

# EL MANEJO INTEGRAL DEL ACEITE USADO Y LA VALORACIÓN ENERGÉTICA COMO OPCIÓN DE DISPOSICIÓN FINAL

**Ing. Luis Alfredo Espinosa Marrero<sup>1</sup>**

*1. Empresa Comercializadora de Combustibles Matanzas, Zona Industrial, km 4.3, Versalles, Matanzas, Cuba.*



---

*CD de Monografías 2016  
(c) 2016, Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”  
ISBN: XXX-XXX-XX-XXXX-X*

## **Resumen.**

Dentro del manejo de desechos peligrosos ha sido política del país, prestar atención prioritaria y diferenciada al manejo de los aceites usados debido a los problemas ambientales y a la salud humana que este desecho puede ocasionar. El presente trabajo tiene como objetivo dar a conocer estrategias para el manejo integral del aceite usado, cumplimentando principios ambientales. Profundiza en la práctica de la valoración energética o co procesamiento como opción de disposición final para los aceites usados ante la ausencia en Cuba de tecnología para la regeneración del aceite usado. Resume el marco legislativo aplicable al manejo de desechos peligrosos y específicamente regulaciones para el aceite usado. Independientemente de estar trazadas las bases para consolidar el manejo integrado del aceite usado a nivel nacional y territorial aún es insuficiente el nivel de recogida de los aceites usados, persistiendo insuficiencias de carácter objetivo y subjetivo. Bajo las condiciones actuales de Cuba, el uso de los aceites usados como combustible en los hornos de clínker de las fábricas de cemento (co procesamiento), constituye una opción ambientalmente aceptable por otra parte, la implementación de un sistema de recogida de aceite usado por la Unión CUPET, garantiza el manejo integral y ambientalmente seguro de este desecho peligroso.

***Palabras claves:*** *Aceite usado; Manejo integral; Licencia ambiental; Disposición final Valoración energética; Co procesamiento.*

---

Con el desarrollo industrial que lleva adelante nuestro país, se generan cantidades de desechos que por sus características son necesarias mantener bajo una vigilancia y control constante a partir de su manejo, máxime cuando se trata de desechos peligrosos. Todo lo anterior ha sido analizado a profundidad por la Comisión Nacional de Desechos Peligrosos, integrada por diferentes organismos de la Administración Central del Estado con vínculos directos en la temática; análisis que resultó en la elaboración de un reglamento que regule el manejo integral de los desechos peligrosos en el país, el Reglamento para el Manejo Integral de Desechos Peligrosos. (Resolución 136/2009 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente). Este Reglamento establece las disposiciones que contribuyen a asegurar el manejo integral de los desechos peligrosos en el país, mediante la prevención de su generación en las fuentes de origen y el manejo seguro de los mismos a lo largo de su ciclo de vida, con el fin de minimizar los riesgos a la salud humana y al medio ambiente, también establece las normas relativas a los movimientos transfronterizos de estos desechos, (Resolución 136/2009, 2010).

El manejo integral de desechos peligrosos, sin dudas, es un reto de gran magnitud para un Estado responsable con la salud de su población y con la protección del medio ambiente. Dentro del manejo de los desechos peligrosos nuestro país ha prestado una atención prioritaria y diferenciada al manejo de los aceites lubricantes usados (aceite usado), debido a los problemas ambientales y para la salud que pequeñas cantidades de este desecho peligroso pueden provocar, la existencia en el país de opciones ambientalmente aceptables para su manejo y las posibilidades económicas que brinda, en primer lugar su uso como combustible y en segundo lugar otras opciones de reutilización y/o aprovechamiento.

## Legislación y marco regulatorio aplicable.

En general, existe un amplio marco institucional y legislativo que cubre varios aspectos del ciclo de vida de los desechos peligrosos, y dentro de éste, un grupo de regulaciones y normativas técnicas para el manejo de los aceites usados. A continuación se muestra de forma resumida lo que plantea cada instrumento legislativo del ámbito internacional y nacional.

<b>Tratado del ámbito Internacional:</b>	<b>Resumen:</b>
Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y su eliminación.	Limita el comercio de desechos peligrosos. Contiene listas que permiten a los países clasificar los residuos en base a características de peligrosidad, incluyendo además listas específicas de los residuos que caen en su ámbito de aplicación. El Convenio también prevé y permite que cada país Parte elabore su propia lista de residuos peligrosos, la notifique a la Secretaría y esta comunique a las Partes.
<b>Tratados del ámbito Nacional:</b>	<b>Resumen:</b>
Ley No. 81/1997. "Del Medio Ambiente."	Establece que será obligatorio someter a la consideración del CITMA, los nuevos proyectos de obras o actividades relacionadas con las instalaciones destinadas al manejo, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de desechos peligrosos.
Decreto-Ley. No. 200/2000. CITMA. De las contravenciones en materia de medio ambiente.	Se consideran contravenciones respecto a los desechos peligrosos: recoger, transportar, disponer, almacenar, o eliminar los desechos peligrosos fuera de la unidad generadora, sin el permiso correspondiente, no rendir la información requerida por el Ministerio relativa al inventario sobre estos desechos, incumplir con los términos de los Planes de Manejo de desechos peligrosos, no informar en el plazo de 24 horas al Ministerio de la ocurrencia de un accidente durante las actividades de generación, transportación, almacenaje o eliminación de estos desechos.

<p>Decreto-Ley No. 309/2013. CITMA. De la Seguridad Química.</p>	<p>Tiene como objetivo proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos adversos que se derivan del manejo inadecuado de los productos y desechos químicos peligrosos, a partir del ordenamiento e integración de las actividades nacionales en materia de Seguridad Química así como contribuir al cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos por el Estado cubano en materia de Seguridad Química.</p>
<p>Resolución No.23/2009. CITMA. Programa Nacional de Lucha contra la Contaminación del Medio Ambiente para el período 2009-2015.</p>	<p>Proporciona un marco integrado de política y gestión para enfrentar la problemática de la contaminación ambiental y dar cumplimiento a las metas y acciones contempladas en la Estrategia Ambiental Nacional, orientadas a preservar y proteger los componentes del medio ambiente, la salud y la calidad de vida de la población cubana. Contempla dentro de uno de los objetivos generales prevenir, reducir y controlar la contaminación originada por los productos químicos y desechos peligrosos.</p>
<p>Resolución No. 132/2009. CITMA. Reglamento del proceso de evaluación de impacto ambiental.</p>	<p>Establece que es obligatorio someter al Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente, los nuevos proyectos de obras o actividades relacionadas con instalaciones destinadas al manejo, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de desechos peligrosos</p>
<p>Resolución No.136/2009. CITMA. Reglamento para el manejo integral de desechos peligrosos.</p>	<p>Establece las disposiciones que contribuyen a asegurar el manejo integral de los desechos peligrosos en el país, mediante la prevención de su generación en las fuentes de origen y el manejo seguro de los mismos a lo largo de su ciclo de vida, con el fin de minimizar los riesgos a la salud humana y al medio ambiente. También se establecen las normas relativas a los movimientos transfronterizos de estos desechos.</p>
<p><b>Específicos para los aceites usados.</b></p>	<p>Resumen:</p>
<p>Indicaciones para la implementación de la</p>	<p>Resume los aspectos esenciales del Reglamento para el Manejo Integral de Desechos Peligrosos</p>

Resolución CITMA 136/2009. “Reglamento para el manejo integral de desechos peligrosos. CICA. CITMA. (Febrero 2010).	(Resolución 136/2009. CITMA). Emite algunas indicaciones particulares para el manejo de los aceites usados, debido a la situación específica de ese desecho peligroso.
Indicaciones sobre alternativas para el uso como combustible de los aceites usados. CICA. CITMA. (14 de abril de 2010).	Indica que ante la situación actual de Cuba mantener siempre como primera variante en todos los casos que resulte posible el uso de las fábricas de cemento para el co procesamiento de los aceites usados. Potenciar (con independencia del destino final de los aceites usados), que las comercializadoras de CUPET se encarguen del manejo de los aceites usados.
Indicaciones para viabilizar el proceso de recogida y aprovechamiento como combustible de los aceites usados. CICA. CITMA. (20 de julio de 2011).	Indica a la Empresas Comercializadoras de Combustibles contratar el servicio de recogida a Generadores independientemente tengan licencia ambiental o no e indica a las Delegaciones del CITMA inspeccionar a aquellas entidades que reciben el servicio de las Comercializadoras sin Lic. Ambiental, analizar el caso y aplicar las sanciones que correspondan de acuerdo al Decreto Ley 200. De las contravenciones en materia de medio ambiente.
NC 717: 2009. Manejo de bifenilos poli clorados-requisitos higiénico sanitarios, ambientales y de seguridad.	Establece los requisitos higiénicos–sanitarios, ambientales y de seguridad que se han de tener en cuenta en el manejo de los bifenilos policlorados, comúnmente llamados askareles, durante su almacenamiento, transportación, uso o en estado de desecho.
ET 1067:2015. Industria del petróleo - Aceites lubricantes usados- Especificaciones.	Esta Especificación Técnica establece las especificaciones de calidad de dos grados de aceites lubricantes usados recuperados para el uso como combustible en equipos térmicos (hornos y calderas).

El Reglamento Técnico para la Gestión de Aceites Usados, aprobado en 2014 por la Unión Cuba-Petróleo (CUPET), que es el designado como el Gestor Estatal para organizar e implementar un sistema de gestión de aceites usados en el país, define en el punto 3.2.8 al aceite usado como los “aquellos aceites lubricantes con base mineral o sintética que se hayan vuelto inadecuados para el uso destinado al aceite nuevo”. Expresa que por sus propiedades clasifica como un desechos químico peligroso”.

## Composición y peligrosidad del aceite usado.

El aceite usado, categorizados como Y8, de acuerdo con los postulados de la Convención de Basilea, y en el marco legal cubano con la Resolución 136/2009. CITMA, es un contaminante de naturaleza química. Su condición de peligrosidad no se debe a las bases lubricantes utilizadas en la formulación del lubricante sino a los compuestos que se adicionan para mejorar las propiedades lubricantes, detergentes y de viscosidad; además y principalmente, por los metales pesados que se liberan durante el uso en los motores, por algunos compuestos que se generan en la combustión y hasta por contaminantes que pueden entrar en contacto con el lubricante dentro de los motores.

Los aceites lubricantes usados adquieren concentraciones elevadas de metales pesados como plomo, cadmio, cromo, arsénico y zinc. El origen de estos metales es principalmente el desgaste del motor o maquinaria que lubricó. Otra fuente de metales es debida al contacto con combustibles, como es el caso de la presencia de plomo proveniente de la degradación del tetraetilo de plomo de las naftas. Con frecuencia se encuentran solventes clorados tales como tricloroetano, tricloroetileno y percloroetileno, provenientes del proceso de refinación del petróleo y de la reacción del aceite con compuestos halogenados de los aditivos. Otros contaminantes presentes son el azufre y hollín generados en la combustión, (Martínez, 2005).

La anterior situación se agrava, si a ello se suman prácticas deficientes de manejo del aceite usado generado, una vez fuera del motor y si además se vierten en forma irresponsable a través de sistemas de alcantarillados, se utilizan como combustible convencional en equipos, o se queman en hornos que no cumplen los requerimientos técnicos para ello por lo que se logra una dispersión totalmente incontrolable de contaminantes altamente tóxicos, con graves impactos sobre el medio ambiente y la salud humana.

Los contaminantes presentes en los aceites usados, son en su mayoría, compuestos de alto impacto nocivo en la salud humana, especialmente de naturaleza carcinogénica y en el ambiente, se caracterizan por mantenerse en forma estable en plantas y en el suelo, hasta alojarse finalmente en el cuerpo humano (compuestos bioacumulables) donde desarrollan su influencia letal. La figura 1 muestra la composición típica de los de los aceites usados.

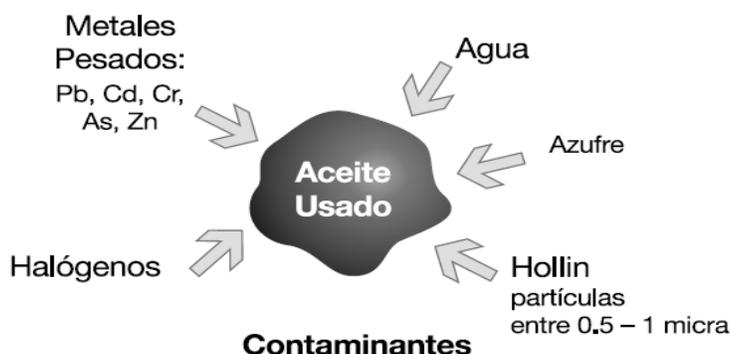


Figura 1. Composición de los aceites usados. Fuente: Martínez, 2005.

Disponer el aceite usado y materiales contaminados con este aceite en rellenos sanitarios, alcantarillados, al suelo, no es una solución adecuada. Indudablemente, el aceite se convierte en parte del lixiviado y termina en las aguas subterráneas, haciendo que ésta no sea apta para el consumo humano. La contaminación del agua superficial o del suelo no solamente es perjudicial para el hombre, sino para todas las demás formas de vida, puesto que la presencia del aceite altera los procesos de intercambio con el medio ambiente, por ejemplo, el intercambio de oxígeno en el agua. Debido a su persistencia y su habilidad para esparcirse en grandes áreas de suelo y del agua, forma un film o película que no permite el ingreso de oxígeno, lo que produce rápidamente una significativa degradación de la calidad del ambiente.

Por otra parte el aceite lubricante usado que se quema bajo condiciones no controladas puede emitir más plomo al aire que cualquier otra fuente industrial, según estudios desarrollados por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos- EPA. El Cromo, el Cadmio y el Arsénico son potentes agentes cancerígenos. El Plomo es una toxina que envenena el sistema nervioso central y detiene el desarrollo de un ser humano. Puesto que todos los metales pesados, incluyendo el Cromo, el Cadmio y el Arsénico constituyen igualmente una amenaza permanente para la salud y permanecen en el ambiente, se debe prevenir la quema no controlada de aceite usado el cual puede contener los metales mencionados.

### **Principios de Jerarquía en la gestión de la contaminación. (Principios ambientales).**

En el marco de una política de gestión integral de desechos peligrosos acorde con el desarrollo sostenible, es necesario definir jerarquías en las estrategias de gestión. Las jerarquías en la gestión obviamente tendrán como primera prioridad evitar la generación de desechos en la fuente, dejando la alternativa de disposición final como última opción de manejo. La contaminación debe evitarse o reducirse en la propia fuente de emisión siempre que sea factible, mientras que aquella que no se puede evitar debe reciclarse de una manera ambientalmente segura. A partir de estos elementos, como primera opción está prevenir y minimizar la generación. Es la primera opción de la escala jerárquica y debiera ser la opción más deseable y la manera más eficiente de disminuir riesgos a partir de la aplicación de alternativas (tecnologías, prácticas, métodos) para prevenir, reducir o eliminar la generación de contaminantes en la propia fuente de emisión pero se conoce que esta no es siempre la solución para todos los desechos que se generan y manejan en una instalación, pues siempre habrá una proporción más o menos importante que requerirá de la aplicación de otras opciones de manejo.

Como segunda opción en la escala está la de reusar, reciclar o regenerar. Cuando la contaminación no se puede evitar a través de métodos de reducción en la fuente, los residuos que tienen utilidad deben recuperarse para su procesamiento en nuevos productos, o para su reutilización en la forma original. Se debe fomentar la recuperación de materiales en un contexto de eficiencia económica y ambiental, involucrando tanto el reciclaje como cualquier valorización de residuos, incluyendo la valorización térmica. En el marco de manejo integrado de los aceites usados a nivel territorial, constituye esta la opción propuesta para el territorio de Matanzas y para otros territorios del país.

Como tercera opción está el tratamiento. Este involucrará procesos de transformación ambientalmente aceptables, que tienen como objetivo reducir el volumen y la peligrosidad de los residuos o desechos. Cuando la reducción en la fuente y el reúso, reciclaje o regeneración ya se han empleado hasta sus máximas posibilidades o no son aplicables, resulta conveniente utilizar métodos de tratamiento para mitigar el impacto ambiental de los contaminantes que contienen los residuos o desechos.

Y como última opción en la escala jerárquica está la denominada disposición final. La disposición final involucra la práctica de disponer residuos o desechos en el terreno o instalaciones mediante la modalidad de relleno de seguridad, diseñado y operado para minimizar los riesgos de contaminación ambiental. Debe ser la última alternativa que debe aplicarse sólo a aquellos desechos que no pueden ser manejados de otra manera. Dada las características de los materiales, esta modalidad involucra el almacenamiento a largo plazo de los residuos dispuestos. Por esta razón, es que se debe lograr un sistema donde se asegure que los residuos que ingresan a disposición final sean el mínimo imprescindible, teniendo en cuenta aspectos tecnológicos y económicos. En la figura 2, se representa la jerarquía de las opciones de la gestión de la contaminación.



Figura 2. Jerarquía de las opciones de gestión de la contaminación. *Fuente: propia.*

### **Alternativas de Gestión Integral de los Aceites Usados.**

Existen cuatro alternativas de gestión para los aceites usados, ordenadas de acuerdo a principios ambientales.

- 1- La reutilización en otros usos. Si la calidad del aceite usado lo permite o previo tratamiento para remoción de contaminantes insolubles y productos de oxidación, mediante calentamiento, filtración, deshidratación y centrifugación, puede reusarse como aceite de maquinaria de corte o en sistemas hidráulicos. El aceite dieléctrico es uno de los que se puede mantener "limpio" luego de su uso.
- 2- La regeneración. Mediante distintos tratamientos es posible la recuperación material de las bases lubricantes presentes en el aceite original, de manera que resulten aptas para su reformulación y utilización. Casi todos los aceites usados son regenerables, aunque

en la práctica la dificultad y el costo hacen inviable esta alternativa para aceites usados con alto contenido de aceites vegetales, aceites sintéticos, agua y sólidos.

- 3- La valorización energética mezclado con fuel-oil (en calderas industriales y hornos de cemento) ya sea por combustión directa o con pre-tratamiento del aceite (separación de agua y sedimentos). El aceite se constituye en uno de los residuos con mayor potencial para ser empleado como combustible por su elevado poder calorífico. Aunque la mayoría de calderas domésticas, calderas comerciales e industriales de baja potencia de generación, pueden quemar aceites usados, es una práctica no recomendable debido al problema de contaminación potencial del aire, por tratarse de quemados de productos sin control de especificaciones, quemado bajo condiciones no controladas y sin tratamiento de emisiones, especialmente por el contenido de metales pesados.
- 4- 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.

Esta priorización se basa en las ventajas ambientales de los procesos actuales de regeneración, por su mayor ahorro de materias primas, menores emisiones y olores, así como la menor producción de residuos o efluentes.

Dentro de las tecnologías de regeneración se encuentran:

**Acido-arcilla:** El aceite se somete a evaporación de aquellos productos ligeros como agua e hidrocarburos del rango de la gasolina. Luego se trata con ácido sulfúrico y se filtra con arcilla y cal para mejorar su color y acidez. En la siguiente etapa el aceite se fracciona para separar destilados livianos del tipo gas-oil y así finalmente obtener la base lubricante. El proceso tiene un rendimiento global de 70% en peso de la carga de aceite. Tiene como desventaja que se genera un residuo de arcilla ácida y aceite de difícil disposición final.

**Destilación a vacío-arcilla:** El aceite es destilado a presión por debajo de la atmosférica, lo que permite operar a bajas temperaturas, reduciendo los problemas de descomposición. Se utiliza la arcilla con alta capacidad absorbente, para reducir las impurezas, fundamentalmente los metales pesados. Tiene como desventaja que se genera como residuo arcilla con aceite.

**Destilación en vacío e hidro-tratamiento:** El aceite usado es deshidratado y son eliminados parte de los hidrocarburos livianos, luego el aceite se envía a una torre de destilación a vacío, donde se extraen por la cabeza los componentes livianos remanentes, quedando en el fondo los contaminantes pesados. Los productos livianos separados pueden ser utilizados como combustibles. El fondo contiene metales, productos de polimerización y materiales asfálticos. Tiene como desventaja que se trata de una tecnología costosa.

Como puede apreciarse, en todos los casos se generan residuos peligrosos, que deben ser quemados en incineradores para residuo peligrosos o hornos de cementeras. Independientemente de que la regeneración es una opción de mayor jerarquía ambientalmente que la valoración energética debe tenerse en cuenta que todavía coexisten

procesos de regeneración que son muy contaminantes, frente a lo cual la opción de valorización energética puede ser más conveniente.

Datos del año 1999 de la Comunidad Europea reflejan que el 50 % del aceite usado recolectado se valorizó energéticamente (representando el principal uso la producción de cemento), el 25% se regeneró y el 25 % restante se dispuso ilegalmente. En la Comunidad Europea los sistemas de gestión varían de un país a otro. En la mayoría se estimula la utilización de aceites usados como sustitución de combustible, al no tener que pagar el impuesto que se aplica a la compra de fuel oil pesado. Generalmente no se subsidia 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 subsidian esta actividad, aunque lo más común es exonerar o disminuir la carga de impuestos al aceite regenerado frente al aceite producido de base lubricante virgen, como es el caso de Italia y Francia, (Martínez, 2005).

Para realizar una gestión adecuada de los aceites usados se debe implementar un sistema que integre todas las fases del manejo del aceite, desde su generación hasta su tratamiento final o regeneración. La figura 3, representa de forma esquemática un sistema integral de gestión para los aceites usados.

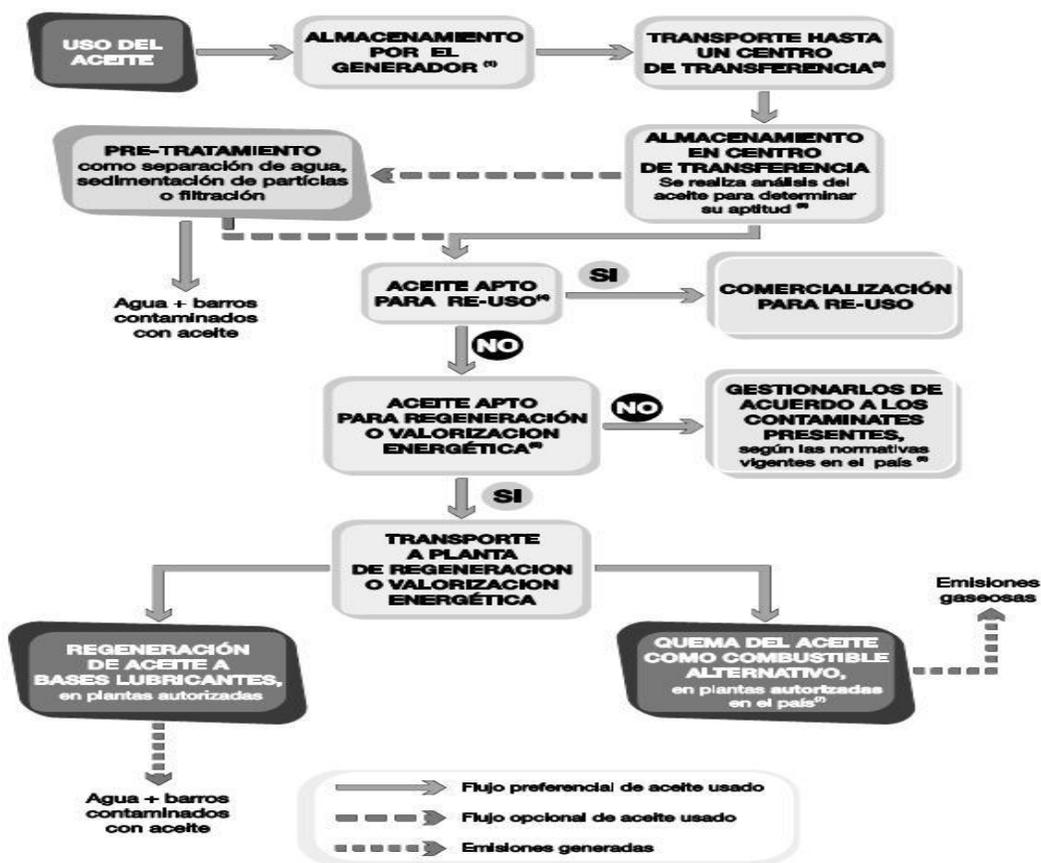


Figura 3. Sistema de gestión de los aceites usados. Fuente: Martínez, 2005.

## **Aspectos a considerar para el sistema integral de gestión de los aceites usados:**

(1) El generador debe acondicionar y almacenar los aceites usados para ser transportados hasta un lugar de gestión autorizado. Los envases y sus cierres deben ser rígidos y resistentes para responder con seguridad a las manipulaciones necesarias, manteniéndose en buenas condiciones, sin defectos estructurales y sin fugas aparentes. Los envases se deben etiquetar en forma clara legible e indeleble, deben permanecer cerrados para evitar el ingreso de agua de lluvia. El lugar de acopio debe estar acondicionado de forma de contener eventuales derrames y en caso de ser exterior debe contar con un sistema de separación agua aceite.

(2) El transporte generalmente lo realiza un gestor debidamente autorizado. El transportista deberá utilizar documentos de identificación de la carga y contar con planes de contingencia, así como los elementos necesarios para la atención de emergencias.

(3) En el centro de transferencia o centro de acopio se realizan los análisis según las especificaciones establecidas para el tratamiento del aceite, determinando el contenido de humedad, metales pesados, PCB (bifenilos policlorados), cloruro y material en suspensión. En algunos centros de transferencia se puede realizar el tratamiento previo para disminución de contenido de agua, material en suspensión y/o metales pesados, de forma de dejarlo apto para el tratamiento posterior o la utilización como combustible alternativo.

(4) Cuando los aceites recolectados son "limpios", como es el caso de aceites dieléctricos de transformadores libres de (PCB), y no están contaminados con metales pesados pueden ser reutilizados como aceite para máquinas de corte.

(5) En base a los análisis realizados se determina si el aceite está apto para ser ingresado a una planta de regeneración o valorización energética de acuerdo a las especificaciones establecidas según el tratamiento seleccionado.

(6) Si no es posible pre-tratar el aceite para llegar a los límites de especificaciones necesarios para quemarlo en calderas autorizadas, el aceite debe ser tratado en un horno de incineración autorizado.

(7) La valorización energética debe realizarse en instalaciones autorizadas, para lo cual se deben fijar especificaciones del aceite a ser quemado según las condiciones del horno o caldera: potencia de generación, control de quema y tratamiento y monitoreo de emisiones. Por ejemplo la EPA, establece que si el contenido en ciertos contaminantes es menor que un límite establecido, los aceites pueden ser ingresados a cualquier caldera, independiente de las condiciones de la instalación. La utilización como combustible sin pre-tratamiento para disminución de metales pesados se puede operar en instalaciones con alta potencia térmica, altas temperaturas, gran consumo de combustible y alta producción de gases, como son los hornos de clinker en las cementeras, estos hornos queman el aceite usado y los contaminantes tales como los metales quedan incorporados al cemento, aquellas partículas que no lo hacen son retenidas por precipitadores electrostáticos. Para tener un combustible de espectro de utilización más amplio como en instalaciones con menos potencia térmica se deben aplicar tratamientos físico-químicos de separación de elementos volátiles y de metales pesados, así como agua y sólidos (normalmente esto se hace por destilación o por

tratamiento con aditivos floculantes, sedimentación, centrifugación o filtración). Además se deben establecer porcentajes máximos de mezcla con el combustible tradicional, para disminuir el riesgo de contaminación.

La responsabilidad de los sistemas de recolección y transporte deben ser trasladados a los fabricantes e importadores del aceite. Estos actores deben instrumentar un sistema de recolección en los centros de distribución y recambio de aceites.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos en relación con el manejo de los aceites usados define los niveles permisibles para el aprovechamiento energético del aceite usado en cualquier sistema térmico, (EPA, 2011). Estos parámetros se reflejan de forma resumida en la tabla 1.

Tabla 1. Parámetros para el aprovechamiento energético de aceites usados.

Parámetros	Niveles permisibles
Cadmio	2 ppm máximo
Cromo	10 ppm máximo
Plomo	100 ppm máximo
Punto de inflamación	38 °C mínimo

*Fuente: propia.*

Actualmente en Cuba no existen plantas regeneradoras de aceite usado. Se estima que en el país se generan alrededor de 18-20 MT/año de aceites lubricantes usados (aceites usados), provenientes de diversos sectores de la economía nacional, y no se dispone de tecnologías para su pretratamiento y reutilización eficiente del potencial energético que poseen, lo que significa una inadecuada gestión tecnológica y ambiental.

Estudio realizado por el Centro de Investigación del Petróleo (CEINPET), en mezclas de aceites usados recolectados en diversas regiones del país y donde se determinan propiedades físicas y químicas fundamentales para combustibles, arroja como resultado que los aceites usados cubanos poseen elevada capacidad calorífica, superior a 9 600 kcal/kg, la temperatura de inflamación entre 80 y 198 °C y su contenido de contaminantes: cromo (3,11 ppm), cadmio (0,21 ppm) y plomo (23,00 ppm), están en los niveles permisibles para el aprovechamiento energético del aceite usado en sistemas térmico, establecidos en la regulación de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. El contenido de cenizas, valores que están en el orden de 0,89 y 3,08% m/m, constituye una limitante que repercute en la disminución de la transferencia de calor y eficiencia del sistema térmico, y por lo tanto estos aceites requieren de algún pretratamiento que lo reduzca hasta 0,8% m/m, como máximo, (Soto et al., 2011).

Los resultados demuestran que los aceites usados del país son aptos para su uso como combustible. Constituyen residuos potenciales para el aprovechamiento energético porque presentan alta capacidad calorífica, baja volatilidad y poca cantidad de los contaminantes

cadmio, cromo y plomo. Esta situación, exige someter a pretratamiento el aceite usado a fin de minimizar el ensuciamiento del sistema, con el consiguiente mejoramiento de la eficiencia del equipo térmico y para el aceite usado sin pretratamiento, con elevado contenido de cenizas, agua y sedimentos, se debe aplicar la variante tecnológica de mezcla con el combustible, de manera que el producto resultante cumpla los requisitos de calidad del combustible del equipo térmico de que se trate.

Cuba no cuenta con tecnología para el pretratamiento adecuado de los aceites usados es por ello, que se hace necesario la caracterización sistemática de los aceites usados, así como ampliar los conocimientos de su composición para un manejo ambiental seguro, ya que son desechos químicos peligrosos que se destinan a procesos de combustión para valoración energética y no se cuenta con tecnologías para un pretratamiento adecuado.

Pero, ¿Cómo manejar y aprovechar en forma eficiente y ambientalmente responsable los aceites usados?. Investigaciones desarrolladas en muchos países del mundo y en Cuba, como fue el ejemplo expuesto anteriormente, han mostrado que es ambientalmente aceptable la utilización de aceites lubricantes usados siempre y cuando algunos contaminantes no sobrepasen las concentraciones máximas permitidas. Por su elevada capacidad calorífica, el aceite usado constituye uno de los desechos peligrosos con mayor potencial para ser empleado como combustible por la alguna de las industrias.

En los hornos de las plantas de fabricación de cemento se requieren altas temperaturas para transformar las materias primas en cemento. Estas materias primas son altamente alcalinas. Por tanto, estos hornos tienen condiciones ideales para la recuperación energética de los aceites usados en condiciones respetuosas con el medio ambiente. Elementos contaminantes como hidrocarburos aromáticos policíclicos, hidrocarburos clorados y metales pesados se destruyen en las plantas de producción de cemento. De las experiencias existentes en la actualidad se deduce que cuando se utilizan aceites usados como sustitutos de combustibles convencionales, no se aprecian incrementos significativos en cuanto a emisiones de partículas en la atmósfera, en particular de compuestos orgánicos, dioxinas, furanos y otros.

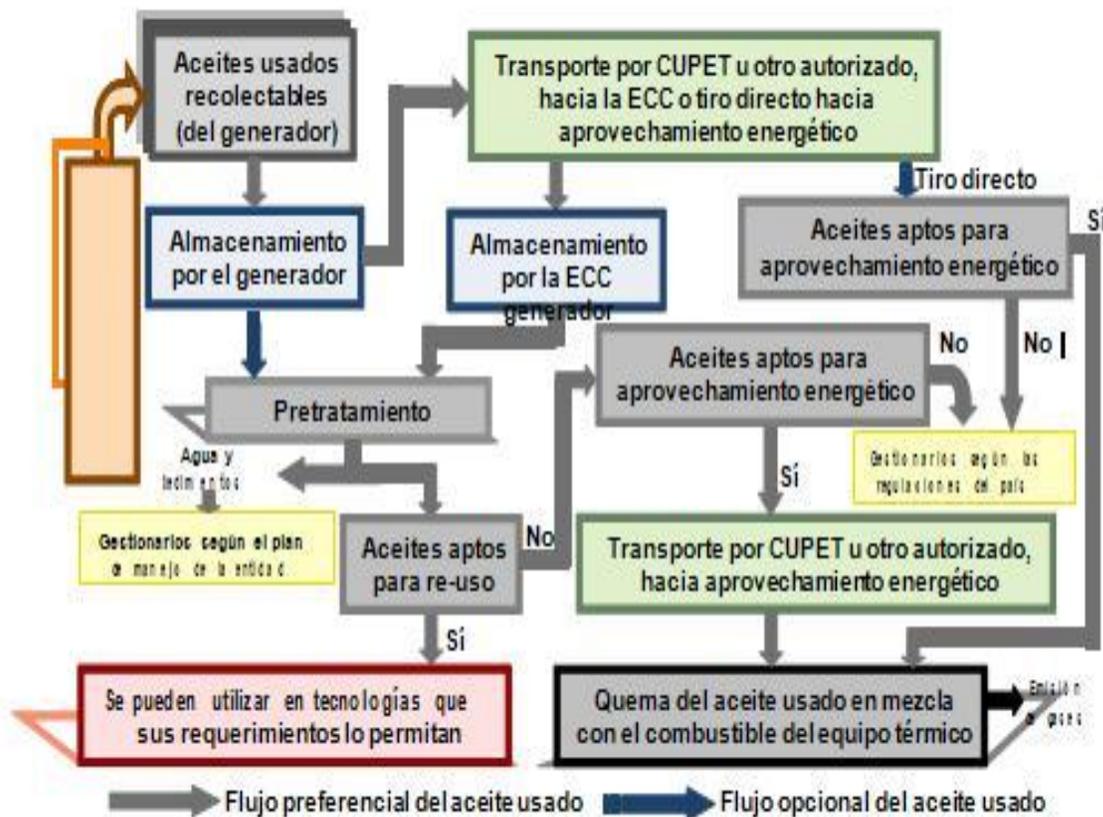
Bajo esta realidad y de las opciones disponibles en el país para el manejo de los aceites usados, la mejor variante desde el punto de vista ambiental lo constituye el manejo de estos desechos por un gestor especializado, es decir las Comercializadoras de Combustibles y su Co procesamiento (uso como combustible) en las fábricas de cemento, o en la fábrica de vidrio, opción que por razones económicas y de logística no puede abarcar a todos los generadores del territorio por lo que se podrán aprobar otras alternativas ambientalmente aceptables para el resto de los generadores de aceites usados que no recibirán el servicio de recogida por las Comercializadoras de CUPET y que por razones justificadas no puedan entregar por medios propios sus aceites usados en las Comercializadoras, teniendo en cuenta lo que establece el Reglamento de Manejo Integral de Desechos Peligrosos, (Álvarez, 2010).

Por el impacto ambiental que puede provocar resulta indispensable que se cumplan los requisitos establecidos para su gestión y se realicen acciones que contribuyan al manejo

seguro. Dentro de estas acciones está la de designación de la Unión Cuba Petróleo (CUPET) como Gestora del aceite usado. En su responsabilidad esta organización traza una Política al respecto y establece un sistema de gestión con un Reglamento Técnico de alcance nacional que cumplen las Empresas Comercializadoras de Combustibles (ECC). Esta política establece el compromiso de implantar un sistema que garantice las acciones correspondientes para la recogida, almacenamiento, pretratamiento y posterior entrega, con la calidad requerida, para su disposición final. En este régimen participan todas sus organizaciones y otras entidades del país, sea persona natural o jurídica autorizada para realizar cualquiera de las actividades de gestión de aceites usados, y que cumplan con las normativas y resoluciones establecidas por el CITMA como forma de garantizar la conservación del medio ambiente y la protección de la salud humana. Es reconocido la necesidad de la mejora continua de la eficacia de este sistema de gestión y la de lograr el manejo integral del aceite usado y el cumplimiento de las disposiciones establecidas por la autoridad nacional competente, a partir del vínculo de todas las organizaciones y entidades del país que de una u otra forma adquieren aceites lubricantes y una vez usados se convierten en desechos.

Tomando en consideración los elementos expuestos anteriormente es que se diseña e implementa un sistema para manejar el aceite usado en Cuba. La figura 4 representa el Esquema del Manejo Integral de Aceites Usados en Cuba, (RTGAU, 2014).

Figura 4. Esquema del Manejo Integral de Aceites Usados en Cuba.

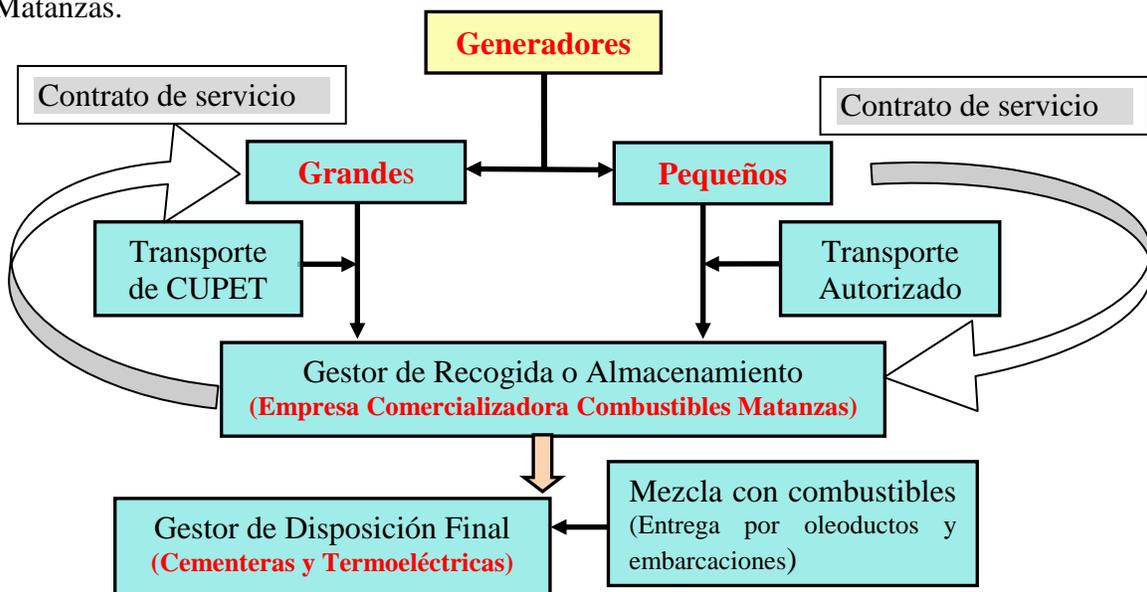


## Matanzas. Retos y perspectivas en el manejo integral del aceite usado.

La Provincia de Matanzas, se caracteriza por ser unos de los territorios donde la actividad económica productiva alcanza valores significativos y donde tienen amplio desarrollo ramas de la economía como la agricultura, la industria azucarera, la perforación y extracción del petróleo, la generación de electricidad y el turismo, consumidora en gran medida de aceites lubricantes.

El esquema de manejo integrado del aceite usado para el territorio aprobado por la autoridad ambiental tiene como peculiaridad, que la disposición final del aceite usado es en las cementeras y centrales eléctricas del país. La Empresa Comercializadora de Combustibles Matanzas, mayor base de combustibles del país y centro de entrega nacional de combustibles, comercializa más del 90 % del crudo nacional extraído por vía terrestre, oleoductos y vía marítima en forma de mezclas de combustibles. Atendiendo a esta razón, fue aprobado por la autoridad ambiental del territorio, la entrega de los aceites usados generados en el territorio para mezclarlos con combustibles crudo y disponerlos en la cementeras y termoelectricas como valoración energética. Grandes generadores del territorio reciben el servicio de transportación para la entrega del aceite usado a través de un transporte de CUPET (Unidad Empresarial de Base Transcupet Matanzas). Pequeños generadores trasladan el aceite usado generado por transporte propio o transporte autorizado por la autoridad ambiental, cumpliendo los requerimientos de seguridad. Entre los generadores y la Empresa Comercializadora de Combustible se establecen relaciones contractuales para la entrega del aceite usado donde se especifican procedimientos operacionales, condiciones para el servicio y requisitos de calidad a cumplir para entregar el aceite usado entre otros aspectos. Es obligatoria la tenencia de Licencia Ambiental, otorgada por la autoridad ambiental para cualquier opción de manejo como son el almacenamiento, la trasportación y la mezcla de aceite usado con crudo para su disposición final. La figura 5 muestra el diagrama de trayectoria en la transferencia del aceite usado en el territorio de Matanzas.

Figura 5. Diagrama de Trayectoria en la transferencia de aceites usados en el territorio de Matanzas.



### ¿Cuánto aceite usado se puede generar y cuánto se puede recuperar?.

La respuesta a este interrogante empieza por la determinación del consumo de lubricantes recuperables y pasa por aspectos tan diversos como la adecuada utilización de los mismos en motores, en la lubricación de engranajes, también por el tamaño, estado y edad del parque automotor que implica mayores o menores pérdidas por combustión del aceite dentro del motor, las prácticas de conducción y el estado de las vías, las prácticas empleadas en la manipulación, la disposición de infraestructuras y medios para el almacenamiento y manipulación de aceites lubricantes (limpios y usados), el empleo del lubricante adecuado, la formulación misma del lubricante y muchos otros factores relacionados con el control y las estrategias para minimizar los consumos de lubricantes y la generación de aceite usado.

Estudio realizado por la Empresa Comercializadora de Combustibles Matanzas, relacionado con la comercialización de lubricantes recuperables en el territorio y las entregas de aceites usados en el periodo 2013-2015 arrojó como resultado que en el territorio se consumen más de 3000 m<sup>3</sup> anuales de lubricantes recuperables, sin embargo el aceite usado entregado por generadores a la Empresa Comercializadora de Combustible Matanzas es muy bajo. La figura 6 muestra en forma tabulada y gráficamente el comportamiento de este proceso en el periodo 2013-2015.

Año	Aceite lubricantes recuperables (m <sup>3</sup> )			Aceite usado (m <sup>3</sup> )		
	Total	Clase Motor	% Motor	Potencial	Recogido	% Recogido
2013	3311,72	2178,80	65,79	993,52	229,09	23,06
2014	3655,82	2364,90	64,69	1096,75	246,40	22,47
2015	3606,74	2306,28	63,94	1082,02	359,91	33,26

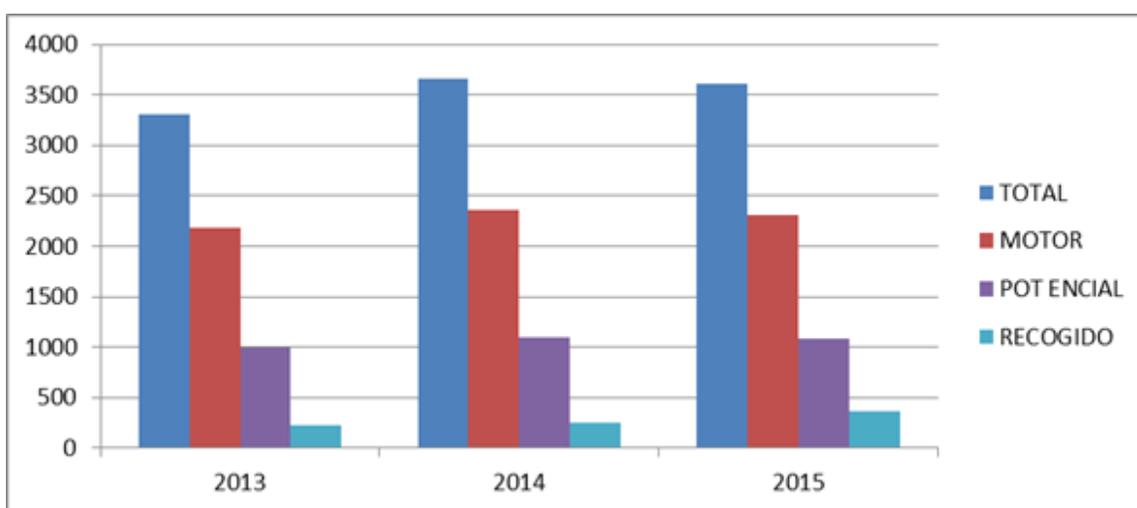


Figura 6. Relación ventas de lubricantes recuperables - aceite usado recogido.

Del análisis de la anterior figura se obtiene que el aceite usado recogido en el territorio ha ido en incremento desde el año 2012 hasta el 2015, aun así se recogieron volúmenes de aceite usado muy inferiores al potencial de recogida. Se recogieron un 23,06 %, 22,47 % y 33,26 % en 2013, 2014 y 2015 respectivamente con respecto al potencial de recogida, que está en el orden de los 900-1100 m<sup>3</sup> anuales (calculado como el 30 % de las ventas de aceites totales recuperables de la UEB Cubalub Matanzas), (Espinosa, 2016).

Como parte de este estudio se visitaron un grupo de empresas, fundamentalmente grandes generadores del territorio con el objetivo de buscar los factores y causas que están incidiendo en estos resultados. La figura 7 muestra un diagrama Causa-Efecto. Identifica factores y causas que dan como resultado (efecto) un mal manejo de los aceites usados.

### DIAGRAMA CAUSA - EFECTO

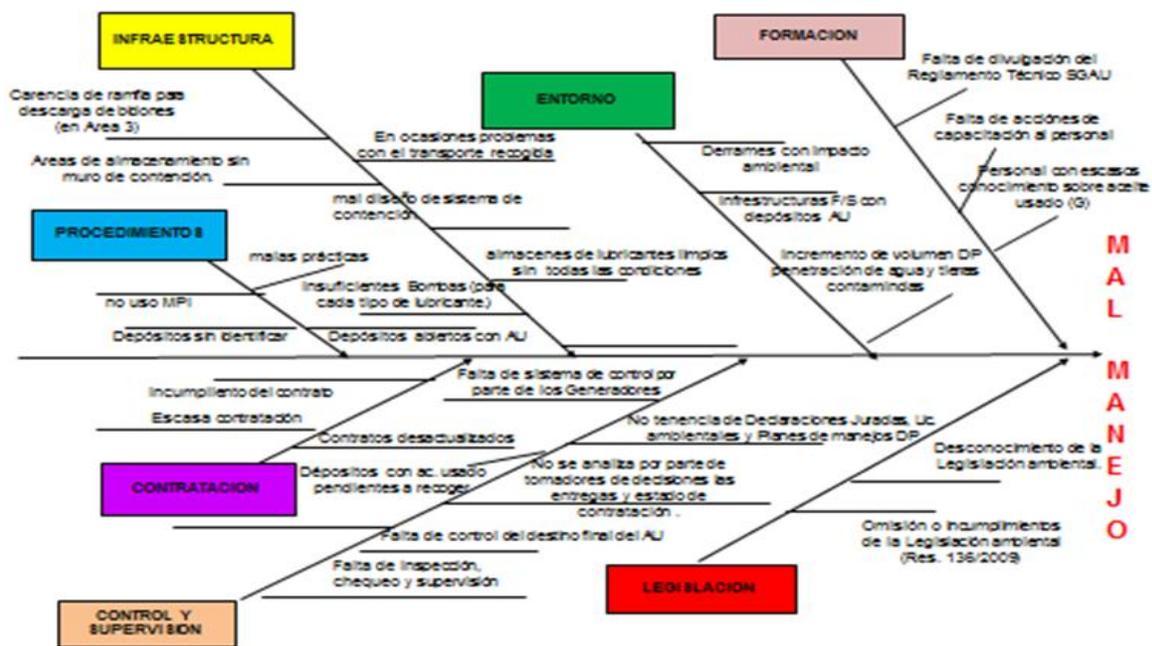


Figura 7. Diagrama Causa-Efecto. Manejo integral del aceite usado en el territorio Matanzas. Fuente: Espinosa, 2016.

Una mirada general al Manejo Integrado del Aceite Usado en Cuba, indica que independientemente de que hay una política nacional trazada para el manejo y hacia la opción de la valoración energética que concibe la recolección y aprovechamiento de aceites usados en instalaciones que cuenten con Licencia Ambiental para estos propósitos a través del establecimiento de un mecanismo nacional para la recogida y aprovechamiento de aceites usados, la recolección y transporte de aceites usados de grandes generadores por parte de CUPET, la recolección y transporte de aceites usados de pequeños generadores por parte de las propias entidades, la asimilación de aceites usados por parte de las entidades que cuentan con Licencia Ambiental para esos propósitos aún hay dificultades a resolver:

De carácter subjetivo:

La insuficiente nivel de contratación y de actualización de los contratos existentes para la recolección de aceites usados, entre CUPET y las principales entidades generadoras, el insuficiente control de la información sobre el manejo de aceites usados por parte de los Órganos de la Administración Central del Estado (OACEs) y entidades generadoras, dificultades en la aplicación de la Resolución 3212/2015 de CUPET (carencia de objeto social que cubra el desarrollo estas operaciones de venta/carencia de una asignación financiera para estos propósitos en los planes de la economía de las empresas involucrada), baja percepción de la Resolución 3212/2015 como un incentivo real para la entrega de aceites usados, insuficiente universo de entidades asimiladores de aceites usados, insuficiente nivel de sensibilización y concientización por parte de los directivos, personal técnico y operarios en general, acerca de los beneficios económicos y ambientales derivados de la reutilización de aceites usados, (Abó, 2016).

Una propuesta de solución para consolidar el manejo Integral del Aceite Usado en Cuba debe estar encaminada a incrementar el nivel de exigencia de las Direcciones de los OACEs y la acción coercitiva del CITMA, con vistas a incrementar la cantidad de contratos y licencias ambientales, incrementar la acción coercitiva del CITMA, con vistas a lograr la emisión anual de las declaraciones juradas por parte de las entidades generadoras y establecer un sistema de trabajo entre CUPET y CITMA a nivel territorial, con el fin de garantizar la conciliación de la información sobre el manejo de aceites usados, la revisión y reformulación del objeto social de las entidades e incorporación al Plan de la Economía de los fondos financieros necesarios para garantizar el pago de las operaciones de compra-venta de aceites usados, formulación de otros incentivos económicos para incrementar la recogida de aceites usados, la identificación y solicitud de licencia ambiental para el universo de entidades que pudieran asimilar aceites usados y el desarrollo de campañas de sensibilización y concienciación a todos los niveles de las entidades productivas y de servicio.

### **Situación actual de Cuba para consolidar la valoración energética.**

En estos momentos producen clínker en el país 4 fábricas de cemento: Mariel, Siguaney, Cienfuegos y Nuevitas, pero en el esquema solo entran tres, pues Cienfuegos utiliza petcoque como combustible, lo cual complica el posible uso de los aceites usados. También se añade al esquema la Fábrica de Vidrio de la Ciudad de la Habana. Eso provoca una situación complicada por el incremento de las distancias de transportación y deja prácticamente sin solución a las provincias orientales.

Por otra parte, no se han aprobado las inversiones necesarias para las Comercializadoras de Combustibles. Persisten problemas en sus sistemas de recepción de los aceites usados, como la ausencia de plataforma para las descargas de bidones y otras que no han funcionado totalmente. La transportación del aceite usado es un problema generalizado. Actualmente los equipos destinados para transportar el aceite usado desde los generadores hasta la comercializadoras y desde las comercializadoras hasta el destino final, son los utilizados para el transporte de productos oscuros, que terminado el servicio recogen aceite usado, y presentan mal estado técnico, siendo la transportación de combustible la prioridad.

## **Propuesta para enfrentar la situación actual de Cuba y perspectiva inmediata.**

Mantener siempre como primera variante en todos los casos que resulte posible el uso de las fábricas de cemento para el co procesamiento de los aceites usados por otra parte mantener siempre que sea posible y potenciar (con independencia del destino final de los aceites usados), que las comercializadoras de CUPET se encarguen del manejo de los aceites usados, debido a la experticia en tema de esta empresa, los medios de que dispone y como vía de minimizar, en lo posible, el número de entidades que se encarguen de transportar estos desechos peligrosos, facilitando un mejor el control y seguridad de la práctica. Se hace necesario buscar otras posibles alternativas para el co procesamiento de los aceites usados en condiciones ambientales seguras, acorde a las posibilidades actuales del país.

### **Variantes posibles. Lineamientos.**

Con el objetivo de valorar otras alternativas, se buscó información actualizada de prácticas internacionales, consultándose al efecto lo que establece la legislación y experiencias en la materia, especialmente la legislación de los Estados Unidos, la Unión Europea y Colombia. Considerando la legislación consultada, lo que establece la Resolución 136/2009. CITMA. “Reglamento para el manejo integral de desechos peligrosos”, la realidad que presenta el país con las serias limitaciones para medir emisiones a la atmósfera, así como la calidad del fuel oil y el crudo cubano que en la actualidad se emplean como combustible, se establecen un grupo de lineamientos que deberán ser tenidos en cuenta (excepto para los hornos de cemento que no demandan de nuevas evaluaciones solo de actualizar las licencias otorgadas a la luz del nuevo Reglamento), tanto por las Delegaciones Territoriales del CITMA en el proceso de evaluación y otorgamiento de las Licencias Ambientales, como por parte de los solicitantes de las autorizaciones, en relación con la información requerida, así como CUPET con la caracterización de los aceites usados, (Álvarez, 2010).

### **Lineamientos.**

1. Ante la imposibilidad de medir emisiones, hay que reforzar la evaluación sobre la composición de los aceites usados y las características, tanto tecnológicas como del estado técnico de las instalaciones que se pretendan utilizar.
2. En el proceso de evaluación deben participar las Direcciones Provinciales de Salud y expertos en los temas de hornos y calderas.
3. Mantener el riguroso control sobre CUPET para la habilitación de capacidades de almacenamiento y tratamiento en las comercializadoras en aquellos lugares que se cuenten con recursos para eso (tanto por inversiones, como por mantenimiento).
4. Mantener el control sobre los generadores en relación con las capacidades de almacenamiento temporal y preservación de la calidad del desecho, evitando mezclas con agua u otros desechos.

Relativo a las instalaciones:

5. Para la incineración de los aceites usados se podrán utilizar, además de los hornos de cemento: hornos de cal, de agregados de la construcción, hornos de fundición, hornos industriales y calderas industriales.
6. Las calderas industriales deberán tener un diseño integral, es decir tener en una misma unidad la cámara de combustión y la sección primaria de recobrado de energía. Es decir la cámara de combustión y la sección primaria de recobrado de energía no pueden estar conectadas mediante ductos. Deben tener una eficiencia de recobrado térmico de al menos el 60% (calculada como la energía recobrada en relación con el valor térmico del combustible).
7. En estas instalaciones, la temperatura de los gases debe ser superior a los 800 oC y el tiempo de retención de los mismos debe ser superior a los 2 segundos.
8. El estado técnico de estas instalaciones debe ser bueno.

Relativo al combustible:

9. Sólo se podrán utilizar los aceites de motor, de transmisión o hidráulicos.
10. No se podrán utilizar los aceites (o los fluidos que los contienen) utilizados en operaciones y trabajo con los metales (cortes, tornería, etc.), los cuales usualmente son ricos en parafinas cloradas. Tampoco los provenientes de los transformadores eléctricos o capacitores que puedan tener PCBs en concentraciones superiores a los 50 ppm.
11. Los aceites no podrán estar contaminados con otros desechos, ni mezclarse con agua.
12. Los aceites deberán ser caracterizados por CUPET y deberán cumplir con las siguientes concentraciones máximas de contaminantes:

Constituyente/Propiedad	Nivel Máximo
Arsénico	5 ppm.
Cadmio	2 ppm.
Cromo	10 ppm
Plomo	100 ppm.
Punto de llama	100 °F (mínimo).
Halógenos totales	1000 ppm

13. Dada la situación actual con la carencia de alternativas para los aceites usados y la problemática ambiental ante esta situación, en aquellos casos en que no sea posible obtener esa caracterización de los aceites usados, se podrán otorgar licencias ambientales con una vigencia de un año como plazo máximo para que la caracterización sea presentada o en caso contrario la licencia ambiental revocada.

14. Después de caracterizado los aceites usados, se deberán monitorear al menos una vez al año los parámetros anteriores en los aceites usados, como vía de validar los resultados de la caracterización inicial.
15. Si el aceite usado se mezcla con el combustible que comercializan las Empresas Comercializadoras para diversos usos, la proporción de aceite usado no podrá exceder al 10% del combustible.
16. Si alguno de los niveles establecidos para esos parámetros se incumplen, será necesario la implementación de algún sistema primario de tratamiento de dichos aceites o revisar bien las fuentes de origen de los mismos.

### **Conclusiones.**

Bajo las condiciones actuales de Cuba, que no dispone de infraestructura para la regeneración de los aceites usado, el uso de los aceites usados como combustible en los hornos de clínker de las fábricas de cemento (co procesamiento), la cual constituye una práctica extendida internacionalmente, con una seguridad ambiental razonable, (debido a las temperaturas que se alcanzan en esos hornos, al tiempo de retención de los gases y la propiedad del clínker de retener los metales pesados, evitando su emisión a la atmósfera y la características de estos hornos de no admitir desechos con más de 0.1% de cloro, muy por debajo del 1% que internacionalmente se establece como límite ambiental para prevenir posibles emisiones de dioxinas y furanos), constituye una opción ambientalmente aceptable. Por otra parte, la implementación de un sistema de recogida por la Unión CUPET, en su responsabilidad de gestor estatal del aceite usado garantiza el manejo integral y ambientalmente seguro de este desecho peligroso. Corresponde a los generadores accionar para prevenir y minimizar la generación y manejar bajo principios ambientales el aceite usado.

### **Bibliografía.**

Abó, M. (2016). Algunas consideraciones sobre el manejo de aceites usados. IV Taller Nacional de Aceites Usados. Unión CUPET. Centro de Convenciones de la Empresa de Intercambio Científico Educativo del Ministerio de Educación Superior, 24-25 de junio de 2016, La Habana (Cuba).

Álvarez, J., 2010. Indicaciones para la implementación de la Resolución 136/2009. CITMA. Reglamento para el manejo Integral de desechos peligrosos. Centro de Inspección y Control Ambiental. CITMA, febrero de 2010, La Habana (Cuba).

Espinosa, L., 2016. Estudio de los aceites lubricantes recuperables y aceites usados del territorio Matanzas. IV Taller Nacional de Aceites Usados. Unión CUPET. Centro de Convenciones de la Empresa de Intercambio Científico Educativo del Ministerio de Educación Superior, 24-25 de junio de 2016, La Habana, Cuba.

Environmental Protection Agency (EPA), 2011. "Standard for Management of Used O. 40-CFR". Consultado: mayo 25 de 2016. [On-line], Disponible en: [http:// www.epa.gov](http://www.epa.gov).

Martínez, J., 2005. Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Fichas Temáticas. Tomo II. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Septiembre 2005 (Uruguay). [On-line], Consultado: abril 21 de 2016. Disponible en: <http://www.basel.int>.

Resolución 136/2009, 2010. CITMA. Reglamento para el manejo integral de desechos peligrosos, Gaceta Oficial de la República de Cuba. Edición ordinaria, 8 de enero de 2010. Año CVIII. Número 1, La Habana (Cuba).

RTGAU, 2014. Reglamento Técnico para la Gestión de los Aceites Usados. Unión CUPET, enero 2014, La Habana (Cuba).

Soto, S., Martínez, L., Ruiz, M., 2011. Evaluación de aceites usados cubanos para el uso como combustible. Centro de Investigación del Petróleo, La Habana (Cuba).