

Universidad de Holguín  
"Oscar Lucero Moya"  
Centro de Estudios de Gestión Empresarial

**TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO ACÁDEMICO DE  
MASTER EN:  
GESTIÓN AMBIENTAL**

*Título: Metodología para el manejo racional de los aceites  
lubricantes usados en la Empresa Comercializadora  
de Combustibles Holguín.*

**Autor: Ing. Yohandry Consuegra Blanco**

**Tutor: DrC. Karel Arencibia Ávila**

**Consultante: Ing. Susana Soto Mederos**

Empresa Comercializadora de Combustibles  
Holguín 2013

## **AGRADECIMIENTOS**

*Quiero agradecer a mi madre por su esfuerzo, abnegación y sacrificio, por ser mi fortaleza cada nuevo día.*

*A mi abuela, ejemplo de amor, entrega y sacrificio.*

*A mi abuelito, aunque ya no estés físicamente, por ser guía, por los valores que me inculcaste.*

*A mi esposo, por su apoyo y comprensión.*

*A mis compañeros Milton, María, Pita y Yudy, por la ayuda brindada durante mi preparación, que muchas veces asumieron mis tareas como tuyas.*

*Al grupo de inversiones, en especial a Isidro.*

*A mis directores Maritza y Víctor, por el respaldo y la confianza depositados.*

*A mi tutor, por su apoyo y seguridad que me transmitió durante la realización de la tesis.*

*A mis profesores, por su profesionalidad y contribución a mi formación.*

*A mis compañeros de aula, que durante este periodo nos unimos como familia.*

*Quiero agradecer de manera especial a los compañeros del Centro de Investigación del Petróleo: Ing. Susana Soto Mederos, Ing. Beatriz Pérez Barcala y Dr. Silio López Guerra, por el apoyo, conocimientos brindados e interés mostrado en el desarrollo de la tesis.*

## DEDICATORIA

*A ti hijo mío que representas vida, amor y alegría,  
que este proyecto contribuya a tu formación.*

## SÍNTESIS

Durante los procesos productivos los aceites lubricantes pierden propiedades indispensables que requieren se reemplacen con aceites nuevos. Además, adquieren ciertas concentraciones de metales pesados y otras sustancias nocivas que constituyen el principal problema para su disposición final y lo clasifican como desecho peligroso. Por su alta capacidad de contaminar al medio ambiente, existen a nivel mundial legislaciones, normas y procedimientos para su manejo adecuado.

En Cuba las Empresas Comercializadoras de Combustibles son las encargadas de recoger, transportar, almacenar temporalmente el aceite lubricante usado y entregarlo posteriormente al destino final aprobado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Para el cumplimiento del proceso se implantó el Reglamento del Sistema de Gestión de Aceites Usados, pero existen dificultades en la implementación del sistema. En Holguín el Sistema de Gestión de Aceites Usados provoca pérdidas por concepto de transportación y, al igual que en el resto del país, el porcentaje de recogida con respecto a las ventas de lubricantes de la Empresa Cubana de Lubricantes es bajo. La presente Tesis de Maestría tiene como objetivo: Proponer una metodología para el perfeccionamiento del manejo de aceites usados. Se evaluó su pertinencia aplicando criterio de expertos por el método Delphi. Con la aplicación de la metodología en la Comercializadora de Holguín, se selecciona un destino final adecuado desde el punto de vista económico y respetuoso con el medio ambiente. Además permite a la empresa transportadora el ahorro de 862 litros de combustible al año por la disminución de kilómetros recorridos.

# ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE EL MANEJO DE LOS DESECHOS PELIGROSOS Y EL IMPACTO QUE PROVOCAN LOS ACEITES USADOS AL MEDIO AMBIENTE .....	7
1.1 Manejo de desechos peligrosos .....	7
1.2 Producción más limpia (PML) .....	9
1.3 El problema ambiental del aceite usado. ....	11
1.4 Indicadores de desempeño ambiental. ....	13
1.5 Marco jurídico en torno a los aceites usados .....	14
1.6 Aplicación del SGAU. Estado actual .....	16
1.7 Alternativas para la disposición de aceites usados .....	17
1.7.1 Aceites dieléctricos .....	21
1.7.2 Aceites hidráulicos .....	22
Conclusiones del capítulo .....	23
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA PARA EL MANEJO RACIONAL DE LOS ACEITES USADOS EN LA ECC- HOLGUÍN .....	24
Etapa I. Preparatoria .....	25
Etapa II. Diagnóstico .....	26
Etapa III. Diseño .....	31
Etapa IV. Implementación .....	32
Etapa V. Control y evaluación .....	34
2.1 Resultados de la aplicación del criterio de expertos sobre la estructura de la metodología propuesta .....	35
CAPITULO 3. APLICACIÓN PARCIAL DE LA METODOLOGÍA PARA EL MANEJO RACIONAL DE LOS ACEITES USADOS EN LA ECC-HOLGUÍN .....	38
Etapa I. Preparatoria .....	38
Etapa II. Diagnóstico .....	39
Etapa III. Diseño .....	49
Conclusiones del capítulo .....	51
CONCLUSIONES .....	52
RECOMENDACIONES .....	53
BIBLIOGRAFÍA .....	54
ANEXOS .....	58

## INTRODUCCIÓN

El progreso social y desarrollo económico dependen de actividades que consumen recursos de la tierra. Las demandas sin precedentes a las que el avance tecnológico y rápido crecimiento de la población humana someten actualmente al medio ambiente, producen un declive cada vez más acelerado de su calidad y capacidad para sustentar la vida (Ayes, 2004).

En 1992 con la Cumbre de Río, se aprueba un programa de acciones con el objetivo de mitigar los problemas ambientales existentes y se acuerda incorporar el tema ambiental a las actividades de desarrollo económico. Aún cuando se ha tomado cierta conciencia del tema, existen limitaciones a causa de factores de carácter educativo, tecnológico y recursos financieros.

Los aceites lubricantes se deterioran durante su ciclo de operación y se requiere reemplazarlos. Además, el aceite lubricante usado, en lo adelante aceite(s) usado(s) adquiere ciertas concentraciones de metales pesados productos de desgaste de la maquinaria que lubricó, residuos de aditivos metálicos o por contaminación con combustibles (Montes, 2003). Se encuentran también, entre otros contaminantes, compuestos aromáticos policíclicos que con la oxidación del aceite se incrementa su concentración y compuestos clorados que se incorporan, principalmente, por contaminación externa (Soto, 2011). La presencia de compuestos clorados, productos de oxidación del aceite y metales pesados, constituyen el principal problema para la disposición final de este residuo que clasifica como desecho químico peligroso. El manejo inadecuado y el incumplimiento de medidas medioambientales acarrearán graves daños, tales como:

- Contaminación del agua: formación de películas impermeables que impiden la adecuada oxigenación y afecta la vida acuática. Un litro de aceite usado contamina un millón de litros de agua (Villegas, 1986).
- Contaminación atmosférica: liberación de contaminantes tóxicos, tales como los metales pesados: cromo, cadmio y plomo. Los dos primeros presentan efecto cancerígeno demostrado (Soto, 2011). La incineración inadecuada de cinco litros de aceite usado provoca la contaminación del volumen de aire necesario por una persona durante tres años (Rodríguez, 2003).

- Contaminación del suelo: destrucción de la fertilidad de la tierra que imposibilita el normal desarrollo de la actividad biológica y química del suelo (Builes, 2006).

En la literatura especializada se recomiendan varios procesos o alternativas para el tratamiento y disposición de dicho residuo, no obstante la aplicación de los mismos depende de las condiciones económicas y sociales de cada región. Por lo general, no existen imposiciones legales que determinen la aplicación de una u otra alternativa, pero sí recomendaciones sobre el orden de prioridad entre ellas.

Varios autores (Montes, 2003), (Gómez, 2007), (Matías, 2007) priorizan la regeneración como la mejor alternativa de disposición, se basan en las ventajas medioambientales y económicas de los procesos actuales, como el ahorro de combustibles, y la disminución de emisiones, olores y residuos o efluentes. No obstante, dichos autores no invalidan las ventajas de la opción valorización energética, que se adecua en determinadas circunstancias como poca disponibilidad de residuos, imposibilidad de montaje de plantas de regeneración y factores energéticos, locales y económicos.

En Cuba, antes del triunfo revolucionario, existía la planta regeneradora de aceites usados en el Cotorro, La Habana, basada en el proceso ácido-tierra, que tenía la ventaja del bajo costo de producción y la simplicidad de las operaciones pero, como desventaja, la producción de una base lubricante de baja calidad (aceite regular 40) y los subproductos (lodo ácido y tierra impregnada) resultaban de difícil disposición final. En 1993 se realizaron estudios para el mejoramiento de la tecnología instalada, con vistas a la obtención de un aceite base lubricante de mayor calidad, pero no se materializó el proyecto (Pérez B, 1993).

En los años 80 del pasado siglo, con ayuda del extinto campo socialista, se instala en la refinería "Hermanos Díaz" en Santiago de Cuba, una planta regeneradora de aceites usados que aplicaba un proceso básico -destilación al vacío e hidrogenación, con las ventajas: productos de mayor calidad y menor obtención de subproductos, pero requería insumos que implicaban alto costo de operación y no se aplicó el proceso en su totalidad (Pérez B, 2013).

En la década del 80 las empresas que compraban lubricantes entregaban el 30 % de aceites usados recuperables para comprar nuevamente, esta política de recuperación pretendía que los generadores cumplieran las disposiciones establecidas en aquella etapa. En el año 1990 en la provincia Holguín se recolectó

40.08 % de aceites usados con respecto a las ventas de lubricantes recuperables.

Por la crisis que afrontó el país en la década del 90, los bajos volúmenes de venta de lubricantes y la falta de incentivos al no tener los aceites usados un destino definido, se perdió la disciplina de su recolección.

En el año 2011 la provincia Holguín solo recolectó 241.01 m<sup>3</sup> que representan 5.9 % de las ventas de aceites recuperables CUBALUB en el territorio y 175.82 m<sup>3</sup> pertenecientes a empresas mixtas, que compran a otros proveedores, para un total de 416.83 m<sup>3</sup>.

Sobre la base de los gastos que implica la regeneración de aceites usados y el incremento de dichos desechos en los últimos años, se aplica la política de incinerarlos en hornos que alcancen temperaturas superiores a 800 °C con tiempo de retención de los gases por más de dos segundos, lo que ocasiona menor perjuicio al medio ambiente. En todos los casos se realiza la evaluación de las condiciones de operación por parte del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), otorgando la licencia ambiental que aprueba la citada alternativa, (Resoluciones 73/2006 y 136/2009).

Para ello la Unión CUPET, con el asesoramiento del Centro de Investigación del Petróleo (CEINPET), establecieron el Reglamento del Sistema de Gestión de Aceites Usados, manual que decreta los mecanismos para la recogida, almacenamiento y posterior entrega al destino final aprobado por el CITMA.

Dicho reglamento se enmarca en las actividades indispensables antes señaladas, pero se precisa de un instrumento que sirva de guía y asesore la implementación exitosa del sistema, que permita la adecuación de las tareas a las condiciones de cada territorio, considerando su situación ambiental. Además, determine la variante de disposición final con mejores resultados económicos y medioambientales, teniendo en cuenta los principios de producción más limpia para establecer posteriormente indicadores ambientales que evalúen su eficiencia y efectividad con verdadero enfoque de mejora continua.

La Empresa Comercializadora de Combustibles Holguín (ECC-Holguín) tiene el compromiso de llevar a cabo la implementación del Sistema de Gestión de Aceites Usados (SGAU).

Existen varias dificultades para la implementación del sistema que a continuación se relacionan:



1. El servicio de transportación de los aceites usados en la ECC-Holguín ocasiona pérdidas, lo que no estimula la gestión del proceso.
2. Las cantidades de aceite usado entregadas por los generadores del territorio son bajas, si se tiene en cuenta las compras de lubricantes efectuadas.
3. El aceite dieléctrico se utiliza como combustible alternativo, sin embargo, regenerarlo implica mayores beneficios económicos y medioambientales.
4. La combustión del aceite se realiza sin tratamiento previo y se desconoce la carga contaminante del mismo.

La necesidad de profundizar en las actividades para el manejo seguro de aceites usados permite el desarrollo de la investigación siguiente:

### **Problema científico**

El aceite usado clasifica como desecho químico peligroso y la carencia de una metodología para el control del mismo en la ECC-Holguín implica riesgos medioambientales a solucionar. Se requiere la implementación de una metodología para el manejo seguro del citado desecho.

### **Objeto de investigación**

Manejo de aceites usados.

### **Objetivo general**

Proponer una metodología para el manejo racional de aceites usados en la ECC-Holguín.

### **Objetivos específicos**

1. Elaborar la metodología de manejo racional de aceites usados.
2. Aplicar la metodología en la ECC-Holguín.
3. Evaluar la viabilidad de la metodología.

### **Campo de acción**

Manejo racional de Aceites Usados en la ECC-Holguín.

### **Hipótesis**

Si se implementa una metodología para el manejo racional de aceites usados en la ECC-Holguín, que considere las etapas y evalúe el problema ambiental existente con metas de producción más limpia, disminuirán los riesgos medioambientales que genera este desecho.

## **Métodos teóricos**

**Método Histórico - lógico**, se instrumentó mediante la revisión bibliográfica, con el estudio y profundización de alternativas para el manejo de aceite usado. Antecedentes, causas y condiciones históricas en que surgió el problema científico.

**Método de análisis y síntesis**, se aplicó en diferentes enfoques relacionados con el tema objeto de investigación, al dividirlo en partes para su estudio y unirlos previo al análisis para determinar las características y relaciones entre ellas. Se analizaron las etapas para el manejo de un desecho peligroso, por medio de la síntesis se estudiaron las relaciones que guardan entre sí.

**Método hipotético - deductivo**, se empleó para la reflexión sobre las consideraciones de diferentes autores en los elementos particulares con relación al problema planteado, lo que influyó en la elaboración del contenido y la propuesta que se realiza. Permitió arribar a la hipótesis como consecuencia de las deducciones del conjunto de datos empíricos y de los principios y leyes generales.

**Enfoque de Sistema**, Se consideraron los componentes estructurales del SGAU y las etapas para el manejo de desechos peligrosos.

## **Métodos empíricos**

**Método de Análisis Documental**, se utilizó en la investigación e interpretación de normativas, leyes y documentos relacionados con el SGAU, así como las alternativas de disposición final que se utilizan a nivel mundial.

**Observación directa**, se emplea cuando se indaga sobre impactos ambientales que provocan los aceites usados al medio ambiente.

**Encuesta científica**, permitió obtener información acerca del conocimiento de los generadores para el manejo este desecho y de las condiciones reales existentes para llevar a cabo el SGAU.

**Consulta a expertos**, para medir el grado de pertinencia de la metodología. Se entrevista a especialistas en los temas relacionados con el objeto de estudio.

Para el procesamiento de los resultados se utilizan las herramientas que proporcionan los métodos de la estadística descriptiva. El método Delphi se utilizó para procesar la consulta a los expertos.

## **Novedad**

La implementación de una metodología para el manejo racional de los aceites usados en la ECC-Holguín y su aplicación, constituyen herramientas novedosas e

imprescindibles para su manejo seguro y para la elevación de la gestión económica de la institución, que contribuyen al perfeccionamiento del SGAU.

### **Actualidad**

La metodología es el primer documento que se elabora e implementa en la ECC-Holguín como garantía de continuidad y consolidación del SGAU de la Unión Cupet. Toda acción que se ejecute en este campo constituye en sí una novedad, sobre todo en Cuba.

Sirve de guía en el desarrollo del sistema de gestión que garantiza el mejoramiento de la eficiencia del proceso. Con su implementación la ECC-Holguín selecciona un destino final adecuado desde el punto de vista económico y ambiental que elimina las pérdidas por transportación en el territorio. También permite que la empresa transportadora ahorre 862 litros de combustible al año por la disminución kilómetros recorridos.

En el Capítulo 1 se aborda la teoría respecto al tema de investigación, las características de los aceites usados, el problema ambiental que ocasionan si no se manipulan adecuadamente, las posibles alternativas de disposición final entre otros conceptos básicos que le aportan valor metodológico a la investigación.

En el Capítulo 2, se describe el diseño de la metodología para el manejo racional de aceites usados en la ECC-Holguín, que se empleará como herramienta en la implementación del SGAU. Se detallan los resultados de la aplicación del método criterio de expertos, que demuestran la pertinencia de la metodología.

En el Capítulo 3, se implementa la metodología parcialmente hasta la Etapa III, tarea 3, lo que permitió el perfeccionamiento de las técnicas y herramientas propuestas, se exponen los principales resultados de la implementación.

## **CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE EL MANEJO DE LOS DESECHOS PELIGROSOS Y EL IMPACTO QUE PROVOCAN LOS ACEITES USADOS AL MEDIO AMBIENTE**

En el capítulo se analizan los aspectos que definen y caracterizan el manejo de desechos peligrosos a nivel mundial y en particular en Cuba, así como, el criterio de prácticas de Producción más Limpia, enfocado a la mejora de procesos para la prevención de problemas ambientales antes de que ocurran. Se abordan otras temáticas necesarias para el conocimiento sobre el peligro que encierra el manejo inadecuado de los aceites usados, el marco jurídico y la situación actual en Cuba. Por último se analizan, de forma general, alternativas para la disposición de los aceites usados.

### **1.1 Manejo de desechos peligrosos**

La generación de residuos, es parte insoluble de las actividades que se realizan en cualquier industria en el proceso productivo y las empresas constituyen el escenario principal donde se desarrollan y vinculan las actividades asociadas al manejo de los mismos. Resulta esencial el tratamiento del tema y su consideración priorizada en el contexto de actividades de gestión ambiental, a través de las cuales se potencie el establecimiento de esquemas de manejo seguro, que garanticen mayor nivel de protección ambiental, como parte de los objetivos ambientales de cada empresa.

La gestión ambiental es un concepto genérico que incluye como subsistema el concepto de manejo. El manejo se refiere a los procesos de gestión ambiental que se ejecutan en determinados sectores socio-económicos o tipos específicos de sistemas ambientales, se expresa así manejo de cuencas, manejo integrado de zonas, manejo de desechos peligrosos, entre otros (Epstein, 2001).

Un desecho peligroso se define como: sustancia que proviene de cualquier actividad y en cualquier estado físico que, por la magnitud o modalidad de sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, explosivas, inflamables, biológicamente perniciosas, infecciosas, irritantes o cualquier otra, represente un peligro para la salud humana y el medio ambiente (Soto, 2009).

El manejo de desechos peligrosos, conocido también como gestión de desechos peligrosos, abarca las operaciones que se realizan, una vez que se generaron, ellas

son: recolección, tratamiento o eliminación, transporte, el cual contempla la importación y la exportación, almacenamiento o confinamiento y disposición final, incluyendo la vigilancia y monitoreo de los lugares de eliminación (Álvarez, 2012).

El convenio de Basilea aboga por el manejo ambiental racional de desechos. Es el acuerdo multilateral sobre residuos más importante de la historia que establece el régimen normativo global para la minimización de la generación y define la adopción de medidas que garanticen el manejo seguro de desechos peligrosos, en la búsqueda de la protección de la salud humana y el medio ambiente.

Los criterios para la evaluación racional de desechos peligrosos comprenden las consideraciones siguientes:

- Existencia de una infraestructura normativa que garantice el cumplimiento de las reglamentaciones establecidas.
- Existencia de un adecuado nivel tecnológico y control de la contaminación.
- Personal con la formación e información idónea que interviene en el manejo de desechos peligrosos.
- Determinación y cuantificación de los diferentes tipos de desechos que se producen.
- Voluntad y capacidad para la disminución o eliminación de generadores de desechos peligrosos de cualquier tipo.

De acuerdo con dicho convenio, la Comunidad Europea utiliza una lista de residuos denominada comúnmente "Catálogo Europeo de Residuos", donde se indican los desechos que se consideran peligrosos. Se trata de una lista que se examina periódicamente, indicando el procedimiento en cada caso (Martínez, 2005).

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) estableció La Ley de Recuperación y Conservación de Recursos, que define legalmente "residuo peligroso" como aquel que no ha sido excluido de la regulación de residuos peligrosos y exhibe cualquiera de las características de peligrosidad de las listas específicas de esta regulación (Martínez, 2005).

En Cuba la resolución 136/2009 del CITMA, Reglamento integral para el manejo de desechos peligrosos, es el punto de contacto al Convenio de Basilea y tiene como objetivo, establecer las disposiciones que contribuyan a asegurar el manejo integral de los desechos peligrosos. Los anexos de la mencionada resolución son iguales a

los del Convenio de Basilea por lo que presenta las mismas restricciones que este, en ellos se relacionan todos los compuestos que clasifican dentro de esta categoría. En Cuba la generación de desechos peligrosos sobrepasa las 100 000 toneladas anuales, las mayores cantidades corresponden a residuos de mezclas de hidrocarburos y aguas, incluyendo los aceites usados y los residuos de ácidos y bases empleados en procesos productivos, entre otros. Por lo que, el manejo adecuado de los citados desechos constituye una prioridad de la gestión ambiental en el país (Álvarez, 2006).

Para disminuir efectivamente el riesgo para la salud y el medio ambiente asociado al manejo de aceites usados, es imprescindible desarrollar planes de gestión de residuos que atiendan a la prevención, que contemplen tanto la disminución de la generación, como el peligro intrínseco de los mismos y aseguren prácticas de gestión ambientalmente adecuadas, estos aspectos los establece claramente la resolución 136.

El Plan de Manejo de la empresa incluye los procedimientos técnicos y administrativos necesarios, que una vez agotadas las posibilidades de reducción de la generación, el manejo de los mismos se haga con el menor riesgo posible, pero algunos residuos, como es el caso de los aceites tienen varias vías de disposición final siendo conveniente que cada entidad analice los escenarios medioambientales y económicos para la selección de la vía de disposición final más adecuada.

El criterio de Producción más Limpia promueve la reducción de los problemas asociados al manejo de los desechos peligrosos.

## **1.2 Producción más limpia (PML)**

La introducción de prácticas de PML significa la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva, integrada a: los procesos, producciones y servicios, para el incremento de la eficiencia, la reducción de los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente, y alcance la sostenibilidad del desarrollo económico. Ello significa la implementación de un grupo importante de acciones y medidas dirigidas a que se garantice la eficiencia en el uso de la materia prima, el agua y la energía, así como la reducción de sustancias tóxicas, la prevención y disminución de la generación de residuales y lograr su reutilización o reciclaje. (Serrano, 2006)

La PML se enfoca en la mejora de procesos y productos con el fin de mitigar problemas ambientales. Desde el punto de vista económico-ambiental es superior a estrategias tradicionales de controles al final del proceso o tecnologías de limpieza.

Para la ejecución de un programa acertado de PML, se requiere la participación de todos los niveles de la organización, con la inclusión de los trabajadores. La dirección aprueba el programa y es la máxima responsable que este se ejecute de forma adecuada (Quintana, 2006)

Quintana, 2006 enuncia que la introducción de PML en una organización tiene en cuenta etapas importantes como:

- Disponibilidad y recopilación de los datos de la organización.
- Determinación en cuánto a: dónde y por qué se generan los residuos.
- Generación de opciones de PML.
- Factibilidad técnica, económica y ambiental.
- Implementación.
- Control, seguimiento, mejoramiento continuo.

Resulta importante señalar que las opciones que se implementarán, después que se evalúen técnica, económica y ambientalmente, se incorporarán al plan de acción ambiental de la empresa. Luego se controlarán sistemáticamente a través del cumplimiento del plan de acción ambiental y se evaluarán los beneficios de la implementación. También se evaluará la contribución de metas y objetivos ambientales en el mejoramiento del desempeño ambiental de la organización.

Aunque desde hace años, se desarrollan en el sector productivo cubano algunas prácticas dirigidas a mitigar los efectos negativos sobre el medio ambiente, principalmente en las industrias y actividades contaminantes, su introducción ha sido limitada por varios factores. Entre ellos, la carencia de recursos materiales y financieros y las dificultades para acceder a tecnologías más limpias. Entre los factores subjetivos se encuentra la falta de conocimiento, a todos los niveles de las organizaciones productivas, sobre los beneficios económicos y ambientales de la introducción de prácticas de PML y el insuficiente nivel de exigencia por parte de las autoridades ambientales (Álvarez R, 2000)

Conforme a lo antes expuesto, resulta necesario diseñar un nuevo enfoque de trabajo en el SGAU, que permita la introducción y aplicación del concepto de PML de

forma integral y sistémica dentro del sector productivo, con énfasis en la prevención de la contaminación, reducción en el origen y el aprovechamiento económico de los residuales, como principales opciones para la reducción las cargas contaminantes al medio ambiente.

### **1.3 El problema ambiental del aceite usado.**

Los aceites que tienen su origen, fundamentalmente en el petróleo, pueden elaborarse y mezclarse para la obtención de numerosos productos con múltiples aplicaciones, las más comunes son: (Ruiz, 1991)

- Aceites lubricantes
- Fluidos de transmisión e hidráulicos
- Fluidos de transferencia de calor y aislantes
- Grasas lubricantes

Los lubricantes tienen como función primordial evitar el contacto directo entre las superficies con movimientos relativos, reducen la fricción y sus funestas consecuencias como calor excesivo, desgaste, ruidos, golpes, vibraciones, entre otras. Además, disminuyen la formación de residuos gomosos ó lodos, ayudando al mantenimiento de la limpieza de las piezas y contribuyen a la formación de una película continua y resistente que permite la evacuación de calor (Ramírez, 1995).

Los aceites lubricantes experimentan una descomposición durante su ciclo de operación siendo necesario reemplazarlos. Definiendo así como aceites lubricantes usados a todos los aceites industriales con base mineral o sintética que se hayan vuelto inadecuados para el uso que se les hubiere asignado inicialmente (Soto, 2009).

El porcentaje de recuperación de aceites usados depende en gran medida del sistema de aplicación. En general se pueden plantear dos clasificaciones, en primer lugar los llamados "aceites de carter o depósito" (motores, turbos, hidráulicos, dieléctricos) siempre que se utilicen en equipos con depósitos de aceite y lubricación por circulación, salpique) y en segundo lugar los "aceites para lubricación de un solo paso". Los primeros son recuperables, puesto que las pérdidas por evaporación siempre son mínimas, aunque existe un porcentaje de pérdidas en mayor medida por salideros. Los segundos no son recuperables (incluye los usados en motores de dos tiempos, donde el lubricante se mezcla con el combustible), y las grasas.



Los aceites usados son líquidos oscuros que, en muchas ocasiones, los utiliza el hombre para enmascarar desechos peligrosos como pesticidas y residuos tóxicos de cualquier índole. En lo fundamental son lubricantes compuestos por mezclas de aceites base mineral o sintética con hasta 20 % de aditivos, dichos lubricantes durante el tiempo en servicio se contaminan con sustancias disímiles, como agua, partículas metálicas del desgaste de piezas metálicas en movimiento y de la fricción, ácidos orgánicos o inorgánicos que se originan por oxidación del aceite o por el azufre presente en los combustibles, compuestos de azufre, residuos de aditivos fenólicos, compuestos de cinc y fósforo, compuestos clorados como bifenilos policlorados (PCB's) y terfenilos policlorados (PCT's) (Villegas,1986), (Soto, 2011).

Las características de los aceites usados varían dentro de un amplio margen en dependencia de su procedencia, la aplicación del aceite y lugar de explotación. Diversos elementos pueden formar parte de la composición del aceite usado, en el anexo 1 se muestran las posibles fuentes de origen de los mismos.

El término “metal pesado” se refiere a cualquier elemento químico metálico cuya densidad es por lo menos cinco veces mayor que la del agua y sea tóxico o venenoso en concentraciones bajas (Batista, 2009).

Los más importantes por el daño al medio ambiente son: arsénico (As), cadmio (Cd), cobalto(Co), cromo (Cr), cobre (Cu), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb), estaño (Sn), cinc (Zn), (Rodríguez F, 2006).

Como consecuencia, los aceites usados son mezclas complejas de diferentes sustancias, algunas de ellas se encuentran dispersas en forma coloidal, otras como el agua en forman de emulsión.

La eliminación del aceite usado por combustión, solo o en mezcla con fuel oil, origina graves problemas de contaminación si no se depuran los gases resultantes. Los compuestos de cloro, fósforo y de azufre producen gases de combustión tóxicos. El plomo que se emite al aire en partículas de tamaño submicrónico, daña la salud humana y en particular la de niños. El plomo es el más volátil de los componentes metálicos que forman las cenizas del aceite usado, por lo que se puede afirmar que cuando se quema, prácticamente todo el plomo se emite por las chimeneas. Quemar cinco litros de aceite usado, solo o con fuel, que contenga metales y cloro, produce gases tóxicos que contamina un volumen de aire que equivale al que respira una persona a lo largo de tres años de su vida (Gómez, 2007).

Los aceites tienen la tendencia de acumularse en el entorno y en la atmósfera que respiramos, por ejemplo un motor de dos tiempos expulsa con los gases, aproximadamente el 25 % del aceite lubricante que utiliza. Estos gases contienen aldehídos, cetonas, compuestos aromáticos y CO<sub>2</sub>, los cuales son irritantes, actúan sobre el tejido respiratorio superior provocando ahogos, asma, bronquitis, efectos mutantes y cáncer (Depuroil SA, 2010).

Los aceites no se disuelven en el agua, forman películas impermeables que impiden el paso del oxígeno y eliminan la vida en el agua y en la tierra, esparcen productos tóxicos que pueden ser ingeridos por los seres humanos de forma directa o indirecta. Los hidrocarburos saturados que contienen no son biodegradables y en el mar el tiempo de eliminación abarca de diez a quince años (Montes, 2003).

Se ha determinado que un litro de aceite usado contamina un millón de litros de agua, cinco litros vertidos sobre un lago cubre una superficie de 5 000 m<sup>2</sup> con una película oleosa que produce separación entre las fases aire-agua e impide que el oxígeno del aire se disuelva en esta, por lo cual perturba gravemente el desarrollo de la vida acuática. El aceite usado altera el sabor del agua potable, por ello se debe evitar su presencia en aguas superficiales y subterráneas (Gómez, 2007)

El aceite lubricante usado vertido en el suelo destruye el humus y contamina las aguas superficiales y subterráneas. Los hidrocarburos saturados que contiene el aceite usado recubren la tierra de una película impermeable, el efecto es la destrucción del humus vegetal y la infertilidad del suelo (Builes, 2006).

#### **1.4 Indicadores de desempeño ambiental.**

La evaluación del desempeño ambiental es una herramienta de gestión interna que proporciona a la dirección de la empresa información confiable sobre su actuación en materia ambiental. Cualquier organización con un sistema de gestión establecido evalúa su desempeño ambiental de acuerdo con su política, objetivos y metas.

Los indicadores de desempeño ambiental constituyen uno de los principales instrumentos de apoyo al control ambiental en una empresa, permiten la cuantificación de los objetivos propuestos, facilitan la identificación de las tendencias que experimentan los aspectos ambientales a los cuales están asociados, y la adopción de medidas correctivas de forma preventiva (Ormazabal, 1999)

Rabelo (2005), hace un análisis de la valoración de varios autores que consideran los indicadores como la medida del comportamiento de un sistema, o parámetros cuyo control y seguimiento garantizan el crecimiento económico, la conservación del entorno y la protección del hombre.

En Cuba, la mayoría de las empresas implementaron el sistema de gestión ambiental sobre la base de la NC ISO 14001, a pesar de ello, la mayoría de ellas no incorporan un sistema de evaluación de desempeño que aporte información efectiva y relevante, que apoye el proceso de toma de decisiones en el contexto de control ambiental y su mejora continua (Castellanos, 2010).

La selección de los indicadores de desempeño ambiental, implica el análisis de varios aspectos como: el diagnóstico de la empresa, su evaluación del impacto ambiental y el plan de monitoreo, todo ello en correspondencia con las metas ambientales trazadas.

En el Anexo 2 se muestran los indicadores ambientales que se proponen para la recuperación de aceites usados con respecto a la venta de aceites lubricantes recuperables, en la medida que los valores de los indicadores sean mayores, menor será la carga contaminante que recibirá el medio ambiente.

Los indicadores de desempeño ambiental constituyen un componente esencial del sistema de gestión ambiental, que facilitan el seguimiento de los objetivos ambientales y las medidas de mejoramiento que se adopten, resulta necesario incorporarlos al SGAU.

### **1.5 Marco jurídico en torno a los aceites usados**

El estado cubano ejerce los derechos soberanos sobre el medio ambiente y los recursos naturales del país y, a través de los órganos de gobierno, proyecta la política y la gestión ambiental. El CITMA, es el Organismo de la Administración Central del Estado (OACE) que ejerce el papel rector de la política ambiental. Para la realización de la gestión cuenta con la dirección de política ambiental, la agencia de medio ambiente y quince unidades territoriales de medio ambiente que tienen a su cargo la conducción de la gestión ambiental a ese nivel.

El 28 de agosto de 2009 el CITMA dicta la resolución 136/2009 “Reglamento para el manejo integral de desechos peligrosos” donde se establecen las regulaciones para el ejercicio de las funciones de la autoridad nacional y punto de contacto del

Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos, su eliminación y otras disposiciones, para la gestión ambiental racional de dichos desechos, ya que Cuba desde 1992 es firmante del convenio.

Todas las empresas que generen o almacenen desechos peligrosos, así como aquellas destinadas como sitios de disposición final, deben presentar ante el CITMA, la solicitud de licencia ambiental.

La licencia ambiental es el documento oficial que otorga el CITMA para ejercer el control, al efecto del cumplimiento de lo que se establece en la legislación. Contiene la autorización que permite la realización de una obra o actividad, está sujeta al cumplimiento por el beneficio de los requisitos que establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección y compensación de los efectos ambientales de la obra o actividad autorizada. (Resolución 136/2009).

El Centro de Inspección y Control Ambiental (CICA) en la Resolución 73 / 2006 definió que las Comercializadoras de Combustibles del país son las encargadas de: recogida, transportación, almacenamiento temporal del aceite usado y su entrega a destino final aprobado por el CITMA. Para su cumplimiento el extinto MINBAS emitió la Resolución 104 / 2008, que definió los mecanismos para la recogida de los aceites usados y el método de facturación del servicio de transportación. Se estableció que el aceite usado no tenía valor comercial, cobrando solamente la transportación por kilómetros recorridos hasta el cliente, ya sea generador de aceite usado o destino final aprobado por el CITMA. La tarifa que se aplicó desde marzo del 2008 hasta julio del 2012 se regía por la Resolución 383 / 1992 del Ministerio de Economía y Planificación, la cual no se correspondía con los gastos que ocasionaba la transportación, de ahí que los mecanismos causaban pérdidas a las Comercializadoras de Combustibles del País.

En julio del 2012 se aprueba la Resolución 470 / 2012 del MINBAS, cuyos objetivos son: eliminar las pérdidas por transportación y elevar la calidad de los aceites usados entregados a la ECC-Holguín por parte de los generadores.

La nueva resolución no satisface las necesidades del sistema por las causas siguientes:

- 1- Los generadores de aceite usado deben realizar dos contratos, uno de suministro para la recogida del aceite por la ECC-Holguín (el CITMA también lo exige para el

otorgamiento de la licencia ambiental) y otro contrato para el servicio del laboratorio.

- 2- El incentivo a los generadores (10 % del valor del crudo en CUP) no cumple con su objetivo, debido a que los análisis de laboratorio tienen un componente en CUC, siendo mayores los gastos que el pago que recibe el generador por la entrega del aceite usado a CUPET.
- 3- El precio previsto para el destino final no cubre los gastos de transportación y pago a los generadores, por lo que el SGAU continúa ocasionando pérdidas por transportación a la ECC-Holguín.

Para la eliminación de las dificultades financieras existentes es necesaria la aplicación de nuevas variantes de disposición final, que beneficien la gestión en la ECC-Holguín y permitan el ajuste a las necesidades del territorio (Consuegra, 2013). La metodología que se propone como instrumento del SGAU contribuye al manejo racional de aceites, a la solución de las dificultades ambientales y financieras, con carácter sistémico y de mejora continua.

### **1.6 Aplicación del SGAU. Estado actual**

La ECC-Holguín forma parte de las dieciocho empresas integradas a la Unión CUPET. Dicha empresa tiene certificado el Sistema de Gestión de la Calidad según la NC ISO 9001 del 2008 e implementa el Sistema de Gestión Medioambiental acorde al cumplimiento de los requisitos de la norma NC ISO 14001: 2004.

Los objetivos fundamentales son:

- a) Implantar el Sistema de Gestión Ambiental
- b) Prevenir o mitigar los impactos ambientales negativos asociados a las actividades de la ECC-Holguín.

El objetivo de la política del SGAU es garantizar la recogida, almacenamiento, recuperación y posterior entrega con la calidad requerida al destino final. En ella participarán todas las entidades en el país, así como personas físicas o jurídicas autorizadas para realizar cualquiera de las actividades de gestión de aceites usados, sea o no productor de los mismos, que cumplirán con las normativas y resoluciones establecidas por CITMA como forma de garantizar la protección de la salud del hombre, la conservación del medio ambiente y la preservación de recursos naturales.

El Reglamento del SGAU de la Unión CUPET define la Gestión de Aceites Usados como el conjunto de actividades planificadas y coordinadas que comprende las operaciones: recogida, almacenamiento y pretratamiento del aceite usado, hasta su entrega a Gestor de Disposición (Soto, 2009).

La ECC-Holguín realiza el manejo de aceites usados de la forma siguiente:

- Gestión pasiva, el servicio de recogida se realiza a solicitud de los generadores.
- Recoge aceites usados mezclados, sin segregar (los aceites están mezclados desde los depósitos de los generadores).
- Recoge, transporta en carros cisternas de la ECC y almacena temporalmente en sus instalaciones, los aceites usados de grandes generadores (son los que generan  $\geq 2\ 000$  L/año que depositan en sus cisternas, tanques o bidones).
- Recepciona y almacena temporalmente en sus instalaciones los aceites usados de pequeños generadores (son los que generan  $< 2\ 000$  L/año que depositan en sus bidones, incluye a los medianos generadores que se clasifican en el capítulo 2, la transportación la realizan con medios propios hacia la ECC).
- Controla la calidad del aceite usado que almacena en tanques de la ECC.
- Transporta los aceites usados que almacena hacia los destinos finales aprobados por el CITMA.

Se propone, para una etapa superior, la segregación por familia o tipos de aceites usados y se dispongan, los que presenten características apropiadas, para la obtención de nuevas bases lubricantes, lo que contribuirá al mejor aprovechamiento de los mismos, tanto desde el punto de vista económico como ambiental.

En el Anexo 3 se muestra el diagrama de trayectoria del aceite usado, aprobado en el reglamento del SGAU de CUPET.

La ECC-Holguín, posee los recursos mínimos necesarios para la implementación del SGAU, mantiene contrato con 77 generadores de aceites usados para la recogida, de un mercado de 217 generadores, y cinco lugares aprobados por el CITMA como destinos finales. En el capítulo 2 se aborda el tema con profundidad.

### **1.7 Alternativas para la disposición de aceites usados**

A nivel internacional existen diversos métodos para implementar el manejo de los aceites usados, según la política de cada país se aplica el que considere idóneo acorde a las condiciones socio-económicas existentes y, por lo general, tiene un

marco regulatorio ambiental para el destino final del citado desecho peligroso.

Es factible estimar que por las propiedades y características de los aceites usados y la necesidad de contar con alternativas energéticas y suministros seguros algunos países como Australia, Argentina, Estados Unidos y México cuentan con normas que permiten la utilización de aceites usados recuperados como combustible directo o componente en mezcla con fuel oil.

En la Comunidad Europea los sistemas de gestión varían de un país a otro. En la mayoría se estimula el uso de aceites usados recuperados como sustituto de fuel oil, al no tener que pagar el impuesto que se aplica por la compra del mismo. No se subsidia generalmente la recolección, excepto en España donde el gobierno paga un monto determinado por tonelada de aceite recolectado y regenerado. En algunos países para incentivar la regeneración se subsidia la actividad, aunque lo común es disminuir los impuestos al aceite regenerado, como es el caso de Italia, Alemania y Francia (Decreto ley 679/2006), (Guía de Gestión de Residuos peligrosos, 2010).

Los aceites usados, en general, se pueden regenerar. Aquellos que en su composición contienen aceites sintéticos, agua y materia sólida, encarecen el costo de producción para cualquier proceso que se aplique y hace poco factible la regeneración en algunos países (Pérez C, 2011).

Según Pantoja y otros autores la recuperación y gestión de dicho desecho presenta un balance económico negativo. Para compensar el déficit que permita beneficios razonables, en España se utiliza un sistema de subvenciones que se regula por parte del Ministerio de Medio Ambiente mediante la emisión de órdenes anuales.

Una opción ambiental aceptable para la disposición de aceites usados es su uso como combustible alternativo en hornos de la industria de cemento, cal y metalúrgica. A causa de la alta temperatura de combustión y las propiedades de absorción del cemento, cal y arcilla, los hidrocarburos peligrosos se transforman y los metales pesados, azufre y cloruros son absorbidos por la mezcla de cemento. Los posibles efectos de contaminación del aire se minimizan con el sistema de limpieza de gases de las plantas modernas (Pérez C, 2011).

A continuación se resumen cuatro alternativas de gestión para los aceites usados, ordenadas de acuerdo a principios ambientales.

a) El reprocesamiento: El aceite reprocesado es aquel que ha sido sometido a diversas operaciones destinadas a remover contaminantes insolubles y productos

de la oxidación por medio de tratamientos térmicos (calentamiento), filtración, sedimentación o decantación, deshidratación, centrifugación, etc. De acuerdo al tipo de calidad obtenida se utiliza para realizar mezclas o cortes (blending), con o sin agregado de aditivos para nuevos lubricantes. Por medio de este proceso es posible obtener productos con calidad similar o equivalente al original. De una manera general el término reprocesado indica obtener un producto que pueda volver a su uso original (Facultad en Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil - Ecuador, 2006).

- b) La regeneración: mediante la aplicación de diferentes tecnologías y procesos es posible la obtención de bases lubricantes a partir de aceites usados, de manera que resulten aptas para su reformulación y utilización (Pérez B, 2005).

Según Montes, 2003, el proceso de regeneración puede dividirse en cuatro fases:

#### Pretratamiento

Elimina una parte importante de los contaminantes, como son agua, hidrocarburos ligeros, lodos y algunas partículas. Para ello cada proceso emplea un método determinado, o incluso la combinación de varios. Las operaciones pueden ser: Filtración, decantación, centrifugación, deshidratación, calefacción, tratamiento térmico, destilación atmosférica, desasfaltado térmico, tratamiento químico, etc.

#### Limpieza

Se eliminan los aditivos, metales pesados y fangos asfálticos. Para ello, cada tecnología emplea su procedimiento, siendo en este punto donde se presentan las mayores diferencias entre ellas, así algunas utilizan el método químico clásico de adición de ácido sulfúrico seguido de filtración con tierras o posterior decantación y neutralización, otros emplean diferentes procedimientos químicos como adición de sodio líquido y evaporación, extracción con disolventes, extracción con propano, y otros métodos físicos como destilación al vacío o ultrafiltración con membranas.

#### Fraccionamiento

Se separa la base de aceites por las diferentes temperaturas de ebullición mediante la destilación fraccionada al vacío.

#### Acabado

Las técnicas que se emplean en las fases anteriores obtienen aceites libres de contaminantes aunque con fuerte coloración, que los hacen inviables comercialmente, por lo que se incluye la cuarta fase. Cada tecnología utiliza un



sistema diferente, así unos emplean tierras decolorantes, otros hidrotreatmento catalítico, tratamiento con zeolitas o destilación al vacío.

A continuación se resumen los procesos de regeneración más utilizados:

Procesos	Tecnologías empleadas
MEIKEN	Craqueo térmico, sistema ácido / tierra y destilación fraccionada.
PHILIPS (PROP)TURBO	Tratamiento químico (fosfato diamónico), destilación con decoloración o hidrogenación.
RECYCLON DEGUSAENTRA	Tratamiento químico con sodio y destilación, decoloración o hidrogenación.
SELECTOPROPANO SNAMPROGETTI	Extracción con propano, tratamiento ácido, decoloración o hidrogenación.
DOE, BERCK, RUPP, TEXACO	Extracción con disolventes, destilación y decoloración o hidrogenación.
MOHAWK	Tratamiento químico, destilación al vacío e hidrogenación catalítica
KTILUBREX	Hidrogenación catalítica y destilación en evaporadores especiales de flujo descendente
ULIBARRI-VISCOLUBE	Desasfaltado térmico, destilación al vacío y decoloración
VAXON	Destilación al vacío y tratamiento final con reactivos
INTERLINE	Extracción con propano, destilación al vacío y decoloración

Fuente: (Montes, 2003)

c) La valorización energética: mezclado con fuel-oil para calderas industriales, con pre-tratamiento del aceite (separación de agua y sedimentos). La mayoría de las calderas domésticas, comerciales e industriales de baja potencia de generación, pueden quemar aceites usados, aunque es una práctica no recomendable a causa del problema de contaminación potencial del aire, por tratarse de quemar productos sin control de especificaciones, bajo condiciones no controladas y sin tratamiento de emisiones (Florez, 2001).

La transformación del aceite usado a energético, requiere la aplicación de un tratamiento para adecuar las condiciones del aceite a las características propias del proceso de combustión, consistente básicamente en la aplicación de dos etapas:

l) Eliminación de materias extrañas mediante el proceso de filtración.

II) Remoción de partículas finas, mediante procesos de sedimentación y centrifugación.

Ambas etapas involucran la adición de desmulsificantes, para el rompimiento de las emulsiones formadas con el agua. Se recuperan las características del aceite, con el fin de lograr un combustible limpio de contaminantes, que puede utilizarse como energético en mezclas simples con fuel oil (Florez, 2001).

d) La destrucción en incineradores de residuos peligrosos: en los casos que presenten niveles de contaminantes de metales pesados o halógenos que no permitan la sustitución de combustible en hornos o calderas industriales (Álvarez, 2012), (Gómez, 2007).

### **1.7.1 Aceites dieléctricos**

Las funciones más importantes que requiere desarrolle un aceite para transformadores, interruptores y otros, son las de aislamiento y disipación del calor generado durante su operación. Para ello el aceite debe poseer adecuada viscosidad, elevadas propiedades eléctricas (rigidez y factor de potencia) y de estabilidad a la oxidación.

En Cuba, la primera corrida experimental para la obtención de aceite para transformador tuvo lugar en 1993 en la Refinería Sergio Soto de Cabaigüan, provincia de Santi Spíritus a partir del crudo Jatibonico. Dada la disminución del volumen de producción del yacimiento de bajo contenido de azufre se investigaron otros petróleos de la zona central del país. En 1995 se realiza la corrida industrial a partir de la mezcla de los crudos Pina-Cristales con la obtención de un aceite dieléctrico que cumplía los requerimientos de calidad según la norma IEC 296 del Comité Electrónico Internacional, lo que posibilitó su posterior comercialización (Pérez B, 2009).

Dada la variación de la calidad del petróleo Pina-Cristales y de los insumos que se utilizan en el proceso de refino, la calidad del aceite decae y en consecuencia disminuye la demanda por los clientes (UNE – MINAZ) (Pérez B, 2005).

Por lo expuesto, a partir de 2004 se ejecutan trabajos de investigación-desarrollo por parte del CEINPET para que se solucione la problemática, y en el 2007 se logró la producción de un aceite dieléctrico que cumplía las especificaciones de calidad descritas en la norma ASTM D 3487, lo que posibilitó su validación internacional. En

el 2008 se alcanzó la producción estable de aceite dieléctrico en la refinería hasta la actualidad. Dicho aceite se utiliza en la fábrica de transformadores Latino en La Habana (Pérez B, 2009).

En el año 2011 se fabricaron alrededor de 1155 toneladas de aceite dieléctrico que ahorraron al país 1 500 000 CUC por concepto sustitución de importaciones. Cada tonelada de aceite que se adquiere en el exterior tiene un precio de 2200 USD, lo que representa ahorro por 1 200 USD/t (Betancourt, 2011).

En Cuba los trabajos para la regeneración de aceite dieléctrico usado comenzaron en la década de 1970 a nivel de laboratorio y se materializó en la industria en la década de 1990 con la realización de varias corridas experimentales con resultados satisfactorios. En el año 2009 se logró regenerar alrededor de 80 toneladas que se utilizaron para transformadores de distribución de 13.8 kv (Pérez B, 2012).

Soto Mederos y otros investigadores del Centro de Investigación del Petróleo han realizado trabajos experimentales que potencian la re-refinación de aceites usados (Soto, 2012).

### **1.7.2 Aceites hidráulicos**

Los sistemas hidráulicos se utilizan en la industria para la transmisión y control de potencia. El componente más importante es el fluido que contienen, el cual convierte la fuerza rotativa del motor a fuerza de empuje, multiplicando la fuerza aplicada para realizar trabajo. Los sistemas hidráulicos, en particular, imponen exigentes condiciones de limpieza para la conservación y prolongación de la vida útil de componentes tan sensibles como servo-válvulas y pistones entre otros. La causa más común de averías en sistemas hidráulicos es la contaminación del fluido con partículas sólidas, provenientes, fundamentalmente, de la abrasión.

Una investigación desarrollada en la Universidad Autónoma de Chapingo, en colaboración con la Universidad Agraria de La Habana estudió el comportamiento de un aceite hidráulico en dos condiciones diferentes, uno nuevo y otro usado recuperado mediante un proceso de centrifugación y filtración.

Con la aplicación de dicho proceso se separaron aceite, agua, lodos, y sólidos en suspensión. El estudio demostró que el aceite recuperado tuvo el mismo comportamiento y rendimiento que el aceite nuevo (Pérez S, 2006 y 2007).

En el mercado internacional el precio de la tonelada de aceite turbo oscila alrededor de 1733.75 CUC y del aceite hidráulico 1698.65 CUC, por lo que la recuperación de los mismos representa un ahorro sustancial para la economía del país.

### **Conclusiones del capítulo**

Los aceites usados clasifican como desechos químicos peligrosos. El manejo inadecuado ocasiona daños al medio ambiente y a la salud del hombre. La mayoría de ellos son regenerables, aunque la implantación de cualquier alternativa de disposición depende de diversos factores, como grado de organización en la recolección, tipo de mezcla, manipulación, transportación, almacenamiento y tecnologías existentes o viables para su recuperación con la calidad requerida. Todo lo cual estará en correspondencia con la situación económica y el nivel de desarrollo existente en cada lugar, así como el destino final. Para ello se necesita realizar valoraciones técnicas y económicas, cuyos resultados brinden las informaciones que se requieren para la definición de la mejor opción.

Para lograr el manejo ambiental racional y económicamente apropiado, en el sector empresarial, en este caso en la ECC-Holguín, es imprescindible el mejoramiento de las actividades de manejo que permitan la elevación de la eficiencia del SGAU, en la actualidad con dificultades. La metodología que se propone contribuye a la solución de las dificultades económicas y medioambientales del sistema, permitiendo el ajuste del sistema a las necesidades de la empresa.

## **CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA PARA EL MANEJO RACIONAL DE LOS ACEITES USADOS EN LA ECC- HOLGUÍN**

En el capítulo se describen las etapas y tareas que deben efectuarse para la aplicación de la metodología como herramienta del SGAU, en la búsqueda de perspectivas más eficientes, que alcancen el manejo racional de aceites usados en la ECC-Holguín, se evalúa su pertinencia mediante el criterio de experto aplicando el método Delphi.

Las empresas y otras instituciones generadoras de desechos peligrosos entre sus obligaciones está aplicar, como primera prioridad o alternativa de gestión, la prevención y reducción de la generación de desechos peligrosos en la fuente de origen; lo cual implica que establezca una estrategia de producción más limpia y consumo sustentable, y en segundo orden fomentar, siempre que sea factible desde el punto de vista técnico económico y ambiental, la recuperación y aprovechamiento de los materiales con potencial para ello (Resolución 136, 2009).

La metodología que se presenta se fundamenta en la Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos, elaborada en el marco de las actividades del Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe que se editó en el 2005, y en las Directrices del Convenio de Basilea en materia de manejo de residuos.

La metodología que se describe constituye un instrumento de la gestión ambiental, encaminada a la solución de problemas concretos. Su estructura es flexible y dinámica, lo que permite el ajuste a las necesidades o circunstancias particulares de la ECC-Holguín. Tiene carácter cíclico e iterativo, por la sucesión de las etapas, cada una tributa a las posteriores y viceversa; se proyecta un proceso coherente e íntegro con carácter sistémico y de mejora continua.

La estructura de la metodología comprende cinco etapas:

- Etapa I: Preparatoria
- Etapa II: Diagnóstico
- Etapa III: Diseño
- Etapa IV: Implementación
- Etapa V: Control y evaluación

En cada etapa de trabajo se planifica un conjunto de acciones que aportarán elementos para que se cumplan los objetivos, en la búsqueda del manejo racional para el mejoramiento ambiental en la ECC Holguín.

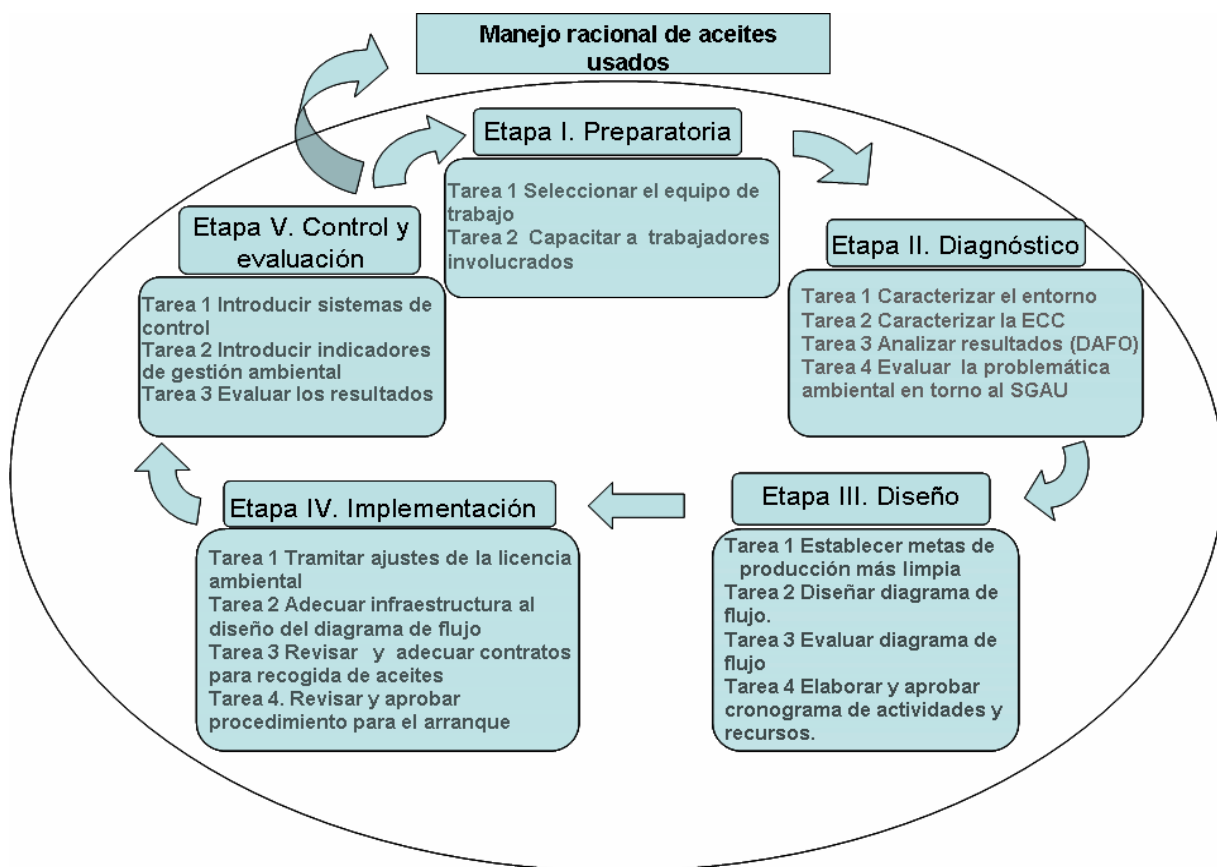


Figura 1. Esquema de la metodología para el manejo racional de aceites usados.  
Fuente: Elaboración propia

## Etapa I. Preparatoria

En la etapa asegura la colaboración de todos, comenzando por directivos de la empresa y la incorporación de sus trabajadores.

### Tarea 1. Seleccionar el equipo de trabajo

Se selecciona el equipo de trabajo, integrado por especialistas de las áreas implicadas en el SGAU. El equipo debe constituirse con al menos un especialista de las áreas involucradas al sistema, ellas son: operaciones, comercial, economía, técnica y de la empresa CUBALUB del territorio. Se selecciona el guía o líder que conduzca la ejecución de la metodología.

El equipo tiene como tarea inicial la obtención del compromiso del director y del Comité Técnico del Centro. El compromiso es la fuerza impulsora para el desarrollo

del proyecto e implica el empleo de recursos materiales, humanos y financieros para alcanzar de los objetivos.

### **Tarea 2. Capacitar a los trabajadores involucrados**

Se realiza la capacitación del personal implicado en la actividad, comunicándole a cada trabajador sus responsabilidades dentro del SGAU, la importancia del manejo eficiente de aceites usados, para la comercializadora, la economía del país y el medio ambiente.

El área económica participa activamente en el proceso de implementación y crea los mecanismos necesarios para la evaluación de los inventarios, costos y gastos en el manejo de desechos peligrosos.

### **Etapa II. Diagnóstico**

Se realiza la valoración de las condiciones o circunstancias en que se desarrolla el SGAU en la ECC-Holguín. A partir de la caracterización del entorno y del análisis de las condiciones internas se determinan las amenazas, oportunidades, fortalezas y debilidades del mismo y se efectúa la evaluación de los impactos que más influyen en el medio ambiente.

### **Tarea 1. Caracterizar el entorno**

En la caracterización del entorno se consideran los elementos siguientes:

- **Sociedad:** representada por los generadores de aceites usados en el territorio. Se valora su comportamiento en el cumplimiento de las resoluciones y cuidado del medio ambiente. Se realizan encuestas cuyos resultados aportan elementos del contexto
- **Gobierno:** representado con sus legislaciones y regulaciones, puede convertirse en freno o dinamizador de la gestión. El equipo debe profundizar en el estudio de las principales regulaciones del país y organismos superiores nacionales y territoriales que impactan en el SGAU.

Para que se profundice en el análisis del entorno se realiza la encuesta en el modelo que se muestra en el Anexo 4, con el objetivo de comprobar:

- Nivel de conocimiento de los generadores con respecto a las resoluciones dictadas para el manejo de desechos peligrosos.

- Condiciones para el almacenamiento de aceites usados que genera la empresa.
- Destino final que confieren los generadores al aceite usado.
- Principales dificultades que inciden en la recolección.

Se define la cantidad de clientes a encuestar, para ello se determina la muestra probabilística mediante las ecuaciones correspondientes, (ver Anexo 2), se aplica el método del muestreo aleatorio estratificado.

En el análisis de los clientes que generan aceites usados en la provincia, presenta un valor fundamental la información de las ventas de lubricantes CUBALUB del año anterior, con vista a valorar el comportamiento de las entregas del mencionado desecho con respecto a las compras de lubricantes efectuadas.

Teniendo en cuenta que la metodología tiene una estructura cíclica y de mejora continua, como punto de partida se fija un plan de entrega de aceites usados o potencial, del 10 % de recolección con respecto a las ventas de CUBALUB; en la medida que se avance e incremente el volumen de recogida se valorará un aumento del plan de entrega de 20 % a 30 %.

Las ventas de lubricantes se segmentan en tres grupos I, II y III, grandes, medianos y pequeños generadores de aceites usados respectivamente. Se clasifican “grandes generadores” aquellos clientes de CUBALUB que el 10 % de las ventas de lubricantes recuperables sea igual o mayor de 2 000 L/año, “medianos” los que el 10 % de las ventas se encuentre entre 1999 L/año - 500 L/año y “pequeños” los que el 10 % de las ventas sea menos de 500 L/año. Se determina el porcentaje que representa cada grupo de las ventas totales.

El grupo I representa los principales clientes y es importante la clasificación de las ventas de lubricantes por familias o tipos de aceites. El análisis del grupo facilita la realización de cálculos para la estimación y el conocimiento del potencial de generación por tipos de aceites en el territorio. Los resultados del análisis de datos permiten la valoración de los requerimientos para el almacenamiento segregado de aceites usados en la ECC- Holguín. Los datos también se tienen en cuenta en la contratación ya que, bien manejados potencian y fortalecen el establecimiento de compromisos de entrega por parte del cliente.

Las empresas mixtas compran lubricantes a otros proveedores y aportan sus aceites usados al SGAU, entregas deben procesarse de forma independiente.



## Tarea 2 Caracterizar la ECC-Holguín

Se efectúa el análisis de los principales elementos internos que sustentan el SGAU y las facilidades operacionales que tiene la empresa para implementarlo. Se analiza el aspecto económico, indispensable para la eficiencia y sustentabilidad del proceso.

A continuación se numeran los aspectos a tener en cuenta:

- a) Misión, visión.
- b) Política del SGAU.
- c) Condiciones para el almacenamiento y conservación del aceite usado.

En cuanto a las facilidades operacionales para el almacenamiento de aceites usados el reglamento plantea que debe disponerse de una cisterna y dos tanques, uno de almacenamiento y otro de producción terminada, ambos con sistema de drenaje para la purga del agua. En la cisterna se descarga el aceite usado que se recibe y cuando se llene hasta las  $\frac{3}{4}$  partes de su capacidad se bombea al tanque de almacenamiento, donde se decanta de forma natural agua y sedimentos. Con posterioridad se pasa al tanque de producción terminada, de donde se extrae y se entrega a gestor autorizado para su destino final (Soto, 2009)

Se requiere crear las condiciones de descarga de bidones, lo que facilita la recepción de aceites de los pequeños generadores, que lo transportan el desecho en vehículos propios hasta la ECC-Holguín.

Debe chequearse la calidad del aceite para el control diario del contenido de agua y sedimentos.

- d) Condiciones para la transportación y manipulación del aceite usado.

La transportación de aceite usado a grandes generadores se realizará en camiones cisternas con los vehículos que transportan fuel oil.

- e) Empresas en el territorio con licencia ambiental aprobada para el uso del aceite usado como combustible.

Se analiza la factibilidad económica y ambiental de la entrega del aceite usado a empresas, que lo utilizan como combustible alternativo.

- f) Gastos en los que incurre la ECC-Holguín a causa del manejo de aceite usado

Los costos por transportación están directamente relacionados al peso o volumen y a la distancia a recorrer hasta el punto del destino. Es conveniente que se analice el gasto que implica la transportación de aceites usados hasta la ECC-Holguín y a los destinos finales aprobados por el CITMA.

g) Instalaciones de CUPET que almacenen grandes volúmenes de crudo o fuel oil.

Se valora si se cumplen los parámetros que establece el reglamento para que se aplique como variante la mezcla de aceite usado con petróleo combustible o petróleo crudo (ver anexo 5).

### **Tarea 3. Análisis de los resultados. Confección de la matriz DAFO**

El equipo de trabajo efectúa el análisis de la situación interna y externa del SGAU, determinando las principales fortalezas y debilidades (elementos internos de la empresa) y oportunidades y amenazas (elementos relacionados con el entorno).

El diagnóstico externo se concentra en hechos y factores del macroentorno, compuesto por factores que son incontrolables, pero tienen incidencia en la misión, objetivos, metas y estrategias organizacionales. El diagnóstico del ambiente interno permite la determinación de las principales debilidades y fortalezas.

Una vez obtenido los resultados, se agrupan en factores internos y externos; en cada grupo, los factores se ponderan en una escala de 0 a 100 dándole mayor valor a aquellos que tengan mayor importancia para el sistema, de modo tal que la suma de los valores ponderados sea igual a 100. Luego, el equipo otorga la calificación a las debilidades y amenazas de 1 ó 2 puntos si se manifiestan en mayor o menor intensidad respectivamente; y a las fortalezas y oportunidades, la calificación de 3 ó 4 puntos si son menos o más acentuados respectivamente.

Si la sumatoria de los resultados de los factores internos es superior a los 250 puntos, indica que el sistema está en posición ventajosa, predominando las fortalezas; de lo contrario (menor que 250), estará en desventaja predominando las debilidades. Si la sumatoria de los resultados de los factores externos es superior a 250 puntos, quiere decir que el sistema está en una posición favorable, predominando las oportunidades; de lo contrario (menor que 250), estará en una situación desfavorable predominando las amenazas.

Las Matrices de Evaluación de Factores Internos y Externos (MEFI y MEFE) reflejan la situación de la ECC-Holguín en relación con sus ambientes, indican si existe predominio de fortalezas o debilidades y si está amenazada o tiene oportunidades en el entorno que debe aprovechar.

Luego se confecciona la Matriz DAFO (debilidades, fortaleza, amenazas y oportunidades). En la misma se sitúan por la izquierda y hacia abajo las fortalezas y las debilidades y por la parte superior las oportunidades y amenazas. Después se

procede a relacionarlas y se determina el cuadrante en que se encuentra la empresa y se determina el perfil de la estrategia.

En correspondencia con el cuadrante donde se ubique, se recomienda la formulación de los siguientes tipos de estrategias:

- FO: estrategias muy favorables que permiten aprovechar al máximo las fortalezas y oportunidades (estrategias del tipo OFENSIVAS).
- DO: estrategias que permiten aprovechar al máximo las oportunidades y minimizar las debilidades (estrategias del tipo ADAPTATIVAS).
- FA: enfrentar las amenazas que nos trae el entorno con las fortalezas que se tienen (estrategias del tipo DEFENSIVAS).
- DA: minimizar las debilidades y el efecto negativo de las amenazas (estrategias del tipo SUPERVIVENCIA).

#### **Tarea 4 Evaluar la problemática ambiental en torno al SGAU**

Se identifican los impactos ambientales reales y potenciales que se generan en la empresa, asociados a cada uno de los aspectos que se valoran como impactados en las actividades vinculadas al SGAU. Los impactos ambientales deben identificarse y caracterizarse, con el objetivo de evaluar la envergadura y efectos potenciales que tendrán sobre el Medio Ambiente.

Para cada actividad y aspecto se identifica el impacto ambiental que se puede producir, el cual se corresponde con el elemento del medio afectado. Se elabora la matriz de evaluación de los aspectos ambientales asociados a las actividades que realiza la entidad. El impacto ambiental identificado se refleja en la matriz de evaluación de impactos.

Existen varias metodologías para la evaluación de impacto ambiental, de las estudiadas se escoge la aplicada por la empresa Geocuba en el diagnóstico ambiental de la ECC-Holguín. La siguiente tabla muestra los aspectos.

No.	Indicador	Escala de evaluación
1	Amplitud: refleja la extensión del impacto (puntual, local, o global)	3 Global 2 Local 1Puntual
2	Frecuencia: expresa con que frecuencia se produce el hecho que genera el impacto	4 Continuo 3 Frecuente 2 Algunas veces 1 Ocurre accidentalmente
3	Intensidad: representa el grado de severidad del impacto negativo	4 Extremadamente severo 3 severo

	al Medio Ambiente	2 medio 1 Ligerio 0 Despreciable
4	Probabilidad de ocurrencia: representa la probabilidad estimada del efecto del impacto sobre el medio ambiente (alta, media o baja)	4 Muy alta 3 Alta 2 Media 1 Baja 0 No detectable

Fuente: Forcada Delgado E, 2000 y Diagnóstico ambiental de la ECC-Holguín por Geocuba, 2010.

El nivel de importancia del impacto (N. Imp.) se clasificará en la matriz de evaluación de la forma siguiente:

Bajo o Despreciable (1- 5)

Moderado (6 -9)

Alta (10-15)

Muy alta (> 15)

La evaluación de la problemática ambiental entorno al SGAU se realiza partiendo del diagnóstico ambiental, mediante el empleo de métodos participativos donde se puede hacer uso de herramientas y técnicas que faciliten la participación, tales como tormenta de ideas, revisión de documentos internos, encuestas, entrevistas. Se identifican las dificultades existentes y las posibles soluciones. Con los resultados se elabora el plan de monitoreo con los objetivos de mitigar los posibles impactos, monitorear la ocurrencia y otorgar las responsabilidades que garanticen el cumplimiento de las medidas.

### **Etapa III. Diseño**

A partir de los resultados del diagnóstico y de la evaluación del impacto ambiental, se obtienen las metas de producción más limpia, que constituyen líneas de acción estratégica para alcanzar resultados superiores en el SGAU. Basado en ello se diseña el diagrama de proceso y posteriormente se elabora y aprueba el cronograma de actividades y los recursos para el cumplimiento del diseño.

#### **Tarea 1. Establecer metas de producción más limpia**

Teniendo en cuenta el diagnóstico y la evaluación de la problemática ambiental, el equipo de trabajo establece un grupo de medidas que conformen un enfoque racional y eficiente que garantice la menor contaminación al medio ambiente y mayor beneficio económico a la ECC-Holguín.

La calidad del diseño depende de la definición adecuada de elementos que limitan el manejo racional.

### **Tarea 2. Diseñar el diagrama de flujo**

El diagrama de flujo es una representación gráfica de las secuencias del proceso del SGAU, muestra información clara, ordenada y concisa, visualizando las frecuencias y relaciones entre las diferentes etapas por medio de la representación de los pasos del proceso. El diagrama ayuda a detectar problemas, desconexiones, y otros aspectos, durante su confección se pueden comparar el flujo mejorado y las expectativas de mejora, lo que permite la identificación de nuevas oportunidades de perfeccionamiento.

El equipo diseña el diagrama del proceso, teniendo en cuenta las metas de producción más limpia que se establecieron como premisa.

### **Tarea 3. Evaluar el diagrama de flujo**

El equipo de trabajo elabora el informe, que contiene los resultados del diagnóstico y de la aplicación de la encuesta a generadores, donde revela las ventajas del nuevo proceso, la necesidad de efectuar la mejora y fundamenta su factibilidad económica.

El diagrama del proceso y el proyecto de inversiones necesarias para llevarlo a la práctica, debe revisarlo y aprobarlo el Comité Técnico del Centro y el Consejo de Dirección.

### **Tarea 4. Elaborar y aprobar el cronograma de actividades y recursos**

En la etapa se elabora el cronograma de actividades para el cumplimiento del diseño, se realiza la gestión de las inversiones que determinan los recursos necesarios y el presupuesto. Luego se presenta al comité técnico de la empresa para su aprobación.

En el cronograma se relacionan: actividades, fecha de inicio, fecha de terminación y responsable.

## **Etapa IV. Implementación**

Se organiza y ejecutan las inversiones necesarias para el ajuste de la infraestructura al diseño del diagrama de proceso.

### **Tarea 1. Actualizar la licencia ambiental**

Teniendo en cuenta los resultados en la etapa de diagnóstico y de diseño, el especialista de medio ambiente del área técnica, tramita la corrección de la licencia

ambiental con el CITMA o la solicitud para el otorgamiento de una nueva licencia que apruebe los ajustes que se realizaron en la etapa anterior.

## **Tarea 2. Adecuar la infraestructura al diseño del diagrama de flujo**

El ajuste de la infraestructura implica la ejecución de inversiones que garanticen el cumplimiento del diagrama de flujo, que tiene como premisas, las metas de producción más limpia que son líneas de acciones estratégicas. Debe analizarse los cambios que requieren las instalaciones para su adecuación al diseño.

Debe controlarse el estudio de factibilidad económica para el aseguramiento material del proceso inversionista, respaldado en el plan de negocios y amparado legalmente en contratos económicos si fuese necesario contratar a terceros para el montaje de los equipos.

El área técnica elabora y controla el proyecto de Inversiones. Esta actividad es rectorada por el área de inversiones de la empresa y sus pasos se encuentran definidos. El equipo estará al tanto del cumplimiento del cronograma aprobado.

## **Tarea 3. Revisar y adecuar la contratación para la recogida de los aceites usados**

Especialistas del área comercial y del área de operaciones, realizan la adecuación de la contratación para la recogida de aceites usados por familias. El contrato incluirá los requisitos de calidad y las condiciones de almacenamiento temporal por familias que establecerá el cliente en sus instalaciones. La tabla muestra los ensayos que determinan la calidad del aceite usado.

Nº	Ensayo	UM	Método	Especificaciones
1	Agua por Destilación	%v/v	ASTM D-95	4.0 máx.
2	Contenido de sedimentos	%v/v	ASTM D-473	1.0 máx.

Fuente: Soto Mederos, 2009

Utilizando los datos del diagnóstico se pacta el plan de recogida por tipos de aceites, los volúmenes acordados con el generador conformarán el compromiso de entrega, el cual debe reflejarse en el contrato, junto al plazo para la recogida por familias, se recomienda que se utilice como soporte, la base de datos *Fact.Aceites* para el control de la actividad.

Dicha base de datos fue diseñada en la ECC-Holguín para el control de: las entradas de aceite usado por generadores, cumplimiento de los compromisos de entrega de aceites, entrega a destinos finales, facturación cobros e indicadores ambientales.

#### **Tarea 4. Elaborar y aprobar procedimiento del sistema**

Creadas las condiciones para la implementación del diagrama de flujo, especialistas del área técnica o comercial debe elaborar o modificar el procedimiento del SGAU de la ECC-Holguín, donde se establecen las responsabilidades de cada área, los pasos de las operaciones y los registros que sustentan el desempeño del diagrama de flujo. El procedimiento debe revisarlo y aprobarlo los directores que intervienen en el proceso incluyendo al director de la empresa como máximo responsable del su cumplimiento. En este paso comienza la ejecución del diagrama de flujo.

#### **Etapa V. Control y evaluación**

Se organiza durante todo el proceso y permite la retroalimentación a través del control sistemático, para realizar ajustes, correcciones y rediseñar si es necesario. El control se realiza de forma dinámica, continua y teniendo en cuenta todo el trasiego del aceite usado.

#### **Tarea 1. Introducción de sistemas de control**

Para llevar a cabo la actividad de control del proceso se diseñó la base de datos *Fact.Aceites*, que permite el almacenamiento los datos referentes a la contratación, entregas de aceite usado por lugares de entrega de cada generador, cumplimiento de los volúmenes acordados en el contrato, facturación a destinos finales, o las transferencias para mezclar con petróleo combustible o petróleo crudo. También facilita el cálculo de los indicadores ambientales con mayor precisión. Ofrece varios reportes que visualizan el comportamiento de las actividades de manejo.

El software *Fact.Aceites*, tiene nomenclatura afín a Sistema Operativo Windows, el usuario se relaciona con el sistema a partir de las ventanas que contiene la barra del menú principal y su lenguaje se apoya en íconos que describen el contenido al detener el mouse sobre cada elemento y en la interacción máquina-usuario. La herramienta ha sido empleada en la ECC-Holguín con buenos resultados desde el año 2010, logrando que las actividades se ejecuten con mayor facilidad, rapidez y confiabilidad. El sistema brinda varios reportes a los usuarios con permisos de acceder al sistema. El software es indispensable para el control de las actividades del SGAU en la ECC-Holguín.

## **Tarea 2. Introducción de indicadores de desempeño ambiental**

Los indicadores de desempeño ambiental tienen como objetivo:

1. Aumentar el volumen de recolección.
2. Elevar la calidad de aceites usados con el manejo racional
3. Fomentar el manejo por familias o tipos de aceites

Los indicadores se aplicarán al cierre mensual de la ECC-Holguín, valorando la gestión en el mes y al cierre de año. Los indicadores también pudieran aplicarse a las empresas que clasifiquen como grandes generadoras.

La Comercializadora CUBALUB, debe informar mensualmente a la ECC-Holguín las ventas de lubricantes dieléctricos, turbos e hidráulicos especificando el comprador, y viabilizar la recogida del aceite usado con vista a elevar las cifras recolectadas. El éxito de la gestión depende de la comunicación directa entre ambas empresas.

## **Tarea 3. Evaluar los resultados**

El avance del SGAU debe evaluarse trimestralmente, presentando el informe en el consejo de dirección. En dicho contexto se determinan las soluciones a las dificultades que puedan presentarse en la implementación de la metodología o en las actividades de manejo.

Los indicadores ayudan en la valoración del manejo y orientan la formulación de políticas, al proporcionar información acerca del estado en que se encuentra la recolección. Los indicadores propuestos se encuentran en el Anexo 2.

El carácter cíclico de la metodología permite que aplicando nuevamente las dos primeras etapas se obtenga la valoración del progreso del SGAU.

### **2.1 Resultados de la aplicación del criterio de expertos sobre la estructura de la metodología propuesta**

Para medir el grado de confiabilidad y pertinencia de la metodología propuesta, se utilizó el criterio de expertos con la aplicación del método Delphi.

El método Delphi consiste en la utilización sistemática del juicio intuitivo de un grupo de expertos para obtener un consenso de opiniones. La técnica resulta más efectiva si se garantiza el anonimato, la retroalimentación controlada y la respuesta estadística de grupo.

Para la determinación y selección del número de expertos (M) se empleó la ecuación del Anexo 2, asumiendo una distribución binomial de probabilidad, con un 2 % de



error estimado, y 10 % de nivel de precisión, el cálculo arrojó como resultado 7.53, determinando que se requieren para la validación de la metodología, ocho expertos como mínimo (ver anexo 2).

En la elección de los expertos se tuvo en cuenta: dominio teórico y experiencia profesional con la temática que se analiza. Se seleccionaron de forma aleatoria nueve expertos teniendo en cuenta: grado científico, tarea, labor o responsabilidad que desempeñan y la competencia que se considera poseen en la rama del conocimiento objeto de investigación. Los expertos llenaron el cuestionario que se muestra en el Anexo 6, se procesó la información reflejada en cada uno y se determinó el nivel de competencia de los mismos mediante la aplicación de las ecuaciones correspondientes que se muestran en el Anexo 2. Los resultados se muestran a continuación.

Experto	Análisis Teóricos	Experiencia en el tema	Trabajos de autores nacionales consultados	Trabajos de autores extranjeros consultados	Conocimiento del estado del problema en el extranjero	Intuición	Ka	Kc	K
1	0.3	0.5	0.05	0.04	0.05	0.05	0.99	0.9	0.95
2	0.3	0.5	0.05	0.04	0.05	0.05	0.99	0.9	0.95
3	0.3	0.5	0.05	0.04	0.05	0.05	0.99	0.9	0.95
4	0.2	0.4	0.04	0.02	0.02	0.04	0.72	0.7	0.71
5	0.3	0.4	0.04	0.05	0.05	0.04	0.88	0.8	0.84
6	0.3	0.5	0.04	0.04	0.03	0.03	0.94	0.9	0.92
7	0.2	0.5	0.04	0.02	0.04	0.04	0.84	0.8	0.82
8	0.2	0.4	0.04	0.04	0.05	0.04	0.77	0.7	0.74
9	0.2	0.5	0.05	0.04	0.04	0.04	0.87	0.8	0.84

Fuente: elaboración propia

Según el método empleado por Moráguez, 2006, los nueve expertos obtienen un coeficiente de competencia por encima de 0.70, considerando que cumplen los requisitos para la participación en la consulta que se requiera y para la valoración de la metodología que se propone hacia el manejo racional de aceites usados en la ECC-Holguín.

El grupo de expertos consultado lo forman: tres investigadores del CEINPET, que han realizado investigaciones relacionadas con aceites usados, dos especialistas de CUBALUB, dos especialistas de la ECC-Holguín vinculados al SGAU y dos especialistas del CITMA con experiencia en el manejo de desechos peligrosos. Todos con amplios conocimientos del tema y más de diez años experiencia en la labor que desempeñan.

A los expertos, se les entregó la encuesta del anexo 7, que describe las cinco etapas de la metodología para la evaluación y se les solicita su opinión, para ello marcaron en una escala de cinco categorías la evaluación que consideran tiene cada aspecto. Las categorías evaluativas empleadas fueron (en orden descendente): muy adecuado (MA), bastante adecuado (BA), adecuado (A), poco adecuado (PA) e inadecuado (I). El proceso se realizó de forma individual, o sea, sin que conocieran la identidad del resto de los expertos que participaron en la evaluación. En el anexo 8, tabla A8.1 se muestran los resultados.

Luego se agruparon los resultados obteniendo la frecuencia absoluta para cada aspecto en cada categoría, es decir, se obtuvo el número de veces que cada aspecto fue ubicado en cada una de las categorías definidas. Como se necesitan las probabilidades es conveniente introducir frecuencias relativas, se asume la distribución normal, siendo conveniente que las frecuencias relativas se calculen sobre frecuencias acumuladas. La tabla A8.2 muestra los resultados de la distribución normal inversa acumulada para cada valor de probabilidad calculada considerando la media igual cero y la varianza igual a uno.

El siguiente paso es el cálculo de los promedios por filas y por columnas. Para calcular los promedios hay que obtener para cada fila y para columna la suma algebraica de los valores. Para cada columna (categoría) el promedio calculado da el punto de corte de cada categoría y para cada fila el promedio calculado para cada aspecto se resta del promedio general y se obtiene el valor de escala para cada aspecto. Para calcular el promedio general se suman todos los valores de los percentiles normales y se divide entre la cantidad total de percentiles sumados (ver anexo 8 tabla A8.3).

Se elabora el rayo numérico con el promedio de puntos de corte El valor de escala para cada aspecto: **-1.2086**, **-0.1448**, **-0.0309**, **0.6504**, **0.7339** se encuentran comprendidos en la calificación bastante adecuada (BA), al ubicarlos en el rayo numérico obtenido, se comprueba la viabilidad de la aplicación de la metodología que se propone (ver anexo 8, figura A8.1).

Se determinó el nivel de consenso entre los expertos, para ello se calculó el coeficiente de concordancia (ver anexo 2), se obtuvo como resultado 1, al no existir votos negativos en las respuestas proporcionadas, determinando que existe relación entre las respuestas proporcionadas.

### **CAPITULO 3. APLICACIÓN PARCIAL DE LA METODOLOGÍA PARA EL MANEJO RACIONAL DE LOS ACEITES USADOS EN LA ECC-HOLGUÍN**

La metodología para el manejo racional de aceites usados se aplicó de forma parcial hasta la Etapa III Tarea 3. Su utilización permitió el perfeccionamiento de las técnicas y herramientas propuestas y contribuyeron al mejoramiento del manejo de aceites usados en la ECC-Holguín. A continuación se exponen los principales resultados.

#### **Etapa I. Preparatoria**

##### **Tarea 1. Seleccionar el equipo de trabajo**

El equipo de trabajo, lo integran seis compañeros que se relacionan a continuación, quienes seleccionaron de líder al gestor de aceites usados.

Nombre	Cargo	Área/ Empresa
Raúl Doimeadios Pérez	Director técnico	Técnica
Yoan Pavón Santana	Especialista principal contabilidad	Economía
Caridad Sánchez Peralta	Especialista de medio ambiente	Técnica
Jorge Besil Norman	Tecnólogo	Operaciones,
Yohandry Consuegra Blanco	Gestor de aceites usados	Comercial
Leodanis Pozo Ramos	Especialista de calidad	Cubalub

El equipo se presentó al consejo de dirección, donde su líder explicó el objeto y los objetivos de la investigación. Como resultado la alta dirección de la empresa aprobó los integrantes del equipo de trabajo con su líder y se comprometió brindar el apoyo que se requiera en la búsqueda de técnicas y procedimientos para el manejo racional de aceites usados en la ECC-Holguín y su mejora continua.

##### **Tarea 2. Capacitación a los trabajadores involucrados**

Se realizó un seminario con los trabajadores implicados en el SGAU, comunicándoles las responsabilidades de cada área y la importancia del manejo racional de aceites usados para preservar el medio ambiente y la salud del hombre.

Se efectuaron dos talleres provinciales, donde participaron más del 90 % de los generadores del territorio, se abordaron varios temas como: mecanismos y situación actual del SGAU, facilidades operacionales de la ECC-Holguín para la implementación del sistema, importancia del manejo adecuado de aceites usados, tanto para el medioambiente como para la economía del país. Por otra parte, el gestor de aceites usados y la especialista en calidad de la ECC-Holguín participan

trimestralmente en la reunión de la Comisión de Desechos Peligrosos, auspiciada por el CITMA, donde se analiza la recolección y el comportamiento de cada organismo. La capacitación a trabajadores se promueve mensualmente, a través de divulgación de boletines que abordan temas sobre el manejo adecuado, la necesidad de proteger el medio ambiente y se actualizan los resultados del mes en el cumplimiento de las actividades del SGAU.

Con ello se ha logrado la sensibilización y el compromiso de los trabajadores con la labor a desempeñar, en un ambiente satisfactorio que facilitó el desarrollo de la investigación.

## **Etapa II. Diagnóstico**

### **Tarea 1. Caracterización del entorno**

Del análisis de: volúmenes acopiados en etapas anteriores y la actualidad se constató que en el periodo 1985 - 1990 las empresas que compraban lubricantes debían entregar el 30 % de aceites usados, para comprar nuevamente. En el año 1990 se recolectó 40.08 % de las ventas de lubricantes (Anexo 9, tabla A9.1).

En el año 2008 solo se acopiaron 193.75 m<sup>3</sup>, procedentes fundamentalmente de empresas del níquel y grupos electrógenos pertenecientes a la empresa eléctrica (ver Anexo 9, tabla A9.2). En el periodo 2007 – 2012 se aprecia un crecimiento progresivo de los volúmenes recolectados, pero aún el porcentaje de recolección es bajo (ver Anexo 9, Tabla A9.2 y Figura A9.1).

En el 2009 entra en vigor la resolución 136 del CITMA, que establece la obligación del amparo de licencia ambiental para el manejo de desechos peligrosos. Al cierre del año 2011, de un total de 217 clientes que compraron lubricantes a CUBALUB en el territorio, solo 26 obtuvieron la licencia, de ellos 12 pertenecen al extinto MINBAS, (ver anexo 9, tabla A9.3).

El análisis del comportamiento de entregas de aceite usado por organismos en el año 2011, con respecto a las ventas de CUBALUB, determinó que el peor resultado se debe al extinto MINAZ, cliente que consumió 1 412.14 m<sup>3</sup>, sin integrarse al sistema. Otros como MINFAR, MICONS y MINAGRI sus resultados no fueron los esperados. En total solo se recolectó el 10.20 % de aceites usados, aunque algunos organismos como SIME y MINBAS, el porcentaje de recolección con respecto a las ventas CUBALUB es mayor que 30 %, ello se debe a la existencia de empresas que

compran lubricantes a otros proveedores, siendo necesario un análisis más detallado (ver anexo 9, tabla A9.4)

En el año 2011 CUBALUB vendió 4 088.37 m<sup>3</sup> de lubricantes recuperables a 217 clientes que se clasificaron, según la metodología, en tres grupos (grandes, medianos y pequeños generadores), 27 clientes conforman el grupo I que representa el 84% de las ventas totales, en el anexo 9, tabla A9.5 se muestran los resultados de la segmentación del mercado.

Teniendo en cuenta que las empresas mixtas, compran lubricantes a otros proveedores como “Castrol” y “Total”, y entregaron 175.82 m<sup>3</sup>, la recuperación real de las ventas CUBALUB es del 5.90 %. Los clientes del grupo I entregaron 5.88 % y los del grupo II y III el 5.95 % (ver anexo 9 tabla A9.6 y A9.7).

Se clasificaron las ventas del grupo I, por tipos de lubricantes (“hidráulicos”, “turbo”, “dieléctricos”, y “motor y otros”), con el objetivo de conocer las cantidades generadas por tipos de aceites. En dicho segmento se encuentra el 100 % de las ventas de aceites dieléctricos y turbo, el anexo 9, tabla A9.8 muestra los resultados. Es importante resaltar, que una vez creadas las condiciones en las instalaciones de generadores y gestores, la tarea de recolección de los aceites mencionados se realice en coordinación con la empresa CUBALUB, viabilizando la gestión con el objetivo de aumentar el volumen a recolectar y disminuir los riesgos de contaminación. La información se chequeará mensualmente.

En la tabla A9.9 se muestra el porcentaje de recolección por generadores pertenecientes al grupo I respecto a la venta de lubricantes recuperables, las empresas con mejores resultados pertenecen al extinto MINBAS, actual Ministerio de Energía y Minas (MINEM), también se muestran aquellos que no se incorporaron a la recolección.

Teniendo en cuenta el análisis realizado, se aplicó la encuesta para la determinación de las causas que provocan los bajos porcentajes de recolección por parte de los generadores (ver anexo 4).

Para la determinación de la muestra probabilística, se utilizó el muestreo aleatorio estratificado. Mediante las ecuaciones correspondientes del anexo 2 se calculó el tamaño de muestra para una población de 217 clientes, obteniéndose con 95 % de confiabilidad y 5% de error, que son 138 clientes a encuestar.

La muestra estratificada por segmentos se calculó mediante el coeficiente de proporcionalidad cuyo valor es 0.641, con el cual se determina la distribución de la población de cada estrato y se define la cantidad de individuos a encuestar. En la siguiente tabla se muestran los resultados.

Estrato	Población	Coeficiente de proporcionalidad	Muestra/Estrato
Grupo I	27	0.641	17
Grupo II	41	0.641	26
Grupo III	149	0.641	95
<b>Total</b>	<b>217</b>	<b>0.641</b>	<b>138</b>

Fuente: Elaboración propia

La encuesta se dirigió en mayor medida, a especialistas de transporte, aseguramiento y medio ambiente, de las empresas generadoras de aceites. Los resultados se muestran a continuación:

Pregunta 1.	Si	a veces	No	Total
1.1- ¿Conoce Ud. la resolución 136 del 2009 del CITMA ?	95	-	43	138
1.2- ¿Tiene conocimiento acerca del otorgamiento de la Licencia ambiental a su empresa?	87	-	51	138
1.3- ¿Tiene conocimiento de la existencia de depósitos para almacenar aceites usados en su empresa?	129	-	9	138
1.4- ¿Considera Ud. que existe riesgo de contaminación con agua o sólidos en el lugar que se encuentran almacenados?	25	63	40	128
<b>Total</b>	<b>336</b>	<b>63</b>	<b>143</b>	<b>542</b>

Fuente: Elaboración propia

El 68.8 % de los encuestados afirmó el conocimiento de la resolución y el 31.2 % reconoce el desconocimiento de lo establecido. Solo el 63.1 % de los encuestados tienen conocimiento de la necesidad de la obtención de licencia ambiental para el manejo de desechos peligrosos, el 36.9 % desconoce el estado de su empresa en materia ambiental. El 93.5 % conoce que se almacenan los aceites usados en su empresa, el 6.53 % desconoce el tema o no sabe si se almacenan. El 63.8 % considera que existen riesgos de contaminación en el lugar de almacenamiento, solo el 28.9 % concluye que se almacenan de forma segura, el 7.25 % no dio respuesta.

Es importante señalar que a pesar de la aprobación de la resolución 136 del CITMA en el año 2009, al cierre del año 2012, de 217 generadores de aceite usado solo 42 alcanzaron el otorgamiento de la licencia ambiental para el manejo de desechos peligrosos, lo que representa el 19.4 % de cumplimiento de las medidas medioambientales del país en la provincia.

En general se comprueba que las condiciones de almacenamiento de los encuestados no se encuentran acorde a los requerimientos que establece la resolución 136 del CITMA, por lo que existe probabilidad de contaminación con agua y otros desechos que atentan contra la calidad del aceite usado. La tabla siguiente muestra el número de respuestas agrupadas por coincidencia, referentes al destino que le confieren a aceites usados.

<b>¿Que destino final le confieren a los aceites usados? (Pregunta 2).</b>	
a) Lo entregan a otras empresas con menos recursos	5
b) Se realizan los cambios en empresas de servicio y allí se quedan	24
c) Destino Comercializadora Cupet	68
d) No se controla el destino de los aceites usados	7
e) Se utiliza en otros vehículos con menos exigencias o requisitos	15
f) Lo utilizan como conservante o desmoldante	19
Total	138

Fuente: Elaboración propia

El 3.6 % revela que entregan los aceites a otras empresas con menos recursos, el 17.4 % manifiesta que realizan los cambios en otras empresas de servicio, donde se quedan acopiados. El 49.28 % de los encuestados utilizan como destino final la ECC-Holguín, el 5.27 % reconoce la falta de control y el 14.29 % lo utiliza como desmoldante o conservante, actividad no aprobada por el CITMA.

En la siguiente tabla se muestran las principales causas que afectan la recolección de aceites usados, predominando la falta de control, el desconocimiento y la falta de exigencia. Se agruparon las respuestas, determinando el número de coincidencias entre los encuestados.

<b>¿Cuáles considera Ud. son las dificultades que afectan las entregas de aceites usados por parte de su empresa a Cupet? (Pregunta 3).</b>	
a) Desconocimiento de la legislación por los directivos	35
b) Falta de exigencia por parte del gobierno y del CITMA	32
c) No está definido el responsable de la actividad	16
d) Salideros en maquinarias con muchos años de explotación	18
e) Falta de capacitación por parte del CITMA	10
f) Falta de control en la empresa	40
g) Indisciplina tecnológica	22
h) Falta de transportación	28
i) Falta de seguimiento del lubricante que se distribuye a dependencias en otros municipios	41

Fuente: Elaboración propia

Se calcularon las correlaciones correspondientes a cada respuesta para determinar el coeficiente de cronbach (ver anexo 2), dio como resultado 0.8193 se consideran válidos los resultados de la encuesta.

El equipo de trabajo a través de entrevistas, tormenta de ideas, trabajo en grupo y revisión documental construye la matriz de evaluación de factores externos (ver anexo 10).

## **Tarea 2. Caracterización de la ECC-Holguín**

La actividad de la empresa se ubica en la esfera de los servicios y tiene como objetivo: la comercialización mayorista y minorista de combustibles al sector estatal y a la población, transportación y almacenamiento temporal de aceites usados, así como la fiscalización del uso del combustible en el territorio.

Por sus características la entidad depende, en gran medida, de la capacidad instalada para el almacenamiento y de medios de transporte, tanto en el proceso de recepción, como en la comercialización de los productos.

### **a) misión y visión.**

Su misión: garantizar a los clientes el servicio de comercialización de combustible, de forma continua y estable, sustentado en el perfeccionamiento de la formación del capital humano y la óptima explotación de las instalaciones.

Su visión: una organización líder y altamente competitiva en la comercialización y fiscalización de los combustibles, con un equipo profesional y técnico que proporcionan confiabilidad, seguridad y servicio de calidad a clientes.

La misión de la empresa sustenta su accionar en la consolidación de los valores y la adopción de comportamientos en correspondencia con la visión.

### **b) Política del SGA.**

La incorporación de la Gestión Ambiental a los procesos de servicios que se desarrollan en la empresa tiene como propósitos: prevenir, reducir y finalmente eliminar los impactos negativos que las operaciones causan al medio ambiente, asegurando la protección y preservación de los recursos naturales sobre el sustento de la producción de bienes y servicios, constituye necesidad de la empresa la protección del medio ambiente.

El Sistema de Gestión Ambiental (SGA) implementado en la ECC- Holguín abarca las áreas y procesos de la empresa. Es política de la empresa el cumplimiento de la



Ley-81 de Medio Ambiente, contribuyendo a la disminución, hasta niveles alcanzables, de las cargas contaminantes al medio ambiente.

Para lograr dicho propósito la empresa establece el SGA sobre la base de la NC-ISO 14 001:2004. Para la implementación del SGAU, integrado al SGA la empresa asegura el control sobre el manejo de desechos peligrosos, obtuvo la licencia ambiental para manejo, transportación y almacenamiento de aceites usados en octubre del 2010.

La política del SGAU se abordó en el epígrafe referente al estado actual del SGAU. El diagrama de proceso actual se muestra en el anexo 3.

c) Condiciones para el almacenamiento y conservación del aceite usado.

Análisis de facilidades operacionales que posee la ECC-Holguín para efectuar las actividades de almacenamiento y transportación:

- Plataforma para la recepción de pailas y vaciado de bidones de 50 galones. (se necesita tren de izaje).
- Cisterna de 3 m<sup>3</sup>, con mallas de Ø 10, 5 y 1 mm (las mallas se encuentran en mal estado técnico).
- Dos tanques de almacenamiento (tanque 06 y 08) de capacidad 139.26 m<sup>3</sup> y 62 m<sup>3</sup> respectivamente (capacidad total de 201.26 m<sup>3</sup>).
- Brazo de carga por camiones de Ø 3“.
- Una Bomba de engrane para la recepción, de Q=48 m<sup>3</sup>/h, P=22 Kw.
- Carencia de bomba para la carga, utilizan la de descarga de aceites para la operación (se requiere una nueva que se pueda utilizar alternativamente).
- Dos tanques (13 y 14) ambos con 90 m<sup>3</sup> de capacidad en buen estado técnico y en desuso, se proponen para que se garantice el almacenamiento segregado de aceites usados por familia.
- Equipos necesarios para la realización de los análisis de control de calidad que se plantean en el reglamento del SGAU, no existe equipamiento para la determinación de metales pesados y se desconoce la carga contaminante presente en cada mezcla.

d) Condiciones para la transportación y manipulación del aceite usado.

Se dispone de un carro cisterna de 8 995 L de capacidad que se utiliza en la distribución de Fuel oil y en la recolección de aceites y que posee aditamento con

filtro en la manguera para impedir el paso de materias extrañas que pueden dañar la bomba, también se construyó otro aditamento que permite la succión de aceites almacenados en bidones utilizando la bomba de dicho carro cisterna.

Para la transportación a destinos finales se utiliza el carro cisterna de 26 232 L de capacidad. Este vehículo tiene como prioridad la distribución de fuel oil del plan operativo del mes de la empresa.

e) Empresas en el territorio con licencia ambiental aprobada para el uso del aceite usado como combustible.

Existen varias empresas con licencia ambiental aprobada, las que utilizan aceites como combustible alternativo. Mezclan hasta 10 % de aceite usado con fuel oil.

La ECC-Holguín tiene contrato con las empresas siguientes:

- Cerámica Blanca, Las Tunas
- Fábrica de Cemento en nuevitas, Camagüey
- Destilería Amancio Rodríguez, Las Tunas
- Destilería Urbano Noris, Holguín
- Calera Urbano Noris, Holguín

Los aceites se combustionan sin tratamiento previo, desconociéndose la carga contaminante de los lotes entregados a destinos finales, por lo que no se ha comprobado que dichas empresas garanticen el manejo ambiental seguro.

f) Gastos en los que incurre la ECC-Holguín debido al manejo de este desecho peligroso.

La resolución 104/2008 del MINBAS estuvo vigente hasta julio del 2012. En el año 2011 el servicio de transportación de aceites usados a grandes generadores, ocasionó pérdidas a la ECC-Holguín, ascendentes a 16 687.47 CUP y 1 867.31 CUC y la transportación a destinos finales 6 499.98 CUP y 5 990.51 CUC, para un total de 23 187.45 CUP y 7 857.82 CUC. Dichas pérdidas se produjeron por concepto de pago por transportación a la Empresa Transportadora de Combustibles (Transcupet). En el anexo 11 Tabla A11.1 y A11.2 se muestran los resultados.

En el año 2012 se aplicó la resolución 470/2012 del MINBAS, que tiene como objetivo la estimulación a la recolección con el pago de un incentivo a los clientes que entreguen aceites con la calidad requerida, el valor aproximado es 0.05 CUP/L, no se cobra el servicio de transportación a grandes generadores. A los destinos

finales se les cobra un precio que se obtiene mediante la suma del valor del incentivo y la tasa por transportación igual a 0.0307 CUP/L. El aceite tiene un precio de venta aproximado de 0.08 CUP/L para las empresas que lo utilizan como combustible alternativo. La resolución tampoco favorece la rentabilidad del proceso, las pérdidas en el año 2012 ascendieron a 9 325.71 CUP y 10 966.46 CUC, los datos se muestran en el anexo 12 tablas A12.1 y tabla A12.2.

El incentivo que establece la resolución no cumple su propósito, pues el generador para recibirlo gestiona los ensayos de laboratorio que demuestren la calidad del aceite recolectado, dicha ensayos tienen un precio de 20.15 CUP y 4.67 CUC por cada muestra que se analice en la ECC-Holguín y el generador solo recibirá alrededor de 0.05 CUP por cada litro de aceite usado entregado. Otras empresas se ven imposibilitadas de formalizar la venta de sus aceites, pues no tienen el aspecto descrito en el objeto social. Se llega a la conclusión que ambas resoluciones son inadecuadas.

g) Instalaciones de CUPET que almacenan grandes cantidades de crudo o fuel oil. Se analizó la posible aplicación de la mezcla de aceite usado con fuel oil en la UEB Guirabo, constatándose que no es factible porque los volúmenes de combustibles no garantizan el cumplimiento de la tercera y cuarta condición descritas en el anexo 5. Posteriormente se realizó el análisis de los clientes que compran fuel oil o petróleo crudo en grandes cantidades. Uno de ellos es la Central Termoeléctrica (CTE) “Lidio Ramón Pérez” que produciendo establemente consume 65 000 m<sup>3</sup>/mes. La ECC-Holguín abastece a dicho cliente desde la Unidad Empresarial de Base Felton (UEB-Felton).

Por el gran volumen de combustible que maneja la termoeléctrica se analiza, que el contenido de aceite usado en el mismo es despreciable, considerando que no sobrepase el 2 % y se cumplan las condiciones 3 y 4 del Anexo 5.

Sobre la base del volumen de aceite usado recolectado por la ECC en los años 2011 y 2012, así como el volumen que representa el 2 % en el consumo anual de combustible de la CTE, se comprueba que la cantidad máxima permisible representa solo 0.002 ppm de aceite usado en la mezcla combustible, por lo cual se considera que se debe cumplir la condición 4 que se expone en el Anexo 5.

La UEB-Felton, posee dos tanques de 40 000 m<sup>3</sup> de capacidad cada uno y un tercero en las instalaciones del cliente de 15 000 m<sup>3</sup>. La tabla siguiente expone los resultados que demuestran el cumplimiento de la tercera condición.

Parámetros	2011	2012	Año <sup>(1)</sup>
Consumo anual combustible CTE Lidio Ramón Pérez (m <sup>3</sup> )	678 984.53	842 910.85	650 000
Entregas aceite usado por los generadores a ECC-Holguín (m <sup>3</sup> )	416.21	456.74	13 000
% aceite en mezcla	0.0006	0.0006	2.0
Pronóstico generación (m <sup>3</sup> )	1000.0		-
% aceite en mezcla	0.01		-

(1) Datos calculados sobre el consumo estable de la producción mensual de la termoeléctrica y asumiendo: 1 año = 10 meses de trabajo y 2 % máximo el volumen de aceite usado.

\* 1 m<sup>3</sup>= 1 000L

Fuente: Elaboración propia

Según el pronóstico, se estima que la generación del desecho en la provincia es alrededor de 100 m<sup>3</sup>/mes, representa 1000 m<sup>3</sup> al año, 130 veces menos que el máximo permisible para la mezcla, por lo que, el aceite usado de la provincia se puede consumir en la CTE con amplia cobertura.

La UEB-Felton, posee condiciones tecnológicas para la recepción y almacenamiento de aceite usado. El aceite se transportará hacia la UEB-Felton, donde se mezclará con el crudo nacional destinado a la CTE, representa menos de 1 % en la mezcla combustible. La mezcla se bombea a los tanques de la termoeléctrica. El bombeo, la distancia a recorrer y la temperatura de operación 40 °C – 45 °C favorecen el proceso de mezclado.

Debe subrayarse que la termoeléctrica por sus características operacionales posee licencia ambiental para el empleo de aceites usados como combustible alternativo y tiene la autorización del CITMA que permite efectuar mezclas de crudo 650 con aceite hasta el 10%. Con la nueva propuesta el manejo es más seguro, pues se aplica primeramente la variante 2 en la UEB-Felton y posteriormente se consume en calderas que alcanzan temperaturas superiores a los 800 °C y tiempo de retención de los gases por más de dos segundos (variante 1). La variante propuesta fue aprobada por la termoeléctrica y se encuentra en trámite la modificación de la licencia ambiental.

Con la aplicación de la variante mezcla de aceite usado con combustible se eliminan las pérdidas de la ECC-Holguín, pues el aceite usado aumenta su valor comercial al mezclarlo con crudo nacional, que en el año 2012 alcanzó el precio de 0.4724 CUP/L

y representa 216 633.19 CUP si se tiene en cuenta el volumen transportado hacia los destinos finales en el año 2012 (Anexo 12 Tabla A12.1).

La aplicación de la alternativa permite la disminución de distancias a recorrer con la transportación directa hacia la UEB-Felton de los aceites que se recolectan en la zona industrial de Moa, aproximadamente 261 m<sup>3</sup> pertenecientes a grandes generadores (Anexo 12, Tabla A12.2). Anteriormente todo el aceite se transportaba hasta la ECC-Holguín y luego se distribuía a destinos finales contratados. La nueva variante permite un ahorro de combustible de 862 L/año (ver anexo 13, tabla A13.2).

### **Tarea 3. Análisis de los resultados. Confección de la matriz DAFO**

El equipo en función de las debilidades, fortalezas, amenazas, y oportunidades detectadas en el diagnóstico confeccionó la Matriz de Factores Internos (MEFI), la Matriz de Factores Externos (MEFE), se ponderan los elementos según su nivel de prevalencia y se clasifican según su impacto en el sistema, así como la Matriz de impactos cruzados (DAFO) (ver anexo 10).

Según la MEFI, al obtenerse 276 puntos, mayor que 250, arrojó que la ECC-Holguín posee una situación interna favorable. Se considera, a las fortalezas más relevantes que las debilidades del sistema. Las principales fortalezas son: La empresa cuenta con las facilidades operacionales necesarias para implementar el SGAU según las disposiciones vigentes en el país y la buena comunicación con los generadores de aceite usado integrados al SGAU. No obstante, existen debilidades que no deben descuidarse como la no aplicación de la segregación de aceites por familias, lo que permitiría la reutilización en algunos casos, causando menor deterioro al medio ambiente.

El análisis de la MEFE muestra una posición ventajosa, con predominio de las oportunidades, el valor obtenido, es de 254 puntos, mayor que 250, que demuestran que el sistema está en condiciones de aprovechar las oportunidades del entorno. Las oportunidades más relevantes son: la obligación de los generadores a cumplir las disposiciones vigentes para el manejo de desechos peligrosos y el apoyo del gobierno y el CITMA a las medidas creadas para el cuidado del medio ambiente. Sin embargo, se debe prestar atención a las amenazas, la de mayor predominio es: el destino inadecuado que le confieren los generadores a los aceites usados poniendo en riesgo al medio ambiente.

Luego de realizar el diagnóstico, se procede a la búsqueda de alternativas

estratégicas que materialicen el perfeccionamiento del SGAU, se empleó la técnica de la Matriz DAFO. La matriz obtenida se ubica en el cuadrante uno (Fortalezas – Oportunidades), posición ventajosa que se considera fuerte y con oportunidades, que permiten la adopción de estrategias del tipo ofensivas, aprovechando las oportunidades y haciendo valer las fortalezas que se poseen, para alcanzar una etapa superior de desarrollo de la actividad, atenuando las debilidades de mayor peso y previendo las amenazas que atentan contra su posición estratégica. Basado los resultados se definen las metas de producción más limpia como estrategia del sistema.

#### **Tarea 4. Evaluar la problemática ambiental en torno al SGAU**

Para la valoración se elaboró la matriz de evaluación de aspectos ambientales asociados a las actividades del SGAU, el impacto que provoca cada actividad, estimación y nivel de importancia. Los impactos ambientales hay que identificarlos y caracterizarlos para el logro de una evaluación objetiva y de envergadura, que permitan el conocimiento de los efectos potenciales que tendrán sobre el ambiente. En la ECC-Holguín se determinaron 6 actividades asociadas al SGAU que pueden provocar 25 impactos ambientales, de ellos 14 con nivel de importancia alto (ver anexo 14).

El proceso de evaluación de los aspectos ambientales se realizó de forma colectiva, participando especialistas de las áreas involucradas con suficiente experiencia y conocimientos sobre la entidad, también participaron especialistas concedores de temas ambientales. En el anexo 15 se muestra el plan de monitoreo confeccionado, se determinaron las acciones ante cada posible impacto potencial, el número de mediciones al año y el responsable de cada actividad.

### **Etapa III. Diseño**

#### **Tarea 1. Establecer metas de producción más limpia**

Para la elaboración del diagrama de flujo, el equipo establece las siguientes líneas de acción estratégica, sustentadas en los principios de PML:

- 1- Disminuir la carga contaminante que pasa a la atmósfera producto de la combustión de aceites usados.
- 2- Disminuir los recorridos de camiones cisternas en el traslado de aceite usado
- 3- Elevar la calidad del aceite usado que se recolecta en la ECC-Holguín

## **Tarea 2. Diseño del diagrama de flujo.**

El equipo diseña el diagrama de flujo que representa las secuencias del proceso del SGAU para el manejo racional de aceites usados en la ECC-Holguín, como resultado de la aplicación de la metodología (ver anexo 16).

Si se crean las condiciones requeridas en la Refinería “Sergio Soto”, se propone la recolección segregada de los aceites dieléctricos, hidráulico y turbo, almacenándolos de forma independiente en los tanques 8, 13 y 14 respectivamente, transportarlos hacia dicha industria para su regeneración con la obtención de nuevas bases lubricantes. Esta alternativa permite dar valor agregado a un desecho peligroso.

En el año 2011 la ECC-Holguín recolectó 20 m<sup>3</sup> de aceite dieléctrico y 100 m<sup>3</sup> de aceite hidráulico que se mezclaron y destinaron a la combustión, dichos volúmenes pudieran incrementarse si se asume una actuación ofensiva y se obtiene mayor cooperación de CUBALUB (ver anexo 9, tabla A9.8).

En el tanque 06 se almacenarían los aceites de motor, transmisión y otros que por baja calidad y diversidad de componentes se destinarán a la combustión, siendo transportados a la UEB-Felton, donde se podrá mezclar con crudo nacional hasta un 2 %. La aplicación de la variante constituye un paso importante para el manejo seguro de aceites usados que permite, además, ahorro de combustible por concepto de transportación al destino final. La alternativa representa ahorros de 862 L/año.

En el mes de abril del presente año se mezclaron 36 m<sup>3</sup> de aceite con 38 000 m<sup>3</sup> crudo en la UEB-Felton con destino CTE, se analizaron los parámetros de calidad de la mezcla, determinando que su variación no fue significativa. Los resultados de la prueba fueron satisfactorios.

En esta investigación se propone a la ECC-Holguín que asuma los gastos de análisis de laboratorio, con vistas a incrementar el número de clientes y agilidad en el proceso, abogando por la calidad en la recolección y el cumplimiento de los índices de calidad respecto al porcentaje de agua y sedimentos.

## **Tarea 3. Evaluación del diagrama de flujo.**

Los resultados de la investigación se presentaron al comité técnico de la empresa, se aprobó el informe y se decidió enviarlo al departamento técnico de la Unión Cupet.

La ECC-Holguín tramita la modificación de la licencia para la aprobación por el CITMA de la realización de las operaciones en la UEB -Felton.

#### **Tarea 4. Elaboración y aprobación del cronograma de actividades y recursos para la implementación.**

Luego que se aprueben las propuestas para el manejo racional de aceites usados se elabora el cronograma de actividades y recursos para la implementación. La planificación de las tareas pendientes de la metodología se muestra en el anexo 17.

En las condiciones actuales es de vital importancia el incremento de la eficiencia y de producciones que optimicen y aprovechen los pocos recursos que dispone el país, con una correcta planificación, lo que permitirá el aumento de beneficios.

#### **Conclusiones del capítulo**

1. La aplicación de la Metodología permitió el perfeccionamiento de las técnicas y herramientas propuestas que contribuyeron al manejo racional de aceites usados en la ECC-Holguín. Los principales resultados son:
  - El diagnóstico, que evidencia desconocimiento de los generadores sobre el manejo de desechos peligrosos, las dificultades que existen y atentan contra la calidad de la recolección.
  - La proyección de estrategias que se sustentan en principios de producción más limpia, para el manejo racional de aceites usados en la provincia.
2. Se evaluó la viabilidad de la metodología propuesta con la demostración de los resultados siguientes:
  - La UEB-Felton posee condiciones tecnológicas para la mezcla directa de aceite usado con el combustible de los tanques destinados a la CTE.
  - La aplicación de la alternativa de disposición de aceites usados para su co-procesamiento en mezcla hasta 2 % con petróleo crudo, elimina las pérdidas de la ECC-Holguín.
  - La segregación de aceites usados como dieléctrico, hidráulico y turbo, potencia la posible regeneración para la obtención de nuevas bases lubricantes con mayor valor agregado a partir de desechos peligrosos.



## CONCLUSIONES

1. Se elaboró la Metodología, teniendo en cuenta las etapas de manejo para desechos peligrosos y los aspectos que permiten un desempeño racional, sustentados en principios de producción más limpia.
2. Los expertos la califican “Bastante Adecuada”, considerando la conveniencia de las etapas y tareas que contiene.
3. Del diagnóstico se evidencia desconocimiento de los generadores sobre el manejo de desechos peligrosos, las dificultades que existen atentan contra la calidad de la recolección.
4. La disposición de aceites usados en mezcla con el combustible de la CTE elimina las pérdidas de la ECC-Holguín ya que, por una parte, aumenta el valor comercial del aceite usado si se mezcla con el combustible nacional, y por la otra, se ahorra combustible por la disminución de distancias a recorrer.
5. Si se crean las condiciones de los gestores para la segregación de aceites usados por familias (dieléctrico, hidráulico y turbo), se potencia la posible regeneración de los mismos para la obtención de nuevas bases lubricantes con mayor valor agregado a partir de desechos peligroso.

## RECOMENDACIONES

1. Es necesario caracterizar la mezcla, aceite usado-combustible, antes de enviarse a la CTE “Lidio Ramón Pérez”, garantizando el control de la calidad.
2. Aplicar la metodología en su totalidad en la ECC-Holguín.
3. Evaluar la metodología para su ajuste como herramienta en la implementación del SGAU de CUPET, aplicándola en todas las comercializadoras del país.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aceites industriales usados. Panorama Energético, disponible en: <http://www.panoramaenergetico.com> (2009) (Consultado: enero 2011)
2. Alternativas de tratamientos para los aceites usados, disponible en: <http://www.webmaster@estrucplan.com.ar>. (2010). (Consultado: Enero 2011)
3. Álvarez Álvarez, J. Indicaciones sobre alternativas para el uso como combustibles de los aceites usados. Centro de Inspección y Control Ambiental. CICA. 14/4/2012
4. Álvarez Rosell S. Elementos metodológicos para la introducción de prácticas de producción más limpia. Alternativas para el aprovechamiento económico de residuales. CITMA, Junio 2000.
5. Álvarez Rosell S. Manejo de desechos peligrosos en Cuba. Situación actual y perspectivas. En: Cub@ medio ambiente y desarrollo. N 9, disponible en: [http://www.medioambiente.cu/revistama/9.06\\_2006](http://www.medioambiente.cu/revistama/9.06_2006) (2006) (Consultado: junio 2011)
6. Ayes Ametller G., Medio ambiente impacto y desarrollo. Ed. Científico - Técnica. La Habana. (2003).
7. Ayes Ametller G., Desarrollo sostenible y sus retos. Ed. Científico – Técnica. La Habana. (2004).
8. Betancourt C. Propuesta para el tratamiento de los residuales líquidos generados en la fabricación de aceites en la Refinería Sergio Soto. En Medio Ambiente y Desarrollo. No 21, 2011.
9. Batista García R. A. Fitorremediación de metales pesados y microorganismos. Rev. Cub@: Medio Ambiente y Desarrollo. Año 9, N<sup>o</sup>16. (2009)
10. Borrego Díaz M. Líquido asfáltico con calidad en la refinería Sergio Soto. En Opciones. Seminario económico y financiero de Cuba. 31/07/2010 disponible en: <http://www.opciones.cu/cuba/2010-07-31/liquido-asfaltico-con-calidad-en-la-refineria-sergio-soto/> (Consultado: Octubre 2012).
11. Builes Santiago. Biodegradación de aceites Lubricantes. 2006, disponible en: <http://www.monografias.com/index.shtml>
12. Cañizares, G; Treto, R. ¿Sistemas de gestión ambiental ISO 14001 y/o Reconocimiento Ambiental? En Revista Normalización No. 2-3, 28-31, 2003
13. Castellanos Pérez M. Modelo para la Evaluación de Desempeño Ambiental en el Hotel Club Amigo Mayanabo. Universidad de Camagüey, 2010
14. Campistrous Pérez, L. Indicadores e investigación educativa. La Habana, 23 de agosto, Pág.23. 1998.-- (Material inédito).
15. Colectivo de autores. Diagnóstico ambiental a la casa matriz de la Empresa Comercializadora de Combustibles Holguín. Geocuba, 2010.
16. Consuegra B, Y. Aplicación de nueva variante de disposición final de aceites lubricantes usados en la empresa Comercializadora de Combustibles Holguín. VI Conferencia Científica Internacional. Universidad de Holguín. Abril, 2013.
17. Decreto ley 679/2006 Regulación para Gestión de los aceites usados, disponible en: <http://www.ventanilla-ambiental.com/legislacion-ambiental/>. España, 2006 (Consultado en Octubre 2011).
18. Depuroil S.A. Control Reciclaje y mantenimiento de aceites industriales, disponible en: [www.euskanet.net/depuroilsa/index\\_2010](http://www.euskanet.net/depuroilsa/index_2010), 2010.

19. ELBASHIR N.O. A method of predicting effective solvent extraction parameters recycling of used lubricating oils. Chemical Engineering and Processing. V41, 2002
20. El medio ambiente y los problemas ambientales, disponible en: <http://www.cinu.org.mx/temas/conf.htm,2010>, (Consultado: enero, 2011)
21. Empresa internacional dedicada a la recuperación de aceites y lubricantes, disponible en: <http://www.alanoil.com>, (2009) (Consultado en enero, 2011)
22. Escudero Lamela L, Álvarez Borroto R. Valoración del uso de la zeolita para recuperar aceites lubricantes. En Tecnología Química. V. XIX, (3), 55, 1999
23. Estrategia Ambiental Nacional. CITMA, disponible en: <http://www.patrimoniociudad.cult.cu/07EAN.pdf>. (Consultado: enero 2012)
24. Epstein, More. El desempeño ambiental en la empresa; textos universitarios. Colombia, 2001.
25. Factibilidad del Manejo Ambientalmente Correcto (MAC) de los Residuos aceitosos en Guayaquil. Facultad en Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil - Ecuador, Junio del 2006.
26. Fernández Sánchez M y otros. Consumo de lubricantes de los tractores en explotación en una unidad de producción de provincia Habana. En Ciencias Técnicas Agropecuarias. V 18, (4), 2009.
27. Fitch, J. Guía de procedencia de elementos para aceite usado. Noria Corporation, 2010.
28. Florez Piedrahita, Carlos Arturo. Transformación de los aceites usados para su utilización como energéticos en procesos de combustión. En: Escenarios Y Estrategias. Bogotá. (8). 28 – 32. Diciembre, 2001.
29. Gómez, C., La industria de la re-refinación del aceite mineral usado en Argentina. Universidad de Cema. Buenos Aires, Argentina, 2007
30. Guía para la Gestión Integral de los Residuos Peligrosos. Fichas temáticas, disponible en: <http://www.fichastematicas.es>, 2010, (consultado: enero 2011).
31. Heredia Marcos, y colaboradores. Proyecto JURAN. Empresa Distribuidora del Petróleo Holguín -Tunas. Aumento del índice de Recuperación de Aceite usado, 20 diciembre 1991.
32. Hernández González, L y Quesada Estrada, A. Fluidos de corte, consecuencias y perspectivas. En: Ciencias Holguín. Año VIII, Julio – Sept, 2002.
33. Informe de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo, de 19 de julio de 2006, sobre la aplicación de la legislación comunitaria en materia de residuos: Directiva 75/442/CEE. (2006), , *disponible en:* <http://europa.eu/legislationsummaries/indexes.htm2006> (Consulta mayo 2011)
34. Ley 81 de Medio Ambiente. Gaceta Oficial de la República de Cuba, disponible en: [www.gacetaoficial.cu/html/leymedioambiente.html](http://www.gacetaoficial.cu/html/leymedioambiente.html) (Consultado: enero 2011)
35. López Cabrera, C. y otros. Introducción al conocimiento del medio ambiente. Ed. Academia. Curso Universidad para todos. Tabloide. Suplemento Especial. (2006)
36. Martínez, Javier. Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Fichas Temáticas Tomo I. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Uruguay, Septiembre 2005.
37. Matías Jones, J. Diseño de un sistema de reciclaje de aceite lubricante usado. Universidad Austral. Facultad Ingeniería Mecánica. Valdivia, Chile, 2007

38. Montes Casanova, M. Re-Refinado de aceites usados. Trabajo de tratamiento de residuos. Facultad Química industrial. Universidad de Vigo, España, 2003
39. Moráguez Iglesias, A. El método Delphi y procesamiento estadístico de los datos obtenidos en consulta de expertos. ISP José de la Luz y Caballero, 2006
40. NC ASTM D 1796: 2010. Método de ensayo para la determinación de agua y sedimentos en combustibles por el método de centrifugación.
41. NC-ISO 14 001:2004. Sistema de Gestión Ambiental. Requisitos con Orientación para su uso.
42. NC ISO 14 031. Gestión Ambiental. Evaluación del desempeño ambiental. Directrices.
43. Nogueira Rivera, Dianelys. Fundamentos para el Control de la Gestión Empresarial. Ed. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. p132, 2004
44. Ormazabal F y Larrañaga E. Guía de indicadores medioambientales para la empresa. Documento de trabajo. IHOBE S.A. Agencia Federal Medioambiental. Bonn, Berlín, 1999.
45. Pantoja Martín y otros. ¿Qué se hace en España con los aceites usados? En: Ingeniería Química. 113-117, Enero 1995
46. Pérez Barcala, B. Obtención de aceite de transformador a partir del crudo varadero medio por variante ácido-álcalis-tierra decolorante. Evento Quimindustria '93. Memorias Refinación de petróleo. Palacio de las convenciones. Ciudad Habana. 1993.
47. Pérez Barcala, B. Proyecto 2704. Mejoramiento de la calidad del aceite transformador producido en la refinería Sergio Soto. Etapa 01. CEINPET. Abril 2005.
48. Pérez Barcala, B. Aceite transformador cubano, una opción para el ahorro energético nacional. En Tecnología Química. V. XXIX, (3), 5-11. 2009.
49. Pérez Barcala, B. Proyecto 2704. Etapa 20, Regeneración de aceite transformador usado. CEINPET. Noviembre de 2012.
50. Pérez Barcala, B. Sugerencias y apuntes para proyecto de investigación, 2013
51. Pérez C. Seminario Residuos de aparatos eléctricos. ¿Hacia donde vamos? , disponible en: [cperez@cempre.org.uy](mailto:cperez@cempre.org.uy). (2011). (Consultado en marzo 2011)
52. Pérez Sobrerilla L y Paneque Rondón P. Utilización de aceites recuperados y su explotación racional en los sistemas hidráulicos de las máquinas agrícolas. En Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. V 15, (1), 2006
53. Pérez Sobrerilla L y Paneque Rondón P. Comportamiento del aceite hidráulico y la influencia de su contaminación en los sistemas hidráulicos de los tractores. En Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. V 16, (1), 2007
54. Quintana O, M. La Gestión Ambiental Empresarial. Los sistemas de gestión y su aplicación en empresas. Ed. Academia. Protección ambiental y P+L, 2006
55. Rabelo Parra V., Gestión de la información como herramienta para la evaluación del desempeño ambiental. En Medio Ambiente y Desarrollo. (9). 2005
56. Ramírez, Jairo A., Recuperación de aceites lubricantes para automotores a partir de aceites usados y desechados, utilizando procesos físico-químicos. [Tesis](#) (ingeniero químico). Universidad de Antioquia, 1995
57. Resolución 73/2006 del CITMA. Indicaciones metodológicas para la tramitación y aprobación de las solicitudes de licencias ambientales para la captación y utilización de aceites usados como combustibles, 2006

58. Resolución 104/2008 del MINBAS. Procedimiento para fijar la tarifa a aplicar por la transportación, almacenaje y entrega de aceite usado, 2008
59. Resolución 136/2009 del CITMA. Reglamento integral para el manejo de desechos peligrosos, 2009
60. Resolución 470/ 2012 del MINBAS. Metodología para la formación de precio de compra del aceite usado a los generadores y el de venta a los consumidores, 2012
61. Rodríguez Fuentes G. Eliminación de metales tóxicos mediante zeolitas naturales. Universidad de la Habana, 2006.
62. Rodríguez Martínez C y Álvarez García E. Análisis ecológico de aceites lubricantes de motores de combustión interna. En: Tecnología Química. V XXIII. (3), 2003
63. Serrano Menendez, A. y otros. Protección ambiental y producción + limpia parte 1 y 2. Hacia un consumo sustentable. Ed. Academia. Curso Universidad para todos. Tabloide. Suplemento Especial. (2006)
64. Sistema de Gestión de los Aceites Usados (SIGAUS). Productores de aceites usados <http://www.sigaus.es/> 2006. (Consultado. Enero 2011).
65. Soto Mederos, S. Alternativas de producción de nuevos aceites. Aplicación y generalización. XVI Forum de ciencia y técnica. CEINPET. 2005
66. Soto Mederos, S. y otros investigadores CEINPET. Reglamento de Gestión de los Aceites Usados. Unión Cupet. 2009
67. Soto Mederos, S. y Ruiz Martínez D. Antecedentes de la gestión de los aceites usados en Cuba. Situación actual. 1er Taller Aceites Usados, 2010.
68. Soto Mederos, S. y Pérez Barcala, B. Aceite Lubricante Usado. Revisión Bibliográfica. Algunos aspectos. CEINPET. Diciembre, 2011.
69. Soto Mederos, S. Factibilidad técnica de producir bases lubricantes de aceites usados en la refinería Sergio Soto. 16 convención científica de ingeniería y arquitectura. 30 de noviembre de 2012
70. Soto Mederos, S. Recomendaciones para tesis de maestría. 2013
71. Transformación de los aceites usados para su utilización como energéticos en procesos de combustión. Unidad de planeación Minero – Energética. Resumen ejecutivo. 2010, disponible en: [webmaster@estrucplan.com.co](mailto:webmaster@estrucplan.com.co). (Consultado en Octubre de 2010).
72. Villegas D, Edilio y Becerra A. Estudio exploratorio sobre caracterización y mejoramiento de las propiedades de los aceites lubricantes descartados después de un período normal de uso. En Ciencia e Ingeniería. V XVIII. (1), 113-120, 1986.
73. Zorrilla Velazco M y otros. Principios generales para la elaboración de un sistema de gestión para Bifenilos Policlorados (PCB) presentes en aceites de transformadores. XVI Forum de Ciencia y Técnica. Tesis. Universidad de Villa Clara, 2006.

# ANEXOS

## Anexo 1. Elementos posibles a encontrar en aceites usados

Fuente: Fitch, 2010 , Soto, 2011

<u>Del Desgaste</u>	<u>Por Contaminación</u>	<u>De Aditivación</u>	<u>Por Contaminación</u>	<u>De Aditivación</u>	
Magnesio, Mg	↔	Mg	↔	Mg	
Fósforo, P	↔	P	↔	P	
Cinc, Zn	↔	Zn	↔	Zn	
Plomo, Pb	↔	Pb	↔	Pb	
Aluminio, Al	↔	Al			
Hierro, Fe	↔	Fe			
Níquel, Ni	↔	Ni			
Antimonio, Sb	↔			Sb	
Molibdeno, Mo	↔			Mo	
Cobre, Cu	↔			Cu	
Cromo, Cr		K, Potasio		Se, Selenio	
Estaño, Sn		V, Vanadio			
Manganeso, Mn		Ce, Cesio			
Plata, Ag		Br, Bromo			
Titanio, Ti		Li, Litio			
			Azufre, S	↔	S
			Bario, Ba	↔	Ba
			Boro, B	↔	B
			Calcio, Ca	↔	Ca
			Sodio, Na	↔	Na
			Silicio, Si	↔	Si
			Cadmio, Cd	↔	Cd
			Cloro, Cl	↔	Cl
			Nitrógeno, N	↔	N
			Flúor, F	↔	F

Metales Pesados, densidad 5 veces mayor que la del agua.

Los más importantes por el daño ambiental y a la salud humana: Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Sn y Zn

## Anexo 2. Técnicas e indicadores de desempeño para el manejo racional de los aceites usados

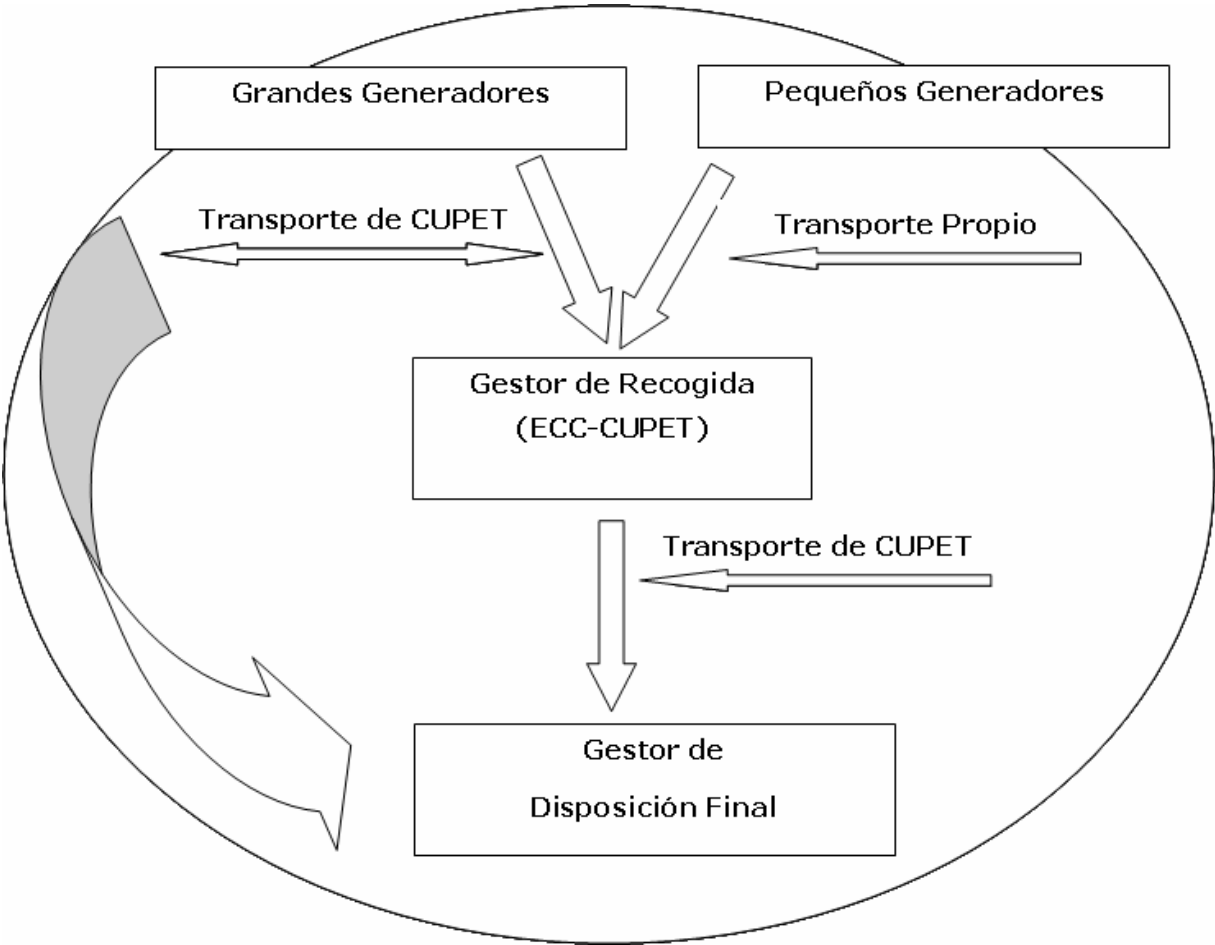
Fuente: Elaboración propia

Elementos	Expresión	Observaciones
<b>Indicadores de desempeño ambiental</b>		
Indicador aceites recuperados ( $IAR$ ), %	$IAR = \frac{ATA_C}{VTL_U} \cdot 100$	$ATA_C$ : Aceites totales acopiados, $m^3$ $VTL_U$ : Ventas totales lubricantes recuperables, $m^3$
Indicador recuperación dieléctricos: ( $IRD_I$ ), %	$IRD_I = \frac{AD_I R}{VL_U D_I} \cdot 100$	$AD_I R$ : Aceites dieléctricos recuperados, $m^3$ $VL_U D_I$ : Ventas totales de aceites dieléctricos, $m^3$
Indicador recuperación hidráulicos: ( $IRH$ ), %	$IRH = \frac{AHR}{VL_U H} \cdot 100$	$AHR$ : Aceites hidráulicos recuperados, $m^3$ $VL_U H$ : Ventas de lubricantes hidráulicos, $m^3$
Indicador recuperación Turbo: ( $IRT_U$ ), %	$IRT_U = \frac{AT_U R}{VL_U T_U} \cdot 100$	$AT_U R$ : Aceites turbo recuperados, $m^3$ $VL_U T_U$ : Ventas de lubricantes turbo, $m^3$
Indicador de destino regeneración: ( $IDR_E$ ), %	$IDR_E = \frac{(AD_I R + AHR + AT_U R)}{ATA_C} \cdot 100$	
Indicador de destino Incineración: ( $IDI_N$ ), %	$IDI_N = \frac{ATI_N}{ATA_C} \cdot 100$	$ATI_N$ : Aceites totales incinerados $m^3$
<b>Determinación de la muestra probabilística</b>		
Tamaño de la muestra: (n)	$n = \frac{N}{\left[1 + \frac{e^2 \cdot (N-1)}{z^2 \cdot p \cdot q}\right]}$	N: Población p: Probabilidad de éxito q: Probabilidad de fallo $e^2$ : Error máximo permisible
Coefficiente de proporcionalidad muestra estratificada: ( $K_{sc}$ )	$K_{sc} = \frac{n}{N}$	N: Población n: Tamaño de la muestra
Alfa de Cronbach ( $\alpha$ )	$\alpha = \frac{N \cdot \bar{p}}{\left[1 + \bar{p} \cdot (N-1)\right]}$	N: Número de ítems $\bar{p}$ : Promedio de correlaciones entre ítems.
<b>Determinación y selección del número de expertos</b>		
Tamaño de la muestra de expertos: (M)	$M = \frac{P(1-P) \cdot k}{i^2}$	P: Proporción estimada de errores de los expertos 2 % k: Constante asociada al nivel de confianza elegido (3,8416) i: Nivel de precisión deseado
Coefficiente de competencia: (K)	$K = \frac{1}{2}(K_c + K_a)$	$K_c$ : Coeficiente de conocimiento $K_a$ : Coeficiente de argumentación
Coefficiente de concordancia: (C)	$C = \left[1 - \left(\frac{V_n}{V_t}\right)\right]$	$V_n$ : Votos negativos; $V_t$ : Votos totales. Sí $C \geq 0.75$ , se considera que hay consenso.



**Anexo 3. Diagrama de trayectoria en la transferencia del aceites usado**

Fuente: Sotto Mederos, 2009



#### Anexo 4. Encuesta a Generadores de aceites usados

La Empresa Comercializadora de Combustibles Holguín, desarrolla una investigación sobre el manejo de los aceites lubricantes usados.

Por ello, solicitamos su valiosa colaboración, con vistas a lograr su efectiva contribución al desarrollo de un manual con las bases metodológicas para el manejo de este tipo de residuo peligroso. La encuesta garantiza el absoluto anonimato y el uso de la información solo para fines investigativos. Esperamos su atenta cooperación y le damos las gracias anticipadas.

Fecha: \_\_\_\_\_

1- Marque con una X la respuesta correcta

1.1- Conoce Ud. la Resolución 136/2009 del CITMA sobre el manejo de los desechos peligrosos.

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

1.2- ¿Tiene conocimiento acerca del otorgamiento de la licencia ambiental a su empresa?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

1.3- ¿Tiene conocimiento de la existencia en su empresa de depósitos para almacenar los aceites usados?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

1.4- ¿Dónde se encuentran almacenado considera Ud que existe el riesgo de contaminación con agua o sólidos?

Sí \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

2- ¿Que destino final le confieren a los aceites usados?

\_\_\_\_\_

3- ¿Cuáles considera Ud. que son las dificultades que afectan las entregas de aceites usados por parte de su empresa a Cupet?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Anexo 5. Parámetros que permiten realizar la mezcla de crudo con aceite usado según el reglamento del SGAU de la Unión Cupet

Fuente: Soto, 2009

- 1) Que se asegure mediante algún proceso de filtración que el aceite no contenga materiales sólidos
- 2) Que la mezcla resultante no contenga más de 2% v de agua
- 3) Que el contenido de aceite usado en la mezcla no sobrepase el 2% en masa
- 4) Que los valores de los índices de calidad de la mezcla resultante se encuentren comprendidos en los que se especifican en el catalogo de especificaciones de la rama de combustibles

No.	Índices de Calidad	Método <sup>1</sup>	Especificaciones	
			AU + PC	AU + PCM
1.	Agua por Destilación, % v/v	ASTM D: 95	2.0 máx.	2.0 máx.
2.	Sedimentos por Extracción, % m/m	ASTM D: 473	0.15 máx.	0.15 máx.
3.	Cenizas Totales, % m/m	ASTM D: 482	0.10 máx.	0.10 máx.
4.	Carbón Conradson, % m/m	ASTM D: 189	15 máx.	15 máx.
5.	Viscosidad a 50 °C, cSt	ASTM D: 445, 88	181-650	1400 máx.
6.	Azufre Total, % m/m	ASTM D: 129, 1552, 2622	4 máx.	8.0 máx.
7.	Densidad a 15 °C, g/cm <sup>3</sup>	ASTM D: 1298	0.9959 máx.	0.9994 máx.
8.	Gravedad a 15 °C, °API	ASTM D: 1298, 287	10.5 mín.	10 mín.
9.	Temp. de Inflamación, °C	ASTM D: 93	62 mín.	Reportar
10.	Temperatura de Fluidez, °C	ASTM D: 97	+ 16 máx.	+ 15 máx.
11.	Valor Calórico Neto, Kcal/kg	ASTM D: 240, 4868	9200 mín.	9000 mín.
12.	Asfaltenos, % m/m	IP: 143	Reportar	18 máx.
13.	Vanadio, ppm	ASTM D: 1548, 5863	400 máx.	150 máx.
14.	Sodio, ppm	ASTM D: 1318, 5863	70 máx.	280 máx.
15.	Aluminio + Silicio, ppm	ISO 10478	Reportar	80 máx.

## Anexo 6. Cuestionario para la selección de los expertos

Con el propósito de seleccionar a los compañeros a considerar para valorar la conveniencia de una Metodología para el manejo de los aceites lubricantes usados en La Empresa Comercializadora de Combustibles de la provincia de Holguín. Se considera que usted, posee los conocimientos necesarios para poder ofrecer las valoraciones precisas acerca del tema que se trata. Por tal motivo, le pedimos que responda las siguientes preguntas de la forma más objetiva posible. Muchas gracias por su colaboración.

**Nombre y apellidos:**

**Años de experiencia en la temática ambiental y/o petrolera:**

**Ocupación actual:**

**Grado científico:**

1. Marque en la siguiente escala el punto que a su criterio corresponde con el grado suyo de competencia, la escala es de 0 a 10, en la cual 0 representa el experto con insuficientes conocimientos, y el 10 al que posee amplios conocimientos sobre el tema.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Le solicitamos marque en el siguiente cuadro el grado e influencia (alto, medio, bajo) que usted tiene en sus criterios respecto a cada una de las fuentes de argumentación expuestas.

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes de argumentación		
	A (Alto)	M (Medio)	B(Bajo)
Análisis teóricos realizados por usted			
Su experiencia en el tema			
Trabajos de autores nacionales consultados			
Trabajos de autores extranjeros consultados			
Su propio conocimiento del estado del problema en el país y en el extranjero			
Su intuición			

## Anexo 7. Encuesta a los expertos seleccionados

Como parte del tema de tesis de Maestría en Gestión Ambiental, se elaboró una Metodología para el manejo de desechos peligrosos de aceites lubricantes usados en La Empresa Comercializadora de Combustibles Holguín, usted ha sido seleccionado(a) como experto en el tema tratado; sería de mucha importancia la valoración que nos ofrezca de los aspectos puestos a su consideración, así como de otros criterios o sugerencias que estime pertinente, en aras de perfeccionar la propuesta.

- a) Coherencia de la estructura de la metodología.
- b) Conveniencia de las diferentes etapas que componen la metodología.
- c) Correspondencia de los aspectos a considerar en cada una de las etapas.
- d) Idoneidad de las acciones para alcanzar los objetivos de cada etapa de la metodología.

A continuación se ofrece la relación de los aspectos y una tabla para su valoración, a partir de las categorías de: **Muy Adecuado**, **Bastante Adecuado**, **Adecuado**, **Poco Adecuado** e **Inadecuado**. Marque con una cruz (X) en la celda que se corresponda con el grado de concordancia que usted otorga a cada uno de los elementos que componen la metodología para el manejo de desechos peligrosos de medicamentos.

Etapas	MA	BA	A	PA	I
<b>Etapa I: Preparatoria</b> Tarea 1. seleccionar el equipo de trabajo Tarea 2. capacitación a trabajadores involucrados					
<b>Etapa II. Diagnóstico</b> Tarea 1. Caracterizar el entorno Tarea 2. Caracterizar la ECC Tarea 3. Confeccionar la DAFO Tarea 4. Evaluar la problemática ambiental en torno al SGAU					
<b>Etapa III. Diseño</b> Tarea 1. Establecer metas de producción más limpia Tarea 2. Diseñar el diagrama de flujo Tarea 3. Evaluar el diagrama de flujo Tarea 4. Elaborar y aprobar cronograma de actividades y recursos					
<b>Etapa IV: Implementación</b> Tarea 1. Tramitar ajustes de la licencia ambiental Tarea 2. Adecuar la infraestructura al diseño del diagrama de flujo Tarea 3. Adecuar la contratación para la recogida de los aceites Tarea 4. revisar y aprobar procedimiento del sistema					
<b>Etapa V: Control y evaluación</b> Tarea 1. Introducción de sistemas de control Tarea 2. Introducción de indicadores de gestión ambiental Tarea 3. Evaluar los resultados					

Nota: si tiene alguna sugerencia o recomendación escriba al reverso de la hoja. Gracias

## Anexo 8. Resultados de la valoración de los expertos sobre la metodología

**Tabla A8.1 Resumen de la respuesta de los expertos por etapas**

Fuente: Elaboración propia

Expertos	Aspectos				
	ET1	ET2	ET3	ET4	ET5
E1	M.A	B.A	M.A	A	B.A
E2	M.A	M.A	B.A	B.A	A
E3	M.A	B.A	A	B.A	B.A
E4	M.A	M.A	B.A	B.A	B.A
E5	B.A	B.A	M.A	B.A	B.A
E6	M.A	A	A	B.A	A
E7	M.A	B.A	A	A	B.A
E8	M.A	B.A	M.A	B.A	B.A
E9	M.A	B.A	B.A	B.A	A

**Tabla A8.2 Distribución normal inversa para cada valor de la probabilidad calculada considerando la media igual a cero y la varianza igual a uno**

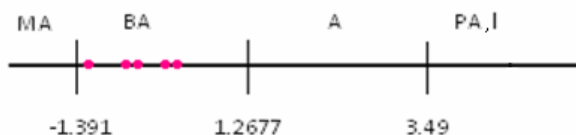
Fuente: Elaboración propia

Etapas	MA	BA	A	PA	I
<b>ET1</b>	1.221	3.490	3.490	3.490	3.490
<b>ET2</b>	-0.765	1.221	3.490	3.490	3.490
<b>ET3</b>	-0.432	0.432	3.490	3.490	3.490
<b>ET4</b>	-3.490	0.765	3.490	3.490	3.490
<b>ET5</b>	-3.490	0.431	3.490	3.490	3.490

**Tabla A8.3 Puntos de corte y escala de los indicadores**

Fuente: Elaboración propia

Aspectos	MA	BA	A	PA	Suma	Promedio	N-Promedio	Res.
<b>ET1</b>	1.221	3.490	3.490	3.490	11.691	<b>2.9228</b>	-1.2086	BA
<b>ET2</b>	-0.765	1.221	3.490	3.490	7.4355	<b>1.8589</b>	-0.1448	BA
<b>ET3</b>	-0.432	0.432	3.490	3.490	6.98	<b>1.7450</b>	-0.0309	BA
<b>ET4</b>	-3.490	0.765	3.490	3.490	4.255	<b>1.0638</b>	0.6504	BA
<b>ET5</b>	-3.490	0.431	3.490	3.490	3.921	<b>0.9803</b>	0.7339	BA
<b>Suma</b>	-6.956	6.3386	17.45	17.45	34.283			
<b>Promedio</b>	<b>-1.391</b>	<b>1.2677</b>	<b>3.49</b>	<b>3.49</b>	<b>1.7141</b>			



### Figura A8.1 Rayo numérico resultante de la evaluación de expertos

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 9. Recolección de aceites usados, comportamiento

**Tabla A9.1. Recolección de aceites usados vs. venta de aceites recuperables, 1985 – 1990**

Fuente: Heredia M. 1991

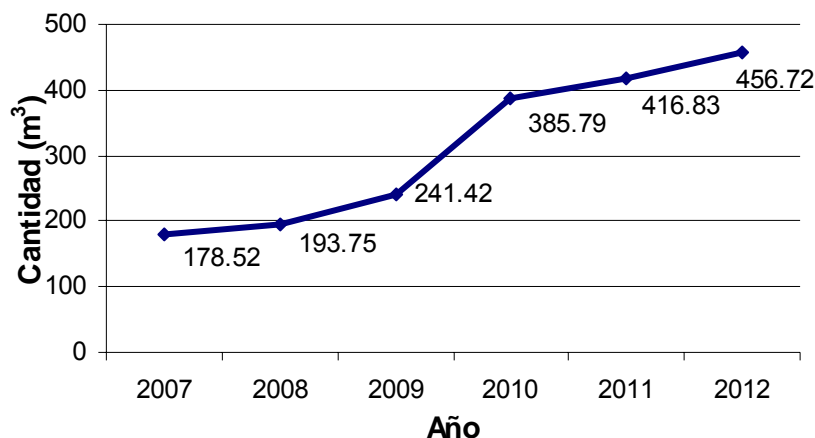
Año	UM	Ventas de Aceites	Aceites recolectados	% Recolectado
1985	m <sup>3</sup>	7 705.02	2 714.88	35.24
1986	m <sup>3</sup>	7 163.30	2 683.80	37.47
1987	m <sup>3</sup>	6 665.90	2 507.75	37.62
1988	m <sup>3</sup>	6 927.34	2 611.09	37.69
1989	m <sup>3</sup>	6 777.88	2 594.82	38.28
1990	m <sup>3</sup>	5 854.56	2 346.63	40.08
<b>Total</b>	m <sup>3</sup>	<b>41 094.01</b>	<b>15 458.96</b>	<b>37.62</b>

\*índice= 1.12036 m<sup>3</sup> / t

**Tabla A9.2. Recolección de aceites usados vs. venta de aceites recuperables, 2007 – 2012**

Fuente: Elaboración propia

Año	UM	Ventas de Aceites	Aceites recolectados	% Recolectado
2007	m <sup>3</sup>	3 643.27	178.52	4.90
2008	m <sup>3</sup>	3 682.76	193.75	5.26
2009	m <sup>3</sup>	3 576.15	241.42	6.75
2010	m <sup>3</sup>	4 054.51	385.79	9.51
2011	m <sup>3</sup>	4 088.37	416.83	10.20
2012	m <sup>3</sup>	4 248.95	456.72	10.80
<b>Total</b>	m <sup>3</sup>	<b>22837.55</b>	<b>1874.89</b>	<b>8.21</b>



**Figura A9.1. Aceites usados recolectados, comportamiento 2007 – 2012**

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 9. Continuación**

**Tabla A9.3. Clientes por organismo y con licencia ambiental, 2011**

Fuente: Elaboración propia

Organismos	Cantidad de clientes	
	Total	Con licencia ambiental
MINAZ	1	0
MINFAR	9	2
MINBAS	22	12
MICONS	31	3
MINAGRI	16	0
MITRANS	11	2
CAP	46	1
SIME	18	0
VARIOS	48	4
MINAL	15	2
<b>Total</b>	<b>217</b>	<b>26</b>

**Tabla A9.4. Recolección de aceites usados vs. venta de aceites recuperables, 2011.**

Fuente: Elaboración propia

organismo	UM	Ventas Lubricantes Recuperables	Aceites usados recolectados	% entrega	Cantidad de clientes
MINAZ	m <sup>3</sup>	1412.14	0	0	1
MINFAR	m <sup>3</sup>	612.19	46.41	7.58	9
MINBAS	m <sup>3</sup>	552.33	260.31	47.13	22
MICONS	m <sup>3</sup>	655.73	15.24	2.32	31
MINAGRI	m <sup>3</sup>	217.73	3.09	1.42	16
MITRANS	m <sup>3</sup>	171.85	16.47	9.58	11
CAP	m <sup>3</sup>	168.2	7.14	4.24	46
SIME	m <sup>3</sup>	110.12	37.4	33.96	18
VARIOS	m <sup>3</sup>	134.68	26.97	20.03	48
MINAL	m <sup>3</sup>	53.4	3.8	7.12	15
<b>Total</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>4088.37</b>	<b>416.83</b>	<b>10.2</b>	<b>217</b>

\*índice= 1.12036 m<sup>3</sup>/t, 1m<sup>3</sup>= 1000L



## Anexo 9. Continuación

**Tabla A9.5 Ventas CUBALUB a clientes por organismos, segmentación del mercado, año 2011.**

Fuente: Elaboración propia

organismo	Total		Grupo I <sup>1</sup>		Grupo II <sup>2</sup>		Grupo III <sup>3</sup>	
	Ventas (m <sup>3</sup> )	clientes	Ventas (m <sup>3</sup> )	clientes	Ventas (m <sup>3</sup> )	clientes	Ventas (m <sup>3</sup> )	clientes
MINAZ	1 412.14	1	1 412.14	1	0.00	0	0.00	0
MINFAR	612.19	9	589.62	1	16.93	2	5.64	6
MINBAS	552.33	22	474.39	7	62.54	6	15.41	9
MICONS	655.73	31	515.44	9	112.19	8	28.10	14
MINAGRI	217.73	16	162.91	2	28.68	4	26.14	10
MITRANS	171.85	11	126.29	3	35.31	3	10.26	5
CAP	168.20	46	54.52	1	81.85	7	31.83	38
SIME	110.12	18	45.26	1	48.83	4	16.02	13
VARIOS	87.96	43	0.00	0	47.92	4	40.02	39
MININT	40.26	5	32.14	1	5.16	1	2.96	3
MINAL	53.40	12	20.99	1	18.68	2	13.72	9
MINTUR	6.46	3	0.00	0	0.00	0	6.46	3
<b>Total</b>	<b>4 088.36</b>	<b>217</b>	<b>3 433.69</b>	<b>27</b>	<b>458.10</b>	<b>41</b>	<b>196.57</b>	<b>149</b>
<b>% Ventas</b>			<b>84.0</b>		<b>11.2</b>		<b>4.8</b>	

<sup>1</sup> Gran generador (≥ 2 000 L/año).

<sup>2</sup> Mediano generador (500 L/año – 1 999 L/año).

<sup>3</sup> Pequeño generador (menos de 500 L/año).

**Tabla A9.6 Recolección de aceites usados vs. ventas de aceites recuperables, 2011**

Fuente: Elaboración propia

Tipo de cliente	Ventas Totales	Recolección 2011	% entrega
Grupo I	3433.69	202.04	5.88
Grupo II y III	654.67	38.97	5.95
<b>Sub-Total Grupo I, II y III</b>	<b>4088.36</b>	<b>241.01</b>	<b>5.90</b>
mixtas	0.00	175.82	0
<b>Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>4088.36</b>	<b>416.83</b>	<b>10.20</b>

**Tabla A9.7. Recolección de aceites usados de las empresas no clientes de CUBALUB, 2011**

Fuente: Elaboración propia

Empresas mixtas	Organismos	Recolectados, m <sup>3</sup>
Moa níquel S.A	MINBAS	140.94
Unevol S.A	SIME	28.04
ETECSA S.A	ETECSA	2.92
Bucanero S.A	Bucanero	3.93
<b>Total mixtas (m<sup>3</sup>)</b>		<b>175.82</b>

## Anexo 9. Continuación

**Tabla A9.8 Ventas por tipos de aceites de CUBALUB a grandes generadores, 2011**

Fuente: Elaboración propia

Empresa	Organismos	Motor y otros	Hidráulico	TURBO	Dieléctrico	Total
Empresa Comercializadora	MINAZ	909.38	466.60	33.12	3.04	1412.14
Unidad Militar 3126	MINFAR	511.21	66.67	9.71	2.03	589.62
Termoeléctrica Lidio Ramón Pérez	MINBAS	180.63	3.16	26.79	10.56	221.14
SUMITRANS	MINAGRI	117.53	11.39	0.00	0.00	128.92
Constructora Obras Ingenieras 16	MICONS	69.53	35.02	0.00	0.00	104.55
Constructora Obras Ingenieras 25	MICONS	72.18	14.77	0.00	0.00	86.95
Constructora Obras Ingenieras 15	MICONS	69.03	16.84	0.00	0.00	85.87
Fábrica Ernesto Che Guevara	MINBAS	48.60	36.07	0.00	0.00	84.67
Constructora Obras Ingenieras 17	MICONS	57.62	17.93	1.91	0.00	77.45
Transportación de Trabajadores	MITRANS	66.95	10.43	0.00	0.00	77.39
OBE (Grupos Electrógenos)	MINBAS	49.65	0.00	0.00	10.76	60.41
Provincial de Transporte	CAP	52.20	2.32	0.00	0.00	54.52
Materias Primas	SIME	17.50	27.76	0.00	0.00	45.26
Materiales de la Construcción	MICONS	27.05	15.36	0.00	0.00	42.41
Constructora Obras Arquitectas19	MICONS	34.32	6.54	0.00	0.00	40.86
Fábrica Rene Ramos Latourt	MINBAS	32.25	4.63	0.00	0.00	36.88
Forestal Integral Mayarí	MINAGRI	22.60	11.39	0.00	0.00	33.99
Combustible MININT	MININT	31.08	1.05	0.00	0.00	32.14
Empresa Mecánica del Níquel	MINBAS	5.27	14.14	0.00	9.35	28.76
Constructora Obras Ingenieras 9	MICONS	19.36	7.81	0.00	0.00	27.16
Constructora Obras Arquitectura 8	MICONS	15.90	9.71	0.00	0.00	25.60
SERVICAR	MITRANS	22.91	1.90	0.00	0.00	24.81
Prefabricado No 8	MICONS	23.30	1.27	0.00	0.00	24.57
Transporte Escolares	MITRANS	22.41	1.68	0.00	0.00	24.09
Constructora del níquel (ECRIN)	MINBAS	7.19	14.55	0.00	0.00	21.75
Productos Lácteos	MINAL	18.04	2.95	0.00	0.00	20.99
Puerto Moa	MINBAS	14.88	5.90	0.00	0.00	20.78
TOTAL (m <sup>3</sup> )		2518.57	807.85	71.53	35.74	3433.69
% grandes generadores		82.8	86.1	100	100	84
<b>Ventas Totales (m<sup>3</sup>)</b>		<b>3042.66</b>	<b>938.44</b>	<b>71.53</b>	<b>35.74</b>	<b>4088.36</b>

## Anexo 9. Continuación

**Tabla A9.9. Volumen de aceites usados entregados por empresas de organismos grandes generadores vs. ventas de CUBALUB, 2011**

Fuente: Elaboración propia

<b>Empresa</b>	<b>Organismos</b>	<b>Ventas Totales (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Recolectados 2011 (m<sup>3</sup>)</b>	<b>% entrega</b>
Empresa Comercializadora Holguín	MINAZ	1412.14	0.00	0.00
Unidad Militar 3126	MINFAR	589.62	33.80	5.73
Termoeléctrica Lidio Ramón Pérez	MINBAS	221.14	35.10	15.87
SUMITRANS	MINAGRI	128.92	0.00	0.00
Constructora Obras Ingenieras 16	MICONS	104.55	0.00	0.00
Constructora Obras Ingenieras 25	MICONS	86.95	0.00	0.00
Constructora Obras Ingenieras 15	MICONS	85.87	0.00	0.00
Fábrica Ernesto Che Guevara	MINBAS	84.67	9.00	10.62
Constructora Obras Ingenieras 17	MICONS	77.45	3.81	4.93
Transportación de Trabajadores	MITRANS	77.39	1.68	2.17
OBE (Grupos Electrógenos)	MINBAS	60.41	37.18	61.55
Provincial de Transporte	CAP	54.52	7.29	13.38
Materias Primas	SIME	45.26	11.12	24.57
Materiales de la Construcción	MICONS	42.41	0.00	0.00
Constructora Obras de Arquitectura 19	MICONS	40.86	4.94	12.08
Fábrica Rene Ramos Latourt	MINBAS	36.88	19.03	51.59
Forestal Integral Mayarí	MINAGRI	33.99	0.00	0.00
Combustible MININT	MININT	32.14	2.02	6.28
Empresa Mecánica del Níquel	MINBAS	28.76	10.07	35.01
Constructora Obras Ingenieras 9	MICONS	27.16	2.24	8.26
Constructora Obras de Arquitectura 8	MICONS	25.60	0.00	0.00
SERVICAR	MITRANS	24.81	3.37	13.57
Prefabricado No 8	MICONS	24.57	0.00	0.00
Transporte Escolares	MITRANS	24.09	1.10	4.56
Constructora del níquel (ECRIN)	MINBAS	21.75	8.98	41.28
Productos Lácteos	MINAL	20.99	4.26	20.31
Puerto Moa	MINBAS	20.78	7.04	33.87
<b>TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>		<b>3433.69</b>	<b>202.03</b>	<b>5.88</b>
<b>% grandes generadores</b>		<b>84.0</b>		
<b>Ventas Totales (m<sup>3</sup>)</b>		<b>4088.36</b>		

## Anexo 10. Debilidades, fortalezas, amenazas, y oportunidades, matrices .

Fuente: Elaboración propia

<b>Matriz de evaluación de factores externos (MEFE)</b>				
	<b>Oportunidades</b>	Clasificación	Ponderación	Resultados
1	El CITMA designa a cupet como transportador adecuado de los aceites usados en la Resolución 73/2006	4	6	24
2	El gobierno y el CITMA apoyan las medidas que garanticen el cuidado y la protección al medio ambiente.	3	8	24
3	La Unión Cupet apoya las inversiones que considere necesarias para el cumplimiento de la tarea asignada	4	7	28
4	Obligación de los generadores a cumplir las disposiciones vigentes Resolución 136/2009	4	9	36
5	Para obtener licencia ambiental el CITMA exige contrato para la recogida de los aceites usados con CUPET	4	9	36
6	Existe planta para la obtención de bases lubricantes en refinería Sergio Soto donde pueden regenerarse los aceites usados	4	8	32
<b>Amenazas</b>				
1	Desconocimiento por parte de los generadores de las resoluciones vigentes para el manejo de los desechos peligrosos.	2	8	16
2	Falta de exigencia por parte del CITMA y el gobierno	1	6	6
3	Las condiciones de almacenamiento del generador no garantizan la calidad del aceite usado (2 % de agua y libre de materias extrañas)	1	8	8
4	Se desconoce la carga contaminante que emiten a la atmósfera los destinos finales aprobados por el CITMA	1	9	9
5	Los generadores les confieren destinos inadecuados al aceite usado poniendo en riesgo el medio ambiente	1	9	9
6	La tecnología para la regeneración de los aceites usados es costosa	2	5	10
7	Los generadores no clasifican los aceites por tipos.	2	8	16
Total			100	254
<b>Matriz de evaluación de factores internos (MEFI)</b>				
	<b>Fortalezas</b>	Clasificación	Ponderación	Resultados
1	Empresa en perfeccionamiento empresarial	4	10	40
2	Se encuentran bien elaboradas la misión y visión de la ECC-Holguín	3	5	15
3	La empresa tiene certificado el sistema de gestión de la calidad de acuerdo a la NC:9001:2009	4	10	40
4	La ECC-Holguín cuenta con las facilidades operacionales necesarias para llevar a cabo el SGAU	4	10	40
5	La existencia de grandes depósitos de crudo y fuel oil permiten la aplicación de otras variantes más atractivas	4	10	40
6	Existe un plan de monitoreo para el control de impactos ambientales	3	7	21
7	Estrecha comunicación con los generadores integrados al SGAU	4	10	40
<b>Debilidades</b>				
1	El SGAU provoca pérdidas a la ECC-Holguín	1	10	10
2	La recepción por bidones necesita inversión (tren de izaje), en ocasiones se dificulta la recepción a los pequeños generadores	2	4	8
3	En ocasiones se afecta el servicio de recogida a grandes generadores por roturas del carro cisterna	1	10	10
4	Existe un solo vehículo encargado de la recogida de los aceites usados de grandes generadores	1	10	10
5	Los trámites de contratación son complejos se requieren dos contratos con la empresa (laboratorio y comercial)	2	4	8
Total			100	282

Anexo 10. Continuación

Matriz de impactos cruzados (DAFO)

		Oportunidades						Amenazas						Total
		O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub>	Subtotal	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	Subtotal	
Fortalezas	F <sub>1</sub>	2	2	2	3	0	9	0	0	1	1	1	3	12
	F <sub>2</sub>	3	0	2	3	3	11	0	0	1	1	1	3	14
	F <sub>3</sub>	2	3	3	3	3	14	0	0	0	0	0	0	14
	F <sub>4</sub>	3	2	3	3	3	14	0	0	1	1	0	2	16
	F <sub>5</sub>	2	3	3	2	2	12	0	0	0	0	0	0	12
	F <sub>6</sub>	1	3	2	1	0	7	0	0	0	0	0	0	7
	F <sub>7</sub>	2	3	0	3	2	10	1	0	2	2	1	6	16
	Subtotal	15	16	15	18	13	77	1	0	5	5	3	14	
							77	14						
							20	3						
Debilidades	D <sub>1</sub>	1	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
	D <sub>2</sub>	0	1	1	1	1	4	0	0	0	0	0	0	4
	D <sub>3</sub>	1	1	1	2	0	5	0	0	0	0	1	1	6
	D <sub>4</sub>	1	1	1	2	0	5	0	0	0	0	1	1	6
	D <sub>5</sub>	0	1	0	1	1	3	0	0	0	0	1	1	4
Subtotal	3	5	4	6	2	20	0	0	0	0	3	3	23	
Total	18	21	19	24	15		1	0	5	5	6			

## Anexo 11. Análisis de las pérdidas por transportación en el año 2011

**Tabla. A11.1 Pérdidas por transportación de aceites usados de grandes generadores, 2011**

Fuente: Elaboración propia

Grandes Generadores	Volumen transportado (m <sup>3</sup> )	Cobro de Transcupet		Pago del cliente	Pérdidas	
		MN	CUC	MN	MN	CUC
Reparadora Montes de Oca	1.83	9.38	0.88	3.2	6.18	0.88
UNEVOL MOA	25.00	1 835.85	176.99	0	1 835.85	176.99
Materias Primas	9.91	35.78	3.27	23.15	12.63	3.27
Constructora del níquel ECRIN	8.00	611.68	58.64	58.67	553.01	58.64
Fábrica René Ramos Latour	41.00	1 927.82	185.32	742.83	1 184.99	185.32
Termoeléctrica Lidio Ramón Pérez	17.91	774.43	74.51	319.28	455.15	74.51
Empresa Eléctrica Generación	33.14	770.06	73.89	116.57	653.49	73.89
ESUNI	9.00	681.15	65.60	275.33	405.82	65.60
Fábrica Pedro Sotto Alba	125.61	9 366.89	901.89	0	9 366.89	901.89
Puerto Moa	3.36	253.97	24.46	9.57	244.40	24.46
Mecánica del Níquel	9.00	687.99	66.32	277.22	410.77	66.32
Constructora Obras Ingenieras 19	4.40	10.91	0.97	8.32	2.59	0.97
Constructora Obras Ingenieras 17	3.40	64.91	6.22	6.92	57.99	6.22
Constructora Obras Ingenieras 9	2.00	9.50	0.88	5.13	4.37	0.88
TRANSTUR	8.13	149.08	14.23	65.8	83.28	14.23
Agencia SASA	5.89	125.75	12.02	54.62	71.13	12.02
Obras Hidráulicas	7.50	279.00	26.85	115.98	163.02	26.85
Unidad Militar 7983	30.12	1 529.85	147.29	465.79	1 064.06	147.29
Transporte Holguín	6.50	23.47	2.15	20.03	3.44	2.15
Sepa	7.00	38.50	3.57	21.51	16.99	3.57
SERVICAR	3.00	16.50	1.53	13.86	2.64	1.53
CIGARROS	2.57	13.17	1.23	7.91	5.26	1.23
Bucanero	3.50	13.97	1.30	0	13.97	1.30
Lácteo Holguín	3.80	26.64	2.51	11.68	14.96	2.51
Servicios marítimos	4.37	154.35	14.81	99.73	54.62	14.81
<b>Total</b>	<b>375.93</b>	<b>19 410.57</b>	<b>1 867.31</b>	<b>2 723.1</b>	<b>16 687.47</b>	<b>1 867.31</b>

**Tabla A11.2 Pérdidas por transportación de aceites usados a destinos finales, total de pérdidas, 2011**

Fuente: Elaboración propia

Destino final aprobado CITMA	Volumen transportado (m <sup>3</sup> )	Cobro de Transcupet		pago del cliente	Pérdidas	
		MN	CUC	MN	MN	CUC
Destilería "Amancio Rodríguez"	70.45	3 609.24	1 275.15	2 408.08	1 201.16	1 275.15
Destilería "Urbano Noris"	134.09	2167.8	682.03	1524.08	643.72	682.03
Fábrica Cemento "26 de Julio"	164.25	10 389.41	3 676.57	6 211.39	4 178.02	3 676.57
Fábrica Agrícola "26 de julio"	31.44	920.58	315.91	476.74	443.84	315.91
Calera Urbano Noris	8.03	129.84	40.85	96.60	33.24	40.85
<b>Total</b>	<b>408.25</b>	<b>17 216.87</b>	<b>5 990.51</b>	<b>10 716.89</b>	<b>6 499.98</b>	<b>5 990.51</b>
<b>Total Tabla A9.1</b>	<b>375.93</b>	<b>19 410.57</b>	<b>1 867.31</b>	<b>2 723.1</b>	<b>16 687.47</b>	<b>1 867.31</b>
<b>Pérdidas Totales por Transportación</b>					<b>23 187.45</b>	<b>7 857.82</b>

## Anexo 12. Análisis de las pérdidas por transportación en el año 2012

**Tabla. 12.1 Pérdidas por transportación de aceites usados de grandes generadores, 2012**

Fuente: Elaboración propia

Grandes Generadores	Volumen transportado (m <sup>3</sup> )	Pérdidas por transportación	
		MN	CUC
Reparadora Montes de Oca	4,1	27,10	6,36
UNEVOL MOA	46,788	2782,95	806,63
Constructora del níquel ECRIN	4,0	249,89	72,51
Fábrica René Ramos Latour	19,8	764,48	218,79
Termoeléctrica Lidio Ramón Pérez	9	319,23	90,99
Eléctrica Generación	29,647	504,31	141,57
Fábrica Pedro Sotto Alba	149,421	8759,06	2537,17
Puerto Moa	4,3	251,24	69,98
Mecánica del Níquel	11,4	723,67	209,99
Azumat Sucursal - logística	14,7	328,25	91,43
Constructora Obras Ingenieras 19	5,6	51,41	12,99
Constructora Obras Ingenieras 17	4,996	84,43	22,98
Constructora Obras Ingenieras 9	1,5	9,80	2,08
Transporte Agropecuario	4,416	24,16	5,52
Cigarros Lázaro Peña	4,366	24,03	5,10
Transporte a trabajadores	8,1	48,92	11,18
Transporte ferroviario Banes	9	342,36	97,92
TRANSTUR	10,2	286,01	80,68
TRANSGAVIOTA	6,2	134,85	37,51
Agencia SASA	6,8	130,42	35,90
Obras Hidráulicas	8,8	269,37	76,30
Unidad Militar 7983	24,778	135,54	29,98
Combustibles Minint	4,9	22,59	4,70
SERVICAR	3,6	24,16	5,52
Bucanero	4,8	26,26	5,81
Lácteo Holguín	2,004	17,23	4,13
Servicios marítimos	2,5	76,62	21,66
<b>Total</b>	<b>405,72</b>	<b>16418,34</b>	<b>4705,37</b>

**Tabla A12.2 Pérdidas por transportación de aceites usados a destinos finales, total de pérdidas, 2012**

Fuente: Elaboración propia

Destino final aprobado por el CITMA	Volumen transportado (m <sup>3</sup> )	Cobro de Transcupet		Pago cliente	Pérdidas	
		MN	CUC		MN	MN
Destilería "Amancio Rodríguez"	236.88	13208.43	3820.87	17852.83	<b>-4644.40</b>	3820.87
Destilería "Urbano Noris"	44.31	2141.65	617.28	2658.6	<b>-516.95</b>	617.28
Fábrica Cemento "26 de Julio"	79.09	4839.52	1403.06	4745.4	<b>94.12</b>	1403.06
Fábrica Agrícola "26 de julio"	7.373	40.33	8.92	442.38	<b>-402.05</b>	8.92
Calera Urbano Noris	90.92	1510.18	410.96	3133.53	<b>-1623.35</b>	410.96
<b>Total</b>	<b>458.58</b>	<b>21740.10</b>	<b>6261.09</b>	<b>28832.74</b>	<b>-7092.64</b>	<b>6261.09</b>
<b>Total Tabla A8.1</b>	<b>405.72</b>	<b>16418.34</b>	<b>4705.37</b>	<b>0</b>	<b>16418.34</b>	<b>4705.37</b>
<b>Pérdidas Totales por Transportación</b>					<b>9325.71</b>	<b>10966.46</b>

### Anexo 13. Análisis para la transportación de aceite usado hacia la UEB-Felton

**Tabla A13.1 Volumen de aceite usado de grandes generadores para entrega por tiro directo a la UEB Felton**

Fuente: Elaboración propia

Grandes Generadores	UM	cantidad transportada
UNEVOL MOA	m <sup>3</sup>	46.79
Constructora del níquel (ECRIN)	m <sup>3</sup>	4.0
FAC. René Ramos Latour	m <sup>3</sup>	19.8
Empresa Constructora ECI 3	m <sup>3</sup>	9
Empresa Eléctrica Generación	m <sup>3</sup>	6
FAC Pedro Sotto Alba	m <sup>3</sup>	149.42
Puerto Moa	m <sup>3</sup>	4.3
ESUNI	m <sup>3</sup>	4.1
Mecánica del Níquel	m <sup>3</sup>	11.4
Constructora obras Hidráulicas	m <sup>3</sup>	3.3
Forestal Mayarí	m <sup>3</sup>	3
<b>Total</b>	m <sup>3</sup>	<b>261.11</b>

**Tabla A13.2 Gasto de combustible para la entrega a destinos finales actual y UEB Felton**

Fuente: Elaboración propia

Destinos Finales con contrato actual	Cantidad transportada (m <sup>3</sup> )	Números de viajes	Distancia (Km)	Gasto de combustible (L)
Destilería Amancio Rodríguez	236.88	9	179	735
Destilería Urbano Noris	44.31	3	45	61
Fábrica de cemento "26 De Julio"	79.09	3	212	291
Calera Urbano Noris	90.92	6	46	125
<b>Sub total</b>	<b>451.202</b>	<b>21</b>	<b>482</b>	<b>1212</b>
<b>Nueva variante transportación desde la ECC-Holguín</b>				
UEB. FELTON (cantidad transportada desde ECC-Holguín)	192	7	110	350
<b>Diferencia entre las variantes de transportación (Ahorro)</b>				<b>862</b>

\* Índice de consumo Diesel 2.2 Km / L



## Anexo 14. Matriz de evaluación de los aspectos ambientales

Fuente: Elaboración propia

No	Actividad	Aspecto	Impacto	Evaluación					
				Amp.	Frec.	Int.	P. de ocurr	Total	N. imp.
1	Vaciado de bidones en plataforma	Derrame accidental de aceite usado por una mala manipulación.	Contaminación del suelo	1	3	2	3	9	Moderada
2			Pérdidas económicas por derrames de combustibles.	3	1	3	1	8	Moderada
3			Aumento del gradiente térmico en los niveles bajos.	1	1	2	1	5	Baja
4	Cisterna de recepción por bidones	Emisiones de gases tóxicos.	Contaminación por gases efecto invernadero.	1	2	2	2	7	Moderada
5			Exposición a enfermedades profesionales.	1	1	2	1	6	Moderada
6		Derrame de aceite usado	Contaminación de los suelos.	2	3	2	3	10	Alta
7			Contaminación de las aguas subterráneas	2	3	2	3	10	Alta
8	Tanques de almacenamiento con sistema de purga	Derrame de aceite usado	Contaminación de los suelos.	2	3	2	3	10	Alta
9			Contaminación de las aguas subterráneas	2	3	2	3	10	Alta
10			Aumento del gradiente térmico en los niveles bajos.	1	1	2	1	5	Baja
11		Residual del fondaje de los tanques por limpieza	Contaminación de los suelos.	2	3	2	3	10	Alta
12			Contaminación de las aguas subterráneas	2	3	2	3	10	Alta
13	Redes de drenaje pluvial.	Acumulación de residuales sólidos en los canales de drenaje.	Disminución del caudal del sistema.	3	3	2	2	10	Alta
14			Generación de plagas y vectores	2	2	3	3	10	Alta
15		Evacuación de residuales líquidos.	Contaminación del suelo por falta de un receptor final en el sistema de redes.	3	4	4	4	15	Alta
16			Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.	3	4	4	4	15	Alta
17		Deficiente operación de limpieza.	Contaminación del suelo por inadecuada deposición del material extraído.	3	4	4	4	15	Alta
18	Carga y traslado de aceites usados en camiones cisternas.	Derrame accidental de combustibles por una mala manipulación.	Contaminación de los suelos.	2	1	2	1	6	Moderada
19			Pérdidas económicas por derrames de combustibles.	2	1	3	1	7	Moderada
20			Aumento del gradiente térmico en los niveles bajos.	1	1	2	1	5	Baja
21		Movimiento de camiones cisterna por los interiores de la Unidad.	Emisión de gases efecto invernadero	1	3	2	2	8	Moderada
22			Incremento de los niveles de ruido.	1	3	2	2	8	Moderada
23	Utilización como combustible por los destinos finales aprobados	Combustión de los aceites usados	Emisión de gases tóxicos a la atmósfera (metales pesados, compuestos clorados)	3	3	3	3	12	Alta
24			Emisión de gases efectos invernadero	3	3	2	2	10	Alta
25			Afectación de la salud del hombre	3	3	3	3	12	Alta

## Anexo 15. Plan de monitoreo

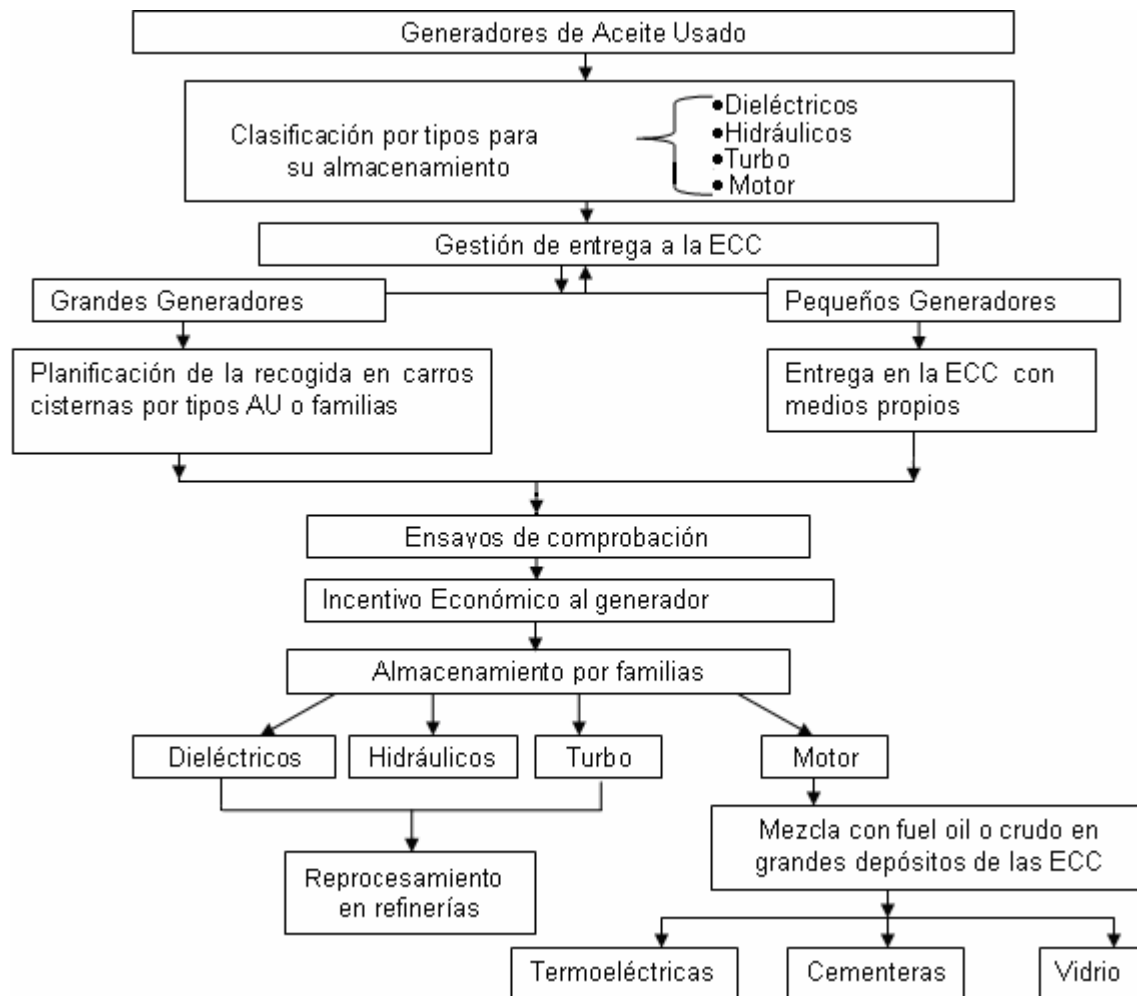
Fuente: Elaboración propia

Nº	Factor	Impacto-Acciones	Frecuencia	Cantidad ptos de med.	No ediciones	Responsable
Actividad: Plataforma para la recepción de pailas y vaciado de bidones de 208 litros.						
1	Suelo	(-)Contaminación por derrame Acción: Medir la magnitud del derrame con cinta métrica, recoger la tierra con pala para saneamiento	mensual	4	48	Especialista medio ambiente.
2		(-) incremento del gradiente térmico Acción: Medir si existe incremento con dispositivo adecuado	anual	1	1	Director Técnico
3	Económico	(-) Pérdidas económicas Acción: contabilización de la pérdida	anual	1	1	Director Técnico
Actividad: Cisterna de recepción por bidones						
4	Suelo	(-)Contaminación por derrame Acción: Colocar indicador de nivel a la Cisterna. Acción: Medir la magnitud del derrame con cinta métrica, recoger la tierra con pala para saneamiento	permanente mensual	4	48	Director de operaciones
5		(-) incremento del gradiente térmico Acción: Medir si existe incremento con dispositivo adecuado	anual	1	1	Director Técnico
6	Aguas	(-) Contaminación de las aguas subterráneas Acción: Realizar análisis de DQO y DBO (-)Contaminación de las aguas Superficiales Acción: Realizar análisis de DQO y DBO	semestral	2	2	Director Técnico
7	Económico	(-) Pérdidas económicas Acción: contabilización de la pérdida	anual	1	1	Director Técnico
Actividad: Tanques de almacenamiento con sistema de purga.						
8	Aguas	(-) Contaminación de las aguas subterráneas Acción: Realizar análisis de DQO y DBO (-)Contaminación de las aguas Superficiales Acción: Realizar análisis de DQO y DBO	semestral	2	2	Director Técnico
9	Suelo	(-)Contaminación por derrame Acción: Medir la magnitud del derrame con cinta métrica, recoger la tierra con pala para saneamiento	permanente mensual	4	48	Director de operaciones
10		(-) incremento del gradiente térmico Acción: Medir si existe incremento con dispositivo adecuado	anual	1	1	Director Técnico
11		(-) residual producto a la limpieza del fondaje. Acción: rehabilitar un 'área de biorremediación	anual	1	1	Director Técnico
12	Hombre	(-) afectaciones de la salud del hombre	semestral	1	2	Seguridad y salud

		Acción: realizar chequeo medico a cada trabajador				
Actividad: Redes de drenaje pluvial						
13	Aguas	(-)Contaminación de las aguas Superficiales Acción: revisión de los canales de drenaje	Diario	1	365	Jefe taller
		(-)Contaminación de las aguas Superficiales Acción: Realizar análisis de DQO y DBO	Semestral	2	2	Director Técnico
		(-) Existencia de residuales sólidos en el drenaje Acción: revisión de los canales de drenaje y fumigación del área.	mensual	1	12	Especialista M.A
Actividad: Carga y traslado de aceite usado en camiones cisternas						
14	Suelo	(-)Contaminación por derrame Acción: Medir la magnitud del derrame con cinta métrica, recoger la tierra con pala para saneamiento	mensual	4	48	Especialista medio ambiente.
15		(-) incremento del gradiente térmico Acción: Medir si existe incremento con el dispositivo adecuado	anual	1	1	Director Técnico
16	Aire	(-) emisión de gases efecto invernadero Acción: medir las emisiones de los vehículos, garantizar que se encuentre dentro de los parámetros establecidos	anual	1	1	Jefe de transporte
17	Hombre	(-) afectaciones de la salud del hombre Acción: realizar chequeo medico a cada trabajador	semestral	1	2	Seguridad y salud
Actividad: Utilización del aceite por las empresas DF como combustible						
18	Aire	(-) emisión de gases efecto invernadero Acción: disminuir en lo posible los km recorridos en el traslado de aceite usado. (-) emisión de gases nocivos (metales pesados, compuestos clorados) Acción: proponer otra alternativa o variante que disminuya la carga contaminante al medio ambiente.	Anual	1	1	Gestor Aceite usado
19	Hombre	(-) afectaciones de la salud del hombre Acción: realizar chequeo medico a cada trabajador	semestral	1	2	Seguridad y salud

## Anexo 16. Diseño del diagrama de flujo

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 17. Cronograma de las tareas pendientes de la metodología

Id	Nombre de la Tarea	Comienzo	Fin	Meses																
				marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	sept	oct	nov	dic	enero	feb	marzo	abril	mayo	junio	
1	<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	lun.11/03/13	lun. 14/04/14	▶																
2	<b>Tramites para el ajuste de la licencia ambiental</b>	lun.11/03/13	vier. 24/05/13	▶																
3	Tarea Técnica	lun.11/03/13	lun. 29/04/13	▶																
4	Levantamiento de la necesidades operacionales	lun.11/03/13	lun. 29/04/13	▶																
5	Evaluación del presupuesto	lun.11/03/13	lun. 15/04/13	▶																
6	Evaluación de los medios de transporte	lun.11/03/13	vier.29/03/13	▶																
7	Evaluación de los aceites generados por familias	lun.11/03/13	lun. 29/04/13	▶																
8	Evaluación de la disposición final por familias	lun.11/03/13	lun. 29/04/13	▶																
9	Adecuación del plan de manejo	lun.11/03/13	lun. 29/04/13	▶																
10	Elaboración del procedimiento operacional	lun.11/03/13	lun. 29/04/13	▶																
11	Presentación de la solicitud al CITMA	jue. 02/05/13	vier. 24/05/13	▶																
12	<b>Adecuación de contratación para recolección por familias</b>	lun.11/03/13	lun. 15/07/13	▶																
13	Negociación con cliente sobre el almacenamiento	lun.11/03/13	lun. 15/07/13	▶																
14	Contratación	lun.11/03/13	lun. 15/07/13	▶																
15	<b>Adecuación de la infraestructura al diseño del diagrama</b>	lun. 15/07/13	vier. 25/10/13	▶																
16	Gestión de la inversión para la implementación	lun. 15/07/13	lun. 30/12/13	▶																
17	Ejecución física	lun. 6/01/14	vier 30/03/14	▶																
18	<b>Revisión del procedimiento operacional</b>	vier. 30/03/14	lun. 14/04/14	▶																
19	Ajustes y aprobación del procedimiento operacional	vier. 30/03/14	lun. 14/04/14	▶																
20	Arranque y puesta en marcha	lun. 02/04/14	lun. 14/04/14	▶																
21	<b>Evaluación y control</b>	lun. 14/04/14	mie. 30/06/14	▶																