



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOBIS IMPONETUR VIRILISTOGA, 1948

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial
Departamento de Ingeniería Industrial

Tesis en opción al título de máster en Ingeniería Industrial

Mención: Logística

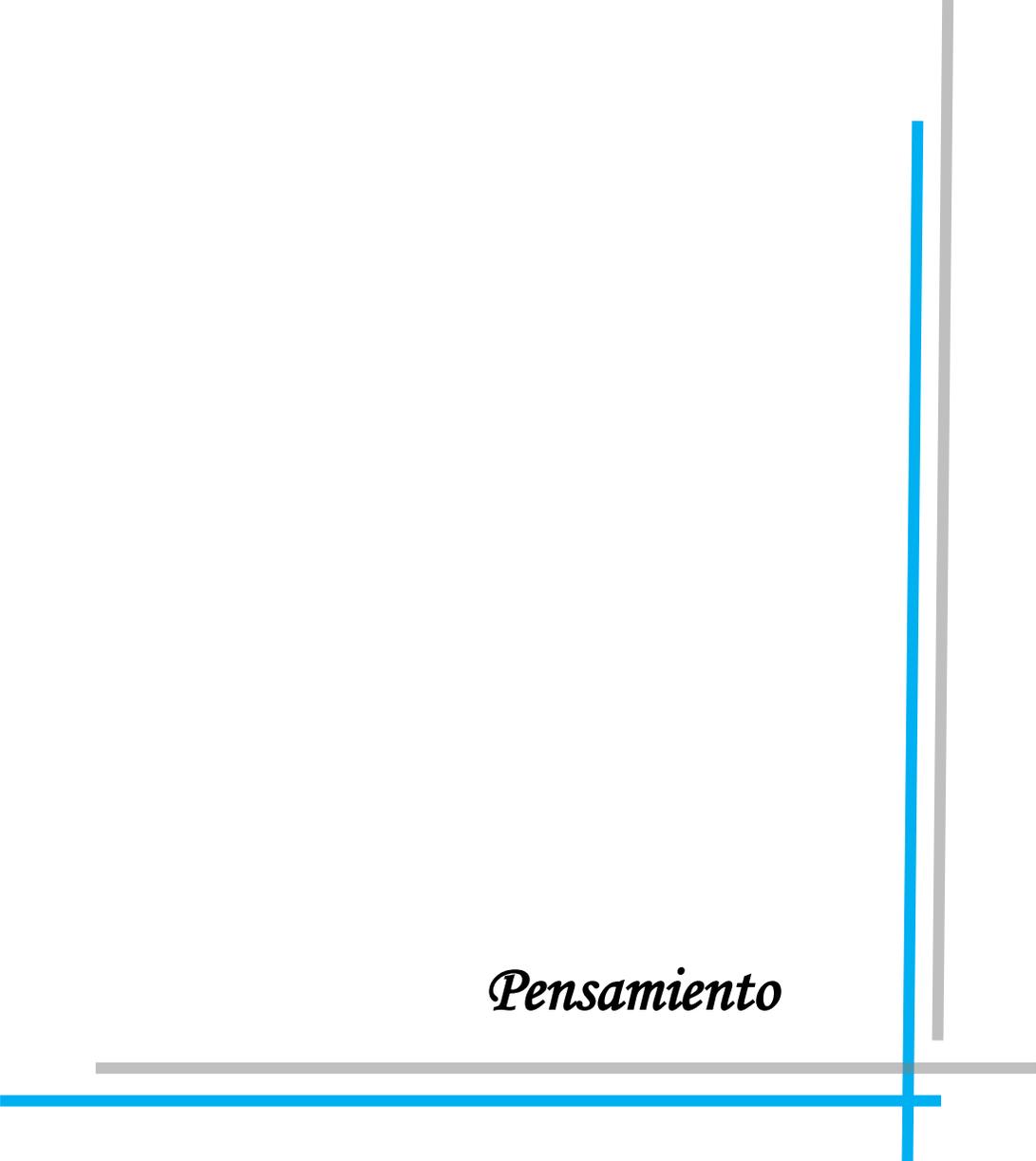
***Título: Gestión de los residuos sólidos generados en la
Empresa de bujías "Nestali Martínez"***

Autor: Lic. Noel Santos Salazar

Tutor: Dr. C. José Knudsen González

Curso: 2016-2017

CON SU ENTRAÑABLE TRANSPARENCIA



Pensamiento

“... ¡Mañana será demasiado tarde para hacer lo que debimos haber hecho hace mucho tiempo!”

Fidel Castro Ruz

Dedicatoria



Hay personas que solo con existir hacen de nuestras vidas un sendero feliz. A ellos dedico mi esfuerzo con todo el amor que merecen.

En especial:

A mis padres por existir y brindarme todo su amor, a mis hijos por ser mis tesoros más preciados y a mi esposa por su apoyo incondicional y su confianza absoluta en este reto, y porque sé que este resultado es el de ellos también.

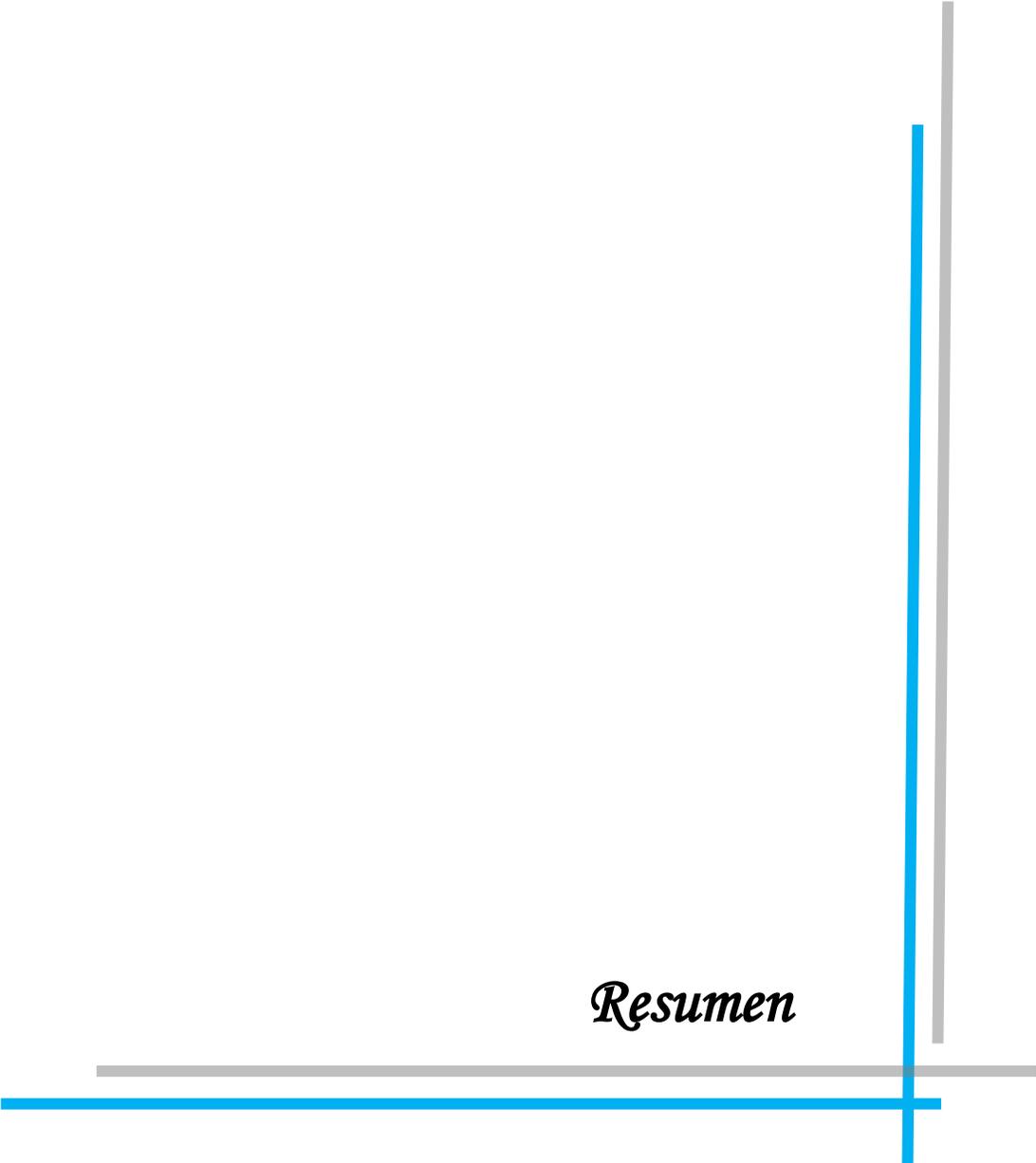
Agradecimientos



- *A mis padres, por su ejemplo optimista para alcanzar siempre lo que se desea, por confiar siempre en mí, y por estar dispuestos siempre a ayudarme cuando lo necesito.*
- *A mis hijos y esposa por su cariño y comprensión, su entrega constante y su apoyo cada momento que lo necesité.*
- *A mi tutor, por su decisiva contribución, por ofrecerme con generosidad su tiempo, aportando siempre precisiones capitales y por la oportunidad de guiar mis pasos bajo su sabiduría.*
- *A todos los que hicieron posible la realización de este proyecto, por su colaboración y su tiempo y generosidad.*
- *A todos mis compañeros de trabajo y especial a Sady, por su incondicional ayuda.*
- *A todas aquellas personas que me ayudan a crecer como persona y que de una manera desinteresada brindaron su apoyo para la realización de esta investigación*

Muchas gracias a todos

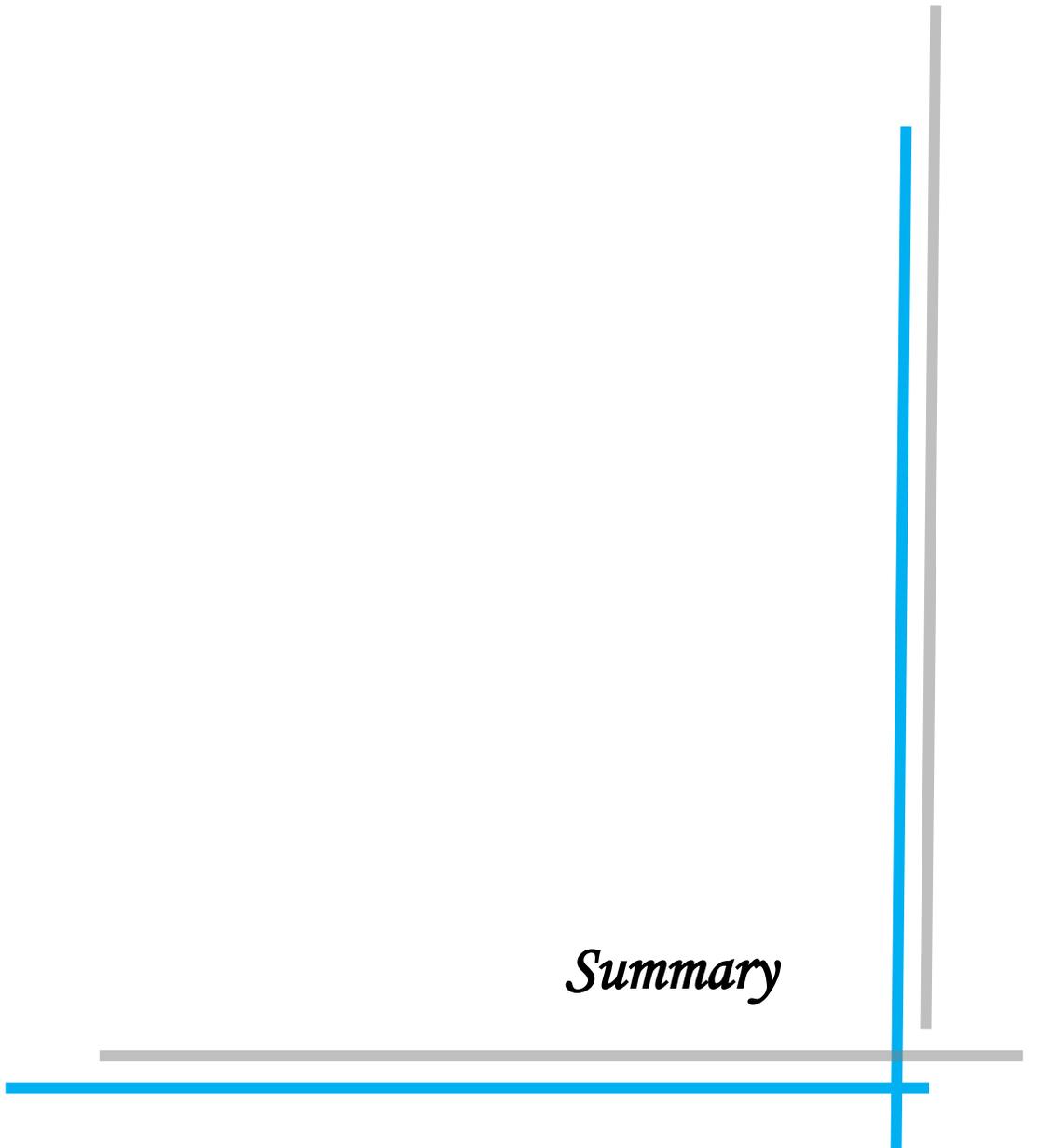
Resumen



Resumen

En la presente investigación se desarrolla y aplica un procedimiento para la gestión de los residuos sólidos generados en la Empresa de bujías “Nefthalí Martínez” a partir del diagnóstico del comportamiento medioambiental y la inclusión de la determinación de un indicador de evaluación. Los métodos utilizados partieron de un análisis teórico de las concepciones más actuales disponibles de la literatura nacional e internacional. Para el desarrollo de la investigación se aplicaron técnicas de obtención de información tales como observación directa, encuestas, entrevistas individuales, técnicas de trabajo en grupo, análisis de documentos y registros. Como principal resultado se obtuvo una importante herramienta de evaluación del desempeño medioambiental para la organización. Su aplicación permitió obtener beneficios y mejoras competitivas para la empresa en cuanto al logro de una gestión adecuada de los residuos sólidos emitidos al medio ambiente.

Summary



Summary

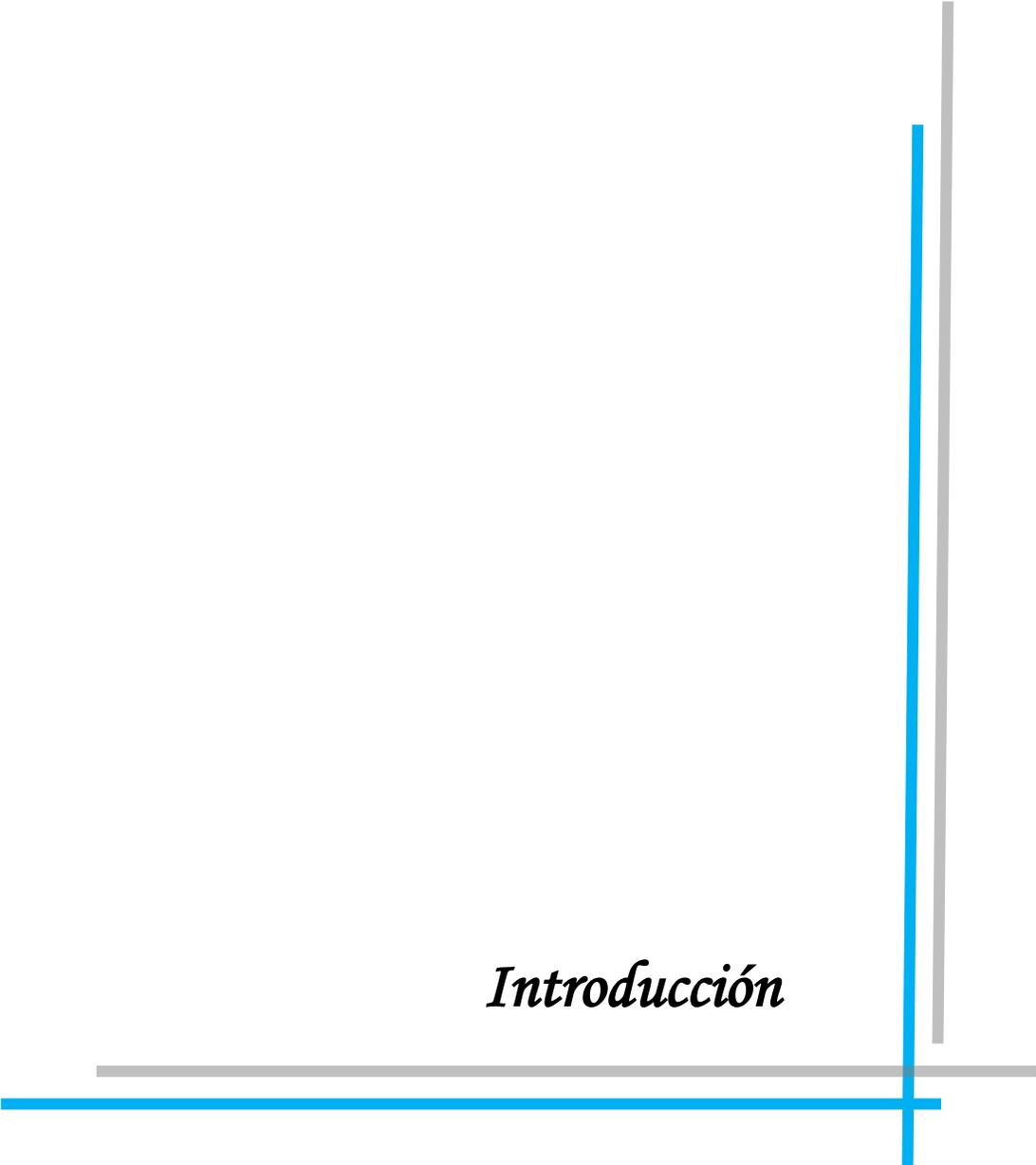
In this research, a procedure is developed and applied for management of solid residues generated by the *Empresa de bujías "Nefalí Martínez"*, based on the diagnosis of environmental behavior and the inclusion and determination of an assessment indicator. The methods used are based on a theoretical analysis of the most updated concepts available in both national and international literature. For the development of this research, several information gathering techniques were used, such as direct observation, surveys, individual interviews, group work techniques and document and records analysis. As main result, an important tool was obtained for the assessment of environmental performance for the organization. The application of this tool allowed to obtain benefits and competitive improvements for the company in the endeavor for an appropriate management of solid residues released to the environment.



Índice

Índice

Introducción	1
Capítulo I. Marco teórico referencial de la investigación	6
1.1 Medio ambiente, gestión medioambiental y sistema de gestión medioambiental. Conceptos	6
1.1.1 Indicadores medioambientales	11
1.1.2 Marco regulatorio de la gestión ambiental en Cuba	13
1.2 Necesidad actual de la logística inversa y la sostenibilidad en las empresas	17
1.3 Gestión de los residuos a nivel mundial	23
1.4 Gestión de los residuos en Cuba	25
1.5 Herramientas para la gestión de residuos	27
1.6 Conclusiones del capítulo	28
Capítulo II. Procedimiento general para la gestión de los residuos sólidos	30
2.1 Diseño del procedimiento general y específico para la gestión de los residuos sólidos generados en la unidad objeto de estudio	31
2.1.1 Fase I: Caracterización	31
2.1.2 Fase II: Análisis del comportamiento medioambiental	33
2.1.3 Fase III: Análisis de los residuos	41
2.1.4 Fase IV: Gestión de los residuos sólidos	43
2.1.5 Fase V: Control	46
2.2 Conclusiones del capítulo	47
Capítulo III. Aplicación del procedimiento para la gestión de los residuos sólidos generados en la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”	48
3.1 Resultados de la aplicación del procedimiento	48
3.1.1 Fase I: Caracterización	48
3.1.2 Fase II: Análisis del comportamiento medioambiental	55
3.1.3 Fase III: Análisis de los residuos	61
3.1.4 Fase IV: Gestión de los residuos sólidos	62
3.1.5 Fase V: Control	65
3.2 Valoración de los beneficios obtenidos	66
3.3 Conclusiones del capítulo	67
Conclusiones generales	69
Recomendaciones	70
Bibliografía	
Anexos	



Introducción

Introducción

La protección del medio ambiente y su conservación para generaciones futuras se ha convertido en tema obligado durante los últimos tiempos. La humanidad en su cotidiano transitar subestimó la acción contra la naturaleza, asumiendo el medioambiente como infinito e inextinguible. El siglo XXI sufre las consecuencias de ello, pues el avance tecnológico e industrial no siempre respeta la armonía necesaria entre los hombres y el entorno, marchando sin remedio a la crisis ecológica.

El crecimiento económico, la innovación de las actividades industriales y la innovación técnica no controlada contribuyen a un deterioro medioambiental progresivo. Esta situación ha llevado a un replanteamiento del tema y un cambio de actitud, que considera los temas medioambientales de gran relevancia social, hasta tal punto que hoy resulta común identificar calidad de vida, con el disfrute de un medio ambiente lo más íntegro y lo menos deteriorado posible.

La dimensión medioambiental constituye una categoría universal y holística de la actual realidad del planeta, variando, tanto en espacio como en tiempo, las relaciones del hombre con la naturaleza (Colombia Martín, 2013). Desde el siglo XIX la industria ha despojado de recursos naturales al planeta y lo ha contaminado intensiva y extensivamente, constituyendo hoy los residuos industriales un problema para las empresas del mundo, tanto por las consecuencias que tienen en el deterioro acelerado del medioambiente como por la necesidad de su reaprovechamiento como sustituto de las materias primas originales. La estrategia a seguir frente al medio ambiente dependerá, tanto de la forma en que el factor medioambiental afecte al entorno específico de la empresa, como de sus propios recursos (Cordero Rivera, 2009).

Sin criterios catastrofistas el uso indiscriminado de los recursos naturales, así como la influencia de procesos industriales que no tienen en cuenta la debida protección del medioambiente, provocan el calentamiento global, los agujeros en la capa de ozono, la desertificación, los grandes cambios climáticos, la pérdida de la diversidad biológica, así como el agotamiento de los recursos minerales, por solo citar algunos síntomas de lo que pudiera ser el fin de la raza humana. Por tanto, resulta necesario establecer modelos de desarrollo que tengan como base la sostenibilidad ambiental. Hoy en día no solo basta con la publicidad, algunos gobiernos han adoptado leyes que sancionan a aquellas industrias que dañan el entorno (Colombia Martín, 2013).

La problemática medioambiental se ha convertido en un objeto tanto para el gobierno de un país, como para todos los agentes económicos del mundo. Es a causa de este contexto que los

expertos y teóricos de la industria se han dado a la tarea de diseñar productos y procesos ecológicamente sostenibles.

Por otra parte, la gestión de los productos que finalizan su vida útil es un problema que cada vez acapara mayor atención por parte de investigadores, empresas, consumidores y administraciones públicas. La tendencia mundial actual de considerar a los fabricantes como responsables últimos de los residuos generados por el consumo de sus productos, requiere la puesta en práctica de mecanismos capaces de recuperar y gestionar adecuadamente estos productos fuera de uso con el objetivo de contribuir a una adecuada "eliminación" de los mismos. Esto, que en un primer momento puede parecer un costo añadido para la empresa en el ejercicio de su actividad y, por lo tanto, una merma en su capacidad competitiva, puede gestionarse de tal forma que no solo no deteriore su imagen, sino que incluso le potencie ventajas competitivas a través del desarrollo de procedimientos eficientes para la recuperación y reutilización de los productos desechados por los consumidores o productos fuera de uso.

La logística empresarial, como proceso imprescindible, también ha sido campo de innovación y aportes en este sentido. En el mundo está vigente cada vez más la necesidad de implementar los nuevos conceptos de logística inversa, motivado por la necesaria disminución de residuos que afectan el medio ambiente. Cuba no está ajena a esta necesidad atendiendo al tratamiento óptimo de los residuos, así como su inserción en las etapas de los procesos logísticos, de esta forma, comienza la necesidad de reducir, reutilizar y reciclar, como actividades clave en el proceso logístico empresarial.

La Empresa de bujías "Neftalí Martínez" es la única instalación productora de bujías de encendido para motores de combustión interna en el país, además produce mangueras hidráulicas y neumáticas. El maquinado de los componentes metálicos de ambas producciones se realiza con tecnología y maquinarias de la entonces República de Checoslovaquia.

Esta tecnología de los años 60 del siglo pasado es considerada atrasada, que limita la productividad del proceso, pero garantiza los parámetros técnicos y de calidad gracias, en gran medida, a la pericia, experiencia y profesionalidad del personal que interviene en todo el proceso productivo.

Para asegurar el proceso productivo se utilizan materias primas y materiales auxiliares, que luego de ser consumidos generan desechos calificados en metálicos y no metálicos. Los primeros lo conforman una importante cantidad de virutas, recortes de barras y chatarra ferrosa, procedente de los tornos y talleres de mantenimiento, mientras que los segundos están formados por segmentos de mangueras de goma, envases, embalajes y desechos de la actividad socio administrativa, generando residuos que de ser recuperados pueden representar un beneficio para la empresa y el medio ambiente.

La empresa, en su máximo nivel de actividades, puede recoger volúmenes anuales de fragmentos de barras, inutilizables en el proceso productivo ascendentes, a 6 000 kg de acero, 3 000 kg de aluminio y 500 kg de bronce; mientras que la viruta procedente de los tornos se estima en 8 000 kg mensuales. Estos desechos no tienen definida su utilización en la entidad y son llevados a un vertedero, desconociéndose la cantidad acumulada.

Los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución (2011) en sus lineamientos 133 y 235 establecen la necesidad de priorizar estudios encaminados a la sostenibilidad del desarrollo del país y promover la intensificación del reciclaje, respectivamente.

El Decreto ley N° 281 Reglamento para la implantación y consolidación del sistema de dirección y gestión empresarial estatal (Decreto ley N° 281: 2007), en su artículo 113 plantea que la empresa cubana que implante el Perfeccionamiento Empresarial deberá contar con su base reglamentaria actualizada con el objetivo de organizar el proceso de implantación del Sistema de Dirección y Gestión, compuesta por manuales, reglamentos y procedimientos.

La Empresa de bujías “Nefalí Martínez”, dentro del alcance definido en la implementación de su sistema integrado de gestión, debe determinar los impactos ambientales de sus actividades, productos y servicios, de aquellos en los que puede influir y sus impactos ambientales asociados, tener en cuenta los requisitos legales y otras exigencias para aplicar adecuadamente los principios de producción más limpia y consumo sostenible que previenen o reducen la generación de residuales. Se evidencia sin embargo un vacío práctico respecto a elementos eficaces que pueden ser integrados con otros requisitos de gestión que ayuden a la organización al logro de metas ambientales y económicas como variables estratégicas en la rentabilidad y sostenibilidad empresarial. Por lo tanto, se hace necesario desarrollar herramientas que permitan medir con fiabilidad y validez el comportamiento ambiental de la empresa a partir de estudios empíricos de carácter cualitativo y cuantitativo que favorezcan la mejora en la gestión de sus residuos sólidos.

En la entidad los residuos no son gestionados adecuadamente, lo cual impide su recuperación y reutilización, así como la forma en que se gestiona la actividad medioambiental no tiene definido un procedimiento racional documentado, práctico y oportuno que propicie el mejoramiento de su comportamiento en tal sentido, constituyendo la situación problemática a resolver.

Derivado de esta situación se puede plantear como problema científico la no existencia de una adecuada gestión de los residuos sólidos generados en la Empresa de bujías “Nefalí Martínez”, que permita establecer buenas prácticas de recuperación de los mismos, así como medir su comportamiento medioambiental.

Para dar respuesta al mismo se plantea como hipótesis que: es posible medir el comportamiento medioambiental de la empresa si se elabora y aplica un procedimiento para la gestión de los residuos sólidos generados en la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”, el cual contribuye a disminuir la afectación negativa de estos al medio ambiente.

Esta hipótesis quedará validada si se logra:

- Elaborar un procedimiento, que permita gestionar los residuos sólidos generados, a través de la integración y coordinación de los procesos logísticos en la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”.
- Obtener beneficios sociales con la disminución de la emisión de residuos sólidos al medio ambiente y económicos a través de la venta de los mismos a otras organizaciones.
- Alcanzar la mejora continua en el comportamiento medioambiental de la organización.

El objetivo general de esta investigación es desarrollar y aplicar un procedimiento que permita gestionar los residuos sólidos generados en la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”.

Para cumplimentar el mismo se plantean como objetivos específicos los siguientes:

1. Diseñar un procedimiento para la gestión de los residuos sólidos generados en la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”.
2. Diagnosticar la situación actual de los residuos sólidos, que se generan en la entidad objeto de estudio.
3. Aplicar el procedimiento en la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”.

La presente investigación se estructura en tres capítulos. Estos son:

Capítulo I. Marco teórico referencial de la investigación.

Capítulo II. Procedimiento general para la gestión de los residuos sólidos.

Capítulo III. Aplicación del procedimiento para la gestión de los residuos sólidos generados en la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”.

Además, contiene un conjunto de conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación realizada; la bibliografía consultada y, finalmente, un grupo de anexos de necesaria inclusión, como complemento de los resultados expuestos.

En general se espera que los resultados contribuyan a:

1. Disponer de un procedimiento que permita gestionar los residuos sólidos generados en la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”.
2. Obtener beneficios de tipo ambiental, social y económico a través de la disminución de los residuos sólidos emitidos al medio ambiente y la venta de los mismos a otras organizaciones.
3. Introducir mejoras en la integración, coordinación y racionalidad en los procesos logísticos de la organización.

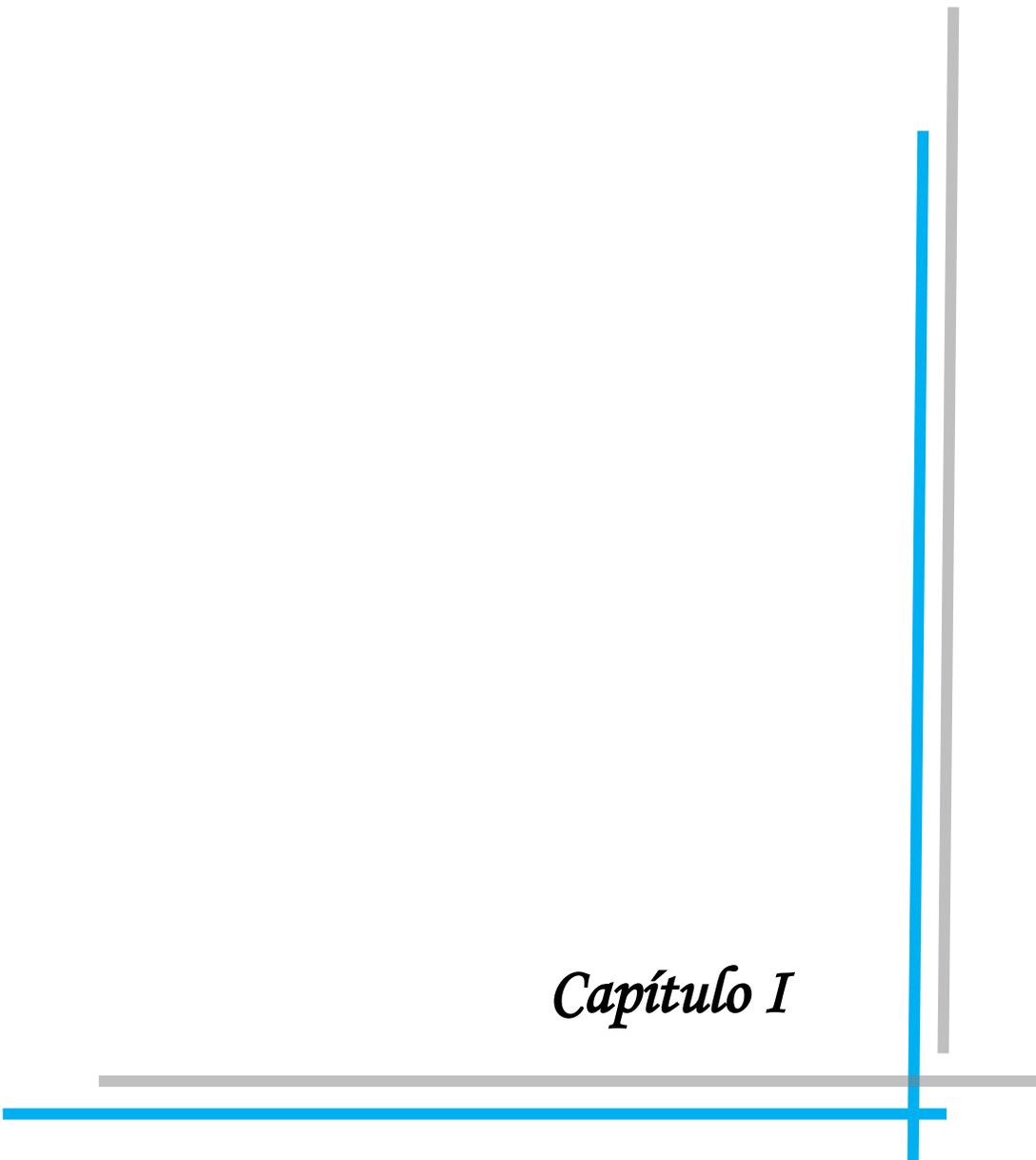
4. Contribuir a la mejora continua del comportamiento medioambiental en la empresa objeto de estudio.

Además de lo anterior, esta investigación reporta:

- Valor teórico: desarrollo de una herramienta que contribuya a una gestión más apropiada y efectiva de los residuos sólidos que se generan y en específico el procedimiento propuesto para la logística inversa de estos residuos en una empresa sideromecánica.
- Valor metodológico: el resultado obtenido, puede ser generalizado con las adecuaciones y análisis correspondientes en procesos similares al de la entidad objeto de estudio, debido a que su configuración y propuesta, permite adecuarse a diferentes alternativas de logística inversa que pueden estar presentes en estas entidades.
- Valor práctico: se relaciona con la implantación del procedimiento para la logística inversa de los residuos sólidos en la entidad, lo que implica atenuar las emisiones de estos residuos al medio ambiente, obteniéndose beneficios para la organización de tipo ambiental, social y económico, medidos a través del indicador de evaluación global propuesto.
- Valor social: con la introducción del resultado alcanzado, se contribuye al saneamiento del medio ambiente, lo cual repercute favorablemente no solo sobre los trabajadores de la entidad, sino además sobre la comunidad en que la misma se encuentra situada y en general sobre toda la sociedad.

Para realizar esta investigación se hizo necesario utilizar diferentes técnicas y herramientas que sustenten los resultados a obtener entre las que se destacan: revisiones bibliográficas, entrevistas, encuestas, observaciones directas, tormentas de ideas y análisis económico.

Capítulo I

A decorative graphic in the bottom right corner of the page. It features a blue horizontal line that is partially overlaid by a blue vertical line. A gray horizontal line is positioned above the blue horizontal line, extending further to the right.

Capítulo I. Marco teórico referencial de la investigación

En correspondencia con lo planteado en la introducción de este capítulo se exponen los resultados de una amplia revisión y análisis bibliográficos de las temáticas mostradas en la figura 1.1, la cual se corresponde con el hilo conductor del marco teórico-referencial de la presente investigación.

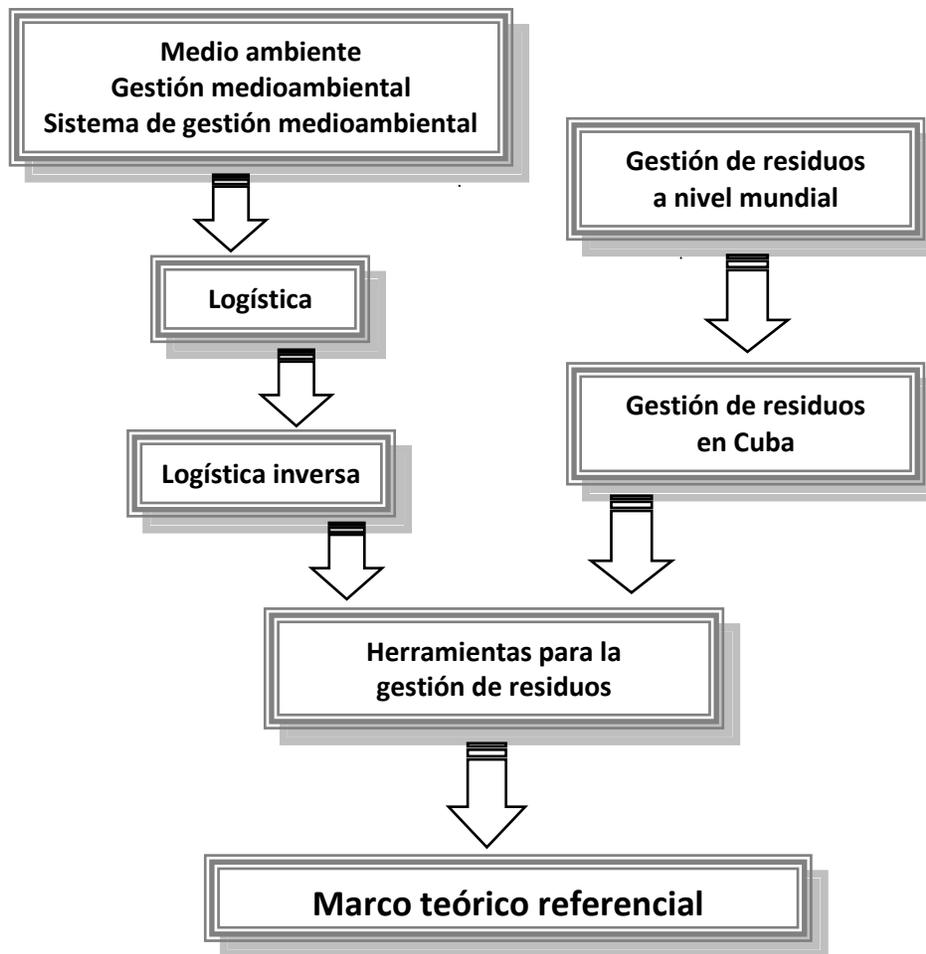


Figura 1.1. Hilo conductor para la elaboración del marco teórico referencial

Fuente: elaboración propia.

1.1 Medio ambiente, gestión medioambiental y sistema de gestión medioambiental.

Conceptos

El concepto de medio ambiente (MA) ha evolucionado, inicialmente se identificaba con el medio natural, lo cual evidencia una posición reduccionista, en tanto se concebía al medio ambiente como una relación entre el organismo y el medio biótico/abiótico que le servía de base existencial (Martínez Huerta, 2012). La mayoría de los autores Hopfenbeck (1993), Conesa

Fernández-Vítora (1995), ANPP (1997), NC ISO14001:2015, Diccionario (2001) e Ingenieros asesores (2001) coinciden en que el MA se conforma por dos medios: el físico y el socioeconómico. El medio físico o natural, es aquel sistema constituido por elementos y procesos del ambiente natural y su relación con la población. Aquí se incluye la tierra, el agua, y el aire (abiótico), así como la flora y la fauna (biótico). El medio socio-económico es el sistema constituido por las estructuras y condiciones sociales, histórico-culturales y económicas en general, de las comunidades o la población de un área determinada. Por tanto, resulta evidente que, al hablar de empresa y medio ambiente, necesariamente deben tenerse en cuenta los elementos analizados, o sea, la empresa no tiene solo que ver con el medio físico o natural, sino también con el socio-económico, aspecto este con frecuencia soslayado.

La expresión medio ambiente ha pasado a ser de uso común en la vida cotidiana. Motivados por la emprendida hace ya varias décadas por el mundo científico, a lo que se unieron posteriormente, las organizaciones ecologistas del mundo alarmadas por las agresiones a las que se veían sometidos los recursos naturales y las grandes consecuencias que estas agresiones podían tener para la vida en todo el planeta Tierra.

Si bien es cierto que la preocupación del hombre por los elementos de la naturaleza, según plantea De la Calle Agudo (1999) en la Revista MAPFRE N° 76, data de la antigüedad, no es menos cierto que no se ha producido una auténtica preocupación por el medio ambiente hasta hace unas décadas, sin duda alguna acrecentada por la constatación del deterioro a que este se encuentra sometido, y por las repercusiones, tanto sociales como económicas, sanitarias, etc., que esta situación puede tener sobre las generaciones futuras, que tienen los mismos derechos actuales, de disfrutar de un medio ambiente adecuado.

Los conceptos de desarrollo dominantes en las distintas épocas siempre tuvieron como base la abundancia de los recursos, esta concepción ha sido una de las causas fundamentales del deterioro ambiental. Se realizan grandes esfuerzos en el mundo por evitar o corregir (en los casos en que ya se produjo) el deterioro ambiental tanto a nivel micro como macroeconómico. En este sentido la empresa constituye uno de los agentes esenciales en la prevención de estos problemas (Machín Hernández, 2003).

Hoy día, se entiende que la gestión medioambiental (GMA) en el ámbito de la gestión empresarial, es un factor crucial que influye decisivamente tanto en la imagen corporativa de la empresa, como en la calidad del producto, en el costo de comercialización, y, a lo sumo, la competitividad. Las empresas punteras, a nivel internacional, están demostrando que sus programas de GMA, más rigurosos y ambiciosos, están incidiendo positivamente en la reformación tecnológica, con ventajas indudables para los costos-beneficios debido a que en

realidad son programas de ahorro y reducción de recursos. De ahí que la GMA integra hoy una concepción global, estratégica de la producción que, en la práctica se traducen como, la revisión de la situación medioambiental de una empresa que le ha de permitir identificar, evaluar y controlar los riesgos en cuestiones relacionadas con el MA, determinar los errores o diferencias presentes en el proceso productivo, o en la gestión y ofrecer alternativas posibles a estas problemáticas (Machín Hernández, 2003).

La GMA ha sido definida por otros autores e instituciones ANPP (1997), NC ISO 14001:2015, Rautenstrauch (2003), Werner Engel (2002), que coinciden en que es la función principal en cuanto a la planificación, control y realización de medidas ambientales apropiadas. Para lograr esto, Rautenstrauch (2003) propone que se analice a nivel estratégico y operativo la gestión de todos los procesos de trabajos diarios, buscando reunir todas sus afectaciones ambientales.

Ciertamente todos los autores concuerdan Colombia Martín (2013), Piaszyk (2013) y Cutter & Ahearn (2013) en que la gestión ambiental es un proceso que está orientado a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible, entendido éste como aquel que le permite al hombre el desenvolvimiento de sus potencialidades y su patrimonio biofísico y cultural y, garantizando su permanencia en el tiempo y en el espacio.

La gestión ambiental permite aplicar la política ambiental establecida mediante un enfoque multidisciplinario, teniendo en cuenta el acervo cultural, la experiencia nacional acumulada y la participación ciudadana (ANPP, 1997). Generalmente va encaminada a la protección del entorno como un factor más de competitividad. Dentro de la cual se siguen disímiles planes de implantación y sensibilización, considerándolos como parte fundamental de la conciencia ambiental de toda la organización, no sólo del personal propio de la entidad sino también de la industria complementaria, para ello se establecen programas adecuados de formación continua. Plantea Isaac Godínez (2004) que la empresa influye en el medio proporcionando productos y servicios, empleo, dividendos, pero también consume recursos naturales escasos, genera contaminación y residuos. Los efectos que la empresa genera en su entorno han de clasificarse de carácter económico y social y ambiental. Siendo así que la gestión ambiental en la organización estará enfocada en la producción de bienes y servicios con menor impacto ambiental, protegiendo la salud de los trabajadores y de la comunidad, tomando conciencia del ciclo de vida de los productos y buscando alternativas en materiales de producción más económicos y amigables al medio ambiente.

La gestión ambiental en las organizaciones está enfocada en proveer una visión de futuro sostenible para el entorno como para la organización en sí misma. Siendo un factor de

competitividad empresarial; Córdova Rodríguez (2006) plantea que la integración en el proceso de perfeccionamiento de la gestión ambiental deberá considerar nueve principios:

- Adaptarse a los requisitos legales y normativos establecidos dentro y fuera de la organización.
- Desarrollar el compromiso de la dirección y de los trabajadores para la protección del medio ambiente.
- Estimular la planificación ambiental durante el ciclo de vida de los productos o de los procesos.
- Proporcionar recursos apropiados y suficientes, incluyendo la capacitación, para alcanzar los niveles de desempeño fijados sobre una base continua.
- Evaluar el desempeño ambiental respecto a la política
- Priorizar la prevención sobre la corrección.
- Reducción y utilización de los efluentes.
- Conocimiento de la situación y de su evolución.
- Comunicación

En consecuencia la gestión ambiental debe ser entendida como la incorporación de la dimensión ambiental a las decisiones de intervención del hombre, debe ser previa y paralela a la elaboración de productos o servicios, y allí radica su mayor fortaleza, en prevenir impactos ambientales y minimizar aquellos inevitables, mitigando sus efectos sobre el ambiente. Propiciando entonces un menor costo por ahorro de materiales y gastos por tratamientos de residuos.

El objetivo de la GMA (Montenegro Solís, 2012) es preservar el MA, prevenir la contaminación y los riesgos medioambientales y contar con un lugar de trabajo seguro. Las actividades económicas suponen un impacto significativo en el MA:

- La fabricación de productos requiere el empleo de recursos naturales, la mayor parte de los mismos nunca se transformarán en productos vendibles (consumo de agua, energía, combustible, etc.)
- Las actividades asociadas al proceso de fabricación (actividades/instalaciones auxiliares) como el mantenimiento, el embalaje y el transporte tienen un impacto medioambiental.
- La mayoría de los productos terminan como residuos después de su utilización.
- Los suministros y los servicios también pueden tener impactos considerables en el MA. El uso de los productos, así como la energía requerida para usarlas, generan residuos, contaminación y emisiones.

Con la inclusión de la GMA en la gestión global de la empresa, (García Gómez, 2012) se alcanzan ventajas tales como:

- Facilita una evolución “más sostenible” de los procesos productivos y/o de servicios.
- Refuerza la imagen de la organización, aspecto este útil a nivel comercial para alcanzar ventajas competitivas.
- Posibilita minimizar los costos por accidentes y por descontaminaciones que sean exigibles. Disminuye la cuantía de las primas de seguros por responsabilidad civil.
- Permanencia de la empresa en su sector de mercado, pues en la actualidad se está exigiendo el establecimiento y la certificación del Sistema de Gestión Medioambiental (SGMA).

En la medida en que crece la preocupación por mantener y mejorar la calidad del MA y proteger la salud humana, organizaciones de todo tipo están volviendo cada vez más su atención hacia los impactos potenciales de sus actividades, productos y/o servicios. El desempeño ambiental de una organización es de creciente importancia para las partes interesadas internas y externas. El logro de un desempeño ambiental razonable requiere de un compromiso de la organización, para un enfoque sistemático y un mejoramiento continuo de su SGMA (Gómez Martínez, 1997).

Un SGMA permite a una organización alcanzar y mantener un funcionamiento de acuerdo con las rutas que se han establecido, y dar una respuesta eficaz a los cambios de las presiones reglamentarias, sociales, financieras y competitivas, así como a los riesgos medioambientales. Este sistema aporta la base para encauzar, medir y evaluar el funcionamiento de la empresa, con el fin de asegurar que sus operaciones se lleven a cabo de una manera consecuente con la reglamentación aplicable y con la política medioambiental que la empresa ha definido (Guía medioambiental, 2000).

Un SGMA no es un fin en sí mismo, es una herramienta de gestión que ayuda a reducir, y a eliminar los impactos medioambientales perjudiciales ocasionados por la actividad industrial de productos y servicios. En esencia, varios autores NC ISO 14001:2015, Guía medioambiental (2000), Diccionario (2001) y Werner Engel (2002) coinciden en que el sistema funciona con el objetivo de conseguir la mejora continua de la actuación medioambiental de la empresa y proporciona orden y coherencia a los esfuerzos de una organización por considerar las preocupaciones ambientales, mediante la asignación de recursos, responsabilidades y la evaluación continua de prácticas, procedimientos y procesos.

El autor coincide en la necesidad de involucrar a todas las esferas del ámbito empresarial para conseguir la disminución y/o eliminación de los impactos medioambientales perjudiciales que

estas provocan, con vistas a alcanzar una mejor actuación de las organizaciones en la GMA además de la necesidad de realizar el análisis del adecuado funcionamiento de este sistema dentro de la gestión empresarial, a partir de la ejecución de diagnósticos medioambientales. El diagnóstico medioambiental se define como: la identificación y documentación sistemáticas de los impactos (o impactos potenciales) medioambientales significativos asociados directa o indirectamente con las actividades y los procesos de la organización (AITEK, 2000).

La evaluación inicial del funcionamiento del SGMA parte del diagnóstico del mismo. En las empresas cubanas se ejecuta a partir de la metodología para la ejecución de los diagnósticos ambientales y la verificación del cumplimiento de los indicadores establecidos en la resolución 27/2000 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medioambiente (CITMA, 2003), así como para la obtención del Reconocimiento Ambiental Nacional diseñado por el CITMA y como guía para las auditorías de este sistema se utilizan además las NC ISO 19000 (NC ISO 19011:2012), las cuales exponen las bases fundamentales para la realización de auditorías ambientales en las organizaciones. Para poder desarrollar un SGMA, las organizaciones deben implementar un procedimiento que, con una secuencia de pasos lógicos, sirva como guía para la ejecución del diagnóstico ambiental y que incluya además el análisis de indicadores que permitan a las organizaciones evaluar su comportamiento medioambiental.

1.1.1 Indicadores medioambientales

Una de las herramientas de gestión más usadas para obtener un control medioambiental en las empresas lo constituyen los indicadores, como los que se han utilizado durante mucho tiempo en la contabilidad de las empresas. Estos indicadores se emplean como una herramienta de control por parte de la dirección para facilitar información relevante, resumida en forma de declaraciones concisas e ilustrativas, en la toma de decisiones. Los indicadores medioambientales son, en consecuencia, un importante instrumento para medir cómo varía continuamente la contaminación.

La empresa debe implementar un sistema de indicadores medioambientales que respondan a lo establecido en la serie 14000 de las normas ISO, por la Oficina Nacional de Normalización (NC ISO 14001:2015) relacionado con el tratamiento de la organización ambiental.

Ormazábal & Larrañaga (1999) plantean que los indicadores medioambientales asumen extensos datos medioambientales en una cantidad limitada de información clave significativa, por lo tanto, aseguran una rápida evolución de las principales mejoras y de los puntos débiles en la protección ambiental de la empresa para aquellas que han de tomar decisiones; además, permiten determinar objetivos medioambientales cuantificables que pueden utilizarse para medir el éxito de las actuaciones.

Estos autores clasifican los indicadores medioambientales en tres grandes grupos:

- Indicadores de comportamiento medioambiental.
- Indicadores de GMA.
- Indicadores de situación medioambiental.

Así mismo, plantean que cualquier empresa puede usar los indicadores de comportamiento medioambiental como punto de partida. Dividido en las áreas de indicadores de materiales y energía, además de los indicadores de infraestructura y transporte que se centran en la planificación, control y seguimiento del impacto medioambiental de la empresa.

Consideran que los indicadores de materiales y energía se encuentran a su vez divididos en indicadores de entrada e indicadores de salida. Los indicadores de entrada permiten observar los flujos de materiales importantes, agua y energía dentro de una empresa. Por consiguiente, permiten que se persigan los objetivos principales y que se obtengan medidas apropiadas de optimización. Estas medidas son:

- El uso eficiente de materias primas, agua y energía.
- La reducción de los costos de productos.
- La reducción de los residuos y las emisiones por medio de una protección medioambiental integrada.
- La reducción de la degradación medioambiental en etapas preliminares de la producción.
- El desarrollo de productos más seguros para el MA.

Continúan planteando que los indicadores de salida pueden usarse para supervisar las emisiones y los flujos de residuales, así como para controlar aspectos de los productos relevantes para el MA. Por consiguiente, apoyan la consecución de las metas siguientes:

- Identificar las principales fuentes de emisiones y residuos
- Reducir los flujos y los costos de los residuos, las emisiones atmosféricas, las aguas residuales
- Optimizar los aspectos medioambientales de los productos
- Reducir los impactos medioambientales locales.

Además, los indicadores de infraestructura y transporte se refieren a los impactos medioambientales causados por el equipo de fabricación y la logística de producción. Emplear estos indicadores puede ayudar a alcanzar las metas siguientes:

- Utilización eficiente en cuanto al MA del equipo y del área de producción.
- Optimización de la logística y los costos de transporte.
- Supervisión de los impactos medioambientales locales.

Los indicadores de GMA, expresan, reflejan las acciones organizativas que la dirección está emprendiendo para minimizar el impacto medioambiental de la empresa, en esencia, muestra comportamiento de las medidas organizativas. Sus objetivos son:

- Medir hasta qué punto están integrados los aspectos medioambientales en las actividades de la empresa.
- Mostrar conexiones entre los impactos medioambientales y las actividades de la GMA.
- Evaluar el costo de su implantación.
- Controlar y supervisar las políticas medioambientales.
- Posibilitar la integración de las variables de costo medioambiental en la GMA

Los indicadores de situación medioambiental describen la calidad del entorno medioambiental de la empresa (Ormazábal & Larrañaga, 1999).

La ANPP (1997), en la ley N° 81 del medio ambiente, que rige en Cuba la GMA, en su capítulo III, artículo 13, incisos a) y m), respectivamente plantea que los Organismos de la Administración Central del Estado y en particular los que tienen a su cargo la rectoría, control estatal, uso y administración de recursos naturales, en cumplimiento de sus deberes, atribuciones y funciones específicas relativas a la protección del medio ambiente, deben: incorporar y evaluar los requerimientos de la protección del medio ambiente en sus políticas, planes y programas de desarrollo y velar, en la esfera de su competencia, por el aprovechamiento, movimiento, tratamiento y disposición final de los desechos generados en los procesos productivos. En tal sentido las empresas estatales tienen establecido estrategias para la GMA, pero las mismas en su mayoría, carecen de mecanismos que les permitan la reducción y/o eliminación de los residuos que producen impactos al MA, elemento fundamental para lograr empresas ecológicamente sostenibles.

1.1.2 Marco regulatorio de la gestión ambiental en Cuba

Un papel primordial en el desempeño de la logística residual lo están jugando las Normas ISO 14000 que se fueron concibiendo a partir de la Conferencia de Río 92 como expresión de la tendencia globalizadora del mundo actual y como necesidad de asumir un enfoque más integral sobre el MA y cuyas definiciones aparecieron en el año 1996 (Azqueta Oyarzún, 2004).

Como consecuencia de la sistemática participación de Cuba en los trabajos del Comité Técnico 207 de la Organización Internacional de Normalización (ISO/TC 207) de Gestión Ambiental desde su constitución en 1993, en el mes de febrero de 1998 fueron aprobadas las seis primeras Normas Cubanas de la Serie NC-ISO 14000 sobre gestión ambiental, las cuales son sujetas a revisiones y ediciones periódicas en forma de compendio, constituido por:

- NC ISO 14001:2015. Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.
- NC ISO 14004:2004. Sistemas de gestión ambiental. Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo.
- NC ISO 14010:2002. Directrices para las auditorías ambientales. Principios generales.
- NC ISO 14011:2002. Directrices para las auditorías ambientales. Procedimientos de auditorías. Auditorías de sistema de gestión ambiental.
- NC ISO 14012:2002. Directrices para las auditorías ambientales. Criterios de clasificación para los auditores ambientales.

Años más tarde las NC 14010, 14011 y 14012, con la institución de los sistemas integrados de gestión y buscando una más efectiva y eficiente labor de este en general, se alinean con las normas del sistema de gestión NC ISO 19000, que es un marco normativo de referencia para realizar auditorías, ya sea internas (de primera o de segunda parte) como externas (de segunda o tercera parte). Proporciona una guía para que las organizaciones y los auditores entiendan el enfoque de las auditorías de sistemas de gestión, elaboren y gestionen el programa de auditorías y busquen la mejora en el desempeño de los auditores a través del desarrollo de su competencia. Es un documento que define un estándar reconocido internacionalmente para desarrollar, implementar y mantener programas de auditoría interna diseñados para evaluar la calidad y sistemas de gestión ambiental para la eficacia y la eficiencia (NC ISO 19011:2012).

Empresas de todos los sectores se refieren a esta norma de orientación para ayudarles a realizar auditorías que puedan determinar si sus sistemas de gestión cumplen con el cliente y los requisitos reglamentarios, así como los requisitos definidos en los otros dos conjuntos de normas ISO, ISO 9000 e ISO 14000. Esto implica nuevos retos y cambiar enfoques y criterios con objeto de obtener el máximo valor agregado de una auditoría para la organización.

Estas normas son equivalentes a sus homólogas internacionales de la ISO, constituyen una adopción cubana de estas y fueron preparadas por el Comité Técnico de Normalización de Gestión Ambiental (NC/CTN 3) que preside la Dirección de Política Ambiental del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) e integran además organismos y entidades de la economía con mayor peso en la gestión ambiental. Su misión principal es elaborar, mantener y actualizar las Normas Cubanas ambientales aplicables a los recursos y proponer la adopción de las normas internacionales que correspondan.

La NC ISO 14001:2015 expone la definición siguiente:

Prevención de la contaminación: utilización de procesos, prácticas, materiales, productos, servicios o energía para evitar, reducir o controlar (en forma separada o en combinación) la

generación, emisión o descarga de cualquier tipo de contaminante o residuo, con el fin de reducir impactos ambientales adversos.

Nota: La prevención de la contaminación puede incluir reducción o la eliminación en la fuente, cambios en el proceso, producto o servicio, uso eficiente de recursos, sustitución de materiales y energía, reutilización, recuperación, reciclaje, regeneración o tratamiento.

Los beneficios potenciales de la prevención de la contaminación incluyen la reducción de impactos ambientales adversos, el mejoramiento de la eficiencia y la reducción de los costos (NC ISO 14001:2015).

Entre las definiciones encontradas en la NC ISO 14040:2009 se citan las siguientes:

Flujo elemental: materia o energía que entra al sistema bajo estudio, que ha sido extraído del medio ambiente sin una transformación previa por el ser humano, o materia o energía que sale del sistema bajo estudio, que es liberado al medio ambiente sin una transformación posterior por el ser humano.

Análisis del inventario de ciclo de vida: fase del análisis del ciclo de vida que implica la recopilación y la cuantificación de entradas y salidas para un sistema del producto a través de su ciclo de vida.

Salida: flujo de producto, de materia o de energía que sale de un proceso unitario.

Residuo: sustancias u objetos a cuya disposición se procede o se está obligado a proceder.

Análisis del ciclo de vida (ACV): recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su ciclo de vida.

El creciente reconocimiento de la importancia de la protección ambiental y los posibles impactos asociados con los productos fabricados y consumidos, ha aumentado el interés en el desarrollo de métodos para comprender y reducir esos impactos. Una de las técnicas que se están desarrollando para este propósito es el Análisis del Ciclo de Vida (ACV). La norma internacional NC ISO 14040:2009 describe los principios y la estructura para dirigir y presentar estudios del ACV e incluye ciertos requisitos mínimos.

El ACV es una técnica para evaluar los aspectos ambientales y los impactos potenciales asociados con un producto, mediante:

- la recopilación de un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema del producto;
- la evaluación de los impactos potenciales ambientales asociados con estas entradas y salidas;
- la interpretación de los resultados de las fases de análisis de inventario y evaluación de impacto de acuerdo con los objetivos del estudio.

El ACV estudia los aspectos ambientales y los impactos potenciales a lo largo de la vida del producto. Considera el ciclo de vida completo de un producto, desde la extracción y adquisición de la materia prima, pasando por la producción de energía y materia, y la fabricación, hasta el uso y el tratamiento al final de la vida útil y la disposición final. Las categorías generales de aspectos ambientales que precisan consideración incluyen el uso de recursos, la salud humana y las consecuencias ecológicas.

Antón Vallejo (2004) considera que el ACV es un tipo de contabilidad ambiental en la que se cargan a los productos los efectos ambientales adversos, debidamente cuantificados, generados a lo largo de su ciclo de vida.

Goncalves (2004) sostiene que una de las principales virtudes del ACV es que permite integrar en un solo valor la complejidad de los sistemas de producción y consumo de productos, haciendo visibles impactos que otros indicadores no reflejan. En su cálculo se ha conseguido reflejar el factor duración y los ciclos de reutilización y reciclaje. Dado su enfoque integral permite saltar entre disciplinas relacionando diseño, fabricación, construcción y mantenimiento. En relación al sistema de consumo actual, permite valorar los productos desde el punto de vista de su impacto sobre el medio ambiente contrastando el simple enfoque económico del mercado. Finalmente, proporciona información valiosa que permite a los empresarios tomar decisiones dirigidas a mejorar el desempeño ambiental de sus productos y/o servicios.

La legislación nacional en materia ambiental es una presión creciente para las empresas. Pero la presión no vendrá sólo de la legislación de cumplimiento obligatorio, también vendrá de la competencia ejercida por las empresas ambientalmente más proactivas, que tratan de aprovechar las oportunidades emergentes en la evolución del escenario ambiental. El amplio abanico de las herramientas y normas tienen un notable potencial de incidencia en el mercado. No se debe olvidar tampoco la creciente presión social para la protección del medio ambiente y para algunos productos y empresas ambientalmente responsables.

Pese a la carencia de tecnologías adecuadas y limitaciones de carácter económico, Cuba ha logrado realizar un conjunto de acciones destinadas a manejar adecuadamente los desechos que genera. Esto ha sido posible gracias a la voluntad política que existe en el país, a la integración de esfuerzos de todos los actores involucrados en el problema: organismos productivos y de servicios, autoridad ambiental y comunidad científica principalmente, a la capacitación lograda en el tema, todo lo cual ha redundado en la conciencia alcanzada de la necesidad de resolver aún con nuestros limitados recursos este problema ambiental, como paso imprescindible hacia la sostenibilidad.

La gestión de los desechos sólidos en la Empresa de bujías “Nefthalí Martínez” constituye una prioridad en su misión ambiental, pero no escapa de las dificultades de disposición de recursos financieros necesarios para su solución definitiva. La acumulación de cantidades apreciables de desechos sólidos, algunos de los cuales no cuentan con adecuadas condiciones de vertimiento, se ha convertido en un tema de alta prioridad para la organización. La solución más generalizada que se le ha dado a los residuos de la empresa ha sido quitarlos de la vista, depositándolos en los vertederos incontrolados u ocultando el problema, enterrándolos. Ambas opciones dañan el subsuelo y las aguas subterráneas, además de que inutilizan el terreno donde son vertidos.

Todos estos aspectos y conceptos abordados en este epígrafe sirven de base para poder entender la importancia del marco regulatorio de la gestión ambiental para la logística inversa en las empresas cubanas actualmente.

1.2 Necesidad actual de la logística inversa y la sostenibilidad en las empresas

Antes de comentar aspectos relacionados con la logística inversa se hace necesario definir el término logística. El término logística aparece definido por primera vez en el año 489 a.n.e en la antigua Grecia como hacer lo lógico, pero esto se refiere solamente al significado como palabra. Con el desarrollo y evolución histórica de la sociedad pasó al ámbito empresarial.

El término logística está muy difundido en la literatura, encontrándose desde definiciones muy generales hasta definiciones muy particulares; Ballow (2004), Comas Pullés (1996), Santos Norton (1996), Gómez Acosta (1997), Transporte & Log (1999), Tompkins (2000), Gómez Acosta y Acevedo Suárez (2001), Torres Gemeil (2003), Knudsen González (2005), CSCMP (2009) y Collazos Sebastián (2012), donde los elementos comunes de las mismas están dados por el movimiento o traslado desde un proveedor u origen hasta un cliente o destino y la presencia de flujos materiales, informativos y en ocasiones también, los financieros.

Muchas han sido las definiciones de logística que aparecen en la literatura, incluyendo varios profesionales cubanos. Al observar el anexo 1 se puede destacar lo siguiente:

- El término gestión logística está implícito en todas las definiciones, refiriéndose fundamentalmente a las funciones del ciclo administrativo de dirección, es decir a la organización, la planificación, la ejecución y el control.
- La definición aportada por Gómez Acosta y Acevedo Suárez (2001) es conocida como “la definición moderna de logística” ya que la misma añade algunos elementos que la diferencian al compararla con otras definiciones. Estos elementos son: la acción de la fuerza de trabajo, el cual ha sido estudiado por Cuesta Santos (1998), Mejías Herrera (2002) y Knudsen González (2005); y la preservación del medio ambiente.

- Logística (CSCMP, 2005): es la parte de la administración de la cadena de suministro que planea, implementa y controla, efectiva y eficientemente, el flujo directo e inverso, el almacenamiento de bienes y la información relacionada entre el punto de origen y el punto de consumo, para conocer los requerimientos del consumidor.

Muchos autores utilizan los términos de logística y administración de la cadena de suministros (SCM, supply chain management) indistintamente como un mismo concepto, otros los diferencian, como por ejemplo el CSCMP (2009), que definen SCM como el proceso de planificación, gestión y control de los flujos de materiales y productos, informaciones y servicios relacionados que agregan valor para el cliente. Distingue los procesos de aprovisionamiento, producción y distribución, e incluye los movimientos internos y externos, así como las operaciones de importación y exportación.

La logística entre sus acepciones, tiene una de ellas que la sitúa como la encargada de la distribución eficiente de los productos de una determinada empresa con un menor costo y un excelente servicio al cliente. Por lo tanto, la logística busca gerenciar estratégicamente la adquisición, el movimiento, el almacenamiento de productos y el control de inventarios, así como todo el flujo de información asociado, a través de los cuales la organización y su canal de distribución se encausan de modo tal que la rentabilidad presente y futura de la organización es maximizada en términos de costos y efectividad.

La palabra logística engloba todos los procesos y operaciones necesarias para que el consumidor pueda tener en sus manos un producto en las condiciones en que lo desea, dónde y cuándo lo necesita, a un precio que está dispuesto a pagar.

La interrelación existente entre las diferentes partes que conforman la actividad empresarial, conlleva a que cualquier acción desarrollada en una de ellas tiene una influencia directa en las otras, de ahí la importancia de un enfoque integral que propicie el buen funcionamiento y competitividad de la organización económica. Como se puede apreciar, en general, en las definiciones de la logística destacan su carácter integrador y sistémico. Entonces, como concepto integrador, la logística puede referirse a un grupo de elementos de acuerdo al interés del observador, es decir, puede existir la logística del transporte, la logística de los almacenes, independientemente de que ambos como tal son elementos esenciales de los procesos logísticos (Cespón Castro y Amador Orellana, 2003).

Hace algunos años, la logística básicamente estaba relacionada con la gestión de la cadena de suministro de una empresa. Hoy en día, la definición de logística es mucho más amplia. La logística moderna considera temas que pertenecen a decisiones que se producen en el ámbito de las políticas públicas locales, nacionales y también internacionales, como pueden ser las

infraestructuras de transporte y las zonas de actividad logística. Actualmente también la logística se ocupa de temas directamente relacionados con la gestión de la empresa con relación a sus clientes y proveedores (logística externa) y sus procesos logísticos relacionados con la producción (logística interna).

Hoy en día el tema de la logística es un asunto tan importante que las organizaciones crean áreas específicas para su tratamiento, se ha desarrollado a través del tiempo y es en la actualidad un aspecto básico en la constante lucha por ser una empresa del primer mundo. Anteriormente, cuando la logística era solamente, tener el producto justo, en el sitio justo, en el tiempo oportuno y al menor costo posible, soliendo ser actividades aparentemente sencillas, han sido redefinidas y ahora son todo un proceso.

Dada la necesidad de integración que impone la logística, el enfoque sistémico se convierte en una valiosa concepción de trabajo, que permite considerarla como un sistema de actividades, claves en la competitividad (Gómez Acosta y Acevedo Suárez, 2001).

La función logística gestiona directamente los flujos físicos e indirectamente los flujos financieros y de información asociados. Los flujos físicos son generalmente divididos entre los “de compra” (entre un proveedor y su cliente), “de distribución” (entre un proveedor y el cliente final) y “de devolución” (logística inversa) (Handfield, Straube, Pfohl & Wieland, 2013).

La logística inversa es una actividad con un enorme potencial de crecimiento que ha sido definida como la última frontera para la reducción de costes en las empresas, además de convertirse en una importante y novedosa fuente de oportunidades. Surge como resultado de la acumulación de productos fuera de uso en las cadenas de distribución, su propia naturaleza provoca una influencia directa en la gestión de residuos y productos al final de su vida útil, germina como lógica evolución de los procesos empresariales, presionados también por problemas legislativos y de marketing. De hecho, las fuerzas que provocaron el surgimiento de este nuevo proceso dentro de la logística fueron (García Olivares, 2010):

- Razones económicas (directa e indirecta): incluye reutilización de materiales en los procesos de fabricación, disminución de los inventarios y productos ociosos y la comercialización de partes y componentes.
- Razones legislativas de los gobiernos con respecto al impacto medio ambiental.
- Razones de responsabilidad extendida (marketing): un mayor comprometimiento por parte de los clientes con el medio ambiente que lo convierte en un elemento competitivo.

Las definiciones de logística han evolucionado destacando su carácter integrador y sistémico a lo largo de más de 50 años lo cual no ha pasado con el término de logística inversa, puesto que se ha estado profundizando en ello desde hace poco más de 15 años.

Uno de los primeros trabajos es el de Stock (1998) que asocia la logística inversa como “el término normalmente usado para referirse al papel de la logística en el reciclado, vertido de residuos y gestión de materiales peligrosos”. Una perspectiva más amplia incluye todo lo relacionado con las actividades logísticas encaminadas a reducción de material, reciclado, sustitución y reutilización de materiales y residuos (Stock, 2004).

La logística inversa se encarga de la recuperación y reciclaje de envases, embalajes y residuos peligrosos, así como de los procesos de retorno de excesos de inventario, devoluciones de clientes, productos obsoletos e inventarios estacionales. Incluso se adelanta al fin de vida del producto, con objeto de darle salida en mercados con mayor rotación (PILoT, 2003).

En la empresa moderna es usual ver que esta recupera productos o materiales de sus clientes ya sea para recuperarles valor o como servicios de postventa.

A partir de las definiciones presentadas en el anexo 2, se puede indicar que esta logística es llamada inversa, debido que el flujo del producto, la información y el dinero van en dirección contraria desde el punto de uso al de origen o reproceso, lo cual es contrario al flujo tradicional de la cadena de suministro que es desde el punto de origen (empresa-proveedor) hasta el punto final (distribuidores-clientes). Finalmente, se debe considerar que el diseño e implementación de sistemas de logística inversa dependen de los objetivos que establezcan las empresas y sus actores asociados, con el fin de generar valor y reducir costos con los productos recuperados (Gómez Montoya, 2010).

El autor concuerda con las definiciones dadas por los autores mencionados anteriormente en que la logística inversa es un proceso que se encuentra incluido en la cadena de suministro que tiene el fin de tratar los productos retornados por los clientes, para reutilizarlos en el medio industrial o disponerlos adecuadamente, además de gestionar convenientemente la materia prima empleada en la producción de su producto o servicio, con vistas a reducir su impacto medioambiental y maximizar los beneficios de las empresas, o sea, la reutilización de recursos o productos que permitan crear valor, reinsertándolo en el mercado o en el desarrollo de nuevos productos ecológicamente sostenibles.

Con objeto de facilitar la gestión de la cadena medioambiental y, en cierta medida, servir de soporte para las decisiones estratégicas y operativas de la logística inversa, en los últimos años se ha asistido a un auge en el desarrollo e implantación, tanto de SGMA (el más implantado de acuerdo a la familia de normas ISO 14000) como de técnicas de diseño de productos “ecológicos” como el ACV o LCA (Life-Cycle Assessment).

La logística inversa supone para la empresa ventajas significativas, permite en cuanto a:

- Consideraciones costo-beneficio: productos mejores con costo de producción más bajo, recuperación del valor de envases, empaques, embalajes y unidades de manejo reciclables.
- Requerimientos legales: derivados de la protección a la salud y del ambiente, de consideraciones por costos de procesamiento de residuos, etcétera.
- Responsabilidad social: generalmente impulsado por organizaciones no gubernamentales y asociaciones de consumidores que apoyados en su poder de compra buscan producto más seguro y ambientalmente amigable; obviamente las firmas nunca pierden dinero, detrás hay un posicionamiento mercadotécnico en un segmento "premium" orgulloso de consumir de manera "correcta".

La logística inversa ayuda a preservar el medio ambiente mediante reciclaje de materiales que ponen en peligro los ecosistemas terrestres. Por tal motivo se muestra especial interés en crear mecanismos que permitan integrar los elementos que componen la GMA con la logística inversa, con vistas a establecer estrategias de la logística inversa que permitan mejorar el comportamiento medioambiental en las organizaciones.

Para que este proceso de la logística inversa se materialice se requiere de una estrategia. Una estrategia es un modelo coherente, unificador e integrador de decisiones que determina y revela el propósito de la organización en términos de objetivos a largo plazo, programas de acción, y prioridades en la asignación de recursos, seleccionando los negocios actuales o futuros de la organización, tratando de lograr una ventaja sostenible a largo plazo y respondiendo adecuadamente a las oportunidades y amenazas surgidas en el medio externo de la empresa, teniendo en cuenta las fortalezas y debilidades de la organización (Moreno García, 2003).

Los conceptos de diseño ecológico tanto de procesos de fabricación como de productos, así como la gestión del retorno de estos al final de su vida útil, son elementos fundamentales para lograr el desarrollo sostenible.

Daly (2006) asegura, que una sociedad sostenible es aquella en la que los recursos no se utilicen a un ritmo superior al de su regeneración, y no se emitan contaminantes a un ritmo superior al que el sistema natural sea capaz de absorber o neutralizar.

Sin embargo, según Byrne (2007), pensar en los desafíos de la sostenibilidad desde tres puntos de vista de la cadena de suministros pudiera facilitar la implementación de este enfoque: diseño y fabricación de productos sostenibles, gestión sostenible de los activos fijos y gestión sostenible de productos al final de su ciclo de vida.

El fomento del desarrollo sostenible es un hecho y una necesidad para el mundo. Cada vez más legislaciones y organizaciones se ocupan y preocupan por el cuidado del medio ambiente,

buscando alternativas para lograr un desarrollo económico y la protección del medio ambiente al mismo tiempo.

El desarrollo sostenible parte de la premisa según la cual las condiciones medioambientales que encuentra cualquier actividad productiva antes de su proceso, deben mantenerse igual después de éste, para de esta forma garantizar que en la atención de las necesidades de la generación actual no se esté comprometiendo la posibilidad de que generaciones futuras satisfagan las suyas (Lloyd's Register Quality Assurance, 2008).

El objetivo del desarrollo sostenible es definir proyectos viables y reconciliar los aspectos económico, social, y ambiental de las actividades humanas; Baldock (2013) plantea que estos "tres pilares" deben definirse a nivel de comunidad, empresas y gobiernos, los mismos los define como:

- Económico: funcionamiento financiero "clásico", pero también capacidad para contribuir al desarrollo económico en el ámbito de creación de empresas de todos los niveles;
- Social: consecuencias sociales de la actividad de la empresa en todos los niveles: los trabajadores (condiciones de trabajo, nivel salarial, etc.), los proveedores, los clientes, las comunidades locales y la sociedad en general.
- Ambiental: compatibilidad entre la actividad social de la empresa y la preservación de la biodiversidad y de los ecosistemas. Incluye un análisis de los impactos del desarrollo social de las empresas y de sus productos en términos de flujos, consumo de recursos difícil o lentamente renovables, y términos de generación de residuos y emisiones. Este último pilar es necesario para que los otros dos sean estables.

La logística inversa es de los negocios con mayor crecimiento en los inicios de este tercer milenio, propiciando una importante revolución en el mundo empresarial.

Estas razones determinan hacia donde está encaminada la estrategia y qué beneficios se obtendrán, es decir, determinan qué medir si el nivel de servicio al cliente, el impacto ambiental o una reducción en los costos de producción y de materiales al usar productos reciclados (Stock, 1998; Angulo Rivera, 2004).

Feitó Cespón (2015) considera que la sostenibilidad de la cadena de suministros va a estar dada por la posibilidad que tenga cada uno de sus eslabones de satisfacer las expectativas de los grupos interés (miembros de cada organización de la cadena, consumidores finales, organizaciones gubernamentales en sus diferentes niveles, las comunidades donde se enclavan estas organizaciones y la sociedad en general) en el tiempo y que, en conjunto con el resto de la sociedad, respeten las capacidades de los ecosistemas que soportan la vida. Esto implica

que los grupos que inciden en las organizaciones deben tener también en sus intereses un alto grado de compromiso con la sostenibilidad y tener patrones de consumo sostenibles.

En los últimos años se ha mostrado especial interés en establecer estrategias para la reducción y/o eliminación del impacto que genera la emisión de residuos al MA. La Empresa de bujías “Nefalí Martínez” no está ajena a esta realidad, pues resulta necesario, para cumplir el marco regulatorio actual de la gestión ambiental, establecer mecanismos que permitan identificar cuáles son los principales potenciales de contaminación que presenta, para su eliminación y alcanzar mejoras en el comportamiento medioambiental de la organización.

Todo lo anterior demuestra la necesidad que tiene la Empresa de bujías “Nefalí Martínez” de diseñar e implementar un procedimiento para la logística inversa que permita diagnosticar su comportamiento ambiental, posibilitando la identificación de los residuos que se generan y la posible eliminación o mitigación de los daños que pueden producir al medioambiente. Es por esto que en lo adelante se analizará la gestión de los residuos sólidos y las herramientas que se utilizan para estos fines.

1.3 Gestión de los residuos a nivel mundial

Uno de los aspectos ambientales que mayor relevancia ha venido cobrando en estos tiempos, debido al impacto negativo que ocasiona, es la generación de residuos. Diversos son los criterios respecto a la definición de residuo y desecho, uno de los primeros incursores a nivel mundial en la temática de gestión de residuos, Skitt (1993) planteaba que un residuo era aquel producto, material o elemento que después de haber sido producido, manipulado o usado carecía de valor para el poseedor y por ello se desechaba. Diecisiete años más tarde, George Tchobanoglous (2010), uno de los autores más reconocidos en materia de gestión de residuos en la actualidad; precisa en uno de sus libros, que un residuo o desecho es cualquier material o sustancia que, por estar gastados, ser inútiles, excesivos o sin valor para quien los posee los tira o rechaza.

Evidentemente no caben dudas de que ambos autores plantean que un residuo o desecho no es más que un material que no representa una utilidad o un valor económico para su poseedor. Siendo de vital importancia en el concepto la palabra poseedor, ya que en muchas ocasiones el residuo de unos es la materia prima de otros (Reyes López, 2013).

El concepto de residuo no debe ser tratado como un concepto cerrado, definitivo, sino que dependerá más bien del momento y del individuo que lo considere. Así se puede concluir que tal como afirmase Alfonso del Val (2003) en la revista "Economía y Sociedad", el residuo es ante todo una realidad social, diferente según sociedades y épocas y representa un valor cultural y social para los individuos que forman o han formado dichas sociedades y así lo ratifica

O`Riordan (2013) una década después. Lo que evidencia que esta realidad social debe tomar protagonismo como herramienta de gestión.

El término residuo también se define desde el punto de vista del análisis del ciclo de vida en la como: "cualquier salida que se desecha del sistema producto" (NC ISO14050:2009).

La gestión de los residuos no es más que el conjunto de operaciones dirigidas a darles el destino más adecuado de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños o riesgos para la salud humana o el ambiente. Incluyendo el almacenamiento, la recolección, la transferencia, el transporte, el tratamiento, la disposición final y cualquier otra operación necesaria.

La meta perseguida por las organizaciones con la gestión de los residuos ha de ser la de minimizar los volúmenes de residuos generados durante el proceso productivo, administrarlos de una forma compatible con el medio ambiente y la salud pública y comprometerse con un desarrollo sostenible, permitiendo conservar recursos, reducir costos y generando valor agregado. Las organizaciones han de realizar una gestión que sea ambiental y económicamente adecuada, y reducir al mínimo la cantidad de desechos enviados al vertedero. Estos esfuerzos incluyen el reciclaje, convertir los residuos en energía, diseñando productos que usen menos material, siempre cumpliendo con la legislación aplicable. Por ello debe enfocarse esta gestión como un proceso más de la organización (Reyes López, 2013).

Según recoge el MCA-UGT (2010), con la colaboración de IKEI Research & Consultancy en un estudio elaborado sobre el sector de reciclaje de metales en España que analiza desde el punto de vista de la industria, la situación y perspectiva del sector del reciclaje de metales ferrosos y no ferrosos, resulta sobradamente conocida la importancia que ha adquirido en las sociedades modernas toda la problemática asociada con la generación de los residuos. Se trata además de un problema en aumento, que no deja de agravarse como consecuencia de los estilos de vida y consumo imperantes, los mayores niveles de renta y calidad de vida, que llevan aparejados un mayor volumen de residuos producidos. Este proceso está generando una atención creciente a la necesidad de gestionar adecuadamente todos estos residuos producidos. En este sentido conceptos como la valorización y el reciclado de los residuos están adquiriendo una importancia creciente en la realidad internacional.

La mayoría de los estudios en logística inversa coinciden en que las actividades principales a las que se dedica son la reutilización, reparación, restauración, remanufactura, canibalización, reciclaje, recuperación de energía, eliminación correcta y las actividades logísticas para su ejecución, como son, la gestión de clientes y de proveedores, del transporte, de inventarios, la

manipulación, el almacenamiento, desensamble y clasificación. (Feitó Cespón y Cespón Castro, 2010)

De acuerdo con Feitó Cespón (2015) “la actividad más desarrollada dentro de la logística inversa es el reciclaje de los materiales, aunque esto pueda constituir una contradicción ya que actividades como reutilización directa o cualquier otra forma de recuperación del producto o sus partes podría suponer un ahorro para el sistema. Una explicación al éxito del reciclaje frente a otras actividades de la logística inversa es la capacidad de tercerización, ya que generalmente existen empresas dedicadas a la recolección y reciclaje de diferentes tipos de materiales, fundamentalmente chatarras metálicas, papel y cartón, vidrio y plásticos, unido a la posibilidad de mejor aprovechamiento de las capacidades de producción y transporte. Otro detalle sería que para poder realizar las actividades de canibalización, restauración y remanufactura, así como reutilización es necesario crear canales inversos en cada cadena de suministro, mientras que para el reciclaje generalmente se utiliza la misma capacidad para abastecer varias cadenas de productos diferentes”.

1.4 Gestión de los residuos en Cuba

Manejar adecuadamente los desechos sólidos constituye una meta de alta prioridad para la mayoría de las naciones del mundo. Qué decir de los países en vías de desarrollo, los cuales, por lo general, carecen de infraestructura técnica, tecnologías idóneas y recursos humanos capacitados en esta labor imprescindible para prevenir los impactos negativos sobre el medio ambiente.

En el contexto empresarial cubano, la logística inversa ha sido objeto de estudio de varios investigadores desde mediados de los años 90, aunque en la práctica se demuestra que estos estudios son insuficientes (Campbell Pegudo, 2010; Conejero González, 1998; Feitó Cespón y Cespón Castro, 2010; Hevia Lanier, 2008; Knudsen González, 2005; Reyes Selva, Cespón Castro y Fuentes Frías, 2011). La importancia de la variable ambiental y de la integración con los impactos económicos es referida en todos estos estudios citados anteriormente, en los cuales se realizan propuestas de índices para su medición, en donde predomina la aplicación de medidas basadas en la opinión de expertos y prácticamente no es utilizada en los diagnósticos y en la toma de decisiones sino como elemento de control de las medidas y procedimientos implementados en estas investigaciones.

La mayor parte de las investigaciones antes citadas (Campbell Pegudo, 2010; Conejero González, 1998; Hevia Lanier, 2008) incluyen en sus estudios a las denominadas Empresas de Recuperación de Materias Primas (ERMP), las cuales están organizadas como una red de suministros que abarcan todo el país en las que se reciclan de manera tercerizada todo tipo de

residuos que provienen de los sectores empresarial y urbano de Cuba. Esta red comprende centros de recolección y de procesamiento de los residuos para ser reutilizados y su diseño responde esencialmente al criterio económico, tratándose el aspecto ecológico de forma cualitativa. Las investigaciones antes citadas se han enfocado hacia el mejoramiento de la gestión de estas cadenas, pero en las mismas aún resulta insuficiente el empleo del desempeño ambiental en el diagnóstico de sus oportunidades de mejora.

La mayoría de las empresas cubanas siguen la estrategia de recuperación, es decir, de reutilizar residuos principalmente para disminuir su costo de producción. Esta tendencia está presente en empresas del sector de la metalurgia, de materiales de la construcción y de confecciones, fundamentalmente. También existen estrategias de carácter medioambiental principalmente en empresas productoras de azúcar y en la industria química.

En Cuba existe un profundo interés en las empresas de reciclar para disminuir costos, utilizar al máximo las materias primas, emplear materiales no peligrosos para el medio ambiente en los procesos productivos, sustituyendo aquellos que pudiendo tener características similares, sí lo dañan; establecer políticas y estrategias de fabricación respetuosas con el medio ambiente además del almacenaje correcto de los residuos y su clasificación.

Hay empresas que no poseen ninguna estrategia de logística inversa, lo cual demuestra que existen deficiencias en este sentido en el sector industrial. Estas estrategias dependen del comportamiento de los residuos en cada una de ellas, sobre todo en su parte operativa. De esto dependerá la disposición final de los residuos y su aprovechamiento o no.

Un alto porcentaje de los residuos generados por las industrias son orgánicos, aproximadamente el 43%, resultando un reto su aprovechamiento por su rápida descomposición y difícil conservación. Los residuos metálicos y plásticos se generan frecuentemente en este sector más que otros como el papel, el vidrio y la madera, los cuales se generan en su mayoría en la fase de consumo (Feitó Cespón, 2015).

Algunas empresas utilizan los materiales y la mayor parte de sus residuos desechados en sus productos, otras los venden directamente a otras empresas o a minoristas y algunas no aprovechan sus residuos, desperdiciando una gran fuente de ingreso o ahorro, además del impacto negativo al medioambiente que ellos pueden provocar.

Las empresas más competitivas son las que no solo venden el producto, sino aquellas que además gestionan su retorno cuando finalice su vida útil o cuando no cumple con las exigencias el cliente.

En las industrias se genera una gran cantidad de residuos, muchos de los cuales son recuperables. El problema está en que las técnicas para aprovechar los mismos y hacerlos

útiles son caras y en muchas ocasiones no compensa económicamente hacerlo. De todas formas, está aumentando la proporción de residuos que se valorizan para usos posteriores (Feitó Cespón, 2005).

Todo un desafío representa esta problemática para los países del tercer mundo. Cuba, no obstante, enfrenta el reto con el programa “La producción más limpia”. Una iniciativa que pretende salvaguardar la salud del ecosistema nacional mediante principios como minimizar la generación de los desechos y reducir el uso o la sustitución de productos, fundamentalmente químicos y de carácter tóxico, por otros que no lo sean.

“Solo con la solución de los problemas acumulados y la prevención de nuevos problemas que impacten negativamente al medio ambiente, sin que ello implique renunciar al desarrollo, podremos hacer que la sostenibilidad no sea una bella quimera” (Boff, 2012).

Pese a la carencia de tecnologías adecuadas y limitaciones de carácter económico, Cuba ha logrado realizar un conjunto de acciones destinadas a manejar adecuadamente los desechos peligrosos que genera. Esto ha sido posible gracias a la voluntad política que existe en el país, a la integración de esfuerzos de todos los actores involucrados en el problema: organismos productivos y de servicios, autoridad ambiental y comunidad científica principalmente, a la capacitación lograda en el tema, todo lo cual ha redundado en la conciencia lograda de la necesidad de resolver aún con nuestros limitados recursos este problema ambiental, como paso imprescindible hacia la sostenibilidad.

1.5 Herramientas para la gestión de residuos

La práctica demuestra que para la obtención de ventajas competitivas en materia de sostenibilidad como resultado de la implementación de estrategias de logística inversa es necesario, previamente, realizar un análisis detallado de toda la organización.

Muchos de los modelos, procedimientos e indicadores de desempeño que se han elaborado para la logística inversa, pueden ser aplicados a determinadas organizaciones tal y como se presentan en la literatura, otros por su parte, requieren de ciertas adecuaciones, mientras que existe también el caso en que sea necesario definirlos. Esto último incluye la proyección de las herramientas y métodos a utilizar, los pasos de trabajo, las particularidades del diagnóstico estratégico y la proyección y medición del impacto de la estrategia. Nunca debe olvidarse que la estrategia diseñada, debe ser luego implementada en los niveles de la planeación táctica y operativo. En todos los casos, es necesario que las actividades de logística inversa respondan a la estrategia corporativa, de manera que lejos de convertirse en una barrera para la misma, contribuyan a su cumplimiento (Cespón Castro y Rodríguez Pérez, 2011).

Para el proceso de diseño, implementación y evaluación del desempeño, se han realizado aplicaciones para la gestión de los residuos que han tomado como base la metodología seguida en los estudios sobre el tratamiento de residuales en las industrias. En el anexo 3 se muestran algunos de los procedimientos consultados para esta investigación.

Precisan Cespón Castro y Rodríguez Pérez (2011) que un aspecto común de este tipo de aplicaciones, es haber considerado las particularidades de cada organización, pero con metodologías bastante similares, a lo que se añade el empleo casi generalizado de métodos multicriteriales para la evaluación del desempeño de la estrategia, mediante indicadores particulares e integrales que consideran los tres elementos claves de la sostenibilidad: el económico, el social y el medioambiental.

En la bibliografía consultada se encontraron varias metodologías que permiten establecer mecanismos para una gestión adecuada de los residuos, siendo el procedimiento desarrollado por Broche Fernández (2009) el más adecuado y que más se ajusta al objeto de estudio y posterior desarrollo de la investigación, a pesar de ser propuesto para la logística inversa de residuos sólidos generados en las pequeñas y medianas instalaciones turísticas. Es importante destacar, que sólo es válido y aplicable para residuos sólidos y se desarrolla en cuatro etapas:

- Diagnóstico del comportamiento medio ambiental
- Análisis del impacto ambiental
- Gestión de los residuos sólidos
- Control

El objetivo del procedimiento planteado consiste en realizar un diagnóstico ambiental en la organización, así como la evaluación de su comportamiento medioambiental, medido a través de un indicador global propuesto y un análisis de los residuos sólidos generados, que producen impacto ambiental, además del establecimiento de alternativas que permiten la gestión de los mismos con un enfoque de logística inversa, permitiendo a la organización alcanzar resultados superiores a los actuales, en un marco de mejoramiento continuo.

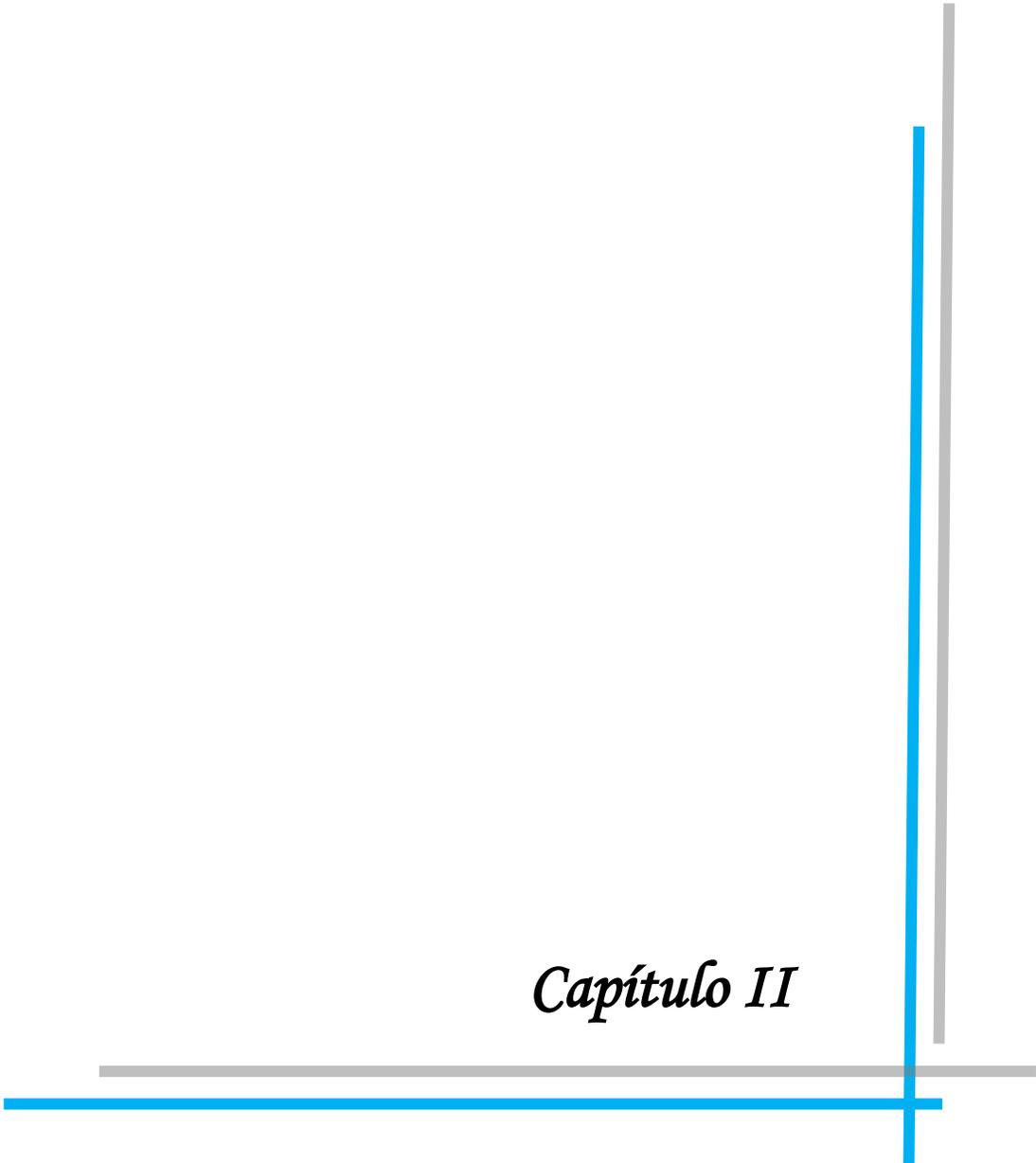
Tomando como punto de partida la metodología desarrollada por Broche Fernández (2009) se propone en el siguiente capítulo un procedimiento para la gestión de los residuos sólidos generados en la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”.

1.6 Conclusiones del capítulo

1. La gestión medioambiental tiene como objetivo preservar el medio ambiente y es por esto que tanto a nivel internacional como nacional existe un marco regulatorio para prevenir la contaminación y los riesgos medioambientales en las empresas. Al respecto quedó demostrado que la empresa objeto de estudio no está siendo consecuente con estas

regulaciones, por lo que se hace necesario continuar investigando en aspectos relacionados con la gestión de los residuos.

2. La gestión de los desechos sólidos en la Empresa de bujías “Nefalí Martínez” constituye una prioridad en su misión ambiental, pero las actividades de logística inversa que actualmente desarrolla no cumplen lo legislado sobre el tema, dañando el subsuelo y las aguas subterráneas e inutilizando el terreno donde son vertidos. Esto demuestra que el problema de la presente investigación ha sido correctamente seleccionado y aún no ha sido resuelto.
3. De todas las metodologías para la gestión de los residuos consultadas en esta investigación la que más se ajusta a los requerimientos exigidos es la de Broche Fernández (2009). Lo anterior se fundamenta porque la misma permite diagnosticar el comportamiento medioambiental de la organización, posibilitando la identificación de los residuos que se generan y la posible eliminación o mitigación de los daños que pueden producir al medioambiente. Es por esto que será tomada como punto de partida en lo adelante para el diseño de un procedimiento para la gestión de los residuos sólidos generados en la Empresa de bujías “Nefalí Martínez”.



Capítulo II

Capítulo II. Procedimiento general para la gestión de los residuos sólidos

Tomando en consideración lo analizado en el desarrollo del marco teórico referencial de esta investigación y las conclusiones planteadas en el capítulo anterior, se reconoce el papel del diagnóstico y control medioambiental como herramienta de evaluación de la organización, en aras de desarrollar alternativas que permitan establecer la logística inversa de los residuos sólidos generados.

En la actualidad la Empresa de bujías “Nefthalí Martínez” gestiona los residuos sólidos que genera de forma inadecuada, sin la inclusión de la totalidad de los desechos y mezclando muchos de ellos, impidiendo su recuperación y cumplimiento de lo legislado nacionalmente sobre el tema. En forma sintetizada se puede plantear que la entidad carece de una adecuada gestión de los residuos sólidos que genera, al no contar con un procedimiento que permita establecer buenas prácticas de recuperación de los mismos, medir su comportamiento medioambiental y sea capaz de mejorar la integración y coordinación de sus procesos logísticos.

Para ello, se le realizaron modificaciones al procedimiento propuestos Broche Fernández (2009) con el objetivo de poder evaluar cuantitativamente algunas de las variables que componen el indicador de comportamiento medioambiental de la entidad, modificándose además la estructura de dicho procedimiento para lograr una mejor interpretación en la aplicación de sus fases y etapas por los ejecutores del mismo. Se realizaron las modificaciones y ajustes siguientes:

- Incremento de una fase y dos etapas
- Adaptación de la estructura de las fases y etapas y sus denominaciones
- Reajuste de los pasos de trabajo dentro del procedimiento de búsqueda y precisión de los problemas que afectan el comportamiento medioambiental
- Reforzamiento de la calidad de selección de los expertos para del trabajo creativo en grupo
- Adecuación de las variables que componen el indicador de comportamiento medioambiental

Con la propuesta del procedimiento se prevé cuantificar y clasificar los residuos sólidos generados en la empresa, que en la actualidad no pueden ser reutilizados y que de una forma u otra su rescate puede aportar beneficios significativos desde el punto de vista medioambiental, económico y social.

2.1. Diseño del procedimiento general y específico para la gestión de los residuos sólidos generados en la unidad objeto de estudio

El procedimiento propuesto para la gestión de los residuos sólidos generados en la unidad objeto de estudio se muestra en la figura 2.1. A continuación se explican detalladamente cada una de las fases y etapas que lo componen.

2.1.1. Fase I. Caracterización

Etapas 1. Caracterización general del objeto de estudio

El objetivo fundamental que se persigue en esta primera etapa consiste en realizar una caracterización general de la entidad objeto de estudio. Para ello es necesario obtener toda la información posible sobre los elementos más importantes que la identifican:

Factores externos

- Principales clientes hacia los que se orientan. Características generales y exigencias particulares.
- Principales proveedores. Características y poder de negociación.

Factores internos

- Tamaño de la empresa
- Plantilla del personal
- Principales servicios que oferta
- Estructura organizativa de dirección
- Situación financiera
- Clima y motivación laboral
- Estrategia empresarial
- Estrategia medioambiental
- Impacto ambiental de la organización
- Auditorías ambientales realizadas y/o sanciones impuestas

Es importante destacar que los elementos antes mencionados tienen como objetivo brindar una noción de las características generales de la entidad y que las mismas no constituyen un patrón rígido. En caso de considerar que existen otros elementos imprescindibles, estos pueden agregarse al procedimiento acorde a las características de la entidad.

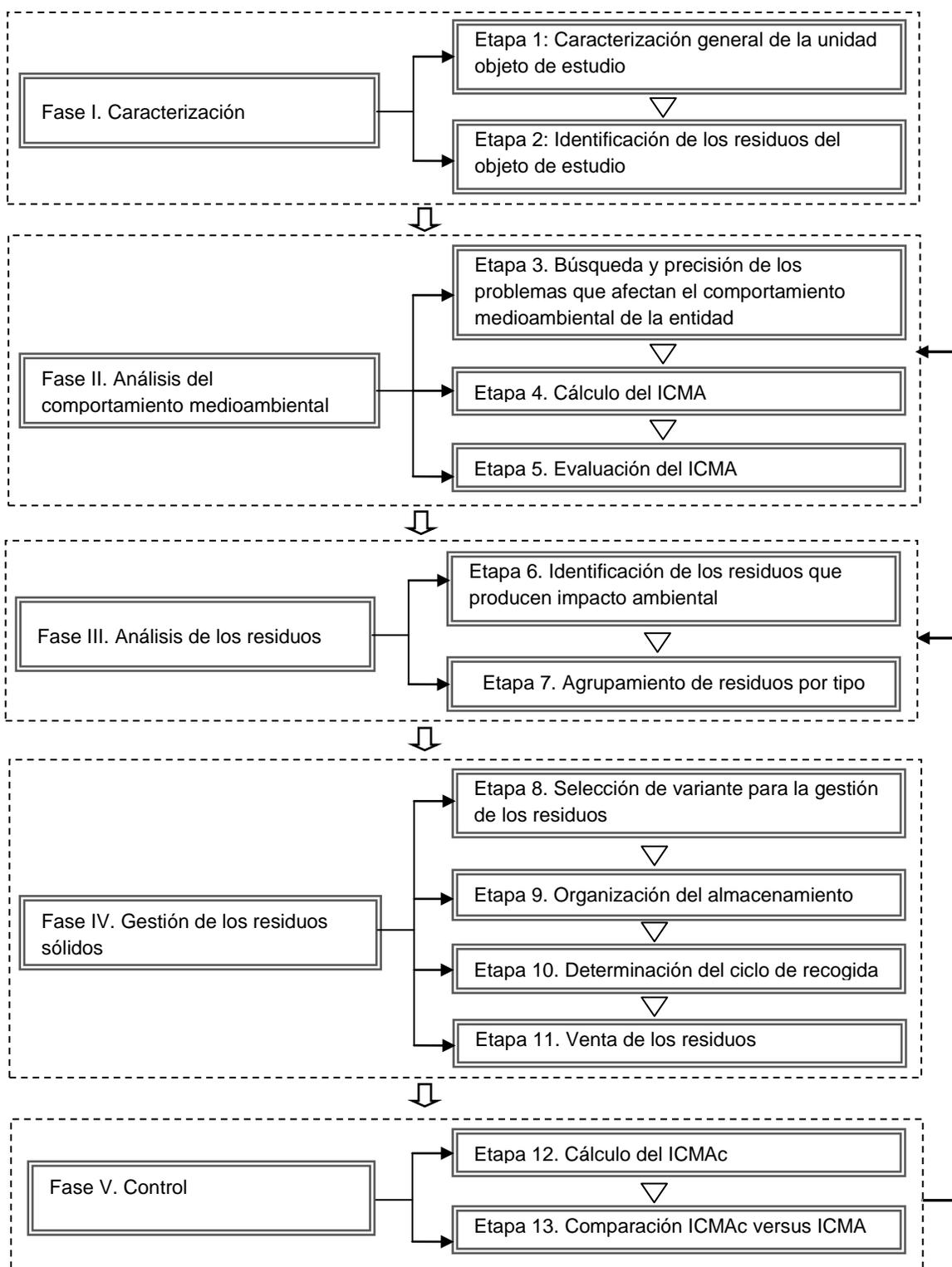


Figura 2.1. Procedimiento general para la gestión de los residuos sólidos generados

Fuente: elaboración propia a partir de Broche Fernández (2009)

Etapa 2. Identificación de los residuos en la unidad objeto de estudio

En esta etapa se diagnostican los residuos que genera la entidad. Para lograr este objetivo se realizan observaciones directas confirmando los resultados, entrevistas con los jefes de brigadas y personal que atiende la gestión medioambiental en la unidad, con lo que se logra determinar los diferentes tipos de residuos más significativos, generados en la entidad objeto de estudio.

2.1.2. Fase II. Análisis del comportamiento medioambiental

Etapa 3. Búsqueda y precisión de los problemas que afectan el comportamiento medioambiental de la entidad

Esta etapa del procedimiento general incluye cuatro pasos específicos, los cuales se muestran en la figura 2.2, explicándose posteriormente cada uno de ellos.

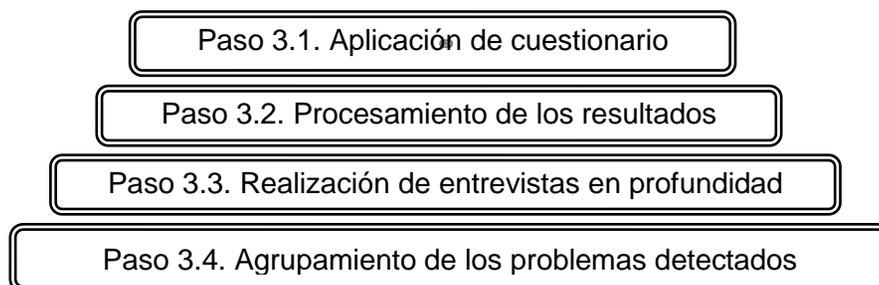


Figura 2.2. Pasos específicos para la etapa 3

Fuente: adaptado de García Gómez (2012)

Paso 3.1. Aplicación del cuestionario

El cuestionario para el diagnóstico del comportamiento medioambiental (anexo 4) se diseña a partir de una exhaustiva revisión bibliográfica y además tomando en consideración los objetivos del estudio a realizar, con un encabezamiento que hace una breve referencia a los mismos, logrando de este modo despertar interés en los encuestados. Por la importancia que tiene la ejecución del diagnóstico, primeramente, es necesario sensibilizar al personal que va a estar vinculado directamente en la aplicación del cuestionario. La necesidad de su disposición, compromiso, sinceridad y participación activa en el estudio posibilita detectar las principales deficiencias que presenta la organización en esta esfera, para posteriormente establecer las medidas pertinentes.

Para determinar el tamaño de la muestra del personal que va a estar implicado en el estudio, se utiliza la ecuación (2.1) propuesta por Calero Viñelo (1976), la cual permite que de la información obtenida de la muestra se pueda inferir acerca del conocimiento de la población y de los problemas existentes en el lugar bajo estudio.

Esta expresión es la siguiente:

$$n = \frac{p(1-p)\left(\frac{Z_{1-\alpha/2}}{d}\right)^2}{1 + \frac{1}{N} p(1-p)\left(\frac{Z_{1-\alpha/2}}{d}\right)^2 - \frac{1}{N}} \quad (2.1)$$

Donde:

n : tamaño de la muestra

N : población

$Z_{1-\alpha/2}$: percentil de la distribución normal 95% (1.96)

p : proporción de la población (50%)

d : error absoluto (5%)

Antes de aplicar la encuesta se le debe explicar a cada trabajador, incluido en la muestra seleccionada, todos los aspectos que se analizan, con vistas a eliminar errores de interpretación y esclarecer cualquier duda a la hora de responder las preguntas.

Paso 3.2. Procesamiento de los resultados

El objetivo fundamental que se persigue en esta etapa consiste en obtener una primera versión de los aspectos contenidos en la encuesta, ya sean positivos y/o negativos siendo estos últimos los problemas que afectan el comportamiento medioambiental de la entidad.

Paso 3.3. Realización de entrevistas en profundidad

Este paso de la tercera etapa del procedimiento propone la aplicación de una de las técnicas cualitativas de investigación más recomendadas: la entrevista en profundidad (guión anexo 5), que permite validar y ahondar en los resultados obtenidos a partir del procesamiento de la encuesta aplicada en el paso anterior, donde se obtuvo la primera versión de los posibles problemas que afectan el comportamiento medioambiental de la entidad. Un requisito indispensable en este paso lo constituye la experiencia y conocimiento del personal sobre el tema que se está investigando. Las entrevistas en profundidad se realizan a directivos, especialistas, técnicos y trabajadores de la empresa objeto de estudio, todos con experiencia y conocimiento sobre el tema que se está investigando, que es estratégico, tributa al logro del éxito empresarial y facilita el logro de los objetivos planificados.

Paso 3.4. Agrupamiento de los problemas detectados

Como objetivo fundamental y determinante en el desarrollo exitoso del procedimiento y la investigación en este paso se recomienda el método cualitativo “criterio de expertos”, para la validación teórica de los resultados arrojados por los instrumentos utilizados en la recopilación de la información sobre los problemas que afectan el comportamiento medioambiental de la entidad. Para ello se trabaja en la selección de los expertos y en el procesamiento de sus valoraciones. El grupo de expertos a seleccionar lo deben integrar directivos, técnicos y especialistas que cumplan al menos uno de los requisitos siguientes:

- Tener al menos dos años de experiencia y conocimientos en la actividad productiva, técnica o medioambiental de la empresa.
- Haber cursado estudios superiores.
- Tener conocimiento de los elementos que integran la gestión medioambiental, además de conocer las ventajas que el mismo aporta a las organizaciones.

Con el grupo de expertos seleccionado se precisa la utilización de una técnica de trabajo en grupos, siendo la tormenta de ideas o “Brainstorming” (Calves Hernández y Calderón Millán, 1998) una de las más usadas. El procedimiento que se sigue comienza pidiéndole a los expertos que a partir de la lista de problemas ya cuantificados expongan otros problemas existentes que no hayan sido revelados. Una vez culminada la generación de nuevas ideas de problemas, se procede a realizar un agrupamiento de los mismos de acuerdo a la similitud que tengan.

La cantidad de expertos necesarios se determina a partir de la ecuación siguiente:

$$M = \frac{p(1-p)k}{i^2} \quad (2.2)$$

Donde:

M: número de expertos

i: nivel de precisión

p: porcentaje de error que como promedio se tolera

k: constante cuyo valor está asociado al nivel de confianza escogido, nivel de significación estadística

Para la selección de los expertos se tuvo en cuenta el nivel de competencia de cada una de ellos, utilizando la ecuación 2.3. Para ello de una lista inicial de aspirantes, posibles a cumplir los requisitos para ser considerado experto en el tema que se está investigando, se realiza una autoevaluación de los niveles de conocimiento o información y fundamentación, que poseen los candidatos.

$$K = \frac{1}{2} (K_C + K_a) \quad (2.3)$$

Donde:

K: coeficiente de competencia

K_C : coeficiente de conocimiento o información que posee la persona acerca del problema. (Pregunta 1, anexo 6).

K_a : coeficiente de fundamentación. (Promedio ponderado de criterios de la pregunta 2, anexo 6).

Tabla 2.1 Ponderación (importancia relativa) de las fuentes de fundamentación de sus conocimientos

Experiencia en el tema	0.20
Análisis teóricos críticos realizados por usted	0.30
Bibliografía actualizada consultada	0.20
Conocimiento sobre el estado actual del tema	0.10
Desempeño laboral en cuestiones relacionadas	0.15
Intuición	0.05

Fuente: Elaboración propia

Se calcula para cada candidato a experto el coeficiente de competencia (K) y se valora si tiene un coeficiente de competencia alto (CCA), medio (CCM) o bajo (CCB).

Evaluación:

0.8 < K < 1.0 coeficiente de competencia alto

0.5 < K < 0.8 coeficiente de competencia medio

K < 0.5 coeficiente de competencia bajo.

Etapa 4. Cálculo del indicador de comportamiento medioambiental (ICMA)

Establecer indicadores medioambientales es un proceso que resume datos para validar información clave y los hace comparable año tras año. Sólo poniendo al día los indicadores y desarrollándolos de forma periódica pueden usarse como un instrumento eficaz de gestión. Desde el punto de vista interno, los indicadores medioambientales seleccionados deben referirse a áreas en que la empresa pueda ejercer una influencia directa y mejorarlas: ¿Cuáles son los principales problemas medioambientales de la empresa?, ¿Dónde pueden las mejoras medioambientales originar también reducciones de costos o aumento de beneficio? y ¿Dónde están los mayores potenciales de optimización?

Los indicadores medioambientales establecidos se emplean para el análisis de series temporales (comparación con los indicadores de períodos previos) y una comparación entre empresas (con los indicadores de otras empresas o departamentos de la propia empresa).

El ICMA constituye un indicador que refleja el comportamiento medioambiental de toda organización y facilita disponer de un patrón de comparación del estado actual respecto a períodos anteriores y de comparación con la excelencia.

Para cumplimentar esta etapa del procedimiento general se proponen los pasos específicos mostrados en la figura 2.3.

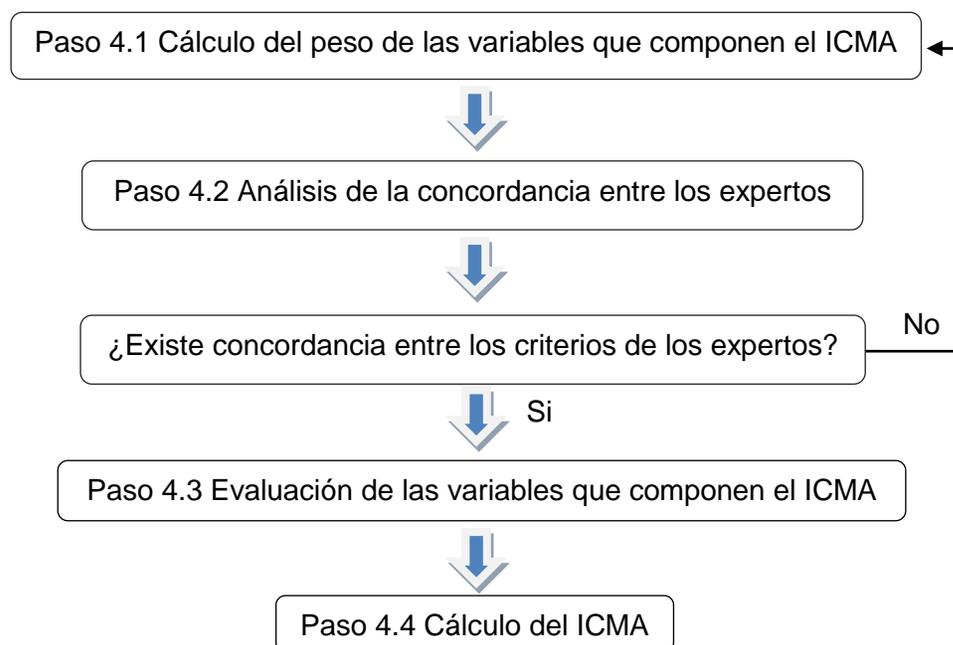


Figura 2.3. Procedimiento específico para determinar el ICMA en la etapa 4

Fuente: García Gómez (2012)

Paso 4.1. Cálculo del peso de las variables que componen el ICMA

Para realizar el cálculo del ICMA se deben tener en cuenta un grupo de variables, seleccionadas a partir de las diseñadas por Broche Fernández (2009), las cuales se modifican en función de los problemas detectados, que afectan el comportamiento medioambiental de la entidad, partiendo fundamentalmente de poder realizar un análisis cuantitativo de los mismos.

Una vez seleccionadas cada una de las variables se trabaja con el grupo de expertos, elegido en el paso 3.4, para que proceda a determinar el peso de cada una de ellas atendiendo al grado de importancia e influencia que presentan dentro de la organización.

Para determinar el peso específico de cada variable se utiliza el método de comparación por pareja (triángulo de Füller), para ello se procede solicitándole a los expertos la emisión de su juicio de preferencia entre dos criterios, mediante su comparación por parejas, tomando en

consideración las modificaciones planteadas por Marrero Delgado (2001), con respecto al método de Füller, referidas a los aspectos siguientes:

$E_{ij} = 1$ si la variable i es más importante que la j

$E_{ij} = 0$ si la variable i es menos importante que la j

$E_{ii} = 0$ una variable no es preferible sobre sí misma

$E_{ij} = 1/2$ si la variable i tiene igual importancia que la j

Posteriormente se realizan iteraciones sucesivas hasta llegar a un consenso, sobre si un criterio tiene mayor, menor o igual importancia que otro. Por último, se procede a determinar el peso de cada criterio utilizando la ecuación (2.4).

$$W_j = \frac{\sum_{j=1}^n E_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n E_{ij}} \quad (2.4)$$

Donde:

W_j : peso del criterio j

n : número total de criterios.

E_{ij} : nivel de importancia del criterio i sobre el j .

Paso 4.2. Análisis de la concordancia entre los expertos

Una vez determinado el peso de cada variable es necesario ver si existe concordancia o no en el juicio de los expertos. Para ello se utiliza la prueba de hipótesis que se muestra en el anexo 7.

En caso de que no exista concordancia entre el criterio emitido por los expertos en cuanto al peso otorgado a las variables analizadas se debe regresar al paso 4.1 con el objetivo de que los expertos vuelvan a hacer un análisis de las variables y lleguen a un consenso sobre la valoración que le realizan a cada una de ellas. Una vez que la prueba de hipótesis demuestre que existe concordancia entre el criterio de los expertos se procede a la ejecución del paso 4.3.

Paso 4.3. Evaluación de las variables que componen el ICMA

Se continúa el trabajo con el grupo de expertos, procediéndose a puntuar a cada una de las variables que componen el ICMA, de la forma siguiente:

- Al grupo de expertos se les muestra cada una de las variables con su peso ya definido, exponiendo así el orden de prioridad o grado de importancia de las mismas, según las características de la unidad objeto de estudio.
- Luego se procede a evaluar cada una de las variables cualitativas según su comportamiento en la empresa, a partir de los niveles siguientes (tabla 2.2).

Tabla 2.2. Niveles de comportamiento para dar puntuación a las variables cualitativas

Niveles de comportamiento	Puntos (Zj)
Muy bien	10-9
Bien	8-7
Regular	6-5
Mal	4-3
Muy mal	2-1

Fuente: Broche Fernández (2009)

Una vez conocida la información cualitativa y cuantitativa por los expertos, se podrá realizar la evaluación de las variables. Donde cada uno, por rondas, expondrá su valoración acerca de cada variable, tratándose siempre de llegar a un consenso y cuando no se obtenga este, se realizará una votación obteniéndose un valor promedio de las puntuaciones otorgadas que permita definir el comportamiento de la misma.

El análisis realizado por los expertos de las variables, que integran el ICMA como: consumo total de energía, consumo total de agua y consumo total de combustible (variables cuantitativas) se realizan de manera cuantitativa, a partir de analizar el por ciento de cumplimiento (% cumpl.) del plan ajustado a los niveles de producción y actividades, trazado en la empresa para cada una de las variables en función del real, utilizando la ecuación (2.5):

$$\% \text{ cumpl.} = \frac{\text{Real}}{\text{Plan}} * 100 \quad (2.5)$$

La tabla 2.3 muestra los niveles de comportamiento que se deben otorgar a cada variable cuantitativa a partir de los resultados del por ciento de cumplimiento del plan trazado en la unidad, en relación con los valores reales alcanzados.

Tabla 2.3. Niveles de comportamiento a partir del cumplimiento del plan de las variables cuantitativas

% cumplimiento	Niveles de comportamiento	Puntos (Zj)
$\% \leq 85$	Muy Bien	10-9
$85 < \% \leq 100$	Bien	8-7
$100 < \% \leq 110$	Regular	6-5
$110 < \% \leq 120$	Mal	4-3
$\% > 120$	Muy Mal	2-1

Fuente: Broche Fernández (2009)

Paso 4.4. Cálculo del ICMA

El indicador propuesto para evaluar el comportamiento ambiental de la industria se determina a partir de la ecuación siguiente:

$$ICMA = \frac{\sum_{j=1}^n (W_j * Z_j)}{n} * 100 \quad (2.6)$$

Donde:

ICMA : indicador de comportamiento medioambiental

W_j : peso relativo de la característica del patrón de excelencia

Z_j : puntuación dada a la característica del patrón de excelencia

n : cantidad de variables

Etapas 5. Evaluación del ICMA

Una vez determinado el ICMA se procede a evaluar el mismo partiendo de la escala mostrada en la siguiente tabla:

Tabla 2.4. Escala de evaluación del ICMA

Evaluación	Rango
Excelente	$100 \geq ICMA \geq 85$

Bien	$85 > \text{ICMA} \geq 65$
Regular	$65 > \text{ICMA} \geq 45$
Deficiente	$45 > \text{ICMA} \geq 30$
Grave	$30 > \text{ICMA} \geq 1$

Fuente: Broche Fernández (2009)

Para la confección de dicha escala, la autora, consultó la opinión de diferentes expertos, entre ellos especialistas en GMA del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), investigadores de esta rama en la Universidad Central de Las Villas (UCLV) y especialistas encargados de analizar los elementos medioambientales en industrias de diferentes tipos. El grupo de expertos define los rangos de evaluación del ICMA tomando como base la puntuación que se otorga a cada variable en función de su nivel de comportamiento, mostrado en las tablas 2.2 y 2.3. Se realizó además de conjunto con el grupo de expertos, para la confección de la escala, el análisis de todos los posibles escenarios en los que se puede presentar el ICMA, utilizando para ello el software Microsoft Excel.

2.1.3. Fase III. Análisis de los residuos

Esta tercera fase del procedimiento, considera el análisis de los residuos que producen un impacto ambiental, para ello se deben cumplimentar las etapas siguientes:

Etapas 6. Identificación de los residuos que producen impacto ambiental

El impacto ambiental lo constituye el cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización. (NC ISO 14 001:2015, 2015).

El impacto ambiental adverso produce contaminación en el medio ambiente. Para prevenir este es necesario el uso de procesos prácticos, materiales o productos que eviten, reduzcan o controlen la contaminación, que puede incluir el reciclado, tratamiento, cambios de procesos, mecanismos de control, uso eficiente de los recursos y sustitución de materiales.

Esta etapa identifica cuáles son los principales residuos generados en la producción y/o prestación de servicio en la instalación, para ello se parte de los resultados obtenidos en la aplicación de la encuesta realizada en la segunda fase de este procedimiento, referida a la identificación de los residuos generados en las áreas analizadas. Se realizan además

entrevistas al personal de la entidad que pueda ofrecer información detallada sobre este aspecto.

Etapas 7. Agrupamiento de residuos por tipo

Una vez diagnosticados los residuos que se generan en la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”, se agrupan según la literatura consultada (Hevia Lanier y Urquiaga Rodríguez, 2005b; Ingeniería Ambiental y Medio Ambiente, 2000) acorde a las características que presentan. Los grupos de residuos, son:

- **Residuos líquidos**
Los residuos de este tipo deben ser procesados en una planta de tratamiento de residuales líquidos como alternativa para evitar el vertimiento de los mismos al medio ambiente y evitar que sean una fuente de contaminación.
- **Residuos sólidos**
Los residuos sólidos son los que representan el mayor por ciento del total de los residuos generados y emitidos al medio ambiente, además son los que logran descomponerse en el mayor período de tiempo.
- **Residuos gaseosos**
El control de la no emisión de este tipo de residuos al medio considera establecer nuevos mecanismos de producción y/o prestación de servicios, se deben obtener tecnologías más avanzadas que logren realizar producciones más limpias, además de establecer mecanismos que permitan la limpieza de gases emitidos al medio.
- **Otros tipos de residuos**
Este grupo de residuos incluye los residuos de tipo orgánicos, ya sea por los desechos de alimentos los cuales son destinados para el alimento de animales, como los residuos que se generan en las modificaciones constructivas en las industrias, por citar algunos.

En esta investigación solo se tendrán en cuenta los residuales clasificados dentro del grupo de los residuos sólidos, pues son los que más se generan y en su mayoría terminan provocando un impacto perjudicial al medio ambiente al ser depositados, en un elevado porcentaje, en un vertedero o como rellenos sanitarios.

Los vertederos y los rellenos sanitarios son cada vez más elevados y plantean una serie de problemas y desventajas para el medio ambiente. En este sentido, el reciclaje y/o la recuperación de estos residuos sólidos, se convierte en una alternativa que el medioambiente agradece, pues reduce los residuos vertidos al mismo, además que proporciona una fuente de ingresos a las empresas y una mejora de su imagen ante los clientes y la sociedad.

Existe un estudio anterior, realizado en la Empresa de bujías “Neftalí Martínez” (Centro de estudios y servicios ambientales Villa Clara, 2014), centrado en evaluar las situaciones de emergencia y accidentes previos con impactos en el medio ambiente que provoca la entidad, en el que se decretan tres grandes grupos de residuales sólidos generados, estos son:

- Metales ferrosos y no ferrosos
- Papel y cartón
- Plásticos

2.1.4. Fase IV. Gestión de los residuos sólidos

Esta fase del procedimiento tiene como objetivo fundamental la gestión de los residuos sólidos clasificados, para su recuperación, desarrollando alternativas para la logística inversa de los mismos que, integrados al sistema logístico de la empresa, permita su mejor desempeño organizacional.

Etapas 8. Selección de la variante para la gestión de los residuos

La selección de la variante más favorable para la gestión de los residuos en la organización es un proceso de toma de decisiones que dependerá de sus características de desenvolvimiento económico, pues en algunas de ellas requiere grandes inversiones, estas variantes son las siguientes:

1. Variante A: subcontratación del servicio de recogida de los residuos sólidos

La subcontratación de este servicio a otra(s) empresa(s) es una alternativa para la organización, requiere la contratación de este servicio a empresa(s) especializada(s) e implica para la organización el pago por este servicio, lo que en ocasiones no es factible de ejecutar. En este caso la empresa contratada es la encargada de realizar la recogida y almacenamiento de los residuos. De seleccionar esta variante se procede directamente a ejecutar la fase V del procedimiento.

2. Variante B: gestión de los residuos, a cargo del cliente

Esta variante se caracteriza por ser la empresa que va a comprar los residuos, la encargada de realizar la recogida de los mismos y cobrar por el servicio. Tiene como ventaja fundamental para la industria que no tiene la responsabilidad sobre la transportación, pero pueden existir afectaciones al medio ambiente dado el bajo nivel de implicación, identificación y sentido de pertenencia del cliente con la planta industrial. En caso de seleccionar esta variante se procede directamente a la fase V del procedimiento.

3. Variante C: gestión de los residuos, a cargo de la organización

Esta variante es la menos beneficiosa para la industria desde el punto de vista económico, pues es la que debe encargarse de realizar la gestión del almacenamiento y transporte de los residuos. Supone, además, una inversión de capital monetario para, en caso de no contar con los medios de transporte necesarios poder ejecutar la compra de los mismos o el alquiler de ellos a otras organizaciones que brindan este tipo de servicios.

4. Variante D: mixta

La variante mixta considera acciones tanto de la organización como de la empresa que será la encargada de realizar la compra y transportación de los residuos. Las acciones de la entidad industrial están referidas solo a la selección, agrupamiento y almacenamiento de los residuos. Por las características de las empresas cubanas y el entorno de baja economía que estas presentan, la variante mixta es considerada la de mejores propósitos para la gestión de los residuos de manera que se beneficien ambas organizaciones.

Etapas 9. Organización del almacenamiento

Esta etapa parte de determinar cómo se almacenan estos residuos sólidos para su pronta recuperación en otros procesos. Para establecer las alternativas de almacenamiento es necesario proponer cuáles serán los requisitos de selección y/o clasificación de cada uno de los grupos de residuos sólidos anteriormente identificados.

Grupos de residuos sólidos:

- **Metales ferrosos y no ferrosos:** incluye todo desecho que contenga hierro y otros materiales no ferrosos como el aluminio, cobre, bronce, etc.
- **Papel y cartón:** incluye todos los desechos de papel y cartón generados en las oficinas, por el embalaje de los productos, etc.
- **Plástico:** se refiere a todos los productos que contengan plástico, poliestireno y goma

Alternativas para el almacenamiento de los desechos sólidos

Alternativa 1. Almacenamiento sencillo

- Metales ferrosos y no ferrosos: almacenarlo en contenedores de acero, con la identificación de su contenido.
- Papel y cartón: almacenarlo bajo techo en estiba directa.
- Plástico: almacenarlo en bolsas de polipropileno de 12 kg de capacidad, con la identificación de su contenido.

Alternativa 2. Almacenamiento en contenedores

- Metales ferrosos y no ferrosos: almacenarlo en góndolas o en contenedores de acero, con la identificación de su contenido.
- Papel y cartón: almacenarlo bajo techo en bultos atados con cuerdas de nylon, que tengan un peso aproximado de 5 kg y en estiba directa.
- Plástico: almacenarlo en contenedores de acero, con la identificación de su contenido.

Alternativa 3. Almacenamiento combinado

- Metales ferrosos y no ferrosos: almacenarlo en góndolas o contenedores de acero, con la identificación de su contenido.
- Papel y cartón: almacenarlo en bultos atados con cuerdas de nylon, que tengan un peso aproximado de 5 kg, bajo techo, en estiba directa y/o estanterías.
- Plástico: almacenarlo en contenedores de acero, con la identificación de su contenido y que contengan en su interior una bolsa de polipropileno de 12 kg de capacidad.

Para el almacenamiento de los bultos de papel y cartón se debe contar con la existencia de un local que sea de fácil acceso para la ejecución tanto de su almacenamiento como la recogida de los mismos. Para el acopio de los desechos metálicos ferrosos y no ferrosos se debe disponer de un área donde se puedan colocar los medios de almacenamiento seleccionados, hasta su transferencia al destino final. En caso de no existir los espacios que permitan realizar tales acciones, la empresa debe crearlos. Una vez almacenados los residuos, es necesario determinar el ciclo de recogida de los mismos, calculando la cantidad de medios de transporte necesarios para ello.

Etapa 10. Determinación del ciclo de recogida de los residuos sólidos

El ciclo de recogida de los residuos sólidos dependerá del tipo de medios de transporte con que cuente la empresa, que será la encargada de transportar los mismos. La determinación de la cantidad de medios de transporte necesarios para la recogida de estos desechos ya almacenados se realiza a partir de datos históricos en cuanto a la cantidad que se ha generado en la industria, utilizando el procedimiento propuesto por Cespón Castro y Amador Orellana (2003) mostrado en el anexo 8. El lugar se selecciona atendiendo a las características de cada área generadora de residuos sólidos. La mejor alternativa es colocarlo lo más cerca posible de los lugares donde se genere la mayor cantidad de residuos de cada tipo, en las áreas exteriores y que no dañen las fachadas de las edificaciones.

Etapa 11. Venta de los residuos

Para la venta de los residuos sólidos ya identificados y almacenados es necesario establecer contacto con la empresa encargada de realizar la compra de dichos residuos, para ello debe tomarse en cuenta la variante de gestión seleccionada en la etapa 8. En el caso de la provincia Villa Clara, la Empresa de Recuperación de Materias Primas de Villa Clara (ERMPVC) es la encargada de comprar y recuperar estos productos que terminan su ciclo de vida.

2.1.5. Fase V. Control

Etapa 12. Cálculo del indicador de comportamiento medioambiental de control (ICMAc)

El ICMAc es un indicador de control que permite evaluar si el comportamiento ambiental de la entidad logró mejorar o no una vez aplicadas las estrategias y/o alternativas propuestas en el procedimiento. Este indicador cuantifica importantes evoluciones en la protección medioambiental en la empresa y lo hace comparable no solo dentro de la empresa, para valorar su comportamiento año tras año, sino también como patrón de comparación con otras plantas industriales de su tipo o no. Para realizar el cálculo del indicador ICMAc se procede siguiendo los mismos pasos que para el cálculo del ICMA, planteados en la etapa 4, de la fase II de este procedimiento.

Etapa 13. Comparación del ICMAc vs. ICMA

En esta etapa se compara el resultado obtenido en el ICMAc con el ICMA, ya calculado en la etapa 4, fase II, del procedimiento.

Si el ICMAc > ICMA: los resultados alcanzados con la gestión de los residuos sólidos logran mejorar el comportamiento medioambiental de la industria, obteniendo así resultados favorables ya sea para la imagen de la organización como para la protección adecuada del medio ambiente. Sistematizar la ejecución a partir de la etapa 6 de la fase III del procedimiento, para garantizar un mejoramiento continuo de gestión medioambiental de la entidad.

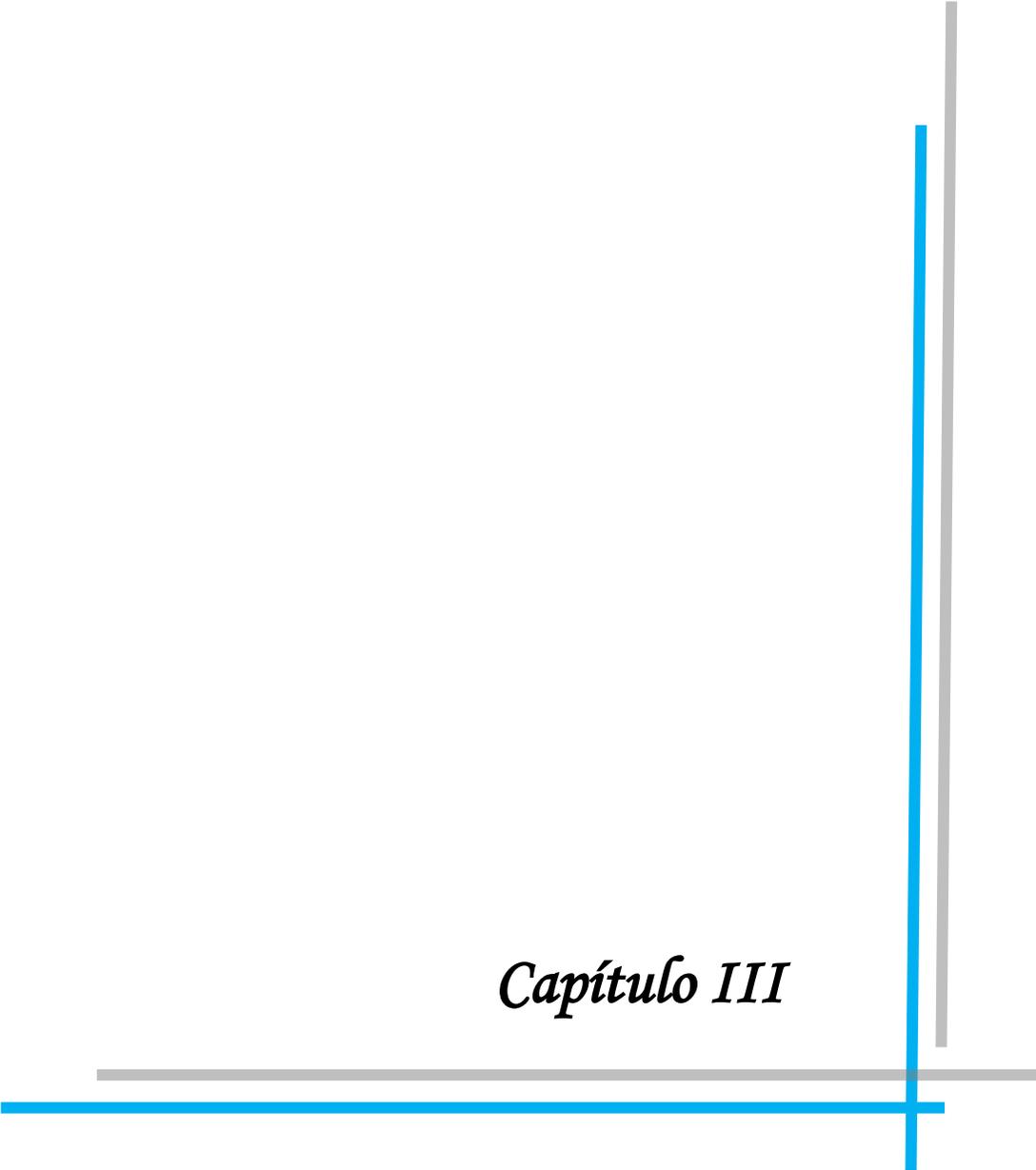
Si el ICMAc = ICMA: no se obtienen resultados satisfactorios en cuanto al mejoramiento del comportamiento medioambiental de la organización, procediendo nuevamente a comenzar por la etapa 3 de la fase II del procedimiento propuesto.

Si el ICMAc < ICMA: los resultados alcanzados con la gestión de los residuos sólidos no logran mejorar el comportamiento medioambiental de la industria, obteniendo así resultados desfavorables ya sea para la imagen de la organización como para la protección adecuada del medio ambiente. Reiterar la ejecución del procedimiento a partir de la etapa 3 de la fase II.

2.2. Conclusiones del capítulo

1. El procedimiento para la gestión de los residuos sólidos generados en Empresa de bujías “Nefthalí Martínez” en su estructura y contenido logra detectar con un alto nivel de profundidad e integrar los elementos de la gestión medioambiental con la logística inversa, permitiendo a los miembros de la organización, diagnosticar y evaluar el comportamiento medioambiental de la misma, a través de un indicador, de manera tal que se puedan identificar sus principales debilidades y proyectar alternativas de recuperación para los residuos sólidos, que una vez fuera de uso son vertidos al medio ambiente.
2. El instrumento metodológico propuesto permite realizar periódicamente una valoración cualitativa y cuantitativa de las variables que componen el ICMA en la Empresa de bujías “Nefthalí Martínez”, constituyendo una herramienta de evaluación del comportamiento medioambiental de la organización.

Capítulo III



Capítulo III. Aplicación del procedimiento para la gestión de los residuos sólidos generados en la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”

El objetivo de este capítulo consiste en la aplicación del procedimiento propuesto para la logística inversa de los residuos sólidos generados en la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”. El énfasis en la demostración de la hipótesis general de la investigación recayó, esencialmente, en la comprobación del instrumento metodológico desarrollado, para medir el comportamiento medioambiental de la empresa y revelar sus principales debilidades en tal sentido, así como gestionar los residuos sólidos que se generan. La gestión debe ser adoptada de manera pertinente en cada caso específico, con el objetivo de mejorar progresivamente el nivel actual de desempeño medioambiental de la entidad.

3.1. Resultados de la aplicación del procedimiento

A continuación, se presentan los resultados de la aplicación, en la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”, del procedimiento general y los específicos asociados, con el objetivo de demostrar la factibilidad de utilización del mismo como herramienta que permite mejorar el comportamiento ambiental en la industria, a partir de una gestión adecuada de los residuos sólidos que se generan.

3.1.1. Fase I. Caracterización

Etapas 1. Caracterización general de la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”

La Empresa de bujías “Neftalí Martínez”, única de tipo en el país, pertenece al Grupo de la industria sideromecánica (GESIME); se encuentra ubicada en el kilómetro uno de la carretera de Sagua la Grande a Santa Clara, en el municipio de Sagua la Grande, provincia de Villa Clara y ocupa un área de 37 000 m². Fue inaugurada el 17 de mayo de 1964.

La estructura organizacional de la empresa está integrada por una Dirección general y dos áreas de regulación y control: Dirección contable financiera y Dirección de capital humano. Dispone actualmente de cuatro unidades empresariales de base (UEB): Producción, a la cual se subordinan los talleres de producción, mantenimiento y herramental; Comercial; Desarrollo y Servicios. El organigrama de la entidad se muestra en el anexo 9, siendo esta una estructura de dirección de tipo lineal funcional

La distribución de trabajadores existente en la empresa, según las diferentes categorías ocupacionales se muestra en el anexo 10, entre los cuales existe un gran engranaje para que todo fluya de manera eficiente y con la mayor profesionalidad posible. La misma está acorde con las exigencias actuales, de buscar el mínimo de niveles de dirección y de crear unidades organizativas con funciones y facultades bien definidas, de modo que puedan ejecutar su

gestión con alta eficiencia y en consecuencia con los resultados de la empresa, para competir con sus producciones en el escenario económico actual. Opera bajo la marca comercial PRISMA y es una institución dedicada en lo fundamental a las producciones mecánicas, cuyo objeto empresarial es: producir y comercializar equipos y accesorios de la rama automotriz, la agricultura y la industria.

En el 2009 la empresa culminó el proceso, desde el diagnóstico hasta la implantación, del perfeccionamiento empresarial, convirtiéndose en una de las industrias más calificadas del país debido a la calidad de sus producciones y a la labor de técnicos y profesionales de probada experiencia a pesar de haber transitado por etapas muy difíciles como consecuencia del deterioro económico causado por el período especial de 1993 a 1998, en que se necesitó de ampliar las cooperaciones con otras empresas y diversificar las producciones, que demandaban los clientes: piezas para bicicletas, componentes para la fabricación de antenas y fusibles eléctricos, entre otros, así como introducir en la cartera de productos los surtidos de mangueras hidráulicas y neumáticas para equipos agrícolas y de transporte pesados y ligeros.

La misión de la empresa es ofrecer al mercado nacional cuatro décadas de experiencia y confiabilidad en la producción de bujías de encendido funcionales y competitivas y una amplia gama de mangueras hidráulicas y neumáticas avaladas por normas internacionales que satisfacen las necesidades de los clientes más exigentes, con disciplina, profesionalidad y un capital humano calificado y altamente competitivo.

Por otra parte, su visión consiste en ser una empresa que se distinga por la excelencia empresarial y el liderazgo en el mercado nacional en la producción de bujías y autopartes, con diseño e imágenes novedosas y una amplia gama de variedades y surtidos, afianzando la presencia en el Caribe y Latinoamérica con una alta tecnología, basada en una cultura organizacional caracterizada por más de cuatro décadas de experiencia, aprendizaje continuo y profesionalidad.

Valores actuales

- Compromiso con la sociedad
- Calidad del producto
- Equipo profesional
- Seguridad y humanismo
- Satisfacción con lo alcanzado
- Bienestar económico

En correspondencia con su objeto empresarial, su misión, visión y otras estrategias globales que presenta, establece su política integrada, enfocada hacia el cliente y que define el

compromiso de toda la organización y los principios de calidad a seguir por directivos y trabajadores: “Ofrecer al mercado nacional experiencia y confiabilidad en la producción de bujías de encendido y una amplia gama de mangueras hidráulicas y neumáticas, avaladas por normas internacionales, apoyados en una gestión de los recursos tecnológicos y humanos considerando la calidad de sus producciones, el respeto al medio ambiente y a la seguridad y salud de sus trabajadores, factores esenciales para lograr la excelencia de sus resultados.

Comprometidos todos a alcanzar el liderazgo a través de la mejora continua en la calidad, así como la prevención de la contaminación, mitigando todos los posibles impactos ambientales adversos y los riesgos laborales asociados a sus procesos, mediante la aplicación de medidas organizativas y tecnológicas que sean adecuadas y viables dentro del marco de su competencia y de sus recursos. Operando siempre bajo el estricto cumplimiento de las legislaciones vigentes que le sean de aplicación, así como respetar acuerdos voluntarios o requisitos que satisfagan las necesidades de los clientes más exigentes, con disciplina, profesionalidad y un capital humano calificado y altamente competitivo”.

La empresa trabaja con un sistema integrado de gestión, en correspondencia con la norma internacional NC ISO 9001:2015: sistema de gestión de la calidad; NC ISO 18001:2005: sistema de seguridad y salud en el trabajo; NC ISO 14001:2015: sistema de gestión ambiental, así como con los sistemas de gestión de capital humano, de comunicación y de la innovación. El sistema integrado de gestión involucra a todos los eslabones internos y externos de la empresa, incluyendo clientes, proveedores y otras partes interesadas. La dirección de la empresa audita y revisa regularmente esta política en las actividades internas y en las relaciones con otras partes interesadas, para la búsqueda continua de las oportunidades de mejora con el fin de elevar la eficacia, la eficiencia y el aporte al desarrollo de la economía nacional.

Las principales redes de distribución, con que cuenta la entidad para llegar a sus clientes, se desarrollan a través de DIVEP, CIMEX, TRANSIMPORT, AUTOIMPORT y MININT. Las compras de materiales y equipos de importación que necesita la entidad, entran a través de ACINOX y DIVEP comercial, empresas importadoras del Grupo GESIME del sistema empresarial del Ministerio de Industrias. Contrata, además, suministros importados a través de firmas radicadas en Cuba: Durero Caribe SA, Onduflex, Adypel, obteniendo mejores ofertas de precio y plazos de entrega.

La empresa se caracteriza fundamentalmente por:

- Productos de alta calidad abalada
- Alta dependencia de importaciones
- Colectivo de trabajadores unido y altamente comprometido

- Implementar el sistema integrado de gestión
- Trabajar en el desarrollo e introducción de nuevos productos

Caracterización ambiental de la entidad

Teniendo en cuenta las características de su proceso productivo, la Empresa de bujías “Neftalí Martínez” es considerada de contaminación moderada, por lo que se hace necesario profundizar en su relación con el medio ambiente.

El proceso requiere de mantenimiento sistemático y alta disciplina operacional, su tecnología es obsoleta y algunos de sus procesos no poseen sistemas de tratamiento de residuales. Se cuenta con un Plan de manejo de desechos peligrosos y su correspondiente licencia ambiental emitida por el CITMA provincial. Para los desechos sólidos no peligrosos existe una autorización por parte de comunales para su vertimiento en el vertedero municipal y el traslado se realiza por medios propios de la empresa.

La empresa posee un inventario de opciones de producciones más limpias, realizado a partir del análisis de los flujos de producción, los cuales se van implementando según las posibilidades y la cantidad de recursos que se necesitan.

Los procesos productivos de la empresa, así como sus productos al no constituir un peligro potencial para el medio ambiente, por no traer como consecuencia una afectación al mismo durante sus usos o la transportación, pueden utilizar una “marca internacional/estatal de calidad ambiental”.

La empresa tiene implementado el sistema de gestión ambiental según la NC ISO 14 001:2015, integrado al sistema de gestión de la calidad, capital humano, seguridad y salud en el trabajo, comunicación y gestión de la innovación.

La empresa, a pesar de utilizar en su proceso productivo productos tóxicos como hidróxido de sodio, ácido clorhídrico y sales de metales pesados, así como generar desechos galvánicos nocivos, no es considerado un objetivo económico con peligro químico, al tener creadas las herramientas de gestión de los desechos asociadas a todas las etapas de generación, que minimizan los impactos negativos de la industria.

Etapas 2. Identificación de los residuos de la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”

La Empresa de bujías “Neftalí Martínez” surge por la necesidad del país de producir bujías de encendido y mangueras hidráulicas y neumáticas de media y alta presión y amplio uso en la agricultura cañera y no cañera, la construcción y otras ramas de la economía nacional.

La entidad tiene cinco áreas productivas, talleres de mantenimiento y edificios socio administrativos en los cuales, debido a su funcionamiento, se crean residuos industriales y residuos sólidos que no son más que todas aquellas materias generadas por las actividades de

producción y consumo, que no poseen valor económico alguno para la entidad y que no corresponden a descargas de aguas o emisiones atmosféricas, pudiendo resultar de un proceso de fabricación, transformación, utilización, consumo o limpieza.

La cantidad generada depende, en cada momento, de la velocidad de producción con que se encuentre trabajando la industria, además de los desechos propios de las actividades socio administrativas y de mantenimiento.

▪ **Residuos gaseosos**

En la planta de cincado, de la entidad, se genera muy pequeña cantidad de residuos gaseosos los cuales son extraídos de la instalación e incorporados a la atmósfera a través de extractores, de acuerdo a la propia tecnología. Los más significativos, de los residuos gaseosos que en el proceso de cincado se libera, lo constituyen vapores con trazas de hidrógeno, provenientes del decapado de las piezas que recibirán el tratamiento superficial (galvanizado).

▪ **Residuos líquidos**

Los residuales líquidos en la empresa se pueden separar en:

- Residuales industriales
- Residuales provenientes de la cocina-comedor y albañales
- Residuales del drenaje pluvial

Residuales industriales: los constituyen las aguas que se generan en la planta de cincado como resultado de sus diferentes procesos de producción. Constituyen residuales contaminados con ácidos o álcalis, sales de metales pesados y aceite industrial, que son conducidos a una planta de tratamiento para su separación, neutralización y decantación, antes de su vertimiento definitivo.

Los residuales industriales son monitoreados, según establece el plan de calidad para la planta de tratamiento de aguas residuales, antes de su vertimiento hacia los canales conductores. Estas aguas residuales se caracterizan por poseer parámetros con límites máximos permisibles y se verifican con frecuencia bianual. Los resultados de los parámetros analizados en la caracterización y sus límites máximos permisibles, realizada en julio de 2015, por el Centro de estudios de química aplicada de la facultad de química-farmacia, de la Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas (Centro de estudios de Química Aplicada, 2015) se reflejan en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Resultados analíticos (físico-químico) de las aguas residuales y sus límites máximos permisibles promedios (LMPP) para los parámetros analizados

Parámetros	U/M	Resultados	LMPP
pH	U	8.35±0.07	6-9
Conductividad eléctrica	µS/cm	622±8.52	2 000
Temperatura	°C	30	40
Demanda química de oxígeno	mg/l	42.43±0.94	90
Demanda biológica de oxígeno	mg/l	9.0±0.61	40
Fósforo total	mg/l	24.62	4
Grasas, aceites e hidrocarburos	mg/l	5.0±1.18	10
Nitrógeno total	mg/l	< 5.0	10
Zinc	mg/l	0.65	< 5.0
Cadmio	mg/l	< 0.05	< 0.3

Fuente: Centro de estudios de Química Aplicada (2015)

De acuerdo a la NC 27:2012 “Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones”, donde se establecen los LMPP para las descargas en el cuerpo receptor Clase B, los análisis realizados por el laboratorio del Centro de estudios de química aplicada de la facultad de química-farmacia, de la Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas indican que el agua residual de la empresa mantiene todos los parámetros por debajo de los límites máximos permisibles, excepto para el contenido de fósforo total, que se encuentra por encima. Esta agua está considerada como apta para el vertimiento a la fuente receptora.

Residuales provenientes de la cocina-comedor y albañales: los residuales líquidos generados en las labores de cocción de los alimentos, fregado y demás actividades propias de la cocina pasan a una trampa de sólidos y grasas donde reciben un pre tratamiento antes de incorporarse a la red de drenajes albañales, que los llevan a la fosa séptica para posteriormente unirse al residual industrial antes de ser vertidos.

Residuales del drenaje pluvial: existe un sistema de drenajes para las aguas pluviales, que la recoge de los techos mediante bajantes, de las calles y de los parqueos. Esta es conducida, independiente del resto de las aguas residuales, hacia el exterior de la empresa a través la red de alcantarillado.

▪ **Residuos sólidos**

En la Empresa de bujías “Nefalí Martínez” se generan desechos sólidos inertes, recuperables y no recuperables. Dentro de estos se encuentran:

Residuos inertes: entre ellos arenas y otros desperdicios como desechos de los mantenimientos civiles y nuevas construcciones.

Residuos sólidos recuperables: son los residuos sólidos que son recolectados y enviados a la Empresa de Recuperación de materias primas, según compromisos de entregas planificados.

- Fragmentos de barras metálicas
- Virutas metálicas
- Papel y cartón
- Chatarra ferrosa y no ferrosa
- Poliestireno
- Fragmentos de mangueras de goma

Residuos sólidos no recuperables: estos abarcan los generados en cualquier parte de la entidad, incluyendo los almacenes. Se depositan en cestos, se recogen por un transporte de la entidad y se trasladan al vertedero municipal. Existe la autorización escrita por parte de Servicios comunales para su disposición final en el vertedero. Estos son:

- Cerámica
- Papel sanitario
- Vidrio

▪ **Desechos peligrosos**

La empresa cuenta con un Plan de manejo aprobado por el CITMA y licencia ambiental para los desechos siguientes:

- Aceites usados
- Luminarias fluorescentes
- Lodos galvánicos

De estos desechos peligrosos, los aceites usados son los que se generan en mayor cantidad. Estos están compuestos por los aceites utilizados en la refrigeración de las herramientas de corte y la lubricación de las máquinas herramientas.

Para la deposición de los diferentes tipos de residuos que se generan en la empresa, existen los siguientes puntos de vertimiento, distribuidos de la forma siguiente:

1. Taller de tornos automáticos
2. Taller de herramental
3. Taller de laminado y montaje
4. Planta de cincado
5. Planta de mangueras
6. Taller eléctrico
7. Edificio socio administrativo

3.1.2. Fase II. Análisis del comportamiento medioambiental

Etapas 3. Búsqueda y precisión de los problemas que afectan el comportamiento medioambiental de la entidad

Paso 3.1. Aplicación del cuestionario

La encuesta (anexo 4) fue aplicada a trabajadores seleccionados. Para comenzar, el personal responsable de la ejecución del diagnóstico explica a las personas que van a ser encuestadas cada uno de los elementos de la encuesta y aclara cualquier duda o mal interpretación a la hora de responder la misma, destacando siempre la importancia de esta para el trabajo que se realiza y en especial para la empresa. Con este objetivo se determina el tamaño de muestra empleando la ecuación (2.1) a partir de una población de 132 trabajadores que conforman la plantilla actual de la instalación. Se fijó un nivel de confianza del 95%; resultando necesario encuestar para el estudio un total de 99 trabajadores.

$$n = \frac{0.5(1-0.5)\left(\frac{1.96}{0.05}\right)^2}{1 + \frac{1}{132} \cdot 0.5(1-0.5)\left(\frac{1.96}{0.05}\right)^2 - \frac{1}{132}} = 98.43 \approx 99$$

Nivel de confianza = $1 - \alpha$; $\alpha = 0.05$

Percentil de la distribución normal = $Z_{1-\alpha/2} = Z_{0.975} = 1.96$ (tabla de la distribución normal)

La tabla 3.2 muestra la cantidad de trabajadores por categoría ocupacional que fueron encuestados durante la ejecución del diagnóstico, logrando así la implicación de todas las categorías ocupacionales en la búsqueda de los problemas que afectan el compartimiento medioambiental de la entidad. La cantidad de trabajadores por categoría ocupacional, que son encuestados, parte de un muestreo estratificado proporcional para la selección del tamaño de muestra.

Tabla 3.2. Cantidad de trabajadores encuestados en el estudio, por categoría ocupacional

Categoría ocupacional	Cantidad de trabajadores encuestados
Cuadros	7
Jefes directos	8
Técnicos	27
Administrativos	1
Operarios	52
Servicios	4
Total	99

Fuente: elaboración propia

Paso 3.2. Procesamiento de los resultados

Una vez aplicada la encuesta (anexo 4) se procedió a realizar una primera revisión de los aspectos contenidos en la misma, con el fin de detectar los problemas que afectan el comportamiento medioambiental en la instalación. Para ello se procesaron los resultados haciendo uso de la herramienta Microsoft Excel. Los resultados obtenidos se muestran en el anexo 11 y el análisis de los mismos se puede observar en el anexo 12.

Paso 3.3. Realización de entrevistas en profundidad

Para una mayor convicción y organización de la información obtenida, a partir del procesamiento de la encuesta aplicada al personal seleccionado para el estudio, fue necesario validar la misma. Para ello se realizan entrevistas en profundidad (anexo 5) a un grupo elegido, compuesto por diez trabajadores con experiencia y conocimiento sobre el tema que se está investigando, los cuales pueden profundizar y ofrecer su opinión sobre los resultados. De las entrevistas realizadas se derivan las deficiencias siguientes:

1. Deficiente control sobre algunos de los desechos que se generan en la instalación.
2. No se le da a conocer a los trabajadores las particularidades del Sistema de gestión medioambiental (SGMA).
3. Desconocimiento, por parte de la mayoría de los trabajadores, de los objetivos y metas medioambientales trazadas en la organización.
4. La mayoría de los trabajadores desconocen aspectos relacionados con el SGMA de la organización.
5. No existen los mecanismos que permiten darle un adecuado tratamiento a la totalidad de los residuos sólidos generados en la entidad.
6. Gran acumulación de virutas de acero.

7. Grandes niveles de generación de desechos sólidos recuperables como virutas metálicas, fragmentos de barras metálicas, papel, cartón, poliestireno y chatarra ferrosa y no ferrosa.
8. No existen los recipientes contenedores para recolectar los desechos de acuerdo a su clasificación.
9. Manejo de grandes cantidades de aceites lubricantes industriales
10. La exposición al ruido, en algunos puestos, es bastante severa.

Paso 3.4. Agrupamiento de los problemas detectados

Se requirió la determinación de un grupo de expertos a partir de la ecuación (2.2), el cual fue conformado por directivos y técnicos conocedores de la gestión medioambiental, con el propósito de evaluar las variables que componen el ICMA, necesario en el análisis de este indicador. Fijando un nivel de confianza del 90%, el valor de la constante k es 2.6896, para un nivel de precisión deseado del 10% y la proporción estimada de errores de los expertos de un 0.18.

$$M = \frac{p * k * (1 - p)}{i^2} = \frac{0.10 * 2.6896 * (1 - 0.10)}{0.18^2} = 7.47 \approx 8$$

M = 7.47 expertos, es decir, se requieren 8 expertos para realizar el primer análisis para un 10 % de error en la estimación.

Una vez aplicada la autoevaluación para determinar el nivel de competencia, como se aborda en el capítulo anterior, a cada uno de los diez candidatos a expertos considerados (anexo 13), se seleccionan los 8 necesarios, que resultaron tener todos un coeficiente de competencia alto (anexo 14). En la tabla 3.3 se muestran los resultados de las autoevaluaciones y del cálculo de los coeficientes de competencia de los candidatos a expertos analizados.

Tabla 3.3. Resultados de la selección de los expertos

Candidato a experto	Coeficiente de conocimiento K _c	Coeficiente de fundamentación K _a	Coeficiente de competencia K	Clasificación del experto
C1	0.9	0.820	0.860	CCA
C2	0.9	0.705	0.800	CCA
C3	0.7	0.825	0.760	CCM
C4	0.9	0.900	0.900	CCA
C5	0.7	0.895	0.800	CCA
C6	0.8	0.890	0.850	CCA
C7	0.8	0.890	0.850	CCA
C8	0.8	0.810	0.810	CCA

C9	0.8	0.905	0.850	CCA
C10	0.8	0.840	0.820	CCA

Fuente: elaboración propia

Para el agrupamiento de los principales problemas detectados que afectan el comportamiento medioambiental de la empresa se trabaja en función de determinar las deficiencias similares, mediante la diferenciación entre problema y síntoma, dando como resultado esta acción una efectiva definición de los mismos, con los efectos desfavorables que provocan.

1. Capacitación del personal en materia medioambiental.

- No se le da a conocer a los trabajadores las particularidades del sistema de gestión medioambiental (SGMA).
- La mayoría de los trabajadores desconocen aspectos relacionados con el SGMA de la organización.
- Desconocimiento, por parte de la mayoría de los trabajadores, de los objetivos y metas medioambientales trazadas en la organización.

2. Deficiente control de los residuos que se generan.

- Gran acumulación de virutas de acero
- No existen los recipientes contenedores para recolectar los desechos de acuerdo a su clasificación.
- Deficiente control sobre algunos de los desechos que se generan en la instalación.

3. Obsolescencia en la tecnología y deficiencia de medios para su adecuado mantenimiento.

- No existen los mecanismos que permitan darle un adecuado tratamiento a la totalidad de los residuos sólidos que se generan en la entidad.
- Grandes niveles de generación de desechos sólidos recuperables como virutas metálicas, fragmentos de barras metálicas, papel, cartón, poliestireno y chatarra ferrosa y no ferrosa.
- Manejo de grandes cantidades de aceites lubricantes industriales.
- Exposición a elevados niveles de ruido en varios puestos de trabajo.

Etapas 4. Cálculo del indicador de comportamiento medioambiental (ICMA)

Paso 4.1. Cálculo del peso de las variables que componen el ICMA

Una vez identificados los problemas que afectan el comportamiento medioambiental de la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”, se procede a seleccionar las variables que van a formar parte del análisis del ICMA. Estas variables se seleccionan a partir de las diseñadas por Broche Fernández (2009) y modificadas en función de los problemas detectados, que afectan el comportamiento medioambiental de la empresa.

El grupo de variables que se proponen a tener en cuenta para dicha investigación son las mostradas en la tabla siguiente:

Tabla 3.4. Variables a tener en cuenta para el análisis del ICMA

Nº	Variables que componen el ICMA
1	Consumo total de materiales
2	Cantidad total de embalajes
3	Cantidad total de residuos sólidos
4	Cantidad de residuos sólidos reciclables
5	Cantidad de residuos sólidos no reciclables
6	Cantidad total de aguas residuales
7	Consumo total de energía
8	Consumo total de agua
9	Consumo total de combustibles

Fuente: modificado a partir de Broche Fernández (2009)

Utilizando el método del triángulo de Füller y el trabajo creativo en grupo de expertos, seleccionados en la entidad, se realiza la comparación por parejas de las variables que compone el ICMA (anexo 15) y se determina el peso y la puntuación de cada una de ellas (anexo 16). En la tabla 3.5 se organizan las variables que componen el ICMA de acuerdo al peso otorgado por los expertos, permitiendo analizar los principales factores que afectan el comportamiento medioambiental de la entidad.

Tabla 3.5. Orden de prioridad otorgado por los expertos y peso de cada una de las variables que componen el ICMA

Orden	Variables	W_j
1 ^{ra}	Cantidad total de residuos sólidos	0.1944
2 ^{da}	Cantidad de residuos sólidos reciclables	0.1580
3 ^{ra}	Consumo total de materiales	0.1128
4 ^{ta}	Cantidad total de embalajes	0.1094
5 ^{ta}	Consumo total de combustibles	0.0990
6 ^{ta}	Consumo total de agua	0.0955

7 ^{ma}	Consumo total de energía	0.0816
8 ^{va}	Cantidad total de aguas residuales	0.0764
9 ^{na}	Cantidad de residuos sólidos no reciclables	0.0729

Fuente: elaboración propia a partir del resultado del trabajo con los expertos

Paso 4.2. Análisis de la concordancia entre los expertos

Una vez recopilado el criterio de cada experto, resulta necesario validar o determinar si existe concordancia entre los mismos, para lo cual se plantea la hipótesis analizando el coeficiente de concordancia de Kendall (W), asumiéndose un nivel de confianza del 95%. En la validación de la hipótesis planteada sobre la concordancia entre el juicio de los expertos se concluye que se cumple la región crítica (se rechaza H₀), lo cual demuestra que existe concordancia entre el juicio de los mismos.

Los resultados de los cálculos realizados para la prueba de hipótesis para el análisis de concordancia o no entre el juicio de los expertos y la validación de sus criterios, así como el orden de importancia otorgado por los mismos a las variables que componen el ICMA, se muestran en el anexo 17.

Paso 4.3. Evaluación de las variables que componen el ICMA

Después de contar con toda la información cualitativa y cuantitativa disponible (descrita en el paso 4.1), cada uno de los expertos expone por rondas su valoración acerca de cada variable, tratando de llegar a un consenso en cuanto a los niveles de comportamiento de cada una de ellas en la entidad. La evaluación de las variables cualitativas se realiza de acuerdo con lo expuesto en la tabla 2.2, mientras que la de las variables cuantitativas, relacionadas con el consumo de energía, agua y combustible, se efectúa a partir de la ecuación 2.5 (anexo 16) y la tabla 2.3 del capítulo II.

Paso 4.4. Cálculo del ICMA

Para la determinación del ICMA, que evalúa el comportamiento medioambiental de la industria, se utilizan los datos obtenidos del trabajo con los expertos, mostrados anteriormente en el anexo 16.

$$ICMA = \frac{\sum_{j=1}^n (W_j \times Z_j)}{n} \times 100 \qquad ICMA = \frac{5.1146}{9} \times 100 = (0.5683) \times 100 = 56.83\%$$

El valor obtenido es de 56.83%.

Etapa 5. Evaluación del ICMA

Una vez determinado el ICMA se llevó a cabo la evaluación del mismo, partiendo de la escala mostrada en la tabla 2.4. Al obtenerse como resultado un valor de 56.83 %, fue ubicado en el intervalo de $65 > \text{ICMA} \geq 45$, indicando que el comportamiento medioambiental de la entidad es regular. Este resultado se basa principalmente en las variables de mayores problemas, como son: la cantidad total de residuos sólidos, de residuos sólidos reciclables y el consumo total de materiales. La mayoría de los residuos sólidos no se recuperan, ni se le hace ningún tratamiento antes de desecharlos en el vertedero, no se garantiza una adecuada gestión de los desechos sólidos, por su indebida selección y clasificación para el posterior reciclaje, ya sea por estar contaminados con otros residuos o por la mala gestión realizada. En ocasiones, la cantidad de contenedores o de cestos de basura es insuficiente para separar los desechos por tipo en las propias fuentes de generación, lo que propicia la contaminación de los mismos. El consumo total de materiales está condicionado por la obsolescencia de la tecnología instalada y la deficiencia de medios para su adecuado mantenimiento.

3.1.3. Fase III: Análisis de los residuos

Etapa 6. Identificación de los residuos que producen impacto ambiental

Los principales residuos que se generan en la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”, identificados anteriormente en la etapa dos y que producen impacto ambiental, son:

- Residuos sólidos del proceso como: fragmentos de barras metálicas, virutas metálicas y fragmentos de mangueras de goma.
- Papeles de oficina y reportes de producción en desuso.
- Estuches de cartón y poliestireno, provenientes de los embalajes de la producción y de las materias primas.
- Chatarras ferrosas y no ferrosas de los talleres de mantenimiento.
- Aceites utilizados en la refrigeración de las herramientas de corte y la lubricación de las máquinas herramientas.
- Residuos líquidos del proceso de cincado y de la cocina-comedor, aguas albañales y del drenaje pluvial.
- Vapores con trazas de hidrógeno, resultantes del proceso de cincado

Los residuos gaseosos son ínfimos y no se consideran impactantes al medio ambiente. Los residuales líquidos, aunque pueden producir impacto medioambiental, son controlados y tratados con una buena tecnología disponible, cumpliendo con los parámetros establecidos en la NC 27:2012 “Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones”, que regula sus límites máximos permisibles promedio.

Etapas 7. Agrupamiento de residuos por tipo

Luego de identificados los residuos que se generan en la unidad y analizados los que mayor impacto ambiental pueden producir, se procede a agruparlos según sus características.

- Residuos gaseosos: vapores con trazas de hidrógeno, resultantes del proceso de cincado.
- Residuos líquidos: residuales del proceso de cincado y de la cocina-comedor, aguas albañales y del drenaje pluvial y aceites utilizados en la refrigeración de las herramientas de corte y la lubricación de las máquinas herramientas.
- Residuos sólidos: fragmentos de barras metálicas, virutas metálicas, chatarra, fragmentos de mangueras de goma, papel, cartón y poliestireno.

En lo adelante, en la investigación solo se tienen en cuenta los residuos sólidos. Ellos son los que representan el mayor porcentaje del total de residuos que se generan y se pueden dividir en tres grandes grupos:

- Metales: incluye todo desecho de metales ferrosos y no ferrosos como acero, aluminio, bronce y chatarras.
- Papel y cartón: incluye todos los desechos de papel y cartón generados en las oficinas y por el envase y embalaje de los productos y materias primas, además de reportes de producción y diversa papelería, desechados.
- Plástico: se refiere a todos los productos que contengan plástico como tubos, planchas, láminas y pedazos de PVC de distintos trabajos de mantenimiento y reparación. Se incluyen bolsas de polipropileno, fragmentos de mangueras de goma y embalajes de poliestireno.

3.1.4. Fase IV. Gestión de los residuos sólidos

Etapas 8. Selección de la variante para la gestión de los residuos

De las variantes descritas en el procedimiento utilizado para realizar la gestión de los residuos sólidos se selecciona la D (mixta), por ser la que desde el punto de vista de esta entidad industrial supone mejores ventajas económicas, al no requerir grandes inversiones y solo necesitar capacitación al personal que será el encargado de velar por la adecuada clasificación y almacenamiento de los residuos.

Etapas 9. Organización del almacenamiento

Grupos de residuos sólidos reciclables:

- Metales: fragmentos de barras metálicas, virutas metálicas, residuos de la fabricación y reparación de piezas en los talleres de herramental y mantenimiento y la chatarra.
- Papel y cartón: papeles de oficina, reportes de producción en desuso y embalajes de cartón.
- Plástico: fragmentos de goma, poliestireno, tubos y pedazos de PVC de distintos trabajos de mantenimiento y reparación.

Para el almacenamiento de estos residuos sólidos reciclables se tomó alternativa 3 (almacenamiento combinado) como la mejor de las descritas en esta etapa del procedimiento, por ser en este caso la que más se ajusta debido a las características que tiene la entidad en cuanto a las áreas donde se colocarán los contenedores para el almacenamiento de los residuos, las cuales son de fácil acceso a los medios de recogida. Se selecciona además esta alternativa para evitar el posible derrame de los desechos recogidos por las roturas de las bolsas de polipropileno. Las bolsas se colocan dentro de los contenedores de acero.

A continuación, se hace referencia a los elementos a tener en cuenta para el correcto almacenamiento de los residuos sólidos a partir de la variante seleccionada:

Alternativa 3. Almacenamiento combinado

- Metales: almacenarlo en góndolas o contenedores de acero, con la identificación de su contenido.
- Papel y cartón: almacenarlo en bultos atados con cuerdas de nylon, que tengan un peso aproximado de 5 kg, bajo techo, en estiba directa y/o estanterías.
- Plástico: almacenarlo en contenedores de acero, con la identificación de su contenido y que contengan en su interior una bolsa de polipropileno que soporte 12 kg de capacidad.

Atendiendo a las particularidades y propiedades físicas de los metales a recolectar es necesario almacenarlos en góndolas o de forma provisional en contenedores de acero hasta su transferencia al medio de transporte que lo conduce al destino final. Los contenedores de acero, existentes en la entidad, son recuperados de los envases de aceites de lubricación y enfriamiento de las máquinas herramientas.

La cuerda de nylon que se utiliza para atar los bultos de papel y cartón y el cierre de las bolsas de polipropileno se recupera de embalajes similares, con que se reciben los envases de cartón para el empaque de las producciones terminadas, provenientes de Durero Caribe SA. Las bolsas también son recuperadas de los embalajes de mangueras, provenientes de la exportación.

El lugar de almacenamiento de los residuos sólidos reciclables se realiza a la intemperie para los metales y bajo techo para el resto, en estibas separadas por tipos de desechos, en un local desocupado en la entidad de 45 m³, propiciando una buena protección para los bultos y las bolsas.

Los contenedores de acero para las virutas metálicas de los talleres de herramental y tornos automáticos se colocan a la salida de este y la góndola al fondo del almacén de lubricantes. Los fragmentos de barras de los diferentes metales se depositan en contenedores de acero en un local cerrado, existente para este objetivo, contiguo al almacén de barras.

Se coloca un contenedor per cápita con una bolsa de polipropileno en su interior, en los talleres eléctricos y de montaje y en la planta de mangueras para la recolección de los desechos plásticos y de goma. Las bolsas, una vez llenas, son retiradas, cerradas y depositadas bajo techo, en el mismo local del papel y cartón.

Todos los locales habilitados para la deposición y almacenamiento temporal de los diferentes residuos sólidos reciclables poseen fácil acceso para los medios de transporte que se decidan utilizar. En el área de almacenamiento temporal en contenedores de acero la entidad cuenta con una grúa monorraíl para el izado de estos y el vertimiento de la viruta al medio de transporte a utilizar.

Etapa 10. Determinación del ciclo de recogida de los residuos

Para establecer el ciclo de recogida de los residuos sólidos reciclables ya almacenados se determina primeramente la cantidad de medios de transporte, necesarios para su traslado. Los cálculos se realizan a partir de los datos estadísticos anuales, obtenidos de la generación promedio durante el máximo nivel de actividades en la entidad, información que se muestran en el anexo 18. Una vez determinada la cantidad de residuos generados en la entidad es necesario conocer el número de contenedores, bolsas y bultos que se requieren para su almacenaje. Según los cálculos mostrados en el anexo 18, son necesarios 23 contenedores para la recopilación temporal de los residuos metálicos, hasta su deposición en el medio de transporte a disposición, mientras que mensualmente el plástico será embalado en cuatro bolsas y se confeccionarán 13 bultos de papel y cartón. Los contenedores metálicos y las bolsas de polipropileno se colocarán en los lugares donde mayor cantidad de residuos se genere.

Para dar respuesta a la recogida de los residuos sólidos reciclables ya almacenados se analizan las siguientes variantes:

- La organización se encarga de realizar la gestión del almacenamiento y transporte de todos los residuos en sus diferentes embalajes.
- La empresa que va a comprar los residuos, es la encargada de realizar la transportación de los residuos y cobrar por el servicio.

La Empresa de bujías “Neftalí Martínez”, para la transportación de los residuos sólidos reciclables dispone en su parque automotor de un camión de volteo con capacidad estática de 4 toneladas o 5 m³ de volumen.

La Empresa de bujías posee contrato (anexo 19) firmado con la Empresa de Recuperación de Materias Primas (ERMP) Villa Clara con el objeto de la compra-venta de desechos reciclables de todo tipo. Para la recogida de los desechos metálicos la ERMP deposita en la entidad los

recipientes conocidos como góndolas, de 7 toneladas de capacidad estática o 6.25 m³ de volumen.

La cantidad de medios de transporte necesarios para la recogida de los residuos, se determina por el procedimiento descrito en el anexo 8. Fundamentado en la metodología descrita por Cespón Castro y Amador Orellana (2003), al resultar que $U_0 > cw$ se puede concluir que existe una falta de volumen en los medios de transporte por la presencia de una carga ligera. Para la aplicación del procedimiento mencionado anteriormente, se determinó la carga y el volumen a transportar durante un ciclo de rotación. Se obtuvo como resultado que el ciclo de recogida será mensual y se efectúa en función del medio de transporte a disposición, como se muestra de forma conclusiva al final del anexo 20.

Para facilitar la recogida de los residuos por los medios de transportación se ubicarán los contenedores metálicos en lugares estratégicos, como son:

- Taller de tornos automáticos
- Taller de montaje
- Planta de mangueras
- Taller eléctrico

Las áreas anteriormente mencionadas no solo fueron seleccionadas por su ubicación, sino, por ser los lugares donde se genera la mayor cantidad de residuos en la entidad.

Etapas 11. Venta de los residuos

La Empresa de bujías “Nefalí Martínez” procede a efectuar la venta de los residuos sólidos reciclables, a la Empresa de Materia Prima de Villa Clara, de acuerdo a las cláusulas del contrato firmado entre las partes (anexo 19), permitiendo así a la entidad obtener beneficios económicos que con anterioridad se desechaban.

3.1.5. Fase V. Control

Etapas 12. Cálculo del indicador de comportamiento medioambiental de control (ICMAc)

Luego de haber estado aplicando las alternativas propuestas en el procedimiento propuesto por un período aproximado de más de un año, es posible evaluar si el comportamiento ambiental de la entidad ha alcanzado alguna mejoría.

Para el cálculo del ICMAc se procede de forma análoga al trabajo realizado con los expertos para la determinación del ICMA, donde cada uno de ellos expone por rondas su valoración acerca de cada variable, tratando de llegar a un consenso en cuanto a los niveles de comportamiento de cada una de ellas en la entidad.

Los resultados obtenidos de la evaluación que realizaron los expertos a cada una de las variables que integran el ICMAc así como el resultado del cálculo de este indicador se muestran

en el anexo 21. El orden de prioridad de las variables continúa siendo el mismo y los resultados obtenidos muestran una leve mejoría en algunas de las variables analizadas y en el comportamiento medioambiental de la entidad, a partir de la aplicación de iniciativas para la recuperación de los residuos sólidos que se generan. Como resultado se obtiene que el indicador de comportamiento medioambiental de control aumenta hasta valores alrededor del 70.66 %, permitiendo a la empresa salir de la calificación de regular que poseía antes de aplicar el procedimiento desarrollado y alcanzar la calificación de bien, de acuerdo a la escala de evaluación propuesta.

Etapa 13. Comparación del ICMAc con el ICMA

Comparando el resultado obtenido en el cálculo de los indicadores de comportamiento medioambiental (ICMA), obtenido en la etapa 4 de la fase II del procedimiento (56.83 %) y el de control (ICMAc), determinado en la etapa anterior de esta fase (70.66 %), se aprecia que con los resultados alcanzados con la gestión de los residuos sólidos en la empresa se logra un discreto avance en el comportamiento medioambiental de la industria, obteniendo así resultados favorables ya sea para la imagen de la organización como para la protección adecuada del medio ambiente.

Para garantizar el mejoramiento continuo de gestión medioambiental de la entidad se sistematiza la aplicación y ejecución del procedimiento a partir de su etapa 6 de la fase III.

3.2. Valoración de los beneficios obtenidos

Una vez transcurrido alrededor de un año de aplicado el procedimiento se comprueba que el ICMAc > ICMA, a partir de los resultados obtenidos en la fase V del mismo.

Como resultado de la aplicación del procedimiento propuesto, la organización obtiene beneficios ambientales al proveerse de una efectiva herramienta para la evaluación medioambiental y posterior reducción de emisiones de desechos sólidos al medio ambiente. Se logra mejorar el comportamiento medioambiental de la empresa a partir de la ejecución de alternativas para la logística inversa de los residuos sólidos generados, permitiendo así recuperar estos residuos y atenuar la afectación al medio ambiente, quedando así validada la hipótesis planteada en la presente investigación.

La empresa obtiene beneficios económicos a partir de la venta de los residuos gestionados y de la integración, coordinación y racionalidad en los procesos logísticos de la organización, mejorando su imagen corporativa. En la tabla 3.6 se muestra el comportamiento de los beneficios económicos por la gestión de los residuos sólidos recuperables antes (2014) y después (2016) de aplicar el procedimiento.

Tabla 3.6. Comparación de los beneficios económicos obtenidos por concepto de recuperación de los residuos sólidos en los años 2014 y 2016

Residuos	UM	Precio por tonelada	Periodo		Beneficios	
			2014	2016	2014	2016
Metales	t	16.00 CUC	15.00	93.00	160.00	1488.00
Papel y cartón	t	15.00 CUC	0.250	0.800	3.75	12.00
Plásticos (poliestireno)	t	208.00 CUP	0.057	0.350	11.86	72.80
Total (moneda total)					175.61	1572.80
Diferencia (moneda total)					-	1397.19

Fuente: elaboración propia a partir de datos estadísticos de la empresa

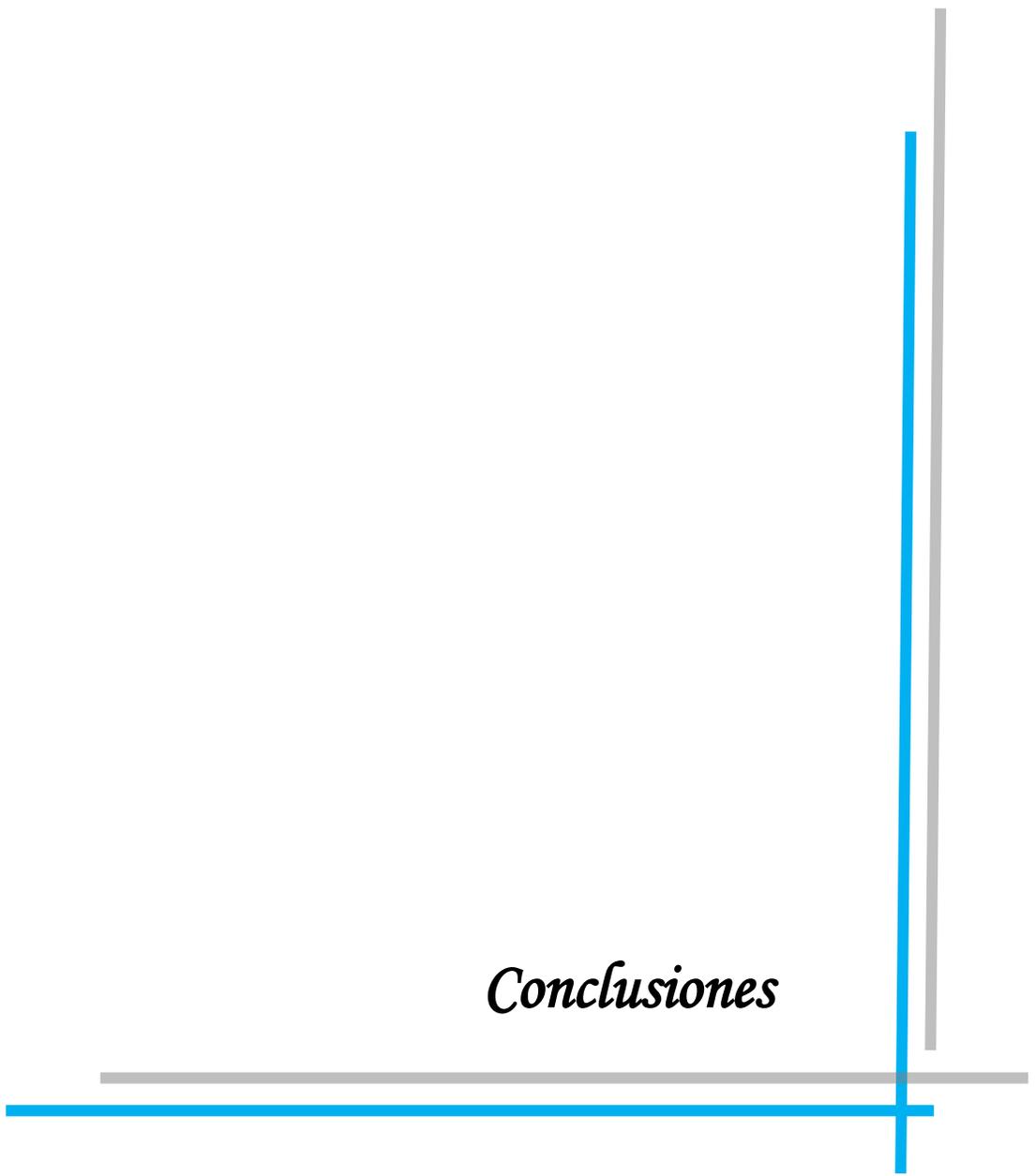
Por último, como resultado de la aplicación consecuente del procedimiento se obtienen beneficios sociales al mejorarse la calidad de vida tanto de sus trabajadores como de las personas que viven en las zonas aledañas a la industria. Además de quedar registrada la bibliografía consultada y utilizada en esta investigación para próximos trabajos o investigaciones similares a realizar.

3.3. Conclusiones del capítulo

1. El procedimiento para la gestión de los residuos sólidos permitió evaluar el comportamiento medioambiental de la empresa objeto de estudio, así como la identificación de los residuos que se generan en la misma para el establecimiento de alternativas de recuperación adecuadas de los mismos, contribuyendo a una mejora ambiental continua.
2. Con la aplicación del procedimiento se detectaron problemas referidos fundamentalmente a la emisión de residuos sólidos al medio ambiente y a un deficiente comportamiento ambiental debido a que la organización no cuenta con un mecanismo que permita una adecuada gestión de los mismos para atenuar la emisión al medio ambiente, además del desconocimiento del tema por gran parte de sus trabajadores.
3. En el desarrollo de la aplicación del procedimiento, el cálculo del ICMA y su comparación con el ICMAc, permite a la empresa salir de la calificación de regular que poseía y alcanzar la calificación de bien, lo que sirve como un patrón de comparación para el futuro consigo misma y con industrias similares.

4. La organización obtiene beneficios ambientales, mejora su imagen y genera ingresos anuales alrededor de los \$ 1500.00 por concepto de recuperación de los residuos sólidos.

Conclusiones

A decorative graphic consisting of two vertical lines and two horizontal lines. The left vertical line is blue and extends from the bottom edge to about two-thirds of the way up the page. The right vertical line is grey and extends from the bottom edge to the top edge. A horizontal grey line crosses both vertical lines near the bottom. A horizontal blue line is positioned below the grey horizontal line, extending from the left edge to the right edge.

Conclusiones generales

El desarrollo de la presente investigación materializada en los aspectos teóricos y conceptuales, expuestos en el estudio de la gestión de los residuos sólidos, y ajustado a las características de la Empresa de bujías “Nefalí Martínez” y su aplicación, permite arribar a las conclusiones siguientes:

1. La bibliografía nacional e internacional reconoce la importancia de la logística inversa en el marco empresarial actual, destacando la necesidad de establecer vías que permitan lograr la recuperación de los residuos que son vertidos al medio ambiente y que ponen en peligro los ecosistemas terrestres.
2. El procedimiento para la gestión de los residuos sólidos generados en Empresa de bujías “Nefalí Martínez” logra integrar los elementos de la gestión medio ambiental con la logística inversa, permitiendo a la organización, diagnosticar y evaluar el comportamiento medioambiental, de manera tal que pueda identificar sus principales debilidades y proyectar alternativas para la recuperación de los residuos sólidos que, una vez fuera de uso, son vertidos al medio ambiente.
3. La aplicación del procedimiento en la entidad, demuestra la factibilidad y conveniente utilización de este como instrumento metodológico efectivo para perfeccionar progresivamente la gestión medioambiental en la empresa.
4. Una vez aplicado el procedimiento se logran mejoras en el indicador de comportamiento medioambiental de la entidad, sirviendo de patrón de comparación futuro para la empresa consigo misma y con industrias similares. Unido a lo anterior la organización obtiene beneficios ambientales y sociales, mejora su imagen corporativa y genera beneficios anuales alrededor de los \$ 1 500.00 por concepto de recuperación de los residuos sólidos.

Recomendaciones

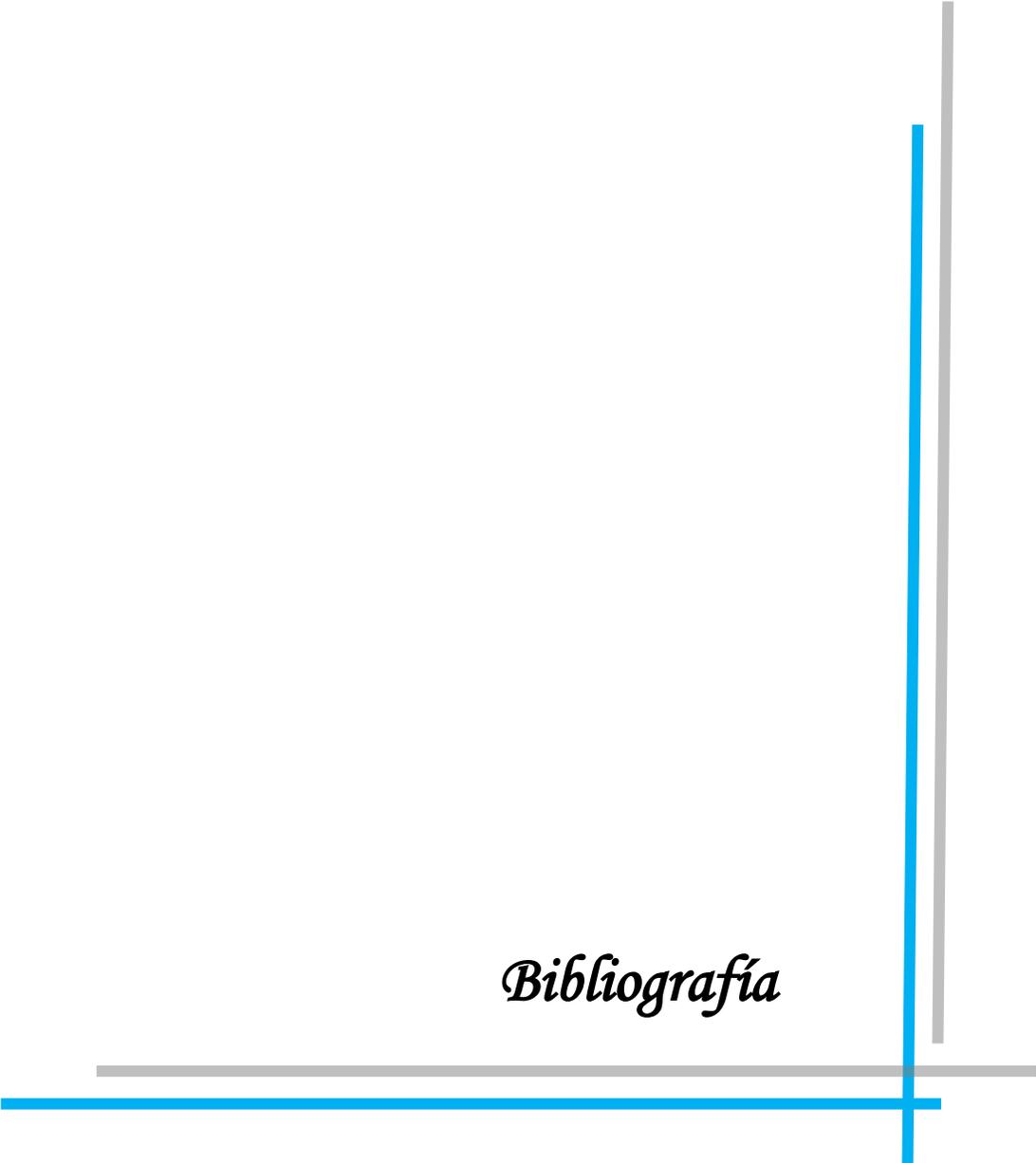


Recomendaciones

Del estudio realizado, así como de las conclusiones generales emanadas del mismo, se recomienda:

1. Velar por la adecuada aplicación del procedimiento para la gestión de los residuos sólidos, trazada en la Empresa de bujías “Neffalí Martínez”.
2. Sistematizar la aplicación y ejecución del procedimiento a partir de su etapa 6 de la fase III para garantizar el mejoramiento continuo de gestión medioambiental de la entidad a partir del cálculo y comparación del ICMAc con el ICMA.
3. Extender el estudio de búsqueda y precisión de los problemas que afectan el comportamiento medioambiental de la organización a la comunidad.
4. Dar continuidad al perfeccionamiento del procedimiento propuesto en la investigación que permita alcanzar rapidez en la toma de decisiones en la organización.
5. Continuar la divulgación de las experiencias y resultados obtenidos en el trabajo de investigación, a través de publicaciones científicas en revistas y eventos científicos nacionales e internacionales, todo lo cual contribuirá a la generalización de dichos resultados.

Bibliografía



Bibliografía

- AITEX (2000) ¿Conoces si su empresa cumple la legislación medioambiental? En <http://www.textil.org/extranet/inf/Noticia.asp?Noticia=91>
- Angulo Rivera, J. C. (2004). Logística inversa (Monografía). En <http://www.monografias.com/trabajos15/logistica/logistica.shtml#INVERSA>
- ANPP (1997). Ley Nº 81 del Medio Ambiente. Asamblea Nacional del Poder Popular. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Edición extraordinaria, año XCV. N^o 7, p.47. Ciudad de la Habana, Cuba.
- Antón Vallejo, M. A. (2004). Metodología del análisis del ciclo de vida, en Utilización del análisis del ciclo de vida en la evaluación del impacto ambiental del cultivo bajo invernadero mediterráneo, tesis doctoral de la Universidad Politécnica de Cataluña, http://www.tdx.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-0420104-100039/#documents
- Azqueta Oyarzún, D. (2004). Introducción a la economía ambiental, Madrid, Mc Graw Hill.
- Baldock, D. (2013). The chemical reaction of sustainability. Sustainable Business.
- Ballesteros, S. y Pedro P. (2006). Material diseñado sobre Sistemas de información para la clase de Logística en el programa de Tecnología Industrial en la Universidad Tecnológica de Pereira.
- Ballou, H. R. (2004). La logística empresarial. Control y Planificación. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, España.
- Barker, T.J. & Zabinsky, Z.B. (2008). Reverse logistics network design: a conceptual framework for decision making. En: International Journal of Sustainable Engineering.
- Boff, L. (2012). Sostenibilidad: intento de definición En: <http://www.servicioskoinonia.org>
- Broche Fernández, Y. (2009). Procedimiento para la logística inversa de los residuos sólidos generados en P y MITH cubanas. Aplicación en los hoteles “Villa Carrusel La Granjita” y “Los Caneyes” de la provincia Villa Clara. Trabajo presentado para optar por el título académico de máster en ingeniería industrial. Santa Clara. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- Byrne, P. M. (2007) Sustainability and the supply chain. Logistics Management, 46, 21-22.
- Calero Viñelo, A. (1976). Técnicas de muestreo. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba.
- Calves Hernández, S. y Calderón Millán, L. (1998). Técnicas de trabajo creativo en grupo. Grupo de estudio de técnicas de dirección. Universidad Central de las Villas. Santa Clara.

- Campbell Pegudo, D. (2010). Procedimiento para mejorar la gestión de aprovisionamiento de los desechos reciclables en la Empresa Recuperación de Materias Primas Villa Clara. Tesis presentada en opción al grado académico de Máster en Administración de Negocios, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba.
- Centro de estudios de Química Aplicada. (2015). Caracterización de las aguas residuales de la Empresa de bujías "Nefalí Martínez". Informe de ensayo N° 12/2015. Facultad de Química-Farmacología, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba.
- Centro de estudios y servicios ambientales Villa Clara. (2014). Revisión ambiental Empresa de bujías "Nefalí Martínez". Informe final
- Cespón Castro, R. y Amador Orellana, M. A. (2003). Administración de la cadena de suministros. Manual para estudiantes de la especialidad de Ingeniería Industrial. Universidad Tecnológica Centroamericana de Honduras. UNITEC. Tegucigalpa, Honduras.
- Cespón Castro, R. y Rodríguez Pérez, A. T. (2011). Multimedia de Logística Inversa [CD-ROM]. Departamento de Ingeniería Industrial. UCLV. Santa Clara, Cuba: Autores.
- Chase, R., Aquilano, N. y Jacobs, R. (2000). Administración de producción y operaciones. Colombia: Editorial McGraw – Hill.
- CITMA (2000). Resolución 27/2000. Ciudad de la Habana, Cuba.
- CITMA (2003). Metodología para la ejecución de los diagnósticos ambientales y la verificación del cumplimiento de los indicadores establecidos en la resolución CITMA 27/2000 para la obtención del Reconocimiento Ambiental Nacional (RAN). Ciudad de la Habana, Cuba.
- Collazos Sebastián, J. (2012). Definición Personal Logística y Supply Chain. En <http://jcollazoslogisticasupply.blogspot.com/2012/08/definicion-pe>
- Colombia Martín, C. (2013). "Red de desarrollo sostenible." En <http://www.rds.org.co/basesdedatos.htm>
- Comas Pullés, R. (1996). Logística, origen, desarrollo y análisis sistémico. Logística Aplicada N° 1. Ciudad de la Habana, Cuba
- Conejero González, H. C. (1998). Desarrollo de la manipulación y el almacenamiento en las bases de recuperación de desechos no metálicos. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Santa Clara. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.
- Conesa Fernández-Vítora, V. (1995). Auditorías medioambientales. Guía metodológica. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.

- Cordero Rivera, A. (2009). Las 3R para cuidar el medio ambiente. *Ecociencia y naturaleza*, 12-14.
- Córdova Rodríguez, R. A. (2006). *Manual de gestión ambiental de las empresas*.
- Council of Supply Chain Management Professional (CSCMP). (2005). *Supply Chain and Logistics Terms and Glossary*.
- Council of Supply Chain Management Professional (CSCMP). (2009). Logistic definition. En <http://www.cscmp.org>
- Council of Supply Chain Management Professional (CSCMP). (2012). *Gestión de eventos en la cadena de suministro (SCEM), Planificación de recursos de manufactura (MRP II)*.
- Cuesta Santos, A. (1998). Logística en su interfaz con la gestión de recursos humanos. *Logística Aplicada* N° 3, 29-32. Ciudad de la Habana, Cuba
- Cutter, S. & Ahearn, J. (2013). Disaster resilience. A national imperative. *Environment Magazine*.
- Daly, H. (2006). *Sustainable development, a new sight*. WWF.
- De la Calle Agudo, M. (1999). Algunas reflexiones sobre el concepto de Medio Ambiente. *MAPFRE*, N° 76 Cuarto trimestre.
- Decreto ley N° 281:2007. Reglamento para la implantación y consolidación del sistema de dirección y gestión empresarial estatal. Consejo de Ministros. *Gaceta Oficial de la República de Cuba*. Edición ordinaria, año CXI. N° 007, 250-253. Ciudad de la Habana, Cuba.
- Diccionario (2001). En <http://www.ambiente.com/diccionario>
- Doldán, J.C. y Don, D. (2010). *La logística inversa como herramienta de la gestión ambiental*.
- Dyckhoff, H., Lackes, R. & Reese, J. (2004). *Supply Chain Management and Reverse Logistics*. Berlin: Springer.
- EcuRed (2013). Medio ambiente y desarrollo. En http://www.cinu.org.mx/temas/des_sost/camclim.htm
<http://www.cscmp.org/Downloads/Resources/glossary03.pdf>
- Feitó Cespón, M. (2005). *Estudio empírico sobre estrategias de logística Inversa en el sector industrial de Villa Clara*. Santa Clara. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Trabajo de Diploma.
- Feitó Cespón, M. (2015). *Modelo multiobjetivo para el rediseño de cadenas de suministro sostenibles de reciclaje, bajo condiciones de incertidumbre. Aplicación a la recuperación de plásticos en Cuba*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.

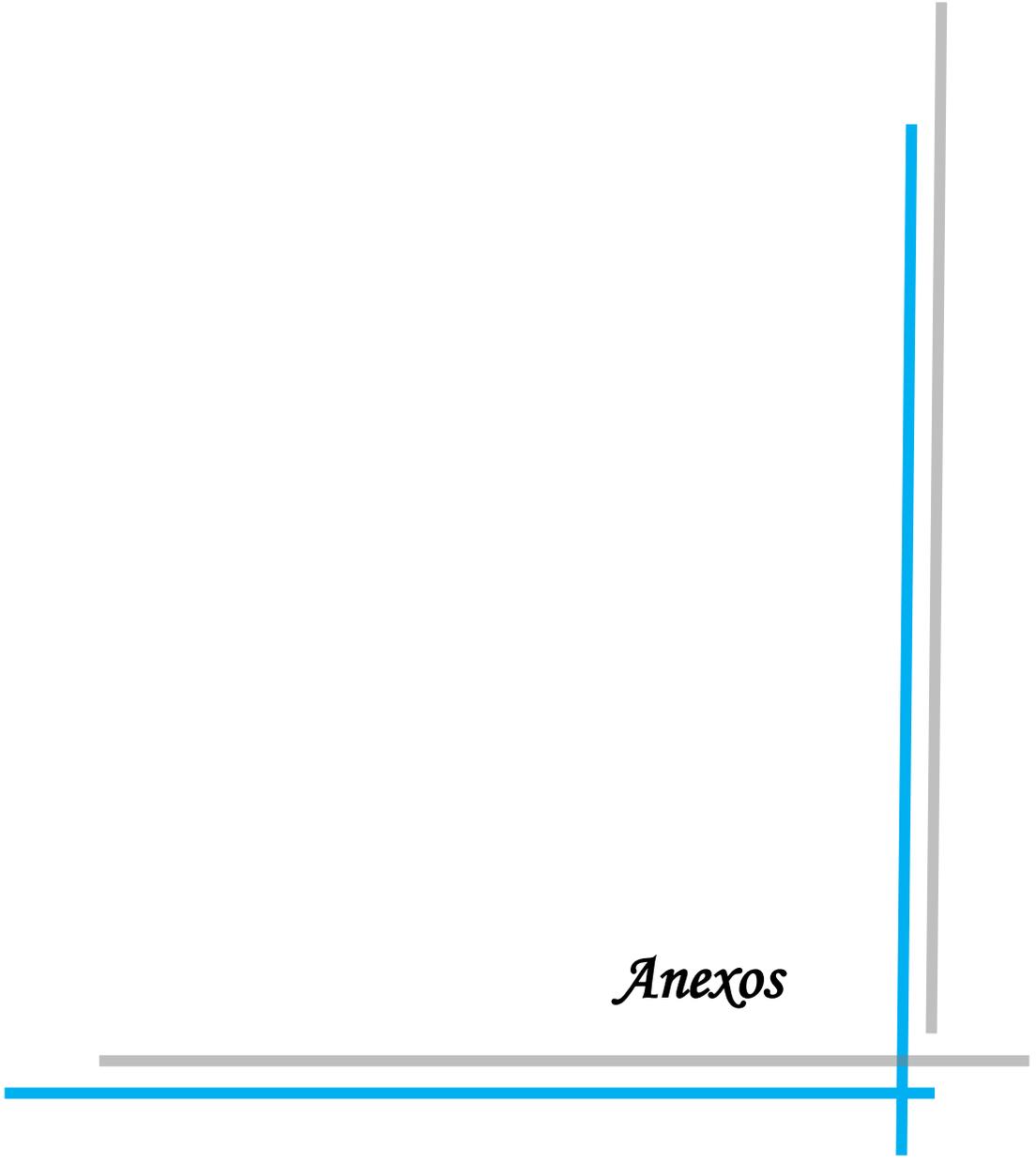
- Feitó Cespón, M. y Cespón Castro, R. (2010). Estudio empírico sobre las estrategias de logística inversa en el sector industrial de la provincia de Villa Clara. Artículo presentado en la 9^{no} Congreso Internacional de Logística, La Habana.
- Fuentes Alcover, V. (2008). Procedimiento para la definición y alineación de estrategias de logística inversa, en los talleres ferroviarios de Sagua la Grande. Tesis de Maestría. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba.
- García Gómez, J.L. (2012). Aplicación de procedimiento para la gestión de los residuos sólidos generados en PyMITH' cubanas en el hotel "Los Caneyes" de la provincia Villa Clara. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Trabajo de Diploma.
- García Olivares, A. A. (2004). Recomendaciones táctico-operativas para implementar un programa de logística Inversa: estudio de caso en la industria del reciclaje de plásticos. México.
- García Olivares, A. A. (2010) Recomendaciones táctico-operativas para implementar un programa de logística Inversa: Estudio de caso en la industria del reciclaje de plásticos. eumed.net.
- Gattorna, J., Ogulin, R. & Reynolds, M. (2003). Gower Handbook of Supply Chain Management. 5 ed. Burlington - England: Gower Publishing.
- Gómez Acosta, M. I. (1997). La planificación y control logísticos en las empresas de producción contra pedidos de la industria mecánica. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría. Ciudad de la Habana. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.
- Gómez Acosta, M. I. y Acevedo Suárez, J. A. (2001). Logística moderna y la competitividad empresarial. Centro de Estudio Tecnología de Avanzada (CETA) y Laboratorio de Logística y Gestión de la Producción (LOGESPRO). Ciudad de la Habana, Cuba.
- Gómez Martínez, G. (1997). Reflexiones acerca de la empresa y el medio ambiente. Quillitas, Cuba.
- Gómez Montoya, R., Correa Espina, A., Vásquez Herrera, L. (2012). Logística inversa, un enfoque con responsabilidad social empresarial. Criterio Libre 10, N° 16. En http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=3966836
- Gómez Montoya, R. A. (2010). Logística inversa un proceso de impacto ambiental y productividad. Producción + Limpia, julio - diciembre de 2010. 5(2), 63-76.
- Goncalves, A. J. J. (2004). El análisis de ciclo de vida y su aplicación a la arquitectura y al urbanismo, trabajo desarrollado en la asignatura "Por una ciudad más sostenible". El

- planeamiento urbano frente al paradigma de la sostenibilidad del Doctorado en Ciudades, Periferias y Vitalidad Urbana. Madrid: ETSAM
- Guía medioambiental. (2000). Índice de Gestión Medioambiental. En <http://www.crea.es/guia/medioambiente/m.htm>
- Handfield, R. B., Straube, F., Pfohl, H. C. & Wieland, A. (2013). Trends and Strategies in Logistics and Foundation Forum Ambient. Análisis del Ciclo de Vida (ACV). En www.forumambiental.org/cast/archivos/eines12.htm
- Hevia Lanier, F. (2008). Metodología de diseño de la cadena de suministro inversa. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas, Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, La Habana, Cuba.
- Hevia Lanier, F. y Urquiaga Rodríguez, A. J. (2005a). Etapas de la logística reversa para la gestión de los residuos a través de una cadena suministro. En <http://monografias.com>
- Hevia Lanier, F. y Urquiaga Rodríguez, A. J. (2005b). Análisis morfológico para la clasificación de los residuos industriales. En <http://www.monografias.com/publicaciones>
- Hevia Lanier, F. y Urquiaga Rodríguez, A. J. (2006). Diseño de un procedimiento general de logística reversa para la gestión de los residuos. En <http://www.monografias.com/trabajos40/logistica-reversa-residuos.shtml>
- Hopfenbeck, W. (1993). Dirección y marketing ecológicos: conceptos, instrumentos y ejemplos prácticos. Ediciones Deusto. Bilbao, España.
- Ibarra Mirón, S. (2000). Análisis de las estrategias de fabricación de las grandes empresas manufactureras radicadas en la comunidad autónoma de Cataluña. Tesis de maestría. España.
- Ingeniería Ambiental y Medio Ambiente. (2000). Residuos sólidos y clasificación. En <http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/residuos.html>
- Ingenieros asesores. (2001). Conceptos de Medioambiente y gestión medioambiental. Instituto de Fomento. España.
- Isaac Godínez, C. L. (2004). Modelo de Gestión Integrada Calidad-Medioambiente. Departamento de Ingeniería Industrial., CUJAE.
- Kepner, Charles y Tregoe Inc. (1970). Benjamín, el directivo racional, México: Mc Graw-Hill.
- Knudsen González, J. A. (2005). Diseño y gestión de la cadena de suministro de los residuos agroindustriales de la caña de azúcar. Aplicación a los residuos agrícolas cañeros, el bagazo y las mieles. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. UCLV. Santa Clara, Cuba.

- Lin, W. T., Lee, H. C. & Lee, Y. H. (2009). A decision model for reverse logistics service providers in determining robust optimal processing quantities of returned products. En: Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers, 26(5), 397.
- Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución. (2011). VI Congreso del Partido Comunista de Cuba.
- Lloyd's Register Quality Assurance, (2008) Hostelería y Turismo. Medio Ambiente (ISO 14001)
- Machín Hernández, M. (2003). Desafíos y oportunidades de la gestión ambiental en el ámbito empresarial. En <http://www.monografias.com>
- Marrero Delgado, F. (2001). Procedimiento para la toma de decisiones logísticas con enfoque multicriterio en la cadena de corte, alza y tiro de la caña de azúcar. Aplicaciones en la provincia de Villa Clara. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Cuba, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.
- Martin, J. W. (2007). Lean Six Sigma for Supply Chain Management. New York: McGraw-Hill Professional.
- Martínez Huerta, J. F. (2012). Concepción actual de medio ambiente. En <http://www.unescoeh.org/ext/manual/html/fundamentos.html>
- Matos Rodríguez, H. (1998). Modelo para el mejoramiento o diseño de un sistema de reciclaje para envases y embalajes. Resumen de tesis de Doctorado, Matanzas, Cuba.
- MCA-UGT (Metal, Construcción y Afines - Federación de Industria - Unión General de Trabajadores). (2010). El sector de reciclaje de metales en España. 5-138.
- Mejías Herrera, S. H. (2002). Herramienta de intervención macroergonómica para el mejoramiento de los sistemas de trabajo. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Santa Clara. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.
- Montenegro Solís, L. (2012). Aplicación de procedimiento para la logística inversa de los residuos sólidos generados en PyMITH' cubanas en el hotel "Plaza" de la provincia Villa Clara. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Trabajo de Diploma.
- Moreno García, C. (2003). Estrategia. Material de consulta para estudiantes de RR. HH. En www.uch.edu.ar/rrhh
- NC 27:2012. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y alcantarillado. Especificaciones. Cuba.
- NC ISO 14001:2015. Sistema de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. Primera Edición. Oficina Nacional de Normalización. Ciudad de la Habana, Cuba.

- NC ISO 14040:2009. Gestión Ambiental - Análisis del ciclo de vida-Principio y marco de referencia.
- NC ISO 19011:2012. Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión. Cuba.
- NC ISO 9001:2015. Sistemas de Gestión de Calidad. Requisitos. Traducción certificada, IDT
- NC ISO14050:2009. Gestión ambiental. Vocabulario.
- O`Riordan, T. (2013). Waste management. A pillar for sustainable life. Environmental. Science & Technology.
- Ormazábal, F. & Larrañaga, E. (1999). Guía de indicadores medioambientales para la empresa. Ministerio Federal de Medio Ambiente. Agencia Federal Medioambiental de Berlín. En <http://www.ihobe.net/publicaciones/tematico/tematico.htm>
- Piaszyk, J. (2013). Finding synergies in fuels properties for the design of renewable fuels.
- PILoT. (2003) ¿Por qué logística inversa? Programa de Innovación Logística y Tecnológica. Folleto de Inscripción. (PILoT). En <http://www.pilot.org/¿qué es la logística inversa.htm>
- Rautenstrauch, C. (2003). *Environmental Information Systems*. Curso de informática para el medio ambiente. Diplomado de Informática Empresarial. UCLV. Santa Clara, Cuba.
- Reyes López, R. (2013). La gestión de residuos sólidos como herramienta de gestión ambiental. Facultad de Ingeniería Industrial. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. En <http://www.monografias.com/trabajos105>
- Reyes Selva, A., Cespón Castro, R., y Fuentes Frías, V.G. (2011). Design of disassembly sequences using search strategies. Application of IDA* in state diagrams. International Journal of Production Research, 49(11), 3395-3403.
- Rogers, D. S. & Tibben-Lembke, R. S. (2003). RLEC. Reverse Logistics Executives' Council.
- Santos Norton, M.L. (1996). Concepción de un enfoque en sistema para la gestión de los aprovisionamientos. Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría". Ciudad de la Habana. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Código 658.785 San C.
- Skitt, J. (1993). 1000 Terms in Solid Waste Management.
- Stock, J. R. (1998). Development and Implementation of Reverse Logistics Programs, Council of Logistics Management, Oak Brook, IL.
- Stock, J. R. (2004). Avoiding the Seven Deadly Sins of Reverse Logistics. University of South Florida.
- Supply Chain Management. (2013). Embracing Global Logistics Complexity to Drive Market Advantage, BVL.

- Tchobanoglous, G. (2010). Glossary. Solid waste management, field operations 3rd Edition: 78-102.
- Tompkins, J. A. (2000). No boundaries. Moving Beyond SCM. Tompkins Press. North Carolina, USA.
- Torres Gemeil, M. (2003). Logística. Temas Seleccionados. Tomo I. Primera Edición. Editorial Feijoo. Ciudad de la Habana, Cuba.
- Transporte & Log (1999) Logística: una visión sistémica. En <http://www.trasporte.com.uy/definición/logistica.htm>
- Werner Engel, H. (2002). Alcance, implicaciones y beneficios de un Sistema de Gestión Medioambiental. En <http://www.ihobe.es>



Anexos

Anexo 1. Algunas definiciones de logística

Fuente bibliográfica	Definición
Council of Supply Chain Management Professionals, 1998	Es aquella parte de la gestión de la cadena de suministro que planifica, implementa y controla el flujo y almacenamiento eficiente de bienes, servicios e información, desde el punto de origen al punto de consumo, para satisfacer los requerimientos del cliente.
Gómez Acosta y Acevedo Suarez, 2001	Es la acción del colectivo laboral dirigida a garantizar las actividades de diseño y dirección de los flujos material, informativo y financiero desde sus fuentes de origen hasta sus destinos finales, que deben ejecutarse de forma racional y coordinada con el objetivo de proveer al cliente de productos y servicios en la cantidad, calidad, plazos y lugar demandados con elevada competitividad y garantizando la preservación del medio ambiente.
Torres Gemeil, 2003	La logística es un conjunto de técnicas que de por sí tienen cuerpo propio, no formando parte de ninguna en específico y sirviéndose de elementos de diferentes áreas como: la matemática, la informática económica, la administración de empresas y otras.
Knudsen González, 2005	Es aquella parte de la gestión de la cadena de suministro que planifica, implementa y controla el flujo y almacenamiento eficiente de bienes, servicios e información desde el punto de origen hasta el punto de consumo para añadir valor al cliente con elevada competitividad y garantizando la preservación del medio ambiente.
Collazos Sebastián, 2012	Es la sumatoria de actividades tanto de planeación, como ejecución y control con respecto al flujo de recursos tanto físicos como no físicos dentro de una red que busca satisfacer los requerimientos de la demanda de un entorno específico.

Fuente: elaboración propia a partir de: Gómez Acosta y Acevedo Suárez, 2001; Cespón Castro y Amador Orellana, 2003; Torres Gemeil, 2003; Knudsen González, 2005 y Collazos Sebastián, 2012

Anexo 2. Conceptos de logística inversa

Autor	Concepto
Chase, Aquilano y Jacobs, 2000	La logística inversa como el proceso por el que se recuperan y reciclan, envases, embalajes, residuos peligrosos, retornos de excesos de inventario, devoluciones de clientes, productos obsoletos e inventarios estacionales.
Gattorna, Ogulin & Reynolds, 2003	Indica que la logística inversa consiste en el movimiento de productos desde el punto de consumo, pasando por los canales de miembros, hasta el punto de origen, recuperación o reproceso de los productos.
Dyckhoff, Lackes & Reese, 2004	La logística inversa es definida como las actividades que involucran la administración, procesamiento, reducción y disposición de residuos o productos desde producción, residuos de embalaje (cajas, pallets, bidones, entre otros) y/o bienes usados por el cliente hasta el punto de origen, reproceso o destrucción.
Ballesteros, 2006	La logística inversa es el proceso de proyectar, implementar y controlar un flujo de materia prima, inventario en proceso, productos terminados e informados relacionados desde el punto de consumo hasta el punto de origen en una forma eficiente y lo más económica posible, con el propósito de recuperar su valor o el de la propia devolución.
Martin, 2007	Define la logística inversa como un conjunto de procesos encargados de recibir, evaluar, registrar y transformar o tratar los productos retornados por los clientes, con el fin de convertirlos en amigables con el medioambiente o reutilizables por el medio industrial.
Barker y Zabinsky, 2008	La logística inversa comprende el flujo de productos, información y dinero desde el punto de uso hasta el de origen o reproceso, siendo contrario a la dirección tradicional de la cadena de suministro que comprende desde el punto de origen (empresa-proveedor) hasta el punto final (distribuidores-clientes). Otro enfoque se basa en un conjunto de procesos encargados de recibir, evaluar, registrar y transformar o tratar los productos retornados por los clientes, para reutilizarlos en el medio industrial o disponerlos adecuadamente para reducir los impactos en el medio ambiente, la comunidad y generar beneficios económicos.

Lin, Lee & Lee, 2009	En el ámbito empresarial la logística inversa tiene como objetivo planear, ejecutar y controlar los flujos de productos, información y dinero, mediante la identificación y el diseño de procesos eficientes que permitan su reuso, recuperación, reciclaje o eliminación, con el fin de minimizar los impactos ambientales y maximizar los beneficios económicos de la empresa.
Feitó Cespón y Cespón Castro, 2010	“La logística inversa es el conjunto de actividades de gestión, que se ocupa de devolver los productos y materiales a los procesos productivos y mercados, para lograr ventajas competitivas, la revalorización de estos materiales y reducir el impacto en la naturaleza”
García Olivares, 2010	“Logística Inversa es el proceso de mover bienes de su destino final típico a otro punto, con el propósito de capturar valor que de otra manera no estaría disponible, para la disposición apropiada de los productos”, la cual introduce el concepto de recuperación de valor de los componentes en la cadena (uno de los puntos más importantes del concepto).
Gómez Montoya, Correa Espina y Vásquez Herrera, 2012	“La logística inversa es un proceso dentro de la cadena de suministro que permite establecer estrategias para gestionar adecuadamente los retornos, el reciclaje, la re-manufactura o disposición de los productos; de allí la importancia de una adecuada gestión de este proceso debido a que influye en la reducción de impactos ambientales y recuperación del valor económico.”

Fuente: elaboración propia

Anexo 3. Etapas de los modelos de logística inversa para la gestión de los residuos

Autores	1	2	3	4	5	6	7
Kepner, Charles & Tregoe Inc.(1970)	Identificar problemas	Identificar causas	Tomar las acciones	Planificación	Establecimiento		
Matos Rodríguez (1998)	Recopilación de datos bases	Análisis de la situación actual	Auditoria y diagnóstico	Estudio de alternativas	Selección de alternativas	Implantación y puesta en marcha	Seguimiento y control
Ibarra Mirón (2000)	Seleccionar la población y la muestra a la cual se le aplicará el cuestionario	Elaborar cuestionario y proceder a la recogida de información	Elaboración de la base de datos	Validación de las respuestas del cuestionario	Formación de conglomerados, clúster homogéneos	Validación de los grupos formados	Analizar y presentar los resultados de la investigación
Rogers & Tibben-Lembke (2003)	Filtro de entrada	Tiempo de decisión	Sistema de Información de logística reversa	Política cero (CRC)	Remanufacturación, restauración, reciclaje	Negociación y financiamiento	Externalización
García Olivares (2004)	Evaluación	Reducción de materiales	Reducción de retornos	Colecta	Clasificación	Colocación	Medición y control
Knudsen González (2005)	Diseño preliminar	Diseño detallado	Planificación	Funcionamiento	Evaluación	Control	
Hevia Lanier y Urquiaga Rodríguez (2006)	Diagnóstico	Fuentes de generación	Clasificación de los residuos	Identificación de la estrategia a seguir	Determinación del tratamiento o destino	Transporte y almacenamiento	Medición y control
Broche Fernández (2009)	Diagnóstico del comportamiento medioambiental	Análisis del impacto ambiental	Gestión de los residuos sólidos	Control			

Fuente: elaboración propia a partir de Hevia Lanier y Urquiaga Rodríguez, 2006

Anexo 4. Estructura del cuestionario a aplicar para el diagnóstico del comportamiento medioambiental

Este cuestionario no necesita ser firmado, ni requiere que anote su nombre o dirección. Es totalmente anónimo, y forma parte de un estudio que realiza la Empresa de bujías “Nefthalí Martínez” con el objetivo de detectar las deficiencias existentes e introducir mejoras en el área de la gestión medioambiental de la organización. Por tal motivo le pedimos su colaboración, ya que nos sería de gran utilidad.

Categoría ocupacional

Cuadro___ Jefe directo___ Técnico___ Administrativo___ Operario___ Servicios___

Área a la que pertenece: _____

Preguntas:

1. ¿Cuenta su organización con un Sistema de gestión medioambiental implantado? Si___
No___. En caso afirmativo, indique el año_____

2. ¿Conoce Ud. las ventajas que aporta a su entidad la implantación de un Sistema de gestión medioambiental? Si___ No___

En caso afirmativo, mencione tres: _____

3. ¿Cuenta su empresa con un plan de capacitación que contribuya a su formación en el conocimiento de los Sistemas de Gestión Medioambiental? Sí ___ No___

4. ¿Cuenta su empresa con un responsable de la gestión medioambiental? Si___ No___

5. ¿Existe en su entidad un sistema de indicadores que permitan evaluar el comportamiento ambiental de la misma? Si___ No___

En caso afirmativo, mencione tres indicadores: _____

6. ¿Tiene definida su entidad su política ambiental? Sí___ No___

En caso afirmativo, mencione tres: _____

7. ¿Tiene definida su entidad los objetivos y metas ambientales? Si____ No____

En caso afirmativo, mencione algunos: _____

8. ¿Se generan residuos en su área de trabajo? Si____ No____

En caso afirmativo, mencione tres: _____

9. ¿Reciben tratamiento los residuos que se generan en su área de trabajo?

Todos____ Algunos____ Ninguno____

En caso negativo, mencione los residuos y la causa por lo que no reciben tratamiento _____

10. ¿Se emiten gases a la atmósfera en su área de trabajo? Si____ No____

En caso afirmativo, mencione los más frecuentes _____

11. ¿Utiliza productos químicos, combustible y lubricantes para desempeñar su labor en su área de trabajo? Si____ No____

En caso afirmativo, mencione los más usados _____

12. ¿Cómo considera el comportamiento del ruido en su área de trabajo?

Bajo____ Medio____ Alto____

Fuente: Broche Fernández (2009)

Anexo 5. Guión de la entrevista en profundidad

Esta entrevista forma parte de un estudio que realiza la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”, con el objetivo de conocer los elementos que usted considera importantes a la hora de valorar la gestión medioambiental en la entidad, esperamos dedique unos minutos a este propósito. Muchas gracias de antemano por el tiempo que dedicará, asegurándole total confidencialidad al respecto.

Guión de la entrevista:

1. ¿Cree usted que exista la necesidad de un plan de capacitación que contribuya a la formación en el conocimiento del sistema de gestión medioambiental de la empresa?
2. ¿Cree que hay desconocimiento de la política ambiental por parte de la mayoría de los trabajadores, así como de los objetivos y metas medioambientales trazadas en la organización?
3. ¿Conoce usted cómo se desarrolla el tema ambiental en la entidad y si existe un espacio para divulgar y preparar al personal sobre este tema?
4. ¿Conoce Ud. las ventajas que aporta a su organización la implantación de un sistema de gestión medioambiental?
5. ¿Existe algún tipo de control sobre los desechos que se generan en la instalación?
6. Puede darnos su opinión sobre la gestión medioambiental en la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”.

Fuente: elaboración propia

Anexo 6. Autoevaluación para determinar el nivel de competencia de los expertos

De antemano agradecemos su voluntad de colaborar en esta investigación. Debido a que usted posee las condiciones profesionales exigidas para emitir criterio sobre el trabajo a realizar, se necesita valorar la posibilidad de seleccionarlo en calidad de experto en busca de los criterios más acertados referidos¹⁰¹ al tema. Para conocer su grado de competencia en la materia, necesitamos por favor responda la siguiente guía de autoevaluación:

1. Marque con una cruz (x) en la tabla siguiente su nivel de conocimiento en aspectos referidos a los problemas que afectan el comportamiento medioambiental de la empresa. Considere 0 como no poseer ningún conocimiento en la materia hasta 10 como la máxima expresión de su preparación en dicho tema.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Para determinar las fuentes que han contribuido en mayor medida a su preparación en el tema le pedimos evalúe el aporte de estas a su conocimiento en una escala que va desde 0 ningún aporte a mis conocimientos en el tema hasta 10 como el máximo aporte en mi dominio al respecto.

Fuentes de fundamentación de sus conocimientos	Grado de influencia de estas fuentes en sus criterios										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Más de 5 años de experiencia en el tema											
Análisis teóricos críticos realizados por usted con reconocimiento científico											
Bibliografía actualizada consultada referida al tema											
Conocimiento sobre el estado actual del tema											
Desempeño laboral en puestos dirección en el comercio minorista de bienes											
Intuición											

Muchas gracias.

Fuente: elaboración propia

Anexo 7. Prueba de hipótesis para el análisis de la concordancia o no entre los expertos

Para la validación de la evaluación de los expertos es indispensable determinar su nivel de concordancia mediante la prueba de hipótesis siguiente:

H_0 : No existe concordancia entre el juicio de los expertos.

H_1 : Existe concordancia entre el juicio de los expertos.

RC: $X^2 > X^2_{\alpha, k-1}$ (Para $k > 7$) o $S \geq S_{tan}$ (Para $k \leq 7$)

Expertos \ Problemas	1	2	3	...	M	$\sum_{j=1}^M U_{ij}$	Δ	Δ^2
1	U_{11}	U_{12}	U_{13}	...	U_{1M}			
2	U_{21}	U_{22}	U_{23}	...	U_{2M}			
3	U_{31}	U_{32}	U_{33}	...	U_{3M}			
...
K	U_{K1}	U_{K2}	U_{K3}	...	U_{KM}			

$$\tau = \frac{1}{2} \cdot M \cdot (K + 1) \quad \Delta = \sum_{j=1}^M U_{ij} - \tau \quad W = \frac{12 \cdot \sum_{j=1}^M \Delta^2}{M^2 \cdot (K^3 - K)} \quad X^2 = M \cdot W \cdot (K - 1)$$

Donde:

M: Cantidad de expertos

K: Cantidad total de problemas o categorías

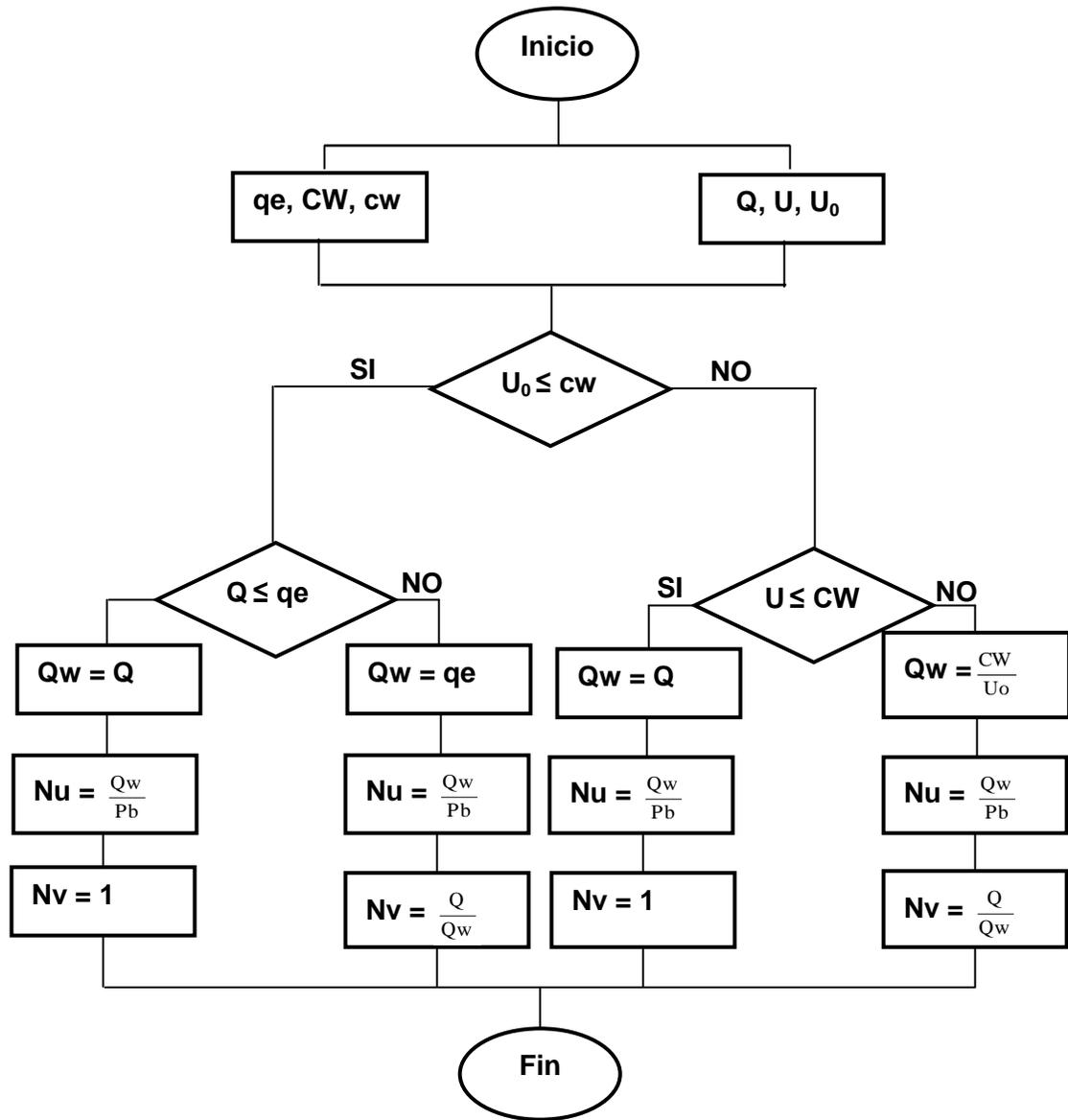
Sij: Orden dado al problema i [1...K] por el experto j [1...M]

Δ : Puntuación promedio de los problemas o rango medio

Δ^2 : Desviación respecto a Δ

W: Coeficiente de concordancia de Kendall

Anexo 8. Procedimiento para determinar la cantidad necesaria de medios de transporte



Fuente: tomado de Cespón Castro y Amador Orellana (2003)

Donde:

Q_w : Cantidad de carga a transportar en el medio.

N_u : Total de unidades de carga a transportar en el medio

N_v : Cantidad de medios de transporte.

q_e : Capacidad de carga estática.

C_w : Capacidad volumétrica del medio.

cw : capacidad volumétrica específica.

Q : Cantidad de carga a transportar.

U : Volumen a transportar.

U_0 : Volumen de obstrucción.

Elementos a considerar para la determinación de los viajes y medios de transporte.

1. Principales parámetros de los medios.

Capacidad de carga estática (q_e): Carga máxima que admite el medio de transporte, atendiendo al peso, en toneladas.

Capacidad volumétrica del medio (CW): Volumen máximo que es capaz de cargar el medio de transporte, en metros cúbicos. Generalmente es una magnitud conocida o de fácil estimación. La mayor dificultad se presenta en el caso de camiones plataforma, para el cual se aplica la fórmula (1)

$$CW = L * A * (4.8 - hc) \quad (1)$$

Donde:

L : Largo de la plataforma del camión

A : Ancho de la plataforma del camión

hc : Altura desde el suelo hasta la plataforma

El valor "4.8" se refiere a la altura máxima permitida de la carga, especificada generalmente en el Código del Tránsito de varios países, por lo que, de diferir esta magnitud de la reglamentada, debe hacerse la rectificación pertinente. Puede notarse que la expresión (1), tiende a crear un prisma imaginario para la estimación de la capacidad volumétrica del medio. Capacidad volumétrica específica (cw): Son los metros cúbicos de volumen que admite el medio de transporte por tonelada de carga, en m^3/t . Se calcula mediante la fórmula (2)

$$cw = \frac{CW}{q_e}, \text{ en } m^3/t. \quad (2)$$

2. Principales parámetros de la carga.

Cantidad de carga a transportar (Q).

Volumen a transportar (U).

Volumen de obstrucción (U_o).

Para unidades de carga.

$$U_o = \frac{vc}{Pb} * km, \text{ en } m^3/t \quad (3)$$

Donde:

vc: volumen de la unidad de carga, en m^3 /unidad.

Pb: peso bruto de la unidad de carga, en t /unidad.

km: coeficiente de aprovechamiento del volumen útil del espacio de carga. Si $km=1$, significa que se utiliza todo el espacio de carga.

Para estimados:

$$U_o = \frac{U}{Q}, \text{ en } m^3/t \quad (4)$$

Si:

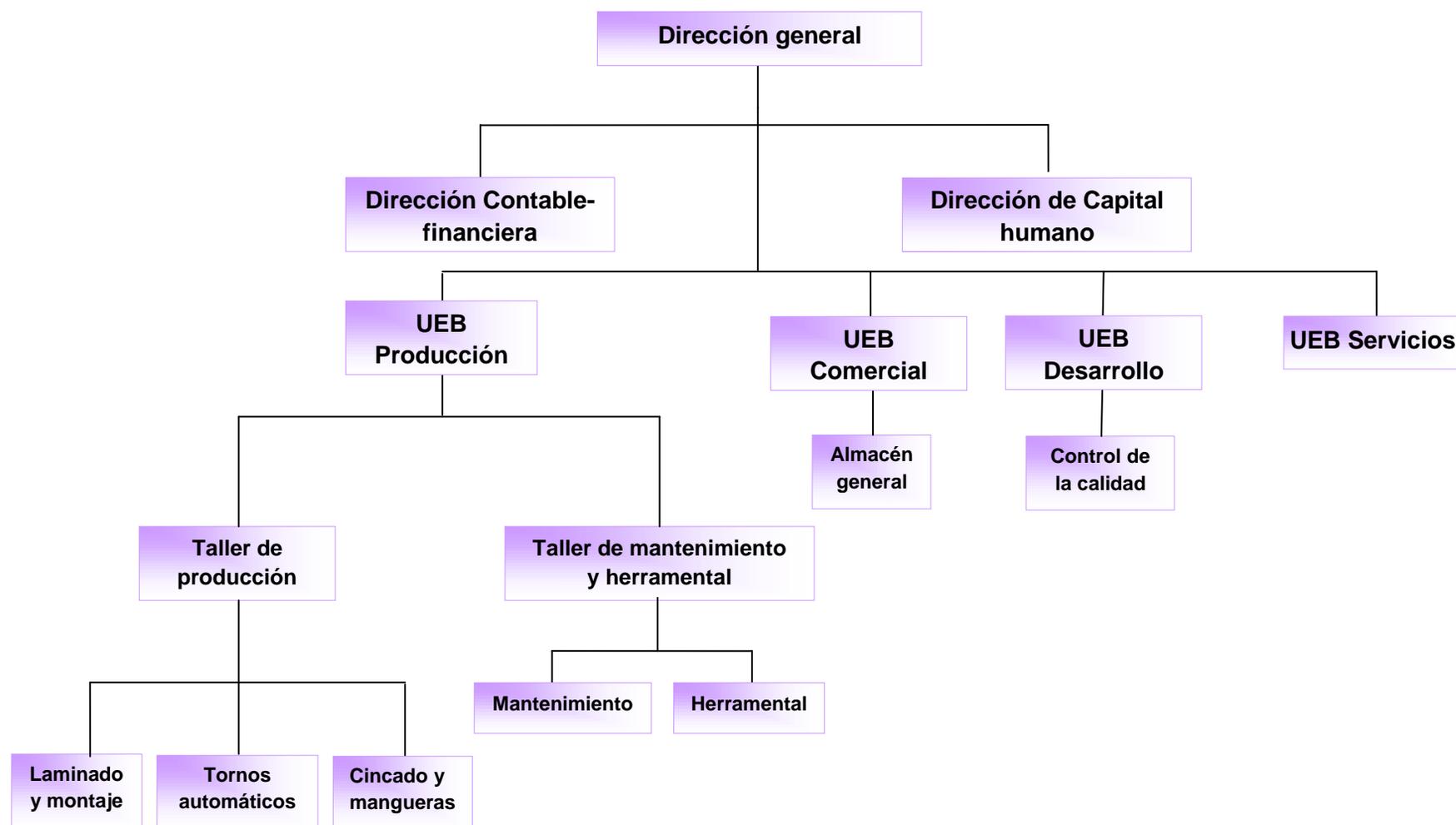
$U_o = C_w$: La carga ocupa todo el volumen y el medio de transporte se aprovecha al máximo.

$U_o < C_w$: Sobra volumen, o sea, carga pesada, refiriéndose a cargas de mucho peso, pero que ocupan poco volumen.

$U_o > C_w$: Falta volumen, o sea, carga ligera, refiriéndose a cargas que ocupan mucho volumen pero que tienen poco peso.

Fuente: Cespón Castro y Amador Orellana (2003)

Anexo 9. Organigrama de la Empresa de bujías “Nefthalí Martínez”



Fuente: elaboración propia a partir de la estructura organizativa de la empresa

Anexo 10. Distribución de trabajadores por categoría ocupacional en la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”

Categoría ocupacional	Cantidad de trabajadores
Cuadros	7
Jefes directos	10
Técnicos	35
Administrativos	1
Operarios	73
Servicios	6
Total	132

Fuente: elaboración propia a partir de la plantilla de cargos

Anexo 11. Resultados de la aplicación del cuestionario para el diagnóstico del comportamiento medioambiental en la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”

Preguntas	Respuestas	Cantidad	%
1	Si	93	93,9
	No	6	6,1
2	Si	78	78,8
	No	21	21,2
3	Si	41	41,4
	No	58	58,6
4	Si	96	97,0
	No	3	3,0
5	Si	43	43,4
	No	56	56,6
6	Si	81	81,8
	No	18	18,2
7	Si	49	49,5
	No	50	50,5
8	Si	98	99,0
	No	1	1,0
9	Todos	13	13,1
	Algunos	29	29,3
	Ninguno	57	57,6
10	Si	99	100,0
	No	0	0,0
11	Si	84	84,8
	No	15	15,2
12	Bajo	9	9,1
	Medio	11	11,1
	Alto	79	79,8

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos con el procesamiento de las encuestas en el software Microsoft Excel

Anexo 12. Análisis de los resultados del cuestionario para el diagnóstico del comportamiento medioambiental en la Empresa de bujías “Neftalí Martínez”

Análisis de los resultados:

1. El 93.9% del personal encuestado es consciente de que en la empresa existe un Sistema de gestión medioambiental (SGMA), solo el 6.1% no tiene el conocimiento de que este implantado este sistema y apenas el 17.2% recuerda el año en que fue implantado el mismo.
2. El 78.8% coincide en que conocen las ventajas que aporta a una organización contar con un SGMA (la mayoría son cuadros, jefes directos y técnicos) de estos el 23.1% mencionan al menos dos ventajas y solo el 21.2% no conocen las ventajas que ofrecía el sistema.
3. El 41.4% plantea que su empresa no cuenta con un plan de capacitación para la formación de sus conocimientos acerca del SGMA y 58.6% exponen que si existe.
4. El 97.0% conoce la existencia de un responsable de la gestión medioambiental y el 3.0% no tiene conocimiento de que existe un responsable en esta especialidad.
5. El 43.4% conoce que en la organización existe un sistema de indicadores que se evalúan, basándose mayormente en indicadores como: el contenido de los contaminantes en ambiente, carga contaminante dispuesta, disposición de los desechos y consumo de agua, energía y combustibles, de los mismos solo el 58.1% menciona algunos, en general el 56.6% del total de encuestados, no tiene noción de estos indicadores.
6. Un 81.8% conoce que la entidad cuenta con una política ambiental, de estos solo el 13.6% mencionaron parte de alguna política ambiental establecida por la empresa y el 18.2% del total no conoce que está establecida esta política.
7. El 49.5% del personal encuestado conoce que la entidad tiene definidos los objetivos y metas ambientales, pero solo un 12.2% de los mismos pudo mencionar algunas y el 50.5% no sabe que están definidos estos aspectos.
8. El 99.0% del personal encuestado plantea que en su área de trabajo se generan residuos, aunque muchos no consideran como tal los que son propios del proceso de producción (lubricantes, virutas y fragmentos de barras metálicas) y solo el 1.0% expone que en su área no se generan residuos.
9. El 57.6% del personal encuestado plantea que los residuos generados en su área de trabajo no reciben tratamiento, el 29.3% plantea que solo algunos de los residuos lo reciben y solo el 13.1% afirma que todos los residuos generados reciben algún tipo de tratamiento.

10. El 100% de los encuestados plantea que se no emiten gases tóxicos a la atmósfera.
11. Un 84.8% del personal encuestado hace referencia al uso de combustibles y lubricantes en su área de trabajo, de ellos solo dos encuetados manifiestan trabajar con productos químicos (3.6%), mientras que un 15.2% plantea no trabajar con estos productos.
12. Solo el 9.1% de los trabajadores encuestados plantea que en sus puestos de trabajo el ruido no es un agente contaminante, mientras el 11.1% asume como medio el ruido en su área y la mayoría (79.8%) plantea que el nivel de ruido en su puesto de trabajo es elevado y está vinculado a las actividades específicas que realizan en su puesto de trabajo.

Anexo 13. Datos de los candidatos a expertos considerados

Nº	Nombres y apellidos	Ocupación	Especialidad	Años de experiencia
1	Fidel Aguilar Mateu	Especialista de medio ambiente de la empresa	Ingeniero químico	11
2	Modesta M. Torres Martínez	Especialista de medio ambiente	Ingeniero químico	30
3	Liuber Artilés Vera	Director UEB comercial	Ingeniero industrial	12
4	Kenia González Acea	Directora UEB de desarrollo	Ingeniera industrial	19
5	María T. Águila Pérez	Jefe de brigada cincado-mangueras	Ingeniera mecánica	26
6	Miralyz Saavedra Águila	Especialista en ahorro y uso racional de la energía	Ingeniera termoenergética	24
7	Ricardo J. Vivero Estévez	Operario de planta de tratamiento de aguas residuales	Ingeniero mecánico	41
8	Yenima Morales Izquierdo	Directora de producción	Ingeniera mecánica	22
9	Miriela Rodríguez Pequeño	Profesor-investigador UCLV	Ingeniera agrónoma	16
10	Nelson H. García Borrajero	Especialista mecánico	Ingeniero mecánico	43

Fuente: elaboración propia

Anexo 14. Datos de los expertos seleccionados

Nº	Nombres y apellidos	Ocupación	Especialidad	Años de experiencia
1	Kenia González Acea	Directora UEB de desarrollo	Ingeniera industrial	19
2	Fidel Aguilar Mateu	Especialista de medio ambiente de la empresa	Ingeniero químico	11
3	Miralyz Saavedra Águila	Especialista en ahorro y uso racional de la energía	Ingeniera termoenergética	24
4	Ricardo J. Vivero Estévez	Operario de planta de tratamiento de aguas residuales	Ingeniero mecánico	41
5	Miriela Rodríguez Pequeño	Profesor-investigador UCLV	Ingeniera agrónoma	16
6	Nelson H. García Borrajero	Especialista mecánico	Ingeniero mecánico	43
7	Yenima Morales Izquierdo	Directora de producción	Ingeniera mecánica	22
8	Modesta M. Torres Martínez	Especialista de medio ambiente	Ingeniero químico	30

Fuente: elaboración propia

Anexo 15. Resultados de la comparación por parejas de variables que compone el ICMA, realizada por los expertos, utilizando el método del triángulo de Füller

Variables	Expertos								ΣE_{ij}
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	3,5	3,5	3,5	4,5	5,0	4,0	4,0	4,5	32,5
2	2,5	5,5	4,5	5,5	3,5	3,0	2,0	5,0	31,5
3	7,5	6,0	7,0	7,5	7,5	6,5	7,0	7,0	56,0
4	7,5	4,5	5,5	6,0	6,5	5,5	4,5	5,5	45,5
5	3,0	3,0	2,5	1,5	1,0	3,0	3,5	3,5	21,0
6	2,5	4,5	2,5	0,5	1,5	3,5	4,5	2,5	22,0
7	2,5	4,0	3,5	2,5	1,5	3,5	3,5	2,5	23,5
8	3,5	3,0	2,5	3,5	6,0	3,5	3,5	2,0	27,5
9	3,5	2,0	4,5	4,5	3,5	3,5	3,5	3,5	28,5
Total									288,0

Fuente: elaboración propia a partir del resultado del trabajo con los expertos

Anexo 16. Peso y puntuación, otorgados por los expertos a cada variable que compone el ICMA

Nº	Variables	W _j	Z _j	Nivel de comportamiento	W _j x Z _j
1	Consumo total de materiales	0,1128	2	muy mal	0,2257
2	Cantidad total de embalaje	0,1094	5	regular	0,5469
3	Cantidad total de residuos sólidos	0,1944	2	muy mal	0,3889
4	Cantidad de residuos sólidos reciclables	0,1580	2	muy mal	0,3160
5	Cantidad de residuos sólidos no reciclables	0,0729	9	muy bien	0,6563
6	Cantidad total de aguas residuales	0,0764	9	muy bien	0,6875
7	Consumo total de energía	0,0816	9	muy bien	0,7344
8	Consumo total de agua	0,0955	7	bien	0,6684
9	Consumo total de combustibles	0,0990	9	muy bien	0,8906
Total					5,1146

Fuente: elaboración propia a partir del resultado del trabajo con los expertos

Cálculo del cumplimiento de algunas variables del ICMA

Consumo de energía 2015 (MW/h)	
Real	262.92
Plan	321.00
% Cumplimiento.	81.91
Consumo de agua 2015 (m³)	
Real	3540
Plan	3700
% Cumplimiento	95.65
Consumo de combustible 2015 (l)	
Real	33770
Plan	39890
% Cumplimiento.	84.65

Fuente: elaboración propia a partir de datos estadísticos de la entidad

$$ICMA = \frac{\sum_{j=1}^n (W_j * Z_j)}{n} * 100$$

$$ICMA = \frac{5.1146}{9} * 100$$

$$ICMA = 56.83 \%$$

Anexo 17. Resultados de la prueba de hipótesis para el análisis de la concordancia o no entre el juicio de los expertos y orden de importancia otorgado por estos a las variables que componen el ICMA.

Los resultados de la prueba de hipótesis para analizar la concordancia o no en la evaluación otorgada por los expertos se muestran a continuación.

Variables	Expertos								ΣU_{ij}	Δ	Δ^2
	1	2	3	4	5	6	7	8			
1	3	2	3	4	3	2	3	4	24	-16	256
2	4	5	4	3	6	4	5	2	33	-7	49
3	1	1	2	1	2	1	2	1	11	-29	841
4	2	3	1	2	1	3	1	3	16	-24	576
5	9	6	8	8	9	9	8	9	66	26	676
6	8	9	9	6	7	8	9	8	64	24	576
7	7	4	5	9	8	7	6	7	53	13	169
8	6	8	7	7	4	5	7	6	50	10	100
9	5	7	6	5	5	6	4	5	43	3	9
										Total	3252

Fuente: elaboración propia a partir del resultado del trabajo con los expertos

$$k = 9 \quad M = 8$$

Coefficiente de concordancia de Kendall.

$$\tau = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot (9 + 1) \quad \tau = 40$$

$$W = \frac{12(\sum \Delta^2)}{M^2(K^3 - K)} \quad W = \frac{12 \times 3252}{64 \times (729 - 9)} = 0.8469$$

$W > 0.5$, $0.8469 > 0.5$, por lo tanto, el criterio es confiable.

Para probar la significación del grado de concordancia de los expertos se emplea la siguiente prueba estadística:

H_0 : No existe concordancia en el juicio de los expertos.

H_1 : Existe concordancia en el juicio de los expertos.

Región crítica $X^2 > X^2_{\alpha, K-1}$

$$X^2 = M \cdot W \cdot (K - 1)$$

$$X^2 = 8 \times 0.8469 \times (9 - 1) = 54.200 \quad X^2_{\alpha; k-1} = X^2_{0.05; 8} = 15.507$$

54.200 > 15.507, por lo que se rechaza H_0 , lo que significa que existe concordancia en el juicio de los expertos, el orden de importancia es el obtenido según el rango medio como resultado en la tabla anterior, donde el indicador más importante es el de menor $\sum_{j=1}^M U_{ij}$.

El orden de importancia, otorgada por los expertos, a las variables que componen el ICMA es el siguiente.

Orden	Variabes
1 ^{er}	Cantidad total de residuos sólidos
2 ^{do}	Cantidad de residuos sólidos reciclables
3 ^{ro}	Consumo total de materiales
4 ^{to}	Cantidad total de embalajes
5 ^{to}	Consumo total de combustibles
6 ^{to}	Consumo total de agua
7 ^{mo}	Consumo total de energía
8 ^{vo}	Cantidad total de aguas residuales
9 ^{no}	Cantidad de residuos sólidos no reciclables

Fuente: elaboración propia a partir del resultado del trabajo con los expertos

Anexo 18. Cantidad de embalajes utilizados para los residuos sólidos reciclables

Cantidad de residuos sólidos reciclables que se genera mensualmente como promedio

Tipo de residuo	Cantidad promedio(kg/mes)
Metales	8800
Papel y cartón	65
Plásticos	40

Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestran los cálculos auxiliares que fueron necesarios para la determinación del número de embalajes necesarios para el transporte o almacenaje temporal de los residuos sólidos metálicos, que se generan en la empresa:

Del período analizado se tomó la mayor cantidad de residuos promedio para conocer las unidades de carga necesarias.

- Metales:

$$8800.0 \text{ kg/mes} \div 130 \text{ kg/cont.} = 67.69 \text{ cont./mes} \div 3 \text{ viajes/mes} \approx 23 \text{ cont./viajes}$$

- Papel y cartón:

$$65.0 \text{ kg/mensual} \div 5 \text{ kg/bulto} = 13 \text{ bultos/mensual}$$

- Plásticos:

$$40.0 \text{ kg/mensual} \div 12 \text{ kg/cont.} = 3.33 \approx 4 \text{ bolsas/mensual}$$

Se necesitan 26 contenedores metálicos, recuperados de los envases de aceites de lubricación y enfriamiento de las máquinas herramientas. De ellos se utilizan 23 para la recopilación temporal de los desechos metálicos, hasta su deposición en el medio de transporte a disposición y tres para colocarles en su interior las bolsas recolectoras del plástico en las áreas seleccionadas.

Anexo 19. Facsímil del contrato de la Empresa de bujías "Nefthalí Martínez" con la Empresa de Recuperación de Materias Primas Villa Clara


MINISTERIO DE INDUSTRIAS
EMPRESA RECUPERACIÓN DE MATERIAS PRIMAS VILLA CLARA
CONTRATO No. CMP-088-2014

DE UNA PARTE Empresa de Bujías "Nefthalí Martínez" domicilio legal en Cuadrante a Santa Clara Km-1 Municipio Sagua la Grande Provincia Villa Clara registrada con el Código R.E.E.U.P No 0124-01124, Código NIT No 01000501482, con Cuenta Bancaria en Moneda Nacional (MN) No 004542102222222 de la Agencia Bancaria No 4041 del Banco BANDEC ubicada en Calle 1ra Municipio Sagua la Grande Provincia Villa Clara Titular Empresa de Bujías "Nefthalí Martínez" RCC MN No 788411 y Cuenta Bancaria en Moneda Libremente Convertible (CUC) No 024942102222222 a nombre de Empresa de Bujías "Nefthalí Martínez" de la Agencia Bancaria No 4041 del Banco BANDEC ubicado en Calle 1ra Municipio Sagua la Grande Provincia Villa Clara RCC CUC No 788409 que será representada en este acto por Yanis Bará López en su carácter de Director General según Resolución 87 de fecha 17/04/06 firmada por El Director que en lo sucesivo se denominará **EL VENDEDOR** Teléfono: 663048 Correo Electrónico: jsm@bujias.co.cu

DE LA OTRA PARTE: Empresa de Recuperación de Materias Primas Villa Clara con domicilio legal en Calle Ita No. 9 e/ Carretera Central Km. 295 y Final Las Minas Municipio Santa Clara Provincia Villa Clara registrada con el Código R.E.E.U.P No 102-0-04978, Código NIT 01000518700 con Cuenta Bancaria en MN No 064322123070024 de la Agencia Bancaria No 4321 del Banco BANDEC sita en Calle Trista y Parque Leoncio Vidal Municipio Santa Clara Provincia Villa Clara Titular EES Empresa Recuperación de Materias Primas Villa Clara RCC MN 788217 y Cuenta Bancaria en CUC No 064322123070024 a nombre de UQO Unión Emp. Recup. Mat. Prim CTE de la Agencia Bancaria No 4321 del Banco BANDEC sita en Calle Trista y Parque Leoncio Vidal Municipio Santa Clara Provincia Villa Clara RCC CUC 788212 será representada en este acto por Yanis Bará López que ocupa el cargo de Esp B en Gestión Comercial según Resolución No 19 de fecha 25/2/013 firmada por el Director General de la Empresa de Recuperación Materias Primas Villa Clara, que en lo sucesivo se denominará **EL COMPRADOR** Teléfono: 221654 extensión 104 y 112 Correos Electrónico: yanis@empvc.co.cu; mayrel@empvc.co.cu

Ambas partes reconociéndose mutuamente la capacidad legal para contratar y obligarse en sus respectivas representaciones, que aseguran se encuentran plenamente vigentes, sin que hayan sido revocadas, modificadas o condicionadas en forma alguna, convienen suscribir el presente contrato conforme a lo que se establece y pacta en los términos y cláusulas siguientes:

1. OBJETO DEL CONTRATO:

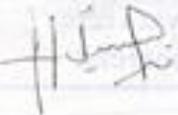
- 1.1 El presente contrato tiene por objeto regular las relaciones entre **EL COMPRADOR** y **EL VENDEDOR** para la compra-venta de desechos reciclables de todo tipo, cuyo precio y especificaciones, características y cuantas otras particularidades estas requieren, se indican en el anexo 1, que forma parte integrante del mismo y los cuales **EL VENDEDOR** se encuentra obligado a recolectar, conservar y vender).
- 1.2 **EL VENDEDOR** se obliga a entregar y cobrar la cantidad de productos que acuerden según los Anexos No. 1 y 3 al contrato y **EL COMPRADOR** a recibir y pagar los productos en las cantidades y plazos conciliados y aceptados. Las cantidades de los productos objeto de compraventa se pactara de forma anual, según se establece en el Anexo No. 3, existiendo la posibilidad de que **EL VENDEDOR** necesite excederse en las cantidades contratadas según las disponibilidad en sus almacenes, por lo que esta otra aumentaría de acuerdo a las facturas emitidas.

2. LUGAR Y CONDICIONES DE ENTREGA:

- 2.1 La definición de la clasificación de los tipos de materias primas según Anexo No. 1 y 3, que se compra, la determina el representante de **EL COMPRADOR** y el responsable que se designe por **EL VENDEDOR** y con las especificaciones de entrega definidas en el Anexo 2.
- 2.2 El lugar de entrega de los productos contratados será en el Almacén de **EL VENDEDOR** **EL COMPRADOR**.
- 2.3 El horario de entrega de **EL VENDEDOR** y de recepción de **EL COMPRADOR** será de lunes a Viernes de 8.00 AM a 3.30 PM, fuera de este horario y días será previo acuerdo entre los representantes de una y otra parte.
- 2.4 **EL VENDEDOR** garantizará las condiciones necesarias en su almacén para la carga del producto y **EL COMPRADOR** será quien garantice las condiciones necesarias para la descarga de los productos en sus almacenes. Cada cual por su parte asumirá los gastos adicionales que se incurran en esta operación.
- 2.5 **EL COMPRADOR** tiene derecho a reclamar o rechazar cualquier envío que considere que no cumpla con las especificaciones acordadas en el acápite 2.1.
- 2.6 **EL VENDEDOR** emitirá la factura de venta por la materia prima de acuerdo al vale de pesa o al peso que personalmente vea al momento del acto de entrega de la materia prima en la pesa de **EL COMPRADOR**.

3. TERMINOS

- 3.1 **EL COMPRADOR** dispondrá de un término de hasta 7 días cuando se requiera del uso de equipos y personal especializados para los residuos a **EL VENDEDOR** cuando este usara **PRISMA** para la recogida de los desechos reciclables en sus instalaciones.


DIRECCIÓN GENERAL




Anexo 20. Determinación de la cantidad de medios necesarios para el transporte de los residuos sólidos reciclables en un mes**Principales parámetros de los medios de transporte:****Camión de volteo**

$$CW = \text{largo} * \text{ancho} * \text{altura máxima} = 3.30 \text{ m} * 2.00 \text{ m} * 0.75 \text{ m} = 5.00 \text{ m}^3$$

$$q_{\text{est}} = 4.00 \text{ t}$$

$$cw = CW / q_{\text{est}} = 5.00 \text{ m}^3 / 4.00 \text{ t} = 1.25 \text{ m}^3/\text{t}$$

Góndola

$$CW = 6.25 \text{ m}^3$$

$$q_{\text{est}} = 7.00 \text{ t}$$

$$cw = CW / q_{\text{est}} = 6.25 \text{ m}^3 / 7.00 \text{ t} = 0.89 \text{ m}^3/\text{t}$$

Principales parámetros de la carga:**Metales**

$$Q = 8800 \text{ kg} / 1000 \text{ kg/t} = 8.80 \text{ t}$$

$$P_e = 0.60 \text{ t/m}^3$$

$$U_0 = 1 / P_e = 1 / 0.60 \text{ t/m}^3 = 1.67 \text{ m}^3/\text{t}$$

$$U = Q * U_0 = 8.80 \text{ t} * 1.67 \text{ m}^3/\text{t} = 14.70 \text{ m}^3$$

Para ambos medios de transporte:

- $U_0 > cw$, por lo que se trata de carga ligera;
- $U > CW$, por lo que la carga por su volumen no puede ser transportada en los medios en un solo viaje

Para el camión de volteo:

$$Q_w = CW / U_0 = 5.00 \text{ m}^3 / 1.67 \text{ m}^3/\text{t} = 2.99 \text{ t}$$

$$N_v = Q / Q_w = 8.80 \text{ t} / 2.99 \text{ t} = 2.94 \text{ viajes} \approx 3 \text{ viajes}$$

Para la góndola:

$$Q_w = CW / U_0 = 6.25 \text{ m}^3 / 1.67 \text{ m}^3/\text{t} = 3.74 \text{ t}$$

$N_v = Q / Q_w = 8.80 \text{ t} / 3.74 \text{ t} = 2.35 \text{ viajes} \approx (2 \text{ viajes los meses impares y } 3 \text{ viajes los pares, es decir, } 5 \text{ viajes bimensualmente})$

Papel y cartón

$$Q = 65 \text{ kg} / 1000 \text{ kg/t} = 0.065 \text{ t}$$

$$vc = 1.00 \text{ m} * 0.75 \text{ m} * 0.50 \text{ m} = 0.375 \text{ m}^3$$

$$P_b = 0.005 \text{ t/bulto}$$

$$U_0 = (vc / P_b) * K_m = (0.375 \text{ m}^3 / 0.005 \text{ t}) * 0.95 = 71.25 \text{ m}^3/\text{t}$$

$$U = Q * U_0 = 0.065 \text{ t} * 71.25 \text{ m}^3/\text{t} = 4.63 \text{ m}^3$$

$U_0 > cw$, por lo que se trata de carga ligera;

$U < CW$, por lo que la carga por su volumen puede ser transportada en el medio, en un solo viaje

$$Q_w = Q = 0.07 \text{ t}$$

$$N_u = Q_w/P_b = 0.065 \text{ t} / 0.005 \text{ t} = 13 \text{ bultos}$$

$$N_v = 1 \text{ viaje}$$

Plásticos

$$Q = 40 \text{ kg} / 1000 \text{ kg/t} = 0.040 \text{ t}$$

$$vc = 0.60 \text{ m} * 0.30 \text{ m} * 0.85 \text{ m} = 0.153 \text{ m}^3$$

$$P_b = 0.012 \text{ t/bolsa}$$

$$U_0 = (vc / P_b) * K_m = (0.153 \text{ m}^3 / 0.012 \text{ t}) * 0.80 = 10.20 \text{ m}^3/\text{t}$$

$$U = Q * U_0 = 0.040 \text{ t} * 10.20 \text{ m}^3/\text{t} = 0.408 \text{ m}^3$$

$U_0 > cw$, por lo que se trata de carga ligera;

$U < CW$, por lo que la carga por su volumen puede ser transportada en el medio, en un solo viaje

$$Q_w = Q = 0.04 \text{ t}$$

$$N_u = Q_w/P_b = 0.040 \text{ t} / 0.012 \text{ t} = 3.33 \text{ bolsas} \approx 4 \text{ bolsas}$$

$$N_v = 1 \text{ viaje}$$

Carga mixta de papel y cartón junto a los plásticos

$$Q_{\text{Total}} = Q_{\text{PC}} + Q_{\text{P}} = 0.065 \text{ t} + 0.040 \text{ t} = 0.105 \text{ t} < 4.00 \text{ t}$$

$$U_{\text{Total}} = U_{\text{PC}} + U_{\text{P}} = 4.63 \text{ m}^3 + 0.41 \text{ m}^3 = 5.04 \text{ m}^3 \approx 5.00 \text{ m}^3$$

Si el cliente aporta el envase (góndola) a la empresa para la recolección de los desechos metálicos se necesitan mensualmente dos góndolas totalmente y una tercera con capacidad disponible de un 65% para el próximo mes, es decir, 2 viajes los meses impares y 3 viajes los pares, que se convierten en 5 viajes bimensualmente.

Si la transportación corre a cargo de la empresa de bujías este tipo de desecho se transporta en su totalidad en tres camiones de volteo al mes.

El papel y cartón se transporta junto a los plásticos, en sus embalajes definidos, necesitándose un viaje cada mes.

Anexo 21. Peso y puntuación, otorgados por los expertos a cada variable que compone el ICMAc

Nº	Variabes	W _j	Z _j	Nivel de comportamiento	W _j x Z _j
1	Consumo total de materiales	0,1128	4	mal	0,4514
2	Cantidad total de embalaje	0,1094	7	bien	0,7656
3	Cantidad total de residuos sólidos	0,1944	4	mal	0,7778
4	Cantidad de residuos sólidos reciclables	0,1580	4	mal	0,6319
5	Cantidad de residuos sólidos no reciclables	0,0729	9	muy bien	0,6563
6	Cantidad total de aguas residuales	0,0764	9	muy bien	0,6875
7	Consumo total de energía	0,0816	9	muy bien	0,7344
8	Consumo total de agua	0,0955	8	bien	0,7639
9	Consumo total de combustibles	0,0990	9	muy bien	0,8906
Total					6,3594

Fuente: elaboración propia a partir del resultado del trabajo con los expertos

Cálculo del cumplimiento de algunas variables del ICMAc

Consumo de energía 2016 (MW/h)	
Real	228.82
Plan	277.86
% Cumplimiento.	82.35
Consumo de agua 2016 (m³)	
Real	5823
Plan	6750
% Cumplimiento	86.27
Consumo de combustible 2016 (l)	
Real	33894
Plan	40240
% Cumplimiento.	84.23

Fuente: elaboración propia a partir de datos estadísticos de la entidad

$$ICMAc = \frac{\sum_{j=1}^n (W_j * Z_j)}{n} * 100$$

$$ICMAc = \frac{6.3594}{9} * 100$$

$$ICMAc = 70.66\%$$