

## Contribución de las prácticas y herramientas de “producciones más limpias” a la gestión ambiental de Planta Mecánica de Camagüey

Contribution of Cleaner Productions Practice and Techniques to Environmental Management at Planta Mecánica Factory in Camagüey, Cuba

Dra. C. Sarah Barreto Torrella\*, MSc. Ricardo Bautista Zayas\*\*  
y MSc. Arnaldo Morales Garrido\*\*

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba  
Planta Mecánica (PLAMEC), Camagüey,  
sarah.barreto@reduc.edu.cu

### RESUMEN

A partir de una experiencia práctica en la fábrica Planta Mecánica, de Camagüey, Cuba, se expone el papel de técnicas de producciones más limpias, en la concreción del sistema de gestión ambiental en industrias. Se utilizó el análisis documental, síntesis y deducción. Los procedimientos se sustentaron en un método genérico de producciones más limpias combinado con la evaluación del desempeño, a través de indicadores. Con las medidas propuestas se pueden reducir el 25 % de las emisiones de sales tóxicas, equivalente a la disminución de \$7 054,00 anuales debido al consumo de productos químicos en el área de tratamiento térmico, consumidora del 10 % de los reactivos químicos y que genera el 18 % de los residuos químicos peligrosos. Tan solo las medidas organizativas pueden disminuir los costos de producción de la entidad en más del 18 %. Además, se puede reducir en un 15 % el consumo energético en la planta de tratamiento de residuales. En un año, con la aplicación de tan solo el 28 % de lo propuesto, la reducción del costo del servicio de tratamiento de agua fue de 4,5 %, y del energético, de 9%.

**Palabras clave:** *sistema de gestión ambiental (SGA), industria, producciones limpias*

### ABSTRACT

Based on a practical experience carried out at Planta Mecánica Factory from Camagüey, Cuba, the role played by cleaner production techniques in designing an environmental management system for industries is dealt with. Procedures were supported by a generic method for cleaner productions combined with performance evaluation through several indicators. Measures suggested can reduce toxic salts emissions by 25 % equivalent to 7 054,00/ year decrease due to chemicals consumption in the area of thermal treatment. This area consumes 10 % of the overall chemical reagents and generates 18 % of dangerous chemical wastes. Only organizational measures alone can drop production costs by more than 18 %. Besides, energy consumption can be reduced by 15 % in the residual treatment plant. In a year, just by applying 28 % of the proposals, service costs of water treatment dropped to 4,5 % while energy consumption dropped to 9 %.

**Key Words:** *environmental management system, industry, clean productions*

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de gestión ambiental constituyen una herramienta de administración estratégica para mejorar el desempeño en las organizaciones. Se les reconoce su papel en el incremento de la competitividad internacional de las empresas por mejorar la calidad ambiental mediante la disminución de la cantidad de contaminación emitida (Baptista *et al* 1997; Guedez *et al* 2003). Guedez *et al* 2003 recomiendan asumirlos como parte fundamental del negocio que, bajo estricto control y mejora constante, puede llegar a convertirse en clave para aumentar la productividad y competitividad de la empresa.

Baptista *et al*, 1997 reconocen a la estrategia de “producciones más limpias” CPL como la vía para que se asuma en la industria una actitud proactiva en pos de obtener mayor calidad y productividad, debido a que esta se basa en la mejoría de la eficiencia de los procesos y la obtención de productos por vías ambientalmente compatibles. Consideran la prevención de la contaminación como prioridad, pues se revierte en calidad ambiental y mayor competitividad para las industrias.

La empresa Planta Mecánica de Camagüey cuenta con un sistema de gestión ambiental, elaborado en 2008 (Planta Mecánica (PLAMEC), 2008) como parte de la estrategia ambiental que se desarrolla en el país (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medioambiente, 2005), para la solución de los problemas ambientales que genera en su proceso de producción y como requisito para las empresas en perfeccionamiento empresarial. Dicho sistema se elaboró con la participación del departamento de gestión de la calidad de la empresa y los dos especialistas de gestión ambiental y se apoyó en trabajos realizados anteriormente (PLAMEC, 2007; PLAMEC, 2008) y en normas establecidas a ese fin (NC ISO14004:2004; NC ISO14040:2005; NC ISO14031:2005). Los documentos (PLAMEC, 2007; PLAMEC, 2008; NC ISO14031:2005) se integraron al sistema de gestión de calidad. Aunque muchas de estas normas están redactadas bajo principios de “producciones más limpias”, su puesta en práctica requiere entrenamiento en ese campo, para poder, conscientemente, aplicar sus métodos y herramientas. (Ochoa, 2007) señala que con la aplicación de las políticas y estándares regulatorios se corre el riesgo de que las herramientas de gestión ambiental sólo se utilicen para cumplir con éstas y obtener certificados, no para mejorar el desempeño. Cuando se logra un sistema de cuidado de calidad con la visión de la producción más limpia, se tienen mejoras continuas, sin tomar en cuenta los posibles certificados que se puedan obtener a lo largo del proceso. (Bautista; 2010) asegura que las técnicas de “producciones más limpias” pueden aplicarse a cualquier proceso industrial e incluyen: cambios operacionales sencillos, modificación de procesos u operaciones unitarias o de tecnologías por otras más eficientes.

Este trabajo pretende demostrar, a partir de una experiencia práctica, el papel que juega la aplicación de técnicas de producciones más limpias en la concreción práctica del sistema de gestión ambiental, se apoya en el análisis documental, la síntesis y deducción.

Los procedimientos se apoyan en el método genérico de producciones más limpias (Ochoa, 2007), que incluye herramientas de ingeniería industrial y de análisis y evaluación de procesos.

## DESARROLLO

### Algunos conceptos necesarios

#### *Sistema de gestión ambiental*

Es la parte del sistema de gestión general que incluye la estructura organizativa, actividades de planificación, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y los recursos para desarrollar, implantar, realizar, revisar y mantener la política ambiental (NC ISO14004:2004).

Su establecimiento es una herramienta al servicio del empresario que le proporciona beneficios tales como:

- Identificar y reducir las acciones y riesgos ambientales propios de cada una de las actividades productivas que integran el proceso industrial.
- Brindar las soluciones más adecuadas para la consecución de la reducción de los residuos sólidos, líquidos y gaseosos, así como los mejores medios para su reciclaje, disposición y/o eliminación final.
- Identificar, cuantificar, controlar y solucionar los problemas en aquellos procesos productivos que generan residuos —mediante el monitoreo sistemático cualitativo y cuantitativo de fuentes— y efectos contaminantes mediante un programa integral que propicie la búsqueda de soluciones óptimas, ambiental y económicamente compatibles.
- Involucrar a todos los trabajadores y a las comunidades localizadas dentro de las zonas de influencia de la industria en los programas de mejoramiento ambiental, entre otros aspectos (Colectivo de autores, Texto general final. Parte 1.pdf, 2007)

#### *Desempeño ambiental*

Resultados medibles del sistema de gestión ambiental, relacionados con el control de una organización sobre sus aspectos ambientales, basado en su política, objetivos y metas ambientales (NC ISO14031:2005)).

#### *Producciones más limpias*

El PNUMA define la *producción más limpia* como: « [...] aplicación continua de una estrategia integrada de prevención a los procesos, productos y servicios, para aumentar la eficiencia y reducir los riesgos a la vida humana y al medio ambiente» (CPTS, 2005; Colectivo de autores, 2007; Ochoa, 2007).

Importancia de la aplicación de producciones más limpias en las industrias

Una estrategia de PML, según (Terry Berro, 2005) implica el establecimiento de los siguientes objetivos:

1. Cambio de actitudes (nuevo enfoque de la relación empresa-ambiente y aplicación de enfoques preventivos).
2. Aplicación del conocimiento (mayor eficiencia; adopción de mejores técnicas; cambio de prácticas empresariales; revisión de políticas y procedimientos). Mejora de tecnologías (rediseño de productos; cambio de las tecnologías de producción; promoción de mejores tecnologías que garantizan un uso intensivo de los recursos y la minimización de impactos negativos).
3. Obtención de beneficios productivos como resultado de inversiones ambientales. Un puente conceptual que conecta a la empresa con la sostenibilidad. La PML ha permitido a muchas organizaciones, fundamentalmente industriales, cambiar su

imagen de contaminador y despilfarrador de recursos por otra positiva, propia de procesos energéticamente eficientes y conservadores de recursos naturales, que generan menos residuos y elaboran productos amigables con el medio ambiente.

A lo anterior, (Colectivo de autores, 2007) agregan:

- Ahorro de materias primas, agua y energía.
- Eliminación de materiales tóxicos.
- Reducción en cantidad y toxicidad de residuos y emisiones.
- Beneficios de la “producción más limpias”

La aplicación de técnicas y conceptos de PML en las empresas permite:

- Incrementar sus beneficios económicos (Colectivo de autores, 2007). Reducción de los costos a través del ahorro de energía y materiales; la mejora de la eficiencia de operación de las organizaciones empresariales; mejor calidad del producto; recuperación de materiales que antes constituían desechos Terry Berro, 2005).
- El acceso a nuevos mercados (Colectivo de autores, 2007); (Terry Berro, 2005).
- Reducir el riesgo de sanciones de la autoridad ambiental (Colectivo de autores, 2007).
- La incorporación del concepto de mejoramiento continuo.
- Mejorar el control de los costos y la satisfacción de criterios de inversión (Colectivo de autores, 2007).
- También se producen menos niveles de inversiones asociados al tratamiento y/o disposición final de los desechos (Ochoa, 2007) y la reducción de los costos de las soluciones “al final del tubo”
- La posibilidad de mejorar el ambiente laboral y la imagen de la empresa (Terry Berro, 2005).

Para los clientes:

- Mostrarles mayor confianza con una gestión de la calidad y ambiental demostrable.
- Incrementar la sustentabilidad del producto y su aceptación por el cliente.
- Aumentar la vida útil del producto.
- Mayores cuidados en la disposición final del producto.
- La estimulación a que la empresa piense más en él y la reducción del riesgo de que ésta no los satisfaga.

Para el medio ambiente

- Un uso racional de materias primas y otros insumos.
- La conservación de los recursos naturales.
- La disminución y control de los contaminantes.
- La armonización de las actividades con el ecosistema (Col. de autores, 2007).

Establecidos estos conceptos y valoradas las ventajas de PML para las industrias, se expone cómo su aplicación en Planta Mecánica mejoró la eficiencia de la gestión ambiental.

### **Aportes al sistema de gestión ambiental de Planta Mecánica de los conceptos y técnicas de PML:**

*Estrategia ambiental de la organización, sus inconvenientes*

Planta Mecánica de Camagüey, Cuba, es una empresa destinada a la fabricación y reparación de elementos metal mecánicos, cuenta con un grupo de procesos y servicios que cumplen las condiciones necesarias para garantizar la calidad establecida de los productos principales (Morales, 2010). Dicha entidad estableció su estrategia ambiental según (NC ISO14004:2004) y está dirigida al cumplimiento de requisitos que pueden ser auditados objetivamente para propósitos de certificación/registro y/o de autodeclaración. A partir del diagnóstico realizado en la revisión ambiental inicial se detectaron inconformidades referidas a las áreas de tratamiento térmico y tratamiento de residuales (PLAMEC, 2007; PLAMEC, 2008); problemas en el desempeño ambiental que provocan un incremento en los consumos de reactivos químicos y de energía; además de riesgo de vertimiento de residuales con contenidos de cromo superiores a los establecidos, lo que a su vez repercute en los costos de producción, no sólo por los sobreconsumos de reactivos, energía y agua, sino también por el pago de multas (Morales, 2010; Bautista; 2010).

En la revisión ambiental y en la evaluación de los aspectos ambientales, no se logran detectar las causas de las no conformidades descubiertas, esto se debe a que se hace una evaluación inicial cualitativa no detallada, donde se cuantifican las pérdidas en las operaciones y procesos, y se identifican las causas y principales unidades del proceso que han contribuido más a ello, según lo propuesto por (PLAMEC, 2007). La identificación de problemas, sus causas y el establecimiento de un orden de prioridad en las medidas encaminadas a su solución, requiere de la aplicación de técnicas, métodos y conceptos de producciones más limpias, tal como analizan (CPTS, 2005; Ochoa; 2007), lo cual contribuye a que el sistema de gestión ambiental sea más eficiente. También es necesario establecer indicadores para la evaluación del efecto de las medidas aplicadas. Si se conoce dónde, cómo y qué medir se puede evaluar el sistema de forma continua e introducir constantemente mejoras, lo que influye en la eficiencia económica y ambiental de la empresa. Como en PLAMEC (2007) no se cuantifican las pérdidas y emisiones de residuos, no se puede realizar un análisis de costos efectivo.

En la estrategia (PLAMEC, 2008) no se definen prioridades ni se concreta luego la actuación sobre los problemas internos y externos que influyen en el desempeño ambiental.

#### *Modificaciones al sistema de gestión ambiental y sus resultados*

(Bautista; 2010) y (Morales; 2010) abordan el sistema de gestión ambiental a partir de investigaciones realizadas en las operaciones y procesos de tratamiento térmico y de tratamiento de residuales, que incluyeron el diagnóstico para evaluar el desempeño en estos procesos, la identificación de alternativas de mejoras y su jerarquización, así como propuestas de medidas para mejorar el desempeño ambiental en ellos.

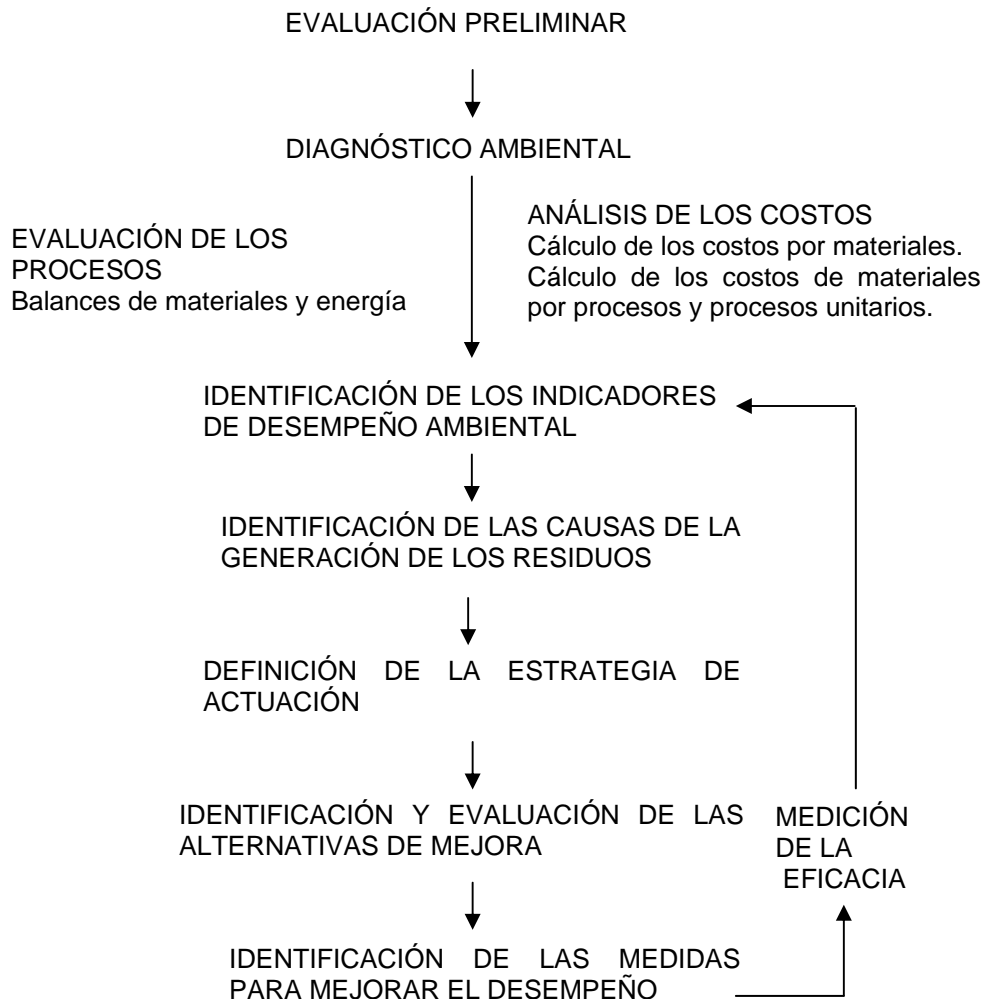
Aportan al sistema de gestión ambiental de la empresa lo siguiente:

- El procedimiento para la evaluación del desempeño ambiental en los procesos de tratamiento térmico y de residuales líquidos.
- La definición de los indicadores de desempeño ambiental integrados a la eficiencia de los procesos (económica y tecnológica) de los procesos mencionados.
- La valoración cuantitativa de los consumos sobreconsumos y sus respectivos costos en dichos procesos.

- La caracterización de las unidades del proceso significativas, teniendo en cuenta peligrosidad de los residuos, los consumos de productos químicos y energía específicos y la cantidad de residuos generados.

Los pasos seguidos son los que recomienda Ochoa; 2007, adaptado por (Bautista; 2010) y (Morales; 2010) a las particularidades de este tipo de producción y con la peculiaridad de que combinan el método genérico de producciones más limpias con la evaluación del desempeño, a través de indicadores, (Bautista, 2010; Bautista y Barreto 2011; Morales, 2010; Morales y Barreto 2011) (ver figura).

### Procedimiento para el perfeccionamiento y aplicación del sistema de gestión ambiental en industrias



Fuente: Elaboración propia

1. Evaluación preliminar.
2. Diagnóstico ambiental.
3. Identificación de los indicadores de desempeño ambiental.
4. Identificación de las causas de la generación de los residuos.
5. Definición de la estrategia de actuación.
6. Identificación y evaluación de las alternativas de mejora.
7. Identificación de las medidas para mejorar el desempeño.
8. Aplicación de las medidas.
9. Evaluación del desempeño.

Como los pasos son seguidos según Ochoa, 2007, se procede a explicar los fundamentos del mencionado en el inciso c, que constituye una particularidad del caso que se expone.

### **Identificación de los indicadores de desempeño ambiental**

Entre los indicadores de desempeño ambiental definidos en (PLAMEC, 2008) se encuentra “toneladas de residuos químicos vertidos al año”. Este criterio no es representativo si no se refiere a unidades procesadas o producidas, criterio que permitirían evaluar si las cantidades usadas y desechadas son o no proporcionales a las requeridas, según la tecnología empleada, y relacionarlos con sus costos, también podrían identificarse aquellos procesos que más consumen, derrochan y contaminan. Lo antes expuesto es importante para la integración de la gestión ambiental a la eficiencia del proceso, en lo que juega un papel decisivo identificar la mejora de desempeño como gestión integral para la empresa. Dentro del mencionado indicador se consideran los residuales generados en los procesos de tratamiento térmico en los hornos de sales fundidas.

Los indicadores se seleccionan basados en los criterios de la NC ISO14031: 2005 y se definen a partir de la identificación de las operaciones de los procesos que inciden con mayor importancia en la generación de los residuos atendiendo a los criterios siguientes:

- Costo de los materiales que generan los residuos.
- Peligrosidad de los productos químicos y los residuos que se generan (inflamabilidad, toxicidad, nocividad al medioambiente, reactividad química)
- Características de los desechos (sólidos, líquidos y gaseosos), su cuantificación y concentración). La determinación de la concentración es indispensable para evaluar si se cumple o no con las regulaciones de vertimiento al medio.
- Métodos de tratamiento final de los residuos.

#### *Indicadores seleccionados*

Irsales (Índice de residuos generados): Cantidad (en kg) de residuos generados en los procesos de tratamiento en hornos de sales fundidas por toneladas de producción.

Iccb (Índice de consumo de cloruro de bario): Cantidad (en kg) de Cloruro de bario consumido por toneladas de producción.

Igpq (Índice de costo de productos químicos): Gastos (en \$) referido a los productos químicos por toneladas de producción.

Ileqpq (Índice de sobregasto de productos químicos): Gastos (en \$), no asociados a las normas de consumo establecidas para los procesos (Bautista, 2010; Bautista y Barreto, 2011).

IETR (Índice de eficiencia de tratamiento de residuales): Costo del servicio de tratamiento de agua (\$) por nivel de ventas de la empresa (\$), considerando que el 89% de su producción está relacionada con la generación de residuales que van a la planta de tratamiento (Morales, 2010; Morales y Barreto 2011).

La precisa y correcta selección de los indicadores es un producto del análisis de los resultados obtenidos en los pasos anteriores y constituye un aporte importante de este trabajo para la evaluación del desempeño ambiental en procesos e industrias similares.

#### *Identificación de las medidas para mejorar el desempeño*

Las medidas para mejorar el desempeño parten del análisis del impacto y alcance de la aplicación del plan de acción establecido antes de la evaluación descrita en este trabajo y sus deficiencias, así como de los nuevos hallazgos detectados.

Se organizan del siguiente modo:

En dependencia a la inversión requerida

1. Las que no requieren inversión
2. Las que requieren inversión

En dependencia del objetivo que persiguen se dividen en:

3. Organizativas
4. Técnicas

- Cambios operacionales
- Modificaciones tecnológicas

En dependencia a los recursos disponibles, se dividen en medidas a corto, medio y largo plazo.

Se incluyen en el plan de acción de la empresa y se controla su ejecución y resultados.

### **Aplicación**

La aplicación del procedimiento en planta mecánica (Morales y Barreto, 2011; Bautista y Barreto, 2011) ha permitido los siguientes impactos, económicos y sociales.

1. El desempeño ambiental en el proceso de tratamiento térmico es deficiente debido a:
  - Gestión incorrecta en el consumo de los productos químicos.
  - Problemas técnicos de los hornos y crisoles.
  - Métodos incorrectos de gestión y organización de la producción.
2. En los hornos de sales se genera la mayor cantidad de residuos sólidos caracterizados como peligrosos, se desecha el 64 % de su gasto en el residuo sólido y los productos químicos utilizados son clasificados como altamente peligrosos. El Cloruro de bario es el producto que más se concentra en una operación (724,64 kg/t) y el tratamiento a las herramientas es el proceso de mayor consumo específico (1 432,37 kg/t).
3. El desempeño ambiental en el proceso de tratamiento de aguas residuales es deficiente debido a la incorrecta gestión en el consumo de los productos químicos y energía, que propicia sobreconsumos de reactivos químicos, energía eléctrica, aire comprimido y salarios, motivados por:
  - Deficiente estado técnico de las bombas
  - Deficiente sistema de medición y control automático del proceso, y la no existencia de un sistema que permita la dosificación de los reactivos.



- La indisciplina tecnológica del personal de operación en la instalación y en las fuentes primaria.

El programa de mejoras propuesto por Bautista, 2010 y Morales, 2010 incluye alternativas organizativas, de control, cambios operacionales y tecnológicos: la adquisición de equipos para la realización de limpieza ultrasónica a las piezas, cambios en los procesos productivos mediante sustitución de productos químicos, reparación a los hornos, diseño de procedimiento para la gestión de los residuos y sustitución de los hornos de sales por hornos de cámaras para altas temperaturas, etc.

Dichas medidas permiten la disminución del 25 % de emisiones de sales tóxicas, lo que además equivale a una disminución de 7 054,00 \$/año, debido a un mejor uso de productos químicos y la reducción de costos en el servicio de tratamiento a residuales por encima de un 18% y el consumo energético en un 15 %.

Medidas cumplidas (Bautista y Barreto 2011; Morales y Barreto 2011):

- Utilizar el cloruro de magnesio por el Bórax en los hornos de sales como elemento antioxidante.
- Reparación de los hornos; relleno de la parte interior con el material refractario.
- Cambios en criterios tecnológicos de desecho de los hornos de sales.
- Confinar los residuos generados en los hornos de sales junto con los residuos galvánicos (confinamiento controlado)
- Medidas organizativas (capacitación, control operacional, gestión de residuos).

Desde 2008 hasta el momento los indicadores se han comportado como se muestra en la tabla, lo que implica un ahorro de 2 396,481 \$/año (4 792,96 \$ en los dos años).

**Comportamiento de los indicadores seleccionados para medir el desempeño ambiental 2008-2010 a partir de las medidas aplicadas**

Indicador	Año			Medidas propuestas aplicadas hasta 2011 %
	2008	2009	2010	
I.E.T.R	8,22	8,54	7,69	45,45
Irsales	214,10	179,26	170,31	
Iccb	724,64	298,61	281,73	
Igpq	357,04	305,07	287,17	
Ilegpq	320,36	252,55	258,49	

IETR (Índice de eficiencia de tratamiento de residuales)

Irsales (Índice de residuos generados)

Iccb (Índice de consumo de Cloruro de bario)

Igpq (Índice de costo de productos químicos)

Ilegpq (Índice de sobregasto de productos químicos)

Fuente: Elaboración propia

Si estos costos se internalizaran como refiere Ochoa, 2007, la efectividad económica de la empresa sería mayor. CHIA-CHIN y NI-BIN, 2008 plantean —entre otras opciones de gestión ambiental— a PML como una vía para fortalecer la competencia de la organización y la necesidad de incluir en los esquemas de planificación de la industria los costos ambientales.

Sin todas las determinaciones anteriores es imposible definir un plan de acción.

Como se observa la herramienta de PML diseñada para utilizar en la evaluación de los procesos enriquece el SGA<sup>1</sup> y permite consolidarlo sobre la base de los criterios de

<sup>1</sup> Sistema de Gestión Ambiental

desempeño ambiental que establecen las NC ISO 14000. (NC, 2004, NC, 2005a). Eisner, 2004, asegura que las certificaciones ambientales, obtenidas por el cumplimiento de los requisitos de las normas ISO 14000, no pueden traducirse en un compromiso a una reducción ambiciosa de la contaminación, porque estas se enfocan en los procesos en lugar de hacerlo en las metas.

### **La aplicación de métodos de producciones más limpias en la evaluación y análisis de procesos industriales permite:**

- Mejor caracterización y evaluación de las unidades del proceso y de éste.
- Identificación de las causas de los problemas o no conformidades detectadas y de las operaciones, procesos y agentes implicados en ellas y su importancia
- Identificación de problemas que no se aprecian a simple vista.
- Establecimiento de prioridades en las medidas identificadas para la solución de los problemas, según, el impacto económico o ambiental que se logre con ellas o a la importancia que le otorgue la dirección de la organización, o a la disponibilidad financiera para acometer inversiones, entre otras.
- Determinación de un plan de acción para lograr los objetivos de la estrategia ambiental.
- Análisis de los costos reales de producción y del ahorro que puede alcanzarse al optimizar el uso de la materia prima, el agua y la energía.

### **CONCLUSIONES**

La aplicación de PML en el diagnóstico realizado en áreas de Planta Mecánica de Camagüey, Cuba, permitió identificar las causas de las no conformidades detectadas por (PLAMEC 2007) y a la realización de nuevos hallazgos, a partir de los que se elaboraron y jerarquizaron medidas y acciones dirigidas a su solución, todo lo cual contribuye a mejorar el sistema de gestión ambiental de la empresa.

Con las medidas propuestas se pueden disminuir el 25 % de las emisiones de sales tóxicas, que equivale a una disminución de 7 054,00 \$/año debido al consumo de productos químicos en el área de tratamiento térmico. Las medidas organizativas pueden provocar la disminución de los costos de producción de la entidad en más del 18 %. Se puede reducir en un 15 % el consumo energético en la planta de tratamiento de residuales. En un año, con la aplicación de tan solo un 28 % de lo propuesto, la reducción del costo del servicio de tratamiento de agua fue en 4,5 %, y del energético en 9 %.

Los indicadores propuestos, así como el procedimiento para su verificación permiten evaluar los cambios que producen las acciones y medidas aplicadas y así medir su impacto, en dos años se han ahorrado \$ 4 792.96.

### **REFERENCIAS**

BAUTISTA, R. O. (2010) *Medidas para mejorar el desempeño ambiental en el proceso de tratamiento térmico de Planta Mecánica Camaguey*. . Tesis de maestría no publicada, Universidad de Camagüey, Camagüey.

BAUTISTA, R. y BARRETO, SARAH. Medidas para mejorar el desempeño ambiental en procesos metalmecánicos. En: IV Conferencia Internacional "Ciencia y Tecnología por

un Desarrollo Sostenible”. Simposio Internacional “Las Ciencias Químicas por un Desarrollo Sostenible”. Camagüey, 9-11 de Junio de 2011. ISBN 978-959-16-1243-4

BPTISTA, M. V. D. S., ZENY, A. S., Y MACHADO, G. E. (1997). *Proposta do senai para implantação de sistemas de gestão ambiental na indústria*. Paper presented at the Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 19Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental, 2 - FITABES'97, Foz do Iguacu. Brasil.

CENTRO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES DE BOLIVIA (CPTS, C. d. (2005). *Guía Técnica general de producción más limpia*. Recuperado el 22 de 10 de 2010, de: [www.bolivia-industry.com/sia/novedades/GUIA\\_PML.pdf](http://www.bolivia-industry.com/sia/novedades/GUIA_PML.pdf).

CHIA-CHIN, W. Y NI-BIN, C. (2008) Evaluation of environmentally benign production program in the textile-dyeing industry (II): a multi-objective programming approach. *Civil Engineering & Environmental Systems*, 25, 1-28.

COLECTIVO DE AUTORES (01 de 02 de 2007). *Universidad para todos. Protección ambiental y producción más limpia*. (Academia, Ed.) Recuperado el 05 de 06 de 2011, de <http://www.medioambiente.cu/download/Texto%20general%20final.Parte%201.pdf>.

CONSEJO DE MINISTROS, R. D. C. (2007) Reglamento para la implantación y consolidación del sistema de de dirección y gestión empresarial estatal. Capítulo VIII. Sistema de Gestión Ambiental. Decreto Ley 281:07. *Gaceta Oficial de la República de Cuba*. Decreto del Consejo de Ministros, Cuba.

EISNER, M. (2004). Corporate Environmentalism, Regulatory Reform, and Industry Self-Regulation: Toward Genuine Regulatory Reinvention in the United States. *Governance*, 17(2), 145-167.

GUEDEZ, C.; DE ARMAS, D.; REYES, R. y GALVÁN, R. (2003). Los sistemas de gestión ambiental en la industria petrolera internacional. *INCI*. [en línea]. 28, (9), p.528 [Recuperado el 10 Abril 2011 de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-53318442003000900006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-53318442003000900006&lng=es&nrm=iso)]. ISSN 0378-1844.

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medioambiente. (2005). *Estrategia Ambiental Nacional 2005-2010*. La Habana: Academia.

MORALES GARRIDO, A. (2010) *Acciones para disminuir los consumos de reactivos químicos y energía en el proceso de tratamiento de aguas residuales de la EMI “My Gral Ignacio Agramonte y Loynaz”*. Tesis en opción al grado de “Máster en Eficiencia Energética”. *Facultad de Electromecánica*. Camaguey, Universidad de Camaguey.

MORALES, A. y BARRETO, SARAH (2011). *Acciones para disminuir los consumos de reactivos químicos y energía en el proceso de tratamiento de aguas residuales de PLAMEC*. En: *IV Conferencia Internacional “Ciencia y Tecnología por un Desarrollo Sostenible”*. Simposio Internacional “Las Ciencias Químicas por un Desarrollo Sostenible”. Camagüey, 9-11 de Junio de 2011. ISBN 978-959-16-1243-4.

NC (2004) Sistema de Gestión Ambiental - Requisitos con orientación para su uso. [ISO 14001:2004 (Traducción certificada), IDT]. ONN.

NC (2005a). Norma Cubana, NC ISO14004:2004. *Sistema de Gestión Ambiental—Directrices*. La Habana, Cuba: Oficina Nacional de Normalización.

NC (2005b). NC ISO 14040:2005. *Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida*. La Habana, Cuna: Oficina Nacional de Normalización.

NC. (2005 c). NC ISO14031:2005. *Evaluación del Desempeño*. La Habana, Cuba: Oficina Nacional de Normalización.

NC. (julio de 2005). NORMA CUBANA NC ISO 14001: 2004. *SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL—REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO*, 1, 41. (O. N. Normalización, Ed.) La Habana, Cuba.

OCHOA, P. (2007). *Las Producciones más limpias en la gestión empresarial*. Cuba. Cienfuegos: Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente, Universidad de Cienfuegos, Cuba

PLANTA MECÁNICA (PLAMEC) (2007). *Revisión Ambiental Inicial*. EMI "My Gral Ignacio Agramonte". Camagüey

PLANTA MECÁNICA (PLAMEC) (2008). *Estrategia Ambiental 2008-2010*. EMI "Mayor General Ignacio Agramonte y Loynaz", Camagüey.

TERRY BERRO, C. (2005). Enfoque actual de las iniciativas en producción más limpia y sus proyecciones en el ámbito nacional. *Cuba, Medio Ambiente y Desarrollo*, 5 (9). Disponible en: [http://www.medioambiente.cu/revistama/9\\_01.asp](http://www.medioambiente.cu/revistama/9_01.asp)