

**Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**

**Facultad de Química y Farmacia**

**Departamento de Ingeniería Química**



# **"INTEGRACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL Y ENERGÉTICA EN INDUSTRIAS DE PROCESOS"**

Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas

**Autor: MSc. Ing. Gladys Cañizares Pentón**

**Tutores: Dra. Xiomara Cabrera Bermúdez**

**Dr. Iván Leandro Rodríguez Rico**

**Santa Clara**

**2015**

....."Aunque se ha elevado la conciencia sobre la necesidad de proteger el medio ambiente, la lucha contra la contaminación ha tenido un avance lento y el aprovechamiento necesario de los residuales solo se logra en un reducido número de instalaciones. Muchos de los sistemas de tratamiento no funcionan o lo hacen deficientemente, y en muchas instalaciones nuevas, imprevisiblemente no se concibieron las inversiones complementarias para este fin."

*Fidel, Informe Central al III Congreso del PCC*

*Los más sinceros agradecimientos:*

- *A Xiommy e Iván, por todo.*
- *A Raulito, Belkis y Meilyn por la luz en el camino.*
- *A los que participaron en este proyecto, en especial Mabel, Elda, Mileydis, Lídice Mavis, Lesly y Yadira.*
- *A los trabajadores de Gases y Ronera por su ayuda incondicional, particularmente Feyt, Cary, Kenia, Pérez, Rosa, Yoan, Abelito, Mayra, Castillo y Noelvis.*
  - *A mis compañeros de trabajo por su decidido apoyo.*
  - *A los especialistas de los organismos regulatorios consultados.*
    - *A mis amigos, aunque algunos estén lejos.*

*A todos, muchas gracias*

## DEDICATORIA

- *A la Revolución, por permitirme llegar hasta aquí.*
- *A mi familia, en especial mis hijos Lesly y Luis Alberto, por su perenne sacrificio.*

## **SÍNTESIS**

En este trabajo se propone una metodología para la integración de la gestión ambiental y la energética con enfoque a las normas internacionales ISO 14001:2004 e ISO 50001:2011, en industrias de procesos que previamente hayan implementado un sistema de gestión de calidad ISO 9001:2008. La metodología propuesta considera etapas claves de: diseño, diagnóstico, establecimiento del sistema de indicadores, preparación de la documentación del sistema, implementación de las nuevas prácticas, auditoría interna, evaluación del desempeño y revisión del sistema, cuya salida plantea la implementación de herramientas de producción más limpia, como método efectivo para lograr la mejora continua del sistema. Se destaca como novedad del trabajo la utilización de una herramienta de diagnóstico, que permite realizar de forma integrada la revisión inicial ambiental y la energética, así como el diseño de un sistema de indicadores ambientales y energéticos a partir de requisitos que evalúan los organismos regulatorios en esos temas, validado por sus especialistas en la provincia Villa Clara, Cuba, que se utiliza para evaluar el desempeño en este proyecto. Además, se proponen procedimientos para la evaluación integrada de impacto ambiental y riesgo laboral, para la gestión de residuos y para la gestión de la energía que contribuyen al logro de producciones más limpias. Se valida la metodología propuesta mediante su aplicación en dos industrias de procesos, una de producción y comercialización de gases industriales y medicinales, y otra de producción de ron y otras bebidas alcohólicas, estableciéndose las similitudes y diferencias entre ambos casos de estudio.

## **ABSTRACT**

In this paper a methodology for the integration of environmental and energy management with a focus on international standards ISO 14001:2004 and ISO 50001:2011, in process industries that have previously implemented a management system ISO 9001:2008 is proposed. The proposed methodology considers key stages of design, diagnosis, and establishment of the system of indicators, preparation of system documentation, implementation of new practices, internal audit, performance appraisal and review system. The output presents the implementation of clean productions, as an effective method to achieve a continuous improvement of production system. Stands out as novelty of this work the use of a diagnostic that allows the initial environmental and energy review, as well as the design of a system of environmental and energy indicators from requirements required by regulatory agencies. This was validated by their specialists in Villa Clara province, Cuba, and is used to evaluate the performance of this project. In addition, procedures for an integrated environmental impact assessment and occupational hazard for waste management and energy management that contribute to achieving cleaner production are proposed. The proposed methodology is validated through its application on two process industries, one of production and marketing of industrial and medical gases and the other for production of rums and other spirits. Similarities and differences between the two case studies were established.

## ÍNDICE

	“Pág.”.
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I. FUNDAMENTO TEÓRICO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.1 Gestión ambiental	7
1.1.1 Modelos de gestión ambiental	8
1.2 Sistema de gestión ambiental (SGA) ISO 14001	10
1.2.1 Diagnóstico ambiental o revisión ambiental inicial	11
1.3 Gestión energética	13
1.3.1 Modelos de gestión energética	14
1.4 Sistema de gestión energética (SGEn) ISO 50001	16
1.4.1 Revisión energética (diagnóstico energético)	17
1.5 Sistemas de gestión integrados	18
1.6 Indicadores para sistemas de gestión	20
1.6.1 Indicadores ambientales	21
1.6.2 Indicadores energéticos	21
1.6.3 Integración de indicadores	22
1.7 Evaluación del desempeño	23
1.7.1 Evaluación del desempeño ambiental (EDA)	23
1.7.2 Evaluación del desempeño energético	24
1.8 Producción más limpia (P+L)	24
1.8.1 Herramientas de P+L	26

1.9 Conclusiones parciales	27
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA PARA LA INTEGRACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL Y ENERGÉTICA EN INDUSTRIAS DE PROCESOS	28
2.1 Establecimiento del programa de trabajo y definición del alcance del sistema de gestión ambiental y energético.	29
2.2 Elaboración de la matriz de diseño del sistema de gestión.	29
2.3 Elaboración de la revisión inicial ambiental y energética.	30
2.4 Establecimiento del sistema de indicadores ambientales y energéticos.	38
2.4.1 Metodología para determinar y actualizar el sistema de indicadores ambientales y energéticos.	41
2.5 Preparación de la documentación del sistema integrado de gestión.	42
2.6 Implementación de las nuevas prácticas.	43
2.7 Validación (auditoría interna).	43
2.8 Evaluación del desempeño ambiental y energético.	44
2.8.1 Procedimiento para el cálculo del índice global de desempeño del SGA y SGEEn.	44
2.9 Revisión del sistema integrado de gestión.	48
2.10 Evaluación de opciones de producciones limpias.	48
2.11 Conclusiones parciales.	49
CAPÍTULO III. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA INTEGRACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL Y ENERGÉTICA EN LA	50

UNIDAD EMPRESARIAL DE BASE “GASES INDUSTRIALES” Y EN LA  
RONERA CENTRAL “AGUSTÍN RODRÍGUEZ MENA”, EN VILLA CLARA.

3.1 Caso de estudio: Unidad Empresarial de Base “Gases Industriales”	50
3.2 Caso de estudio: Ronera Central “Agustín Rodríguez Mena”	75
3.3 Diferencias y similitudes entre ambos casos de estudio	95
3.4 Conclusiones parciales	98
CONCLUSIONES GENERALES	99
RECOMENDACIONES	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

## **INTRODUCCIÓN**

En el entorno empresarial actual, los riesgos se han convertido en una preocupación para la toma de decisiones, por ello se requiere que los estilos de gestión potencien la preservación del medio ambiente y el uso racional de los recursos energéticos, ya que el sobre consumo de energía también contribuye al deterioro ambiental.

Los esquemas de Certificación de Sistemas que han aparecido en el mundo a lo largo de las últimas décadas, constituyen un medio apropiado para que todo el interesado lleve a cabo conductas y prácticas de desempeño y administración de su gestión, que permitan asegurar un desarrollo futuro limpio, seguro y sustentable. La norma ISO 14001 establece lo que se debe cumplir para asegurar un sistema de gestión apropiado para la protección del medio ambiente. De forma similar, en el año 2011 se aprueba la ISO 50001 que establece los requisitos necesarios para mejorar el desempeño energético, conduciendo a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y a otros impactos ambientales. Ambas se utilizan internacionalmente y también en Cuba, por los Órganos Certificadores de Sistemas de Gestión, para otorgar el distintivo de “Sistema de Gestión Ambiental Certificado ISO 14001”, “Sistema de Gestión de la Energía Certificado ISO 50001” y/o “Sistema Integrado de Gestión Certificado”.

Sin embargo, como un paso de mejora importante, la ISO 50001 introduce nuevos requisitos, entre los que se destacan: los “indicadores de desempeño energético”, y establece que se deben identificar los indicadores apropiados para realizar el seguimiento y medición del desempeño energético en cualquier proceso tecnológico o empresa, concepto que resulta aplicable para cualquier tipo de sistema de gestión.

### **Situación problemática**

Las instituciones cubanas no están ajenas a la tendencia internacional en la utilización de normas de sistemas de gestión, sin embargo, la integración de los sistemas de gestión ambiental y de la energía no son ampliamente practicados, como vía de elevar el desempeño. De ahí que la dirección del país en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, se ha trazado como objetivo, “*lograr que el sistema empresarial esté constituido por empresas eficientes, bien organizadas y eficaces, (...) para garantizar mayor eficiencia y calidad*” [Lineamientos PCC, 2011].

Lo anterior resulta de vital importancia para el sector industrial, que por lo general es alto consumidor de energía y generador de grandes cantidades de residuos y emisiones contaminantes que ocasionan impactos ambientales negativos, lo que exige mejorar la organización y control de sus procesos. La no existencia de una metodología que permita conducir adecuadamente la integración de la gestión ambiental y energética a un sistema de gestión de calidad implementado, que incluya el cálculo de un índice para la evaluación del desempeño energético-ambiental utilizando indicadores controlados por organismos regulatorios, constituye la situación problemática de la presente investigación.

### **Problema de investigación científica**

Necesidad de crear las bases metodológicas, con enfoque científico y práctico, de cómo las empresas industriales deben actuar para lograr con éxito la integración de la gestión ambiental y energética al sistema de gestión de calidad, con el uso de indicadores controlados por organismos regulatorios y aplicando producciones más limpias.

### **Hipótesis**

Esta investigación parte de la hipótesis de que:

Si se desarrolla una metodología que permita realizar de forma integrada el diagnóstico o revisión inicial, establecer un índice para evaluar el desempeño energético-ambiental utilizando indicadores controlados por organismos regulatorios y aplicar producciones más limpias, es posible la mejora continua de las industrias de procesos, cumpliendo requisitos de normas internacionales.

Para dar solución al problema científico se plantea el siguiente sistema de objetivos:

### **Objetivo general:**

Desarrollar una metodología para la integración de la gestión ambiental y energética en industrias de procesos con sistema de gestión de calidad implementado.

### **Objetivos específicos:**

1. Realizar el diseño para la integración de la gestión ambiental y energética a un sistema de gestión de calidad implementado.
2. Diseñar una metodología para el diagnóstico o revisión energética-ambiental inicial, que incluya los procedimientos de integración de la gestión ambiental y energética al sistema de gestión de calidad.

3. Establecer el sistema combinado de indicadores ambientales y energéticos, sobre la base de criterios de organismos regulatorios en materia ambiental y energética.
4. Definir las modificaciones necesarias para garantizar la completa integración de la gestión ambiental y la energética al sistema de gestión de calidad.
5. Proponer el procedimiento para el cálculo del índice global de desempeño energético-ambiental, mediante los indicadores controlados por organismos regulatorios.
6. Aplicar la metodología para la integración de la gestión ambiental y energética en los casos de estudio: Unidad Empresarial de Base “Gases Industriales Villa Clara” y “Ronera Central”, de la Corporación Cuba Ron S.A en Villa Clara.

#### **Novedad científica**

Se logra desarrollar una metodología para la integración de la gestión ambiental y la energética, que permite realizar de forma integrada el diagnóstico o revisión inicial, determinar un índice para evaluar el desempeño energético-ambiental mediante un sistema de indicadores en respuesta a exigencias de organismos regulatorios, así como aplicar producciones más limpias para la mejora continua de las industrias de procesos.

#### **Diseño metodológico de la investigación**

Atendiendo al desarrollo actual del problema planteado, se selecciona la modalidad de investigación exploratoria como primer paso para obtener conocimiento sobre el tema, basado en una estrategia de análisis de la documentación, combinada con la investigación descriptiva, que permite medir y evaluar el desempeño ambiental y energético de las industrias seleccionadas como casos de estudio, para validar la metodología que constituye el objeto de estudio de esta investigación.

La metodología investigativa considera el empleo de métodos de investigación teóricos, matemáticos-estadísticos y empíricos. Entre los primeros figura el analítico-sintético, que permite analizar las particularidades de los procesos productivos objeto de estudio y las necesidades de mejoras energéticas y ambientales a introducir como resultado del diagnóstico o evaluación inicial. El procedimiento que se utiliza para evaluar el desempeño energético-ambiental se soporta científicamente en métodos matemáticos-estadísticos.

En los métodos empíricos están la entrevista (para conocer los criterios del personal vinculado a los procesos de producción, sobre el impacto ambiental que éstos ocasionan

y la determinación de las áreas o puestos claves de uso significativo de la energía); la observación y recorrido por las instalaciones (para corroborar la situación de la infraestructura, así como las prácticas de operación de los procesos); la revisión de documentos y registros (permite determinar el grado de madurez del sistema de gestión de calidad para integrar la gestión ambiental y la energética, así como obtener los datos históricos necesarios para el diagnóstico o evaluación inicial y para evaluar el desempeño); y la experimental se emplea en diferentes determinaciones requeridas para obtener información y validar los resultados. En el trabajo se emplean herramientas de Análisis de Procesos para el planteamiento de los diagramas de flujo, mapas de procesos y diagramas energético-productivos.

La búsqueda de información que sustenta la base teórica se basa en fuentes primarias de información (libros, revistas, normas y artículos científicos) que aportan información original. También se utilizan resultados de investigaciones previas desarrolladas por la autora y otras disponibles en la Web y en centros de información de las universidades.

### **Beneficios esperados**

El principal aporte es metodológico, pues se desarrolla un proceder de cómo integrar la gestión ambiental y la energética en el sistema de gestión de calidad de cualquier industria de procesos, aplicable también a casos en los que no exista el sistema de gestión de la calidad. Aportes prácticos, pues corrobora la factibilidad técnica, económica y ambiental de utilizar indicadores como vía de evaluar la contaminación ambiental originada por residuos sólidos, líquidos y emisiones gaseosas, incluidas las asociadas al inadecuado manejo y control de portadores energéticos. La indicación metodológica de emplear producciones más limpias para el mejoramiento continuo de los procesos, constituye otro aporte del presente trabajo.

### **Límites del alcance de la investigación**

La metodología que se propone puede utilizarse por cualquier industria que previamente haya implementado un sistema de gestión de calidad, conforme a los requisitos de la norma ISO 9001, no obstante es válida su utilización para industrias que deseen implementar desde un inicio un sistema integrado de gestión que considere la calidad, el medio ambiente y la gestión de la energía, con arreglo a los estándares internacionales que promueve Cuba, como miembro de la ISO.

## *Introducción*

La tesis se estructura en Introducción y 3 capítulos, las conclusiones, las recomendaciones y varios anexos relacionados con las evidencias que soportan el informe.

En el Capítulo I se elabora el marco teórico referencial de la investigación estableciendo conceptos y definiciones imprescindibles para su desarrollo, así como el estado del arte y la práctica en el tema propuesto que crean las bases para la solución del problema científico.

En el Capítulo II se establece y desarrolla la propuesta metodológica para integrar la gestión ambiental y la energética en industrias con sistema de gestión de calidad implementado, que considera el proceder para realizar de forma integrada el diagnóstico o revisión inicial y para determinar un índice que evalúa el desempeño mediante el uso de indicadores controlados por organismos regulatorios en estas materias, siendo este el principal aporte científico del presente trabajo.

En el Capítulo III se aplica la propuesta metodológica en una industria dedicada a la producción y comercialización de gases industriales y medicinales y en otra que tiene como misión producir y comercializar ron y otras bebidas alcohólicas.

## **CAPÍTULO I: FUNDAMENTO TEÓRICO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Gestión ambiental.**

El ser humano realiza acciones de gestión ambiental desde que comenzó a aprovechar los recursos naturales y a tratar de incrementar la cantidad de alimentos a partir de la gestión de los suelos, labor que implicaba la interacción con el medio ambiente. Sin embargo, la actitud adoptada por el hombre hacia la naturaleza durante el último siglo, dio lugar a uno de los problemas capitales que la humanidad tiene planteado en la actualidad, **la contaminación ambiental**, definida ésta por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), como la *Introducción directa o indirecta en el medio ambiente, efectuada por el hombre, de cualquier tipo de desecho peligroso que pueda resultar nocivo para la salud humana o la vida vegetal o animal, dañe los ecosistemas, estorbe el disfrute de los lugares de esparcimiento u obstaculice otros usos legítimos del medio ambiente* [PNUMA, 1987].

La gestión ambiental no se desarrolló conceptualmente como una disciplina hasta mediados de la década de los años 60 del pasado siglo, cuando los problemas ambientales comenzaron a alcanzar una dimensión mundial. Diversos autores abordan el concepto, sin embargo en su esencia todos resultan coincidentes. Resalta el ofrecido por Rodríguez [2009], al definirla como el conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente, basada en una coordinada información multidisciplinaria y en la **participación ciudadana**, significando que dentro de las acciones se incluyen elementos tales como: la conservación de especies amenazadas, **el aprovechamiento energético**, el aprovechamiento piscícola, la ordenación forestal, **la gestión industrial** e incluso, la gestión doméstica.

De ese concepto se pueden inferir tres aspectos que a criterio de la autora, teniendo en cuenta el objetivo de este trabajo resultan claves. El primero se refiere a la participación ciudadana, es decir, al papel protagónico que debe desempeñar el hombre como ser social y su voluntad de proteger el medio ambiente, tanto en la comunidad como en su entorno laboral. El segundo se relaciona con el aprovechamiento energético como una de las acciones en el campo de la gestión ambiental, criterio acertado pero discutible, teniendo en cuenta que en la época contemporánea la gestión energética por si sola contribuye a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y otros

impactos ambientales [ISO 50001:2011], mediante la mejora en la eficiencia energética de los procesos y el control en el uso y consumo de portadores energéticos. La gestión industrial como tercer elemento es pilar fundamental, ya que la industria es un sector alto consumidor de energía y genera residuos contaminantes que ocasionan impactos ambientales significativos negativos. Además, para la mayoría de los países el nivel de industrialización es lo que mueve su desarrollo, sin embargo, se deben aplicar mecanismos que contribuyan a que esa **gestión**, es decir, **la dirección y el control**, logren demostrar una mejora continua en el desempeño. La práctica mundial demuestra que esto puede lograrse implementando **sistemas de gestión**.

En Cuba la Ley 81 Del Medio Ambiente, aprobada en el año 1997 por la Asamblea Nacional del Poder Popular (ANPP), define gestión ambiental como: el conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos, dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del medio ambiente y el control de la actividad del hombre en esta esfera. Esta definición abarca los esfuerzos y acciones que deben realizarse para materializar la política ambiental, en el marco de la planificación, la implementación y el control ambiental, por tanto las actividades deben planificarse de forma estratégica, encaminado a mantener la mejora continua del medioambiente. La estrategia a seguir implica primeramente adoptar determinado modelo de gestión.

### **1.1.1 Modelos de gestión ambiental.**

A partir de una teoría y/o modelo, como representación simbólica y simplificada de un fenómeno u objeto de la realidad, se puede establecer una investigación que indique la solución a los problemas presentes en determinada área de la realidad e incrementa el conocimiento que tenemos sobre dichos problemas [Hernández, 2006]. La gestión no es ajena a las bondades que los modelos brindan para estructurar formas de actuar.

Sosa [2009], en trabajo desarrollado en el marco del presente proyecto, identifica algunos modelos de gestión ambiental a los que se tiene referencia:

- Modelo de Excelencia Medioambiental (M.E.M), (1998): Tuvo su origen en la idea de que el medio ambiente era, a las puertas del siglo XXI, un gran reto cuya buena gestión debía tener un impacto positivo en la capacidad de las empresas de adaptarse y afrontar con éxito las cambiantes y crecientes demandas de la sociedad. El M.E.M nace a imagen y semejanza de los modelos que, en el ámbito de la calidad total, están siendo

usados por compañías líderes de todo el mundo como importantes motores de mejora. Constituye un marco de referencia en procesos de auto diagnóstico de la gestión medioambiental, que culminan con el desarrollo e implantación de planes de mejora.

- Análisis Total de Stakeholders (T.S.A) (2000): Parte del análisis completo de los impactos o la influencia de las decisiones sobre los grupos de interés de una industria (stakeholders). Esto requiere identificar, medir y reportar los beneficios y costos de los impactos ambientales de los procesos, productos o servicios que se generan, para los diferentes grupos de interés.

- Modelo de Gestión de la Organización Internacional de Normalización (ISO) 14001 (2004): Es uno de los más difundidos, se basa en la filosofía Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA), también conocida como Ciclo o filosofía de mejora continua, en la que también se fundamentan las normas ISO 9000 y el resto de las normas de sistemas de gestión que promueve la ISO, además de su enfoque estratégico y de sistema. Es aplicable a todos los tipos y tamaños de industrias, permite establecer un sistema de gestión ambiental apropiado y demostrar la conformidad de sus requisitos en un proceso de certificación. Su objetivo es apoyar la protección ambiental y la prevención de la contaminación en equilibrio con las necesidades socio-económicas. En la figura 1.1 se muestra el modelo de esta norma [ISO 14001:2004]:

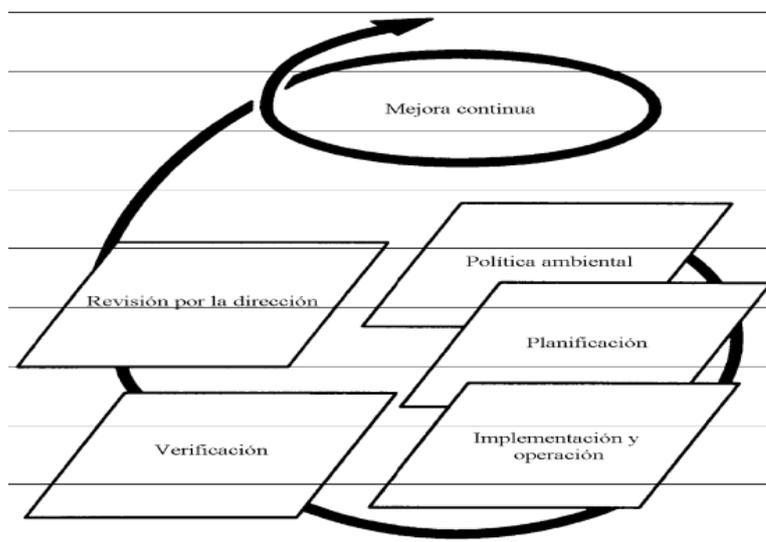


Figura 1.1: Modelo de un sistema de gestión ambiental. Fuente: ISO 14001:2004.

A pesar de que el elemento común en estos modelos es que pueden ser aplicables a cualquier tipo de industria y todos conllevan a la implementación de planes de mejora del

desempeño ambiental, resalta el de la ISO por su enfoque de sistema y por defender la filosofía de mejora de otros sistemas, lo cual facilita cualquier proceso de integración. Por tanto, es el más apropiado a adoptar en el desarrollo de este trabajo, sin embargo no establece por sí mismo criterios de actuación medioambiental específicos, los que son definidos en otras normas que deben tomarse en consideración cuando se trabaja este modelo, por ejemplo normas técnicas que especifican parámetros de vertimiento y elementos definidos en otras normas de la familia 14000 que se analizan a continuación.

### **1.2 Sistema de gestión ambiental (SGA) ISO 14001.**

La familia ISO 14000 aporta un conjunto de normas que ofrecen herramientas y establecen un patrón de SGA, que han sido adoptadas por Cuba como la serie de normas NC ISO 14000 e incluye entre otras, las siguientes: NC ISO 14001: 2004 que fija requisitos del SGA, la NC ISO 14004: 2004 establece directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo, la NC ISO 14015: 2005 trata sobre evaluación ambiental, la NC ISO 14031: 2005 aborda directrices para la evaluación del desempeño ambiental y la NC ISO 14050: 2005 fija los términos y definiciones a utilizar.

En esta última, se define que el SGA es la parte del sistema de gestión empleada para desarrollar e implementar la política ambiental y gestionar aspectos ambientales, definidos éstos como el elemento de las actividades, productos o servicios que puede interactuar con el medio ambiente, ocasionando un impacto ambiental. Como parte del concepto se incorporan dos notas que son parte integrante de éste, en una de ellas se lee que un SGA incluye estructura, planificación de actividades, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos. Se entiende entonces que todas las industrias disponen de un sistema de gestión, sin embargo, no todas pueden afirmar que tengan SGA, si no se aseguran que dichas responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos estén enfocados a la protección del medio ambiente.

De todas las normas de la familia 14000, la única por la cual se puede acceder a la certificación del SGA, es la NC ISO 14001: 2004. Los requisitos de este modelo son:

- Requisitos generales.
- Política ambiental.
- Planificación (Incluye: aspectos ambientales, requisitos legales y otros requisitos, objetivos, metas y programas).

- Implementación y operación (Incluye: recursos, funciones, responsabilidad y autoridad, competencia, formación y toma de conciencia, comunicación, documentación, control de documentos, control operacional y preparación y respuesta ante emergencias)
- Verificación (Incluye: seguimiento y medición, evaluación del cumplimiento legal, identificación de no conformidades, acción correctiva y acción preventiva, control de los registros, auditoría interna).
- Revisión por parte de la dirección o gerencia (Incluye como elementos a revisar: resultados de auditorías, comunicaciones incluidas quejas de partes interesadas, **desempeño ambiental**, grado de cumplimiento de objetivos y metas, estado de las acciones correctivas y preventivas, cambios en las circunstancias incluido la evolución en requisitos legales y las recomendaciones para la mejora).

El análisis de los requisitos permite arribar a las siguientes conclusiones:

1. Aunque no se exige la realización de un diagnóstico ambiental o revisión ambiental inicial, toda industria que decida implementar un SGA, debería ejecutarlo, como punto de partida para conocer su situación actual con respecto al medio ambiente e incluso para valorar en qué medida mejora el desempeño.
2. No aparecen los indicadores de desempeño, sin embargo sí se incluye el **desempeño ambiental** como un elemento que se debe revisar periódicamente, y que evidentemente puede evaluarse sobre la base de indicadores ambientales previamente establecidos.
3. Como complemento a lo anterior, la familia 14000 cuenta con la NC ISO 14031: 2005 que orienta realizar dicha evaluación mediante el uso de indicadores y es necesario tenerla en cuenta para la correcta implementación del SGA por ISO 14001.
4. No establece criterios de desempeño ambiental específicos y no incluye requisitos específicos para otros sistemas de gestión, como calidad, seguridad y salud ocupacional, gestión financiera, gestión de riesgos o gestión energética, entre otros, aunque sus elementos pueden alinearse o integrarse con los de otros sistemas de gestión.

### **1.2.1 Diagnóstico ambiental o revisión ambiental inicial.**

La revisión medioambiental inicial es un examen preliminar tanto de los efectos medioambientales que genera la empresa como de sus actuaciones medioambientales y constituye la piedra angular para el desarrollo de un SGA [Hunt, D, Jonhson C, 1996].

La autora, en trabajo previo a esta investigación, propone y desarrolla una metodología para la ejecución del diagnóstico ambiental que tiene su base en la Resolución No.

135:2004 sobre el Reconocimiento Ambiental Nacional (RAN) del CITMA en Cuba, para los interesados en optar por ese mecanismo de premio [CITMA, 2004], pero le incorpora elementos de ISO 14001, de modo que desde el propio diagnóstico se definen requisitos de esa norma [Cañizares, 2006, 2010]. Está validada su utilización en otros proyectos y es la que se toma de base, debido a su utilidad a aquellas industrias interesadas en mejorar su desempeño ambiental bien sea para cumplimentar los requerimientos del RAN y/o para implementar un SGA según la NC-ISO 14001:2004.

La identificación de aspectos/problemas ambientales y la evaluación del impacto o nivel de significancia que éstos producen, constituyen los puntos más importantes en un diagnóstico, pues permite trazar la estrategia o programa a seguir. La literatura reporta diversas metodologías para hacer una evaluación de impacto ambiental, una de las más usadas es la de Conesa [2000], metodología rigurosa, concreta, muy estructurada, didáctica, sistematizada y de gran utilidad para los equipos que realizan estudios y evaluaciones de impacto, sin embargo resulta laboriosa y de gran nivel de detalle.

La Resolución 31/2002 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS) de Cuba [MTSS, 2002], establece procedimientos prácticos para la identificación, evaluación y control de los factores de riesgo en el trabajo y abarca el medio ambiente en que el trabajador se desempeña. Aunque es cualitativa, establece un nivel de evaluación de los riesgos en función de la severidad, la gravedad y la probabilidad de que éstos ocurran, catalogándolos como: trivial, tolerable, moderado, importante o intolerable.

Bajo ese mismo principio y por tanto coherentes, el Instituto Nacional de Investigaciones en Normalización de Cuba (ININ) [ININ, 2004], hoy, Centro de Gestión y Desarrollo de la Calidad (CGDC), validó y propone una metodología para la identificación y evaluación de aspectos ambientales, que tiene su base en la Metodología para la evaluación de los riesgos ambientales elaborada por la Sociedad Pública de Gestión Ambiental del país vasco, que evalúa como significativo el impacto en función de si se sobrepasa un valor predeterminado y como resultado de la combinación de la severidad, la gravedad y la probabilidad de que este ocurra. Es una metodología sencilla que puede ser aplicada en el marco del diagnóstico y más aún si la industria desea implementar un SGA según NC-ISO 14001:2004, pues con ello se satisface el requisito 4.3.1 de esa norma, y además permite integrar en ella la evaluación del riesgo laboral para satisfacer la Resolución 31/2002 del MTSS y la NC 18001:2006 [NC 18001:2006], garantizando que también se

integre la prevención de riesgos laborales en el sistema de gestión. No obstante lo anterior, es válido utilizar cualquier metodología para evaluar el impacto ambiental.

### **1.3 Gestión energética.**

La historia demuestra que sin energía es prácticamente imposible la actividad humana. En el transcurso del tiempo el hombre pasó del empleo de su fuerza muscular al uso de diversas fuentes para satisfacer sus necesidades, el empleo del fuego, la utilización de tracción animal, y finalmente en rápida sucesión, el dominio de las tecnologías del carbón, el petróleo, el gas natural y la producción y uso del vapor y la electricidad. [Almiral, 2009].

Sin embargo, hoy día los procesos de producción y uso de la energía son la causa fundamental del deterioro ambiental, lo que exige adoptar nuevas estrategias, como base de un modelo de desarrollo sostenible, que posibilite mejorar la calidad de la vida con más y mejores servicios energéticos, que distribuya más equitativamente los beneficios del progreso económico y posibilite integrar el desarrollo y la conservación del medio ambiente. Se requiere por tanto, “no sobrepasar los límites de la capacidad del planeta para suplir fuentes de energía y asimilar los residuos de su producción y uso” [Outlook, 2013]; así como soluciones globales para los problemas globales de contaminación [Houghton, 2002].

El esquema energético global actual descansa en el uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) que son extinguidos, contaminantes en alto grado, concentrados en pocas regiones de la tierra, en manos de grandes transnacionales y utilizados de forma muy ineficiente. Ese modelo es insostenible, pues se basa en el uso de recursos limitados y por sus graves impactos negativos sobre el medio ambiente [Colectivo de autores, 2009]. Se exige entonces el ahorro de energía y el incremento de la eficiencia energética, que puede alcanzarse por dos vías fundamentales, no excluyentes entre sí:

- Mejor gestión energética y buenas prácticas de consumo, operación y mantenimiento (administración de energía-medidas técnico organizativas).
- Tecnologías y equipos de alta eficiencia en remodelaciones de instalaciones existentes o en instalaciones nuevas (inversiones).

La primera tiene menor costo, pero los resultados son más difíciles de conseguir y mantener. La segunda requiere mayores inversiones, pero el potencial de ahorro es más alto y asegura mayor permanencia de los resultados. Cualquiera de las dos permite

reducir el consumo específico, pero la combinación de ambas es lo que posibilita alcanzar el resultado óptimo [Colectivo de autores 2002].

Aunque en realidad, la única vía verdaderamente sostenible es la sustitución de fuentes convencionales por fuentes renovables, la eficiencia energética es una alternativa esencial, tanto por su efecto directo, como por lo que la misma puede contribuir al relevo por las energías renovables, más aún en las industrias de procesos donde, por ejemplo en España, representan el 92% del consumo de energía final total del sector de la industria manufacturera [EOI 2008]. La necesidad de un cambio en la tendencia actual de incremento del consumo energético pasa por el uso responsable de la energía.

En Cuba en el período 80-89 existía un adecuado balance oferta-demanda de portadores energéticos, creciendo el consumo de energía debido al desarrollo del país a una tasa promedio anual del 4%. Con el derrumbe del campo socialista, el incremento del bloqueo y la crisis económica que comenzó a sufrir el país, la disponibilidad de generación eléctrica decreció del 78 % al 53 %, y la de combustibles se redujo a menos del 50 %. El consumo promedio de energía eléctrica decreció en más de un 6% anual. En la etapa de recuperación de la economía cubana a partir de 1994, varios factores apuntaron a la necesidad de perfeccionar el sistema de gestión energética empresarial, pero sin lugar a dudas, la promulgación en 1997 de la Ley 81 de protección del medio ambiente, fue otro elemento importante en el perfeccionamiento del sistema de gestión por la eficiencia energética y en la acción de disminución de la contaminación del medio en el ámbito empresarial [Colectivo de autores, 2006].

La gestión energética se concibe como un esfuerzo organizado y estructurado para conseguir la máxima eficiencia en el suministro, conversión y utilización de la energía, mediante un conjunto de acciones técnico-organizativas, que aplicadas de forma continua permiten establecer nuevos hábitos de dirección, control y evaluación de su uso, lo que puede lograrse adoptando un determinado modelo.

### **1.3.1 Modelos de gestión energética.**

El problema de explotar el recurso energético eficientemente se ha abordado en las industrias de forma limitada, fundamentalmente mediante la realización de diagnósticos energéticos para delimitar fuentes y niveles de pérdidas y posteriormente definir medidas o proyectos de ahorro o conservación energética. Esta vía, además de obviar parte de las causas que provocan la baja eficiencia, generalmente no es efectiva por realizarse

muchas veces sin la integralidad, los procedimientos y equipamiento requerido, pero sobre todo por no contar con la cultura y capacidades técnico-organizativas necesarias para realizar el seguimiento y control requerido y lograr un adecuado nivel de consolidación de las medidas aplicadas.

Cuevas [2012], en trabajo desarrollado en el marco del presente proyecto, revisa dos modelos de gestión energética:

- Modelo de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE). Consiste en un paquete de procedimientos, herramientas y software especializado, que aplicados de forma continua, con la filosofía de la gestión total de calidad, permiten establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos, así como la contaminación ambiental asociada. [Borroto, 2009].
- Modelo de la norma ISO 50001:2011. Especifica los requisitos de un sistema de gestión de la energía (SGEn) a partir del cual la industria puede desarrollar e implementar una política energética y establecer objetivos, metas y planes de acción que tengan en cuenta requisitos legales y la información relacionada con el uso significativo de la energía [ISO 50001:2011]. El modelo se muestra en la figura 1.2:



Figura 1.2: Modelo de sistema de gestión de la energía. Fuente ISO 50001:2011.

Aunque ambos modelos responden al ciclo PHVA, parten del establecimiento de la política energética y compromiso de la dirección, se concentran en usos significativos de energía, consideran la necesidad del diagnóstico o revisión energética y establecen planes de acción y sistemas de monitoreo y control energético para la mejora continua,

se observa que el propuesto por la norma está basado en los elementos comunes de las normas ISO de sistemas de gestión, asegurando un alto grado de compatibilidad principalmente con 9001 y 14001, por lo que cualquier industria puede elegir integrar ese modelo con otros sistemas de gestión. Además puede utilizarse para la certificación, registro y auto declaración del SGEN, razón por la que se escoge para el desarrollo del presente trabajo. No obstante, la aplicación del modelo ISO 50001 requiere desarrollar y aplicar herramientas y guías técnicas que sirvan de soporte para el establecimiento y operación del SGEN, como se analiza a continuación.

#### **1.4 Sistema de gestión energética (SGEn) ISO 50001.**

A diferencia de la gestión ambiental según familia ISO 14000, para la gestión energética hasta este momento solo existe la norma 50001 publicada en 2011, que al igual que para otros sistemas de gestión normalizados, establece los requisitos para implementar, mantener y mejorar continuamente un SGEN, con la menor inversión de recursos, en el menor tiempo y con la mayor eficacia, con el propósito de permitir a cualquier industria contar con un enfoque sistemático para alcanzar la mejora continua del desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía. Se aplica a todas las variables que afectan el desempeño energético que puedan ser controladas y sobre las que pueda tener influencia, pero tampoco establece criterios específicos de desempeño con respecto a la energía [NC ISO 50001:2011]. Los requisitos del SGEN de este modelo son:

- Requisitos generales.
- Responsabilidad de la dirección.
- Política energética.
- Planificación energética (Incluye: Generalidades, Requisitos legales y otros requisitos, **Revisión energética**, Línea de base energética, **Indicadores de desempeño energético**, Objetivos, metas y planes de acción para la gestión de la energía).
- Implementación y operación (Incluye: Generalidades, Competencia, formación y toma de conciencia, Comunicación, Documentación, Control operacional, Diseño, Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía).
- Verificación (Incluye: Seguimiento, medición y análisis, Evaluación del cumplimiento de requisitos legales, Auditoria interna, No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva y Control de registros).

- Revisión por la dirección (Incluye la revisión de: acciones de seguimiento a revisiones previas, la política, **la revisión del desempeño energético y los indicadores de desempeño (IDEns)**, la evaluación del cumplimiento de requisitos legales, el grado de cumplimiento de objetivos y metas, los resultados de auditorías, el estado de acciones correctivas y preventivas, el desempeño energético proyectado para el próximo período y las recomendaciones para la mejora).

El análisis de los requisitos permite arribar a las siguientes conclusiones:

1. Muchos resultan comunes con 9001 y con 14001, lo cual facilita el proceso de integración con éstos. Tampoco establece criterios de desempeño energéticos.
2. Exige un **diagnóstico o revisión energética**, así como dejar evidencia de su realización, como punto de partida para conocer la situación en relación al uso y consumo de energía, basado en mediciones y otros tipos de datos, así como identificar áreas de uso significativo de energía y oportunidades para mejorar el desempeño.
3. Entre los aspectos a considerar en la revisión aparecen **los indicadores de desempeño energético**, e igual que 14001 incluye la revisión del **desempeño**, que evidentemente puede evaluarse sobre la base de los IDEns previamente establecidos.

#### **1.4.1 Revisión energética (diagnóstico energético).**

El diagnóstico energético constituye la herramienta básica para establecer la situación actual de una industria, identificar deficiencias en la administración, saber cuánto, cómo, dónde y por qué se consume la energía y permite establecer el grado de eficiencia en su utilización en las instalaciones y equipos del proceso, identificar principales potenciales de ahorro energético-económico y definir posibles proyectos de mejora.

La literatura reconoce varios tipos de diagnósticos energéticos en función del grado de profundidad con que se estudien los procesos, definiéndose de forma casi general como: diagnóstico energético preliminar, diagnóstico energético de primer nivel, de segundo nivel, de tercer nivel, y de cuarto nivel. Teniendo en cuenta que para demostrar el cumplimiento de la ISO 50001 la industria debe desarrollar, registrar y mantener una revisión energética y **debe documentar la metodología y el criterio que se utilice**, se considera que resulta válido tomar como base la metodología propuesta por la TGTEE, que incorpora un conjunto de procedimientos y herramientas innovadoras en el campo de la gestión energética, incorporando elementos del diagnóstico energético preliminar consideradas en [Hooke, 2003] y del diagnóstico de primer nivel.

Las herramientas recomendadas por la TGTEE son: Diagrama Energético–Productivo, Diagrama de Pareto, Estratificación, Gráficos de Control, Gráfico de Consumo y Producción en el tiempo, Diagramas de Dispersión y Correlación, Diagramas de Consumo–Producción, Diagrama Índice de Consumo–Producción y Gráfico de Tendencia o de Sumas Acumulativas. Es una poderosa herramienta a considerar no solo con el objetivo de diagnosticar y elaborar un programa, sino también para elevar las capacidades técnico-organizativas de la industria y reducir costos energéticos. Tiene una amplia generalización en el país, demostrando su efectividad para la administración eficiente de la energía y contribuyendo a crear una cultura energética ambiental.

### **1.5 Sistemas de gestión integrados.**

La integración como acción y efecto de integrar personas o cosas distintas para que se muevan y obren como una unidad, es un concepto que se aplica actualmente con mucha fuerza a los procesos tecnológicos. Gonzáles [2004] y López [2005] consideran que la integración material y energética de procesos es una tecnología sistemática, basada en un enfoque hacia el desarrollo de procesos que permite identificar los objetivos globales de eficiencia antes de cualquier actividad de desarrollo, y encontrar la estrategia óptima para llevarlo a cabo. La autora coincide con ese criterio, sin embargo considera que la integración debe analizarse no solo a nivel del proceso tecnológico sino también a nivel del sistema de gestión de la industria.

La filosofía de trabajar con más de un sistema de gestión viene cobrando auge no solo en nuestro país sino en el mundo entero. Fernández [2008], Torres [2009] y Pérez [2013], consideran que un sistema de gestión integrado es “un sistema de gestión único que cumple con los requisitos de dos o más normativas de sistemas de gestión“, y que el enfoque de gestión integrada es mucho más que colocar los procedimientos en un manual único, sino que para lograrlo, en el diseño del sistema integrado, las normas de los sistemas de gestión individuales deben tener una estructura y arquitectura común.

De acuerdo a lo anterior, la autora considera como sistemas de gestión integrados “aquellos constituidos por la unión de todos los sistemas de gestión tradicionalmente dirigidos de manera independiente, formando un todo”, es decir, un sistema de gestión único, compuesto por un conjunto de elementos mutuamente relacionados que permite dirigir y controlar a partir de una política y objetivos comunes”.

La integración reporta innumerables beneficios por cuanto se logra alinear las diferentes políticas y objetivos, simplificar la estructura documental del sistema, menor esfuerzo en la capacitación del personal e implementación del sistema y ventajas ante el mercado porque mejora la imagen empresarial, asegurando que la dirección cuente con un único sistema para la gestión.

En la actualidad existe una tendencia internacional a la integración de los diferentes sistemas de gestión, aunque no es posible decir aún que los sistemas de gestión integrados están totalmente extendidos, en muchos casos se trabaja en la implantación de varios sistemas de manera independiente y no integrados, lo cual provoca que el funcionamiento empresarial se torne complejo e inoperante [Fernández, 2008]. El temor a desestabilizar el sistema de gestión ya implantado, la falta de experiencia en la temática y la ausencia de una normativa internacional sobre el tema, provoca que las industrias no logren implantar los sistemas de gestión integrados.

En ese sentido Karapetroviv, et al [2010] realiza un análisis de la integración de sistemas de gestión basados en normas, partiendo de la importancia que le concede a éstas, sobre la base del estudio en un grupo de 298 entidades de la región de Cataluña, España con sistema integrado ISO 9001-ISO 14001, y evidencia que las mismas no están familiarizadas con muchos sistemas de gestión normalizados (excepto OHSAS 18001) ni con el proceso de su integración, a pesar de la mejora de la imagen y el impacto social que esto brinda. Considera que la base deben ser los SGC ISO 9001 y sobre él se integre el resto, concepto con el cual se coincide.

Otra tendencia en parte de la literatura analizada concibe la integración sin poseer ninguno de los sistemas implantados. El nivel de complejidad en algunos casos y el carácter general en otros, ha provocado que estas metodologías no tengan una utilización visible en las industrias cubanas. En ningún caso se da respuesta al cómo o qué hacer y adolecen de herramientas que a través de su uso, logren diseñar un sistema que gestione integradamente todas las estrategias.

Algunos organismos de normalización han trabajado en la creación de documentos que sirvan como guía para la implementación de sistemas de gestión integrados. Entre ellos se encuentra la especificación PAS 99 elaborada por la British Standar Institution, que consolida los requisitos de varios sistemas y tiene la intención de convertirse en una normativa [BSI, 2006]. La Asociación Española de Normalización (AENOR) publicó en el

año 2005 la norma UNE 66177 “Sistemas de gestión. Guía para la integración de los sistemas de gestión”, la cual proporciona directrices para desarrollar, implantar y evaluar el proceso de integración [AENOR, 2005]. En estos momentos Cuba dispone de una especificación públicamente disponible que toma como base el PAS 99, identificada como NC PAS 99:2008: “Especificación de Requisitos Comunes del Sistema de Gestión como marco para la integración”, que aunque puede utilizarse de referencia en el proceso de integración, tampoco define como hacerla.

Se ha comprobado que la experiencia en la integración de sistemas de gestión en Cuba es pobre y solo algunas empresas están dando pasos en el tema. En estos momentos el país cuenta con solo 28 SGA certificado e integrado a calidad y/o seguridad y salud en el trabajo, y de ellas solo 7, que representan el 25%, son industrias de procesos (3 pertenecen al Ministerio de Industrias MINDUS y 4 al Ministerio de la Industria Alimentaria MINAL). En esos sectores se ubican las industrias escogidas como casos de estudio de este trabajo.

Debido a lo reciente de la Norma ISO 50001 y las disposiciones del Órgano Nacional de Certificación de la República de Cuba en el año 2013, ninguna industria logra aún la certificación del SGen [Oficina Nacional de Normalización: ONN, Directorio junio 2014].

### **1.6 Indicadores para sistemas de gestión.**

Un indicador de gestión es un instrumento empírico que permite representar en alguna medida, la dimensión teórica de una variable clave [Jaramillo, 2000]. Existen indicadores para medir el desempeño desde diferentes aristas, su uso depende del área de la empresa que se desea controlar y de la capacidad o necesidad de integrarlos. Los indicadores de gestión pueden clasificarse de diferentes formas: externos o internos, cuantitativos o cualitativos, monetarios o no monetarios.

La utilización de indicadores es un medio reconocido desde hace tiempo para tomar decisiones, investigar tendencias y minimizar los riesgos en cualquier esfera. Sin embargo, el carácter complejo e interdependiente de los tres pilares del desarrollo sostenible (económico, ambiental y social) ha planteado un gran desafío a quienes han tratado de elaborar y utilizar indicadores para medir tal desarrollo [Díaz, 2013].

En Cuba no existe normativa para el uso de indicadores de calidad, pero está disponible la norma española UNE 66175:2003 “SGC. Guía para la implantación de sistemas de indicadores”, que establece directrices para la definición y desarrollo de indicadores de

gestión de cualquier proceso o actividad, de forma que sirvan eficientemente para la toma de decisiones por los responsables de los procesos, así como para la mejora. Asimismo establece una metodología para la elaboración de objetivos, utilizando como base el ciclo de vida de los indicadores y cuadros de mando.

#### **1.6.1 Indicadores ambientales.**

La ISO establece que un indicador de desempeño ambiental (IDA) es una expresión que proporciona información sobre el desempeño ambiental [NC ISO 14031: 2005]. Los IDA representan mediciones cualitativas y cuantitativas, financieras o no financieras, que proporcionan información sobre impacto ambiental, cumplimiento regulatorio, relaciones con partes interesadas y aseguran el logro de objetivos ambientales.

Existen varias formas de analizar los sistemas de indicadores ambientales, dentro de las más usadas se encuentra la clasificación según modelo de Presión-Estado-Respuesta (PER), introducido en 1994 por la Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo. No han tenido una amplia aceptación en el sector empresarial no siendo así a niveles gubernamentales ya que su enfoque es más bien macro [Medel, 2012].

Además están los indicadores propuestos en la ISO 14031:2005, la cual describe dos categorías generales de indicadores de Evaluación del Desempeño Ambiental (EDA): los de desempeño ambiental (IDAs) y los de condición ambiental (ICAs). Es la más utilizada a nivel internacional para evaluar el desempeño ambiental, ya que proporciona orientación sobre el diseño y uso de la EDA, sin embargo no tiene una amplia utilización en las industrias que implementan los SGA en Cuba.

Se ha comprobado que la utilización de indicadores ambientales es ventajosa porque permite identificar puntos débiles y potenciales de optimización, determinar objetivos y metas ambientales cuantificables, comunicar el comportamiento ambiental y documentar la mejora continua [Alzate, 2005].

#### **1.6.2 Indicadores energéticos.**

Se definen como un valor cuantitativo o medida del desempeño energético, pueden expresarse como una simple medición, un cociente o un modelo más complejo [NC ISO 50001:2011]. Se utilizan para determinar el nivel de eficiencia energética de los consumos y su control permanente, y efectuar un benchmarking energético.

El Sistema de Indicadores Energéticos (SIEN), clasifica los indicadores como: de carácter general, socio-económicos, económico-energético, energéticos per cápita, de

estructura del sector energético, de impacto ambiental, de eficiencia energética, de uso racional de la energía (URE), de potenciales y reservas. Tienen múltiples aplicaciones; de una parte permiten evaluar el avance de una actividad o un resultado frente a objetivos o metas propuestas e identificar causas de éxito o fracaso, a partir del análisis de series históricas del indicador frente a la evaluación de los resultados. Por otra, facilitan la comparación con situaciones internacionales que puedan constituirse en referencia para establecer metas y objetivos [SIEN, 2004].

### **1.6.3 Integración de indicadores.**

La evaluación del desempeño de los sistemas de gestión requiere de un enfoque integral, porque los problemas generalmente son causados por varios factores que interactúan. Los científicos están interesados en datos estadísticamente usables y no en datos agregados, mientras los directivos requieren datos agregados que brinden una idea del cumplimiento de las metas. Las partes interesadas prefieren los índices y además permiten a la empresa no divulgar información detallada del funcionamiento del sistema, pero ofrecen una idea de su desempeño [Zhou, Ang y Poh, 2006].

Los índices son una agregación de estadísticas y/o indicadores, que resumen a menudo una gran cantidad de información relacionada, usando algún procedimiento sistemático de ponderación, escala y agregado de variables múltiples en un único resumen. Un índice agregado es una categorización numérica o descriptiva de una gran cantidad de información (indicadores observados o predichos), con el propósito de simplificar datos y hacer más fácil la toma de decisiones; así, la información contenida en los indicadores se puede resumir, de forma simplificada, en unos pocos índices [Geodem, 2007].

Cada industria tiene sus propios procesos, productos y servicios, y consecuentemente un conjunto de indicadores para medir el desempeño, sin embargo en Cuba la práctica generalmente establecida en los sistemas de gestión, es evaluar la **eficacia** de los procesos en base a si se cumplen o no los indicadores previamente establecidos. No se evalúa el **desempeño** en base a indicadores y no se trabaja con el enfoque de indicadores integrados que permitan calcular un índice global de desempeño.

Por otra parte, en el mundo y en Cuba, los sistemas de gestión son también controlados por organismos regulatorios externos, cuyas inspecciones evalúan determinados requisitos, con el objetivo de hacer cumplir lo legislado en el tema objeto de inspección. Es criterio de la autora que esos requisitos, si bien no siempre se expresan como

indicadores, deben considerarse como tal en el sistema de gestión, para garantizar su seguimiento y cumplimiento. Por tanto, el uso de la norma UNE 66175:2003, unida a la NC-ISO 14031, la Guía M-2 Metodología de indicadores del SIEN y los criterios aportados por expertos de los organismos regulatorios en el tema ambiental y energético en la provincia Villa Clara, es la base que fundamenta la propuesta por primera vez, de un sistema de indicadores de gestión integrando energía-medio ambiente, que se utilizan para determinar **el índice global de desempeño energético-ambiental** en este trabajo.

### 1.7 Evaluación del desempeño.

Isaac-Godínez et al. [2010] plantea que la evaluación del desempeño debe estar relacionada con las características de la empresa y sus procesos sustantivos, ser capaz de estructurar y proporcionar información para la toma de decisiones, y la comunicación de una gestión eficaz en función del cuidado del medio ambiente. Según la NC-ISO 14031:2005, la evaluación del desempeño ambiental sigue el modelo de la figura 1.3:

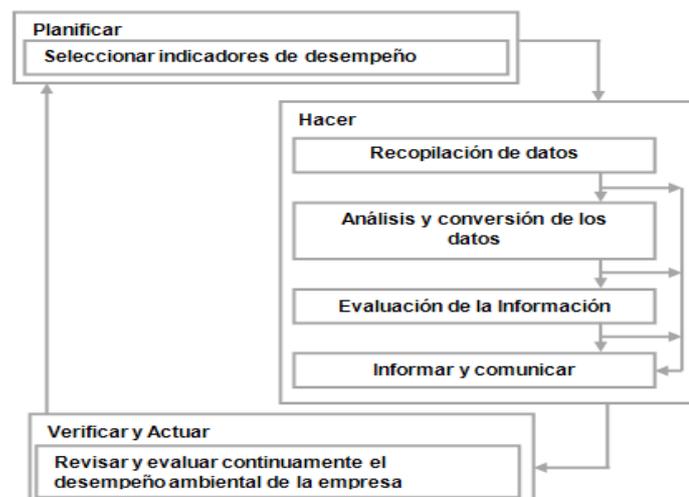


Figura 1.3: Esquema de evaluación del desempeño. Fuente: NC-ISO 14031:2005.

Como se observa, según esta norma la evaluación del desempeño se desarrolla según el mismo ciclo de mejora PHVA de los sistemas de gestión, por tanto puede considerarse para la evaluación del desempeño de cualquier tipo de sistema. Además resalta que la evaluación implica “seleccionar indicadores de desempeño” y “análisis y conversión de los datos”, lo que significa trabajar el proceso de integración de indicadores.

#### 1.7.1 Evaluación del desempeño ambiental (EDA).

La EDA es una herramienta de gestión interna diseñada para proporcionar continuamente a la dirección información fiable y verificable, para determinar si el

desempeño ambiental está cumpliendo con los criterios establecidos. La ISO define la EDA como un proceso para facilitar decisiones a la dirección con respecto al desempeño ambiental mediante la selección de indicadores, la recolección y análisis de datos, la evaluación de la información comparada con los criterios de desempeño ambiental, los informes y comunicaciones, las revisiones periódicas y las mejoras de este proceso.

Medel [2012] diseña y aplica un procedimiento para la evaluación del desempeño ambiental, que tiene su fundamento en la ISO 14031, pero utiliza una escala de evaluación que no resulta trazable con los criterios generalmente establecidos en la planeación estratégica en Cuba, así como un método para la ponderación de indicadores de elevada complejidad. Díaz [2013], en trabajo desarrollado en el marco de este proyecto, le introduce modificaciones y es el que se toma de base, teniendo en cuenta su carácter práctico y facilidad de aplicación por cualquier industria.

### **1.7.2 Evaluación del desempeño energético.**

El concepto de desempeño energético incluye el uso de la energía, la eficiencia energética y el consumo energético; de esta manera, la industria puede elegir entre un amplio rango de actividades de desempeño energético [NC ISO 50001:2011]. La figura 1.4 ilustra una representación del concepto de desempeño energético:



Figura 1.4: Representación del desempeño energético. Fuente: NC-ISO 50001:2011.

Esta norma plantea que los cambios en el desempeño energético deben medirse en relación a la línea de base energética y la evaluación del desempeño debe realizarse mediante el empleo de IDEns apropiados.

### **1.8 Producción más limpia (P+L).**

La actividad productiva es uno de los pilares fundamentales del desarrollo económico, sin embargo, los residuos generados y el excesivo consumo de recursos naturales,

pueden constituirse en agentes de deterioro del medio ambiente, restando sustentabilidad al crecimiento económico [Zaror, 2000].

Es por ello que cada día se exige más conciencia de los costos de las actividades de fabricación de productos, y en la misma medida que aumentan los costos de materiales no renovables como el petróleo y los minerales, también aumenta la obligación de un mejor aprovechamiento. Aquellas industrias que no hayan sometido sus prácticas de utilización de recursos a un análisis concienzudo, acabarán desperdiçándolos, con la consiguiente disminución de sus propios ingresos potenciales, al pagar dos veces por materiales no aprovechados que no generan productos y que deben tratarse y eliminarse en su momento [Gale, 2005]. Todos estos factores exigen la aplicación de formas de gestión y herramientas sistemáticas de prevención de la contaminación.

La NC ISO 14050: 2005 define la prevención de la contaminación como la utilización de procesos, prácticas, materiales o productos que eviten, reducen o controlan la contaminación, lo que puede incluir el reciclado, el tratamiento, los cambios de procesos, los mecanismos de control, el uso eficiente de los recursos (**incluidos los energéticos**) y la sustitución de materiales. En su nota esclarece que los beneficios potenciales de la prevención de la contaminación incluyen la disminución de impactos ambientales adversos, mejora de la eficiencia y reducción de los costos. Sin embargo, la prevención en primer lugar debe practicarse en el origen, minimizando la producción de residuos a través de cambios practicados en los productos y procesos industriales [Van Berkel, 2005]. Uno de los métodos modernos suele ser aplicando herramientas de P+L.

El PNUMA define producción más limpia como: *aplicación de una estrategia ambiental preventiva e integrada aplicada a los procesos productivos, productos y servicios*. Incluye un uso más eficiente de los recursos naturales y por ende minimiza los desechos y la contaminación, así como el riesgo a la salud humana y a la seguridad. Ataca los problemas en la fuente en lugar de hacerlo al final del proceso productivo; en otras palabras evita la aproximación de 'final de tubo'. Para los procesos productivos, incluye la conservación de materias primas y energía, eliminación de materias primas tóxicas y la reducción en la cantidad y toxicidad de las emisiones y desechos. Para los productos, involucra la reducción de los efectos negativos del producto a través de su ciclo de vida. Para los servicios, la estrategia se enfoca en incorporar la dimensión ambiental en el diseño y prestación de los mismos.

Si se analiza detenidamente el concepto de prevención de la contaminación que defiende el modelo ISO para un SGA, se entiende que significa adoptar herramientas de P+L en su diseño e implementación. El SGA debe incluir prácticas de producción limpia, ya que incide en la mejora continua del desempeño de los procesos industriales, por la contribución a la reducción de desechos [G. Fernandes, et al, 2005].

Producción más limpia es una estrategia de mejoramiento continuo que ofrece muchas ventajas cuando se compara con los métodos tradicionales de control y remediación de la contaminación porque no sólo beneficia al medio ambiente, sino que trae consigo ventajas competitivas y económicas para aquellas industrias que la implementan. Para ello se debe definir qué o cuales herramientas utilizar.

### **1.8.1 Herramientas de P+L.**

Una herramienta es una técnica concreta para acceder y combinar información que permita tomar decisiones sobre cambios en la operación de una institución. Para la implementación de la P+L a nivel operacional, se necesitan herramientas concretas, que se pueden clasificar bajo diferentes criterios: dependiendo de su función (herramientas de planeación, implementación, control o revisión), de la unidad que se analiza (la industria, su entorno, los procesos y los productos), del tipo de información que genera (cualitativa o cuantitativa) y del enfoque del análisis (técnico, ambiental, económico, social). El desarrollo y utilización de herramientas es esencial en cada etapa del ciclo de mejora PHVA, por tanto se requiere de diferentes tipos de herramientas.

Velazco et al [2000], presenta las herramientas de P+L más utilizadas a nivel empresarial para el logro de procesos y productos sostenibles, fundamentales para alcanzar el objetivo global del Desarrollo Sostenible: *el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), la Matriz Materiales, Energía y Desechos (MED), los Ecobalances, los Diagramas de flujo del proceso, Herramientas de prevención de la Contaminación (PC), el Benchmarks, los Indicadores ambientales, el Ecodiseño, la Auditoría Ambiental, los Estudios de Impacto Ambiental (EIA).*

Es criterio de la autora que si bien todas apoyan las estrategias y sistemas ambientales de las industrias, algunas no son herramientas de P+L en su esencia, sino instrumentos que permiten definir el estado ambiental de un proceso o producto, con base en el análisis de resultados y establecer los objetivos ambientales del SGA. Tal es el caso por ejemplo, de los indicadores ambientales y la auditoria ambiental.

La decisión de qué herramienta usar, es un proceso cíclico que por lo general surge desde las que sirven para levantar información general, hasta información específica, el reto es seleccionar cuales se deben aplicar y en qué orden. Atendiendo al objetivo de este trabajo se utilizan varias de las referidas anteriormente. Sólo mediante instrumentos capaces de proporcionar información fiable y una retroalimentación rápida sobre la eficacia de las acciones tomadas, será posible que las decisiones medioambientales se integren en la rutina de gestión de las industrias [Cabrera, 2008].

### **1.9 Conclusiones parciales.**

1. Los aspectos relacionados con la gestión de calidad, del medio ambiente y la energía aparecen ampliamente referenciados internacional y nacionalmente, destacándose las normas ISO 9000 y 14000 como las más difundidas, que han sido adoptadas por Cuba.
2. A pesar de que en el mundo existen experiencias en la integración de la gestión ambiental y energética al sistema de calidad en industrias de procesos, en Cuba ha sido poco estudiada, lo cual explica el bajo número con dichos sistemas certificados.
3. Aunque existen metodologías para realizar el diagnóstico o revisión inicial ambiental y energética, éstas no detallan cómo realizarlos de forma integrada con enfoque a las normas ISO 14001 e ISO 50001, por lo que se considera importante desarrollar una metodología que permita cumplimentar este propósito.
4. El empleo de indicadores constituye un método efectivo de evaluar el desempeño en cualquier sistema de gestión, ya que expresan el comportamiento real de la industria, permiten evaluar la efectividad del empleo de producciones más limpias y trazar nuevas metas para mejorar el desempeño.
5. La correcta implementación de los SGA y SGEEn debe considerar las herramientas de producción limpia más apropiadas que contribuyan a cumplir el compromiso de prevenir la contaminación.
6. De la revisión bibliográfica se concluye que resulta importante, necesario y novedoso para las industrias de procesos con SGC implementado, el diseño de una metodología que permite realizar de forma integrada el diagnóstico o revisión inicial, establecer un índice para evaluar el desempeño energético-ambiental utilizando indicadores controlados por organismos regulatorios y aplicar producciones más limpias, lo cual posibilita la mejora continua cumpliendo requisitos de normas internacionales.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA PARA LA INTEGRACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL Y ENERGÉTICA EN INDUSTRIAS DE PROCESOS

Este capítulo propone una metodología que permite desarrollar las actividades para la integración de la gestión ambiental y energética en industrias de procesos de cualquier tamaño y complejidad, donde ya exista un SGC según NC-SO 9001:2008 [ONN, 2008], al cual se necesita o desea integrar la gestión ambiental y/o la energética, basada en requisitos de NC-ISO 14001:2004 y la NC-ISO 50001:2011. La figura 2.1 muestra el diagrama con la secuencia de la metodología que se propone:

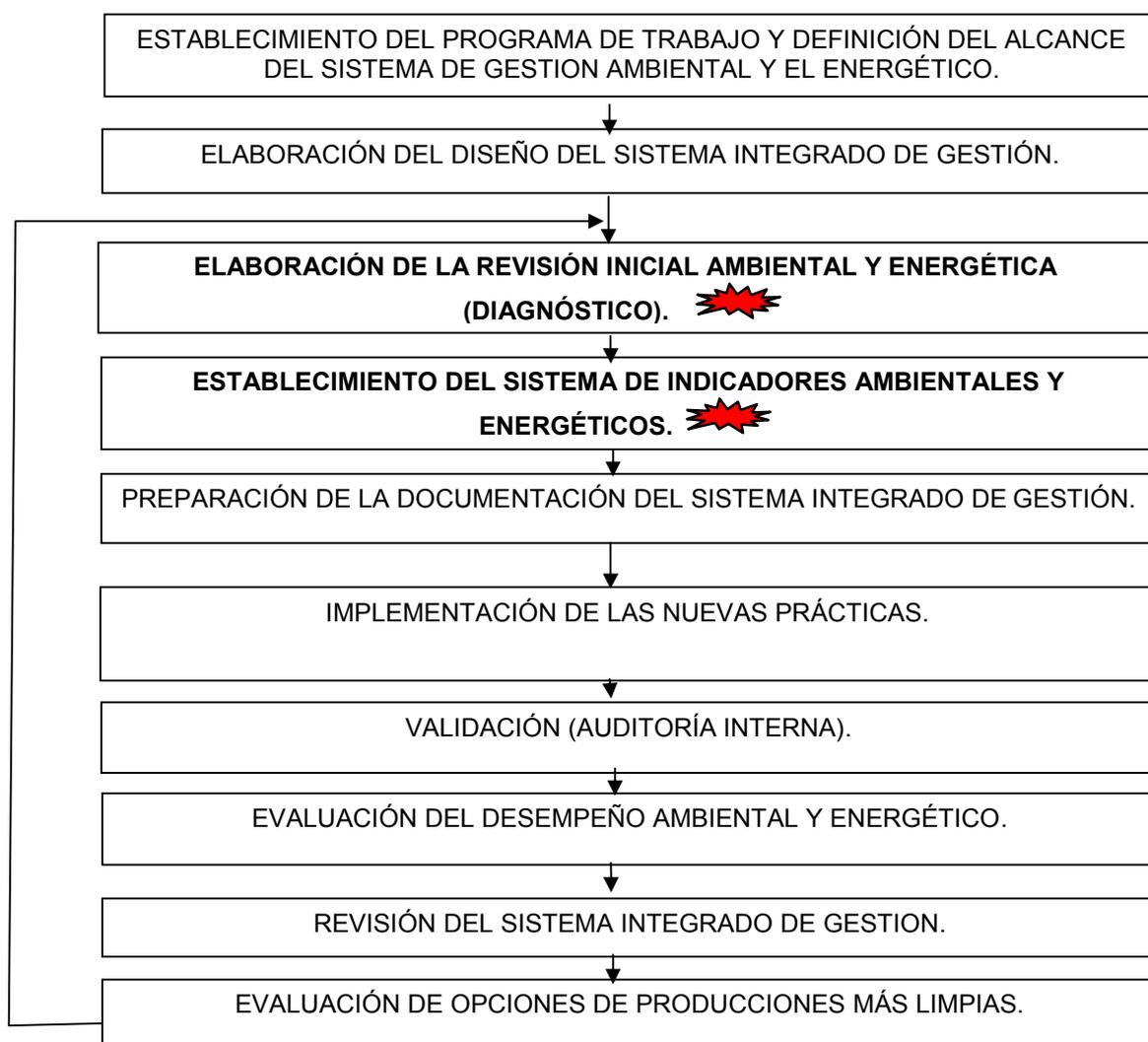


Figura 2.1: Metodología para la integración de la gestión ambiental y energética en industrias de procesos. Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que las normas no especifican cómo cumplir con sus requisitos, es importante que a través de la metodología que se propone, siempre se asegure el funcionamiento de la industria como un sistema único y no solo el cumplimiento de los requisitos. La adopción y puesta en marcha de un sistema integrado de gestión implica por tanto, superar una serie de etapas secuenciales hasta llegar a un estado de plena operatividad y eficacia del mismo. A continuación se detalla cómo desarrollar cada etapa.

### **2.1 Establecimiento del programa de trabajo y definición del alcance del sistema de gestión ambiental y el energético.**

El programa de trabajo implica definir un grupo de actividades de diferentes tipos, que pueden agruparse como: organizativas, diseño del sistema integrado de gestión, elaboración de documentos, capacitación e infraestructura.

En relación al alcance, la ISO 14001 y la 50001 plantean que se debe definir y documentar el alcance del sistema, entendido éste como la extensión de actividades, instalaciones y decisiones cubiertas a través del mismo. La 50001 especifica además que puede incluir varios límites físicos o de emplazamientos.

Por otra parte, la ONN, en su carácter de Órgano Nacional de Certificación de la República de Cuba, en el documento “Requisitos y procedimiento general (RPG) para la certificación de los sistemas de gestión” en su versión vigente [ONN, 2013], establece entre los requisitos específicos para solicitar el servicio de certificación de los SGA y SGE, que se debe demostrar la conformidad de estos dos sistemas en todo el alcance físico de la entidad auditada. Eso está fundamentado porque en un espacio físico donde se realizan diversos procesos que interactúan, es imposible separar el impacto energético-ambiental que ocasionan unos sobre otros. Por tanto resulta evidente que la integración de la gestión ambiental y la energética en una industria, debe considerarse como alcance, los límites físicos o de emplazamientos, aún cuando no coincida con el alcance previsto para el SGC.

### **2.2 Elaboración del diseño del sistema integrado de gestión.**

La matriz de diseño del sistema integrado de gestión o también denominado Mapa de despliegue, se construye tomando en consideración los requisitos de las normas que se usan como referencia para la integración. El objetivo es definir cómo cumplir todos los requisitos.

En el **anexo 1** se propone la matriz que sirve de base para la integración de la gestión ambiental y energética al SGC. Como se observa, la mayoría de los requisitos resultan comunes entre las ISO 9001, 14001 y la 50001, lo que facilita el proceso, pues se integra en los requisitos correspondientes de la ISO 9001, los detalles específicos para la gestión ambiental y la energética. Los que no resultan comunes, la industria decide la forma en que lo hará. Se observa que sólo lo relacionado con la planificación energética no resulta común, lo que justifica establecer un procedimiento específico para ello.

En el caso de la planificación ambiental, específicamente la identificación y evaluación de aspectos/problemas ambientales, puede integrarse con el proceso de revisión energética o la determinación de los requisitos relacionados con el producto, o con los elementos de entrada para el diseño y desarrollo de los SGC, pero se propone que ese proceso se realice desde el propio diagnóstico, con un procedimiento específico (incluyendo el impacto que ocasionan el uso y consumo de portadores energéticos), atendiendo a la complejidad que representan los procesos de evaluación de impacto y además porque es posible la integración con la norma cubana NC 18001, como se analiza en el capítulo I. También se considera necesario adoptar otros procedimientos para la gestión ambiental, específicamente para gestionar residuos, que garantiza cumplir requisitos legales establecidos en Cuba y al mismo tiempo se incorpora el concepto de P+L en el sistema, desde el diagnóstico.

Aunque cada industria define la forma en que elabora la matriz de diseño, se recomienda que se haga por procesos, respetando el enfoque de la ISO 9001 para los SGC.

### **2.3 Elaboración de la revisión inicial ambiental y energética (diagnóstico).**

Teniendo en cuenta el análisis que se realiza en el capítulo I, a continuación, en la figura 2.2 se propone una metodología para elaborar el diagnóstico, que permite a la industria realizar la evaluación energética y la ambiental de forma integrada [Cañizares, 2014].

El primer paso consiste en formar el equipo de trabajo, cuya selección se puede hacer por el método de expertos [FERNÁNDEZ, C. M. de J, 2008], según la expresión:

$$M = \frac{p * (1 - p) * K}{i^2} \quad (\text{Fórmula 2.1})$$

Donde:

$M$  : Número de expertos

$i$  : Nivel de precisión deseado

$p$ : Proporción estimada de errores de los expertos  $k$ : Constante cuyo valor está asociado al nivel de confianza elegido

Para este trabajo se fijan los valores siguientes:  $i = 0.1$ ,  $p = 0.01$ ,

$NiveldeConfianza = 99\%$ ,  $k = 6.6564$ , obteniéndose un valor de  ~~$M = 65897$~~  expertos.

Para decidir cuales son los 7 expertos que forman el grupo de trabajo, se sigue el método que se describe en el **anexo 2**.

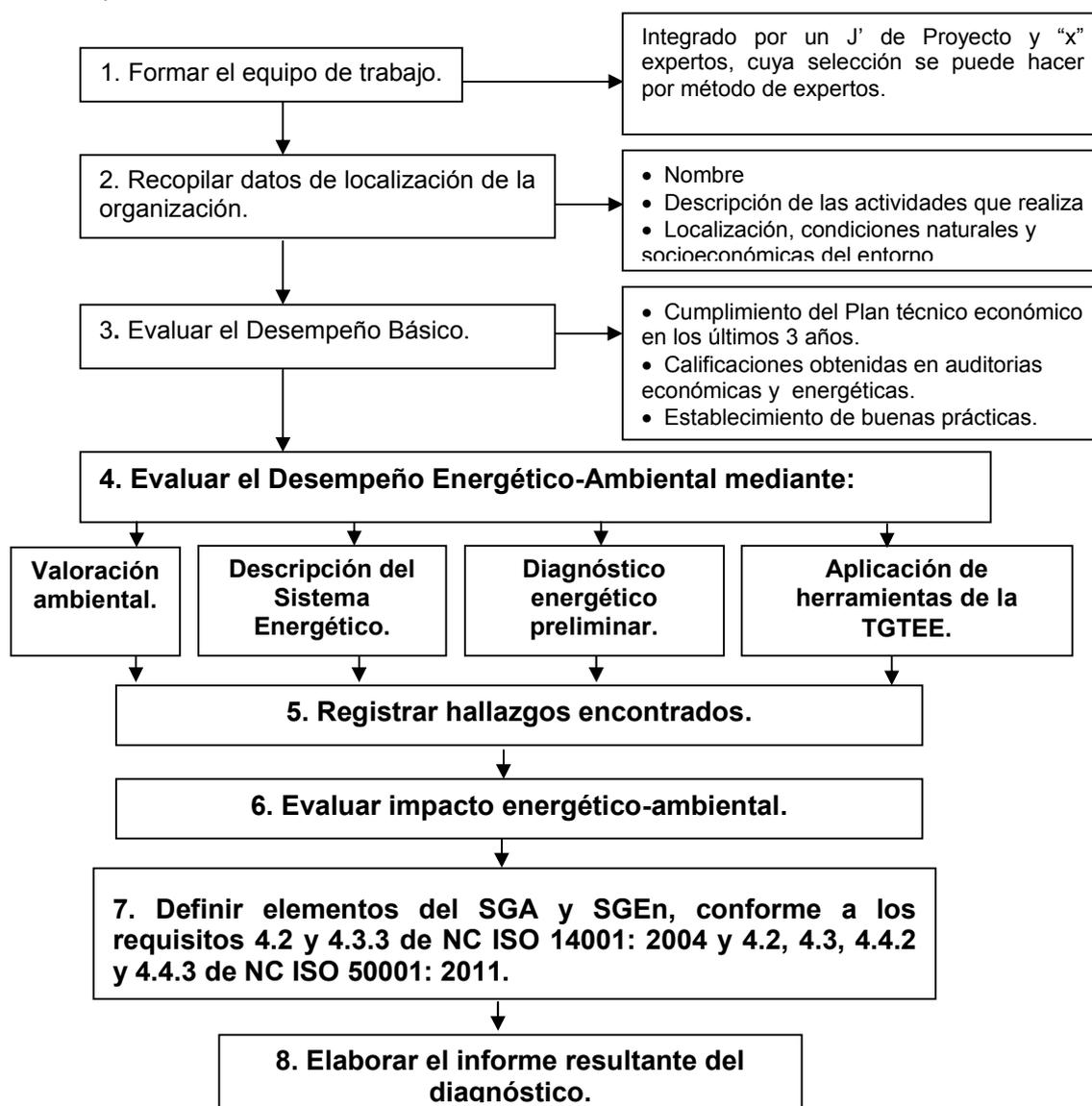


Figura 2.2: Metodología para la ejecución de la revisión energética-ambiental inicial.

Fuente: Elaboración propia.



Los elementos claves de la metodología se desarrollan del modo siguiente:

- **Valoración ambiental:**

Para valorar el desempeño ambiental se tienen en cuenta los aspectos del **anexo 3**. Para identificar y organizar lo relacionado con la gestión de residuos presentes en la industria se puede utilizar un procedimiento a tales efectos, en este caso el que se propone obedece al cumplimiento de normativas de carácter obligatorio relacionadas con el reciclaje [Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros de Cuba: CECM, 1975], manejo de desechos peligrosos [CITMA, 2009], vertimiento de aguas residuales [ONN, 2012], gestión de residuos sólidos [ONN, 2002], gestión de emisiones y ruido [ONN, 1999, 2007, 2011], así como el compromiso de prevenir la contaminación que asumen las industrias que implementan estos sistemas. La figura 2.3 muestra el flujograma del procedimiento, donde se incorpora la minimización y el aprovechamiento como una opción de P+L. Los pasos a tener en cuenta son:

- 1. Identificación y clasificación:** Se debe observar lo establecido en las normas cubanas obligatorias vigentes, en dependencia del tipo de residuo.
- 2. Caracterización:** Se debería realizar con las entidades autorizadas por el CITMA y en el caso de Laboratorios, escoger aquel que esté acreditado, a fin de garantizar la confiabilidad en la competencia del personal y la utilización de instrumentos de medición calibrados y/o verificados que asegura la exactitud en las mediciones.
- 3. Minimización y aprovechamiento:** Se realiza según la naturaleza del proceso productivo y del residuo que se genera (que pueda o no ser recuperable y reutilizable).
- 4. Recogida y almacenamiento.**
- 5. Disposición final.**
- 6. Tratamiento a los residuos peligrosos y actualización de los inventarios según Resolución 136/2009 CITMA.**
- 7. Cálculo de la carga contaminante, según indicaciones del CITMA.** Debería incluirse el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero, como resultado del uso y consumo de portadores energéticos o de otras actividades que se desarrollen. Eso permite, de forma voluntaria, abordar proyectos de reducción de emisiones o de ahorro y eficiencia energética [Carretero, 2012], que se deben considerar posteriormente en los programas de gestión ambiental y/o planes de acción para la gestión de la energía.

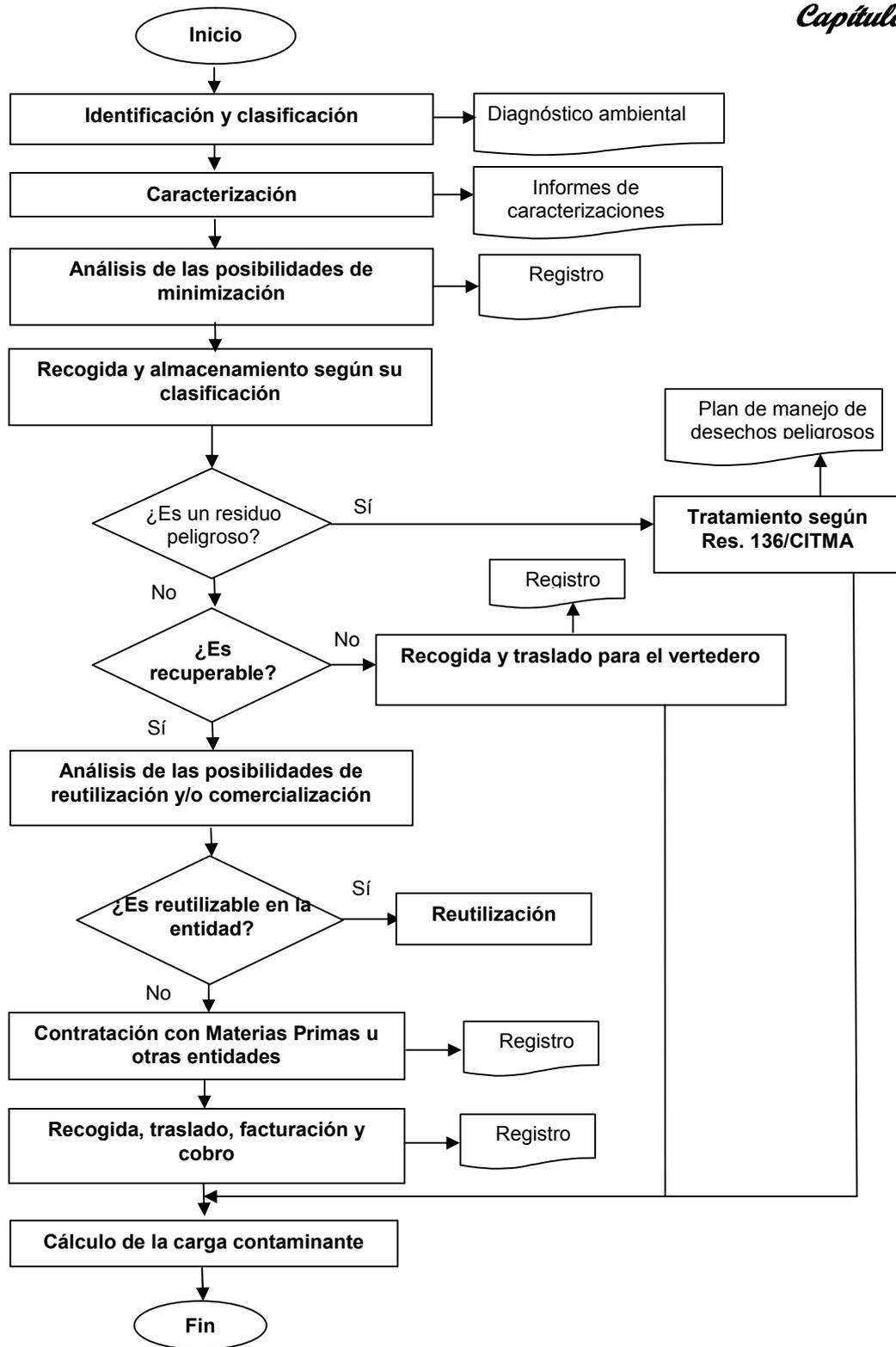


Figura 2.3: Procedimiento para la gestión de los residuos. Fuente: Elaboración propia.

- **Descripción del Sistema energético:**

Se identifican las áreas consumidoras de los diferentes portadores energéticos, explicando cómo inciden éstos (función que cumplen) en cada área de trabajo.

- **Diagnóstico energético preliminar:**

También llamado diagnóstico de recorrido. Consiste en una inspección visual de las instalaciones energéticas de los procesos industriales, en la observación de parámetros de operación, en el análisis de los registros de operación y mantenimiento, así como la información estadística global de consumos y facturaciones por concepto de electricidad, combustibles y agua. El objetivo es determinar los principales potenciales de ahorro energético y económico, identificar medidas de ahorro o de incremento de eficiencia energética de aplicación inmediata y reconocer el orden de prioridad de los problemas existentes, lo cual puede lograrse evaluando los aspectos que aparecen en el **anexo 3**.

- **Aplicación de herramientas de análisis:**

Por la utilidad de las herramientas propuestas en la TGTEE, éstas son utilizadas para completar el desarrollo del diagnóstico energético, pues permiten analizar el uso y el consumo de la energía basándose en mediciones y otros datos, identificar las áreas de uso significativo y las oportunidades para mejorar el desempeño energético. También permite establecer líneas de base energética y proyectar indicadores energéticos.

Los tres pasos anteriores constituyen la etapa más importante del procedimiento para la gestión de la energía que se puede implementar en cualquier industria desde el propio diagnóstico, para cumplir con los requisitos de planificación energética de la ISO 50001.

El flujograma del procedimiento que se propone se muestra en la figura 2.4, para ello se revisó la bibliografía más actualizada sobre el tema y se consultó la legislación cubana en materia energética, a fin de establecer la forma de proceder para alcanzar la máxima eficiencia en el manejo de los portadores de uso significativo [Comité Estatal de Estadísticas de Cuba: CEE, 1984] [Ministerio del Transporte de Cuba: MITRANS, 2013].

Como se observa, el procedimiento recoge los aspectos que organizan en la industria el uso y consumo de portadores energéticos, lo cual constituye la piedra angular del SGen, que integrado al SGC, contribuye a la mejora de la gestión. En el **anexo 4** se muestran los detalles de cada etapa del procedimiento que se propone.

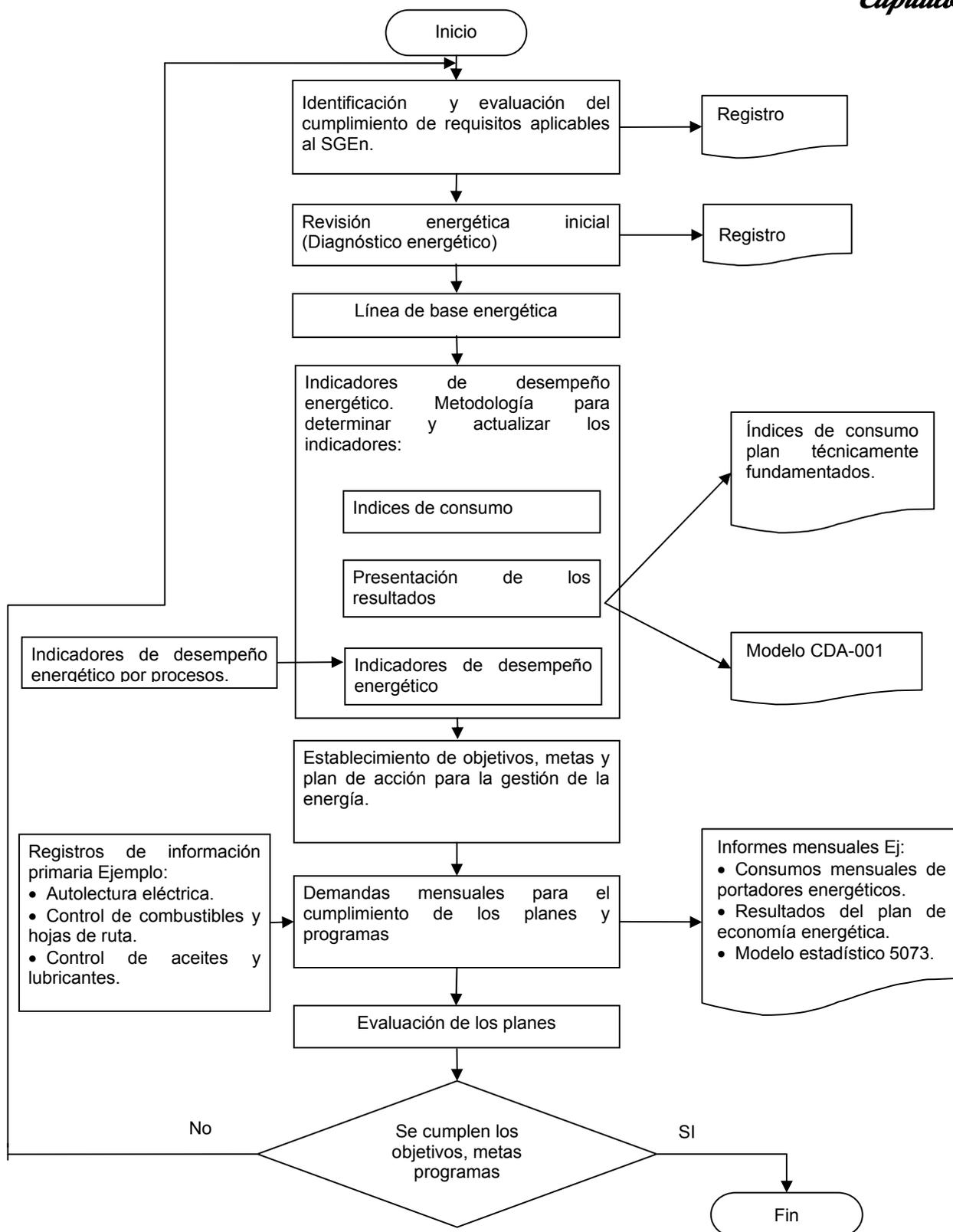


Figura 2.4: Procedimiento para la gestión de la energía. Fuente: Elaboración propia.

- **Registrar hallazgos encontrados:**

A partir de la información recopilada de la valoración ambiental y la revisión energética preliminar, se registran los hallazgos encontrados y se elabora el diagrama de flujo o mapa de procesos ambientales, éste se construye por procesos, identificando claramente todas las entradas y salidas. En las salidas refleja cual es el destino final de todo lo que se genera, en particular los residuos que se originan, que permita tener claridad sobre las posibles consecuencias para el medio ambiente, teniendo en cuenta el tipo y naturaleza del residuo, que facilite el proceso de evaluación de impacto.

- **Evaluar impacto energético-ambiental:**

Se requiere que la industria identifique y evalúe sus problemas ambientales (incluido los derivados del uso y consumo de portadores energéticos), a fin de determinar cuáles tienen o pueden tener impactos significativos sobre el medio ambiente. Dicha evaluación permite cuantificar la magnitud de los peligros o riesgos identificados, establecer niveles de prioridad y trazar planes o programas de gestión para mitigarlos, los que, incorporando opciones de P+L, logran un enfoque económico más efectivo para minimizar el impacto medioambiental de los procesos y la mejora del desempeño.

Lo anterior es el requisito clave exigido por la ISO 14001 para un SGA, sin embargo esto resulta común para el SGSST, en relación a la identificación y evaluación de los riesgos laborales según la norma cubana NC 18001, aspecto analizado en el capítulo I. Sobre esa base se propone un procedimiento para la identificación, evaluación y control de los riesgos laborales y ambientales que da respuesta a ambos sistemas, el cual se puede aplicar para evaluar el impacto desde el propio diagnóstico.

No obstante lo anterior, **cada industria decide si integra la gestión del riesgo laboral o gestiona los riesgos ambientales de forma independiente, y utiliza por tanto cualquiera de las metodologías de evaluación existentes.** En la figura 2.5 se presenta el procedimiento que se propone para la identificación, evaluación y control de los riesgos laborales y ambientales:

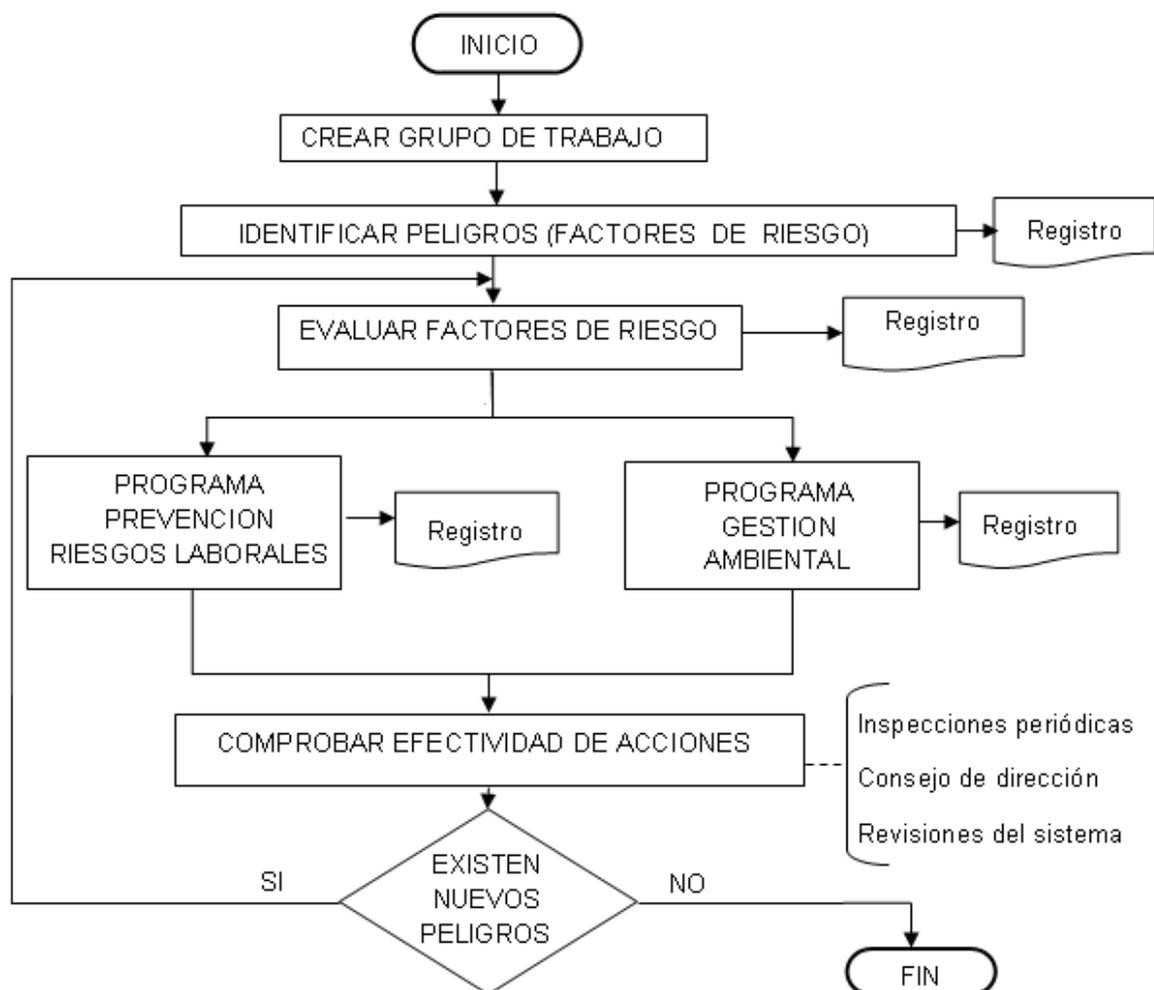


Figura 2.5: Procedimiento para la identificación, evaluación y control de riesgos laborales y ambientales. Fuente: Elaboración propia.

En el mismo se identifican cuatro etapas fundamentales:

1. **Gestión de riesgos e impactos:** Es donde se identifican los factores de riesgo o peligros asociados a los puestos de trabajo, tanto laborales como ambientales, se evalúan los factores de riesgo o peligros existentes y el impacto que éstos ocasionan, así como la manera de controlar los mismos, incorporando como elemento importante la identificación de opciones de P+L desde este proceso. Los factores de riesgo puramente ambientales se obtienen al valorar los aspectos del **anexo 3**.
2. **Elaboración del Programa de Prevención de Riesgos Laborales.**
3. **Elaboración del Programa de Gestión Ambiental.**
4. **Comprobación de la efectividad de las acciones.**

Se destaca que aunque el procedimiento integra la etapa de gestión de riesgos laborales y ambientales en una industria, las salidas pueden ser programas independientes, en función de lo que establece la legislación cubana para la elaboración del Programa de Prevención de Riesgos Laborales, así como de la necesidad o deseo de la empresa de integrar ambos programas. En el **anexo 4** se detalla como cumplir cada etapa.

- **Definir elementos del SGA y SGE:**

Una vez que se conoce la magnitud o nivel de significancia del impacto que ocasionan las actividades que se realizan en la industria, se plantea el plan de acciones para resolver las no conformidades detectadas y se incluyen también las oportunidades de mejora del desempeño energético-ambiental identificadas, las que pueden tener relación con fuentes potenciales de energía, utilización de energía renovable u otras fuentes de energía alternativas. Teniendo en cuenta los elementos anteriores se definen los requisitos 4.2 y 4.3.3 de NC ISO 14001: 2004 y 4.2, 4.3, 4.4.2 y 4.4.3 de NC ISO 50001: 2011, de modo que concluido el diagnóstico, están definidos requisitos de planificación del SGA y como novedad resultante de la metodología que se propone, también los requisitos de planificación del SGE.

- **Elaborar el informe resultante del diagnóstico:**

El informe resumen del diagnóstico se elabora con la estructura que se propone al final del anexo 3.

Como se observa, se propone una metodología que integra el levantamiento de la información primaria del diagnóstico o revisión energética-ambiental inicial, que valora también elementos relativos a la gestión en el marco del SGC existente.

El diagnóstico se actualiza a intervalos que define la industria, o en respuesta a cambios mayores en las instalaciones, equipamiento, sistemas o procesos.

### **2.4 Establecimiento del sistema de indicadores ambientales y energéticos.**



En el capítulo I se analiza que la ISO 14001 no exige un requisito relacionado con el establecimiento de indicadores ambientales, sin embargo la ISO 50001 introduce los indicadores de desempeño energético (IDEns), especificando en el requisito 4.4.5, que la metodología para determinar y actualizar los IDEns debe documentarse y revisarse regularmente.

Independientemente a que la utilización de la TGTEE permite definir los IDEns, cada industria debe consultar la bibliografía existente en estos temas y seleccionar los

indicadores apropiados para realizar el seguimiento y la medición del desempeño. Pero como los sistemas de gestión, de algún modo son también controlados por organismos regulatorios externos que evalúan aspectos del sistema que le interesa, éstos se deben considerar en el marco del sistema de gestión para un mejor seguimiento y garantía de cumplimiento, traducidos en indicadores. Estos controles se realizan a intervalos de tiempo planificados, según los criterios de los organismos siguientes:

- **Por la Unidad de supervisión y control de la Delegación Provincial del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) en cada provincia se verifica el cumplimiento de la legislación ambiental vigente en Cuba.**

En entrevista a los especialistas de esa entidad, se obtienen los requisitos ambientales que evalúan. A partir de ello se propone su transformación a indicadores, según se muestran en la tabla 2.1:

Tabla 2.1: Requisitos e indicadores ambientales evaluados por CITMA.

Fuente: Elaboración propia.

<b>No.</b>	<b>Requisitos ambientales CITMA</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Expresión</b>
1	Existencia de actividades de divulgación y capacitación ambiental de los recursos humanos	Control de capacitación ambiental ( $I_{CAmb}$ )	$I_{CAmb}$ = Total de actividades de divulgación y capacitación ambiental realizadas / Total de actividades de divulgación y capacitación ambiental planificadas
2	Uso eficiente del agua, la energía y la materia prima. (*)	Consumo de agua ( $I_{ca}$ )	$I_{ca}$ = Consumo total de agua / Consumo planificado de agua
3	Existencia de tratamiento residual líquido, estado de los mismos y disposición final (Efectividad del sistema de tratamiento)	Efectividad del sistema de tratamiento ( $I_{EST}$ )	$I_{EST}$ = Total de sistemas de tratamiento que cumplen parámetros de vertimiento / Total de sistemas de tratamiento existentes.
4	Grado de aprovechamiento de residuales líquidos	Aprovechamiento de residuales líquidos ( $I_{ARL}$ )	$I_{ARL}$ = Cant. de residuales líquidos aprovechados / Cant. de residuales líquidos producidos
5	Contaminación del aire. Existencia de sistemas para el tratamiento de las emisiones a la atmósfera. Ruidos y	Nivel de contaminación atmosférica ( $N_{CA}$ )	$N_{CA}$ = Cantidad de procesos con emisiones de gases contaminantes de la atmósfera que cumplen con las normas/Cantidad de procesos

	vibraciones		con emisiones N <sub>CA</sub> = Cantidad de procesos que generan ruidos-vibraciones pero cumplen con las normas/Cantidad de procesos generadores de ruido-vibraciones existentes.
6	Manejo de residuos sólidos reciclables	Aprovechamiento de residuos sólidos reciclables (I <sub>RRS</sub> )	I <sub>RRS</sub> = Cant. de residuos sólidos utilizados (en la propia entidad, contratados con ERMP u otros fines) / Cant. de residuos sólidos generados
7	Manejo de productos químicos tóxicos y desechos peligrosos. Existencia de un plan de prevención y respuesta ante emergencias ambientales	Disposición correcta de residuos peligrosos (I <sub>RP</sub> )	I <sub>RP</sub> = Cant. de residuos peligrosos dispuestos con certificación emitida / Cant. de residuos peligrosos dispuestos.

(\*) Nota: la energía se considera en el SGE<sub>n</sub> y las materias primas en el SGC.

- Por los grupos de inspección de la Empresa Eléctrica (EE), Empresa Comercializadora de Combustibles (CUPET) y Unidad Estatal de Tráfico (UET), se evalúa el manejo de los portadores energéticos (energía eléctrica, combustibles y lubricantes).

Al igual que el caso anterior, mediante entrevista a los especialistas de esas entidades, se obtienen los requisitos que evalúan. A partir de ello se propone su transformación a indicadores, según se muestran en la tabla 2.2:

Tabla 2.2: Requisitos e indicadores energéticos evaluados por la EE, CUPET y UET.

Fuente: Elaboración propia.

No.	Requisitos energéticos EE, CUPET, UET	Indicadores	Expresión
1	Consumo energético en procesos productivos	Consumo de energía eléctrica en la producción (I <sub>P</sub> )	I <sub>P</sub> = Energía consumida / Producción realizada
2	Uso de combustibles y lubricantes para vehículos de carga y otros	Índice de tráfico o Intensidad energética en la transportación de carga (para ómnibus o camiones que transporten cargas) (I <sub>T</sub> )	I <sub>T</sub> = Consumo de combustible en ton / ∑(Carga transportada en MMton * Distancia recorrida) por cada destino
		Índice de transportación (para	I <sub>tr</sub> = Consumo de combustible en litros / Distancia recorrida

		otros vehículos) ( $I_{tr}$ ) Índice de lubricantes ( $I_{lub}$ )	en km. $I_{lub} = \text{Consumo de lubricantes en litros} / \text{Consumo de combustible en litros}$
3	Uso de combustibles y lubricantes en procesos productivos	Consumo de combustibles y/o lubricantes en la producción ( $I_{CLP}$ )	$(I_{CLP}) = \text{Consumo de Combustible/lubricantes} / \text{Producción realizada}$
4	Rendimiento económico de la energía consumida	Intensidad energética ( $I_{en}$ )	$I_{en} = \text{Toneladas de combustible convencional consumidas} / \text{Ingresos por ventas}$

Como se observa, todos los elementos de interés que evalúan los organismos rectores, traducidos a indicadores, contribuyen a cumplir el compromiso de prevenir la contaminación, y su incorporación al mecanismo de los sistemas de gestión, garantiza además el cumplimiento de requisitos legales y la mejora continua. Por tanto, se requiere en primer lugar, mantener un estricto control y seguimiento de estos indicadores, así como de otros que pueda definir la industria.

#### **2.4.1 Metodología para determinar y actualizar el sistema de indicadores ambientales y energéticos.**

Teniendo en cuenta los elementos abordados anteriormente, la metodología que se propone para determinar y actualizar los indicadores ambientales y energéticos en el marco del sistema de gestión de la industria, se muestra en la figura 2.6:

Como se observa, se organiza la forma de establecer y mejorar los indicadores, considerando como novedosa la inserción de los requisitos que evalúan los organismos regulatorios, transformados a indicadores. Esta metodología es aplicable para determinar y actualizar el sistema de indicadores de cualquier sistema de gestión.

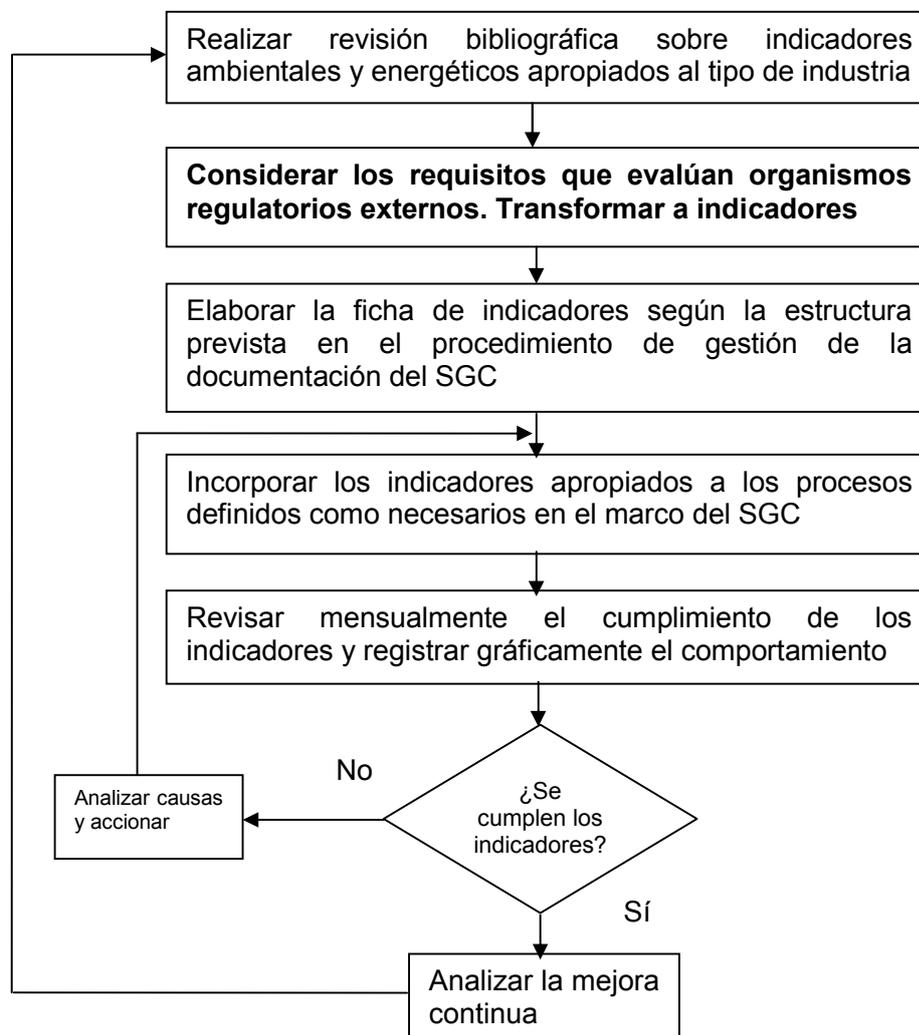


Figura 2.6: Metodología para determinar y actualizar los indicadores de desempeño.

Fuente: Elaboración propia.

## 2.5 Preparación de la documentación del sistema integrado de gestión.

Según la matriz de diseño planteada en el epígrafe 2.2, cada industria requiere modificar o elaborar determinados documentos, procedimientos y prácticas de su SGC base, como parte de la integración de la gestión ambiental y la energética.

Los procedimientos para la identificación y evaluación de aspectos ambientales (incluido el que ocasiona el uso y consumo de portadores energéticos), para la gestión de residuos y para la gestión de la energía propuestos para utilizar en el diagnóstico, son los mismos que la industria sigue usando como parte de la dinámica del sistema y que

además permiten la actualización periódica de la revisión energética-ambiental. Sin embargo, el SGC según ISO 9001 exige otros documentos, procedimientos obligatorios y prácticas que pueden ser utilizados para completar la integración de la gestión ambiental y la energética, pero modificándolos con las indicaciones metodológicas del **anexo 5**.

### **2.6 Implementación de las nuevas prácticas.**

Para la implementación de las nuevas prácticas primeramente se debe capacitar a todo el personal implicado, registrando las acciones según el procedimiento para la formación del personal. Además, el especialista que atiende medio ambiente y el energético, deben asegurar que en cada área se cuente con los registros necesarios para evidenciar el cumplimiento, y periódicamente realizar monitoreo o seguimientos a lo establecido.

### **2.7 Validación (auditoría interna).**

Para validar que un sistema de gestión de cualquier tipo está implementado, se utiliza el mecanismo de la auditoría interna, como aquel proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias y evaluarlas de manera objetiva, con el fin de determinar el grado en que se cumplen los requisitos establecidos en las normas o en los procedimientos definidos como necesarios por la industria.

Al igual que en el SGC, las auditorías internas del SGA y del SGEN se pueden realizar por auditores propios o por externos que trabajen en su nombre. En todos los casos, los auditores deben ser competentes en base a su formación y estar en una posición que les permita realizarlas imparcial y objetivamente. En industrias pequeñas la independencia del auditor se demuestra si éste no tiene responsabilidades en la actividad que se audita. Los elementos a considerar en el procedimiento de auditorías internas establecido en el SGC, a fin de integrar los requisitos exigidos por ISO 14001 e ISO 50001 se especifican en el **anexo 5**.

Para el caso del SGEN, el concepto de una evaluación o auditoría energética no es el mismo que el de una auditoría interna de un SGEN o de una auditoría interna del desempeño energético de un SGEN. Una evaluación o auditoría energética comprende la revisión detallada del desempeño energético de una industria, de un proceso o de ambos. Se basa en una apropiada medición y observación del desempeño energético real, los resultados incluyen información sobre el consumo y el desempeño actual y pueden ser acompañadas de recomendaciones para la mejora. En Cuba, este tipo de auditoría, por lo general la realizan los grupos de inspección de la EE y CUPET,

pertenecientes a la Oficina de Uso Racional de la Energía del Ministerio de Energía y Minas (MINEM), que figura como el organismo regulador en este tema.

Para que la industria pueda acceder a la certificación de cualquier sistema, se exige por los órganos certificadores en el mundo y también por el de Cuba, la realización de al menos una auditoría interna inicial. Además de eso, para el SGE en el órgano cubano establece que se deben evidenciar mejoras en el desempeño energético, a partir de las oportunidades de mejora identificadas como resultado de una revisión/supervisión energética acometida por una entidad o autoridad competente.

### **2.8 Evaluación del desempeño ambiental y energético.**

La ISO 9001, la 14001 y la 50001 incorporan la evaluación del desempeño como elemento de entrada para la revisión del sistema. La información que la dirección evalúa, por lo general consiste en el comportamiento de los procesos, haciendo énfasis en los problemas detectados y valorando los indicadores internos establecidos. El informe con los resultados de las inspecciones de los organismos rectores se discute con la dirección, sin embargo no siempre se tienen en cuenta en el proceso de revisión, por lo que ésta no puede considerarse completa al no incluir como indicadores de desempeño los requisitos legales que imponen dichos organismos. Además, tampoco se calcula un índice de desempeño que permita visualizar el comportamiento de la industria ante tales requisitos, que permita concentrar la atención en las deficiencias detectadas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se propone que la evaluación del desempeño considere los criterios (indicadores) de los organismos regulatorios planteados en el epígrafe **2.4**, como prioritarios sobre otros indicadores que defina la industria, de forma que se garantice cumplir los requisitos legales aplicables que exigen todas las normas de sistemas de gestión.

#### **2.8.1 Procedimiento para el cálculo del índice global de desempeño del SGA y el SGE.**

Para el cálculo del índice global del desempeño ambiental y energético, se propone la integración de indicadores mediante índices compuestos desarrollado por Díaz [2013], cuya secuencia se muestra en la figura 2.7:



Figura 2.7: Procedimiento para el cálculo del índice global de desempeño ambiental-energético.

Fuente: Díaz [2013].

Cada paso se desarrolla de la siguiente manera:

1. Seleccionar los indicadores. En este trabajo solo se utilizan los requisitos/indicadores evaluados por los organismos regulatorios definidos en el epígrafe **2.4**, por tanto el cálculo del índice global será para el desempeño ambiental y energético.

2. Establecer la escala o determinación de la meta.

Una vez seleccionados los indicadores, es necesario plantear una meta o escala que permita visualizar el comportamiento del sistema en el aspecto que evalúa el indicador. Se establece mediante el criterio del grupo de expertos de la industria, de acuerdo a los resultados esperados con el seguimiento del indicador en cuestión, de forma que permita autoevaluar el sistema. Debe ser alcanzable, pero es necesario que represente un reto en aras de la mejora continua y ser revisada a intervalos de tiempos planificados para, de ser necesario, variar estos parámetros.

3. Normalizar los indicadores.

La diversidad de unidades de medidas que pueden encontrarse en los indicadores puede dificultar la integración de los mismos en un índice. La normalización de los indicadores seleccionados se realiza mediante la aplicación del Procedimiento de normalización lineal, defendido por [Zhou, Ang y Poh, 2006], debido a la sencillez de los cálculos, lo

que facilita el proceso de comprensión para personas no expertas, y se sientan las bases para la evaluación del desempeño de cualquier sistema de gestión.

Esta etapa constituye el punto de decantación de los indicadores que se van a considerar en un estudio inicial, porque para la aplicación de esta técnica es necesario contar con datos referidos al comportamiento de las variables que componen el indicador en el período que se esté evaluando, y de un parámetro comparativo, el cual puede ser el valor definido en la meta o escala para el indicador, o un valor de cumplimiento del plan de ese indicador. El valor normalizado del indicador ( $r_i$ ) se obtiene por la fórmula:

$$r_i = \frac{\text{Valor real del indicador del período que se analiza}}{\text{Meta o escala definida}} \quad (\text{Fórmula 2.2})$$

En un inicio, de no existir datos para determinar el valor normalizado, se seleccionan aquellos de los que exista información. En lo sucesivo, la industria debe realizar las mediciones necesarias para recopilar información e incorporar paulatinamente el resto de los indicadores que desee considerar.

#### 4. Establecer los pesos de los indicadores.

Los pesos de los indicadores normalizados se otorgan mediante el criterio de los expertos de la industria, debido fundamentalmente a que la naturaleza de la estructura de consumo de portadores energéticos es propia de cada una. Para ello se utiliza como técnica de ponderación de indicadores, el triángulo de Füller [Medina et al, 2011] debido a la facilidad de aplicación y comprensión de ésta. Consiste en otorgar una puntuación a cada indicador, teniendo en cuenta el peso o importancia de uno sobre los demás:

- 2 ptos Si el atributo i es más importante que el j.
- 1 pto. Si el atributo i es igualmente importante que j.
- 0 Si el atributo i es menos importante que j.

Se suman los puntos obtenidos por cada indicador y se divide entre el total de puntos obtenidos por todos los indicadores. Para verificar la calidad de la información aportada por los expertos pueden aplicarse pruebas de hipótesis para la comprobación estadística de los datos.

#### 5. Agregación de las variables.

Es el punto culminante para el cálculo del índice global de desempeño (se puede hacer para cada sistema independiente), consiste en la integración de los indicadores para la evaluación de los sistemas. Para esto se emplea la técnica de la suma ponderada o

también conocido como el método de la utilidad aditiva [Medel, 2012], por su transparencia, facilidad de entendimiento y uso para las personas que no la dominen. Consiste en aplicar la sumatoria del producto del valor normalizado por el peso de cada uno de los indicadores, según la fórmula:

$$I_i = \sum_{j=1}^n W_j R_{ij} \quad i = 1, 2 \dots m \quad (\text{Fórmula 2.3})$$

Donde:

$I_i$ : Índice de desempeño, resultado de la agregación de los indicadores (comprende los indicadores desde 1 hasta n).

$W_j$ : peso correspondiente al indicador  $j$  respecto a los demás.

$R_{ij}$ : Valor de la variable normalizada de cada indicador (valor entre 0 y 1).

El valor del índice de desempeño se encuentra acotado entre los valores 0 y 1.

Para realizar la valoración cualitativa acerca del desempeño del sistema de gestión que se evalúe, teniendo en cuenta el valor arrojado por el índice de desempeño, se toma como referencia la escala que se muestra en tabla 2.3, teniendo en cuenta las características de la mayoría de las empresas cubanas en relación al cumplimiento de los objetivos empresariales, permitiendo trazar medidas estratégicas para la mejora.

Tabla 2.3: Escala de evaluación del índice de desempeño ambiental-energético.

Fuente: Díaz [2013].

<b>Rango</b>	<b>Nivel de evaluación</b>
$0.95 \leq \text{Índice de desempeño} \leq 1$	<b>Muy bien:</b> el desempeño se ajusta muy bien a las metas definidas por la entidad
$0.85 \leq \text{Índice de desempeño} < 0.94$	<b>Bien:</b> el desempeño se ajusta bien a las metas definidas por la entidad, con algunas posibilidades de mejora
$0.70 \leq \text{Índice de desempeño} < 0.84$	<b>Regular:</b> el desempeño se ajusta de modo regular a las metas definidas por la entidad, y tiene posibilidades de mejora significativas
<b>Índice de desempeño &lt; 0.70</b>	<b>Mal:</b> el desempeño es malo con respecto a las metas definidas y tiene grandes oportunidades de mejora

Es importante tener en cuenta en el momento de emitir criterio cualitativo acerca del desempeño de algún indicador, que el valor del índice de desempeño se encuentra asociado al comportamiento propio del indicador y al peso del mismo dentro del sistema

de gestión de que se trate. Puede suceder que el desempeño de un indicador arroje un resultado cercano a cero y sin embargo, el comportamiento del indicador no sea desfavorable en comparación a la meta que se desea obtener, esto sucede porque ese indicador presenta un nivel de importancia bajo (teniendo en cuenta el peso y el valor normalizado), es por ello que se debe emitir un juicio global sobre el desempeño del sistema de gestión teniendo en cuenta el valor del índice de desempeño, y en caso de realizar valoraciones independientes de los indicadores tener en cuenta ambos factores que inciden en ese valor.

Cada industria decide la frecuencia para realizar la evaluación del desempeño ambiental y energético, sin embargo, teniendo en cuenta lo establecido por la ISO 50001 en los elementos de entrada o criterios a considerar para una revisión del sistema, se propone que ésta se realice al menos previa a cada revisión.

### **2.9 Revisión del sistema integrado de gestión.**

La alta dirección, entendida como la persona o grupo de personas que dirige y controla una industria al más alto nivel, debe revisar a intervalos planificados el sistema de gestión para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continuas. Es práctica de los SGC, contar con un proceder para la ejecución de las revisiones, donde están definidos los elementos o requisitos a revisar, basta con incorporar los elementos que aparecen en el **anexo 5**. Teniendo en cuenta que la ISO 50001 incorpora como elemento a revisar el desempeño proyectado para el próximo período, se propone que en los procesos de revisión se incluya también la predicción del escenario futuro del desempeño ambiental y energético en industrias de procesos, desde dos aristas: aplicando continuamente la evaluación del desempeño, e implementando P+L.

El resultado de la revisión debe incluir las decisiones y acciones relacionadas con cambios: en el desempeño ambiental y energético, en indicadores, en la asignación de recursos, en documentos o procedimientos del sistema, en políticas, objetivos y metas, todos coherentes con el compromiso de mejora continua.

### **2.10 Evaluación de opciones de producciones más limpias.**

Para implementar prácticas de P+L, se debe evaluar cuál resulta la más apropiada, lo cual se decide como resultado de la actualización periódica del diagnóstico, al aplicar el procedimiento para la identificación, evaluación y control de riesgos o el procedimiento para la gestión de residuos, o también como resultado de la revisión del sistema.

**2.11 Conclusiones parciales.**

1. La metodología que se propone incluye indicaciones para garantizar un mejor control ambiental y energético sobre los procesos, así como asegura el cumplimiento de requisitos legales, la mejora continua y la prevención de la contaminación, que son compromisos exigidos por ISO 14001 e ISO 50001.
2. El proceder para realizar el diagnóstico o revisión energético-ambiental inicial y el establecimiento de un sistema de indicadores ambientales y energéticos que considera el cumplimiento de requisitos legales impuestos por organismos regulatorios, constituyen los elementos novedosos en la metodología que se propone para la integración.
3. La utilización de los procedimientos para la identificación, evaluación y control de riesgos laborales y ambientales, para la gestión de residuos y para la gestión de la energía, durante la revisión energética-ambiental inicial, constituyen elementos importantes para el análisis diagnóstico de la industria de procesos.
4. El procedimiento que se utiliza para evaluar el desempeño, permite calcular un índice global que caracteriza de forma cualitativa la industria de procesos en relación al cumplimiento de sus metas y las posibilidades de mejora ambiental y energética.
5. La implementación de la metodología contribuye a trazar medidas para perfeccionar la gestión ambiental y energética en la industria de procesos, mediante la evaluación periódica del desempeño y la incentivación para la aplicación de producciones más limpias.

### **CAPÍTULO III: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA INTEGRACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL Y ENERGÉTICA EN LA UEB “GASES INDUSTRIALES” Y EN LA RONERA CENTRAL “AGUSTÍN RODRÍGUEZ MENA”, EN VILLA CLARA**

En este capítulo se presentan los resultados de la aplicación de la metodología que se propone, y permite a estas industrias desarrollar las actividades para perfeccionar su sistema de gestión, con la integración de la gestión ambiental y la energética.

#### **3.1 Caso de estudio: “UEB Gases Industriales”.**

##### **3.1.1 Descripción de la fábrica.**

Esta UEB pertenece a la Empresa Gases Industriales (EGI) del Ministerio de Industrias (MINDUS), está ubicada en la Carretera Circunvalación Km. 1½ Banda Placetas, Santa Clara, cuenta con un total de 110 trabajadores, en diversas categorías ocupacionales, donde el 56,36% son obreros. Su objeto social se dirige a la producción y comercialización en forma mayorista de gases industriales y medicinales en la cantidad y calidad que demandan los clientes (oxígeno para uso industrial, oxígeno para uso medicinal, acetileno industrial, nitrógeno, dióxido de carbono así como el residual que se genera en la producción de acetileno). La UEB comercializa otros gases como el argón y el óxido nitroso, provenientes de otras plantas productoras.

Para lograr su misión cuenta con dos áreas productivas, la Planta Gasificadora de Oxígeno y el Taller de Acetileno, el cual está ubicado fuera del perímetro urbano por la peligrosidad de su proceso productivo. Las actividades administrativas y las de mantenimiento industrial y automotriz radican en la Gasificadora. Los principales clientes son el sector de la salud y empresas industriales que consumen sus productos.

##### **3.1.2 Establecimiento del programa de trabajo y definición del alcance del sistema de gestión ambiental y el energético.**

Se elaboró un programa para implementar el sistema que integra medio ambiente al SGC existente, con alcance a toda la industria, pero teniendo en cuenta las condiciones de infraestructura del Taller de Acetileno, se solicitó la certificación sólo para la Gasificadora, y lograda ésta, se reajusta el programa para integrar la gestión energética.

##### **3.1.3 Elaboración del mapa de despliegue (matriz de diseño) del sistema integrado de gestión.**

A partir de los procesos y actividades declarados como necesarios en el diagrama de interrelaciones del SGC, se elabora el mapa o matriz de diseño del **anexo 6**, que sirve

de guía para la integración de la gestión ambiental y la energética. Como se observa, se parte del enfoque a procesos del SGC y solo fue necesario introducir los procedimientos (en negritas) que se proponen en la metodología, para garantizar el cumplimiento de todos los requisitos de la norma ISO 14001 y de la ISO 50001.

### 3.1.4 Elaboración del diagnóstico o revisión energético-ambiental.

Para realizar el diagnóstico se utiliza la metodología que se propone en el capítulo II, fundamentada en el trabajo con expertos y la utilización de la lista de chequeo.

- **Selección de los expertos:**

Utilizando el método propuesto en el **anexo 2**, se seleccionan los candidatos a expertos que tienen conocimientos sobre el tema ambiental y energético, pertenecientes a diversas áreas de la UEB, escogiendo 9 candidatos de las actividades de mantenimiento, transporte, comercial, acetileno y especialistas de la actividad técnica, calculando para cada uno el coeficiente de conocimiento o información (Kc), el coeficiente de argumentación (Ka) y el coeficiente de competencia (Kcomp). Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3.1:

Tabla 3.1: Cálculo del coeficiente de conocimiento, coeficiente de argumentación y coeficiente de competencia de los candidatos a expertos en la UEB Gases Industriales.

<b>Candidatos a expertos</b>	<b>Kc</b>	<b>Ka</b>	<b>Kcomp</b>	<b>Orden</b>
1	0,7	0,75	0,725	8
2	0,8	0,65	0,725	6
3	0,8	0,75	0,775	4
4	1	0,85	0,925	3
5	0,8	0,75	0,775	5
6	1	0,9	0,95	2
7	0,6	0,45	0,525	9
8	0,8	0,65	0,725	7
9	1	0,9	0,95	1

Los siete expertos con mayor coeficiente de competencia se relacionan a continuación en la tabla 3.2. Como se observa, de los 7 expertos necesarios, 3 tienen competencia alta y 4 media, pero se asegura la validez de la información a aportar, teniendo en cuenta que los de alta competencia se desempeñan en los cargos relacionados con la gestión ambiental y la energética.

Tabla 3.2: Grupo de expertos para realizar la evaluación energética-ambiental en la UEB Gases Industriales.

<b>No.</b>	<b>Nombre y apellidos</b>	<b>Cargo</b>	<b>Competencia</b>
1	M.Sc. Ing Elda Fernández Serrano.	Tecnólogo que atiende calidad y medio ambiente	Alta
2	Ing. Reinier Feyt Leyva	Tecnólogo de procesos químicos (Especialista principal),	Alta
3	Ing. Caridad López Cruz	Tecnólogo que atiende la actividad energética	Alta
4	Lic Kenia Monteagudo Rodríguez	Tecnólogo que atiende Seguridad y salud en el trabajo	Media
5	Ing. Manuel Iglesias Rodríguez	Jefe de brigada de mantenimiento	Media
6	Tec. Celina Cárdenas Jorge	Jefe de brigada de transporte	Media
7	Ing. Ulises Berrío Guillen	Jefe del Taller de acetileno	Media

De acuerdo a los indicadores establecidos en la industria, el cumplimiento del plan técnico-económico en los últimos tres años tiene buen comportamiento, se incrementa el plan de producción, el costo y el costo por peso de la producción mercantil se comportan por debajo del planificado, se obtienen utilidades, solo el índice de carga de diesel se distorsiona a partir del 2011, ya que por el reordenamiento de la actividad de transporte se transportan los cilindros con gases hasta el domicilio de sus principales clientes. Como buenas prácticas figuran la implementación y certificación del sistema que integra calidad-medio ambiente y los reconocimientos ambientales recibidos por su desempeño.

#### **3.1.4.1 Análisis de los procesos tecnológicos.**

- **Planta Gasificadora de Oxígeno:** Comienza su funcionamiento el 22 de Marzo de 2002, tras la desactivación de la planta rusa K-015 productora de oxígeno, con el flujo productivo que se muestra en la figura 3.1, en dos naves, la de producción y otra de llenado. Cuenta además con equipamiento para obtener N<sub>2</sub> (del mismo modo que el oxígeno pero no está activa) y una embotelladora de CO<sub>2</sub>, cuyo proceso ocurre completamente en el interior de la nave de producción. En todos los casos el proceso es por gasificación a partir de líquidos criogénicos como materia prima, que se reciben desde las plantas productoras de OXICUBA.

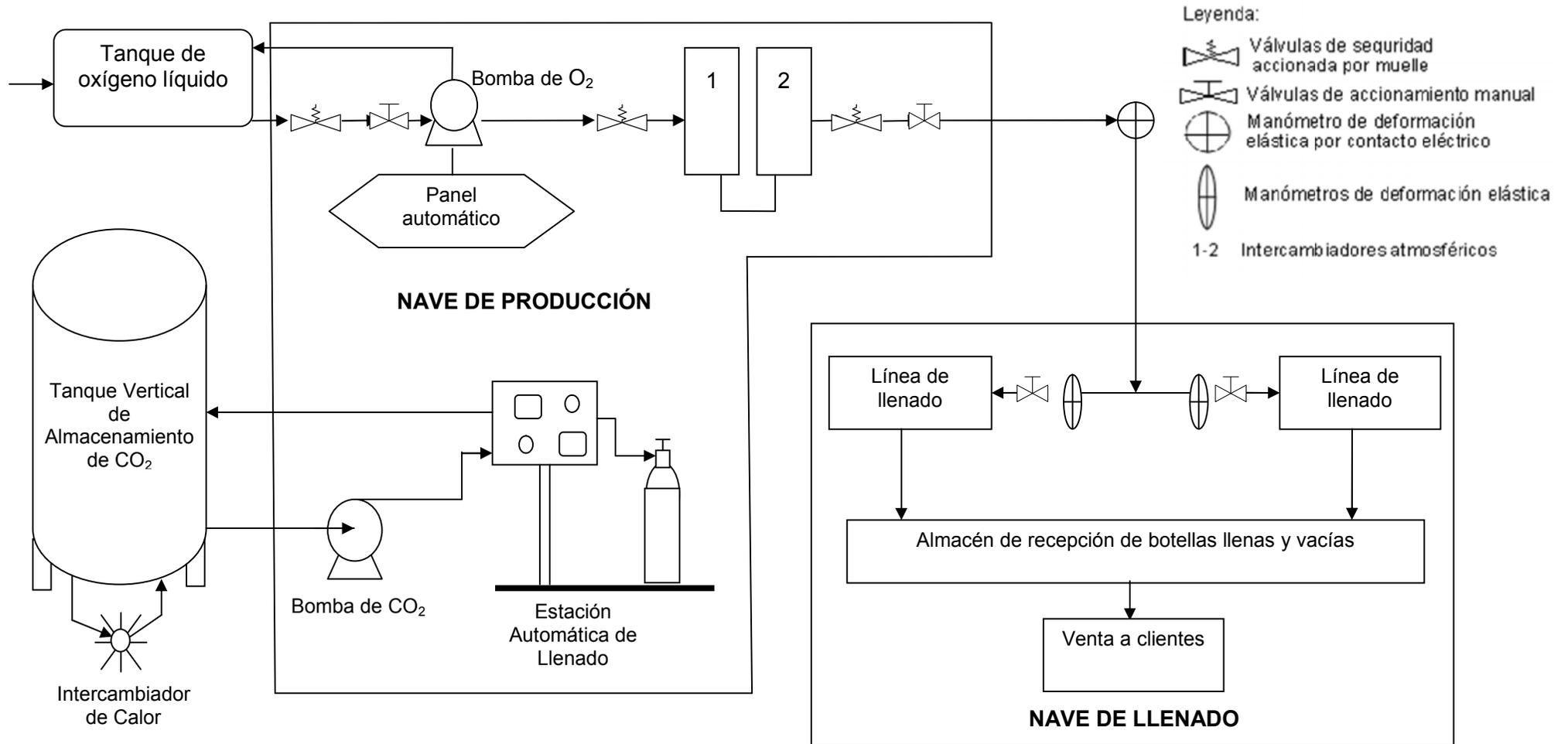


Figura 3.1: Flujo productivo Gasificación de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>. Fuente: Elaboración Propia.

El oxígeno líquido llega en carros termos (carros cisternas) y es almacenado en un tanque criogénico con capacidad para 50 000 L. Por medio de bombas para líquidos criogénicos (son de pistón con desplazamiento positivo que comprimen el líquido), el oxígeno pasa a un gasificador donde gasifica al intercambiar calor, por lo que resulta un proceso con dos operaciones unitarias, compresión por bombeo y gasificación por intercambio de calor. Los intercambiadores son de tipo atmosférico (intercambio con el medio ambiente, sin consumo de energía). A la salida el gas pasa a la línea de llenado donde se envasa en cilindros de acero para gases a presión y de ahí a los clientes.

En el caso del CO<sub>2</sub> .el sistema cuenta con un tanque vertical para el almacenamiento del líquido con un volumen total de 25 870 L y volumen neto de 24 570 L, un intercambiador de calor, una estación de bombeo y una estación automática para el llenado de los cilindros. La estación automática de bombeo está compuesta por una bomba de trasiego con cabezal de latón, válvulas de succión y descarga en acero inoxidable, pistones de cerámica, accionamiento por polea y correa o directo. La estación de llenado de cilindros tiene una salida de llenado por control automático, con válvulas de cierre que se activan de forma neumática en función de la información que recibe de las balanzas de control electrónico de display digital para el control del llenado, el que se detiene cuando se alcanza el peso requerido para la comercialización.

El oxígeno no posee peligrosidad en cuanto a su grado de inflamabilidad porque es una sustancia no combustible, pero favorece la combustión de otras. La peligrosidad en estado gaseoso está dada porque al envasarse en recipientes a presión, si éstos no son bien manipulados y se contaminan con sustancias tales como: metano, grasas, acetileno, etc, se origina una explosión confinada, que puede llegar a provocar incendio con radiación térmica, ruptura de recipientes y proyección de fragmentos. En estado líquido al encontrarse a temperaturas por debajo de los -100°C es un líquido hirviente que provoca fundamentalmente quemaduras y fragilización de materiales [Gases, 2011].

El dióxido de carbono existe en la atmósfera en baja concentración, su punto triple (donde coexisten los tres estados de la materia) se produce a -56,57 °C y 0,52 MPa (5,30 kgf/cm<sup>2</sup>); sometido a esa presión sublima, es decir, pasa directamente de sólido a gas sin pasar por la fase líquida. Tiene una amplia utilización tanto en estado sólido como en forma de gas comprimido-licuado (pues también existe simultáneamente en forma líquida y gaseosa dentro de los cilindros o en un contenedor cerrado), sin embargo

posee efectos adversos sobre la salud a concentraciones superiores al 2%, pudiendo provocar la muerte en pocos minutos por asfixia, quemaduras por contacto con el gas frío o por ingestión de dióxido de carbono líquido o sólido, además de que se considera un gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global [Gases, 2012].

- **Taller de Acetileno:** Inicia su producción el 15 de julio de 1984, con capacidad de diseño de 80 m<sup>3</sup>/h. A pesar de ser un proceso riesgoso, mundialmente el proceso industrial utilizado es el de generación húmeda, que consiste en la reacción química entre el carburo de calcio (CaC<sub>2</sub>) y el agua (H<sub>2</sub>O). El proceso tecnológico ocurre según diagrama de bloques que se muestra en la figura 3.2:

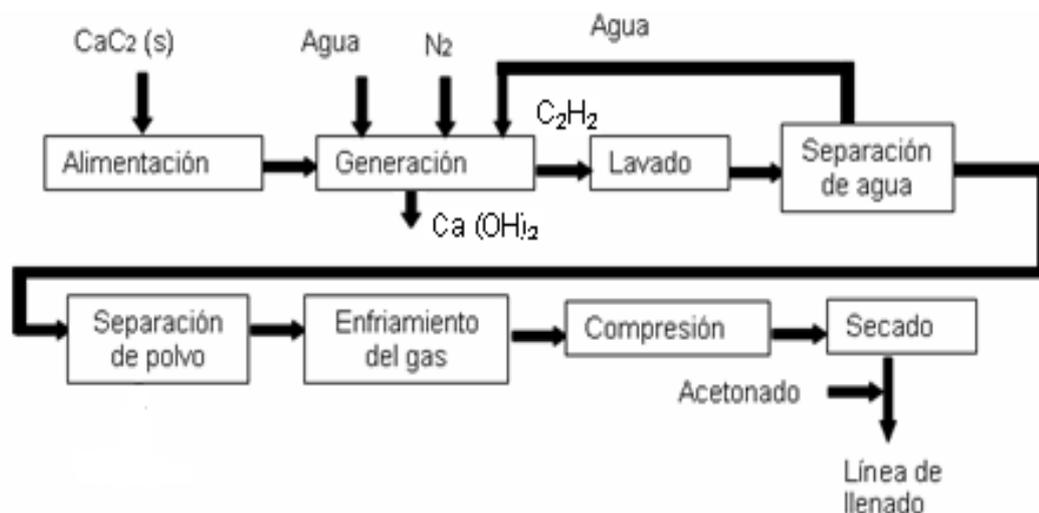


Figura 3.2: Diagrama de bloques del proceso de producción de acetileno.

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, la instalación tecnológica consiste de un sistema donde los equipos tecnológicos y operaciones fundamentales son: **Generador** (reactor donde ocurre la reacción entre el carburo de calcio CaC<sub>2</sub> y el H<sub>2</sub>O, generando el C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> y un residual acuoso), **Compresor** (comprime el gas para su envasado a presión en los cilindros), **Batería de secado** (extraen humedad al C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), el cual se completa con intercambiadores de calor, filtros, parallasas, bombas, sistema de acetonado, llenado de cilindros y sistema de control automático para los parámetros principales.

El acetileno (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), es un gas altamente inflamable, un poco más ligero que el aire e incoloro, compuesto exotérmico, que en su descomposición libera calor, por ello la generación ocurre a elevadas temperaturas, que se controla con la utilización de agua. En presencia de oxígeno quema con una llama luminosa liberando ciertas cantidades de

carbonilla y a altas presiones es explosivo. Los principales riesgos a tener en cuenta durante el almacenamiento, utilización y manipulación de acetileno son la inflamabilidad, la inestabilidad y la posibilidad de reacciones peligrosas [Gases, 2010].

En el proceso de producción, además del gas C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> se obtiene hidróxido de calcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) que sale del proceso como un residuo acuoso contaminante, denominado cieno, que se genera de acuerdo al siguiente:

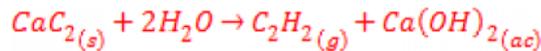
**Balance de materiales del proceso de producción de acetileno:**

Tabla 3.3: Datos para el balance			
Densidad Cieno	1,26	kg/L	[Perry, 2007]
Densidad Acetileno	1,07	kg/m <sup>3</sup>	[Perry, 2007]
Densidad Ca(OH) <sub>2</sub>	2,20	kg/L	[Perry, 2007]
M <sub>CaC<sub>2</sub></sub>	64,00	kg/kmol	[Perry, 2007]
M <sub>agua</sub>	18,00	kg/kmol	[Perry, 2007]
M <sub>acetileno</sub>	26,00	kg/kmol	[Perry, 2007]
M <sub>Ca(OH)<sub>2</sub></sub>	74,00	kg/kmol	[Perry, 2007]
M <sub>Acetona</sub>	58,50	kg/kmol	[Perry, 2007]
M <sub>cieno</sub>	21,21	kg/kmol	[Perry, 2007]
*Rendimiento (litraje) del Carburo	3,39	kgCaC <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	
*Conversión	77,7	% mol	
**Consumo de agua	23 704	Kg	

\* El Rendimiento o Litraje del Carburo y el % de conversión son obtenidos según datos del proveedor.

\*\* El dato de consumo de agua por series históricas de la fábrica.

Balance de la reacción química.



Sustancia limitante: Carburo de calcio. Se alimenta al reactor el agua en exceso, para garantizar la reacción y para el enfriamiento por contacto directo del reactor.

Tabla 3.4: Ecuaciones del balance en la reacción química.

	Entra	Consumo	Genera	Sale
CaC <sub>2</sub>	$n_{CaC_2}^o$	$n_{CaC_2}^o \times \left(\frac{a}{a}\right) x$	-	$n_{CaC_2} = n_{CaC_2}^o - n_{CaC_2}^o \times \left(\frac{a}{a}\right) x$

$H_2O$	$n_{H_2O}^o$	$n_{CaC_2}^o \times \left(\frac{a}{b}\right)x$	-	$n_{H_2O} = n_{H_2O}^o - n_{CaC_2}^o \times \left(\frac{a}{b}\right)x$
$C_2H_2$	-	-	$n_{CaC_2}^o \times \left(\frac{a}{c}\right)x$	$n_{C_2H_2} = n_{CaC_2}^o \times \frac{a}{c}x$
$Ca(OH)_2$	-	-	$n_{CaC_2}^o \times \left(\frac{a}{d}\right)x$	$n_{Ca(OH)_2} = n_{CaC_2}^o \times \frac{a}{d}x$

Siendo a, b, c y d, los coeficientes estequiométricos de la reacción química, y  $x$  la conversión molar. Se establece como base de cálculo una producción diaria de 1040 m<sup>3</sup> de acetileno. Los moles iniciales de CaC<sub>2</sub> se determinan a partir de la base de cálculo establecida y el rendimiento o litraje del carburo de calcio, según:

$$n_{CaC_2}^o = \frac{m_{CaC_2}}{M_{CaC_2}}$$

Donde:

$$m_{CaC_2} = m_{C_2H_2} \times Rendimiento_{CaC_2}$$

$$m_{CaC_2} = 1040m^3 \times 3.39kg \text{ CaC}_2/m^3C_2H_2$$

$$m_{CaC_2} = 3525.60 \text{ kg CaC}_2$$

Luego:

$$n_{CaC_2}^o = \frac{3525.60 \text{ kg CaC}_2}{64 \text{ kg CaC}_2/\text{kmol}}$$

$$n_{CaC_2}^o = 55.09 \text{ kmol}$$

Por otra parte:  $n_{H_2O}^o = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{23704 \text{ kg}}{18 \text{ kg/kmol}} = 1316.89 \text{ kmol}$

Tabla 3.5: Resultados del balance.

	<b>Entra</b>	<b>Consume</b>	<b>Genera</b>	<b>Sale</b>
$CaC_2$	55,09 kmol	42,80 kmol	-	12,28 kmol 786,21 kg
$H_2O$	1316,89 kmol	21,40 kmol	-	1295,49 kmol 23318,77 kg

$C_2H_2$	-	-	42,80 kmol	42,80 kmol	1112,88 kg
$Ca(OH)_2$	-	-	42,80 kmol	42,80 kmol	3167,42 kg

Para determinar la cantidad real de cieno que se genera en el proceso, es necesario plantear el balance de la reacción que ocurre a partir de los 12,28 kmol de carburo de calcio y el agua que salen del reactor y se depositan en las piscinas de decantación de cieno. Para este balance se asume una conversión del 100%, debido a que el tiempo de retención en estas piscinas es suficiente para que la reacción ocurra completamente.

Tabla 3.6: Resultados del balance para 12,28 kmol de  $CaC_2$ .

	<i>Entra</i>	<i>Consume</i>	<i>Genera</i>	<i>Sale</i>	
$CaC_2$	12,28 kmol	12,28 kmol	-	-	-
$H_2O$	1295,49 kmol	6,14 kmol	-	1289,35 kmol	23208,21 kg
$C_2H_2$	-	-	12,28 kmol	12,28 kmol	319,40 kg
$Ca(OH)_2$	-	-	12,28 kmol	12,28 kmol	909,05 kg

Teniendo en cuenta que el cieno es una solución acuosa de hidróxido de calcio, los balances anteriores arrojan que en total se obtiene 27 284,69 kg de cieno (21,65 m<sup>3</sup>).

Como se observa, se obtiene una gran cantidad de cieno, por cada tonelada de  $CaC_2$  que se utiliza, que se acumula en las piscinas de decantación existentes (capacidad de 562 m<sup>3</sup>) y por la saturación de éstas, también en la presa o laguna aledaña a la instalación. Debido a su composición química y vasta disponibilidad por acumulación durante años, el cieno ha sido muy estudiado con vistas a su recuperación.

### 3.1.4.2 Diagnóstico energético-ambiental.

Con la metodología propuesta en el epígrafe 2.3, se realiza la valoración energética-ambiental que aparece en el **anexo 7**. El sistema energético de la industria incluye la utilización de energía eléctrica, diesel, gasolina y lubricantes, como materiales auxiliares en los procesos productivos y en la distribución de los gases a los clientes. Existe un grupo electrógeno para la continuidad de la producción ante afectaciones en el suministro de energía eléctrica [Feyt et al, 2012].

Con toda la información obtenida de la valoración energética-ambiental (que se apoya en el resultado de mediciones y caracterizaciones efectuadas), considerando lo establecido

en el procedimiento para la gestión de residuos, y utilizando el procedimiento para la identificación y evaluación de riesgos laborales y ambientales que se proponen en el epígrafe 2.3, se obtiene que los principales impactos ambientales en esta industria son los que se muestran en la tabla 3.7:

Tabla 3.7: Relación de impactos ambientales en la UEB Gases Industriales Villa Clara.

<b>Actividad</b>	<b>Aspecto asociado</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Carácter</b>	<b>Valoración</b>	
Actividad socio-administrativa de la UEB	Consumo de agua	Agotamiento de recursos naturales	Negativo	Tolerable	
	Consumo de portadores energéticos (diesel y electricidad)		Negativo	Importante	
	Generación de residuales líquidos	Contaminación del medio ambiente	Negativo	Tolerable	
	Generación de residuos sólidos (papel y desechos metálicos)	Contaminación del medio ambiente	Negativo	Tolerable	
	Generación de residuos peligrosos (Productos químicos)	Contaminación del medio ambiente	Negativo	Importante	
Planta Gasificadora de Oxígeno, CO <sub>2</sub>	Producción de oxígeno, CO <sub>2</sub>	Contribución económica a la sociedad	Positivo	Importante	
	Taller automotriz, Mto Industrial, Taller de reparación de cilindros	Consumo de portadores energéticos (diesel y electricidad)	Agotamiento de recursos naturales	Negativo	Importante
		Generación de residuos sólidos	Contaminación del medio ambiente	Negativo	Tolerable
		Generación de residuos gaseosos (O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , Gases de combustión de los vehículos)		Negativo	Importante
		Generación de ruido		Negativo	Importante
		Derrame de aceites		Negativo	Tolerable
		Generación de residuos peligrosos (aceites usados)		Negativo	Tolerable
Generación de residuales líquidos		Negativo	Moderado		
Taller de Acetileno	Producción de acetileno	Contribución económica a la sociedad	Positivo	Importante	
	Generación de residuos líquidos	Contaminación del medio ambiente	Negativo	Moderado	
	Generación de		Negativo	Trivial	

residuos metálicos	sólidos				
Consumo de portadores energéticos (diesel y electricidad)	de	Agotamiento de recursos naturales	Negativo	Severo	
Generación de polvos y olores derivado del incorrecto almacenamiento y manejo de carburo de calcio	de	Contaminación del medio ambiente	Negativo	Importante	
Generación de residuos gaseosos (gas acetileno)			Negativo	Importante	
Consumo y manejo inadecuado de agua		Agotamiento de recursos naturales	Negativo	Severo	
Derrame de aceites		Contaminación del medio ambiente	Negativo	Importante	
Generación de ruido			Negativo	Importante	

Considerando los elementos anteriores, se identifican como opciones de P+L con mayores potencialidades de aplicar, las que aparecen en la tabla 3.8, teniendo en cuenta el beneficio energético-ambiental que se obtiene, independientemente del costo de las inversiones en que se incurran.

Tabla 3.8: Relación de opciones de P+L que se pueden implementar.

No.	Opción de P+L	Beneficio energético - ambiental
1	Cambio tecnológico en el desahogo del oxígeno en el interior de la nave gasificadora de oxígeno.	Reducción en el nivel de ruido (decibeles) en el área de trabajo.
2	Adquirir un piso de botellas de CO <sub>2</sub> que impida la evacuación de este gas ante incremento de la presión en el tanque.	Se reducen las pérdidas de CO <sub>2</sub> por venteo del tanque y por tanto la contribución al cambio climático y la reducción en los niveles de ruido.
3	Reparación del piso en la línea de llenado de acetileno para recuperar el agua de enfriamiento de los cilindros cuando se llenan.	Se recupera el 100 % del agua que se utiliza en el enfriamiento de los cilindros de acetileno.
4	Fabricación de pintura emulsionada base ceno.	Disminución de la contaminación al agua y los suelos. Incremento de los ingresos.
5	Potenciar la venta de ceno a entidades de la agricultura y el MICONS.	Disminución de la contaminación al agua y los suelos. Incremento de los ingresos.
6	Reciclaje del agua de las piscinas de ceno hacia el generador de acetileno.	Reducción del consumo de agua y del consumo de electricidad.
7	Gestionar el transformador apropiado y completar el aislamiento en las	Reducción del consumo de electricidad.

---

tuberías de oxígeno para mejorar la eficiencia energética en Gasificadora de oxígeno.
---

---

Como resultado del diagnóstico se definieron los requisitos de planificación del SGA y del SGEN, según lo establecido en la ISO 14001 y la ISO 50001.

### **3.1.5 Establecimiento del sistema de indicadores ambientales y energéticos.**

La evaluación del funcionamiento del SGC en la UEB se realiza mediante el monitoreo de los indicadores establecidos en las fichas de procesos [Gases, 2011], de modo que si alguno está fuera de los límites, el proceso se considera no eficaz. En un solo proceso se tiene en cuenta un indicador relativo al SGA, pudiendo considerarse insuficiente dada la seriedad de los impactos ambientales de esta industria, además de que el mismo se enfoca al cumplimiento de tareas del Programa de gestión ambiental y no evalúa en sí el desempeño ambiental de los procesos, y no están incluidos indicadores energéticos, a pesar de que la UEB controla mensualmente determinados indicadores, verificando del cumplimiento del plan de consumo de los portadores energéticos.

Con el objetivo de perfeccionar el sistema de indicadores que permita a esta industria evaluar el desempeño ambiental y energético, se utiliza la metodología planteada en el epígrafe **2.4.1**, y se propone como primer criterio incorporar los que evalúan los organismos rectores que no están incluidos, además considerar los indicadores energéticos que se controlan y otros indicadores ambientales que resultan necesarios, sobre todo en los procesos productivos y de mantenimiento, porque son los procesos contaminantes a partir del diagnóstico realizado, de modo que se pueda incorporar el concepto de prevención de la contaminación desde el origen. De este modo se tienen en cuenta indicadores de calidad, ambientales y energéticos, que satisfacen los intereses de los organismos regulatorios y de la industria, los cuales pueden valorar según el grado de importancia y el período de tiempo que se evalúe.

En el **anexo 8**, se muestran los indicadores que se proponen, en correspondencia con los procesos definidos del SGC base, señalando entre paréntesis a cual sistema tributa. Como se observa, se propone la inclusión de **19** nuevos indicadores, siete (7) para el SGA, nueve (9) para el SGEN y tres (3) que no están definidos en el SGC y deben incluirse para monitorear los tres sistemas. Estos son: Evaluación del desempeño,

Cumplimiento del gráfico de control analítico y Estado de los equipos de seguimiento y medición, teniendo en cuenta los siguientes elementos:

- La evaluación del desempeño permite determinar la competencia o idoneidad del trabajador, requisito vital, ya que la industria debe asegurar que cualquier persona que realice tareas para ella o en su nombre, sea competente en base a la educación, formación, habilidades o experiencia. El recurso humano y su competencia laboral garantizan la eficacia y eficiencia en cualquier sistema de gestión.
- En el gráfico de control analítico o programa de monitoreo y medición que tiene esta industria, se reflejan las determinaciones analíticas a realizar en los procesos productivos, en relación a la calidad de los productos. Como resultado de la integración del SGA se incluyeron las mediciones de las variables ambientales (aguas de consumo y aguas residuales, ruido y calidad el aire), por lo que se requiere su control.
- El estado de los equipos de seguimiento y medición asegura la exactitud de las mediciones, tanto para garantizar la calidad, la preservación del medio ambiente, como las asociadas al uso y consumo de portadores energéticos, siempre y cuando todos los instrumentos estén verificados, lo que garantiza además el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el campo de la metrología legal en Cuba. [ONN, 2013].

### **3.1.6 Preparación de la documentación del sistema integrado de gestión.**

La base documental del SGC de esta industria incluye los siguientes documentos, procedimientos y registros: Política, Objetivos, Manual de gestión, Procedimientos generales para la coordinación y ejecución de actividades, Procedimientos de trabajo específicos y otros documentos necesitados para asegurar la planificación, operación y control de procesos, Registros y gráficos que se conservan como evidencia de la conformidad de las actividades realizadas con los requisitos especificados. Teniendo en cuenta el mapa de despliegue referenciado en el epígrafe **3.1.3**, se introducen al sistema los 3 procedimientos que se proponen en este trabajo, considerándolos como procedimientos generales, de obligatorio cumplimiento para todo el personal.

### **3.1.7 Modificación de otros documentos, procedimientos y prácticas.**

Los documentos, procedimientos documentados u obligatorios y prácticas que se modifican para completar la integración de medio ambiente y energía, conforme a ISO 14001 e ISO 50001 de esta industria son:

- Política del Sistema de Gestión, Objetivos Estratégicos, metas y planes de acción.

- Nombramiento del Representante del sistema de gestión.
- Plan de reducción de desastres para la preparación y respuesta ante emergencias.
- Manual del Sistema Integrado de Gestión y Manual de SST.
- Procedimientos generales para: el Control de la documentación, la Revisión por la Dirección, las Auditorías Internas, para el Tratamiento al producto no conforme, no conformidades, acciones correctivas y preventivas, para Identificar los requisitos legales y otros requisitos, así como evaluar su cumplimiento y para el Control de la producción.
- Manuales de Operaciones de: Producción de acetileno, Gasificación de oxígeno y nitrógeno y el de Envasado de CO<sub>2</sub>.
- Procedimientos específicos para: inspección y recepción de cilindros, inspección en oxígeno, inspección en acetileno, organización del mantenimiento industrial, contratación y comercialización de los productos, compras y el aseguramiento metrológico.
- Procedimientos del Sistema de Gestión Integrado de Capital Humano.
- Ficha de proceso de mantenimiento al transporte

#### **3.1.8 Implementación de las nuevas prácticas.**

Para la implementación de las nuevas prácticas, que incluye las relacionadas con P+L, se procede a la capacitación de todo el personal y se registran las acciones según el procedimiento para la formación. Además se habilitan los registros diseñados para evidenciar el cumplimiento. Como resultado se logra controlar la carga dispuesta al medio en relación a residuales líquidos, sin embargo la industria contribuye al calentamiento global por el uso y consumo de portadores energéticos, más lo que aportan las pérdidas en la producción de CO<sub>2</sub>.

En relación a los residuos sólidos, la UEB cumple anualmente con el Contrato con la Empresa de Recuperación de Materias Primas, ERMP, para el manejo de residuos sólidos reciclables, por lo que se considera adecuada la gestión para la reducción de la carga por residuos sólidos, según se evidencia en las figuras 3.3 y 3.4, destacando la entrega de acero como el renglón más importante. Los residuos que clasifican como peligrosos se gestionan según el plan de manejo aprobado por el CITMA en la provincia.



Figura 3.3. Comportamiento de la entrega de residuos sólidos reciclables.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 3.4 Comportamiento de la entrega de acero

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.9 Validación (auditoría interna).

Para validar la implementación del sistema integrado calidad-medio ambiente, se procede a realizar las dos primeras auditorías internas planificadas, en el programa anual de auditorías del año 2011, evidenciando que aunque el sistema se encuentra implementado, se requiere dar tratamiento a los hallazgos detectados (50 no conformidades y 29 observaciones). Los resultados de las 6 auditorías internas practicadas hasta cierre del año 2013, muestran un comportamiento inestable, lo cual puede estar influido por varios factores: la frecuencia o el número con que se realizan, el momento en que se hacen, desempeño de los auditores, cambios en las estrategias de la EGI, etc. No obstante, las auditorías internas, constituyen una herramienta eficaz que le permite a la alta dirección, identificar las no conformidades y observaciones u oportunidades de mejora por el propio personal de la industria, corregir las desviaciones existentes y estar en mejores condiciones ante inspecciones o auditorías externas.

La auditoría interna para verificar la integración de la gestión energética está planificada para 2014, no obstante, la última supervisión energética recibida en el año 2013 de parte de los organismos regulatorios en el tema, (grupo de inspección de la **EE**) otorgó evaluación aceptable con **91,1%**, coherente con el trabajo que se desarrolla en la integración de la gestión energética. La última inspección de la **UET** (junio 2014) evalúa de **aceptable** el trabajo que desarrolla esta industria en la transportación de las cargas.

### 3.1.10 Evaluación del desempeño ambiental y energético.

Se aplica el procedimiento planteado en el capítulo II, considerando como indicadores de desempeño los requisitos legales que imponen los organismos rectores y se calcula un índice global de desempeño energético-ambiental que permite visualizar el comportamiento de la industria. En este caso no se incluyen indicadores relacionados con el uso eficiente de las materias primas por estar incluido en los indicadores del SGC. Teniendo en cuenta el criterio de los expertos de la empresa, se establecen las metas o escalas de cada indicador, para su normalización, según se muestra en Tabla 3.7. El valor normalizado  $r_i$  se obtiene de la relación Real/Meta:

Tabla 3.9: Normalización de los indicadores año 2013. UEB Gases Industriales.

No.	Indicador	Real Año 2013	Meta	$r_i$
1	Control de capacitación ambiental ( $I_{CAmb}$ )	21	21	1
2	Consumo de agua ( $I_{ca}$ )	8872	10 080	0,88
3	Efectividad del sistema de tratamiento ( $I_{EST}$ )	2	4	0,5
4	Aprovechamiento de residuales líquidos ( $I_{AC}$ ) <b>CIENO</b>	375,91	3188,90	0,117
5	Nivel de contaminación atmosférica ( $N_{CA}$ ) por ruido	0	2	0
6	Aprovechamiento de residuos sólidos reciclables ( $I_{RRS}$ )	9,55	9,55	1
7	Disposición correcta de residuos peligrosos ( $I_{RP}$ )	2	2	1
8	Consumo de energía eléctrica en la producción ( $I_P$ )	0,0584	0,0913	0,639
9	Índice de tráfico (para ómnibus o camiones que transporten cargas) ( $I_T$ )	91, 3	95	0,961
10	Índice de transportación (para otros vehículos) ( $I_{tr}$ )	0,092	0,101	0,911
11	Índice de lubricantes ( $I_{lub}$ )	0,012	0,018	0,666
12	Consumo de combustibles y/o lubricantes en la producción ( $I_{CLP}$ )	0,00085	0,00115	0,739
13	Intensidad energética ( $I_{en}$ )	0,027819	0,036948	0,752

Como se observa, el indicador que más se aleja del cumplimiento de su meta o valor planificado es el nivel de contaminación atmosférica por la cantidad de procesos que generan ruido cumpliendo con las normas, porque según refleja el informe de la última

medición realizada en 2011 que aparece en el **anexo 7**, en los dos procesos tecnológicos los niveles de ruido exceden la norma (acetileno en menor grado) y no ha sido posible cumplir las medidas previstas para mitigar el impacto que esto ocasiona. De igual modo se aleja del cumplimiento de su meta o valor planificado el aprovechamiento del residual líquido (cieno), resultante del proceso de producción de acetileno, el cual se vierte directamente a la presa aldeaña, debido al no funcionamiento del sistema de tratamiento y la saturación de los fosos o piscinas de decantación, afectando el ecosistema del lugar. Aunque se reportan valores de consumo de agua por debajo del valor planificado, se comprobó que la industria no aprovecha ese recurso natural de forma apropiada.

Para el año 2013 que se analiza, no se incluye el indicador: **Cantidad de procesos que cumplen con la norma de emisiones de gases contaminantes de la atmósfera**, porque aunque se logró realizar una medición de aire, en el propio informe se reconoce la necesidad de emplear otro método de medición más sensible ya que el índice de calidad del aire de valor cero obtenido corresponde a un nivel de concentración inferior al límite de detección del método analítico normalizado utilizado. No obstante, la detección de SO<sub>2</sub> en la planta de acetileno, implica investigar el origen de este contaminante en dicho proceso, ya que supera en una o tres veces el límite de la norma NC 39:1999 “Calidad del aire. Requisitos higiénico-sanitarios” (**ver anexo 7**)

Para la determinación de los pesos de los indicadores, aplicando triángulo de Fuller [Medina et al, 2011], se valora por los expertos de la industria la incidencia de cada uno en el proceso productivo en su conjunto y en función de la naturaleza de la estructura de consumo de portadores energéticos, otorgando un total de **105 puntos**. La determinación de los pesos se obtiene como resultado de dividir la puntuación obtenida por cada indicador entre el total de puntos obtenidos por todos los indicadores. El Indicador de desempeño energético-ambiental resultante de la integración de los indicadores se obtiene como resultado de la sumatoria de la multiplicación del valor normalizado por el peso de cada indicador, según aparece en la tabla 3.10:

Tabla 3.10: Determinación del Indicador de Desempeño energético-ambiental 2013. UEB Gases Industriales.

No.	Indicador	Puntuación obtenida	Pesos	Valor normalizado $r_i$	Desempeño
1	Control de capacitación ambiental ( $I_{CAmb}$ )	8	0,076	1	0,076
2	Consumo de agua ( $I_{ca}$ )	15	<b>0,142</b>	0,88	0,125
3	Efectividad del sistema de tratamiento ( $I_{EST}$ )	13	<b>0,123</b>	<b>0,5</b>	0,061
4	Aprovechamiento de <b>CIENO</b> ( $I_{AC}$ )	11	<b>0,104</b>	<b>0,117</b>	0,012
5	Nivel de contaminación atmosférica ( $N_{CA}$ ) por ruido	11	<b>0,104</b>	<b>0</b>	0
6	Aprovechamiento de residuos sólidos reciclables ( $I_{RRS}$ )	6	0,057	1	0,057
7	Disposición correcta de residuos peligrosos ( $I_{RP}$ )	8	0,076	1	0,076
8	Consumo de energía eléctrica en la producción ( $I_P$ )	6	0,057	0,639	0,036
9	Índice de tráfico ( $I_T$ )	6	0,057	0,961	0,054
10	Índice de transportación (para otros vehículos) ( $I_{tr}$ )	5	0,047	0,911	0,042
11	Índice de lubricantes ( $I_{lub}$ )	2	0,019	0,666	0,012
12	Consumo de combustibles y/o lubricantes en la producción ( $I_{CLP}$ )	0	0	0,739	0
13	Intensidad energética ( $I_{en}$ )	14	<b>0,133</b>	0,752	0,100
<b>Índice de desempeño energético-ambiental</b>					<b>0,651</b>

Se observa que los expertos de la empresa conceden gran peso al consumo de agua y la intensidad energética, lo cual es lógico teniendo en cuenta fundamentalmente el método que se utiliza para producir acetileno y ser una industria alta consumidora de energía eléctrica en sus procesos productivos. También otorgan peso a la contaminación por ruido, aprovechamiento del cieno y efectividad de los sistemas de tratamiento porque son los problemas ambientales identificados como moderados, importantes y severos en esta industria. No otorgan peso al consumo de combustibles y/o lubricantes en la producción, ya que las cantidades que se utilizan no resultan significativas.

Teniendo en cuenta las escalas para la evaluación planteada en el capítulo II, el desempeño energético-ambiental para los datos disponibles del 2013 en la UEB se evalúa de **Mal**: el desempeño es malo con respecto a las metas definidas y tiene grandes oportunidades de mejora, lo que demuestra la necesidad de mejorar la gestión ambiental y energética en las siguientes direcciones: cumpliendo las medidas señaladas

para mitigar el ruido en ambos procesos productivos y potenciando el aprovechamiento del ceno residual que se genera, siendo ésta una gran oportunidad de mejora para la empresa. De igual modo, un estricto control en el consumo del agua, tomando medidas que contribuyan al ahorro, como por ejemplo su reutilización en el proceso de producción de acetileno. Existen diversas posibilidades de mejora energética, tanto desde la perspectiva de reordenamiento de vehículos administrativos, como de consumo de energía eléctrica no asociada a la producción, según los resultados del diagnóstico. Ello evidencia la necesidad de progresar en la implementación del SGE. Los resultados del cálculo del Índice de desempeño energético-ambiental se corresponden con la situación real de la UEB.

### **3.1.11 Revisión del sistema integrado de gestión.**

Cumpliendo con el procedimiento para la revisión del sistema de esa industria, se han desarrollado un total de 6 revisiones, que incluyen las decisiones y acciones relacionadas con cambios en: el desempeño ambiental y energético por la adopción de P+L, en indicadores, en la asignación de recursos, en documentos o procedimientos del sistema y en políticas, objetivos y metas, todos coherentes con el compromiso de mejora continua. Su cumplimiento ha permitido la mejora gradual del desempeño.

### **3.1.12 Evaluación de opciones de producciones limpias.**

Como del diagnóstico se identifica la contaminación del medio ambiente por tratamiento inadecuado de residuales líquidos y agotamiento y manejo inadecuado del recurso natural agua en el proceso de producción de acetileno (con efecto de moderado y severo), se propone evaluar como la primera opción de P+L en esta industria, **el aprovechamiento de residuos mediante:**

- reciclaje interno del agua, es decir la recirculación del agua que sale del generador de acetileno, que además de ser un agua con contenido de acetileno que mejora la eficiencia del proceso de generación, también permite disminuir los consumos de energía y por supuesto de agua.
- fabricación de un nuevo producto, en este caso pintura emulsionada, basado en experiencias anteriores de fabricación de lechada mejorada en esa industria, para progresivamente mitigar el problema ambiental que figura como uno de los de mayor incidencia en el desempeño y además impide la reutilización del agua en el proceso.

En el diagrama de flujo de la figura 3.5, se circulan los puntos del proceso donde se propone implementar las opciones de P+L.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ACETILENO

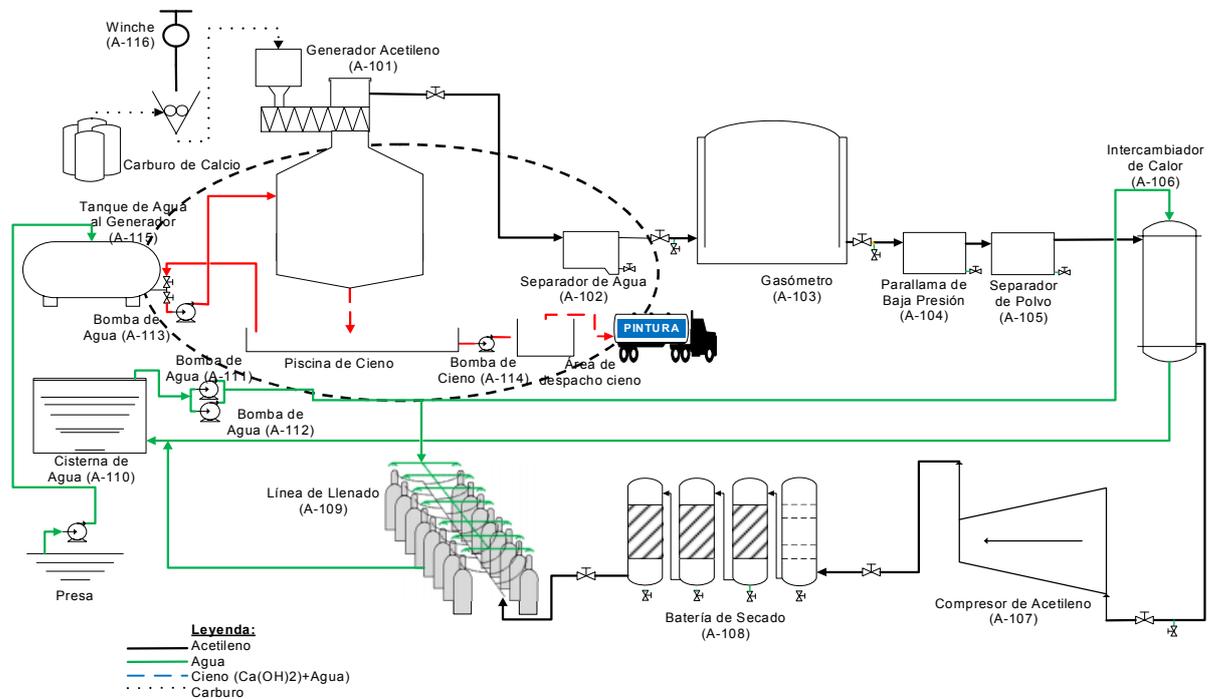


Figura 3.5: Propuestas de opciones de P+L a implementar en la fabricación de acetileno.

Fuente del diagrama: Manual de operaciones Planta de Acetileno.

Teniendo en cuenta que la primera medida está condicionada al nivel de extracción del cieno de las piscinas, se concentra inicialmente el análisis técnico, económico y ambiental en la segunda propuesta, que constituye el primer nivel de prioridad.

### 3.1.12.1 Estimación del beneficio económico y ambiental de la producción de pintura emulsionada a partir de cieno.

- **Análisis técnico.**

La composición del cieno depende del origen y la calidad del  $\text{CaC}_2$  que se utilice y las particularidades tecnológicas de cada planta, que unido a su finura (por el propio proceso de formación a partir del carburo) le otorgan una propiedad muy valiosa al hidrato de cal que conforma el cieno. Diversas son las posibilidades de aplicación de este residuo en múltiples ramas de la economía, por ejemplo producción de pinturas, como desinfectante en empresas de la agricultura, fabricación de bloques y morteros para la construcción, como producto de uso veterinario para el tratamiento de enfermedades de los animales,

en la jabonería, fabricación de tizas, confección de yesos y prótesis dentarias, etc.). [CIIQ 2013]. Para la producción de pintura emulsionada se conforma un equipo que trabaja en la elaboración de un proyecto de desarrollo local en esta industria.

- **Análisis económico.**

Del balance de materiales planteado en el epígrafe 3.1.4.1 se observa que la capacidad de producción del cieno depende directamente de la producción de acetileno. Para todas sus aplicaciones, el cieno se extrae de las lagunas de depósito por medios manuales o mecanizados, de acuerdo a la cantidad que se requiera. Durante los últimos años la UEB comercializa este residuo en forma de pintura (lechada de cal) con vistas a obtener ingresos, sin embargo los niveles de comercialización son muy bajos y no logran evitar su vertimiento al medio ambiente. En la tabla 3.11 se observan los niveles de comercialización en los últimos 5 años así como los niveles generados.

Tabla 3.11: Niveles de producción y ventas de cieno 2009-2013 UEB Gases Industriales.

Año	Ventas de Cieno (miles de litros)	Cieno Producido (miles de litros) *	Dif. (producido-vendido)
2009	570,07	3334,63	2764,56
2010	502,20	2983,32	2481,11
2011	541,83	3136,29	2594,47
2012	495,68	3128,55	2632,87
2013	375,91	3188,90	2812,99
Total	2 485,69	15 771,70	13 286,01

\* Los datos de cieno producido son valores estimados por la industria.

Como se observa, la velocidad de generación del cieno es mucho mayor que las cantidades que se comercializan, ya que en ese período se generaron un total de 15 771 miles de litros de cieno y solamente se lograron comercializar 2 486 miles de litros, para un 16%. Por otra parte, si en el año 2013 se hubiera aprovechado (vendido) al menos el 90% del cieno producido (2 870,01 miles de litros), con los mismos valores para el resto de los indicadores energéticos y ambientales evaluados, el comportamiento del índice de desempeño sería como se muestra a continuación en tabla 3.12:

Tabla 3.12: Indicador de desempeño energético-ambiental ideal del año 2013, para un 90% de aprovechamiento del cieno producido estimado.

Indicador	Valor normalizado $r_i$	Pesos	Desempeño
Aprovechamiento del cieno ( $I_{AC}$ )	0,9	0,104	0,093
<b>Índice de desempeño energético-ambiental</b>			<b>0,732</b>

Como se observa, la evaluación del desempeño hubiera sido **Regular**, con posibilidades de mejora significativas en relación al resto de los impactos ambientales severos, importantes y moderados identificados.

**Cálculo de la factibilidad económica de la propuesta de producción de pintura emulsionada a partir de cieno.**

El proceso de elaboración de pintura emulsionada a partir del cieno como materia prima fundamental, requiere de varias etapas, según se muestra a continuación en figura 3.6:

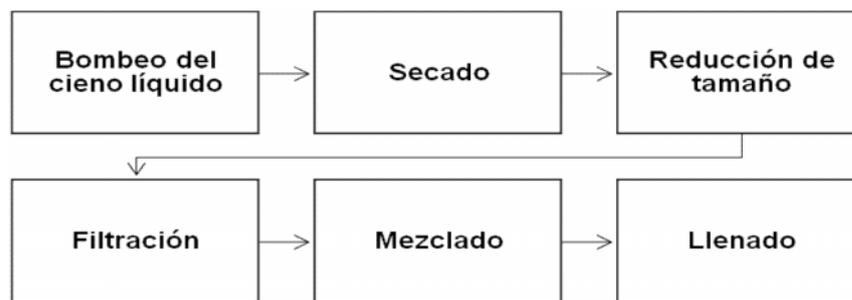


Figura 3.6: Diagrama de bloques del proceso de producción de pintura emulsionada base cieno que se propone. Fuente: Elaboración propia.

Las operaciones tecnológicas a desarrollar consisten en:

- **Bombeo del cieno líquido.** Se impulsa el líquido desde las piscinas de almacenamiento hasta el tanque intermedio antes de su mezclado con las demás materias primas, mediante una bomba centrífuga de impelente abierto.
- **Secado.** El cieno en forma de pasta o sólido se lleva hasta el área de secado natural, para lograr la disminución de su humedad hasta los valores establecidos.
- **Reducción de tamaño.** Una vez seco el sólido, se pasa por un molino de bolas hasta lograr el diámetro de grano necesario para la elaboración de pintura.
- **Filtración.** Se pasa por una serie de tamices el sólido seco y molido para retener las partículas de mayor diámetro al establecido.
- **Mezclado.** Se mezclan todas las materias primas de la formulación en las cantidades preestablecidas en un tanque de 1m<sup>3</sup> de capacidad con un sistema de agitación por paletas, con tabiques verticales en sus paredes, para lograr la homogenización de la mezcla hasta la conformación de la pintura.
- **Llenado.** Una vez transcurrido el tiempo de mezclado se procede a vaciar la pintura en recipientes de diferentes tamaños para su comercialización.

La relación de los equipos necesarios para el montaje de la planta de pintura, las materias primas y materiales que se requieren, así como la producción que se estima realizar, los ingresos y gastos totales previstos, aparecen en el **anexo 9**. Los precios se obtuvieron de referencias de plantas similares y de la bibliografía consultada sobre el tema [Perry, 2007] [Peters, 1991] [MC. CABE, 1989], el de los aditivos para garantizar la calidad del producto, se obtuvo de los proveedores. El precio que se propone para la pintura (7,01\$/litro, moneda nacional) se toma de los datos preliminares del Proyecto I+D, relacionado con el estudio del uso de las cenizas de carburo en la producción de pinturas emulsionadas [CIIQ 2013].

Para determinar la factibilidad económica de esta propuesta, se utiliza la hoja de cálculo de un software diseñado por especialistas de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, cuyos resultados se muestran en el **anexo 9**.

A continuación se muestran los principales indicadores dinámicos obtenidos:

**VAN:** \$ 1.027.881,9

**TIR:** 135%

**PRD:** 0,74 años (9 meses)

El valor del período de recuperación de la inversión teniendo en cuenta la variación del valor del dinero en el tiempo es de aproximadamente 1 año, según se muestra en la figura 3.7:

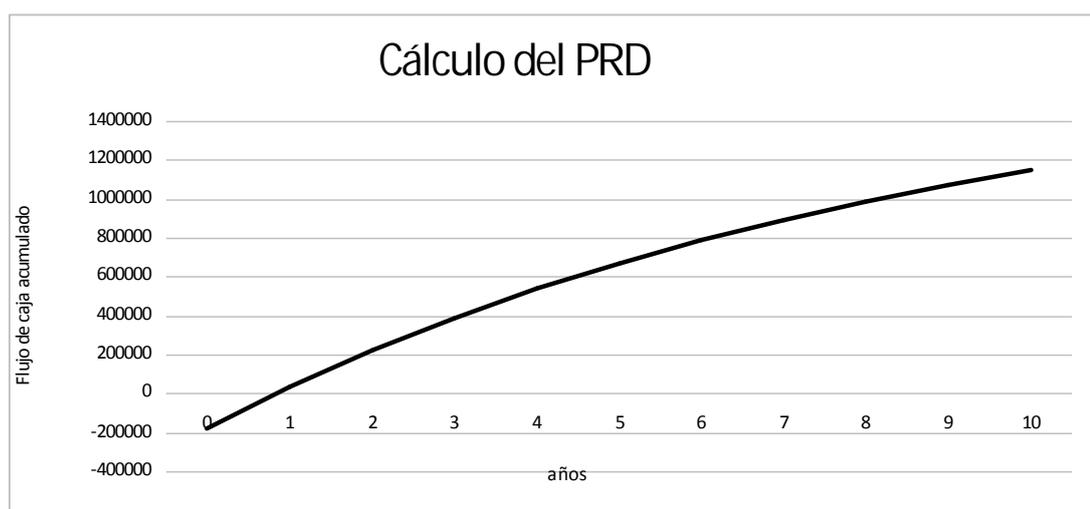


Figura 3.7: Período de recuperación de la inversión para la propuesta de producción de pintura emulsionada a partir de cieno.

Como se observa, la propuesta se recupera rápidamente a pesar de los altos costos de inversión, teniendo en cuenta que la materia prima fundamental, el cieno, es un residual de bajo costo, bajos precios de los aditivos y un precio de venta previsto que resulta competitivo en el mercado y le permite a esta industria resarcir rápidamente los gastos iniciales. Se puede afirmar que como el proyecto tiene un valor actual neto positivo y alto, es conveniente para esta industria; su puesta en marcha hará aumentar el valor del patrimonio, por tanto se evidencia su factibilidad.

- **Beneficios sociales y ambientales.**

A pesar de ser un nuevo proceso productivo, la implementación de esta propuesta logra reducir el impacto ambiental que ocasiona la producción de acetileno mediante:

1. Aprovechamiento del residual del proceso, eliminar progresiva y totalmente los niveles de vertimiento al medio y permitir el reciclaje del agua en el proceso, indicadores actualmente distorsionados.
2. Incrementar los ingresos de la UEB por concepto de la venta de pintura y por tanto los ingresos de los trabajadores.
3. Diversificación de las producciones en la UEB.
4. Fuente de empleo.

Como resultado del análisis se obtiene que la ejecución de la propuesta es factible no solo por su efecto económico sino también por los beneficios sociales y ambientales.

### **3.1.12.2 Estimación del beneficio energético (reducción del índice de consumo de energía eléctrica) por reciclaje interno del agua.**

De haber reciclado el agua desde las piscinas de decantación hacia el generador de acetileno, sin tener que utilizar el sistema de bombeo desde la presa, es decir, utilizando la bomba instalada para la recirculación del agua de la piscina de cieno al generador de acetileno, para los datos medidos del año 2013, se obtiene una reducción del índice de consumo de energía eléctrica en la industria, según se muestra en la tabla 3.13:

Tabla 3.13: Reducción del índice de consumo de energía eléctrica 2013 utilizando la bomba de agua de la piscina de cieno.

	<b>Consumo Potencia (kWh)</b>	
Motor Bomba Presa	15	
Motor Bomba Agua Piscina Cieno	0,73	
Ahorro	14,27	
Horas de trabajo bomba	10	
Ahorro/día	142,7	kWh /dia
Ahorro/mes (16 días)	2283,2	kWh /mes
Ahorro/año (12 meses)	27398,4	kWh /año
Precio EE (CUC)	0,28	\$/ kWh
Ahorro económico anual	7671,55	\$/año
Consumo real 2013 (O <sub>2</sub> +acet)	82 584	kWh
Producción real 2013 (O <sub>2</sub> +acet)	1 413 826,7	m <sup>3</sup>
Índice consumo EE real 2013	<b>0,058</b>	kWh /m <sup>3</sup>
Consumo ideal después cambio	55185,6	kWh
Índice cons. EE después del cambio	<b>0,039</b>	kWh /m <sup>3</sup>

Como se observa, con la implementación de las opciones de P+L que se proponen, se obtiene un beneficio económico, ambiental y energético, que valida la hipótesis planteada en este caso de estudio.

### **3.1.13 Consideraciones generales.**

El trabajo desarrollado en esta industria muestra resultados favorables, se logra la integración de la gestión ambiental, e incluso la certificación del sistema integrado calidad-medio ambiente para el emplazamiento Gasificadora de Oxígeno. En estos momentos la Empresa Gases Industriales ostenta la condición de empresa certificada, bajo el modelo de las normas NC ISO 9001:2008 y NC ISO 14001:2004, resoluciones No 129/2012 y 130/2012, vigente hasta 7 de Junio del 2015, emitido por la ONN. Se proyecta solicitar la certificación en 2015 del sistema que integra la gestión de la energía.

## **3.2 Caso de estudio: Ronera Central “Agustín Rodríguez Mena”.**

### **3.2.1 Descripción de la fábrica.**

La Ronera Central se ubica en la calle No 2, CAI Washington, municipio Santo Domingo, Villa Clara. Se funda en 1972 subordinada a la Empresa Bebidas y Licores Villa Clara, en 1993 pasa a la Corporación Cuba Ron S.A del Ministerio de la Industria Alimentaria (MINAL). Tiene como misión producir, añejar y comercializar rones y otras bebidas alcohólicas con altos estándares de calidad, para satisfacer las más exquisitas exigencias de los clientes, proporcionándoles un sello que los identifica en el mercado nacional e internacional con la tradición del mejor ron cubano, combinando un experimentado colectivo de trabajadores y cuadros eficaces con un respeto adecuado a la tecnología y al medio ambiente. Para ello cuenta con dos emplazamientos físicos, UEB Destilería y UEB Ronera.

Los principales clientes de los productos embotellados son la Comercializadora Havana Club Internacional y la Comercializadora Cuba Ron, que realizan la distribución en las cadenas de tiendas y hoteleras del país y en el mercado internacional. Las producciones a granel se dirigen al mercado interno, los principales clientes son las Empresas de Bebidas del país, las roneras del sistema corporativo y Río Zaza.

### **3.2.2 Establecimiento del programa de trabajo y definición del alcance del sistema de gestión ambiental y el energético.**

El trabajo se inicia con un programa para la implementación del sistema que integra calidad-medio ambiente, una vez logrado se solicita la certificación para los dos emplazamientos y posteriormente se reajusta para la integración de la gestión energética.

### **3.2.3 Elaboración de la matriz de diseño del sistema integrado de gestión.**

En el **anexo 10** se muestra el diagrama de interrelaciones con todos los procesos y actividades que se consideran necesarios en el SGC de la Ronera Central, y a partir de él se elabora la matriz de diseño que sirve de guía para la integración, definiendo cómo se cumplen los requisitos ambientales y energéticos. Solo resulta necesario introducir los procedimientos que se proponen en esta metodología, marcados en negritas.

### **3.2.4 Elaboración de la revisión inicial ambiental y energética (diagnóstico).**

Como en el caso anterior, para realizar el diagnóstico inicial, se utiliza la metodología que se propone en el capítulo II, fundamentada en el trabajo con expertos y la utilización de la lista de chequeo.

- **Selección de los expertos.**

Utilizando el método propuesto en el anexo 2, se seleccionan los candidatos a expertos que tienen conocimientos sobre el tema ambiental y energético, pertenecientes a diversas áreas de la Ronera, escogiendo 12 candidatos de las actividades de servicios, mantenimiento, jefes de turno de destilería y ronera, transporte, perfeccionamiento y especialistas de la actividad técnica que atienden tecnología, calidad, medio ambiente y seguridad y salud en el trabajo, calculando para cada uno el coeficiente de conocimiento o información (Kc), el coeficiente de argumentación (Ka) y el coeficiente de competencia (Kcomp). Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3.14:

Tabla 3.14: Cálculo del coeficiente de conocimiento, coeficiente de argumentación y coeficiente de competencia de los candidatos a expertos en la Ronera Central.

<b>Candidatos a expertos</b>	<b>Kc</b>	<b>Ka</b>	<b>Kcomp</b>	<b>Orden</b>
1	0.8	0.9	0.85	4
2	1	0.75	0.825	5
3	0.8	0.95	0.875	3
4	1	0.85	0.925	2
5	0.8	0.95	0.825	7
6	0.6	0.45	0.525	12
7	0.7	0.65	0.675	11
8	0.8	0.95	0.775	8
9	1	0.9	0.95	1
10	0.8	0.65	0.725	9
11	0.7	0.75	0.725	10
12	0.9	0.85	0.825	6

Los expertos con mayor coeficiente de competencia se relacionan en la tabla 3.15:

Tabla 3.15: Grupo de expertos para realizar la evaluación energética-ambiental en la Ronera Central.

<b>No.</b>	<b>Nombre y apellidos</b>	<b>Cargo</b>	<b>Competencia</b>
1	Armando Castillo Téllez	Especialista energético	Alta
2	José M. Torres Águila	Director UEB Servicios	Alta
3	Mabel Cuevas Hernández	Especialista en gestión de la calidad	Alta
4	Mayra Guzmán Villavicencio	Especialista que atiende la gestión ambiental	Alta
5	Carlos Benavides Sosa	Especialista en tecnología que atiende procesos tecnológicos de UEB Ronera	Alta
6	Yoan Olivert López	Especialista en tecnología que atiende procesos tecnológicos	Alta

7	Rosa María Ruano Carrillo	de UEB Destilería Especialista en perfeccionamiento empresarial	Alta
---	---------------------------	---	------

Los siete expertos necesarios tienen competencia alta por lo que se asegura la validez de la información a aportar.

En esta fábrica el cumplimiento del plan técnico económico en los últimos años muestra un comportamiento favorable. Están identificadas las principales amenazas, fortalezas, debilidades y oportunidades, figurando como fortaleza fundamental y buenas prácticas, contar con un SGC certificado por la ISO 9001 y un Sistema de gestión de Inocuidad Alimentaria (SGIA) certificado por la ISO 22001, pues se trata de una industria productora de alimentos. Además tienen diversos premios y reconocimientos por el trabajo a favor de la calidad y la protección del medio ambiente y premio internacional por la implementación de P+L.

#### **3.2.4.1 Análisis de los procesos tecnológicos.**

- **UEB Destilería:** Tiene una capacidad de producción de 30 000 litros/día de alcohol etílico fino, donde el 80% se utiliza por la UEB Ronera como materia prima en la producción de rones y el resto se vende a las Empresas de Bebidas del país. Como subproducto se obtiene Alcohol D, que se vende a CUPET.

La obtención de alcohol etílico fino ocurre mediante un proceso de rectificación de alcohol por hidroselección, en el que ocurren las siguientes operaciones unitarias:

1. **Tratamiento de agua:** Ocurre en un suavizador con resinas de intercambio iónico de ciclo sódico, para obtener un agua suavizada de calidad propia para uso en la alimentación de la caldera para la generación de vapor y en la torre de enfriamiento.

2. **Generación de vapor:** Cuenta con un bloque energético (caldera SADEKA de tubos de fuego con una capacidad máxima de 7,5 t/h de vapor saturado a 12 kgf/cm<sup>2</sup> de presión, el cual se alimenta con agua suave proveniente de la Planta de tratamiento de agua y el agua residual de la Paila de la Columna agotadora que queda como excedente en el tanque de agua de dilución. Como combustible se utiliza el crudo nacional y se produce vapor a 9 kgf/cm<sup>2</sup> que se utiliza en el proceso de destilación a 5 kgf/cm<sup>2</sup>.

3. **Humidificación:** Se cuenta con una torre de enfriamiento donde se ponen en contacto el aire y el agua con el objetivo de disminuir la temperatura de la corriente líquida que proviene del banco de condensadores. El agua suave proveniente de la

planta de tratamiento es utilizada para la reposición del agua evaporada en dicha torre. Las operaciones anteriores se consideran subprocesos auxiliares dentro del flujo tecnológico, representados según la figura 3.8:

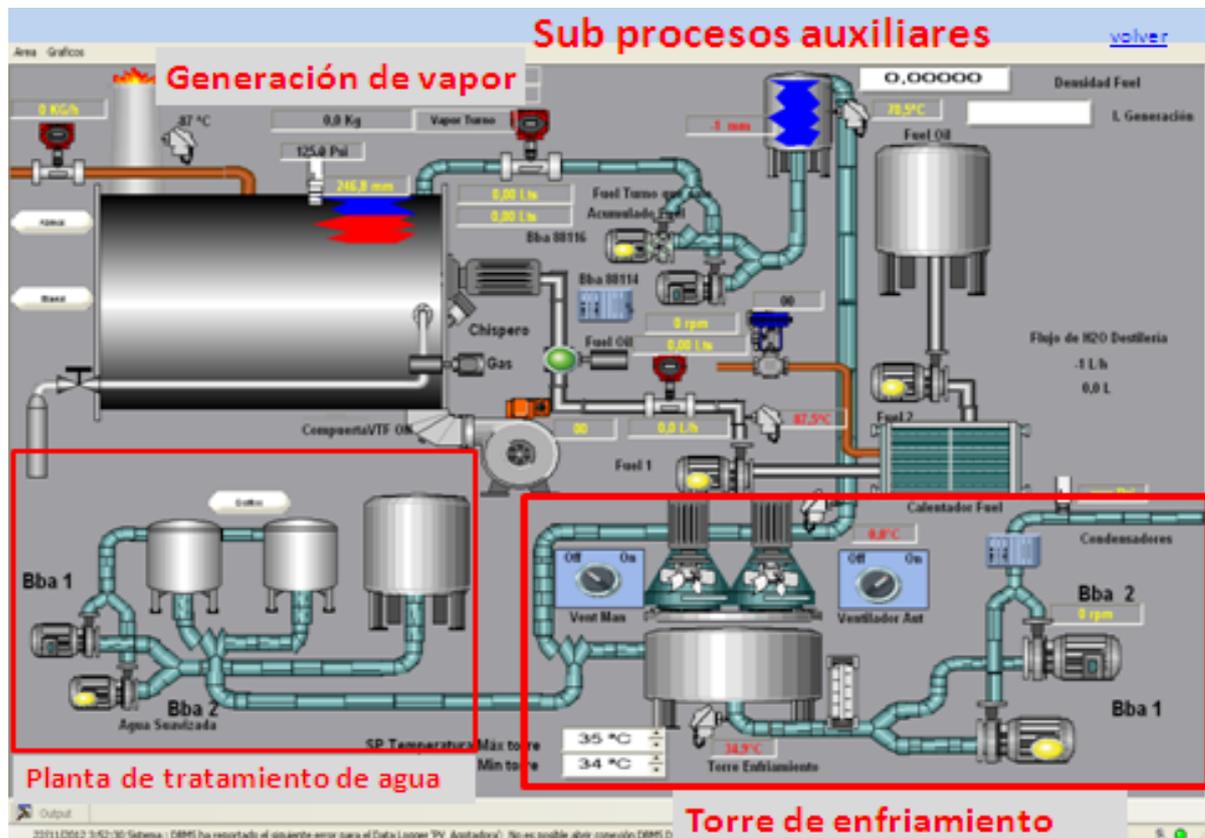


Figura 3.8: Procesos de generación de vapor, humidificación y tratamiento de agua.

Fuente: Carpeta de proceso tecnológico: Producción de alcohol.

#### 4. Compresión de aire: Se utiliza para:

- Funcionamiento de las válvulas de control automático de las columnas (operación diaria);
- Batir el alcohol que se encuentra en los tanques de almacenamiento antes de realizar la medición del mismo. (operación eventual);
- Batir el alcohol para homogeneizarlo dentro de los tanques de almacenamiento. (operación eventual);
- Impulsar el alcohol desde los tanques de almacenamiento que se encuentran en la destilería hasta el área de fabricación durante su trasiego. (operación eventual).

#### 5. Destilación: Ocurre mediante rectificación por hidroselección, contempla la adición de

agua para la dilución del alcohol etílico flema y luego separar de esta mezcla sus componentes de acuerdo a la diferencia entre los puntos de ebullición, obteniéndose como producto el alcohol etílico fino y como subproducto el alcohol D.

La rectificación por Hidroselección se desarrolla a través de 4 columnas denominadas: Hidroselectora, Agotadora, Rectificadora y Recuperadora, según refleja la figura 3.9:

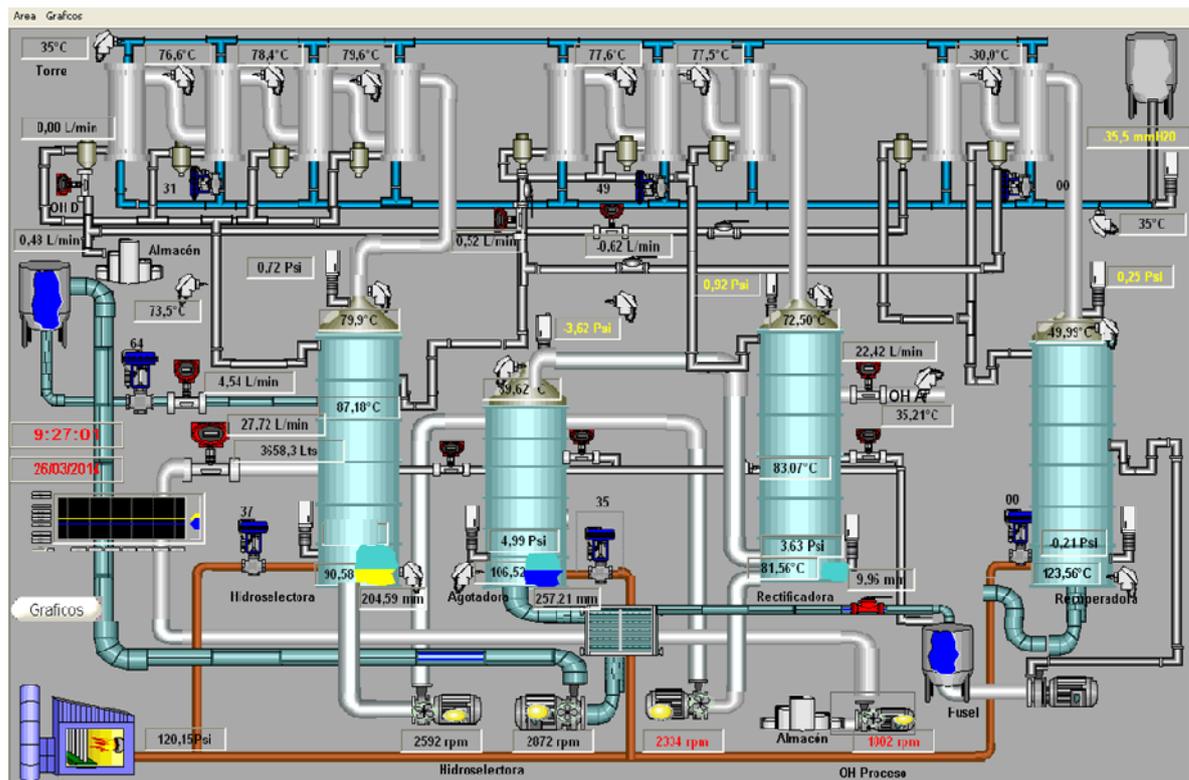


Figura 3.9: Diagrama del proceso de destilación de alcohol.

Fuente: Carpeta de proceso tecnológico: Producción de alcohol.

En las columnas se realizan las operaciones siguientes:

**Hidroselección:**

Se realiza en la columna Hidroselectora, a la que se le alimenta el alcohol etílico flema procedente del almacén por medio de una bomba, el agua por gravedad hasta lograr la concentración requerida en la paila, y vapor proveniente del bloque energético, hasta lograr las condiciones de operación óptimas. Esta columna tiene como objetivo separar alcoholes superiores que pasan a un tanque de fusel para luego ser bombeados a la columna recuperadora, por el tope de esta columna salen los vapores alcohólicos los cuales pasan por un banco de 4 Condensadores donde se realiza la operación de condensación, los tres primeros condensadores reflujan a la columna, y por el cuarto

Condensador salen los alcoholes de cabeza o de bajo punto de ebullición como alcohol D, pasando para el área de almacén.

**Agotamiento:**

Se realiza en la columna agotadora, a la misma le entra el pase alcohólico proveniente de la columna Hidroselectora y se le suministra también vapor del bloque energético, hasta lograr las condiciones de operación óptimas. El objetivo de la misma es lograr la separación del alcohol del agua ya que ella funciona como si fuera la paila de la columna rectificadora, es decir la zona de agotamiento de la columna. El agua que se produce en esta operación es la que se usa como agua de dilución en la operación de Hidroselección.

**Rectificación:**

Se realiza en la columna rectificadora, es la que logra el enriquecimiento del alcohol, su paila es alimentada por los vapores alcohólicos provenientes del tope de las columnas agotadoras, para mantener nivel en la paila de la misma se mantiene una bomba extrayendo líquido que es bombeado a la columna agotadora. De su tope salen vapores alcohólicos los cuales pasan por un banco de 3 condensadores para realizar la operación de condensación, los dos primeros condensadores reflujan a la columna, y por el cuarto tercero salen los volátiles que pasan a la columna hidroselectora. De esta columna se separan también alcoholes superiores que pasan a un tanque de fusel para luego ser bombeados a la columna recuperadora o a la columna hidroselectora. Además se obtiene el alcohol etílico fino como producto final.

**Recuperación de alcohol:**

Se realiza en la columna recuperadora, esta se nutre de los fusel provenientes de la columna hidroselectora y rectificadora y se le suministra también vapor del bloque energético, hasta lograr las condiciones de operación óptimas, el objetivo de la misma es recuperar el alcohol que contengan las corrientes que a él se le suministran. Los vapores que salen por su tope pasan por dos condensadores, de ellos el primer condensador refluja a la columna hidroselectora y el segundo condensador una parte pasa a la columna hidroselectora y el resto del condensado se extrae como alcohol D. Esta columna según la calidad de la materia prima y por el tiempo de operación de la planta se puede parar y bombear directamente el fusel a la columna hidroselectora.

El proceso tiene instalado un software supervisor (MOVICOM) que permite el control del proceso y la optimización de la producción de vapor [Ronera, 2012]. El laboratorio existente garantiza los análisis necesarios en cada punto crítico de control (PCC) del proceso. Los residuos que se obtienen son: salmuera, agua residual caliente, residuos sólidos y emanaciones gaseosas.

• **UEB Ronera:** Se desarrolla la producción de rones, como resultado se obtienen caldos a granel y rones embotellados de las marcas Havana Club y Cubay, con capacidad de producción embotellada de 4000 cajas/día. Aquí radica la dirección administrativa de la fábrica. En el proceso productivo se identifican áreas de Añejamiento, Fabricación y Embotellado. Se cuenta además con un Laboratorio que garantiza la evaluación de la calidad de las materias primas y el producto en sus diferentes fases, así como de las aguas, teniendo en cuenta los principios de inocuidad de sus producciones. Las operaciones que ocurren son:

1. **Añejamiento de aguardiente fresco:** El aguardiente fresco se almacena en tanques de acero inoxidable y posteriormente en barriles de roble blanco americano donde permanece por tiempos determinados de acuerdo a las mezclas y al tipo de producto a elaborar, cambiando sus características físico químicas y organolépticas que mejoran sus propiedades sensoriales. Después de los períodos establecidos se extrae y trasiega a la sala de fabricación a través de tuberías aéreas de acero inoxidable.

2. **Añejamiento de ron:** El ron fresco se elabora en la sala de fabricación y es enviado por tuberías aéreas de acero inoxidable a las naves de añejamiento mediante bombeo. Después del período de tiempo establecido se extrae y trasiega a la sala de fabricación.

3. **Dilución filtración de aguardiente añejado:** Después de transcurrido un tiempo prolongado de contacto entre el aguardiente fresco y el roble de las pipas, el aguardiente añejado se mezcla con agua desmineralizada para rebajar su grado alcohólico, posteriormente se trata con carbón con el objetivo de eliminar compuestos químicos que inciden de forma negativa en la calidad sensorial del producto.

4. **Dilución de alcohol a 95 °GL:** El alcohol previamente depositado en los tanques de recepción se bombea hacia el tanque de almacenamiento del área de fabricación, posteriormente mediante otra bomba se transporta hasta los tanques de dilución, donde se mezcla con agua desmineralizada y se deja reposar para lograr una mezcla homogénea.

5. **Filtración de alcohol:** La dilución de alcohol etílico fino es filtrada a través de una capa de carbón activado para ser destufado, con el objetivo de eliminar los compuestos químicos que inciden de forma negativa en la calidad sensorial del producto.
6. **Fabricación de sirope alcohólico:** Se mezcla agua desmineralizada y azúcar mediante agitación mecánica, a ésta se añade el alcohol necesario y se bombea a un tanque de reposo con el objetivo de que sedimenten los compuestos insolubles en alcohol y polisacáridos, logrando un producto listo para su utilización.
7. **Elaboración del ron fresco:** Se mezcla el producto de la filtración de aguardiente, filtración de alcohol, almendras amargas, sirope alcoholizado y agua desmineralizada, en las proporciones que indica la fórmula de fabricación de cada ron de acuerdo a la cantidad de producto a elaborar.
8. **Elaboración de ron:** El contenido en los tanques de almacenamiento de ron añejo se bombea hasta el tanque de elaboración en las proporciones acordes al tipo de ron a elaborar; a continuación se realizan ajustes de grado alcohólico, con la utilización de agua desmineralizada y agitación con aire, también en esta operación se ajustan otros parámetros que requiera el producto a obtener.
9. **Desmineralización de ron:** Operación de tratamiento con resinas de intercambio iónico que tiene como objetivo reducir la posibilidad de sedimentación de los productos, este fenómeno se atribuye en gran parte a la presencia de iones metálicos en el ron, los cuales son absorbidos por la resina en el transcurso del tratamiento.
10. **Filtración de ron terminado:** El ron que se encuentra en los tanques de reposo y que ha sido destinado para embotellar, pasa por un filtro de placa, y de ahí al tanque receptor, desde donde se bombea hasta el tanque surtidor del embotellado, pasa por los filtros de bujía colocados antes de llegar a la llenadora. El objetivo de esta operación es eliminar cualquier tipo de partícula que presente el ron y brindar al mismo la brillantez característica del producto terminado.
11. **Despaletización:** Los pallets con botellas son despaletizados de forma mecánica, depositándose ésta en una mesa acumulativa para luego conducir las al monobloque a través de las esteras transportadoras.
12. **Enjuague de botellas:** Se enjuaga con solución hidroalcohólica las botellas con el objetivo de eliminar cualquier posible suciedad o partícula de vidrio que puedan contener, quedando listas para ser usadas en el envase de ron.

13. **Llenado:** Se envasa el producto en botellas de cristal de diferentes capacidades, según corresponda al surtido a embotellar.
14. **Tapado:** Esta etapa logra el cierre de la botella lo más hermético posible, logrando aislar el producto del medio ambiente, con la finalidad de prolongar su conservación.
15. **Etiquetado:** Consiste en la colocación de etiquetas, contra etiquetas, sello de garantía y collarín a la botella llena y tapada, por medio de una etiquetadora con etiquetado autoadhesivo, así como la codificación por láser.
16. **Conformado de cajas y embalado:** Se conforma la caja y se introducen las botellas llenas, tapadas y etiquetadas.
17. **Sellado de cajas y marcación:** Se sella la caja y se le coloca el código de identificación para la trazabilidad del producto.
18. **Almacenamiento del producto terminado:** Se realiza en plataformas de madera. El producto no se vende hasta tanto el laboratorio emita la garantía de su calidad [Ronera, 2013]. La generación de desechos sólidos y aguas residuales en este proceso, se suman a la que provocan las actividades administrativas que se desarrollan en este emplazamiento, fundamentalmente por las actividades de servicio (transporte y cocina comedor).

#### **3.2.4.2 Diagnóstico energético-ambiental**

En el **anexo 11** aparece un resumen del diagnóstico energético-ambiental de esta industria. El sistema energético incluye la utilización de electricidad, crudo nacional 1400 suministrado por CUPET que es el que más se consume, en este caso por el generador de vapor (caldera). Los principales consumidores de vapor son las columnas de destilación del sistema de rectificación de alcohol etílico flema. También se consumen combustibles y lubricantes para el parque automotor, así como lubricantes para equipos tecnológicos. La electricidad se suministra por la Empresa Eléctrica y además existe un Grupo electrógeno de 320 kVA, para suplir las afectaciones de la red nacional. Los medios para la medición de este portador poseen buen estado técnico, se cuenta con 2 metro contadores de la empresa eléctrica y 7 analizadores de redes [Cuevas et al, 2011]. Con toda la información obtenida de la valoración energética-ambiental (que se apoya en el cálculo de la contribución de CO<sub>2</sub> y el resultado de mediciones y caracterizaciones efectuadas), considerando lo establecido en el procedimiento para la gestión de residuos, y utilizando el procedimiento para la identificación y evaluación de riesgos

laborales y ambientales que se proponen en el epígrafe 2.3, se obtienen los impactos ambientales significativos de esta industria, que se muestran en la tabla 3.16. En este caso, para evaluar el impacto ambiental, a la matriz utilizada en el procedimiento para identificar y evaluar riesgos, se le otorga una puntuación entre 1 y 5 puntos al comportamiento de los parámetros: **frecuencia** (cantidad de veces que ocurre el problema ambiental), **magnitud** (peligrosidad sobre el medio ambiente) y el **control** (en función de cuan fácil o difícil resulte el control del problema ambiental y los recursos que se requieran para ello). La evaluación de impacto ambiental se realiza en base al producto de la multiplicación de dichos parámetros, considerando significativos o importantes aquellos impactos con puntuación igual o mayor a 29.

Tabla 3.16: Relación de impactos ambientales significativos en la Ronera Central.

No	Impacto Ambiental	Carácter	Efecto
1	Agotamiento de recursos naturales por utilización de crudo cubano, energía eléctrica, diesel y lubricantes.	negativo	significativo
2	Agotamiento de recursos naturales por uso de agua.	negativo	significativo
3	Contaminación del suelo por derrame de alcohol, aguardientes y rones por el movimiento de mangueras al abrir y cerrar válvulas en proceso de fabricación de rones (UEB Producción de rones).	negativo	significativo
4	Contaminación del suelo por vertimiento de agua contaminada con grasas, combustible y aceite del lavado de carros en área de transporte (UEB Producción de rones).	negativo	significativo
5	Agotamiento del recurso natural agua por vertimiento de aguas con altas concentraciones de sales de Ca y Mg proveniente de la primera etapa de la planta desmineralizadora por ósmosis inversa en tratamiento de aguas del proceso de fabricación (UEB Producción de rones).	negativo	significativo
6	Contaminación atmosférica por desprendimiento de gases de la combustión (CO, CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO y vapor de agua) en el proceso de destilación (UEB Producción de alcohol).	negativo	significativo
7	Contaminación atmosférica por utilización del gas freón R-12 y R-22 en actividades de mantenimiento (UEB Producción de rones).	negativo	significativo
8	Contribución al desarrollo económico y social del país.	positivo	significativo

Considerando los elementos anteriores, al igual que en el caso de estudio anterior, se identifican como opciones de P+L con mayores potencialidades de aplicar, las que aparecen en la tabla 3.17, teniendo en cuenta el beneficio energético-ambiental que se obtiene, independientemente del costo de las inversiones en que se incurran.

Tabla 3.17: Relación de opciones de P+L que se pueden implementar.

<b>No.</b>	<b>Problema identificado en el diagnóstico</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Opción de P+L que se propone</b>	<b>Beneficio energético - ambiental</b>
1	No se recuperan las aguas residuales del rehincho de barriles.	Agotamiento del recurso natural agua.	Reuso de las aguas residuales del rehincho de barriles.	Reducción de los consumos de agua.
2	Derrame de productos en el proceso de fabricación de rones.	Contaminación del suelo.	Sustituir mangueras por tuberías de acero inoxidable para trasiego en la sala de fabricación de rones.	Reducción de los niveles de contaminación del suelo y eliminación de las pérdidas por salideros.
3	Vertimiento al sistema de atargeas del residual del ácido clorhídrico del proceso de desmineralización de rones.	Contaminación de las aguas.	Neutralizar el residual del ácido clorhídrico que se genera en el proceso de desmineralización de rones.	Reducción de los niveles de contaminación de las aguas.
4	Vertimiento de aguas provenientes de la primera etapa de la planta desmineralizadora por ósmosis inversa en tratamiento de aguas del proceso de fabricación.	Agotamiento del recurso natural agua.	Reuso del agua de rechazo del sistema de ósmosis inversa en operaciones de limpieza.	Reducción de los consumos de agua.
5	Desprendimiento de gases de la combustión (CO, CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO y vapor de agua) en la destilación.	Contaminación atmosférica.	Utilizar los gases de la combustión resultantes de la destilación, en procesos de producción combinada de energía eléctrica y calor (Cogeneración).  Incorporar aditivos apropiados al crudo cubano 1400 para mejorar	Seguridad en el suministro eléctrico ininterrumpido, permite un uso más eficiente del combustible y reduce los niveles de contaminación atmosférica.  Reducción en los niveles de contaminación atmosférica.

	<p>su fluidez y la calidad de los gases resultantes de la combustión. Sustituir el crudo cubano 1400 por fuel oil (mayor poder calórico, menor viscosidad y densidad y menor cantidad de agua y de azufre).</p>	<p>Mejora la eficiencia de la caldera y se reducen los niveles de contaminación atmosférica.</p>
--	---	--

Como resultado del diagnóstico se plantean las acciones para solucionar las deficiencias detectadas y mitigar el impacto ambiental adverso, y se definen los requisitos de planificación del SGA y SGEEn, según lo establecido en la ISO 14001 y la ISO 50001.

### **3.2.5 Establecimiento del sistema de indicadores ambientales y energéticos.**

La evaluación del funcionamiento del SGC en la Ronera se realiza mediante el monitoreo de los indicadores establecidos en la planeación estratégica [Ronera, 2012]. Cada indicador se afecta por un valor ponderado en base a 100 puntos, para obtener una determinada puntuación, que al sumarse se obtiene la puntuación total obtenida por el proceso en el período que se evalúa. Se considera que cada proceso es eficaz si se sobrepasa los 90 puntos.

Se destaca que aunque se incluyen indicadores ambientales, solo se considera el cumplimiento de índices de consumo de agua en los procesos: Gestión de la dirección, Producción de alcohol y Gestión de los servicios. Debería considerarse la inclusión de otros tipos de indicadores ambientales, teniendo en cuenta la magnitud de los problemas ambientales identificados en el diagnóstico y los establecidos por el organismo regulatorio que controla este sistema (CITMA), por ejemplo: nivel de contaminación atmosférica en Producción de alcohol e índice de aprovechamiento de residuos sólidos en Producción de rones, que si bien la industria gestiona, al no estar considerados entre los indicadores de los procesos productivos fundamentales que ocasionan impacto ambiental significativo, no impulsa a la mejora ambiental de los mismos. Por otra parte, si bien están incluidos indicadores energéticos en los procesos Gestión de la dirección, Producción de alcohol y Gestión de los servicios, también deberían incluirse otros tipos de indicadores que permitan hacer una valoración más completa del desempeño

energético de la industria y a su vez den cumplimiento a lo establecido por organismos regulatorios, por ejemplo: índice económico energético. Se destaca que el proceso de producción de rones no considera indicadores ambientales y energéticos que contribuyan a la mejora.

Con el objetivo de perfeccionar el sistema de indicadores para evaluar el desempeño ambiental y energético, se sigue el mismo proceder del caso de estudio anterior, y se propone:

- La revisión de la forma de cálculo de la eficacia de los procesos actualmente establecido, para que resulte homogénea en todos los casos.
- La inclusión de otros indicadores energéticos y otros indicadores ambientales en los procesos productivos, ya que resultan los procesos contaminantes, a fin de incorporar el concepto de prevención de la contaminación desde el origen.

De este modo se tienen en cuenta indicadores de varios sistemas de gestión que satisfacen los intereses de la empresa y de los organismos regulatorios externos, los cuales pueden valorarse según el grado de importancia y el período de tiempo que se esté evaluando.

En el **anexo 12** se muestran los indicadores que se proponen, en correspondencia con los procesos definidos en el SGC base, señalando entre paréntesis a cual sistema tributa. Como se observa, se propone la inclusión de **15** nuevos indicadores, ocho (8) para el SGA, seis (6) para el SGE<sub>n</sub> y uno (1) para el SGC, teniendo en cuenta que el estado de los equipos de seguimiento y medición, también permite monitorear el SGA y el SGE<sub>n</sub> que se integran. Los jefes de procesos son los responsables del control y seguimiento de los nuevos indicadores que se proponen.

### **3.2.6 Preparación de la documentación del sistema integrado de gestión.**

La base documental del SGC de esta industria la integran: Política, Objetivos empresariales, Manual del Sistema de Gestión, Procedimientos generales, Procedimientos técnicos y Fichas de procesos, Instrucciones de trabajo de equipos y operaciones y otros documentos necesitados para asegurar la eficaz planificación, operación y control de sus procesos, Normas y registros con los resultados de las actividades realizadas. Teniendo en cuenta la matriz de diseño mencionada en el epígrafe **3.2.3**, solo se introducen al sistema los procedimientos que se proponen en esta metodología; los relacionados con la identificación y evaluación de riesgos y la gestión

de residuos como procedimientos generales, y el de gestión de la energía, como procedimiento técnico, asignado a la UEB Servicios, que es la que controla el uso de los portadores energéticos.

### **3.2.7 Modificación de otros documentos, procedimientos y prácticas.**

Los documentos, procedimientos y prácticas establecidos en el SGC que se modifican para completar la integración de la gestión ambiental y la energética, conforme a ISO 14001 e ISO 50001 en esta industria son [Cuevas et al, 2014]:

- Política del Sistema de Gestión, Objetivos Estratégicos, metas y planes de acción.
- Nombramiento del Representante del sistema.
- Plan de reducción de desastres.
- Manual del Sistema de Gestión.
- Procedimientos generales: PG 100/03: Gestión de documentos, PG 100/04: Auditorías internas, PG 100/05: Contratación económica, PG 100/06: Identificación y tratamiento de no conformidades, PG 100/09: Evaluación de proveedores y PG 190/08: Inspección inicial de productos comprados.
- Procedimientos técnicos: PT 170/0: Aseguramiento material y PT 180/01: Control de los instrumentos de medición.
- Fichas de los procesos, instrucciones de trabajo y Matrices de competencia laboral.

### **3.2.8 Implementación de las nuevas prácticas.**

Para implementar las nuevas prácticas se procede a la capacitación de todo el personal de la industria y se habilitan los registros diseñados para evidenciar el cumplimiento de lo establecido. Como resultado se logra el control y reducción de los impactos ambientales significativos identificados, control del consumo de agua y de la carga dispuesta al medio en relación a residuales líquidos, sobrecumplimiento del plan de entrega de residuos sólidos a Materias Primas y aceites usados a CUPET, así como el cumplimiento del plan de manejo de otros desechos peligrosos, (**ver Anexo 13**), así como un control de las emisiones gaseosas por el uso y consumo de portadores energéticos, en este caso consumo de electricidad y crudo utilizados en la producción, según se muestra en la figura 3.10:

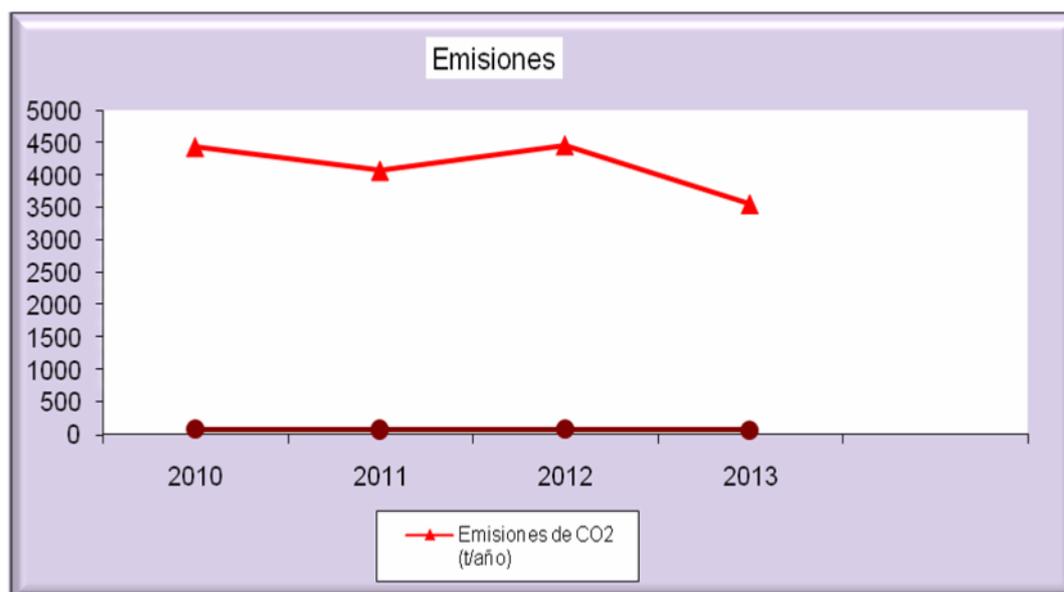


Figura 3.10: Comportamiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> Ronera Central.

En el año 2012 aumentan los niveles de carga de residuales líquidos dispuesta y emisiones de CO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>, debido al incremento de los niveles productivos, pero se reduce en el 2013. El consumo de agua se incrementa, siendo necesario tomar medidas urgentes sobre todo en el proceso de gestión de los servicios (específicamente en las actividades de transporte y cocina comedor). De forma general la industria contribuye notablemente al calentamiento global por el uso y consumo portadores energéticos, sin embargo es muy buena la gestión que realiza en relación a la carga dispuesta por residuales líquidos, residuos sólidos reciclables y los residuos sólidos peligrosos.

### 3.2.9 Validación (auditoría interna).

Para validar la implementación del sistema integrado calidad-medio ambiente, se realiza la primera auditoría interna planificada en relación al cumplimiento de los requisitos de ISO 14001, según el programa anual de auditorías del año 2010 de esta industria, evidenciando que aunque el sistema estaba implementado, se requería dar tratamiento a los hallazgos detectados, en número de 5 no conformidades y 7 observaciones. Las auditorías internas se realizan a intervalos planificados y hasta el cierre del año 2013 se han practicado 12.

En el caso de la auditoría interna para verificar la integración de la gestión energética al sistema de gestión, está prevista para 2014, no obstante la última supervisión energética de los organismos regulatorios (en específico del grupo de inspección de la EE en

diciembre 2013), otorga **96,6 %**, evaluación satisfactoria, coherente con el trabajo que se desarrolla en la integración de la gestión energética.

### 3.2.10 Evaluación del desempeño ambiental y energético.

Igual que en el caso anterior, el desempeño ambiental-energético se evalúa considerando como indicadores los requisitos legales que imponen los organismos regulatorios, se calcula un índice global de desempeño que permite visualizar el comportamiento de la Ronera, y tampoco se incluyen indicadores relacionados con el uso eficiente de las materias primas por estar incluido en los indicadores del SGC. Con los criterios de los expertos de la industria, se establecen las metas o escalas de cada indicador, según se muestra en la Tabla 3.18. El valor normalizado  $r_i$  se obtiene de la relación Real/Meta, exceptuando aquellos indicadores que están excedidos en sus cifras planificadas (**consumo de agua**), donde se invierte el cálculo:

Tabla 3.18: Normalización de los indicadores año 2013 Ronera Central.

No.	Indicador	Real Año 2013	Meta	$r_i$
1	Control de capacitación ambiental ( $I_{CAmb}$ ) %	32	32	1
2	Consumo de agua ( $I_{ca}$ ) ( $m^3$ ) <b>EXCEDIDO</b>	92 153	87 550	<b>0,950</b>
3	Efectividad del sistema de tratamiento ( $I_{EST}$ )	7	9	0,777
4	Nivel de contaminación atmosférica ( $N_{CA}$ ) por emisiones de gases contaminantes	0	1	0
5	Nivel de contaminación atmosférica ( $N_{CA}$ ) por ruido	0	2	0
6	Aprovechamiento de residuos sólidos reciclables ( $I_{RRS}$ ) %	76 782,5	76782,5	1
7	Disposición correcta de residuos peligrosos ( $I_{RP}$ )	0,609	0,609	1
8	Consumo de energía eléctrica en la producción ( $I_P$ )	3,0971	3,1523	0,982
9	Índice de transportación (para otros vehículos) ( $I_{tr}$ )	53 969	53 982	0,99
10	Índice de lubricantes ( $I_{lub}$ )	0,02	0,02	1
11	Consumo de combustibles y/o lubricantes en la producción ( $I_{CLP}$ )	17,2608	21,965	0,785
12	Intensidad energética ( $I_{en}$ )	0,1130	0,1457	0,775

El indicador **índice de tráfico**, no procede para esta industria, según criterio de los especialistas de la UET. Para el año 2013 que se analiza, el indicador que más se aleja del cumplimiento de la meta establecida es el consumo de agua, por sobreconsumo de ese recurso natural, sobre todo en el proceso de producción de rones. Tampoco se cumplen los indicadores Nivel de contaminación atmosférica ( $N_{CA}$ ) por emisiones de gases contaminantes y por ruido, teniendo en cuenta los resultados de las mediciones realizadas en el 2011 que aparecen en el **anexo 11**. No se incluye el indicador:

**Aprovechamiento de residuales líquidos** (se estima la cantidad de residuales líquidos producidos en la Destilería, pero no existen instrumentos para medir la cantidad que se aprovecha).

Para la determinación de los pesos de los indicadores, se aplica triángulo de Fuller, valorando por los especialistas de la industria la incidencia de cada uno en el proceso productivo en su conjunto, teniendo en cuenta además la naturaleza de la estructura de consumo de portadores energéticos, otorgando un total de **82** puntos. La determinación de los pesos se obtiene como resultado de dividir la puntuación obtenida por cada indicador entre el total de puntos obtenidos por todos los indicadores. El Indicador de desempeño energético-ambiental resultante de la integración de los indicadores se obtiene como resultado de la sumatoria de la multiplicación del valor normalizado por el peso de cada indicador, según aparece en la tabla 3.19:

Tabla 3.19: Determinación del Indicador de Desempeño energético-ambiental 2013 Ronera Central.

<b>No.</b>	<b>Indicador</b>	<b>Puntuación obtenida</b>	<b>Pesos</b>	<b>Valor normalizado <math>r_i</math></b>	<b>Desempeño</b>
1	Control de capacitación ambiental ( $I_{CAmb}$ )	8	0,098	1	0,098
2	Consumo de agua ( $I_{ca}$ )	9	0,110	<b>0,950</b>	0,104
3	Efectividad del sistema de tratamiento ( $I_{EST}$ )	13	0,158	0,777	0,128
4	Nivel de contaminación atmosférica ( $N_{CA}$ ) por emisiones de gases contaminantes	8	0,098	0	0
5	Nivel de contaminación atmosférica ( $N_{CA}$ ) por ruido	9	0,110	0	0
6	Aprovechamiento de residuos sólidos reciclables ( $I_{RRS}$ )	4	0,049	1	0,049
7	Disposición correcta de residuos peligrosos ( $I_{RP}$ )	6	0,073	1	0,073
8	Consumo de energía eléctrica en la producción ( $I_P$ )	4	0,049	0,982	0,048
9	Índice de transportación (para otros vehículos) ( $I_{tr}$ )	2	0,024	0,99	0,024
10	Índice de lubricantes ( $I_{lub}$ )	<b>0</b>	0	1	0
11	Consumo de combustibles y/o lubricantes en la producción ( $I_{CLP}$ )	1	0,012	0,785	0,01
12	Intensidad energética ( $I_{en}$ )	18	0,22	0,775	0,17
<b>Índice de desempeño energético-ambiental</b>					<b>0,704</b>

Como se observa, los expertos de esta empresa no otorgan peso al indicador relacionado con el Índice de lubricantes para el transporte, ya que las cantidades que se consumen resultan insignificantes. Otorgan gran peso a la efectividad del sistema de

tratamiento teniendo en cuenta la problemática que enfrenta la industria con el cumplimiento de los parámetros de vertimiento de sus residuales líquidos, así como a la intensidad energética, que resume sus consumos energéticos. También conceden peso al consumo de agua, al nivel de contaminación atmosférica por emisiones de gases contaminantes y por ruido, que figuran entre los problemas ambientales significativos.

Teniendo en cuenta las escalas para la evaluación planteadas en el capítulo II, el desempeño energético-ambiental para los datos disponibles del 2013 en la Ronera Central se evalúa de **Regular**, es decir: el desempeño se ajusta de modo regular a las metas definidas por la entidad, y tiene posibilidades de mejora significativas sobre todo en el cumplimiento de la planificación del consumo del agua, tomando medidas que contribuyan al ahorro de dicho recurso natural, como por ejemplo su reutilización en el proceso de producción de rones. Existen diversas posibilidades de mejora energética, tanto en el proceso de producción de alcohol, así como en el consumo de energía eléctrica, combustibles y lubricantes no asociada a la producción en el proceso de producción de rones. También existen posibilidades de mejora energética, valorando las opciones de producción limpia identificadas en el diagnóstico, en el subproceso de generación de vapor de la Destilería, que permitirán reducir los niveles de contaminación atmosférica. Lo anterior evidencia la necesidad de progresar en la implementación del SGE.

Los resultados obtenidos en el cálculo del Índice de desempeño energético-ambiental se corresponden con la situación real de la Ronera Central.

### **3.2.11 Revisión del sistema integrado de gestión.**

Cumpliendo con los requisitos de todas las normas de los sistemas que se gestionan en la Ronera, anualmente se desarrollan revisiones del sistema por parte de la dirección. Hasta cierre del 2013, se han desarrollado un total de 8 revisiones, donde se incluyen las decisiones y acciones relacionadas con: cambios en el desempeño ambiental y energético, cambios en indicadores, cambios en la asignación de recursos, cambios en documentos o procedimientos del sistema, cambios en políticas, objetivos y metas, todos coherentes con el compromiso de mejora continua. El informe con recomendaciones de mejora de la última revisión, contiene 13 propuestas con sus respectivas acciones, fecha y los responsables de cada una; su cumplimiento ha permitido la mejora del desempeño.

### **3.2.12 Evaluación de opciones de producciones limpias.**

Como parte del funcionamiento del sistema que integra la gestión ambiental y energética, esta fábrica implementa prácticas de P+L, según se muestra en el **anexo 13**, por lo que recibe reconocimientos nacionales e internacionales. Entre ellas figura la reutilización de residuos líquidos de las columnas de destilación para la alimentación del agua a la caldera en la UEB Destilería, como una de las de mayor ahorro de agua y crudo, por el reuso de corrientes líquidas con alto valor calórico, que además reduce los residuales que se vierten. Se plantea el análisis económico derivado de su implementación.

### **3.2.12.1 Reuso de residuos líquidos de las columnas de destilación para la alimentación del agua a la caldera.**

- **Análisis técnico.**

Las calderas que se utilizan para producir vapor, tienen una amplia utilización en procesos industriales y se considera que es el corazón de toda industria moderna [Rubio, 2000]. Los elementos de entrada son aire, combustible, agua y como salida el vapor y los gases de la combustión. El combustible, como aquella sustancia capaz de desprender calor utilizable en el curso de una reacción química o física, juega un papel fundamental porque en dependencia de su tipo y composición y por supuesto la eficiencia del proceso de combustión, se define la calidad de los gases que resultan de dicha combustión y la contaminación que éstos provocan a la atmósfera.

Por otra parte, la transferencia de calor que se produce de los gases producto de la combustión (fuente caliente) al agua (fuente fría) afectan la eficiencia o rendimiento de la caldera o generador, entendida ésta como la relación entre el calor disponible y el calor que realmente se utiliza para producir vapor. Por tanto, si la temperatura del agua que se utiliza para alimentar la caldera es mayor, existirá mayor calor disponible para generar vapor, lo que puede provocar también disminución en el consumo de combustible y mejora en la eficiencia de la caldera.

- **Beneficio económico obtenido.**

Para calcular el beneficio económico obtenido (en este caso combustible dejado de consumir) se parte del planteamiento del cálculo de la eficiencia de la caldera, para lo cual se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\text{Eficiencia (n)} \quad n = \left( \frac{Q_{\text{que sale con el vapor}}}{Q_{\text{ced combustible}}} \right) * 100 \quad [\text{Pérez Garay, 1986}]$$

(Fórmula 3.1)

Siendo:

Calor que sale con el vapor (ab agua)	$Q_{ab\ vap} = M_{vap} (iv - iaa)$	[CONAE, 2007] (Fórmula 3.2)
Calor suministrado por el combustible	$Q_{ced\ comb} = M_{comb} * V_c\ comb$	[CONAE, 2007] (Fórmula 3.3)

Tabla 3.20: Datos para el cálculo de la eficiencia de la caldera

<b>Datos</b>	<b>Valor</b>	<b>Referencia</b>
Flujo de vapor (M <sub>vap</sub> )	2400 kg/h	Datos de la fábrica
Entalpía vapor saturado (iv)	2773,7 kJ/kg	[Krasnoschiokov y Sukomiel, 1987 ]
Entalpía del agua a alimentar (iaa)	80 kcal/kg	[Perry, 2007]
Flujo de combustible (M <sub>comb</sub> )	<b>205,52 kg/h</b>	Datos de la fábrica
Valor calórico del combustible (V <sub>c comb</sub> )	9122 kcal/kg	[CUPET, especificaciones técnicas del combustible]
Factor de conversión	4,18 kJ/kcal	[CONAE, 2007]
Temperatura del agua (T <sub>a</sub> )	80°C	Datos de la fábrica

El combustible que se utiliza es crudo cubano y su valor calórico expresado en kJ/kg, se obtiene a través del factor de conversión, siendo  $V_c\ comb = 38\ 129\ kJ/kg$ . De igual forma, la entalpía del agua a alimentar es  $iaa = 334,4\ kJ/kg$

Tabla 3.21: Resultado del cálculo de la eficiencia real de la caldera a 80°C

<b>Q<sub>ced comb</sub></b>	<b>Q<sub>ab vap</sub></b>	<b>n</b>
7836272,08 kJ/h	5854320 kJ/h	<b>74.71 %</b>

Para calcular la cantidad de combustible dejado de consumir por concepto de reuso de residuos líquidos de las columnas de destilación para la alimentación del agua a la caldera, se plantea el análisis considerando esa eficiencia real de la caldera que se alcanza, pero con valores de temperatura de agua inferiores: ( $T_a = 28^\circ C$ ).

A esa temperatura, la entalpía del agua a alimentar (28 kcal/kg) se expresa en kJ/kg como  $iaa = 117\ kJ/kg$ , resultando un  $Q_{ab\ vap} = 6376080\ kJ/h$ .

Planteando el despeje en la fórmula para calcular eficiencia de la caldera se obtiene que  $M_{comb} = 223,83\ Kg/h$ .

El combustible dejado de consumir ( $\Delta_{comb}$ ) a causa de la diferencia de temperatura se determina como:

$$\Delta_{comb} = M_{comb\ a\ 28^\circ C} - M_{comb\ a\ 80^\circ C}, \text{ resultando un } \Delta_{comb} = 18,31\ kg/h.$$

Teniendo en cuenta que la fábrica trabaja 24 horas durante aproximadamente 15 días al mes, el ahorro de combustible dejado de consumir sería:

Ahorro total= $\Delta$ comb\*Régimen de trabajo.

**Ahorro total=6591,6 kg/mes.**

Considerando que la destilería trabaja 11 meses al año, en los 3 años de implementada la opción de P+L se ha ahorrado **217522,8 kg en el periodo 2011-2012-2013.**

El precio crudo cubano es de 0,5069 \$/kg (moneda total), por lo que el ahorro económico de la implementación de la propuesta de P+L resulta en **\$110 262,3** (moneda total).

- **Beneficios sociales y ambientales.**

Con la implementación de esta propuesta se ha logrado:

1. Eliminación del vertimiento al medio de los residuos generados en el proceso de destilación (reducción de residuales).
2. Ahorro de agua por la recuperación de los residuos.
3. Ahorro de energía por el reuso de corrientes con alto valor calórico.
4. Ahorro económico por reducción de consumos de materias primas para los mismos niveles de producción, que permite además incrementar los ingresos de la fábrica por concepto de la venta de rones y alcoholes, y por tanto los ingresos de los trabajadores.

### **3.2.13 Consideraciones generales.**

La implementación del trabajo en esta industria, muestra resultados favorables, se logra la integración de la gestión ambiental, e incluso la certificación del sistema integrado calidad – inocuidad alimentaria - medio ambiente para todas sus producciones en los dos emplazamientos. En estos momentos la Ronera ostenta la condición de empresa certificada, por el modelo de las normas NC ISO 9001:2008, NC ISO 22000:2005 y NC ISO 14001:2004, registro No. 001/2012 vigente hasta el 10 de diciembre del 2015, emitido por la Oficina Nacional de Normalización. Se proyecta solicitar la certificación en el año 2015 del sistema que integra la gestión de la energía.

### **3.3 Diferencias y similitudes entre ambos casos de estudio.**

A continuación, en la tabla 3.22, se resumen las principales diferencias y similitudes entre ambos casos de estudio.

Tabla 3.22: Matriz de comparación sobre el desempeño energético-ambiental entre los casos de estudio.

<b>No</b>	<b>Criterios</b>	<b>Caso I: UEB Gases Villa Clara</b>	<b>Caso II: Ronera Central</b>
1	Características del proceso tecnológico, operaciones unitarias que ocurren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasificación de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>: Gasificación a partir de líquidos criogénicos, mediante compresión por bombeo y gasificación por intercambio de calor con el medio ambiente.</li> <li>• Producción de C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>: Generación húmeda por reacción química entre CaC<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, mediante operaciones de generación-intercambio calor-compresión-secado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de alcohol etílico mediante rectificación de alcohol por hidroselectión, con operaciones de tratamiento de agua, generación de vapor, destilación, compresión de aire, humidificación.</li> <li>• Producción de rones: Fabricación y añejamiento mediante operaciones de añejamiento de aguardiente fresco y ron, dilución-filtración de alcohol y aguardiente añejado, fabricación (mezcla) de ron, desmineralización y filtración de ron terminado.</li> </ul>
2	Principales residuos que se generan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Líquidos: Residual cieno, aguas residuales y aceites usados.</li> <li>• Sólidos diversos reciclables y no reciclables: papel, cartón, plástico, chatarra ferrosa y no ferrosa, chatarra electrónica, acero, bronce, luminarias, baterías de plomo, neumáticos.</li> <li>• Ruido y Emisiones gaseosas de CO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, gases originados por la combustión en los vehículos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Líquidos: Aguas con contenido de Ca, Mg, alcohol y rones. Aguas residuales de la actividad de transporte. Aceites usados.</li> <li>• Sólidos diversos reciclables y no reciclables: papel, cartón, nylon, residuos de habilitados, madera, chatarra ferrosa y no ferrosa, chatarra electrónica, luminarias, baterías de plomo, neumáticos.</li> <li>• Ruido y Emisiones gaseosas por desprendimiento de gases de la combustión: CO, CO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub>, y vapor de agua resultante de la destilación.</li> </ul>
3	Total de aspectos identificados evaluados como significativos	13	8
4	Opciones de P+L que se identifican a partir del diagnóstico energético ambiental realizado.	7	7

5	Nuevos indicadores que se propone incluir	19	<ul style="list-style-type: none"> <li>SGA: 7</li> <li>SGen: 9</li> <li>SGC: 3</li> </ul>	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>SGA: 8</li> <li>SGen: 6</li> <li>SGC: 1</li> </ul>
6	Nuevos procedimientos que se introducen		3		3
7	Otros documentos que se modifican para completar requisitos de la ISO 14001 y la ISO 50001		24		16
8	Auditorias internas efectuadas cierre 2013		6		12
9	Última supervisión energética EE		91,1%, aceptable.		96,6%, satisfactoria.
10	Evaluación del desempeño energético ambiental para datos disponibles del 2013		<b>0,651</b> (mal con grandes posibilidades de mejora)		<b>0,704</b> (regular con posibilidades de mejora significativas )
11	Revisiones efectuadas cierre 2013		6		8
12	Opciones de P+L implementadas		8		27
13	Efecto económico por opción de P+L propuesta a implementar o beneficio obtenido por opción de P+L implementada	\$375 512 MN como ingreso neto anual por venta de pintura emulsionada a partir del cieno residual de la producción de C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> .		\$110 262,3 Moneda total, de ahorro de combustible dejado de consumir, por concepto de reuso de residuos líquidos de las columnas de destilación para alimentación de agua a la caldera.	
14	Alcance de la certificación del sistema integrado calidad-medio ambiente		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasificación de oxígeno</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de alcohol</li> <li>• Producción de rones</li> </ul>

Como se observa, la UEB Gases industriales es una industria con mayor nivel de peligrosidad que la Ronera Central, atendiendo a la naturaleza de sus procesos tecnológicos y el número de impactos evaluados como significativos. Se considera que el desempeño energético ambiental de la Ronera es superior no sólo por el resultado obtenido (independientemente de que no fueron considerados la misma cantidad de indicadores), sino también por la mayor cantidad de prácticas de P+L implementadas, lo cual permite la mejora ambiental y energética de sus procesos y le confiere mayor solidez del sistema de gestión implementado.

### **3.4 Conclusiones parciales**

1. La matriz de diseño planteada en cada industria, permite orientar el sistema que integra la gestión ambiental y la energética, al identificar los elementos comunes de éstos con el sistema de calidad existente y fundamentar la incorporación de solo 3 nuevos procedimientos en cada caso.
2. La producción de acetileno y de alcohol constituyen los procesos más contaminantes en las industrias evaluadas teniendo en cuenta el impacto significativo que provocan. Las deficiencias energéticas identificadas constituyen el punto de partida para la implementación del sistema de gestión de la energía.
3. Como resultado del trabajo se propone para cada industria nuevos indicadores ambientales y energéticos con un enfoque en procesos, lo cual contribuye a perfeccionar los existentes para el SGC y favorecen el cumplimiento de los requisitos legales impuestos por organismos regulatorios en el tema ambiental y energético.
4. La propuesta de fabricar pintura emulsionada a partir del cieno residual de la producción de acetileno en la UEB Gases industriales resulta viable, porque a pesar de los altos costos iniciales, el precio y los niveles de producción previstos permiten una rápida recuperación de la inversión. Además, es posible reutilizar agua en el proceso y reducir el índice de consumo de energía eléctrica.
5. Las prácticas de P+L implementadas en la Ronera Central, permiten mantener un control sobre la contaminación que provocan los procesos tecnológicos, además del beneficio económico que reportan. El reuso de residuos líquidos de las columnas de destilación para la alimentación del agua a la caldera, representa un ahorro de **\$110 262,3** pesos moneda total, por concepto de crudo cubano dejado de consumir en los años 2011-2012-2013.

**CONCLUSIONES GENERALES**

1. La metodología diseñada y validada en este trabajo establece una matriz de diseño que da respuesta a la integración de la gestión ambiental y la energética a la gestión de calidad y garantiza el cumplimiento de requisitos de normas internacionales.
2. La definición de los elementos necesarios para una mejor planificación ambiental y energética integrada, que cumpla con los requisitos de las normas ISO 14001 e ISO 50001 puede lograrse usando la metodología para el diagnóstico ambiental y energético desarrollada en este trabajo.
3. Para garantizar la completa integración de la gestión ambiental y la energética al sistema de gestión de calidad, resulta necesario la adopción y/o modificación de determinados procedimientos, en particular lo relacionado con la revisión energética, el establecimiento de la línea base energética y los indicadores de desempeño energético.
4. El conjunto de indicadores comunes para la industria de procesos propuestos y evaluados en los casos de estudio, garantizan un estricto control ambiental y energético, incentivan la aplicación de producciones más limpias y contribuyen al cumplimiento de requisitos legales, y a la mejora de la gestión global de ese sector.
5. La aplicación del procedimiento para evaluar el desempeño mediante los indicadores propuestos arroja que el desempeño energético ambiental de la Ronera es superior al de Gases Industriales, tanto por la evaluación obtenida como por la profundidad en la implementación de opciones de producciones más limpias, lo que garantiza mayor solidez del sistema de gestión implementado.
6. La aplicación de la metodología en las industrias casos de estudio, corrobora la factibilidad de su implementación a otros procesos industriales, y valida la hipótesis planteada en la presente investigación.

**RECOMENDACIONES**

1. Utilizar, durante la impartición de los adiestramientos “El Sistema de Gestión Ambiental según ISO 14001” y “El Sistema de Gestión de la Energía según ISO 50001”, del servicio de capacitación de la OTN-VC, la metodología propuesta dado su valor didáctico.
2. Elaborar el procedimiento que organice el proceso de realización de la revisión/supervisión energética por la entidad o autoridad competente (ONURE) a las entidades que soliciten la certificación del Sistema de Gestión de la Energía según NC-ISO 50001.
3. Modificar la guía para la realización de la supervisión energética, otorgando un nivel de puntuación no solo por la aplicación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE), sino también por el grado de implementación del Sistema de Gestión de la Energía según NC-ISO 50001, a fin de potenciar la adopción de este sistema en Cuba, en especial en las industrias de procesos.
4. Recomendar a las direcciones de las industrias caso de estudio, que tomen como referencia los resultados de esta tesis para concluir la implementación del sistema que integra la gestión energética al sistema de la Empresa Gases Industriales en el país y solicitar la certificación del sistema integrado en la Ronera Central.
5. Generalizar la aplicación de la metodología para la integración de la gestión ambiental y energética propuesta, a otras industrias de procesos, a fin de mejorar el desempeño de este importante sector.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ALMIRAL M, J (2009) "*Temas de Ingeniería eléctrica*". 2da ed .Tomo I. 19-43 pp. ed. Félix Varela, La Habana, Cuba.
2. ALZATE, A, (2005) Conferencia "Evaluación del desempeño ambiental e indicadores. Definición y aplicación" Buenos Aires Argentina.
3. ASAMBLEA NACIONAL DEL PODER POPULAR (1997). "Ley 81 de la protección del medio ambiente". Cuba.
4. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN: AENOR (2003). Norma española UNE 66175: "Sistemas de gestión de la calidad. Guía para la implantación de sistemas de indicadores".
5. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN: AENOR (2005). Norma española UNE 66177 "Sistemas de gestión. Guía para la integración de los sistemas de gestión".
6. BORROTO N, A. E. (2009) "*Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía*". Editorial Universo Sur, ISBN 959-257-114-7 Cienfuegos, Cuba <http://www.bdigital.unal.edu.co/26423/>.
7. BRITISH STANDAR INSTITUTION: BSI (2006) "Specification of common management system requirements as a framework for integration".
8. CABRERA E, I. (2008) "Estrategia de P+L para contribuir al mejoramiento del desempeño ambiental del proceso de recape de neumáticos en la recapadora "David Díaz Guadarrama". Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Técnicas. UCLV Santa Clara. Cuba.
9. CAÑIZARES P, G (2006) "Propuesta y aplicación práctica de una metodología para la elaboración del diagnóstico ambiental en la Oficina Territorial de Normalización de Villa Clara". Tesis en opción al título académico de master en Seguridad tecnológica y ambiental en procesos químicos. UCLV. Santa Clara. Cuba.
10. CAÑIZARES P, G et al. (2010) "Aplicación práctica de una metodología para la elaboración del diagnóstico ambiental en organizaciones de la provincia Villa Clara", publicado en base de datos de premios, Delegación Provincial CITMA Villa Clara, **RESULTADO CIENTÍFICO DESTACADO A NIVEL PROVINCIAL**.

## *Referencias Bibliográficas*

11. CAÑIZARES P, G et al. (2014) “Aplicación de una metodología para la elaboración del diagnóstico energético-ambiental en industrias de la provincia Villa Clara”, publicado en base de datos de premios, Delegación Provincial CITMA Villa Clara, **RESULTADO CIENTÍFICO DESTACADO A NIVEL PROVINCIAL**.
12. CARRETERO, A (2012) “Guía para la realización de huellas de carbono y su relación con proyectos de reducción de emisiones”. Actuaciones voluntarias en materia de cambio climático. Publicado en Ingeniería Química No. 507. España.
13. CENTRO DE INGENIERIA E INVESTIGACIONES QUIMICAS: CIIQ (2013) Proyecto de I+D: “Estudio del uso de las cenizas de carburo en la producción de pinturas emulsionadas” Informe de tareas 1.1, 1.2 y 1.3.
14. CITMA (2004). “Metodología para la ejecución de los diagnósticos ambientales y la verificación del cumplimiento de los indicadores establecidos en la Resolución 135/2004 para la obtención del reconocimiento ambiental nacional”. Cuba.
15. CITMA (2009) Resolución 136: “Reglamento para el manejo integral de desechos peligrosos” Cuba.
16. COLECTIVO DE AUTORES (2002). “*Gestión energética empresarial*”. Centro de estudios de Energía y Medio Ambiente, Universidad de Cienfuegos. Cuba. 60-70 pp ISBN 959-257-040-X. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/52877066/Libro-Gestion-Energetica-Empresarial>.
17. COLECTIVO DE AUTORES (2006) “*Gestión energética en el sector productivo y los servicios*”. Centro de estudios de Energía y Medio Ambiente, Universidad de Cienfuegos. Cuba.
18. COLECTIVO DE AUTORES (2009) “*Manual de Procedimientos para la Realización de Auditorías Energéticas en Edificios*”. Tomo I. 1ra ed., Castilla: ed. Junta de Castilla y León, 12-16 pp., España, Depósito Legal: LE-357-2009.
19. COMISION NACIONAL PARA EL AHORRO DE ENERGIA: CONAE (2007). “Eficiencia en Calderas y Combustión” México, Disponible en [www.conae.gob.mx](http://www.conae.gob.mx).
20. COMITE EJECUTIVO DEL CONSEJO DE MINISTROS DE CUBA: CECM (1975) “Ley 1288 sobre el reciclaje”.
21. COMITÉ ESTATAL DE ESTADISTICAS: CEE (1984) “Sistema de información estadística-nacional (SIE-N). Tomo IX Sector Transporte. Sección II Indicadores Estadísticos del transporte pp 1-3

## *Referencias Bibliográficas*

22. CONESA FDEZ-VITORA, V. (2000) “Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental”, España.
23. CUEVAS H, M, CAÑIZARES P, G, PEREZ B, R (2011) “Diagnóstico para la implementación de un sistema de gestión energética, integrado al Sistema de la calidad de la UEB Ronera Central” Villa Clara, publicado en el CD con las memorias del Simposio Internacional Medio Ambiente Siglo XXI “MAS XXI”, ISBN 978-959-250-693-0.
24. CUEVAS H, M. (2012) “Diseño del sistema de gestión de la energía integrado al Sistema de gestión de la calidad de la Ronera Central”. Tesis en opción al título académico de master en gerencia de la ciencia y la innovación. Facultad Química Farmacia. UCLV Santa Clara. Cuba.
25. CUEVAS H, M, PEREZ B, R, GONZALEZ S, E, CAÑIZARES P, G (2014) “Integración del Sistema de Gestión Eficiente de la energía al Sistema de Gestión de la Calidad de la Ronera Central”, publicado en base de datos de premios, Delegación Provincial CITMA Villa Clara, **PREMIO INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DESTACADO A NIVEL PROVINCIAL.**
26. DÍAZ C, L (2013) “Propuesta de un sistema de indicadores para evaluar el desempeño de los sistemas de gestión calidad, medio ambiente y energía en la empresa Gases Villa Clara” Tesis en opción al grado de Ingeniero Industrial. Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo. UCLV Santa Clara, Cuba.
27. EOI (Escuela de Negocios en colaboración con el Centro de Eficiencia energética de Gas Natural Fenosa) (2008) “*Manual de eficiencia energética*” 64-83 pp. España. Depósito Legal M-51519-2008.
28. FERNÁNDEZ, C. M. de J (2008). “Propedéutico Diplomado Calidad”. Facultad de Ciencias Empresariales. Memorias en formato electrónico. UCLV., Cuba.
29. FERNÁNDEZ L, Y (2008) “Procedimiento de integración de la calidad y la seguridad y salud en el trabajo en la Empresa de Transporte de la Construcción Villa Clara”. Tesis en opción al grado académico de máster en Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo. Dpto. Ingeniería Industrial. UCLV Santa Clara, Cuba.
30. FEYT L, R, CAÑIZARES P, G, LÓPEZ C, C, PEREZ B, R (2012) “Diagnóstico energético de la UEB Gases Industriales Villa Clara: requisito en la

## *Referencias Bibliográficas*

- implementación del sistema de gestión de la energía” publicado en el CD con las memorias de la Conferencia Internacional de Ingeniería Mecánica COMEC 2012”, ISBN 978-959-250-757-9.
31. G. FERNANDES, J. V., GONCALVEZ, E., ANDRADE, J. C. & KIPERSTOK, A. (2005) “Introducing Cleaner Productions Practices in Certifiable Environmental Management Systems: A Practical Proposal”.
  32. GALE, R. (2005) “Environmental management accounting as a reflexive modernization strategy in cleaner production”. Published by Journal of Cleaner production, in <http://www.elsevier.com>, available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
  33. GASES INDUSTRIALES VILLA CLARA (2010) Ficha técnica del producto; Acetileno Industrial.
  34. GASES INDUSTRIALES VILLA CLARA (2011) Manual de operaciones Gasificadora de Oxígeno.
  35. GASES INDUSTRIALES VILLA CLARA (2011) Manual de operaciones Planta de Acetileno.
  36. GASES INDUSTRIALES VILLA CLARA (2011) Fichas de procesos.
  37. GASES INDUSTRIALES VILLA CLARA (2012) Manual de operaciones Gasificadora de Dióxido de Carbono.
  38. GEODEM (2007) Manual de Gestión y Seguimiento de Proyectos Ambientales, Galicia.
  39. GONZÁLES C, M (2004) “Impacto global de una tecnología más limpia en la fabricación de papel para ondular”. Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Técnicas. UCLV Santa Clara. Cuba.
  40. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ-COLLADO, C. & BAPTISTA LUCIO, P (2006) “Metodología de la investigación”. 4ta ed. Serie McGraw-Hill. México.
  41. HOOKE J, H (2003) “Energy Management Information System”. Published by the office of Energy Efficiency of Natural Resources. Canadá. <http://www.nrcan.gc.ca/energy/publications/efficiency/industrial/emis/6769>.
  42. HOUGHTON, J (2002) “An Overview of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and Its Process of Science Assessment”. Issues in Environmental Science and Technology, No. 17. Global Environmental Change. © The Royal Society of Chemistry.

## *Referencias Bibliográficas*

43. HUNT, D., JOHNSON, C (1996) "Sistemas de Gestión Medioambiental. Principios y Prácticas". Serie McGraw-Hill de Management. Interamericana de España.
44. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES EN NORMALIZACIÓN, ININ (2004) "Metodología para la identificación y evaluación de aspectos ambientales, como parte del adiestramiento: El SGA según NC ISO 14000". Cuba
45. ISAAC-GODÍNEZ, C. et al (2010) Indicadores para la evaluación del desempeño ambiental de los Centros de Educación Superior. Número Especial, La Habana: CNIC, Revista del Centro Nacional de Investigaciones Científicas, Vol. 41. [rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/viewFile/683/588](http://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/viewFile/683/588)
46. ISAAC-GODÍNEZ, C. et al (2014) De la gestión por procesos a la gestión integrada por procesos Revista Ingeniería Industrial ISSN 1815-5936 Vol. XXXV No. 3 255-264 pp.
47. ISO 14001 (2004) "Environmental management systems-Requirements with guidance for use".
48. ISO 50001 (2011) "Energy management systems-Requirements with guidance for use".
49. JARAMILLO, J (2000) "Indicadores de gestión. Herramientas para lograr la competitividad. Temas gerenciales". Colombia.
50. KARAPETROVIC, S, CASADESUS, M, HERAS, I, (2010) "Empirical analysis of integration within the standards-based integrated management systems" Published by International Journal for Quality Research Vol 4 No.1.
51. KRASNOSCHIOKOV Y SUKOMIEL (1987) "*Problemas de termo transferencia*". Tabla 12: Propiedades físicas del vapor de agua en la línea de saturación, p 308 Editorial Pueblo y Educación Cuba.
52. LÓPEZ B, N (2005) "Alternativas de obtención de productos de alto valor agregado a partir de bioetanol mediante técnicas de destilación". Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Técnicas. UCLV Santa Clara. Cuba.
53. MC. CABE, W. (1989) "Operaciones básicas de ingeniería química". Edición Revolucionaria. Vol. II.
54. MEDEL, F (2012) "Procedimiento para la evaluación del desempeño ambiental. Aplicación en centrales eléctricas de la UEB de generación distribuida de Villa

## *Referencias Bibliográficas*

- Clara”. Tesis en opción al grado académico de master en Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo. UCLV Santa Clara, Cuba.
55. MEDINA, L. et al (2011) “Estudio de la construcción de índices integrales para el apoyo al control de gestión empresarial”. Publicado por la Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Quito, Ecuador. ISSN: 1390-6542.
  56. MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL: MTSS (2002) Resolución 31: “Procedimientos prácticos generales para la identificación, evaluación y control de los factores de riesgo en el trabajo”. Cuba.
  57. MINISTERIO DE TRANSPORTE: MITRANS (2013) Resolución 383: Normas sobre el reporte de combustible habilitado y kilómetros recorridos”. Disponible en Gaceta Oficial No. 011 Extraordinaria de 24 de abril de 2013 ISSN 1682-7511. Cuba.
  58. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: ONN (2004) Norma cubana NC ISO 14001 “Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso”.
  59. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: ONN (2005) Norma cubana NC ISO 14050 “Gestión ambiental. Vocabulario”.
  60. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: ONN (2006) Norma cubana NC 18001 “Seguridad y salud en el trabajo - Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo – Requisitos”
  61. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: ONN (2008) Norma cubana NC-ISO 9001 “Sistema de gestión de la Calidad. Requisitos”.
  62. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: ONN (2011) Norma cubana NC-ISO 50001 “Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso”.
  63. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: ONN (1999) Norma cubana NC 39: “Calidad del aire. Requisitos higiénico-sanitarios”.
  64. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: ONN (2002) Norma cubana NC 133: “Residuos sólidos urbanos. Almacenamiento, recolección y transportación. Requisitos higiénicos, sanitarios y ambientales”.

## *Referencias Bibliográficas*

65. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: ONN (2002) Norma cubana NC 134: “Residuos sólidos urbanos. Tratamiento. Requisitos higiénicos, sanitarios y ambientales”.
66. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: ONN (2002) Norma cubana NC 135: “Residuos sólidos urbanos. Disposición final. Requisitos sanitarios y ambientales”
67. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: ONN (2005) Norma cubana NC ISO 14031 “Gestión ambiental. Evaluación del desempeño ambiental. Directrices”.
68. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: ONN (2007) Norma cubana NC 26: “Ruido en zonas habitables. Requisitos sanitarios”.
69. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: ONN (2008) Especificación NC PAS 99 “Especificación de Requisitos Comunes del Sistema de Gestión como marco para la integración”.
70. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: ONN (2011) Norma cubana NC 871: “Seguridad y salud en el trabajo. Ruido en el ambiente laboral. Requisitos higiénico-sanitarios”.
71. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: ONN (2012) Norma cubana NC 27 “Vertimiento de aguas residuales al alcantarillado y aguas terrestres”.
72. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: ONN (2013) “Requisitos y procedimiento general (RPG) para la certificación de los sistemas de gestión”.
73. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: ONN (2013) Disposición General DG-01: “Instrumentos de medición sujetos a la verificación obligatoria y a aprobación de modelo según los campos de aplicación donde serán utilizados”.
74. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: ONN, Directorio empresas certificadas, disponible en [www.cubaindustria.cu](http://www.cubaindustria.cu), consultado junio 2014.
75. OUTLOOK (2013) EXXONMOBIL. “The outlook for energy: a view to 2040” pdf [en línea] [Consulta: 23 de octubre de 2013]. Disponible en: <http://www.exxonmobil.com/energyoutlook>.
76. PARTIDO COMUNISTA DE CUBA (2011). “Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución” VI Congreso. Lineamiento 07.
77. PEREZ G, W (2013). “Modelo de gestión integrada de la calidad y del medio ambiente en los órganos cubanos de gobierno local” Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Técnicas. Instituto Superior de Tecnologías y

## *Referencias Bibliográficas*

- Ciencias Aplicadas. Centro de Gestión de Ciencias e Innovación. La Habana. Cuba.
78. PÉREZ GARAY, L (1986). "*Generadores de vapor*". Capítulo II p 89 Editorial Pueblo y Educación. Cuba.
79. PERRY R, CHILTON C, (2007) "*Chemical Engineers Handbook*" Tomo I, Sección 5, pp 5-31, 8va edición, Serie Mc Graw Hill.
80. PETERS, M, TIMMERHAUS, K (1991). "*Plant Design and Economics for Chemical Engineers*" p 499 y Tabla 3 p163, 4ta edición, Serie Mc Graw Hill.
81. PNUMA (1987). "Evaluación del impacto ambiental; procedimientos básicos para países en desarrollo".
82. RODRIGUEZ GARCIA, L. (2009). "Diseño del SGA integrado al SGC-SGSST de la UEB Fabrica de Fusibles y Desconectivos Villa Clara". Tesis en opción al grado académico de master en Seguridad tecnológica y ambiental en procesos químicos. Facultad Química Farmacia. UCLV. Santa Clara. Cuba.
83. RONERA CENTRAL (2012). Planeación estratégica.
84. RONERA CENTRAL (2012). Carpeta de proceso tecnológico: "Producción de alcohol".
85. RONERA CENTRAL (2013). Carpeta de proceso tecnológico: "Producción de rones".
86. RUBIO, G (2000) "*Generadores de vapor. Funcionamiento y explotación*". Capítulo I pp 2-3. Santa Clara. Cuba.
87. Sistema de Indicadores Energéticos SIEN (2004) GUÍA M-2. Metodología de indicadores.
88. SOSA E, M. (2009). "Diseño del SGA integrado al SGC de la Empresa Mantenimiento Vial y Construcciones de Villa Clara". Tesis en opción al grado académico de master en gestión ambiental. Facultad Química Farmacia. UCLV. Santa Clara. Cuba.
89. TORRES C, M (2009). "Propuesta del diseño de un Sistema de Gestión Ambiental integrado a los ya existentes Sistemas de Gestión en la Empresa de Carpintería de Aluminio Villa Clara VILLALCO". Tesis en opción al grado académico de master en gestión ambiental. Facultad Química Farmacia. UCLV. Santa Clara. Cuba.

## *Referencias Bibliográficas*

90. VAN BERKEL, R. (2005) "Waste Prevention Through Business Innovation". Waste & Recycle Conference.
91. VELAZCO, N, JUAN PABLO RAMOS, J P, VAN HOOFF, B, (2000) "Introducción en Producción más limpia". Universidad de Los Andes, Bogotá D.C.
92. ZAROR, C. (2000) "*Introducción a la ingeniería ambiental para la industria de procesos*" capítulo I, 1-11 pp Universidad de Concepción. Chile.
93. ZHOU, P., ANG, B. Y POH, L. (2006) "Comparing aggregating methods for constructing the composite environmental index: An objective measure", *Ecological Economics*, no. 59, pp. 305-311.

**BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

1. ABRIL SÁNCHEZ CRISTINA ELENA, ENRÍQUEZ PALOMINO ANTONIO & MANUEL, S. R. J. (2006) Manual para la integración de sistemas de gestión: Calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales. FC Editorial.
2. AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE (2012) “Metodología para el uso de indicadores ambientales en la evaluación de la calidad ambiental urbana” Revista electrónica. Cuba. Disponible: Cub@: Medio ambiente y Desarrollo.
3. ALVAREZ VÁLDES, R. (2006) Análisis integral de gestión tecnológica en relación con la innovación, la eficiencia energética, la productividad y la gestión ambiental. Santa Clara, UCLV.
4. APARECIDA DE, M., DAIANE (2006) GESTÃO AMBIENTAL: indicadores de Desempenho Ambiental: um estudo sobre a utilização dos indicadores nos Sistemas de Gestão. Brasil.
5. ARTEAGA, P (2009). “Diseño de un sistema para la producción integrada de hidrógeno y electricidad empleando etanol” Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Técnicas. UCLV, Santa Clara. Cuba.
6. ASAMBLEA NACIONAL DEL PODER POPULAR (1999). “Decreto Ley 200: De las contravenciones en materia de medio ambiente”. Cuba.
7. Banco público de indicadores ambientales (2013). España. Disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/informacion-ambiental-indicadores-ambientales/banco-publico-de-indicadores-ambientales-bpia-/>.
8. BARTELMUS, P. (2007) Indicators of sustainable development.
9. BLANC, I., FRIOT, D., MARGNI, M. Y JOLLIET, O. (2008) “Towards a New Index for Environmental Sustainability Based on a DALY Weighting Approach”, Sustainable Development, no. 16, p. 251–260.
10. CAMPBELL, A. (2009) “Propuesta de un Programa de gestión ambiental en el Hotel Villa la Granjita Hostal Mascotte de Villa Clara” Tesis en opción al grado académico de máster en gestión ambiental. Facultad Química Farmacia. UCLV
11. CAMPOS, A (1997) “*La Eficiencia Energética en la Gestión Empresarial*” Editorial; Universidad de Cienfuegos.

## *Bibliografía Consultada*

12. CAÑIZARES P, G y CABRERA B, X (2007) “Propuesta y aplicación práctica de una metodología para la elaboración del diagnóstico ambiental en la OTN Villa Clara”, en CD con las memorias de la X Convención Internacional de las Industrias Metalúrgica, Mecánica y del Reciclaje “Metánica 2007”, ISSN 1607-6281.
13. CAÑIZARES P, G y CABRERA B, X (2010) “Aplicación práctica de una metodología para la elaboración del diagnóstico ambiental en organizaciones de la provincia Villa Clara”, publicado en CD con las memorias del 7 Simposio Internacional Calidad 2010”.
14. CAÑIZARES P, G y CABRERA B, X (2011) “Aplicación práctica de una metodología para la elaboración del diagnóstico ambiental en organizaciones de la provincia Villa Clara”, publicado en el CD con las memorias del Simposio Internacional Medio Ambiente Siglo XXI “MAS XXI”, ISBN 978-959-250-693-0.
15. CAÑIZARES P, G, FERNANDEZ S, E (2012) “El sistema integrado Calidad-Medio Ambiente: una experiencia desde la UEB Gases Industriales Villa Clara” publicado en el CD con las memorias de la Conferencia Internacional de Ingeniería Mecánica COMEC 2012” ISBN 978-959-250-757-9.
16. CAÑIZARES P, G, FERNANDEZ S, E (2013). “El sistema integrado Calidad-Medio Ambiente: una experiencia desde la UEB Gases Industriales Villa Clara” publicado en el CD con las memorias del Simposio Internacional Calidad 2013, La Habana. ISBN 978-959-7136-99-6.
17. CAÑIZARES P, G, FERNANDEZ S, E (2013). “El sistema integrado Calidad-Medio Ambiente: una experiencia desde la UEB Gases Industriales Villa Clara” publicado en el CD con las memorias del Simposio Internacional de Química” SIQ 2013” ISBN 978-959-250-871-2.
18. CAÑIZARES P, G, RIVERO A, MF, GORDIS G, C, PEREZ B, R (2013) “La gestión energética y su impacto en las organizaciones del territorio villaclareño” publicado en el CD con las memorias del Simposio Internacional Calidad 2013, La Habana, ISBN 978-959-7136-99-6.
19. CAÑIZARES P, G, RIVERO A, MF, GORDIS G, C, PEREZ B, R, GONZALEZ S, E (2014) “La gestión energética y su impacto en las organizaciones del territorio

## *Bibliografía Consultada*

- villaclareño” Revista Tecnología Química, universidad de Oriente, Vol XXXIV, No 1, enero-abril, 2014, pp 19-27.
20. CARRETERO, A. Y GARCÍA, J. (2012) Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora. Disponible en: [www.aenor.org](http://www.aenor.org).
  21. CASTELLANOS, E. (2013) Maestría en Gestión de Energía y Medio Ambiente. Universidad Nacional San Luis Gonzaga del ICA. Disponible en: <http://es.scribd.com>.
  22. CONSEJO MUNDIAL DE LA ENERGÍA (2004) “Energy Efficiency: A Worldwide Review – Indicators, Policies, Evaluation” World Energy Council and French Environment and Energy Management Agency (ADEME).
  23. CUENDÍAS DE ARMAS, J y otros (2006). “Desarrollo de sistemas integrados de gestión de la calidad y medio ambiente”. Revista Normalización No. 2 Edición Especial. La Habana..
  24. CUEVAS H, M, CAÑIZARES P, G, PEREZ B, R, (2013) “Diseño del sistema de gestión energética integrado al Sistema de gestión de la Ronera Central”, publicado en el CD con las memorias del Simposio Internacional Calidad 2013, La Habana, ISBN 978-959-7136-99-6.
  25. CUGAT, J Y ROMEO, M. (2009) “Propuesta de un cuadro de indicadores para un Sistema de gestión integrada (calidad, medio ambiente y PRL) específico del sector de la construcción”: Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.
  26. DIAZ C, L, CAÑIZARES P, G, LUGONES V, S, FERNANDEZ S, E (2011) “Propuesta de un sistema de indicadores para evaluar el desempeño de los sistemas de gestión calidad-medio ambiente-energía en la Empresa Gases Villa Clara”, publicado en el CD con las memorias del evento MAS XXI 2013 ISBN 978-959-250-872-9.
  27. ELECTRICA, C. U. (2007) Guía metodológica para la implementación de un sistema de gestión ambiental en las entidades de la UNE.
  28. ESCOBAR, G. (2003) “Manual de auditorías energéticas”. Dirección General de Industria, Energía y Minas. Consejería de Economía e Innovación tecnológica. Asociación para la Investigación y Diagnóstico de la Energía. España.
  29. ESPINOSA P, R y otros (1984) “*Sistema de utilización del calor*”. Editorial Pueblo y Educación.

## *Bibliografía Consultada*

30. EUROPEAN COMMISSION (2010). "Decoupling indicators Basket-of-products indicators Waste management indicators. Draft for public consultation.
31. FERNÁNDEZ H, A. (2005) "Sistemas integrados de gestión". Centro para la calidad en Asturias. Disponible en: <http://www.portalcalidad.com/modules/mydownloads /singlefile>.
32. GARCIA, I (2009) "Integración de sistemas de gestión en una industria química" en X CONGRESO BOLIVARIANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL.
33. GARMENDIA L, (2010) "Propuesta tecnológica para el mejoramiento de la gestión energética en el Hospital José Luis Miranda" Tesis en opción al grado académico de Master en eficiencia energética. UCLV.
34. GRANERO CASTRO, J. & FERRANDO SÁNCHEZ, M. (2007) Cómo implantar un sistema de gestión ambiental según ISO 14001:2004. 2 ed., FC Editorial.
35. GUERRA J, (2011) "Las empresas de servicios energéticos como instrumento para la eficiencia energética". Centro de Eficiencia Energética de Zaragoza. Disponible en Internet en: <http://catedra cemex.unizar.es>.
36. Guía para el análisis y evaluación de calderas y redes de distribución de vapor. Inspección estatal energética. 2003.
37. HENRI, J.-F. Y JOURNEAULT, M. (2008) "Environmental performance indicators: An empirical study of Canadian manufacturing firms", Journal of Environmental Management, no. 87, p. 165–176.
38. HERNANDEZ M, S. y CAÑIZARES P, G (2007) "Factibilidad económica de la integración de un SGA al SGC en la OTN Villa Clara", publicado en CD con las memorias del "II Encuentro de Tecnologías y Gestión del Conocimiento" ISBN 959-234-057-9.
39. HERNÁNDEZ, S. (2006) "Diseño del Sistema de Gestión Ambiental integrado al Sistema de Gestión de la Calidad en la Oficina Territorial de Normalización de Villa Clara". Tesis en opción al título académico de master en Seguridad tecnológica y ambiental en procesos químicos. Facultad Química Farmacia. UCLV.
40. HUGOT, E. (1980) "*Manual para ingenieros*". Edición Revolucionaria, Reimpresión cubana.

## *Bibliografía Consultada*

41. ISAAC-GODÍNEZ, et al (2012) “Manual de gestión ambiental organizacional”. ISBN: 978-959-261-387-4.
42. ISO (2011) “Gana el desafío de la energía con ISO 50001”. Disponible en Internet página web de la ISO [.www.iso.org/iso/isofocus](http://www.iso.org/iso/isofocus).
43. IZQUIERDO, A (2009) “Plan estratégico de Tecnologías energéticas: Evolución de las políticas europeas de investigación y desarrollo de energía”. Comité de Programa de Energía-FP7 CDTI. Programa Marco de I+D. Disponible en Internet en: <http://catedra.cemex.unizar.es/descargas>.
44. JIMÉNEZ, C (1993) “Análisis energético en un proceso de producción de alcohol. Ingeniería Energética. Vol. XIV, Nº 3.
45. KATHRYN CORMICAN (2014) “Integrated Enterprise Risk Management: From process to Best Practice” Modern Economy. Published Online <http://www.scirp.org/journal/me>, <http://dx.doi.org/10.4236/me.2014.54039>.
46. LAPIDO, M. (2011) “Papel de indicadores de consumo energético en ISO 50001” Universidad de Cienfuegos.
47. LEYVA, M (2011) “Evaluación de soluciones tecnológicas en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas mediante un sistema local de indicadores de sostenibilidad ambiental” Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Técnicas. UCLV Santa Clara. Cuba.
48. LÓPEZ C, C, CAÑIZARES P, G, FEYT L, R, (2013) “Procedimiento para la gestión de la energía en la Empresa Gases Industriales” publicado en el CD con las memorias del evento MAS XXI 2013 ISBN 978-959-250-872-9.
49. MAGARIÑOS, A., CASAL, C., PALLARDO, F. & ECHEGOYEN, T. El tesoro de medio ambiente de la secretaria general de medio ambiente.
50. MANUEL, W. (1995) Indicadores ambientales para Latinoamérica y el Caribe. Hacia la sustentabilidad en el uso de tierras. IICA.
51. MEDEL, F et al (2012) Índice global de desempeño ambiental: casos de estudio en la generación distribuida de Villa Clara, en la 16 Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura. Palacio de Convenciones. Cuba.
52. MENÉNDEZ P, (2009). “Energía y medio ambiente”. Departamento de Ecología. Disponible en Internet en: <http://catedra.cemex.unizar.es/descargas>.

## *Bibliografía Consultada*

53. MINISTERIO DE FOMENTO (2007). “Sistemas Integrados de gestión”. Disponible en: [www.fomento.es/NR/rdonlyres/](http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/).
54. MOLINER, R (2011). “Oportunidades de la química en el campo de la energía sostenible”, Instituto de Carboquímica. CSIC. Disponible en Internet en: <http://catedra.cemex.unizar.es>.
55. MONTEAGUDO S, K, CAÑIZARES P, G, FERNANDEZ S, E (2011) “Procedimiento para la identificación, evaluación y control de los riesgos (laborales y ambientales) de la Unidad Empresarial de Base (UEB) “Gases Industriales Villa Clara”, publicado en el CD con las memorias del Simposio Internacional de Química” SIQ 2013” ISBN 978-959-250-871-2.
56. MONTEAGUDO, J y GAITAN O. Herramientas para la gestión energética empresarial. Scientia Et Technica, vol. XI, núm. 29, diciembre, 2005, pp. 169-174, Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911948015>.
57. OFICINA NACIONAL DE ESTADÍSTICAS: ONE. Dirección de Industrias. Medio ambiente en cifras, Edición enero-diciembre 2008. Disponible en [www.one.cu](http://www.one.cu).
58. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: ONN (2004) Norma cubana NC-ISO 14050: Sistema de gestión ambiental. Vocabulario.
59. OLSTHOORN, X y TYTECA, D. (2001) Environmental indicators for business: a review of the literature and standardisation methods. Journal of Cleaner Production, 453–463 pp.
60. ORMAZABAL, F y LARRAÑAGA, E. (1999) Guía de indicadores medioambientales para la empresa. Ministerio Federal de Medio Ambiente de Alemania. Berlin: IHOBE, S.A., 30-48 pp.
61. OSTERMAN, M. (2002) The Strategic Role of Cleanar Production in China, a case study.
62. PÉREZ C, M y CAÑIZARES P, G (2009) “Diagnóstico para la implementación de un Sistema de gestión de Ciencia e Innovación Tecnológica integrado al Sistema de gestión de calidad en la OTN Villa Clara, publicado en CD con las memorias del evento TECNOGESC, ISBN 978-959-234-073-2.
63. PÉREZ, M, (2008) “Diseño e integración del Sistema de gestión de I+D+i al sistema de gestión de la calidad de la Oficina Territorial de Normalización de Villa

## *Bibliografía Consultada*

- Clara. Tesis en opción al título académico de master en gerencia de la ciencia y la innovación.
64. PÉREZ, O. (2009) "Propuesta del Programa de gestión ambiental del Cardiocentro "Ernesto Che Guevara" de Villa Clara" Tesis en opción al grado académico de máster en gestión ambiental. Facultad Química Farmacia: UCLV.
  65. POVEDA, M. (2007) "Eficiencia energética: Recurso no aprovechado". OLADE.
  66. RODRIGUES BIO DE TOLEDO, S (2005) "Indicadores da capacidades de gestao ambiental urbana dos movernos locais nas cidades medias do estado de Sao Paulo" Dissertacao de Mestrado para obtencao do Titulo de Mestre em Geografia. Rio Claro (SP).
  67. RODRÍGUEZ RICO, I (2005). "Conferencia Impacto Ambiental" UCLV.
  68. SANCHEZ, M (2010). "Procedimiento metodológico general para la evaluación del funcionamiento y el diseño de tecnologías naturales de tratamiento de aguas residuales" Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Técnicas. UCLV, Santa Clara. Cuba.
  69. SANTANA A, D, CAÑIZARES P, G y VALDES P, N (2007) "El SGRH integrado al SGC en la OTN Villa Clara, publicado en CD con las memorias del "II Encuentro de Tecnologías y Gestión del Conocimiento" ISBN 959-234-057-9.
  70. SANTANA A, D, CAÑIZARES P, G y VALDES P, N (2009) "Adecuación del SGSST al SGC de la OTN Villa Clara", publicado en CD con las memorias del evento TECNOGESC, ISBN 978-959-234-073-2.
  71. SANTANA A, D. (2008) "Diseño e integración del Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo al sistema de gestión de la calidad en la Oficina Territorial de Normalización". Tesis en opción al título académico de master en gerencia de la ciencia y la innovación.
  72. SANZ, M. (2010) "Las innovaciones tecnológicas y su posible influencia en el futuro escenario energético". Fundación CIRCE-Universidad de Zaragoza. Disponible en: <http://catedra.cemex.unizar.es/descargas>.
  73. SCIENCE, A. A. O. (2002) Producción mas limpia, una solución a la contaminación.
  74. SERNA, M (2010) Gestión energética empresarial una metodología para la reducción del consumo de energía" P+L Vol 5 No. 2.

## *Bibliografía Consultada*

75. Sistema nacional de indicadores ambientales (2013) México. Disponible:<http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores11/conjuntob/00conjunto/temas.html>.
76. TEMPANY, P. (2010) “Mejoras técnicas disponibles y la eficiencia de energía en industria”. Cátedra CEMEX. Fundación CIRCE.
77. TOLEDO-HERNÁNDEZ, C., SILVA MARINS, F.A., MEDEIROS DA ROCHA, P. Y RODRIGUEZ DURAN, J.A. (2010) 'Using AHP and ANP to Evaluate the Relation between Reverse Logistics and Corporate Performance in Brazilian Industry', Brazilian Journal of Operations & Production Management, vol. 7, no. 2, pp. 47-62.
78. TRETO G, R (2005) “Aplicación de técnicas y herramientas básicas en la integración de un SGA a un SGC”. Cuba.
79. TRETO G, R y CAÑIZARES P, G (2003). “¿Sistema de Gestión Ambiental ISO 14000 y/o Reconocimiento Ambiental? Revista Normalización No.2 del 2003.
80. UNION EUROPEA (2003) “Orientaciones sobre la selección y el uso de indicadores del comportamiento medioambiental (Reglamento EMAS)” Diario Oficial Anexo 1.
81. UTE (2012) “Energía solar térmica: aplicación en sistemas de climatización de piscinas” Presentación.
82. VAN BERKEL, R. (2005). Sustainable Development and Cleaner Production in Minerals and Energy Production. Sixth International Symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production, Calgary, Alberta, Canada, May 30 – June 2, 2000. Page 1 of 17.
83. WEHRMEYER, W., TYTECA, D. & WAGNER, M. (2001) How many (and which) Indicators are necessary to compare the Environmental Performance of Companies? A sectoral and statistical answer.

**Anexo 1**

**Tabla A-1: Matriz base para el diseño del sistema que integra la gestión ambiental y la energética al SGC de una industria.**

ISO 9001:2008		ISO 14001:2004		ISO 50001:2011		Descripción de cómo la industria cumple con los requisitos
Capítulo	Título	Capítulo	Título	Capítulo	Título	
-	Prólogo	-	Prólogo	-	Prólogo	
-	Introducción	-	Introducción	-	Introducción	
1	Objeto y campo de aplicación	1	Objeto y campo de aplicación	1	Objeto y campo de aplicación	
2	Referencias normativas	2	Referencias normativas	2	Referencias normativas	
3	Términos y definiciones	3	Términos y definiciones	3	Términos y definiciones	
4	Sistema de Gestión de la calidad	4	Requisitos del sistema de gestión ambiental	4	Requisitos del sistema de gestión de la energía	
4,1	Requisitos generales	4,1	Requisitos generales	4,1	Requisitos generales	
5	Responsabilidad de la dirección	-	-	4,2	Responsabilidad de la dirección	
5,1	Compromiso de la dirección	4,4,1	Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad	4,2,1	Alta dirección	
5,5,1 5,5,2	Responsabilidad y autoridad Representante de la dirección	4,4,1	Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad	4,2,2	Representante de la dirección	
5,3	Política de calidad	4,2	Política ambiental	4,3	Política energética	
5,4	Planificación	4,3	Planificación	4,4	Planificación energética	

ISO 9001:2008		ISO 14001:2004		ISO 50001:2011		Descripción de cómo la industria cumple con los requisitos
Capítulo	Título	Capítulo	Título	Capítulo	Título	
5,4,1	Objetivos de la calidad	4,3	Planificación	4,4,1	Generalidades	
7,2,1 7,3,2	Determinación de los requisitos relacionados con el producto Elementos de entrada para el diseño y desarrollo	4,3,2	Requisitos legales y otros requisitos	4,4,2	Requisitos legales y otros requisitos	
5,4,1 7,2,1	Objetivos de la calidad Determinación de los requisitos relacionados con el producto	4,3,1	<b>Aspectos ambientales</b>	4,4,3	<b>Revisión energética</b>	
-	-	-	-	4,4,4	<b>Líneas de base energética</b>	
-	-	-	-	4,4,5	<b>Indicadores de desempeño energético</b>	
5,4,1 7,1	Objetivos de la calidad Planificación de la realización del producto	4,3,3	Objetivos, metas y programas	4,4,6	Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía	
7	Realización del producto	4,4	Implementación y operación	4,5	Implementación y operación	

ISO 9001:2008		ISO 14001:2004		ISO 50001:2011		Descripción de cómo la industria cumple con los requisitos
Capítulo	Título	Capítulo	Título	Capítulo	Título	
7,5,1	Control de la producción y de la prestación del servicio	4,4,6	Control operacional	4,5,1	Generalidades	
6,2,2	Competencia, formación y toma de conciencia	4,4,2	Competencia, formación y toma de conciencia	4,5,2	Competencia, formación y toma de conciencia	
5,5,3	Comunicación interna	4,4,3	Comunicación	4,5,3	Comunicación	
4,2	Requisitos de la documentación	-	-	4,5,4	Documentación	
4,2,1	Generalidades	4,4,4	Documentación	4,5,4,1	Requisitos de la documentación	
4,2,3	Control de los documentos	4,4,5	Control de los documentos	4,5,4,2	Control de los documentos	
7,5,1	Control de la producción y de la prestación del servicio	4,4,6	Control operacional	4,5,5	Control operacional	
7,3	Diseño y desarrollo	-	-	4,5,6	Diseño	
7,4	Compras	-	-	4,5,7	Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía	
8	Medición, análisis y mejora	4,5	Verificación	4,6	Verificación	
7,2,3 8,2,4 8,4	Comunicación con el cliente Seguimiento y medición del producto Análisis de datos	4,5,1	Seguimiento y medición	4,6,1	Seguimiento, medición y análisis	

ISO 9001:2008		ISO 14001:2004		ISO 50001:2011		Descripción de cómo la industria cumple con los requisitos
Capítulo	Título	Capítulo	Título	Capítulo	Título	
7,3,4	Revisión del diseño y desarrollo	4,5,2	Evaluación del cumplimiento legal	4,6,2	Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos	
8,2,2	Auditoría interna	4,5,5	Auditoría interna	4,6,3	Auditoría interna del sistema de gestión de la energía	
8,3 8,5,2 8,5,3	Control del producto no conforme Acción correctiva Acción preventiva	4,5,3	No conformidad, acción correctiva y acción preventiva	4,6,4	No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva	
4,2,4	Control de los registros	4,5,4	Control de los registros	4,6,5	Control de los registros	
5,6	Revisión por la dirección	4,6	Revisión por la dirección	4,7	Revisión por la dirección	
5,6,1	Generalidades	4,6	Revisión por la dirección	4,7,1	Generalidades	
5,6,2	Información de entrada para la revisión	4,6	Revisión por la dirección	4,7,2	Información de entrada para la revisión por la dirección	
5,6,3	Resultados de la revisión	4,6	Revisión por la dirección	4,7,3	Resultados de la revisión por la dirección	

**Anexo 2**

**Método para la selección de los miembros del equipo de expertos que realiza el diagnóstico energético-ambiental.**

**Fuente: Hurtada de Mendoza (2003), referenciado por Díaz (2013)**

Para la selección se siguen los siguientes pasos:

**1. Lista inicial de candidatos a expertos.**

Se listan los datos de los candidatos a expertos que tienen conocimientos sobre el tema objeto del diagnóstico, los que pueden pertenecer a diversas áreas de la industria.

Tabla A-2.1: Lista inicial de candidatos a expertos

No.	Nombre y apellidos	Años de experiencia	Especialidad
1			
2			

**2. Determinación del coeficiente de competencia de cada candidato.**

Es necesario realizar una valoración sobre el nivel de experiencia, evaluando los niveles de conocimiento que poseen sobre el tema en cuestión. Para determinar el coeficiente de competencia se aplica una encuesta a cada uno de los candidatos a expertos la cual se muestra a continuación:

a- Marque con una (x), en una escala creciente del 1 al 10, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento o información que tiene sobre el tema.

Tabla A-2.2: Grado de conocimiento de los candidatos a expertos

Candidatos a expertos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										

b- Marque con una (x), en nivel que usted cree que corresponde a cada uno de los aspectos reflejados en la tabla siguiente:

Tabla A-2.3: Nivel de conocimiento de los candidatos a expertos

No	Fuentes de argumentación	Escala por niveles		
		Alto	Medio	Bajo
1	Análisis teóricos realizados por usted			
2	Experiencia práctica			
3	Estudio de investigaciones de autores nacionales			
4	Estudio de investigaciones de autores extranjeros			
5	Intuición			

La pregunta uno permite el cálculo del coeficiente de conocimiento o información utilizando la ecuación siguiente:  $K_{ij} = n(0,1)$

Donde:

$K_{cj}$  : Coeficiente de conocimiento o información del experto “j”.

$n$  : Rango seleccionado por el experto “j”.

La pregunta dos permite calcular el coeficiente de argumentación, utilizando para ello una tabla patrón, la que asigna un valor a cada opción posible a marcar por los candidatos en la encuesta, la que se muestra a continuación.

Tabla A-2.4: Nivel de conocimiento de los candidatos a expertos

No.	Fuentes de argumentación	Escala por niveles		
		Alto	Medio	Bajo
1	Análisis teóricos realizados por usted	0.3	0.2	0.1
2	Experiencia práctica	0.5	0.4	0.2
3	Estudio de investigaciones de autores nacionales	0.05	0.05	0.05
4	Estudio de investigaciones de autores extranjeros	0.05	0.05	0.05
5	Intuición	0.05	0.05	0.05

Obteniendo el coeficiente mediante la expresión siguiente:  $K_a = \sum_{i=1}^5 n_i$

Donde:

$K_{aj}$  : Coeficiente de argumentación del experto “j”

$n_i$  : Valor correspondiente a la fuente de argumentación “i” (i: 1 hasta 5)

Luego se determina el coeficiente de competencia mediante la siguiente expresión:

$$K_{comp} = \frac{1}{2} \times (K_c + K_a)$$

Los resultados que se obtengan se plantean en forma de tabla:

Tabla A-2.5: Coeficiente de competencia de los candidatos a expertos

Experto	$K_c$	$K_a$	$K_{comp}$	Orden
1				
2				

El orden se asigna en valor ascendente a partir de 1, comenzando por el experto que mayor valor obtenga del coeficiente de competencia ( $K_{comp}$ ).

Para seleccionar los expertos se consideran los criterios siguientes:

- Competencia del experto Alta (A): sí  $K_{comp} > 0.8$
- Competencia del experto Media (M): sí  $0.5 < K_{comp} \leq 0.8$
- Competencia del experto Baja (B): sí  $K_{comp} \leq 0.5$

Entonces se seleccionan los siete expertos con mayor coeficiente de competencia.

Anexo 3

Tabla A-3.1: Lista de chequeo para el diagnóstico energético - ambiental

Aspecto a revisar	Requisito asociado	Conforme	No Conforme	Observaciones
<b>Diagnóstico energético preliminar</b>				
1. Estado de las instalaciones, locales, parque de transporte, talleres, etc, en relación al estado físico del sistema eléctrico y a las tecnologías energéticas empleadas para la generación y/o transformación de la energía entrante que se consume en la industria (no grupos electrógenos). Situación de los equipos consumidores de energía eléctrica por cada tipo de sistema energético (iluminación, compresión, refrigeración, climatización, aire comprimido, vapor, agua caliente sanitaria, agua refrigerada, etc.). Estado técnico y prácticas de mantenimiento de los equipos de refrigeración y climatización, así como la política de sustitución del equipamiento que usa sustancias agotadoras del ozono (SAOs). Estado de los sistemas que prestan servicios internos en la empresa (comunicación, elevadores, traslado de materiales o productos, etc).				
2. Existen y están actualizados los balances de energía y materiales. En el caso del balance de agua ver punto 21.				
3. Existe y está actualizado el acomodo de cargas.				
4. Existe y está actualizado el Banco de Problemas energéticos. Están debidamente presentadas las inversiones para el mejoramiento de la Eficiencia Energética				
5. Se realiza el autocontrol mensual por las guías de CUPET y de la Empresa Eléctrica (Bitácora).				
6. Existencia de los Contratos de servicios actualizados.				
7. Existen (debidamente firmados por la máxima dirección), se cumplen y se controlan los planes y/o programas de ahorro de portadores energéticos y agua.				
8. Existen los planes anuales y mensuales de consumo de portadores aprobados por la instancia superior (CDA-002).				
9. Se analiza el comportamiento de los consumos respecto al plan. Se concilia la factura en unidades físicas y valor con la Empresa Eléctrica.				
10. Coinciden los datos reales de la entidad con los documentos contables y primarios. Se comparan con los reflejados en los modelos 5073 (modelos de las demandas y comparaciones contra real consumido) y con CDA-002).				
11. Existe la fundamentación de los índices de consumo establecidos y están debidamente actualizados.				
12. Están calibrados y/o verificados según proceda los instrumentos de medición.				
13. Existen y están actualizados los planes de prevención de riesgos, que incluyan los riesgos energéticos.				
14. Se aplica de forma correcta el manejo de las tarjetas magnéticas para el control del combustible, según las resoluciones vigentes. Se realizan los balances a fin de				

mes. Coincide con los datos expresados en el 5073.				
15. Existen las Certificaciones de la APCI para locales que lo requieren y/o certificación del nivel de seguridad.				
16. Están actualizadas las tarjetas de equipos de procesos tecnológicos, equipos de mantenimiento y de transporte.				
17. Existen las guías o estudios de lubricación debidamente aprobados.				
18. Se cumple la Resolución vigente del Ministerio de Transporte (MITRANS), referente al uso y control de las Hojas de rutas.				
19. Están actualizados y conciliados los registros de operaciones de los Grupos Electrógenos (donde existan).				
20. Existe (con designación de la dirección) y funciona la comisión energética o equipo de gestión de la energía. Participa la dirección de la industria en el análisis de la eficiencia energética del centro.				
<b>Evaluación ambiental</b>				
21. <b>Manejo del agua:</b> Se cuenta con el balance de agua de la instalación que considere la descripción de la red de suministro interno de la entidad y los consumos de agua anuales totales y por unidad de producto/servicio. Están definidas las medidas o programa para el uso eficiente del agua. Se realizan caracterizaciones y monitoreos para determinar la calidad físico-química y microbiológica del agua (aguas para diferentes usos).				
22. <b>Calidad del aire.</b> Se han efectuado monitoreos de la calidad del aire o de emisiones y se han contemplado los efectos sinérgicos de las fuentes emisoras existentes.				
23. <b>Ruidos y vibraciones:</b> Existen mediciones de los niveles de ruido detectado. Se han presentado quejas por las personas expuestas. Resultado de las medidas tomadas para minimizar los impactos generados por altos niveles de ruidos/vibraciones.				
24. <b>Residuales líquidos:</b> Se realizan caracterizaciones o monitoreos con muestreos representativos a los residuales líquidos que se generan. Funciona y tiene buen estado técnico-constructivo el (los) sistema de tratamiento que exista. Manejo de los lodos y residuos sólidos generados por el tratamiento.				
25. <b>Residuales sólidos:</b> Están identificados los tipos y cantidades totales de desechos sólidos generados, así como la naturaleza de los residuos recuperables y no recuperables. Están identificados y con buenas condiciones higiénico-sanitarias las áreas para el manejo de residuos sólidos. Están definidos y se cumplen los ciclos de recogida de desechos sólidos. Existe y se cumple el contrato con la Empresa de Recuperación de Materias Primas.				
26. <b>Productos Químicos, Combustibles y Lubricantes:</b> Están identificados los tipos, cantidades existentes o producidas, aplicación y requisitos de usos y prácticas de manejo, incluyendo el cumplimiento de los requisitos y normas de almacenamiento y transporte de productos				

<p>químicos, combustibles y lubricantes. Los locales de almacenamiento cuentan con muros de contención y buenas condiciones constructivas, de ventilación e iluminación; estado de la cubierta y restricción de acceso. Está definida la gestión de envases vacíos. Existen procedimientos operativos y materiales para enfrentar derrames accidentales de aceites, lubricantes y productos químicos. Han ocurrido derrames o escapes de estos productos, en caso positivo valorar la eficacia de las acciones de remediación del área afectada realizadas. Están disponibles las fichas de información de los productos químicos utilizados. Existen productos químicos ociosos y caducados, así como procedimientos para su gestión. Los trabajadores disponen de medios de protección personal para la manipulación de los productos químicos existentes y conocen los riesgos y peligros a que están expuestos.</p>				
<p>27. <b>Desechos peligrosos:</b> Existe el Plan de manejo integral de desechos peligrosos debidamente aprobado por el CITMA y se entregan las informaciones del cumplimiento. Han ocurrido derrames, escapes o disposición no planificada de estos desechos, en caso positivo valorar la eficacia de las acciones de remediación del área afectada realizadas. Existen procedimientos operativos y disponibilidad de materiales y tecnologías para enfrentar estas contingencias. Los trabajadores disponen de medios de protección para la manipulación de desechos peligrosos y conocen los riesgos y peligros a que están expuestos.</p>				
<p>28. <b>Áreas verdes, jardinería o áreas exteriores:</b> El estado de conservación y cuidado de las especies predominantes es bueno. Las prácticas de control de plagas, malas hierbas, tratamiento fitosanitario y abonos usados no son agresivos. Se cumplen las normas para el riego. Existe organización, higiene y estética de las áreas exteriores.</p>				
<p>29. <b>Condiciones higiénico-sanitarias:</b> Las condiciones higiénico-sanitarias en las diferentes áreas son buenas.</p>				
<p>30. <b>Control de vectores:</b> Existe presencia de vectores. Los métodos y productos utilizados no son agresivos.</p>				
<p>31. <b>Drenaje pluvial:</b> El funcionamiento del sistema de drenaje pluvial de las edificaciones y áreas exteriores es bueno. La disposición final de las aguas pluviales recolectadas es adecuada. Existen filtraciones en techos y paredes y áreas con mal drenaje, donde se acumule el agua. Se han ejecutado acciones que afectan el drenaje de áreas aledañas a la industria.</p>				
<p>32. <b>Protección e higiene del trabajo, Protección contra incendios y Planes de contingencia:</b> Existe y se cumple el Plan de prevención de riesgos laborales, así como el plan de reducción de desastres y el plan de protección contra incendios aprobado por las entidades autorizadas. Existe disponibilidad de medios para reaccionar ante situaciones de contingencia identificadas.</p>				
<p>33. <b>Introducción de los resultados científico-técnicos e</b></p>				

<b>innovación tecnológica:</b> Están incluidos los problemas ambientales en el banco de problemas. Se han presentado en los Forum de Ciencia y Técnica o la ANIR, trabajos cuyo impacto contribuye a la mejora del desempeño ambiental y energético de la industria.				
<b>34. Promoción de valores culturales naturales e históricos nacionales y locales y vínculos con la comunidad:</b> La industria promueve los valores culturales, naturales e históricos nacionales y locales. Existen convenios de colaboración o intercambio con instituciones del territorio, escuelas, círculos infantiles, instituciones de salud, etc. La industria mantiene vínculos con la comunidad.				
<b>35. Atención al hombre:</b> Existen buenas condiciones de trabajo del personal que contribuyan a su estabilidad y sentido de pertenencia.				
<b>36. Percepción de las autoridades y población circundante sobre el desempeño ambiental:</b> Existe buena opinión de las autoridades locales, organizaciones de masas y población residente, sobre el desempeño ambiental y sobre la incidencia de sus actividades en el estado del medio ambiente local y la calidad de vida. Han existido quejas de la comunidad con relación a problemas ambientales generados por la entidad. La industria ha recibido algún reconocimiento nacional, internacional, territorial o sectorial por su desempeño ambiental.				
<b>37. Playa-zona costera</b> (para industrias que desarrollan sus actividades en las mismas): El estado de la playa es bueno, se evidencian síntomas de erosión. Se toman medidas para contribuir al manejo integrado y protección de la zona costera. Se aplican o se contribuye con métodos apropiados a la limpieza de la playa o zona costera.				
<b>Sobre otros elementos relativos al Sistema de Gestión</b>				
38. Está documentado el alcance y los límites del SGA, SGEN y/o SIG.				
39. Está nombrado el representante de la dirección para el SGA, SGEN y/o SIG.				
40. Está definida: la política ambiental, política energética y/o política del sistema integrado de gestión.				
41. Está definido y se evalúa el cumplimiento de todos los requisitos legales aplicables relacionados con los aspectos ambientales y el uso y consumo de la energía y la eficiencia energética. Existe el registro de dicha evaluación.				
42. Se han aplicado medidas como resultado de inspecciones estatales realizadas por organismos rectores (MINSAP, MIP, INRH, CITMA, MININT, OTN, CUPET, EMPRESA ELECTRICA). Las causas de las medidas que no se cumplen son imputables a la industria.				
43. Se cuenta con licencia sanitaria.				
44. Está documentada la metodología y el criterio utilizado para desarrollar la revisión energética y ésta considera: el análisis del uso y el consumo de la energía, la identificación de las áreas de uso significativo de energía y el registro de				

oportunidades para mejorar el desempeño energético.				
45. Está definida la (las) línea(s) base energética en correspondencia con la revisión energética inicial. Existe el registro gráfico que lo evidencie.				
46. Están identificados los indicadores de desempeño energético (IDEnS) en base a los índices de consumo técnicamente fundamentados.				
47. Están documentados los objetivos y metas ambientales y energéticas. Son coherentes con la política y se incluyen en la planeación estratégica de la industria.				
48. Existe y se cumple el plan de capacitación del personal en relación a los usos y consumos de la energía y sus aspectos/problemas ambientales a partir de las necesidades de formación identificadas.				
49. Existen mecanismos para la comunicación interna y externa.				
50. Está definida la documentación que integra el SGA, SGEEn y/o SIG, así como el proceder para el control de los documentos, incluida la documentación técnica y los registros necesarios.				
51. Existe y se cumple la planificación para la eficaz operación y el mantenimiento de instalaciones, procesos, sistemas y equipos relacionados con los aspectos ambientales y el uso significativo de la energía (áreas y puestos claves).				
52. Se consideran y registran las oportunidades de mejora del desempeño ambiental y energético en el diseño de nuevas instalaciones o que se modifican, así como de equipos, sistemas y procesos que puedan tener un impacto significativo en el desempeño ambiental y energético.				
53. Se tramita la licencia ambiental correspondiente ante nuevas instalaciones o aquellas que se modifican.				
54. Existe una política definida para la adquisición de productos y tecnologías amigables con el medio ambiente (productos a granel limitando los embalajes y envases; productos biodegradables; productos reciclables; sustitución de materias primas y sustancias químicas tóxicas y corrosivas; tecnologías que reduzcan el consumo de agua, energía, productos y la generación de residuos).				
55. Están definidas y documentadas las especificaciones de compra de servicios de energía, productos y equipos que tengan o puedan tener impacto significativo en el medio ambiente y en el uso de la energía. Se informa a los proveedores que las compras se evalúan en parte sobre la base del desempeño ambiental y energético.				
56. Se cumplen las normas de almacenamiento de los insumos adquiridos. El estado constructivo y organizativo de los almacenes es bueno. Se cumple con el control de inventarios y rotación de los productos.				
57. Está definido y se cumple el plan de medición energética, el programa de monitoreo y medición de las variables ambientales y el plan de calibración/verificación de				

instrumentos de medición.				
58. Existe y se cumple el plan y cronograma de auditorías internas y se conservan los registros que lo evidencien. Los auditores utilizados aseguran la objetividad e imparcialidad del proceso.				
59. Se registran y tratan las no conformidades reales o potenciales detectadas. Las acciones que se toman son apropiadas a la magnitud de los problemas y sus consecuencias sobre el desempeño ambiental y energético.				
60. La dirección revisa (y registra) a intervalos planificados el SGA, SGE n y/o SIG y en ésta se incluye: acciones de seguimiento a revisiones previas, revisión de la política, revisión del desempeño considerando los indicadores ambientales y energéticos, cumplimiento de requisitos legales, cumplimiento de objetivos/metás, resultados de auditorías internas, estado de acciones correctivas y preventivas, proyección del desempeño para el próximo período y las recomendaciones de mejora.				

#### **Estructura del informe resultante del diagnóstico**

- 1. Página de presentación** con título, datos de los ejecutores del diagnóstico, así como el logo que identifica la industria y la firma de la máxima dirección, en reconocimiento al contenido del mismo.
- 2. Índice.**
- 3. Datos de la entidad** (nombre; dirección; teléfono; FAX; email; organismo al que pertenece; persona que la representa; breve descripción de todas las actividades que realiza; área que ocupa; número de trabajadores; fecha de inicio de actividades; diagramas de flujo de los procesos; etc.).
- 4. Desempeño básico de la entidad.** Se refleja el cumplimiento del plan técnico-económico de los tres últimos años, utilizando los indicadores económicos y energéticos establecidos. Se hace un análisis comparativo y se reflejan los datos en forma de tabla.
- 5. Diagnóstico Energético-Ambiental:** Se incluye el resultado de la evaluación ambiental, la descripción del sistema energético, los resultados del diagnóstico energético preliminar y la aplicación de las herramientas de la TGTEE. A partir de ello se evalúa el impacto ambiental que ocasionan todas las actividades que se realizan. Debe reflejarse de manera precisa los impactos ambientales significativos que genera la industria.
- 6. Resumen de todos los hallazgos encontrados.**
- 7. Plan de acciones del diagnóstico.**
- 8. Definición de los elementos relativos a la planificación del sistema.**

#### **Anexo 4**

- **Descripción de las etapas del procedimiento para la gestión de la energía.**

Las etapas del procedimiento para la gestión de la energía son:

- ✓ **Identificación y evaluación del cumplimiento de requisitos legales aplicables al Sistema de Gestión de la Energía.**

Este proceso puede ejecutarse teniendo en cuenta las prácticas previamente establecidas en el marco del SGC.

- ✓ **Revisión Energética Inicial:** Se desarrolla según lo dispuesto en el epígrafe **2.3**

- ✓ **Línea de base energética:** Es la referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético. Se define una o unas líneas teniendo en cuenta los resultados de la revisión energética inicial y considerando un período para la recolección de datos adecuado al uso y al consumo de energía de la industria. Los cambios en el desempeño energético se miden respecto a la línea base que se defina. Se realizan ajustes a la línea base cuando los indicadores ya no sean representativos o por cambios importantes en los procesos

- ✓ **Indicadores de desempeño energético.** Para el establecimiento de los indicadores de desempeño energético se parte de definir primeramente los índices de consumo energéticos a fin de poder definir luego los indicadores. Eso abarca:

- a) Índices de consumo:** Se calculan los índices de consumo técnicamente fundamentados de todos los portadores energéticos y también del agua para uso industrial y para uso social, para las diferentes producciones que se realizan, teniendo en cuenta la línea de base energética, a excepción de haber existido cambio tecnológico con relación al diseño o cambios de las cifras de producción definidas en el Plan Técnico Económico, además en el caso de la energía eléctrica se tiene en cuenta el resultado del estudio de la carga eléctrica instalada a nivel de áreas.

- b) Presentación de los resultados:** Anualmente se revisa y se elabora el documento oficial de los índices de consumo plan técnicamente fundamentado que se firma y aprueba por la dirección, y a partir de él se elabora el modelo CDA 001 por el especialista de energía, donde se establecen las cifras mensuales de todos los portadores energéticos a consumir durante el año, teniendo en cuenta los reales consumidos en el año anterior y los modelos establecidos para los controles del transporte por las Unidades Estatales de Tráfico, donde proceda.

**c) Indicadores de Desempeño Energético:** Para el establecimiento de los indicadores de desempeño energético se utiliza la metodología que se describe en el epígrafe **2.4.1** o incluso a partir de los resultados de aplicar la TGTEE. Deben revisarse **regularmente** y compararse con la línea de base energética de forma apropiada. Resulta importante que esa revisión abarque también a los índices de consumo plan técnicamente fundamentados fijados para el año, teniendo en cuenta que pueden presentarse situaciones puntuales en los procesos (ejemplo cambios en niveles productivos) que conllevan a desviaciones de los índices planificados, cuando realmente lo que se requiere es ajustar las curvas de consumo y variar los índices.

✓ **Objetivos, metas y plan de acción para la gestión de la energía.**

A partir de la política de gestión de la industria, las dificultades identificadas en el diagnóstico, los requisitos legales, los usos significativos de la energía y procesos claves de consumo de energía, se definen los objetivos y metas energéticas. El control de los mismos se gestiona por el especialista de energía a través de los documentos: **Programa Energético, Programa de ahorro energético** (responden a lo establecido por el Ministerio de Economía y Planificación, MEP de Cuba) y el **Plan de Acción para la Gestión de la Energía** (responde a lo establecido en 4.4.6 de la ISO 50001). Los dos primeros se confeccionan en los plazos establecidos por el MEP, son aprobados en el consejo de dirección y firmado por el director. El Plan de Acción para la Gestión de la Energía se elabora como resultado de la revisión energética preliminar y lo firma el director.

Para la valoración monetaria de los consumos energéticos se utilizan las tarifas vigentes establecidas por los organismos correspondientes. Estos programas contendrán todo tipo de mejoras derivadas del análisis del diagnóstico o revisión energética, las acciones contenidas tendrán como sustento financiero el Plan de Negocios o presupuesto, en tal sentido no debe incluirse ninguna tarea que no tenga respaldo financiero, de requerirlo. Las medidas que requieran una inversión, al igual que cualquier otro proyecto tienen que ser sometidas a un estudio económico de factibilidad, teniendo definidos todos los indicadores técnicos - económicos que la caracterizan para facilitar su análisis financiero, con lo que se puede realizar la clasificación de las mejoras por la rentabilidad. Además, una vez aprobado el proyecto, tramitar la Licencia ambiental correspondiente, según lo orientado por el CITMA. En el Plan de cada industria deben incluirse diferenciadas las inversiones referidas al ahorro energético.

✓ **Demandas (controles) mensuales para el cumplimiento de los planes y programas.**

En las informaciones mensuales que realiza el especialista de energía se reflejan los resultados obtenidos en el transcurso del mes (conciliado con el área económica) y se solicitan las necesidades de recursos del próximo, ajustándolo a los planes y a las condiciones reales. Esa información mensual se basa en los registros de información primaria, según el **plan de medición energética** que defina la industria, teniendo en cuenta su tamaño, complejidad y equipos de seguimiento y medición de que disponga, asegurándose siempre que los equipos usados para la medición de las características claves (ejemplo medición de la energía eléctrica, de los combustibles, etc), proporcionen información exacta y repetible. Ejemplos de registros de información primaria pueden ser: auto lecturas eléctricas, control de aceites para la lubricación de equipos tecnológicos de procesos y de la actividad de mantenimiento, control de hojas de rutas para el control del combustible, etc.

✓ **Evaluación de los Planes.**

El estado de cumplimiento del Plan de Economía Energética se analiza **mensualmente** en el Consejo Energético, valorando no sólo el cumplimiento de las medidas sino el resultado económico de su implementación y si se corresponde con lo esperado. El **Programa de ahorro energético y/o Programa Energético** y los resultados de su cumplimiento, se entrega **trimestralmente**, al Departamento de Energía del Ministerio de Economía y Planificación de la provincia o municipio correspondiente. El **Plan de Acción de la Energía** se revisa por la máxima dirección de la industria en la Revisión por la dirección planificada al funcionamiento del sistema de gestión, en ese momento se valora el cumplimiento de los objetivos, las metas, los indicadores, entre otros aspectos.

• **Etapas fundamentales del procedimiento para la identificación, evaluación y el control de los factores de riesgo laboral y ambiental**

✓ **Gestión de riesgos e impactos**

Se propone que para la identificación de los peligros tanto laborales como ambientales, además del grupo de expertos se incorporen trabajadores de experiencia, los que aportan sus criterios sobre los peligros o factores de riesgos presentes área de trabajo. Se realiza por puesto de trabajo teniendo en cuenta todos los procesos, actividades u operaciones que se desarrollan en la industria, a través de dos etapas, la participativa y la valorativa. La participativa se realiza por listas de chequeo con los peligros o factores de riesgos que puedan estar presentes, también pueden ser utilizadas otras técnicas como entrevistas, discusión en grupo, etc. En la valorativa se procede al análisis de la información para

corroborar si la percepción de los trabajadores es adecuada. Como resultado del proceso de identificación se deja evidencia en registro, disponible en cada puesto de trabajo y una vez listados los factores de riesgos laborales se listan los ambientales. Como parte del proceso de identificación el Responsable de la actividad de medio Ambiente actualiza el Diagnóstico Ambiental.

La evaluación para determinar la magnitud de los factores de riesgos, tiene el objetivo de valorar la posibilidad de daños que pueden ocasionar dichos factores sobre los trabajadores, instalaciones y el medio ambiente, teniendo en cuenta que todo producto o servicio tiene también un impacto sobre el medio. En los casos que la evaluación adquiere un carácter complejo, se utilizan las técnicas de medición necesarias. Para la evaluación se siguen los pasos siguientes:

1. La estimación del riesgo e impactos se realiza estableciendo la probabilidad y consecuencia de ocurrencia y considera entre otros los siguientes aspectos: frecuencia de exposición, protección suministrada por los equipos de protección personal, existencia de trabajadores sensibles a determinados riesgos, exposición a los factores de riesgos, actos inseguros, etc.

2. La probabilidad de que los factores de riesgo se materialicen en un daño normalmente esperado de la exposición al peligro, se estima por la frecuencia de ocurrencia, según la siguiente escala:

Tabla A-4.1: Escalas para la estimación de la probabilidad de ocurrencia de un riesgo

<b>Probabilidad</b>	<b>Frecuencia</b>
Alta	Ocurrirá frecuentemente (Se presenta por lo menos una vez a la semana o una vez al mes )
Media	Ocurrirá en algunas ocasiones (Una vez en el trimestre o una vez en el semestre).
Baja	Ocurrirá raras veces (Una vez en el año o en situaciones de emergencia).

3. La materialización de un riesgo o impacto puede generar consecuencias diferentes cada una con su correspondiente probabilidad. Las consecuencias normalmente esperadas de un determinado riesgo o impacto son las que presentan mayor probabilidad de ocurrir, aunque es concebible que con una probabilidad menor se produzcan daños extremos. Las consecuencias de los riesgos e impactos identificados valoran las normalmente esperadas en caso de su materialización, atendiendo a su gravedad según los siguientes niveles:

Tabla A-4.2: Criterios para definir las consecuencias en función del daño

Consecuencias	Daños
Baja	Lesiones sin baja laboral o ambiental Ejemplos: Cortes, magulladuras pequeñas, irritación de los ojos, dolor de cabeza, ligeras alteraciones al entorno o cuando la gravedad del daño producido es irrelevante hacia el entorno (Ejemplos: Inadecuada gestión de desechos sólidos).
Media	Daños ambientales leves o moderados al entorno (Ejemplos: derrame de hidrocarburos y aceites, escapes puntuales de gases tóxicos, etc.) o lesiones con baja laboral sin secuelas o patologías que comprometan la vida (Ejemplos: Heridas, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, enfermedades que conducen a una incapacidad menor).
Alta	Daños irreversibles o graves hacia el entorno ( Ejemplos: explosiones, escapes permanentes de sustancias peligrosas o tóxicas con alto tiempo de permanencia en la atmósfera, o que contribuyan a impacto ambiental global, etc.), o lesiones que provocan secuelas invalidantes o patologías que pueden acortar la vida (Ejemplos: Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales, cáncer y otras enfermedades crónicas)

4. El riesgo o impacto se evalúa como resultado de la probabilidad de que ocurra y las consecuencias que traería de ocurrir, clasificándolo en nivel a partir de la tabla siguiente:

Tabla A-4.3: Criterios para definir la evaluación del riesgo o impacto

Estimación del Riesgo		Consecuencia		
		Baja	Media	Alta
Probabilidad	Baja	Trivial	Tolerable	Moderado
	Media	Tolerable	Moderado	Importante
	Alta	Moderado	Importante	Severo

El resultado del proceso de evaluación de riesgos e impactos se plasma en registro. A los efectos del SGSST se consideran solo los peligros y riesgos que afectan directamente a los trabajadores y se tratan según PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES. Para el caso del SGA se toman en cuenta los peligros y riesgos que afectan el medio ambiente que obtienen evaluaciones de moderados, importantes o severos, en este caso el Responsable de Medio Ambiente define cuales de los factores de riesgo ambiental se pueden mitigar mediante opciones de P+L y lo somete a la aprobación del Consejo Asesor de su industria; una vez aprobado se elabora la Ficha de P+L según la metodología establecida por el CITMA, los que serán prioritarios en el establecimiento de objetivos, metas y acciones según se establece en el PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

El registro con el resultado del proceso de evaluación de riesgos e impactos laborales y ambientales estará disponible en cada puesto de trabajo. Este proceso se revisa y actualiza anualmente, no obstante puede realizarse cuando ocurran modificaciones en los procesos, operaciones, medios y mecanismos de control de los sistemas de trabajo, cuando ocurran incendios, accidentes, explosiones, averías o incidentes o como resultado de las inspecciones externas e internas.

Las acciones a realizar para el control de los riesgos e impactos y la urgencia con que deben adoptarse dichas medidas deben ser proporcionales al nivel de riesgo e impacto, al número de trabajadores afectados y a las posibilidades económicas, teniendo en cuenta los siguientes criterios, establecidos en la Resolución 31/2002 del MTSS:

Tabla A-4.4: Criterios para definir las acciones a adoptar para el control de los riesgos o impactos.

<b>Nivel de Riesgo</b>	<b>Acción Planificada</b>
Trivial	No se requiere acción específica
Tolerable	No se necesita mejorar la acción preventiva, sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requiere comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias altas, se precisará una acción posterior para establecer, con mayor precisión, la probabilidad del daño como base para determinar la necesidad de las medidas de control.
Importante	No se debe comenzar el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Pueden que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, se deberán tomar las medidas necesarias para la liquidación de las operaciones en un breve plazo y proceder a controlar el riesgo.
Severo	No debe comenzar, ni continuar el trabajo hasta que no se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Para los riesgos valorados como moderado o importante, siempre se deben implementar las medidas preventivas mientras que para los riesgos tolerables y triviales se puede actuar con mayor flexibilidad y proponer medidas de control en casos significativos. Si como resultado de la evaluación de riesgos se pone de manifiesto la existencia de un riesgo calificado como severo, se procede de forma inmediata a tomar medidas para reducir el riesgo sin esperar el

proceso de planificación y posteriormente se establecen las medidas de control para ratificar la conveniencia de las medidas adoptadas o para sustituirlas por otras más convenientes.

El control de los factores de riesgos o peligros e impactos se realiza mediante el establecimiento de los programas de prevención de riesgos laborales o programa de gestión ambiental, estableciendo niveles de prioridad según la magnitud del riesgo, en el orden: severo, importante, moderado, tolerable o trivial. En dichos programas se determinan las medidas a ejecutar, los recursos, las personas responsables y su fecha de cumplimiento. Se actualizan bien sea como resultado del proceso de identificación y evaluación de factores de riesgos, cuando ocurran cambios en la política, los objetivos, requisitos legales y procesos tecnológicos o como un resultado del proceso de revisión por la dirección al funcionamiento del sistema de gestión.

✓ **Elaboración del Programa de Prevención de Riesgos Laborales y del Programa de Gestión Ambiental**

Se formulan en función de lo que establece la legislación por el Técnico de Seguridad y Salud y el Responsable de Medio ambiente, respectivamente.

La evidencia de aprobación de ambos programas, se registra en Acta del Consejo de dirección. Si se requiere nuevas inversiones ya sean para el cuidado del medio ambiente o de otro tipo, se realiza la solicitud a la instancia superior de dirección y además el Responsable de Medio Ambiente hace la solicitud de Licencia Ambiental al CITMA de su territorio y la dirección cumplirá con las regulaciones establecidas por dicho órgano. Los recursos que se requieran para implementar las medidas, se incluyen en el presupuesto.

✓ **Comprobación de la efectividad de las acciones**

Se realiza mediante inspecciones y revisiones periódicas generales por puesto de trabajo, área o actividad, por tipo de riesgo e impactos, teniendo en cuenta el análisis de accidentabilidad en cada área, la exposición a los riesgos e impactos negativos, la probabilidad de ocurrencia y cualquier otra variable que se considere. Deben ser objeto de análisis en el Consejo de dirección y también en las Revisiones que realiza la dirección al funcionamiento del sistema de gestión.

Si se detectan incumplimientos a lo dispuesto en el procedimiento, se registran y tratan las no conformidades identificadas.

## **Anexo 5**

### **Indicaciones metodológicas para la modificación de otros documentos, procedimientos obligatorios y prácticas establecidas en el SGC.**

Para lograr la completa integración de los requisitos de ISO 14001 e ISO 50001 en el SGC según ISO 9001 se requiere modificar:

- **Documentos:**

Figura en este caso la Política de la calidad, los Objetivos de la calidad, el Manual de la calidad y la designación del representante de la dirección (miembro del consejo de dirección que asegura que se establecen, implementan y mantienen los procesos necesarios para el SGC).

En la política (documento donde se reflejan los compromisos de la alta dirección) se incorporan los compromisos relativos a la prevención de la contaminación en los procesos y actividades de la industria, el cumplimiento de los requisitos legales ambientales y energéticos aplicables, la disponibilidad de información y de recursos necesarios, la adquisición de productos y servicios energéticamente eficientes y el diseño para mejorar el desempeño energético, así como el compromiso de mejora continua del sistema ambiental y energético.

Los objetivos de la calidad, los objetivos ambientales y los energéticos, se integran en los objetivos de trabajo que forman parte de la planeación estratégica de todas las empresas, según los requisitos legales establecidos en el país. Si bien ISO 14001 e ISO 50001 no exigen un manual, es buena práctica incluir en el Manual de calidad la descripción del sistema ambiental y el energético, a fin de que la industria disponga de un solo documento para describir su sistema integrado de gestión.

En el caso del representante de la dirección, siempre y cuando posea las habilidades y competencia adecuadas para la gestión ambiental y energética, puede ser el mismo que para el SGC, figurando entonces un solo representante de la dirección para el sistema integrado de gestión.

- **Procedimientos documentados u obligatorios:**

En los seis procedimientos documentados u obligatorios que debe implementar la industria en el SGC (en cualquier formato o tipo de medio) se puede integrar el proceder para la gestión ambiental y la energética. Ellos son:

a) para el control de documentos.

- b) para definir los controles necesarios para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, la retención y la disposición de los registros.
- c) para planificar y realizar las auditorías internas. En este caso se debe tener en cuenta que los programas de auditorías internas se deben planificar, establecer, implementar y mantener considerando el estado y la importancia de los procesos y áreas a auditar, es decir, de mayor importancia ambiental, (entiéndase los que provocan impacto ambiental significativo) y las áreas o puestos claves de uso significativo de la energía.
- d) para definir los controles y las responsabilidades ante los productos no conformes y las no conformidades detectadas. Aquí se debe revisar los controles con aquellos productos no conformes que constituyen desechos, lo cual puede ser objeto de implementación de P+L.
- e) para definir las acciones correctivas ante las no conformidades detectadas y
- f) para definir las acciones preventivas a tomar para eliminar las causas de no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia.

- **Prácticas**

Las prácticas en cada industria pueden ser variadas, sin embargo es casi general el establecimiento de procedimientos para:

- a) la planificación estratégica de la organización, incluida la planificación de la calidad. Aquí se integra el programa de gestión ambiental y el plan de acción para la gestión de la energía. En este caso se debe observar el cumplimiento de los documentos legales establecidos por la máxima dirección del país, para la planificación de actividades y la planificación de contingencias, entiéndase la elaboración de los planes anuales y mensuales de actividades y su reflejo en los planes de trabajo diarios de todos los trabajadores, así como los planes de reducción de desastres para organizar la planificación ante la ocurrencia de desastres de origen natural, tecnológicos y sanitarios. Esto asegura dar seguimiento al cumplimiento de todos los planes y programas que se establezcan en las industrias.
- b) efectuar las revisiones de la máxima dirección o gerencia. Aquí se deben incluir los resultados de las evaluaciones del cumplimiento de requisitos legales aplicables y otros requisitos que la industria suscriba, desde el punto de vista ambiental y energético, el desempeño ambiental, la revisión del desempeño energético y de los indicadores energéticos (IDEnS), así como el desempeño energético proyectado para el próximo período.
- c) determinar la competencia necesaria para el personal y proporcionar formación u otras acciones para lograrlo, así como evaluar la eficacia de las acciones tomadas.

- d) proveer la infraestructura necesaria que incluye edificios, espacios de trabajo y servicios asociados, equipos para los procesos y servicios de apoyo como el transporte, comunicación o sistemas de información.
- e) la planificación, la realización y el control de los productos y servicios que se realizan. En este caso pueden ser variados los controles a los productos, procesos y servicios que existen en las industrias, se requiere entonces revisar e incluir como proceder desde el punto de vista ambiental y energético.
- f) la implementación de disposiciones eficaces para la comunicación con los clientes y otras partes interesadas externas, incluidas las quejas. En las partes interesadas externas se incluyen los organismos regulatorios en relación a la gestión ambiental y la energética.
- g) planificar y controlar el diseño y desarrollo de productos y servicios, tanto nuevos como modificados.
- h) para la gestión de las compras y la evaluación de los proveedores de productos y servicios. Aquí se deben considerar durante las compras, los aspectos ambientales significativos o importantes identificados en los productos y servicios que utiliza la industria, así como los criterios energéticos en la adquisición de servicios de energía, productos y equipos. Debe informarse a proveedores y contratistas que las compras serán evaluadas teniendo en cuenta esos criterios, con el objetivo de contribuir a la mejora del desempeño de los proveedores. Se garantiza así el cumplimiento de uno de los principios que promueven los SGC: “relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores”.
- i) para el control de los equipos de seguimiento y medición. Este aspecto resulta vital. Los instrumentos de medición deben estar calibrados o verificados y deben asegurar información exacta y repetible. Se debe garantizar que las características claves de las operaciones que provocan impacto ambiental significativo y los procesos que determinan el desempeño energético, se midan y analicen a intervalos planificados.
- j) para el seguimiento y medición de los procesos (aquí también se incluye productos y servicios). Esos controles deben incluir los programas de monitoreo al comportamiento de las variables ambientales, por ejemplo: caracterizaciones de aguas de abasto y residuales, mediciones de ruido, mediciones de la calidad del aire, entre otras. Además considerar un plan de medición energética apropiado al tamaño y complejidad de la industria y por supuesto a los equipos de medición de que disponga. En el caso de las mediciones ambientales generalmente resulta necesario subcontratar organizaciones externas para ello, observando incluirlos como proveedores de servicio.

Anexo 6

Diagrama de interrelaciones de procesos del SGC y Matriz de diseño para la integración. Gases Villa Clara

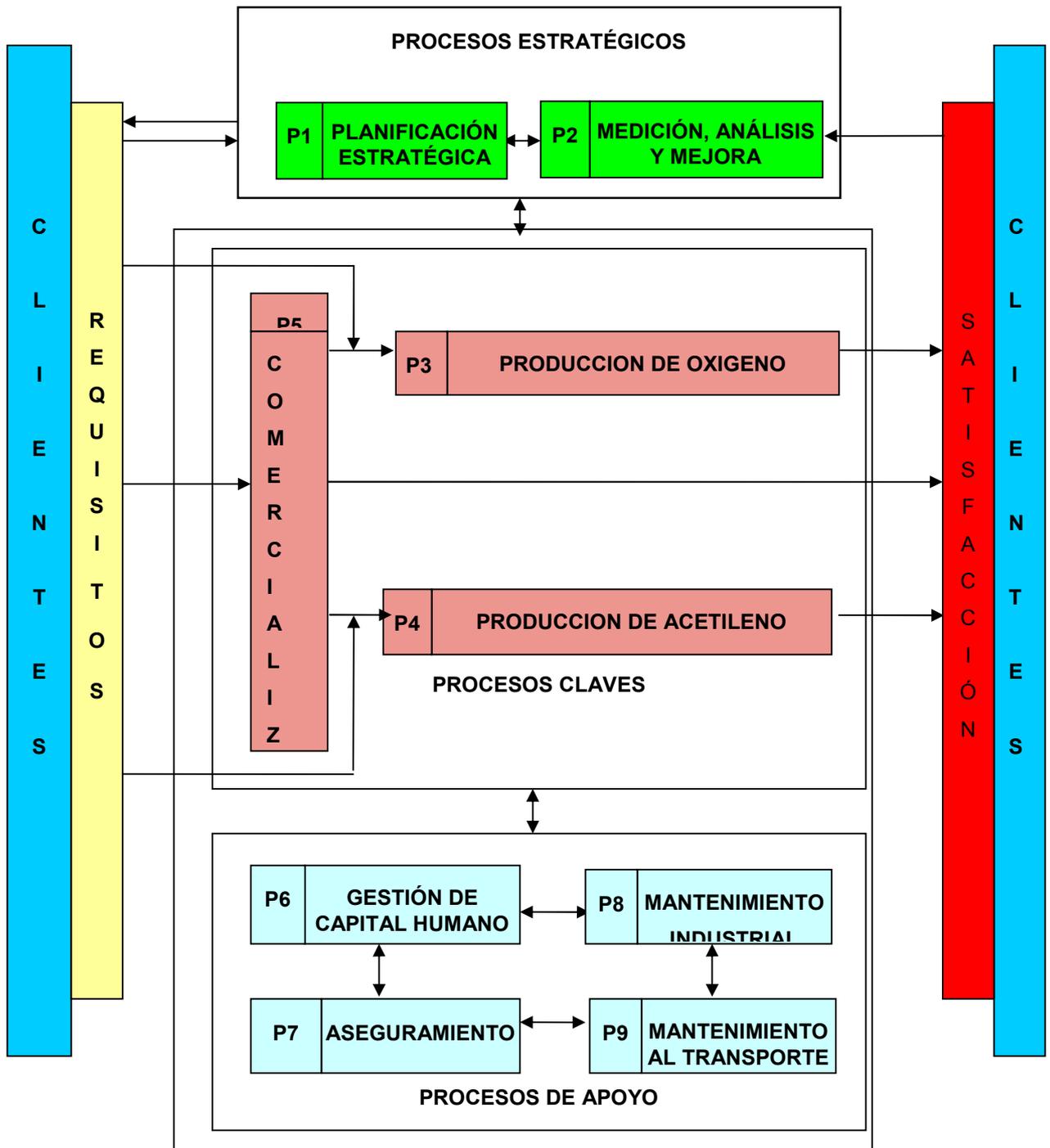


Figura A-6.1: Diagrama de interrelaciones.

Tabla A-6.1: Mapa de despliegue o Matriz de diseño.

Procesos (Responsable)	Requisitos de las normas			Denominación de la documentación donde se integra.
	NC ISO 9001:2008	NC ISO 14001:2004	NC ISO 5001:2011	
Planificación (Director)	5.1	4.2	4.2.1	Política del Sistema Integrado de Gestión
	5.3	-	4.3	
	5.4.1	4.3.3	4.4.1	Objetivos Estratégicos, metas y planes de acción
	5.4.2		4.4.6	
	5.5.2	4.4.1	4.2.2	Nombramiento del Representante
	5.6	4.6	4.7	Procedimiento Revisión por la Dirección
	8.3	4.4.7	4.5.5	Plan de reducción de desastres (Preparación y respuesta ante emergencias)
Medición, Análisis y Mejora (Jefe técnico productivo)	4.1, 4.2.1, 4.2.2	4.1	4.1	Manual del Sistema Integrado de Gestión
	-	-	-	Manual de SST
	4.2.3	4.4.5	4.5.4.1	Procedimiento Control de la documentación
	4.2.4	4.5.4	4.5.4.2	
	-	-	4.6.5	
	8.2.2	4.5.5	4.6.3	Procedimiento Auditorías Internas
	8.5.1	4.5.3	4.6.4	Procedimiento producto no conforme, no conformidades, acciones correctivas y preventivas.
	8.5.2	-	-	
	8.5.3	-	-	
	5.2	4.3.2	4.4.2	Procedimiento Requisitos legales y otros requisitos
	7.2.1	-	4.6.2	
	7.2.2	-	-	
	7.3	4.4.6	4.5.5	
	-	4.3.1	4.5.6	Carpetas de diseño y desarrollo
	5.2	4.3.1	-	<b>Procedimiento para la identificación, evaluación y control de riesgos laborales y ambientales</b>
	7.2.1	-	-	
	7.2.2	-	-	
	7	4.4.6	-	<b>Procedimiento Gestión de desechos</b>
	7.1, 7.5.1	4.4.6	4.4.5	Procedimiento control de la producción
	-	-	4.4.3	<b>Procedimiento para la gestión de la</b>

	-	-	4.4.4	<b>energía</b>
	-	-	4.4.5	
	-	-	4.5.1	
	-	-	4.6.1	
Producción (gasificación)de oxígeno y Producción de Acetileno (Jefe Taller Gasificación Oxígeno y Jefe Planta de Acetileno)	7.5.1	4.4.6	4.5.5 4.5.6	Manual de Operaciones Gasificación de oxígeno y nitrógeno. Manual de operaciones Envasado de CO <sub>2</sub> Manual de Operaciones Producción de acetileno
	7.5.1	4.4.6	4.5.5, 4.5.6	Manual para la Dirección Técnica. MINBAS (referencia)
	7.5.1, 7.5.4, 7.5.5	4.4.6	4.5.5, 4.5.6	Procedimiento Inspección y Recepción de cilindros
	7.5.3, 8.3, 8.2.3, 8.2.4	4.4.6, 4.5.1, 4.5.3	4.5.5, 4.5.6, 4.6.1	Procedimiento inspección oxígeno Procedimiento inspección acetileno Procedimiento producto no conforme, no conformidades, acciones correctivas y preventivas
	-	4.3.1	4.5.5, 4.5.6	Procedimiento para la identificación, evaluación y control de riesgos laborales y ambientales, Instrucciones de SST
	7	4.4.6, 4.5.1, 4.5.3	4.5.5, 4.5.6	Procedimiento Organización del mantenimiento industrial.
Contratación y Comercialización (Jefe Comercial)	5.2, 7.2	4.4.6	-	Procedimiento Contratación y Comercialización (incluye quejas y reclamaciones)
	7.2.3, 8.2.1	4.4.3, 4.5.1	-	
Aseguramiento (Jefe Comercial)	6.1, 7.4	4.4.6	4.5.7	Procedimiento de Compras
Gestión del Capital Humano (Esp. Principal Recursos Humanos)	6.2	4.4.2	4.5.2	Procedimiento Selección y formación del Personal Procedimiento Periodo a Prueba Procedimiento Idoneidad demostrada Procedimiento Evaluación del desempeño
	6.4			
	8.2.2			

				<p>Procedimiento Estimulación Moral y material</p> <p>Procedimiento Comité de Expertos</p> <p>Procedimiento Sistema de Pago</p> <p>Procedimiento Identificación, validación y certificación de competencias</p> <p>Procedimiento Estudio de organización del trabajo.</p> <p>Procedimiento Autocontrol del SIG</p>
	5.5.3, 7.2.3	4.4.3	4.5.3	Procedimiento Comunicación
	5.5.1	4.4.1	4.2.1	Manual del Sistema de gestión integrado de capital humano
Mantenimiento Industrial (Jefe brigada Mtto)	7.5.1, 7.6, 6.1, 6.3, 6.4	4.5.1, 4.4.6, 4.4.1	4.5.5, 4.5.6	<p>Procedimiento Aseguramiento metrológico</p> <p>Procedimiento Organización del mantenimiento industrial.</p>
Mantenimiento al transporte (Jefe brigada transporte)	6.1, 6.3	4.4.1	4.5.5, 4.5.6	Ficha de proceso de mantenimiento al transporte

## Anexo 7

## Resumen Diagnóstico energético-ambiental Gases.

## 1. Valoración ambiental.

• **Manejo del agua:** El Taller de acetileno tiene tres suministros de agua, uno para el consumo humano (a través de pipas gestionadas por la unidad), otro para consumo del proceso productivo (a través de la presa aledaña al taller) y otro que es a través de la presa Hanabanilla (no funciona). Existe un metro contador ubicado detrás de la cocina comedor, el cual está fuera de servicio la mayor parte del año como consecuencia de tupiciones por las suciedades de las aguas de abasto, ya que la misma no se trata por acueducto. El área técnica ha diseñado y colocado filtros y cribas en la entrada de agua a la tubería para dar solución a esto, pero no ha sido suficiente, la red hidráulica se encuentra en buen estado técnico, construido de acero galvanizado. Por razones de seguridad en el proceso de llenado de los cilindros de acetileno, las líneas tienen diseñadas un sistema de duchas para disminuir la temperatura de los botellones, el agua que sale de las mismas debe caer hacia un canal donde se recircula, pero debido al estado deplorable del piso, ésta se extiende hacia el área del compresor arrastrando el aceite que se encuentra derramado en el piso producto de salideros que presenta el equipo. En el caso del Taller de Gasificación de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, no existe suministro de agua mediante la red de acueducto. Esta problemática se ha discutido pero hasta el presente no se ha dado solución. Es por ello que el metro contador ubicado al lado del almacén de víveres no se utiliza. La alimentación de agua es por pipas tanto para la cocina y áreas sanitarias, y para la realización de la Prueba Hidrostática a los cilindros, por este motivo no se ha podido comprobar el estado técnico de las tuberías, no se le da mantenimiento a las mismas, las tuberías son de acero fundido. Los tanques de almacenamiento para agua y cisternas cuentan con un ciclo de limpieza y mantenimiento (semestralmente).

**Balance de agua del Taller de acetileno (incluyendo entradas y salidas).**

Tabla A-7.1: Consumo total de agua en el proceso productivo, para 150 cilindros/día

<i>Equipo</i>	<i>Cantidad de H<sub>2</sub>O (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Observaciones</i>
Generador	3 16	Por balance. Se adiciona en exceso para mantener la temperatura en el generador y garantizar la salida del lodo Ca(OH) <sub>2</sub> .
Sistema de duchas en el proceso de llenado de los cilindros de acetileno	6	Según cálculos realizados experimentalmente.
Intercambiador de calor y compresor	1	Según capacidad de diseño de los equipos.
<b>Total</b>	<b>26</b>	

Como se observa el consumo de agua para este proceso productivo es considerable, están establecidos los planes de consumo de agua.

**Resultados obtenidos en la caracterización físico-química y bacteriológica del agua de abasto en la UEB Gases Industriales Villa Clara (Informe octubre 2013, realizado por el Laboratorio de la Empresa Nacional de Análisis y Servicios Técnicos (ENAST) Villa Clara:**

Tabla A-7.2: Caracterización físico-química y bacteriológica del agua de abasto

PARÁMETROS	U/M	# M 2285	# M 2780	# M 2781	# M 2782	# M 2870	# M 2871	# M 2872	LMMP
Coliformes Totales	NMP/100	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2 NMP/100 ml
Coliformes Termotolerantes	NMP/100	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2 NMP/100 ml
Pot. de hidr. (pH) ± 0.5 %	U	8.0	7.78	7.73	-	-	7.9	-	6,5- 8,5
Cond. Eléc. (CE) ± 1.0 %	µS/cm	340	341	510	-	-	320	-	-
Carbonat. (CO <sub>3</sub> ) ± 0.85 %	mg/L	0	0	0	-	-	0	-	-
Bicarb.(HCO <sub>3</sub> <sup>1-</sup> ) ± 0.85 %	mg/L	165	179	214	-	-	171	-	-
Cloruro (Cl <sup>1-</sup> ) ± 0.86 %	mg/L	35	23	38	-	-	21	-	250
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	9	30	15	-	-	30	-	400
Calcio (Ca <sup>2+</sup> ) ± 1.27 %	mg/L	24	31	16	-	-	28	-	200
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> ) ± 1.27 %	mg/l	22	19	68	-	-	22	-	150
Sodio	mg/L	20	24	16	-	-	16	-	200
Potasio	mg/L	1	1	2	-	-	3	-	-
Nitrato (No <sub>3</sub> )	mg/L	0	0	4	-	-	0	-	45
Nitrito (NO <sub>2</sub> )	mg/L	0	0	0	-	-	291	-	0,01
Hierro (Fe <sup>3+</sup> )	mg/L	0	0	0	-	-	0	-	0,3
Manganeso (Mn)	mg/L	0	0	0	-	-	0	-	0,1
Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>1+</sup> )	mg/L	0	0	0	-	-	0	-	No presencia
Alcalinidad total	mg/L	145	147	175	-	-	0	-	-
Dureza total	mg/L	150	157	210	-	-	140	-	400
Color	mg/L	10	10	10	-	-	10	-	15
Turbiedad	U	5	5	5	-	-	5	-	5

**LMMP:** Límite Máximo Permissible.

Al comparar los resultados físico-químicos y bacteriológicos obtenidos en el laboratorio con lo establecido por la norma cubana NC 93-11/1986 "Fuentes de Abastecimiento de Agua. Calidad y Protección Sanitaria" y NC 827/2012 "Agua potable. Requisitos sanitarios" se observa que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles para los análisis realizados.

- **Calidad del aire:** Se estima que unas de las principales fuentes contaminantes del aire en la UEB Gases Villa Clara es la generación de acetileno, producido éste por la reacción del carburo de calcio y el agua. Además se produce contaminación por el polvo generado en la manipulación del carburo a la hora de alimentar la tolva viajera que va hacia el generador. Esta contaminación está dada por las características del proceso

productivo (venteos realizados, manipulación de los tanques de polvo de carburo y manipulación del hidróxido de calcio, que al ser secado por el sol es expandido por todo el taller) este aspecto se valora al aplicar la evaluación de impacto ambiental. En el caso de la Gasificadora de oxígeno, se produce contaminación por las emisiones de CO<sub>2</sub>, derivadas de las operaciones de venteo del tanque de almacenamiento. Las mediciones efectuadas por especialistas del Centro de Estudios Energéticos y Tecnologías Ambientales (CEETA) estuvieron dirigidas hacia los gases SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y el CO, en puntos de muestreo bajo condiciones normales en ambos talleres, arrojando los siguientes resultados (**Informe mayo 2013, CEETA, UCLV**):

- En la envasadora de CO<sub>2</sub> la calidad del aire es buena en los dos puntos de muestreo incluidos en la investigación, solo hay que prestar atención al gas **NO** que sobrepasó el límite de la norma en un día de medición y comprobar que fue un evento casuístico.
- Teniendo en cuenta que en todos los puntos de muestreo en el taller de acetileno, el nivel del contaminante **SO<sub>2</sub>** supera en una o tres veces el límite de la norma NC 39:1999 se considera que la calidad del aire en el taller de acetileno en ese sentido es de deficiente a pésima, debe ser evaluado el origen de este contaminante y la posible reducción de los niveles del mismo. El resto de los contaminantes se mantienen por debajo del valor límite de la norma NC 39:1999.
- El índice de calidad del aire de valor cero corresponde a un nivel de concentración inferior al límite de detección del método analítico normalizado y se necesita entonces emplear otro método de medición más sensible.

• **Ruidos y Vibraciones:** La técnica del monitoreo del ruido en los diferentes puestos de trabajo en las áreas de la UEB Gases, en interiores y exteriores así como en todos los espacios colindantes, en horarios diurnos para medir y comprobar los niveles que se producen, se realizó por especialistas de la Facultad de Construcciones de la UCLV (**Informe 2011**), sin embargo se requiere su actualización en la Planta Gasificadora, debido a la realización de un nuevo proceso, la Gasificación de Dióxido de Carbono, que introduce nuevos niveles de ruido en dicha instalación. En la **NC 19-01-04:1980 “Ruido. Requisitos generales higiénicos sanitarios”** se establece: “Los niveles admisibles para la exposición al ruido no mayor de 85 dbA y un nivel de presión sonora no mayor de 80 NdB según criterio N para todos los puestos y locales de trabajo durante 8 horas de exposición”. Los resultados de las mediciones arrojaron que:

**Gasificadora de oxígeno y CO<sub>2</sub>:**

- Los valores aledaños a las zonas de viviendas en la cara opuesta a la circunvalación, se ven afectados e incrementados porque esta zona es acústicamente desfavorable, básicamente por el tráfico automotor de la vía rápida, más el constante entrar y salir de camiones.
- El tiempo de exposición y producción de ruido es en cada operación, de 20 a 25 minutos de forma general, que es el tiempo de llenado y vaciado promedio.
- En operaciones frente al equipo el obrero usa los medios de protección.
- Se observa que el Leq. en los puestos de trabajo estudiados, sobre todo en desahogo muy cerca del valor y en llenado de camiones por encima se rebasa el límite de 85 dBA permitido, con valores que oscilan entre (74.2 y 93.6) dBA, valores que resultan nocivos para el aparato auditivo de los trabajadores. En la Gasificadora ha mejorado el comportamiento de los valores pero se observa la no utilización adecuada de medios de protección que en el área de llenado de camiones es generalizada, lo cual es incorrecto.
- Se aprecia que la nocividad del ruido está dada también por los altos niveles de su espectro en el rango de frecuencias comprendido entre 250 y 8000 Hz en los puestos

estudiados.

**Planta de acetileno.**

- El ruido de fondo es elevado por el transporte que circula en la carretera a Manicaragua más el proceso normal de la empresa.
- El área de llenado de camiones tiene una rampa metálica que debería estar cubierta por capa de goma para mitigar el ruido por choques. En esta zona los obreros no usan correctamente los medios de protección.
- Los valores del compresor están cerca de incumplir los valores normados y son muy elevados como para no estar protegidos.
- El generador con izaje produce mayor ruido por los constantes choques del proceso.
- La pizarra produce valores elevados que se mueven en una sola frecuencia y lo hace muy molesto.

**Medidas a tomar para minimizar los impactos generados por altos niveles de ruidos:**

- 1- Comprar, controlar y exigir el uso de los medios de protección individual (orejeras) para los operadores, llenadores y estibadores.
- 2- Sacar para el exterior de la nave donde se gasifica el oxígeno la tubería de desahogo **(Se identifica como opción de P+L a implementar)**.

- **Residuales líquidos:** Como parte de la valoración ambiental se ha caracterizado, por el Laboratorio de la Empresa Nacional de Análisis y Servicios Técnicos (ENAST) Villa Clara, los residuales líquidos en la Planta de Acetileno y en la Gasificadora de Oxígeno (**Informe octubre 2013**), con el objetivo de conocer la calidad del mismo para ser vertida al cuerpo receptor clasificado como “C” en el caso de Acetileno y al alcantarillado en Gasificadora de Oxígeno, arrojando los siguientes resultados (ensayos físico-químicos y bacteriológicos):

**Puntos de muestreo:**

**Gasificadora:** Colector final donde vierten las aguas residuales del taller de reparación de cilindros y los albañales.

**Acetileno:** Presa aledaña. Los albañales vierten a una fosa que se limpia con Comunales.

Tabla A-7.3: Residuales líquidos Gasificadora de Oxígeno

<b>Parámetros</b>	<b>UM</b>	<b>No 2286</b>	<b>No 2287</b>	<b>No 2783</b>	<b>No 2873</b>	<b>LMPP</b>
PH ± 0.5 %	U	8.17	7.59	7.37	7.79	6-9
Conductividad Eléctrica ± 1.0 %	µS/cm	4.87	1100	3100	2400	<4000
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	85	136	152	147	<700
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	36	57	64	52	<300
Sólidos Sedimentables	mL/L	0.2	0.5	0.5	0.3	<10
Grasas	mg/L	0.7	31.5	27.1	19.7	<50

Tabla A-7.4: Residuales líquidos Planta de Acetileno

Parámetros	UM	No 2288	No 2784	No 3224	L MMP
PH, ± 0,5%	U	8.24	7.83	8.89	6,0-9,0
Conductiv. Eléctrica ± 1,0 %	µS/cm	470	3000	270	3500
Demanda Quím.de Oxígeno	mg/L	88	114	5.12	120
Dem. Bioquím. De Oxígeno	mg/L	37	44	2.15	60
Oxígeno disuelto	mg/L	6.1	5.7	5.40	>2
Fósforo Total	mg/L	0,041	1.2	0.5	10
Nitrógeno Total	mg/L	17.2	19.2	8.7	20
Grasas	mg/L	0	0	0	30
Sólidos Sedimentables	mL/L	0,2	0,5	0.01	5
Coliformes totales	ufc/mL	<2	<2	<2	-
Coliformes fecales	ufc/mL	<2	<2	<2	-

De acuerdo a lo establecido en la NC 27: 2012. “Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones”, donde se establecen los límites máximos permisibles promedios para las descargas, según la clasificación del cuerpo receptor (clase C) y el Alcantarillado, estos efluentes cumplen con los requisitos de calidad para su vertimiento, para los parámetros analizados en el laboratorio.

En el caso de los aceites usados, se recolectan y envían a CUPET, bajo el contrato firmado entre ambas partes.

- **Residuos sólidos:** Los residuos sólidos generados son: neumáticos no recapables, acumuladores de plomo, desperdicios sólidos (papel, cartón, residuos alimentarios del comedor) y desperdicios metálicos. Los que no son recuperables se envían a otras entidades para ser reciclados. Existen cestos habilitados en todas las áreas para la recogida de los materiales sólidos reciclables (papel, cartón y nylon). Aunque existe una planificación en cuanto a su recogida, en ocasiones se hace de manera informal, no cumpliéndose con la **NC 135:2002: Residuos sólidos urbanos, disposición final. Requisitos higiénicos sanitarios y ambientales** y con lo establecido en el procedimiento para la gestión de los desechos.

- **Productos químicos, combustibles y lubricantes:** Se utilizan productos químicos como alcohol, acetona, tricloroetileno, carburo de calcio, gasolina, diesel, lubricantes, y un grupo mínimo de productos químicos en el laboratorio para la evaluación de la calidad de la producción. Existe el inventario de los productos químicos ociosos y caducados.

- **Desechos Peligrosos:** Los desechos peligrosos que se generan en las instalaciones productivas de la UEB, se encuentran controlados en el “**Plan de manejo de desechos peligrosos**”, según lo establecido en la Resolución 136/2009 del CITMA y se dispone de la Licencia ambiental correspondiente para su manejo, lo cual incluye: recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento, disposición final. En sentido general se observa un manejo adecuado de dichos desechos, sin embargo en el taller automotriz existen derrames de aceites (EP-90, serie 330, serie 340, Multi "A") en el suelo debido a que la ranfla para realizar el cambio de aceite a los vehículos no se adapta para todos los tipos, excepto para los carros ligeros, además que la misma no reúne las condiciones idóneas para realizar esta actividad sin contaminar al medio. Existe el procedimiento, los materiales y las tecnologías para enfrentar contingencias con estos desechos, así como están previstas las

acciones de remediación de las áreas afectadas según se refleja en el “Plan de reducción de desastres”.

- **Equipos de refrigeración y climatización:** Existen equipos de climatización que trabajan con gases agotadores de la capa de ozono (Freón 22). Los refrigeradores y las neveras trabajan con gases ecológicos, estos fueron sustituidos en el marco de la política del estado.

**2. Diagnóstico energético preliminar.**

Al aplicar la lista de chequeo del diagnóstico energético preliminar, de los 20 aspectos a evaluar, 18 se evalúan conforme, para un 90%; la actualización del acomodo de cargas y del balance de energía resulta no conforme. Del recorrido por las instalaciones se señalan:

- Existe un transformador sobre-dimensionado en la Gasificadora que provoca altos niveles de pérdidas de transformación,
- Insuficiente aislamiento en las tuberías de Oxígeno,
- No existe metro-contador de energía eléctrica en cada línea de producción y para los consumos socio-administrativos de forma independiente.
- En Acetileno se realizan producciones con bajo nivel de cilindros.
- No se recicla el agua que sale del generador de acetileno.
- Derrame de agua en el proceso.
- Mal estado de los equipos de bombeo de agua y no se cuenta con un suministro de agua de la red de acueducto en ambas plantas productivas.

**3. Aplicación de las herramientas de la TGTEE.**

Con la aplicación de las herramientas recomendadas en la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE) se obtiene:

- **Diagrama energético- productivo.**

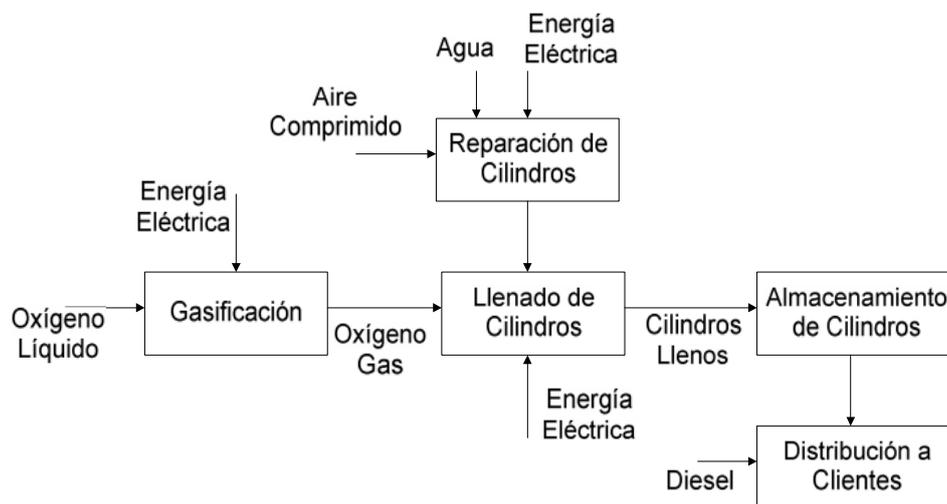


Figura A-7.1: Diagrama energético productivo gasificación de oxígeno

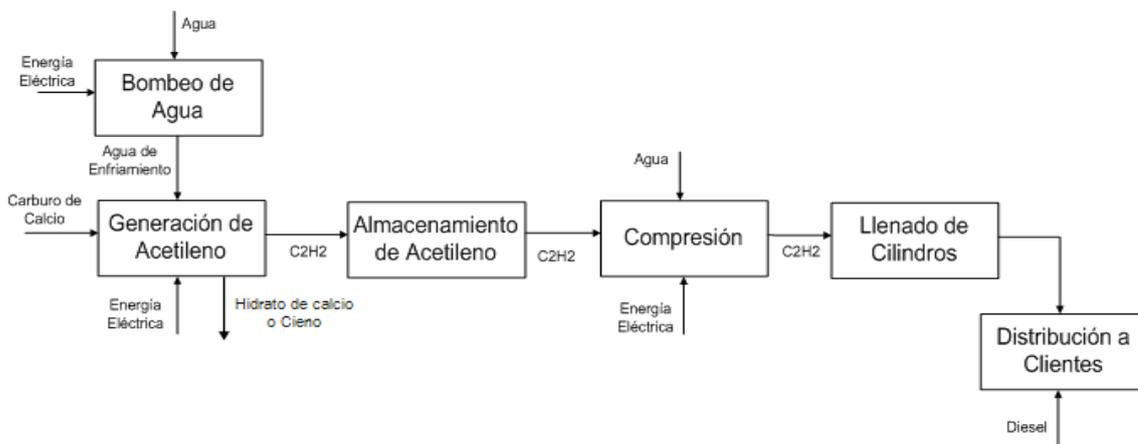


Figura A-7.2 Diagrama energético productivo producción de acetileno

En el flujograma de los procesos productivos fundamentales (gasificación de oxígeno y producción de acetileno) se muestran las corrientes de materiales y portadores energéticos que se utilizan en cada etapa.

• **Diagrama de Pareto.**

Para analizar el comportamiento de los portadores energéticos utilizados y determinar cuáles son los de mayor incidencia en el balance energético de la UEB, se recopilan y analizan los datos del período 2010-2012. En la tabla A-7.5 y figura A-7.3 se muestra la estructura del consumo de los portadores energéticos de la UEB durante el año 2012.

Tabla A-7.5: Estructura de consumo de los portadores energéticos. Año 2012

Portadores	Consumo	Consumo tcc	%	% acumulado
Diesel	66954.5	60.6	53.40	53.40
Electricidad	133864.6	41.5	36.56	89.96
Gasolina	12272.3	10.6	9.38	99.34
Lubricantes	830.0	0.7	0.66	100.00
<b>TOTAL</b>	<b>146966.9</b>	<b>113.5</b>	<b>100.0</b>	-

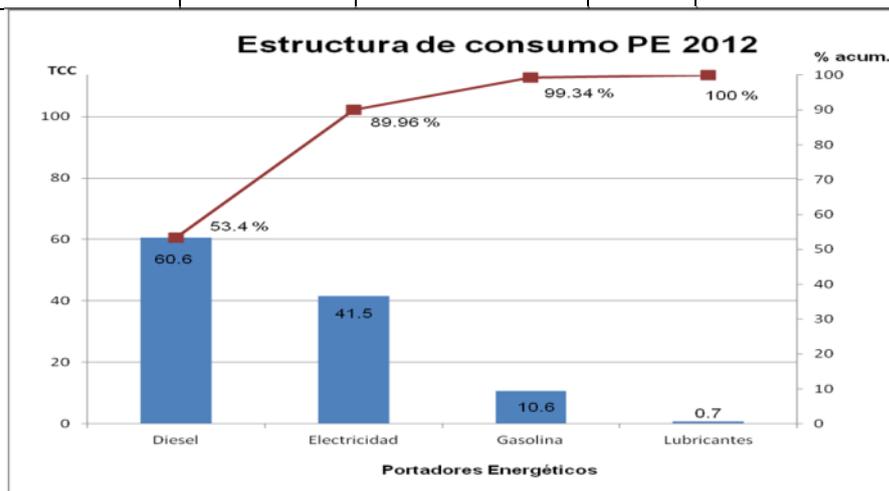


Figura A-7.3: Diagrama de Pareto

Como se observa, los portadores energéticos cuyo uso deciden la eficiencia energética de la industria son la Electricidad y Diesel, alcanzando en todo el período analizado más del 89% del consumo total de combustible equivalente convencional de la UEB. Se centra el diagnóstico energético en esos portadores.

• **Consumo de portadores energéticos.**

Para analizar el comportamiento de los portadores electricidad y diesel, se analizan los datos del período 2010-2012, que se muestran en figura A-7.4:

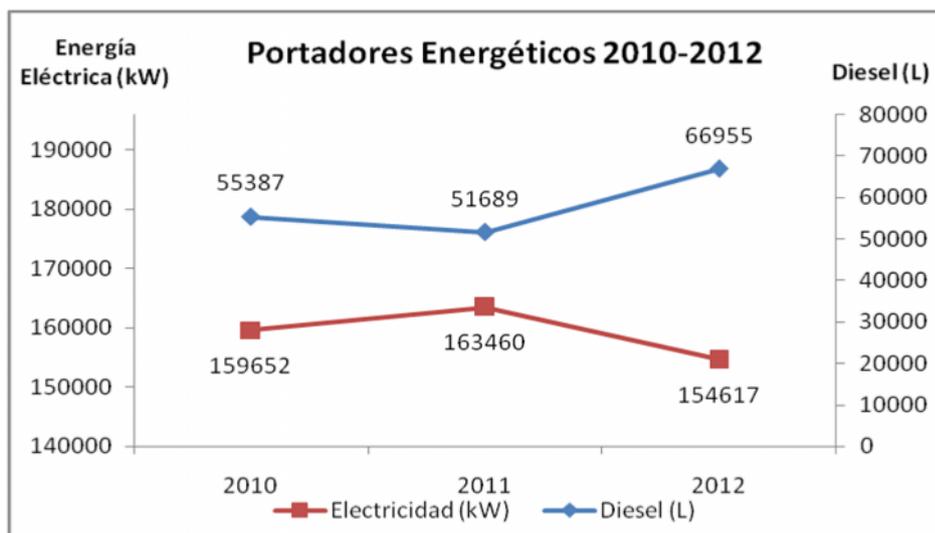


Figura A-7.4: Consumo de portadores diesel y electricidad en el periodo 2010-2012

Se muestra un incremento del diesel consumido en 2012, debido a que en ese año comienza el programa de reordenamiento de la transportación de las cargas, mediante el cual se distribuye los productos hasta el domicilio de los clientes principales, representando esto un ahorro significativo de combustible para el país, pero un incremento del consumo de este portador para la UEB. En el año 2011, el consumo de electricidad en Taller Oxígeno se incrementa ligeramente debido a la puesta en marcha de la línea de llenado de nitrógeno (N<sub>2</sub>) (no activa actualmente) y una envasadora de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El decrecimiento posterior del consumo eléctrico, obedece a la sustitución del compresor americano en Taller acetileno por uno menos consumidor. Además se adoptaron medidas de ahorro de energía eléctrica, como son: sustitución de una bomba de alimentación de agua, sustitución de las algunas luminarias de mercurio por sodio, cambio de transformadores sobredimensionados, entre otras. Teniendo en cuenta lo anterior se selecciona el año 2012 como el más representativo del período.

Al aplicar el resto de las herramientas recomendadas en la TGTEE (gráfico de consumo y producción en el tiempo, diagramas de dispersión y correlación, gráficos de control y comportamiento de los índices de consumo) para los portadores diesel y electricidad se obtuvo que:

1. Existe una correlación muy baja ( $R^2=0.39$ ) entre el consumo de electricidad y la producción. Este comportamiento se debe a la existencia de consumos de electricidad asociados a actividades administrativas, servicios informáticos y otras operaciones que no están relacionadas directamente con la producción, además debido a la inestabilidad de las producciones realizadas, por las variaciones de las demandas en los diferentes períodos, no

se trabaja todos los días y las producciones no son homogéneas en cuanto a la magnitud de las mismas, lo que trae consigo que prevalezcan los consumos fijos no asociados a la producción. Además en marzo 2012 se realiza un mantenimiento general de 10 días, durante los cuales se consume energía eléctrica sin respaldo productivo. Debe analizarse con la Empresa de Gases Industriales (EGI) la posibilidad de independizar las actividades de producción con las áreas administrativas o establecer cifras de consumo independiente entre las áreas de producción y administrativas, así como tomar medidas de ahorro para reducir el consumo en las áreas no productivas.

2. No hay correlación entre el consumo de Diesel y la producción, y por tanto, el índice de consumo formado por el cociente entre ellos no refleja adecuadamente la eficiencia energética con respecto al consumo de diesel. Esto obedece a que el diesel es consumido en la distribución de los productos de la UEB hasta los clientes y no en los procesos productivos que los originan.

3. A pesar de lo anterior en los gráficos de control no existen desviaciones en el consumo de los portadores analizados con respecto a los límites superiores e inferiores establecidos, ni tampoco en los índices de consumo de los mismos.

4. Existe un incremento de los índices de consumo en los años 2011 y 2012, con respecto al año 2010, esto se debe a la incorporación de la Envasadoras de CO<sub>2</sub> y Gasificadora de N<sub>2</sub>. Por otra parte, en la UEB una de las materias primas principales es el agua, la cual se emplea en la mayoría de las etapas del proceso productivo de acetileno y en la etapa de reparación de cilindros en oxígeno. A pesar de que el agua no es un portador energético, constituye un recurso natural que requiere de energía eléctrica para su utilización. En ese sentido se detectaron dificultades en el manejo de ese recurso, también identificado en la valoración ambiental.

**Anexo 8**

**Indicadores energéticos y ambientales que se proponen para la evaluación de los procesos en la UEB Gases.**

<b>Indicador</b>	<b>Expresión</b>	<b>Criterio de evaluación</b>	<b>Frecuencia de las mediciones</b>	<b>Procesos</b>
1. Residuos no reciclables para eliminación (SGA)	Cantidad de residuos no reciclados en kg.	Tendencia a disminuir	Mensual	Todos
2. Índice económico energético (SGEn)	Gastos energéticos / Gastos totales	Plan / Real	Mensual	Planificación estratégica
3. Reducción del consumo eléctrico (SGEn)	(Consumo en el año base - Consumo en el año analizado) / Consumo en el año base	Plan / Real	Anual	Planificación estratégica
4. Intensidad energética (SGEn)	Toneladas de combustible convencional consumidas / Ingresos por ventas	Plan / Real	Mensual	Planificación estratégica
5. Grado de cumplimiento del gráfico de control analítico (SGC)	Total de inspecciones realizadas / Total de inspecciones a realizar según normas de procesos.	$I_{GCA} \geq 0.9$ Cump. adecuado $I_{GCA} < 0.9$ Cump. Deficiente	Anual	Producción de oxígeno, Producción de acetileno
6. Índice de consumo de agua (SGA)	Consumo total de agua / Consumo planificado de agua	$I_{CA} = 1$ Cump. Adecuado	Anual	Producción de oxígeno, Producción de acetileno
7. Utilización de instrumentos de protección en los procesos (SGA)	Puestos de trabajo con criterios de trabajo seguros para el medio ambiente / Total de puestos de trabajo existentes	$I_{UI} = 1$ Cump. adecuado $I_{UI} < 1$ Cump. Deficiente	Semestral	Producción de oxígeno, Producción de acetileno
8. Índice de aprovechamiento de residuos sólidos reciclables (SGA)	Cant. de residuos sólidos entregados / Cant. de residuos sólidos contratados con materia prima	$I_{RRS} \geq 1$ Cump. adecuado $I_{RRS} < 1$ Cump. Deficiente	Anual	Producción de oxígeno, Producción de acetileno, Transporte
9. Nivel de contaminación atmosférica (SGA)	Cantidad de emisiones de CO <sub>2</sub> , oxido de etileno y C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> en kg.	Parámetros establecidos en la NC 39: 1999	Anual	Producción de oxígeno, Producción de acetileno
10. Índice de producción	Energía eléctrica consumida / m <sup>3</sup> de	Plan / Real	Mensual	Producción de

*Anexos*

(SGEn)	producción realizada			oxígeno, Producción de acetileno
11.Índice de aprovechamiento del cieno (SGA)	Cantidad de cieno comercializada / Cantidad de cieno producida	$I_{AC} > 0.85$ Cump. adecuado $I_{AC} < 0.85$ Cump. Deficiente	Anual	Producción de acetileno
12.Índice de residuos peligrosos dispuestos correctamente (SGA)	Cant. de residuos peligrosos dispuestos con certificación emitida/Cant. de residuos peligrosos dispuestos	$I_{RP} = 1$ Cump. adecuado $I_{RP} < 1$ Cump. Deficiente	Semestral	Comercializa ción
13.Indicador de evaluación del desempeño (SGC)	Trabajadores con desempeño superior / Trabajadores con desempeño adecuado	$I_{ED} \geq 0.4$ Cump. adecuado $I_{ED} < 0.4$ Cump. Deficiente	Semestral	Capital humano
14.Estado de los equipos de seguimiento y medición (SGC)	Cant. de equipos de seguimiento y medición en uso verificados / Total de equipos de seguimiento y medición	$I_{ESM} = 1$ Cump. adecuado $I_{ESM} < 1$ Cump. deficiente	Anual	Mantenimiento Industrial
15.Índice de tráfico (para camiones de transporten carga u ómnibus) (SGEn)	$I_t = \text{Consumo de combustible en ton.} / (\text{Peso transportado de la carga en MMton} * \text{Distancia recorrida})$	Plan / Real	Mensual	Transporte
16.Índice de transportación (para otros vehículos) (SGEn)	$I_{tr} = \text{Consumo de combustible en litros} / \text{Distancia recorrida en km.}$	Plan / Real	Mensual	Transporte
17.Índice de lubricantes para vehículos(SGEn)	$I_{lub} = \text{Consumo de lubricantes en litros} / \text{Consumo de combustible en litros}$	Plan / Real	Mensual	Transporte
18.Índice de lubricantes para proceso productivo (SGEn)	$I_{CLP} = \text{Consumo de lubricantes} / \text{Producción realizada}$	Plan / Real	Mensual	Producción de oxígeno, Producción de acetileno Mantenimiento Industrial
19.Indicador de montacargas (SGEn)	$I_{MTG} = \text{Consumo de combustible del montacargas en litros} / \text{Tiempo de explotación}$	Plan – Real	Mensual	Transporte







Anexo 10.

Diagrama de interrelaciones de procesos del SGC y Matriz de diseño para la integración en la Ronera Central.

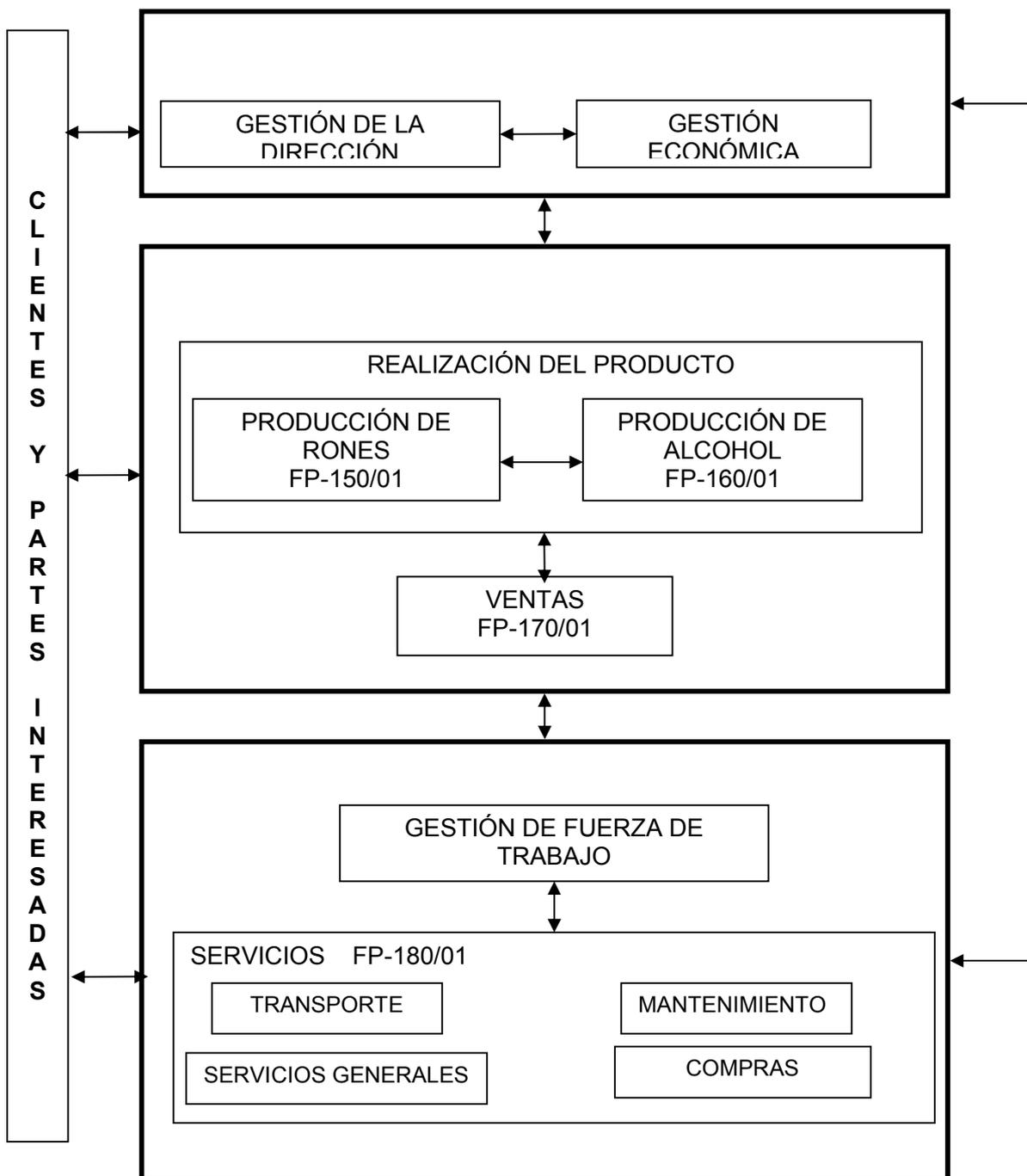


Figura A-10.1: Diagrama de interrelaciones

Tabla A-10.1: Matriz de diseño del SIG de la Ronera Central

No.	Requisito y título NC ISO 14001: 2004.	Requisito y título NC ISO 50001: 2011.	Ubicación que se propone en el SGC de la Ronera.
1	4.1 Requisitos generales.	4.1 Requisitos generales.	Manual del Sistema de Gestión.
2		4.2 Responsabilidad de la dirección.	Manual del Sistema de Gestión.
3		4.2.1 Alta dirección.	Manual del Sistema de Gestión.
4		4.2.2 Representante de la dirección.	Manual del Sistema de Gestión. Resolución de nombramiento del representante del SGC.
5	4.2 Política ambiental.	4.3 Política energética.	Política de gestión.
6	4.3 Planificación.	4.4 Planificación energética.	Planificación estratégica.
7	4.3.1 Aspectos ambientales.		<b>No esta definido, introducir el PG-100/01: Gestión de Riesgos.</b>
8		4.4.1 Generalidades.	Planificación estratégica.
9	4.3.2 Requisitos legales y otros requisitos.	4.4.2 Requisitos legales y otros requisitos.	Procedimiento General, PG 100/03: Gestión de la documentación.
10		4.4.3 Revisión energética.	<b>No esta definido, elaborar nuevo procedimiento para la gestión de la energía.</b>
11		4.4.4 Línea de base energética.	<b>No esta definido, elaborar nuevo procedimiento para la gestión de la energía.</b>
12		4.4.5 Indicadores de desempeño energético.	<b>No están definidos, incluir en las Fichas de proceso.</b>
	4.3.3 Objetivos y metas y programas.	4.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía.	No existen, elaborar plan de acciones de gestión de la energía partiendo del programa de ahorro energético existente y programa de gestión ambiental, e incluir en la Planificación estratégica.
	4.4 Implementación y operación.	4.5 Implementación y operación.	Manual del Sistema de Gestión.
	4.4.1 Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad.		Manual del Sistema de Gestión. Resolución de nombramiento del Representante de la dirección.
		4.5.1 Generalidades.	Manual del Sistema de Gestión.
	4.4.2 Competencia, formación y toma de conciencia.	4.5.2 Competencia, formación y toma de conciencia.	Manual de Gestión. Procedimiento general PG - 120/01: Gestión de los recursos humanos.

	4.4.3 Comunicación.	4.5.3 Comunicación.	Manual del Sistema de Gestión y Manual de gestión de la Comunicación.
	4.4.4 Documentación.	4.5.4.1 Requisitos de la documentación.	Procedimiento General PG 100/03: Gestión de la Documentación.
	4.4.5 Control de documentos.	4.5.4.2 Control de documentos.	Procedimiento General PG 100/03: Gestión de la Documentación.
	4.4.6 Control operacional.	4.5.5 Control operacional.	Instrucciones de trabajo de equipos y operaciones.
	4.4.7 Preparación y respuesta ante emergencias.	4.5.5 Control operacional (EN SU NOTA).	Plan de reducción de desastres.
		4.5.6 Diseño.	Ficha de proceso FP 100/01: Gestión de la Dirección.
	4.4.6 Control operacional (inciso c).	4.5.7 Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía.	Procedimientos Generales. PG 100/09: Evaluación de proveedores, PG 100/05: Contratación económica., PG 190/08: Inspección inicial de productos comprados. Procedimiento técnico PT 170/05: Aseguramiento técnico material.
	4.5 Verificación.	4.6 Verificación.	Manual del Sistema de Gestión.
	4.5.1 Seguimiento y medición.	4.6.1 Seguimiento, medición y análisis.	Procedimiento técnico PT 180/01: Control de los instrumentos de medición. <b>Nuevo procedimiento para la gestión de la energía. Se introduce el PG-100/02: Gestión de residuos y Plan de Manejo de productos químicos y desechos peligrosos.</b>
	4.5.2 Evaluación del cumplimiento legal.	4.6.2 Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos.	Manual del Sistema de Gestión. Procedimiento General PG 100/03: Gestión de la documentación.
	4.5.5 Auditoría interna.	4.6.3 Auditoría interna al SGen.	Procedimiento General PG 100/04: Auditorías internas
	4.5.3 No conformidad, acción correctiva y acción preventiva.	4.6.4 No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva.	Procedimiento General PG 100/06: Identificación y tratamiento del producto no conforme y no conformidades, acciones correctivas y preventivas.
	4.5.4 Control de los registros.	4.6.5 Control de los registros.	Procedimiento General PG 100/03: Gestión de la documentación.
	4.6 Revisión por la dirección.	4.7 Revisión por la dirección.	Manual Sistema de Gestión.

Anexo 11

Resumen Diagnóstico energético-ambiental de la Ronera Central.

1. Valoración ambiental.

• **Manejo del agua:** El abasto de agua proviene de dos pozos contratados con el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) que se encuentran aproximadamente a 2 300 metros de la entidad. La conductora que trasiega el agua desde los pozos está formada por dos tramos de tubería, uno de asbesto cemento y otra de hierro fundido con más de 30 años de explotación. Para el envío del líquido hacia la industria se utilizan dos bombas: una sumergible (capacidad 10 – 30 l/s) y una motobomba (capacidad 19.4 l/s). El agua que proviene de la fuente de suministro llega a la cisterna soterrada de la fábrica que tiene una capacidad de 240 m<sup>3</sup> de capacidad y es enviada a los puntos de consumo empleando un sistema hidroneumático marca CARPEDA, modelo MXV50 1602-50 que posee una capacidad de 9 – 25 m<sup>3</sup>/h, La red de distribución de la cisterna hacia los puntos de consumo es de hierro galvanizado y acero inoxidable. Se cuenta con la existencia de seis metro contadores de agua marca ABB, modelo IBERCONTA localizados a la entrada de las áreas, Cocina – Comedor, Añejamiento, Fabricación, Embotellado, Transporte y Destilería, según se observa a continuación en figura A-11.1:

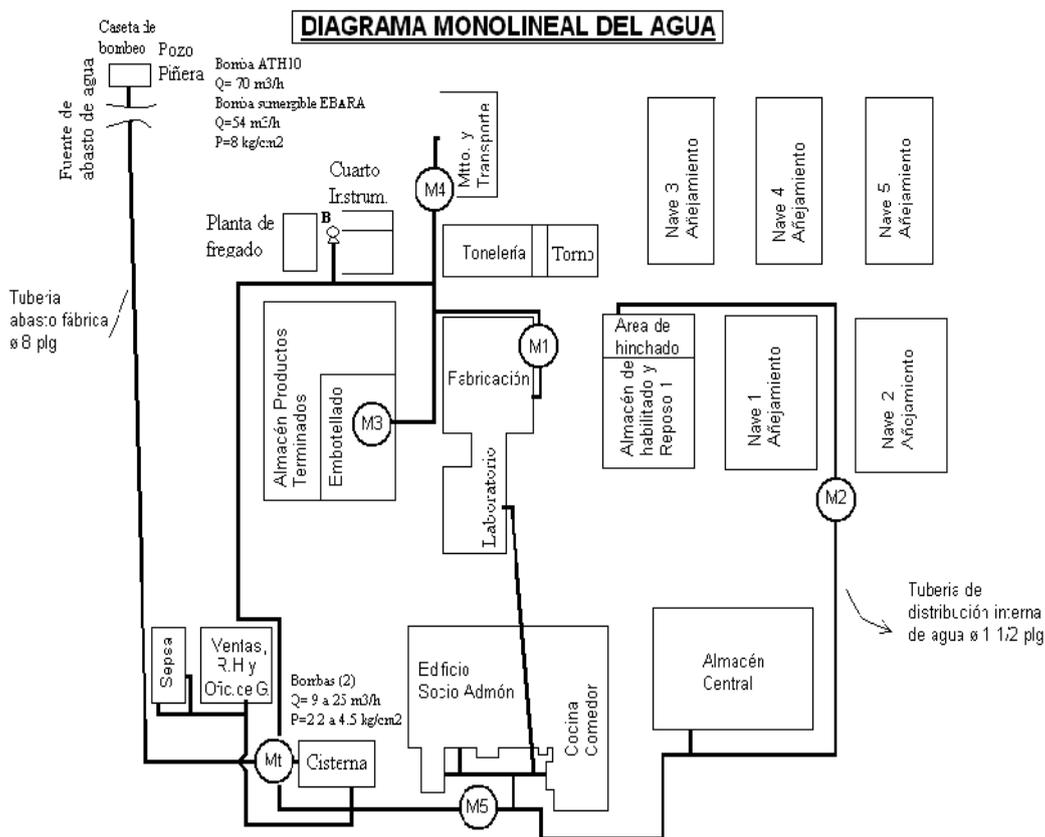


Figura A-11.1: Diagrama del sistema de distribución de agua, Ronera Central. Aunque está definido el Programa de ahorro y uso eficiente de agua, no se cumple en su totalidad las medidas que contiene, al observarse que se exceden las cifras de consumo planificadas en los últimos años.

El monitoreo para el control del agua potable se realiza según lo establecido en el procedimiento **PT 110/01: Obtención del agua potable, muestreo y control**, donde se establece y refleja la frecuencia de realización de ensayos microbiológicos al agua, así como el control de la cloración y la limpieza de los depósitos de agua. Se tiene establecido además un control diario del consumo de agua en cada área y mensualmente se da seguimiento al comportamiento de los índices de consumo previamente establecidos. Estos procedimientos e instrucciones establecen los registros donde se plasman las evidencias de los controles realizados. Los depósitos de agua y la cisterna se limpian de acuerdo a lo establecido en la instrucción **IT 150/01: Manual para la limpieza en la UEB Ronera**, en el que se describe el procedimiento establecido así como la frecuencia de la limpieza.

El agua de los pozos se caracteriza física, química y bacteriológicamente con una frecuencia mínima de dos veces al año, contratada con laboratorios externos; los ensayos a realizar están en correspondencia con los establecidos en las normas vigentes sobre fuentes de abasto. En la red de distribución interna, al agua de consumo humano y para la elaboración de productos se le realiza caracterización físico- química y bacteriológica, cuatro veces al año como mínimo, tomando muestras en 5 puntos de la fábrica. Los ensayos están en correspondencia con los establecidos en las normas vigentes sobre agua potable. Debido a las características del agua a utilizar en la producción, dos veces al día como mínimo, se realiza el control del cloro residual en las instalaciones del laboratorio (Ronera y Destilería). En caso de que el resultado no sea el adecuado, el personal del laboratorio informa al auxiliar de producción quien garantiza se regule la dosificación de hipoclorito de sodio. El ensayo se repite cada una hora hasta lograr el parámetro establecido.

- Calidad del aire:** La principal fuente contaminante del aire en la Ronera Central es la emisión de gases y partículas contaminantes a la atmósfera, por la caldera generadora de vapor de la Destilería. Las mediciones efectuadas por especialistas del Grupo de Calidad del aire del Centro Meteorológico Provincial de Villa Clara estuvieron dirigidas a cuantificar la emisión de material particulado (los PM10, PM2.5), el SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, y CO; para ello se realizó una caracterización del proceso productivo en cuanto a; datos técnicos de la caldera generadora de vapor, control del proceso, tipo y consumo de combustible, aplicando el Factor de Emisión aproximado que corresponde a cada uno de los contaminantes. El procedimiento para la determinación de los contaminantes se basa en la modelación de la dispersión, mediante datos meteorológicos de la estación meteorológica del INIVIT del municipio de Santo Domingo. A partir de las concentraciones máximas (C<sub>ma</sub>) de cada contaminante y su comparación con la norma cubana NC 39/99, se calcula el Índice de Calidad del Aire (ICA) para cada caso y se clasifica según la NC 111/2004. Los resultados obtenidos (**Informe octubre 2011**) se muestran en la figura A-11.2:

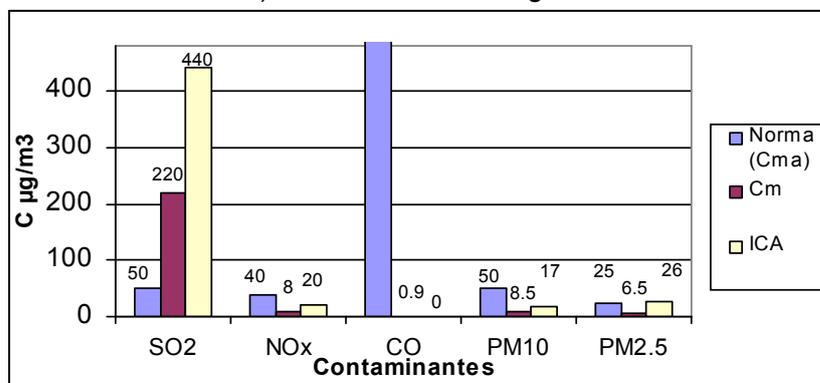


Figura A-11.2: Concentraciones máximas calculadas vs. ICA

Como se observa, el SO<sub>2</sub>, sustancia moderadamente peligrosa, alcanza una concentración máxima de 220 µg/m<sup>3</sup> lo cual representa el 440 % de la Cma de la NC 39/99, para un ICA de Pésima, según NC 111/2004. El NO<sub>2</sub>, sustancia muy peligrosa, alcanza una concentración máxima de 8 µg/m<sup>3</sup> llegando a ser el 20 % de la Cma de la NC 39/99, para un ICA de Buena, según NC 111/2004. El CO, sustancia ligeramente peligrosa, alcanza una concentración máxima de 0.9 µg/m<sup>3</sup> lo cual representa el 1 % de la Cma de la NC 39/99, para un ICA de Buena, (concentración despreciable) según NC 111/2004. El PM<sub>10</sub> se clasifica como muy peligroso, alcanza una concentración máxima de 8.5 µg/m<sup>3</sup> lo cual representa el 17 % de la Cma, para un ICA de Buena, según NC 111/2004. El PM<sub>2,5</sub>, se clasifica como muy peligroso, alcanza una concentración máxima de 6.5 µg/m<sup>3</sup> constituyendo el 26 % de la Cma, para un ICA de Buena, según NC 111/2004. Además se calculó la emisión de los contaminantes a la atmósfera en el año 2010 por concepto de quema del combustible crudo cubano 1400 de acuerdo al consumo promedio mensual de este. Se concluye que el SO<sub>2</sub> es el responsable del deterioro de la calidad del aire, con categoría de Pésima, que da lugar a una situación de alerta.

Teniendo en cuenta esos resultados la industria implementa el SGE n con medidas concretas para reducir los niveles de contaminación que emite la caldera y mejorar la eficiencia energética.

- **Ruidos y Vibraciones:** El análisis y evaluación del ruido existente en las diferentes áreas de la Ronera Central se efectúa, a partir de mediciones realizadas por especialistas de la Unidad de Medio Ambiente del CITMA en Villa Clara, empleando para ello, un sonómetro SC-20C Sound Level meter (CESVA) español (certificado) (**Informe 2011**). En la UEB Destilería se consideraron como puntos de muestreo las siguientes áreas: torre de enfriamiento, sala de calderas, sala del compresor, área entre la sala de calderas y la torre de enfriamiento y sala de destilación.

En la UEB Ronera se tuvo en cuenta el área de embotellado y la sala de compresores. Dentro de embotellado se tomaron mediciones en los siguientes puntos de muestreo: entrada y salida de la máquina lavadora, entrada a la máquina llenadora, salida de la máquina tapadora, centro del salón de embotellado, empacadora y área de identificación de cajas.

Los muestreos se ejecutaron en diferentes momentos, tomando en consideración los picos de máxima y mínima influencia, de manera tal que permita poder proponer medidas correctivas donde corresponda. Los resultados de las mediciones de los niveles de ruido realizadas en Destilería y Ronera se muestran en las Tablas A-11.1 y A-11.2:

Tabla A-11.1: Resultado de las mediciones de los niveles de ruido en la UEB Destilería

Puntos muestreados	Nivel de ruido (dB.A)					Tiempo (s)
	Leqt.	L <sub>90</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>10</sub>	L <sub>cpk</sub> .	
Torre de enfriamiento (ruido constante)	97.0	96.4	97	97.6	109.7	23
	96.5	95.8	96.4	97.1	109.9	47
Sala de calderas (ruido no constante)	94.6	85.3	91.9	99.3	112.7	29
	95.7	95.2	95.6	96.2	108.2	37
Sala del compresor (ruido no constante)	105.6	105.4	105.6	105.8	117.3	25
	105.8	105.6	105.8	106.0	117.3	32
Área entre la sala de calderas y la torre	91.5	90.7	91.4	92.3	106.2	38

de enfriamiento)						
Sala de destilación	79.1	77.6	78.5	80.3	95.0	32
	79.8	78.0	79.2	81.5	94.7	1.28(min)

Tabla A-11.2: Resultado de las mediciones de los niveles de ruido en la UEB Ronera

Puntos muestreados	Nivel de ruido (dB.A)					Tiempo (s)
	Leqt.	L - 90	L - 50	L - 10	Lcpk.	
Sala de compresores	98.6	98.4	98.7	99.0	111.5	46
<b>Embotellado</b>						
Entrada de la máquina lavadora (ruido constante)	99.5	93.5	97.1	102.3	125.5	53
	100.4	94.5	98.6	104.5	122.2	37
Salida de la máquina lavadora (ruido constante)	94.6	91.1	94.0	96.9	114.2	39
	94.7	89	94.3	97.3	116.4	1.17(min.)
Entrada de la máquina llenadora (ruido constante)	93.6	91.6	92.8	95.5	111.6	45
Salida máquina tapadora (ruido constante)	95.2	93.9	94.8	96.5	111.4	28
Centro del salón de embotellado	93.5	92.3	93.3	94.6	108.7	40
Empacadora	92.6	90.1	91.9	94.6	110.8	51
Área de identificación de cajas	84.0	81.2	83.2	86.1	101.8	59

Donde:

Leqt.: Nivel de presión sonora continuo equivalente

Lcpk.: Mayor valor absoluto de presión sonora instantáneo

L-90, 50,10: Percentiles de los niveles de presión sonora en un 90%, 50%, 10% en el tiempo de medición

La evaluación de las mediciones se realizó comparando el nivel sonoro equivalente (Leqt.) a partir de los valores medidos con el máximo admisible según establece la NC: 19-01-04:80 (Ruido para todos los puestos y locales de trabajo, así como para las diferentes actividades). Para el nivel sonoro equivalente continuo, el nivel máximo admisible es de 85 dB(A), por lo que al sobrepasarse este valor existen riesgos de daños auditivos para los trabajadores expuestos durante un régimen normal de trabajo.

#### **UEB Destilería.**

Se generan altos niveles de ruido fundamentalmente en las siguientes áreas: torres de enfriamiento, caldera y compresores, apreciándose que el nivel sonoro equivalente medido es de 97.0, 95.7 y 105.8 dB(A), respectivamente, valor que se encuentra por encima de lo permisible según la NC 19-01-04:80 (Ruido para todos los puestos y locales de trabajo así como para las diferentes actividades). Teniendo en cuenta que existen trabajadores que laboran durante un régimen normal de 8 horas distribuidos por turnos de trabajo se realizaron mediciones en el área de mayor tiempo de exposición al ruido; reflejándose valores de 91.5 dB(A), cifra que requiere de la utilización de medios de protección, los cuales están disponibles y son utilizados por los trabajadores.

#### **UEB Ronera.**

En la sala de compresores el nivel sonoro equivalente sobrepasa el nivel máximo admisible, de igual modo sucede en los puntos muestreados en el área de embotellado con excepción del área de identificación de cajas en el cual el nivel de ruido medido está un punto por debajo del valor máximo admisible. Los altos niveles de ruido emitidos en el embotellado que sobrepasan límites permisibles según la Norma Cubana están provocados

fundamentalmente por la tecnología utilizada y por las características del local (cerrado) encontrándose los trabajadores afectados de forma directa.

No existen quejas formuladas por parte de los trabajadores expuestos a los niveles de ruido señalados en la UEB Destilería y en la UEB Ronera, ya que los medios de protección están disponibles y existe en la entidad una cultura de uso de los mismos.

- **Residuales líquidos:** Como parte del diagnóstico ambiental se ha caracterizado, por el Laboratorio del Centro de Estudios de Química Aplicada de la UCLV, los residuales líquidos de la Ronera Central (**Informe 2013**), que están conformados por:

**Residuales industriales:** los provenientes de Ronera que comprenden embotellado, fabricación, laboratorio y añejamiento, donde además se incluyen los almacenes de materias primas y productos terminados, así como el área de rehincho de barriles y los residuales de Destilería.

**Residuales de la actividad social:** formados por los baños, áreas administrativas en general y comedor para los cuales se cuenta con órganos de tratamiento (fosas)

Los residuales industriales generados están compuestos en un 85 % por residuos provenientes de las actividades de limpieza, ya que en las áreas donde se generan se cuenta con tecnología avanzada que disminuye la generación de residuales líquidos y se tienen implementadas además medidas de P+L para la recuperación de los residuos que se generan y por ende disminuyen los volúmenes de vertimiento.

#### **UEB Destilería.**

No se generan residuales líquidos en gran medida, pues casi todos tienen una solución de reutilización, actualmente se hacen esfuerzos por incluir esa reutilización de los residuales generados en las etapas de regeneración de las columnas de intercambio iónico para suavizar agua, lo que eliminará en su totalidad la generación de residuales de esta instalación. Está perfectamente definida la salida de los residuales, es única, aunque a ella se incorporan una gran parte de los pluviales. Estos residuales son evacuados por una conductora que los conduce hasta el órgano de tratamiento que consiste en una laguna de oxidación la cual actúa como un humedal. Existe además una fosa junto al área de compresores y recibe los residuales de la actividad social.

#### **UEB Ronera.**

Existen dos órganos de tratamiento (fosas). La primera se encuentra ubicada en la parte posterior de la garita de entrada a la instalación y recibe los albañales de la garita y del Departamento de Recursos Humanos, ubicado junto a ella. La segunda está ubicada en la parte posterior del edificio administrativo y recibe todos los residuales generados de este edificio, con la excepción de los que se generan en la cocina-comedor en la que existen dos líneas de salida de residuales, una ubicada como atarjea en el centro del patio y la otra paralela y separada en la salida por muy poco espacio, y que tiene ubicado en su inicio una trampa de sólidos y grasa.

Los residuales líquidos industriales son evacuados por una conductora que va recogiendo los residuos en las diferentes áreas de trabajo en la que se cuenta con trampas de grasa instaladas en los puntos que lo requieren, al final de la misma se encuentra un registro que permite realizar los muestreos de todos los residuales industriales, y finalmente se vierten a un sistema de tratamiento de residuales que consiste en una laguna de oxidación.

El caudal de residuales líquidos se estima, no se determina a partir de mediciones. Las caracterizaciones se establecen en un período de un año con monitoreo cada 6 meses, los resultados de las mismas evidencian una disminución de la carga contaminante en términos de DBO<sub>5</sub>.

Tabla A-11.3: Resultados de la caracterización de residuales 2013

Indicadores	Entidad Contratada		IIIA	IIIA	CEQA	CEQA	
			2011	2012	2012	2013	2013
	LMPP	U/M	Salida	Salida	Salida	E. Laguna	S. Laguna
PH	6 a 9	U	6,51	5,69	7,64	7,58	7,43
CE	2000	µS/cm	1803	690	1493	9,8	1023
Temperatura	40	°C					
Grasas y Aceites	10	mg/L	5,6	2,6		10	10
Materia flotante	Ausente			Ausente			
Ssed	3	mL/L	0	0	0	0	0
DBO5	60	mg/L	1950	10000	1150	333	69,42
DQO	160	mg/L	3772	47940	4320	2865,9	550
Nt	10	mg/L	1,93	3,64	5	14,56	9,8
Pt	5	mg/L	0,47	0,83	2,8	18,94	16,3
ST		mL/L		210		912	740
SDT		mL/L				490	515
SST		mL/L					

El resultado de la caracterización de los residuales líquidos muestra que a la salida de la laguna se cumple con los requisitos establecidos para el vertimiento en los parámetros de: pH, conductividad eléctrica CE, grasas aceites e hidrocarburos y nitrógeno total. No se cumple con los parámetros de DBO<sub>5</sub>, DQO y Fósforo total. En este punto se aprecia una considerable disminución de la DBO<sub>5</sub> y DQO llegando a los siguientes valores, muy cercanos a los permitidos por la norma:

Parámetros	Valor (mg/l)	LMPP (mg/l)
DBO <sub>5</sub>	69.42	60
DQO	550	160

En el caso de Fósforo total, este parámetro se desvía en la salida de la laguna al incorporarle el residual de cocina comedor, pues su origen está ocasionado por el uso de detergentes. La concentración de fósforo en el agua después del tratamiento es de 16.3 mg/L siendo el límite valores por debajo de 5.

El informe recoge las posibles medidas a implementar para lograr enmarcar estos parámetros en norma antes de incorporar el residual a las lagunas del CAI.

• **Residuos sólidos:** La Ronera tiene establecidos los controles operacionales correspondientes para el manejo de los residuos sólidos que se generan (cartón, cintas, vidrio, nylon, metales, madera) y mantiene una gestión eficaz en su manejo, tiene establecido contrato con la Empresa Recuperadora de Materias Primas (ERMP). Para la determinación de las cantidades generadas de residuos sólidos la entidad tiene definidos los índices de generación por cada renglón.

Los residuos sólidos se recopilan, clasifican y organizan adecuadamente en cada área o proceso por el personal responsable de la actividad donde se generan y se ubican en el sitio de almacenamiento que se destina a este fin hasta tanto se realice el retiro de los mismos por el responsable del área de servicios, hasta su destino final. Estas prácticas se establecen

en un procedimiento para la gestión de los residuos sólidos (PG-100/02 Gestión de residuos). Se mantienen en todas las áreas las buenas prácticas con el manejo de los residuos sólidos.

- **Productos Químicos, combustibles y lubricantes:** Los productos químicos que se utilizan se refieren a los del Laboratorio de análisis, se encuentran ubicados en el almacén de productos químicos debidamente identificados y cuentan con las Fichas de datos de seguridad. Se utilizan combustibles y lubricantes que se consideran en la valoración energética. No han existido derrames, escapes, vertimiento o disposición no planificada de estos productos en los últimos tres años. La entidad tiene establecidos los procedimientos operativos y dispone de medios, recursos materiales y tecnologías para enfrentar estas contingencias.

- **Desechos Peligrosos:** Para el manejo adecuado de los desechos peligrosos la Ronera cuenta con el “**Plan de manejo de productos químicos y desechos peligrosos**” según lo establece la Resolución CITMA 136/2009 así como con la licencia ambiental para su manejo. Se tienen identificados los puntos o actividades donde se generan estos desechos y se mantienen bajo control encontrándose capacitado todo el personal que labora en estas actividades en relación a las Buenas Prácticas y características de peligrosidad de los desechos que manejan. Se tienen además actualizados los contratos con ERMP y CUPET para el tratamiento de los mismos y el control estadístico de sus entradas y salidas.

La Ronera tiene establecidas las medidas necesarias para minimizar la generación de desechos peligrosos (aceite usado, filtros de aceites, baterías desechadas, tubos fluorescentes, grasas, tonel de impresoras, neumáticos, frascos de productos químicos y productos químicos caducos). En Plan de Manejo de productos químicos y desechos peligrosos se establece el procedimiento para la gestión de desechos peligrosos.

La industria cuenta con el Plan de Reducción de Desastres donde establece las acciones necesarias y los responsables de ejecutarlas para enfrentar cualquier suceso o accidente que ocurra durante el manejo de los desechos peligrosos. Se cuenta con los medios de protección para el personal involucrado en el manejo de estos desechos, los mismos cuentan con su plan individual de capacitación y han sido capacitados en estos temas.

- **Equipos de refrigeración y climatización:** Se trabaja en la implementación del Programa Nacional de eliminación de los HCFC, existen un total de 57 equipos de clima y refrigeración (en este caso un equipo de refrigeración comercial con R-11) que utilizan R-22 como gas refrigerante, de ellos 11 tienen un estado técnico entre regular y malo.

#### **4. Diagnóstico energético preliminar.**

Al aplicar la lista de chequeo del diagnóstico energético preliminar, de los 20 aspectos a evaluar, 19 se evalúan conforme, para un 95%, la actualización del balance de energía resulta no conforme. Del recorrido por las instalaciones se señalan salideros en la conductora de la fuente de abasto de agua a la fábrica, problemas con el estado técnico del quemador de la caldera y aislamiento de tuberías en destilería, derrame de agua en los procesos de fabricación y rehincho de barriles en Ronera, así como salideros de agua en los sistemas de descargue de algunas instalaciones sanitarias.

#### **5. Aplicación de las herramientas de la TGTEE**

Con la aplicación de las herramientas recomendadas en la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE) se obtiene que los portadores energéticos que se utilizan son el crudo cubano, la electricidad, gasolina y diesel.

- Diagrama de Pareto.

Para analizar el comportamiento de los portadores energéticos utilizados y determinar cuáles son los de mayor incidencia en el balance energético, se recopilan los datos de consumo medidos del 2012 y se plantea la estructura de consumo de portadores energéticos que se muestra a continuación en tabla A-11.4 y el diagrama de Pareto en figura A-11.3:

Tabla A-11.4: Estructura de consumo de portadores energéticos 2012

No.	Portador	U/M	TEP	%	% Acum.
1	Crudo	T	1203	80,54	80,54
2	Electricidad	MWh	243,62	16,31	96,85
3	Diesel	T	40,16	2,69	99,54
4	Gasolina	T	6,51	0,46	100
Total:			1493,64	100	

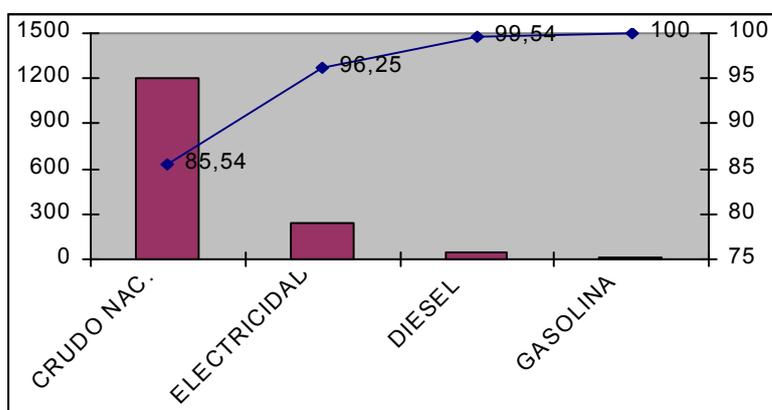


Figura A-11.3: Diagrama de Pareto con la estructura del consumo de portadores energéticos 2012

Como se observa, los portadores energéticos cuyo uso deciden la eficiencia energética de la Ronera son el Crudo cubano y la Electricidad, alcanzando en todo el período analizado más del 95% del consumo total de combustible equivalente convencional de la fábrica. Se centra el diagnóstico energético en esos portadores.

- Consumo de portadores energéticos.

Para analizar el comportamiento de los portadores crudo y electricidad, se analizan los datos del período 2010-2012, que se muestran en figura A-11.4:

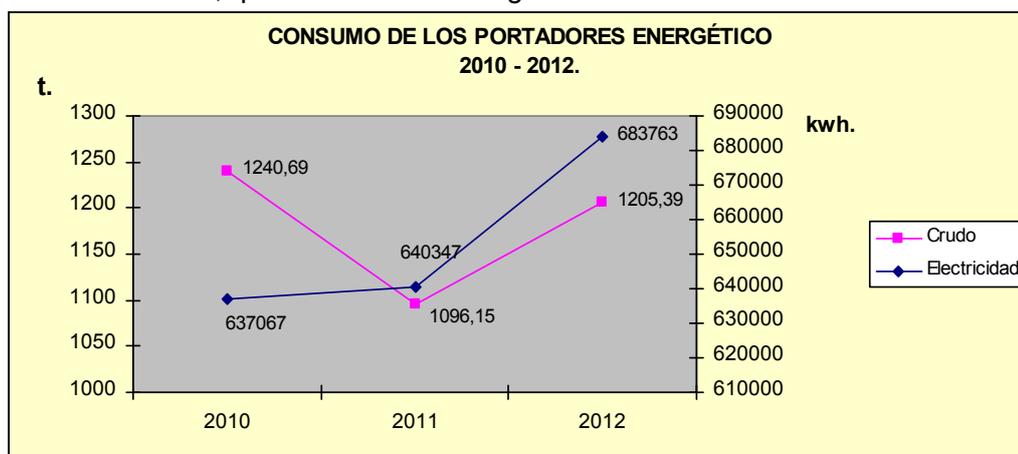


Figura A-11.4: Consumo de portadores diesel y electricidad en el periodo 2010-2012

En el período analizado se muestra un incremento en el consumo de electricidad debido al aumento del nivel de actividad total en HI. de la fábrica. En el portador crudo se observa un comportamiento variable debido a la disminución del nivel de actividad en el 2011, lográndose en el 2012 un nivel de actividad mayor con un índice de consumo más favorable. Al aplicar el resto de las herramientas recomendadas en la TGTEE (gráfico de consumo y producción en el tiempo, diagramas de dispersión y correlación, gráficos de control y comportamiento de los índices de consumo) para los portadores crudo y electricidad en el año 2012 se obtuvo que:

1. El comportamiento de crudo es estable respecto a la producción de alcohol etílico fino.
2. Existe una relación estable entre el consumo de electricidad y la producción, notándose una desviación en el mes de abril, la cual está motivada por una disminución en el nivel de actividad en la producción de alcohol etílico fino, por lo que a su vez disminuye el consumo total de energía eléctrica en la fábrica.
3. Existe una relación favorable entre el consumo de energía eléctrica y la producción de alcohol etílico fino.
4. No existe una relación lineal entre el consumo de electricidad y la producción de rones embotellados y producción de rones a granel en algunos meses del año, debido a los bajos niveles de actividad alcanzados, manteniéndose en estos meses los consumos fijos no asociados a la producción.
5. No existe correlación entre la producción total y el consumo de diesel, teniendo en cuenta que este portador se utiliza fundamentalmente en actividades administrativas.
6. No existe una relación lineal entre el consumo de combustible convencional y la producción mercantil desarrollada, esto se debe a que existen portadores como el diesel y la gasolina que no tienen una acción directa sobre los niveles de actividad y la producción mercantil. No sucede así con el portador crudo que tiene una gran influencia sobre el total de combustible convencional reflejándose así en los meses de abril y julio, donde el nivel de actividad en la producción de alcohol etílico fino fue baja y por tanto el consumo de este portador también.
7. La intensidad energética tiene un comportamiento variable en el año 2012 influenciado fundamentalmente por el bajo nivel de consumo de crudo nacional en la producción de alcohol etílico fino en meses como abril, julio, octubre y diciembre.
8. El índice de consumo de electricidad en la producción de rones a granel del 2012 es superior a los de la línea de base energética, debido a que se ejecutaron actividades no planificadas en áreas de mantenimiento y servicios, cuyo gasto energético en parte se incorpora al índice de esta actividad, no obstante el índice real obtenido en el 2012 se comportó por debajo del planificado para este año.
9. El índice de consumo de electricidad en la producción de alcohol etílico fino del 2012 es inferior a la línea de base energética en la mayoría de los meses aunque en ninguno de los años (2010-2011-2012) se logran los índices planificados, debido a afectaciones tecnológicas de la Destilería, lográndose una recuperación de éstos en el último trimestre del 2012.
10. El índice de consumo de electricidad en la producción de rones embotellados del 2012 es superior en algunos meses debido fundamentalmente a que los niveles de actividad promedios del embotellado fueron inferiores a los del periodo anterior.
11. De forma general los índices de electricidad de la fábrica al cierre del 2012 son superiores a los de los 3 años anteriores (línea de base energética).
12. El índice de consumo de crudo nacional presenta un comportamiento desfavorable en el primer semestre del año 2012 con respecto a la media promedio, debido a afectaciones tecnológicas en la Destilería, lográndose una recuperación a partir del segundo semestre del año 2012.

Como resultado del análisis se identifica la Caldera Sadeca de la Destilería como el equipo clave de consumo de crudo. En el caso de la electricidad se identifican Torre de enfriamiento, Caldera Sadeca, Compresor (en Destilería), Compresores de la nevera de la cocina, Equipos de clima del comedor, Equipos de clima de oficinas (en edificio socio-administrativo), Equipos de clima del salón de embotellado, Compresor, Monobloque (en área de embotellado), Compresor y la Planta Desmineralizadora de agua (en área de fabricación), como los equipos claves de consumo de electricidad, teniendo en cuenta el % que representa su consumo, del consumo total de crudo y electricidad de toda la fábrica.

Por otra parte, al igual que en el caso de estudio anterior, en la Ronera una de las materias primas principales es el agua, la cual se emplea en la mayoría de las etapas de ambos procesos productivos. A pesar de que el agua no es un portador energético, constituye un recurso natural que requiere de energía eléctrica para su utilización. En ese sentido se detectaron dificultades en el manejo de ese recurso, también identificado en la valoración ambiental.

**Anexo 12**

**Indicadores energéticos y ambientales que se proponen para la evaluación de los procesos en Ronera Central.**

Indicador	Expresión	Criterio de evaluación	Frecuencia de las mediciones	Procesos
1. Residuos no reciclables para eliminación (SGA)	Cantidad de residuos no reciclados en kg.	Tendencia a disminuir	Mensual	Todos
2. Índice de consumo de agua (SGA)	Consumo total de agua / Consumo planificado de agua	$I_{CA} = 1$ Cump. Adecuado	Anual	Producción de rones
3. Utilización de instrumentos de protección en los procesos (SGA)	Equipos con criterios de trabajo seguros para el medio ambiente / Total de equipos existentes.	$I_{UI} = 1$ Cump. adecuado $I_{UI} < 1$ Cump. Deficiente	Semestral	Producción de alcohol
4. Índice de aprovechamiento de residuos sólidos reciclables (SGA)	Cant. de residuos sólidos entregados / Cant. de residuos sólidos contratados con materia prima	$I_{RRS} \geq 1$ Cump. adecuado $I_{RRS} < 1$ Cump. Deficiente	Anual	Producción de rones. Producción de alcohol. Gestión de los servicios.
5. Nivel de contaminación atmosférica (SGA)	Cantidad de emisiones.	Parámetros establecidos en la NC 39: 1999	Anual	Producción de alcohol.
6. Índice de aprovechamiento de agua residual (SGA)	Cantidad de agua que se reutiliza / Cantidad de agua residual generada	$I_{AR} > 0.85$ Cump. adecuado $I_{AC} < 0.85$ Cump. Deficiente	Anual	Producción de alcohol Producción de rones
7. Índice de efectividad del sistema de tratamiento de aguas residuales (SGA)	Total de sistemas de tratamiento que funcionan correctamente / Total de sistemas de tratamiento existentes.	$I_{EST} = 1$ Cump. adecuado $I_{EST} < 1$ Cump. deficiente	Anual	Gestión de la dirección
8. Índice de residuos peligrosos dispuestos correctamente (SGA)	Cant. de residuos peligrosos dispuestos con certificación	$I_{RP} = 1$ Cump. adecuado	Semestral	Gestión de la dirección Gestión de los servicios

	emitida/Cant. de residuos peligrosos dispuestos	$I_{RP} < 1$ Cump. Deficiente		
9.Índice económico energético (SGEn)	Gastos energéticos / Gastos totales	Plan / Real	Mensual	Gestión de la dirección
10.Índice de consumo de electricidad (SGEn)	Energía eléctrica consumida / Producción realizada	Plan / Real	Mensual	Producción de rones
11.Índice de transportación (para vehículos) (SGEn)	$I_{tr}$ = Consumo de combustible en litros / Distancia recorrida en km.	Plan / Real	Mensual	Gestión de los servicios
12.Índice de lubricantes para vehículos (SGEn)	$I_{lub}$ = Consumo de lubricantes en litros / Consumo de combustible en litros	Plan / Real	Mensual	Gestión de los servicios
13.Índice de lubricantes para proceso productivo (SGEn)	$(I_{CLP}) =$ Consumo de lubricantes / Producción realizada	Plan / Real	Mensual	Producción de rones. Producción de alcohol. Gestión de los servicios.
14.Indicador de montacargas (SGEn)	$I_{MTG}$ = Consumo de combustible del montacargas en litros / Tiempo de explotación	Plan / Real	Mensual	Gestión de los servicios
15.Estado de los equipos de seguimiento y medición (SGC)	Cant. de equipos de seguimiento y medición en uso verificados / Total de equipos de seguimiento y medición	$I_{ESM} = 1$ Cumplimiento adecuado $I_{ESM} < 1$ Cumplimiento deficiente	Anual	Gestión de los servicios

**Anexo 13**

**Prácticas de P+L implementadas en Ronera Central.**

No	Oportunidades de P+L identificadas	Situación anterior	Situación actual	Medida implementada	Inversión (CUC)	Ahorros anuales (CUC)	Beneficio ambiental
<b>Ejecutadas</b>							
1	Cuantificar los residuos sólidos con posibilidades de uso o comercialización	No todos los renglones en el trabajo se tenían bajo control	Se controlan todos los renglones y se comercializan los residuos sólidos recuperables	Gestionar la venta de desechos sólidos	-	7498.0 MN	Disminución del vertimiento de residuos sólidos al medio
2	Recuperar los residuos de sirope alcoholizado	Los residuos de sirope alcoholizado se vertían directamente al sistema de atarjea que recolecta los residuales líquidos del proceso	Se recupera el 100 % de los residuos de sirope alcoholizado y se entregan para alimento animal.	Recuperación de residuos	-	-	Disminución de la carga dispuesta al medio
3	Reuso de aguas residuales procedentes del rechazo de la osmosis inversa	No se recuperaban las aguas residuales procedentes del rechazo de la osmosis inversa	Se recupera el agua de rechazo de la osmosis inversa y se disminuye el vertimiento de residuales y el consumo de agua potable	Reuso del agua generada en la osmosis inversa	256,00	530,00	Disminución del residual generado y del consumo de agua potable.
4	Cambio de la válvula de entrada de aire al compresor	La válvula que permite la entrada de aire al compresor no garantiza un consumo óptimo de electricidad	Se disminuyó el consumo de electricidad en un 50 %.	Cambio de válvula de globo en la entrada de aire al tanque de salmuera y mantenimiento preventivo del compresor	426,20	758,30	Disminución del consumo de electricidad en un 50 %.

*Anexos*

5	Realizar aislamiento térmico a las tuberías en el área de Destilería.	Pérdidas de energía considerables por bajo aislamiento de las tuberías	Disminuyen las pérdidas de energía, reducción del consumo de combustible y de la emisión de CO <sub>2</sub> a la atmósfera.	Realizar aislamiento térmico a las tuberías en el área de Destilería.	1560,38	171,3	Reducción del consumo de combustible y la emisión de CO <sub>2</sub> a la atmósfera, disminución de las pérdidas de energía.
6	Reparación de la conductora de agua.	Pérdidas por mal estado de las conductoras y conexiones de usuarios externos no autorizados.	Se planificó la reparación de la conductora lo que permitirá reducir en un 20 % el consumo de agua.	Reparación de la conductora de agua.	-	-	Reducción del consumo de agua
7	Implementación de la medición sistemática del agua que recibe la entidad con la instalación de metro contadores de agua y consolidación índices de consumo.	No se contabiliza adecuadamente el consumo de agua y no se tenían establecidos índices de consumo.	Se instalaron metro contadores lo que garantiza un correcto control del consumo y se establecieron índices de consumo.	Instalación de 6 metro contadores de agua y consolidación índices de consumo.	411,00	873,80	Permite conocer el consumo real de agua y proponerse estrategias para el ahorro
8	Automatizar el sistema de distribución de agua de la cisterna al proceso.	La distribución de agua se realizaba a través del bombeo y la supervisión del operador	Se realiza a través de un sistema automatizado.	Automatizar el sistema de distribución de agua de la cisterna al proceso.	-	-	Disminución del consumo de agua y energía

*Anexos*

9	En la línea de embotellado se realizó la sustitución de la maquina empacadora por un monobloque (conformadora-empacadora).	Las cajas se conformaban de forma manual, con alto consumo de energía eléctrica en la fundición de cola (pegamento utilizado), lo que generaba emisiones de gases y la operación de empacado se realizaba con una maquinaria de tecnología obsoleta	Se conforman y empacan las cajas automáticamente empleando un solo equipo (sin necesidad de fundir cola) lo que disminuye el consumo de electricidad.	Sustitución de la máquina empacadora por un monobloque (conformadora-empacadora).	-	-	Disminuye la emanación de gases
10	Montaje del protector superior de la chimenea de la caldera	La chimenea de la caldera no cuenta con un protector que elimine la emanación de partículas.	Se elimina la emanación de partículas	Montaje de chimenea.	-	-	Disminuye la emanación de partículas
11	Adquisición de un equipo analizador de gases para el sistema de generación de vapor	No se cuenta con un equipo analizador de gases.	Controlar el funcionamiento de las calderas y el efecto dañino de los gases a la atmósfera.	Montaje de analizador de gases	-	-	Control de los gases de la combustión
12	Reparación de las columnas de destilación.	Mal estado técnico de la instalación presentando salideros, exceso de consumo de agua y energía y materias primas	Se reparó la instalación, disminuyendo el consumo de energía, agua y materias primas, se elevó el rendimiento, se disminuyó el vertimiento de residuos líquidos.	Reparación de las columnas de destilación.	-	-	Disminución del consumo de energía, agua y materias primas, disminuye el vertimiento de residuos líquidos.

*Anexos*

13	Cambio del sistema de agitación de la solución de salmuera por uno más eficiente.	El sistema de agitación para la solución de salmuera provoca un excesivo consumo de aire, sal, y energía y se alargaban los tiempos de regeneración.	Se rediseña el sistema de agitación lo que trae consigo reducción del consumo de electricidad al disminuir el consumo de aire y reducir el tiempo de trabajo del compresor	Montaje de un sistema de agitación	-	9,9	Reducción del consumo eléctrico al disminuir el consumo de aire y reducir el tiempo de trabajo del compresor
14	Montaje y puesta en marcha del sistema de supervisión y control de procesos auxiliares, destilación y generación de vapor.	Las operaciones se realizaban y se controlaban de forma manual.	Las operaciones se realizan de forma automática, optimizando el consumo de energía, agua y materias primas	Montaje y puesta en marcha del sistema de supervisión y control de procesos auxiliares, destilación y generación.	67000,00	68928,53	Optimización del consumo de energía, agua y materias primas
15	Instalación de un tanque de menor tamaño para la alimentación de agua a la caldera	Existencia de pérdidas calóricas por exceso del tamaño del tanque y falta de insulación del mismo	Ahorro de agua y reducción del consumo de combustible pues de esta manera se mejora la conservación de la energía que contiene el agua de alimentación.	Instalación de un tanque de menor tamaño para la alimentación de agua a la caldera	55,6	68,00	Ahorro de agua y reducción del consumo de combustible.
16	Reuso de residuos líquidos de las columnas de destilación para la alimentación del agua a la caldera.	Los residuos generados en el proceso de destilación se vertían al medio.	Recuperación de los residuos garantizando ahorro de agua y energía por el reuso de corrientes con alto valor calórico. Reducción de residuales.	Reuso de residuos líquidos de las columnas de destilación para la alimentación del agua a la caldera.	-	-	Ahorro de agua y energía por el reuso de corrientes con alto valor calórico. Reducción de

*Anexos*

							residuales.
17	Implementación del uso de aire comprimido para la recuperación de producto después de la transportación desde la sección de añejamiento a la de elaboración de ron.	Incremento de los índices de consumo de materias primas.	Ahorro de materias primas.	Implementación del uso de aire comprimido para la recuperación de producto después de la transportación desde la sección de añejamiento a la de elaboración de ron.	175,81	1012,08	Ahorro de materias primas
18	Reparación de los accesorios de los muebles sanitarios.	Excesivo consumo de agua por salideros en el interior de los muebles sanitarios.	Disminución del consumo de agua y energía.	Reparación de los accesorios de los muebles sanitarios.	517	105,00	Disminución del consumo de agua y energía
19	Sustitución de tanques elevados por un sistema hidroneumático para la distribución de agua	Salideros por mal estado de los tanques elevados.	Instalación del sistema hidroneumático para la distribución de agua de toda la entidad, eliminando salideros y mejora la utilización de agua en los procesos	Sustitución de tanques elevados por un sistema hidroneumático para la distribución de agua	6728,36	1595,16	Eliminación de salideros y mejora la utilización de agua en los procesos
20	Montaje de grupo electrógeno	Pérdidas de materias primas, pérdidas de parámetros en el proceso de destilación, vertimiento de residuales elevada con carga orgánica.	Se garantiza la continuidad de la producción evitando el vertimiento de productos que incrementan la carga orgánica de los residuales	Montaje del grupo electrógeno	-	-	Garantiza la continuidad de la producción evitando el vertimiento de productos que incrementan la carga orgánica de los

*Anexos*

							residuales
21	Control del mantenimiento preventivo del compresor	Los equipos no trabajaban a su más alta eficiencia	Los equipos trabajan a su más alta eficiencia	Se establece el control preventivo para el compresor	-	748,44	Se evita el consumo de energía extra
22	Modificación del volumen de la solución de salmuera utilizada en la regeneración de las resinas de las columnas de intercambio iónico.	Vertimiento de residuales líquidos con alto contenido de sal	Disminución del contenido de sales en los residuales líquidos	Modificación del volumen de la solución de salmuera utilizada en la regeneración de las resinas de las columnas de intercambio iónico.	-	240,00	Ahorro de materias primas (agua y NaCl)
23	Sustitución de intercambio iónico por el sistema de osmosis inversa.	Vertimiento de residuales líquidos con alto contenido de sal	Disminución del contenido de sales en los residuales líquidos	Sustitución de intercambio iónico por el sistema de osmosis inversa.	-	3686,00	Ahorro de agua y materias primas.
24	Instalación de un metro contador de electricidad en la línea que abastece a la comunidad vecina a la entidad.	No se podía conocer el consumo de energía de la fábrica	Se conoce el consumo de energía real de la fábrica	Instalación de un metro contador de electricidad en la línea que abastece a la comunidad vecina a la entidad.	-	1320,00	Se conoce el consumo de electricidad real y se elaboran estrategias para el ahorro.
25	Montaje de analizadores de redes para el control del consumo de electricidad.	No se contaba con analizadores de redes que permitieran el control del consumo de electricidad en las áreas	Se cuenta con analizadores de redes que permitieran el control del consumo de electricidad en las áreas	Montaje de analizadores de redes para el control del consumo de electricidad.	-	-	Permite conocer el consumo de electricidad real por áreas y

*Anexos*

							elaborar estrategias para el ahorro.
26	Entrenamiento a los trabajadores en nuevos conceptos del consumo de agua y operaciones de limpieza.	Desconocimiento de los trabajadores sobre nuevos conceptos del consumo de agua y operaciones de limpieza.	Los trabajadores dominan las Buenas prácticas y conceptos de consumo de agua.	Entrenamiento a los trabajadores en nuevos conceptos del consumo de agua y operaciones de limpieza.	-	-	Disminución de los consumos de agua
27	Instalación de trampa para sólidos y grasas a la salida de los residuos del área de cocina-comedor.	La trampa existente no tenía los requerimientos técnicos por lo que no se garantizaba la reducción del contenido de grasas en los residuales.	Se cuenta con una nueva trampa de grasa, diseñada teniendo en cuenta las características de los residuales con lo que se reduce el contenido de grasas en los residuales	Montaje de trampa para retención de sólidos y grasas.			Reducción de la carga orgánica de las aguas residuales.