la planta (Mamonal, Parque Industrial Carlos Vélez Pombo, Parque Industrial Bayunca, Parque Industrial TLC de las Américas, Sector Variante,..), se persigue la posibilidad de instalar la planta en la zona de Membrillal, básicamente por ser el centro físico más próximo a la materia prima principal, además de su cercanía al más importante sector industrial y por sus buenas vías de comunicación con Cartagena y Turbaco. Igualmente es uno de los lugares donde se empiezan a asentar nuevos parques y nuevas actividades industriales. Otro punto a favor es la cercanía a los puertos de la ciudad.



**Ilustración 7. Localización**

La localización del terreno ha de cumplir requisitos tanto técnicos como legales. Los requisitos técnicos están asociados a las especificaciones del terreno, acorde a lo que se va construir. Los requisitos legales están referidos a todo el trámite para que la propiedad quede perfectamente inscrita.

Necesidades técnicas:

- Cercanía a las principales rutas de acceso y salida
- Fácil transporte para el personal de la industria
- Necesidad de mapas subterráneos para la construcción de tanques profundos
- Cercanía a sistemas de servicio público

### 5.13 FICHA TÉCNICA DE LA PLANTA

Resumiendo las necesidades, la localización anteriormente planteada, la capacidad y la distribución, resumimos que las características técnicas que tendrá la planta es:

**Tabla 5. Ficha técnica de la planta. Fuente propia**

<i>Localización</i>	<i>Membrillar</i>
<i>Área edificada</i>	<i>1.5 hectareas</i>
<i>Capacidad de producción</i>	<i>7900 Gal/Mes</i>
<i>Número de plantas</i>	<i>1</i>
<i>Horas de trabajo diario</i>	<i>24 Hr</i>

### 5.14 CRONOGRAMA

El proyecto tendrá una duración estimada de dos años, en los cuales se incluyen la instalación y el montaje de la planta (adecuación de la infraestructura física, sistemas eléctricos, hidráulicos, tanques de almacenamiento, bodegas, oficinas).

Ver Anexo **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**: Cronograma.

### 5.15 ORGANISMOS DE CONTROL Y LEGISLACIÓN

Algunas consideraciones sobre la problemática que se presenta es:

- Ya se ha implementado una legislación específica y un control oficial efectivo sobre el manejo del residuo a nivel nacional (Ver [10]).



- El registro de control ambiental, se realiza mediante declaraciones juradas. Se requeriría de inspecciones y verificaciones periódicas.
- Las verificaciones deben realizarse sobre todo el sistema y no sobre componentes del mismo.

Para el correcto seguimiento de la operación y para cumplimiento legal exigido por ordenamiento local y nacional, contamos con los siguientes organismos de regulación:

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial / EPA - Establecimiento Público Ambiental: Organismos referente en los temas de impacto ambiental en el entorno causado por la operación. Establecimiento de la línea base ambiental.
- Alcaldía Mayor de Cartagena: Organismo referente en los temas de impacto social y económico causados en el entorno por la operación.
- Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente Barranquilla: entidad referente y de control, con información sobre la normatividad en los procesos de tratamiento y disposición de aceites usados.
- Fondo de aceites usados: entidad referente, regulatoria y de control, acerca de los temas de disposición final de residuos de aceites usados

## 5.16 ANÁLISIS DE LAS REALES POSIBILIDADES DE PONER EN PRÁCTICA LA IDEA

Tendiendo en cuenta la tecnología, la ubicación, la capacidad, la materia prima y la normativa vigente anteriormente expuestas, podemos concluir lo siguiente:

- La tecnología requerida para la instalación de una planta de esta naturaleza es conocida y existen estudios que indican que es totalmente factible llevar a cabo el proceso (Ver [1], [2], [5]).
- El proceso está basado en otros de similares características, cuyos equipos son de tecnología conocida y de simple instalación.

Esto significa que la planta a instalar se hará sobre la base de tecnología confiable.

Por otra parte, como mencionábamos, la mano de obra a utilizar existe en la zona y su contratación no debe ser una dificultad.

Geográficamente también se cuenta con espacios y terrenos aptos para la instalación de la planta, que cumplen con las necesidades técnicas y legales de ubicación y de acceso al sitio.

Todo lo anterior nos sirve para decidir que técnicamente, la realización del proyecto es viable<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Vale decir que por ser una etapa de prefactibilidad, se debe tener en consideración la necesidad de estudios adicionales.

## 6. ESTUDIO FINANCIERO

### 6.1 INVERSIÓN OPERATIVA

Tabla 6. Inversión Preoperativa. Fuente propia

INVERSION PREOPERATIVA	VALOR
<b>INVERSION FIJA</b>	
Maquinaria y Equipo	\$ 1.000.000.000,00
Fletes y Gastos Nacionalizacion	\$ 250.000.000,00
Muebles y equipo	\$ 20.000.000,00
<b>TOTAL INVERSION FIJA</b>	<b>\$ 1.270.000.000,00</b>
<b>INVERSION INTANGIBLE</b>	
Arriendo Preoperativo	\$ 12.000.000,00
Adecuaciones Varias	\$ 15.000.000,00
Obra Civil	\$ 20.000.000,00
Obras Metalmeccanicas	\$ 200.000.000,00
Obras Electricos	\$ 50.000.000,00
Mano Obra Propia con Parafiscales	\$ 189.000.000,00
Mano Obra Contratada	\$ 250.000.000,00
Mantenimiento de equipos	\$ 100.000.000,00
Costos Seguros	\$ 50.000.000,00
Licencias	\$ 100.000.000,00
Imprevistos	\$ 69.020.000,00
<b>TOTAL INVERSIÓN INTANGIBLE</b>	<b>\$ 1.055.020.000,00</b>
<b>CAPITAL DE TRABAJO</b>	
WACC	\$ 125.428.602,92
<b>TOTAL CAPITAL DE TRABAJO</b>	<b>\$ 125.428.602,92</b>
<b>TOTAL INVERSION PRE-OP</b>	<b>\$ 2.450.448.602,92</b>

**Maquinaria y equipos:** Se refiere a la inversión necesaria requerida para obtener los equipos adecuados para el procesamiento de la materia prima.

**Fletes y Gastos de Nacionalización:** Se refiere a la tasa arancelaria requerida para importación de equipos pagable a la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales. DIAN.

**Muebles y Equipos:** Se refiere al requerimiento de mobiliarios para la etapa preoperativa del proyecto con una duración estimada de 6 meses.

**Arriendo Preoperativo:** Se refiere al arriendo pagable mientras se realiza la instalación de los equipos en el predio, tiene una duración de 6 meses.

**Adecuaciones Varias:** Referido a las adecuaciones de terreno necesarias, ampliada en el presupuestos de obra.

**Obras Civiles, Metalmecánica y Eléctricas:** Se refiere a las obras necesarias para la instalación de maquinarias y afines requeridas en el proyecto.

**Capital de Trabajo:** Se refiere al monto necesario para garantizar la sostenibilidad de la planta durante la etapa operativa hasta cuando empiece a generar utilidades.

## 6.2 FINANCIACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se financiará como se relaciona en la siguiente tabla:

**Tabla 7. Financiación del proyecto. Fuente propia**

FINANCIACION	MONTO	INTERES	PART.	AÑOS
BANCOLOMBIA	\$ 1.470.269.161,75	26,40%	60%	10
SOCIOS	\$ 980.179.441,17	33,00%	40%	10
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2.450.448.602,92</b>		<b>100%</b>	

La tasa de interés que ofrece el banco corresponde al 26.40% y la tasa de interés del inversionista se sitúa siete puntos por encima del la renta del crédito bancario. Lo anterior debido a que se hace una simulación real de la condiciones de financiamiento en el. Mercado. La participación del crédito bancario es del 60% con el objetivo de reducir los pagos mensuales o anuales que dejarían sin efectivo al negocio, ya que al inversionista se le realizan pagos anuales correspondientes a dividendos o este los reinvierte en el negocio.

### 6.3 CÁLCULO DEL WACC

**Tabla 8. Calculo del WACC. Fuente propia**

DESCRIPCION	VALOR	UND
Inversión inicial Total	\$ 2.450.448.602,92	
Financiación de terceros	\$ 1.470.269.161,75	
Tasa de financiación de terceros	26,40%	EA
Financiación propia	\$ 980.179.441,17	
Rentabilidad esperada	33,40%	EA
<b>WACC</b>	<b>29,20%</b>	<b>EA</b>

## 6.4 TABLA DE AMORTIZACIÓN DE CRÉDITOS

A continuación se relacionan las modalidades de pago del crédito financiado en bancos en forma anual y mensual al la tasa señalada, este dato será utilizado en cada flujo de caja a nivel de obligaciones bancarias.

**Tabla 9. Datos de financiación. Fuente propia**

MONTO	\$ 1.470.269.161,75	PERIODICIDAD
TASA	26,40%	ANUAL
PLAZO TOTAL	10	AÑOS
PERIODO	360	DIAS
CUOTAS	\$ 147.026.916,18	

**Tabla 10. Distribución del crédito. Fuente propia**

N°	SALDO CAPITAL	SALDO FINAL CAPITAL	ABONO CAPITAL	INTERESES CORRIENTES	CUOTA ANUAL	CUOTA MENSUAL
0	\$ 1.470.269.161,75					
1	\$ 1.470.269.161,75	\$ 1.323.242.245,58	\$ 147.026.916,18	\$ 388.151.058,70	\$ 535.177.974,88	\$ 12.252.243,01
2	\$ 1.323.242.245,58	\$ 1.176.215.329,40	\$ 147.026.916,18	\$ 349.335.952,83	\$ 496.362.869,01	\$ 12.252.243,01
3	\$ 1.176.215.329,40	\$ 1.029.188.413,23	\$ 147.026.916,18	\$ 310.520.846,96	\$ 457.547.763,14	\$ 12.252.243,01
4	\$ 1.029.188.413,23	\$ 882.161.497,05	\$ 147.026.916,18	\$ 271.705.741,09	\$ 418.732.657,27	\$ 12.252.243,01
5	\$ 882.161.497,05	\$ 735.134.580,88	\$ 147.026.916,18	\$ 232.890.635,22	\$ 379.917.551,40	\$ 12.252.243,01
6	\$ 735.134.580,88	\$ 588.107.664,70	\$ 147.026.916,18	\$ 194.075.529,35	\$ 341.102.445,53	\$ 12.252.243,01
7	\$ 588.107.664,70	\$ 441.080.748,53	\$ 147.026.916,18	\$ 155.260.423,48	\$ 302.287.339,66	\$ 12.252.243,01
8	\$ 441.080.748,53	\$ 294.053.832,35	\$ 147.026.916,18	\$ 116.445.317,61	\$ 263.472.233,79	\$ 12.252.243,01
9	\$ 294.053.832,35	\$ 147.026.916,18	\$ 147.026.916,18	\$ 77.630.211,74	\$ 224.657.127,92	\$ 12.252.243,01
10	\$ 147.026.916,18	\$ -	\$ 147.026.916,18	\$ 38.815.105,87	\$ 185.842.022,05	\$ 12.252.243,01

## 6.5 DATOS INICIALES DE EVALUACIÓN

Las variables requeridas para la evaluación financiera y que se tendrán como parámetros para la evaluación son:

Tabla 11. Variables financieras. Fuente propia

DATOS INICIALES DE ENTRADA		
DESCRIPCION	VALOR	UND
Numero de Unidades a Procesar Año 1	VARIABLE	GAL
Numero de Unidades a Vender Año 1	VARIABLE	GAL
Incremento del No de Unidades	15%	
Eficiencia de la planta de proceso	VARIABLE	
Precio de Venta (Año 0)	VARIABLE	COP
Incremento en el Precio de Venta	12%	
Costos Fijos Anuales (Año 0)	\$ 623.500.000	COP
Incremento de los costos Fijos	12%	
Costos Variables Unitarios (Año 0)	\$ 47.040.000	COP
Incremento de los Costos Variables	10%	COP
Periodo Evaluacion (Años)	10	AÑOS
Tasa de Impuestos	33%	
Tasa de Interes de Oportunidad	29%	
<b>Inversiones</b>		
Terrenos		NA
Obras Fisicas	\$ 297.000.000	COP
Maquinarias	\$ 1.250.000.000	COP
Muebles	\$ 20.000.000	COP
Vehiculos		
Capital de Trabajo	\$ 104.648.594	COP
Gastos de Puesta en Marcha		
Otras Inversiones	\$ 758.020.000	COP
Total Inversiones	\$ 2.429.668.594	COP
<b>Información Complementaria</b>		
Vida Util de la Maquinaria (Años)	10	AÑOS
Valor Venta OF, Maquinas y Muebles Año 10	50%	
Credito	60%	
Tasa de Interes Prestamo	26,40%	
Inflacion Promedio Esperada	6%	
Tasa de Interes Prestamo	13,25%	
Tasa de Reinversión	14%	



## 6.6 MODELO DE OPERACIÓN 1

A continuación se relacionan los parámetros de entrada para el análisis del modelo de operación 1, los detalles del flujo de caja y resultados obtenidos se detalla en el anexo 1:

<i>Total unidades en mercado:</i>	80.000. GAL
<i>Total a procesar:</i>	60.000. GAL
<i>Total unidades a vender año 1:</i>	36.000 GAL
<i>Precio de venta año 1:</i>	COP 35.000

## 6.7 MODELO DE OPERACIÓN 2

A continuación se relacionan los parámetros de entrada para el análisis del modelo de operación 2, los detalles del flujo de caja y resultados obtenidos se detalla en el anexo 2:

<i>Total unidades en mercado:</i>	80.000. GAL
<i>Total a procesar:</i>	50.000. GAL
<i>Total unidades a vender año 1:</i>	35.000 GAL
<i>Precio de venta año 1:</i>	COP 33.000

### 6.8 MODELO DE OPERACIÓN 3

A continuación se relacionan los parámetros de entrada para el análisis del modelo de operación 3, los detalles del flujo de caja y resultados obtenidos se detalla en el anexo 3:

<i>Total unidades en mercado:</i>	80.000. GAL
<i>Total a procesar:</i>	46.000. GAL
<i>Total unidades a vender año 1:</i>	32.200 GAL
<i>Precio de venta año 1:</i>	COP 33.200

## 6.9 ANÁLISIS DEL RIESGO DE LOS MODELOS

### 6.9.1 Escenario 1: Modelo Optimista (ver anexo1)

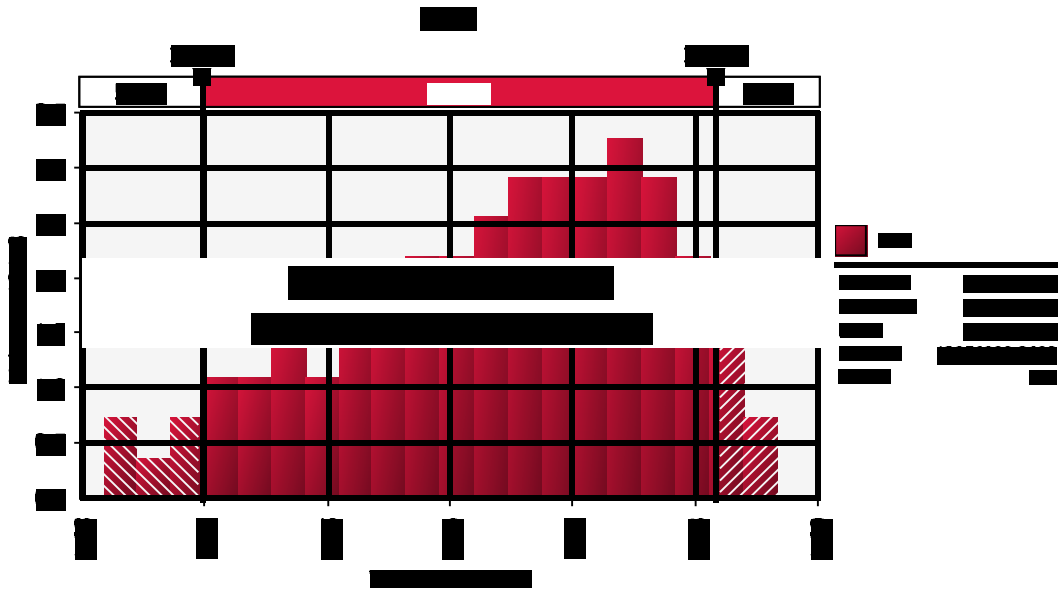


Ilustración 8. Distribución de probabilidad modelo optimista

<i>Probabilidad de ocurrencia de VPN &gt; 0:</i>	100%
<i>VPN Mínimo probable:</i>	COP 1,63 BILLONES
<i>VPN Máximo probable:</i>	COP 1,68 BILLONES

#### **Análisis**

El escenario número 1 plantea un escenario demasiado optimista pues su probabilidad de ocurrencia de VPN > 0 es del 100%, lo cual se refleja en un margen muy alejado del punto de origen en donde hay probabilidad de ocurrencia de VPN negativo. Con base en esto, definimos que este

escenario sirve de referencia para plantear el escenario óptimo, el cual denominamos en este análisis *el punto ideal de equilibrio*.

### 6.9.2 Escenario 2: Modelo Normal (ver anexo 2)

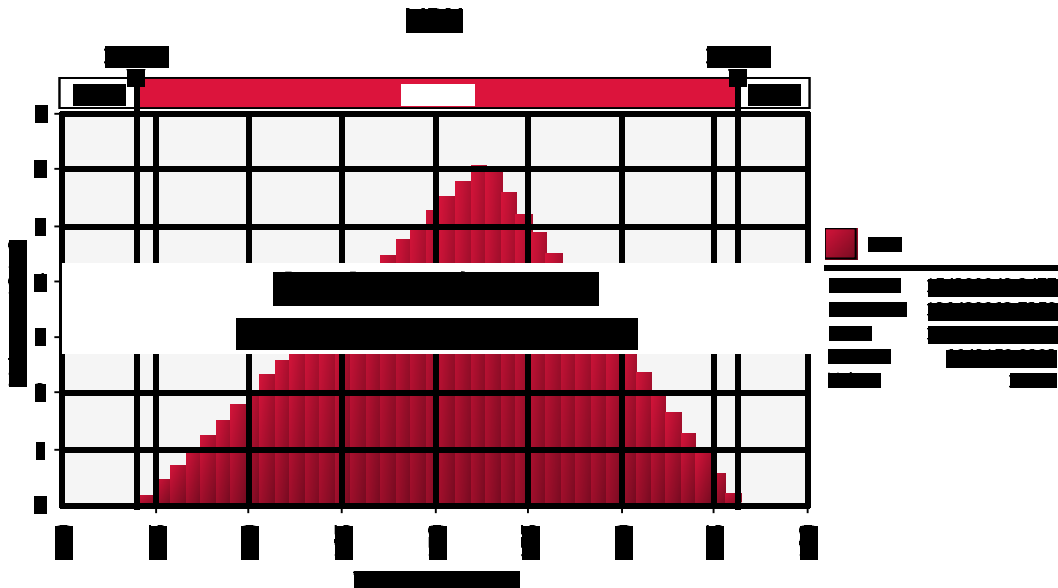


Ilustración 9. Distribución de probabilidad modelo normal

<i>Probabilidad de ocurrencia de VPN &gt; 0:</i>	100%
<i>VPN Mínimo probable:</i>	COP 154,2 MILLONES
<i>VPN Máximo probable:</i>	COP 186,4 MILLONES

### **Análisis**

El escenario numero dos no refleja la realidad del mundo de los negocios el cual debe contemplar una probabilidad de ocurrencia de VPN negativo.

### 6.9.3 Escenario 3: Modelo Pesimista (Ver anexo 3)

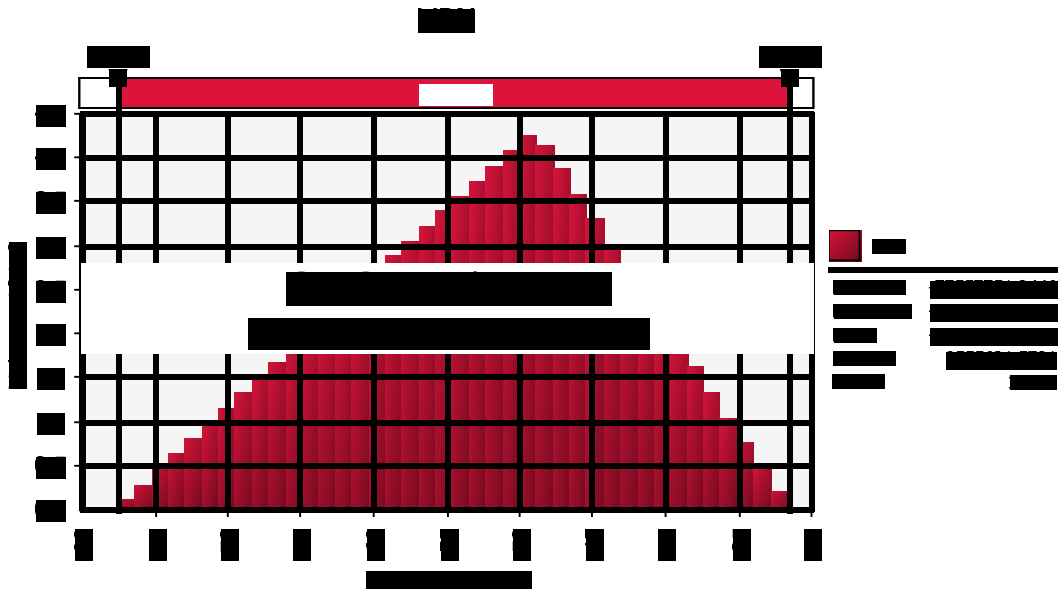


Ilustración 10. Distribución de probabilidad modelo pesimista

<i>Probabilidad de ocurrencia de VPN &gt; 0:</i>	0%
<i>Probabilidad de ocurrencia de VPN &lt; 0:</i>	100%
<i>VPN Mínimo probable:</i>	COP -77,5 MILLONES
<i>VPN Máximo probable:</i>	COP -31,6 MILLONES

## 6.10 PUNTO DE EQUILIBRIO VPN = 0

Teniendo en cuenta el punto de indiferencia VPN=0, se realiza el cálculo de los valores necesario para que se produzca la situación planteada, para lo cual se obtienen los siguientes datos (Ver anexo 4)

*Unidades mínimas de venta:* 31.333 GAL

*Precio mínimo de venta:* COP 29.761,00

Se realiza la simulación en el software para determinar la probabilidad de ocurrencia de VPN positivo a partir de estos datos, encontrándose la siguiente distribución:

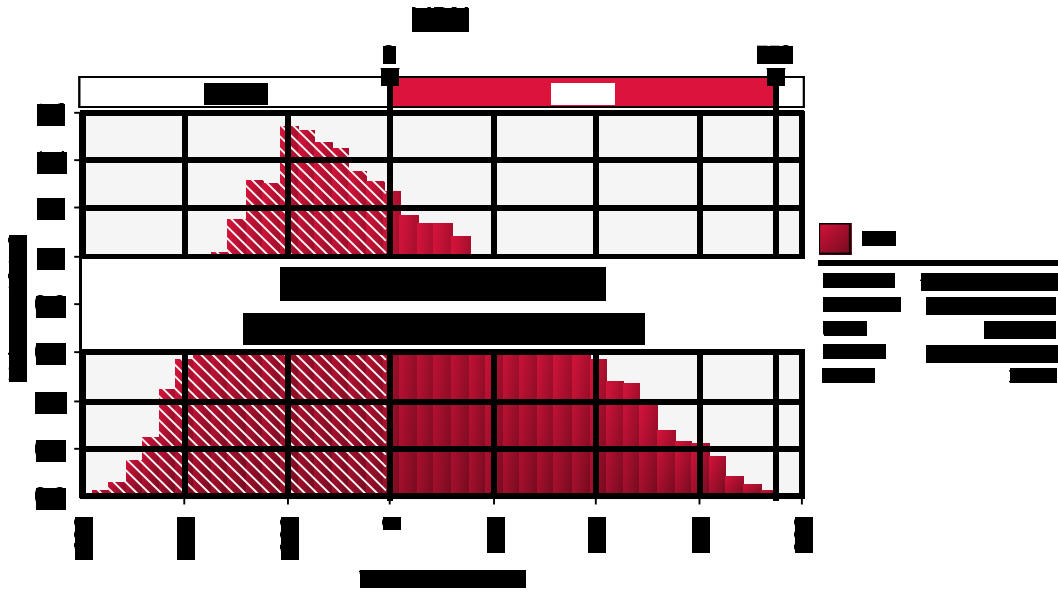


Ilustración 11. Distribución de probabilidad Punto de equilibrio

*Probabilidad de ocurrencia de VPN > 0:* 45,7%

*Probabilidad de ocurrencia de VPN < 0:* 54,3%

### ***Análisis***

Los términos planteados contemplan mucho riesgo, el cual se encuentra reflejado en la probabilidad de ocurrencia de VPN negativo 54,3%. Por lo anterior debe determinarse el punto de equilibrio menos riesgoso para el inversionista el cual según parámetros estándares generales exige una probabilidad de ocurrencia de VPN positivo mayor o igual al 90%.

#### 6.11 PUNTO DE EQUILIBRIO PARA MINIMIZAR EL RIESGO

Teniendo en cuenta el análisis planteado anteriormente, se hace necesario determinar los parámetros necesarios para eliminar el riesgo que se manifiesta mediante la probabilidad de ocurrencia de VPN negativo. A continuación se relacionan los parámetros necesarios para la minimizar el riesgo (ver anexo 5):

<i>Unidades mínimas a vender:</i>	31.333 GAL
<i>Precio mínimo:</i>	COP 29.900,00

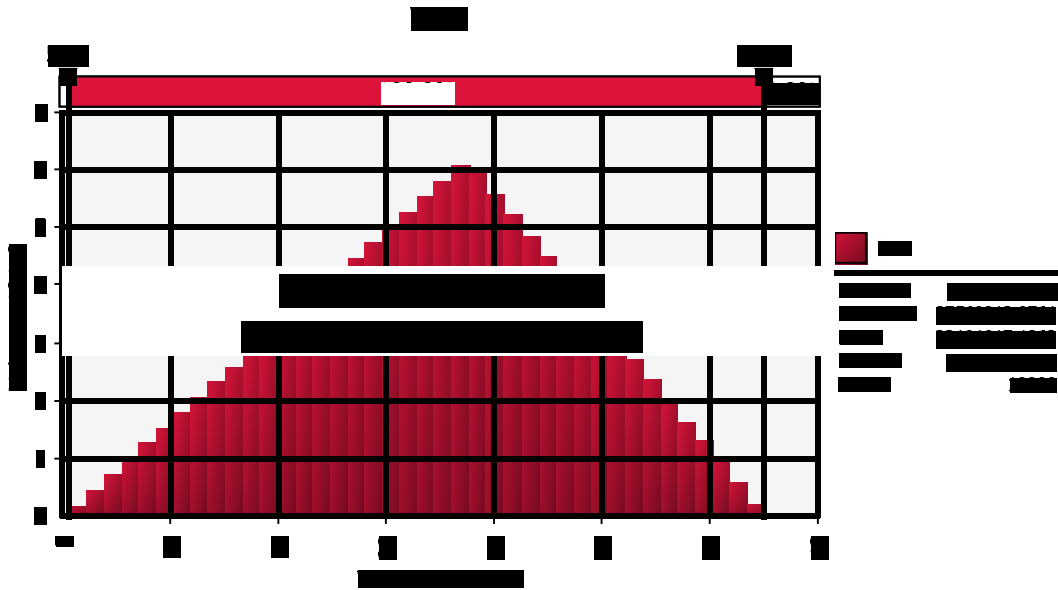


Ilustración 12. Distribución de probabilidad riesgo mínimo

VPN *Mínimo probable*: COP -5,31 MILLONES  
 VPN *Máximo probable*: COP -37,5 MILLONES

**Conclusión**

Es viable desarrollar el proyecto teniendo en cuenta los parámetros mínimos requeridos para minimizar el riesgo, solo de esta manera se pueden fijar los márgenes para la competencia y son las bases para la determinación de modificaciones o adiciones al proyecto. Igualmente el precio de venta es una de las variables críticas, ya que el proyecto es sensible al cambio de este precio, el cual puede ser manejado, teniendo en cuenta los costos de producción y la variabilidad de este respecto a la calidad de las materias primas.



Por último vale decir que esa cantidad mínima de unidades corresponde al 41,78% del total disponible del mercado.

## **7. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL**

Con el objetivo de mitigar y controlar los posibles impactos causados al medio ambiente, a continuación se desglosan las medidas de control para cada proceso de la operación de reciclaje de aceite, detectadas durante la fase de análisis y estudio de impacto ambiental. Las medidas son las siguientes:

### **7.1 ALMACENAJE EN EL CENTRO DE ACOPIO**

El acopiador debe contar con las siguientes condiciones y elementos establecidas por las autoridades ambientales nacionales y locales:

- Centro de acopio: el centro de acopio es el lugar donde se almacenara temporalmente el aceite, de manera segura, ambientalmente adecuado y de fácil acceso al transportador. Deberá estar claramente identificado, debe tener barrera y trampa de grasa, no debe poseer conexión con el alcantarillado y el piso debe ser 100% impermeable.
- Embudo o sistema de transferencia: debe tenerse un sistema de transferencia del aceite usado al carruaje transportador, no puede estar situado por fuera de la barrera de contención.
- Recipientes de recibo: este debe realizarse en tanques de 55 Gal o en su defecto un tanque de recibo primario con drenaje.

- Elementos de Protección Personal: el personal que manipule aceite se le deben suministrar los siguientes elementos de seguridad: overol, botas antideslizantes, guantes tipo Hycron y pantalla facial.
- Material Oleofílico: debe contarse con material para el control de derrames menores como aserrín, compuestos absorbentes, entre otros.
- Extintores: se debe contar con extintores multipropósito de Solcaflan u otro polvo químico seco y estos deben estar situados a lado y lado del área de acopio.

## 7.2 TRANSPORTE DE ACEITE USADO

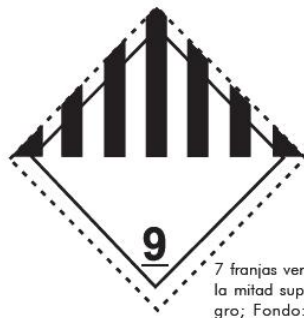
Básicamente son aceptados tres tipos de embalaje para el transporte de aceite usado los cuales se relacionan a continuación:

- Tanques de 55 galones
- Contenedores con capacidad superior a 55 Galones.
- Camiones Cisterna.

Para las anteriores posibilidades es necesario cumplir con las siguientes regulaciones:

- Cada tanque o sistema de almacenamiento debe ser marcado o rotulado con las palabras SUSTANCIA LIQUIDA POTENCIALMENTE PELIGROSA PARA EL MEDIO AMBIENTE N.E.P – CONTIENE ACEITE LUBRICANTE USADO.

- Los contenedores y cisternas de los carro tanques deben tener estampado con el logotipo de la ONU 3082, denotados a continuación:



7 franjas verticales en la mitad superior; negro; Fondo: blanco; cifra "9" subrayada en el ángulo inferior.



Pez y árbol: negro sobre blanco o fondo que ofrezca un contraste adecuado.

Símbolo de sustancias o mercancías que tienen efectos adversos sobre el medio ambiente.



**Ilustración 13. Señalización para transporte de aceites**

Los aceites lubricantes usados deben ser transportados teniendo en cuenta los lineamientos planteados anteriormente, igualmente dando cumplimiento a los reglamentación dispuesta en los decretos 0283 de 1990, 353 de 1991, 1598 de 1998 y el decreto 1609 de 2002.

### 7.3 MANEJO DE ACEITE USADO EN LAS INSTALACIONES DEL TRATADOR

Dentro las condiciones establecidas por el ente gubernamental para el manejo de aceites usados en las instalaciones del tratador, se encuentran:

- Acreditación de producto por parte de un organismo acreditado por la superintendencia de industria y comercio para poder ser utilizado con los siguientes fines:
  - a. Combustible de Uso Industrial.
  - b. Generación de bases lubricantes.
  - c. Recuperación y aprovechamiento para la fabricación de plastificantes, fluidos para temple, inmunización de maderas, y cualquier otro que implique exposición de animales, planta o humanos.
    - Se debe certificar el producto obtenido de a los estándares ASTM que se muestra a continuación:

Tabla 12. Determinación de contaminantes ASTM. Fuente Norma ASTM

Métodos ASTM para Determinación de Contaminantes en Aceites Lubricantes Usados

ASTM	IP	TÍTULO
	120	Lead, copper and zinc in lubricating oils
D 129	61	Sulphur in petroleum products (general bomb method)
D 808		Chlorine in new and used petroleum products (Bomb method)
D 811		Chemical analysis for metals in new and used lubricating oils
D 1317	118	Chlorine in new and used lubricants
EPA	SW846	PCB's (SCREENING)
EPA	8280	PCB's – Confirmación

- Los Tanques de almacenaje de aceite deben ser de una capacidad mínima de 2.000 GAL y deben contar con un dique capaz de contener el volumen total del tanque más el 10% adicional.
- Para todos los procesos de la recuperación del aceite deben seguir los lineamientos establecidos en el Manual Para el manejo de aceite usado el cual se coloca como anexo en el presente estudio.

#### 7.4 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO AMBIENTAL

Analizando los posibles impactos que se pueden generar (ver anexos 11 y 12), detectamos que estos riesgos pueden ser mitigados, controlados y prevenidos

mediante la aplicación de los lineamientos descritos manual técnico para el manejo de aceites (ver [10]) usados desarrollado por el ministerio de ambiente y desarrollo territorial, previsto para áreas rurales y urbanas.

El impacto ambiental causado por la actual disposición de los aceites es mucho mayor que el controlado por el proyecto, por lo cual la viabilidad ambiental del proyecto es positiva.

El proyecto propuesto es un proyecto que con su ejecución contribuirá positivamente al desarrollo sostenible de la comunidad y adicionalmente controlará automáticamente los posibles impactos, ya que sobre las disposiciones actuales no se ejerce ningún control específico y la cobertura de la autoridad ambiental es escasa, a pesar de existir legislación acerca de la disposición de residuos peligrosos.

## **8. PLAN DE GESTIÓN DEL PROYECTO**

Para la correcta implementación y realización del proyecto, a lo largo de la especialización hemos trabajado sobre la documentación requerida para plantear y gestionar el proyecto desde las etapas tempranas de este. Por este motivo, anexo a este trabajo, se han entregado todos los documentos generados en los cuales se muestran las diferentes actividades a realizar.

Los documentos generados son:

- Project Charter
- Work Breakdown Structure (WBS)
- Cronograma de Actividades
- Presupuesto
- Matriz RAM del proyecto
- Identificación de riesgos del proyecto
- Plan de gestión de la Calidad
- Procedimiento de Coordinación del Proyecto
- Formato de contratación



## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Allevato, Hugo. Reuso - Reciclaje de Aceites Lubricantes. Informe. 2001.  
Disponible en: [www.bvsde.paho.org/bvsacd/congreso/animalub.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/congreso/animalub.pdf)
2. Sotelo, J.L. et al. Reciclado químico de plásticos y aceites lubricantes usados mediante catalizadores zeolíticos. Informe. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Químicas. Disponible en:  
[www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?idarticulo=787](http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?idarticulo=787)
3. DESLER S.A. Blending. Archivo Web. Disponible en:  
[www.desleronline.com/html/espanol/residuos\\_peligrosos/blending.html](http://www.desleronline.com/html/espanol/residuos_peligrosos/blending.html)
4. Lama O, Alvaro. Qué es el PCB? Artículo Web. 2005. Disponible en:  
[http://www.fceqyn.unam.edu.ar/icades/index.php?option=com\\_content&task=view&id=189&Itemid=0](http://www.fceqyn.unam.edu.ar/icades/index.php?option=com_content&task=view&id=189&Itemid=0)
5. BUILES, Santiago. Recuperación o reciclado de aceites usados o de motor. Monografía.  
<http://www.scribd.com/doc/261972/Recuperacion-o-reciclado-de-aceites-usados-de-motor>

6. RAMIREZ, Jairo Antonio. Recuperación de aceites lubricantes para automotores a partir de aceites usados y desechados, utilizando procesos físico-químicos. Tesis (Ingeniero químico). Universidad de Antioquia.
7. Benavente R, Gonzalo. 1999. Aceite Lubricante Usado. Bravo Energy Chile S.A. [Boletín N° 2](#).
8. Mueller, 1998. Bases para integrar planes de manejo para aceites usados. Artículo pdf. p 5.
9. Garfias, FJ., y Barajas, L. 1995. Residuos Peligrosos en México. 1 ed. PROFEPA. UNAM. p. 2
10. Minambiente, 2006. Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados. Colombia.
11. Widman, Richard. 2006. La Justificación de la Compra de Aceites Baratos. Boletín informativo. Widman International SLR. Boletín 33. Disponible en: [http://widman.biz/Boletines/2006/Boletin\\_33/boletin\\_33.html](http://widman.biz/Boletines/2006/Boletin_33/boletin_33.html)”
12. Estado y censo parque automotor. Cartagena. Artículo Web. 2006. Disponible en: <http://igomez-caribe.blogspot.com/2006/10/temen-colapso-val-en-cartagena-por-auge.html>
13. Encuesta de transporte Urbano ETUP- DANE-Departamento administrativo nacional de estadísticas- 5 Abril de 2006.

14.Ecopetrol. Ventas de Gasolina regular por departamento. Reporte. 2007.

Disponible en: [http://www.ecopetrol.com.co/documentos/40769\\_SCGMV-ESTDEPARTAMENTO2007.xls](http://www.ecopetrol.com.co/documentos/40769_SCGMV-ESTDEPARTAMENTO2007.xls)

15.Lubricantes Elf. Mantenimiento y Cambios de aceites. Articulo Web.

Disponible en:  
[http://www.elfmoto.es/lub/lubespagne.nsf/VS\\_OPM/C125717D0040850DC1257180003713C9?OpenDocument](http://www.elfmoto.es/lub/lubespagne.nsf/VS_OPM/C125717D0040850DC1257180003713C9?OpenDocument)

16.Mobil S.A. Características de aceite multigrado de alta calidad para la

lubricación de motores. Disponible en: [http://www.mobil.com/Colombia-Spanish/Lubes/PDS/GLXXS2PVLMMobil\\_Super\\_1000\\_10W-30\\_20W-50.asp](http://www.mobil.com/Colombia-Spanish/Lubes/PDS/GLXXS2PVLMMobil_Super_1000_10W-30_20W-50.asp)

