



**MAESTRIA EN PRODUCCION MAS LIMPIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS**

***Título:* Gestión Energética–Ambiental en la fábrica de Ron
“Luis Arcos Bergnes” de la provincia de Cienfuegos desde las
perspectivas de Producción más Limpia.**

Autor: Ing. Yovani Gruma Alonso

Tutor: Dr.C. Eduardo López Bastida.

Curso: 2016-2017

Pensamiento

«No es inteligencia recibida y casual lo
que da al hombre honor sino el modo
con que la usa y la salva»

José Martí



Dedicatoria

Esta Investigación está dedicada:

A mi Padre, que a pesar de no encontrarse a mi lado siempre fue mi fuente de inspiración y siempre confió en mí.

A mi madre y mi hermana, por el inmenso amor que me brindan, por tantos desvelos y sacrificios.

A mi Esposa, por todo su amor, ayuda y enorme comprensión en todo momento.

A mis Hijos, porque por ellos trato de ser cada día mejor.



Agradecimientos

A Kutén, por haber aceptado ser mi tutor y estar dispuesto a atenderme en todo momento que lo necesitara.

A Ricardo, por toda su ayuda brindada.

A la dirección de la UEB fábrica de Ron "Luis Arcos Bergnes", por haberme permitido estar en esta maestría y ampliar mis conocimientos.

A la Revolución, por permitirme llegar hasta aquí.



Resumen

El presente trabajo realiza un estudio de la gestión energético-ambiental de la fábrica de Ron UEB “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos. A partir de la metodología de Cañizares Pentón (2015) se evalúa dichas gestiones con enfoque de las normas ISO correspondientes. La metodología consta de las siguientes etapas: establecimiento de un programa de trabajo y definición del alcance del sistema de gestión ambiental y energético, elaboración de la revisión ambiental y energética (diagnóstico), establecimiento del sistema de indicadores ambientales y energéticos, evaluación del desempeño ambiental y energético y propuesta de buenas prácticas de producción más limpia. Una vez realizada estas etapas se proponen, evalúan y se da prioridad a las medidas con el fin de lograr la mejora continua del sistema energético y ambiental de la empresa estudiada.

Abstract

The present work carries out a study of the energy-environmental management of the "Luis Arcos Bergnes" UEB rum factory in Cienfuegos. Based on the methodology of Cañizares Pentón (2015), these approaches are evaluated with a focus on the corresponding ISO standards. The methodology consists of the following stages: establishing a work program and defining the scope of the environmental and energy management system; the environmental and energy review (diagnosis), establishment of the system of environmental and energy indicators, evaluation of the environmental and energy performance and proposal of good practices of production cleaner. Once these stages are carried out, measures are proposed, evaluated and prioritized in order to achieve continuous improvement of the energy and environmental system of the company under study.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.1 Conceptos generales de Gestión Ambiental (GA) y Gestión Energética (GE)	4
1.1.1 Gestión ambiental	4
1.1.2. Gestión energética	8
1.2 Características de los Sistema de gestión ambiental y energética a nivel empresarial.....	11
1.2.1 La norma ISO 14 000	13
1.2.2 La norma ISO 50 000	16
1.2.3. Tendencias actuales de la integración de las normas	17
1.3 Sistema de gestión ambiental y sistema de gestión energético en Cuba...	19
1.3.1 Sistema de gestión ambiental y sistema de gestión energético en empresas cubanas	22
1.3.2 Sistema de gestión ambiental y sistema de gestión energético en empresas de bebidas y licores	24
1.3.3 Responsabilidad social de las empresas con respecto a la gestión ambiental (GA) y a la gestión energética (GE)	26
1.4 Producción más limpia (P+L)	28
1.4.1 Herramientas de P+L	30
CAPÍTULO 2. PROPUESTA DE METODOLOGIA PARA LA EVALUACIÓN ENERGÉTICO-AMBIENTAL	32
2.1 Descripción de la empresa	32
2.1.1 Misión, visión y valores de la empresa	32
2.1.2 Actividades que realiza.....	33
2.1.3 Estructura Organizativa de la empresa	34
2.1.4 Descripción del proceso productivo.....	34
2.1.5 Etapas del proceso.....	35
2.1.6 Desempeño básico de la entidad. Desempeño económico.....	36
2.1.7 Principales regulaciones ambientales, sanitarias vigentes aplicables en la UEB.....	37
2.2 Propuesta metodológica.....	37

2.2.1. Establecimiento del programa de trabajo y definición del alcance del sistema de gestión ambiental y energética	38
2.2.2. Elaboración de la revisión inicial ambiental y energética (diagnóstico) ..	39
2.2.3 Establecimiento del sistema de indicadores ambientales y energéticos .	49
2.2.4. Evaluación del desempeño ambiental y energético	53
2.2.5. Propuesta de buenas prácticas de Producción Más Limpia	58
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	59
3.1. Establecimiento del programa de trabajo y definición del alcance del sistema de gestión ambiental y el energético	59
3.2. Elaboración de la revisión inicial ambiental y energética (diagnóstico)	59
3.2.1. Diagnóstico energético-ambiental	61
3.3 Establecimiento del sistema de indicadores ambientales y energéticos	69
3.4 Evaluación del desempeño ambiental y energético	70
3.5. Propuesta de medidas de Producción Más Limpia	73
CONCLUSIONES GENERALES	80
RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA.	82
ANEXOS	90

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 14 001 establece lo que se debe cumplir para asegurar un sistema de gestión apropiado para la protección del medio ambiente (ISO 14 001, 2004). De forma similar, en el año 2011 se aprueba la ISO 50 001 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 (ISO 50 001, 2011).

Estudios recientes indican que las empresas más productivas del mundo poseen integrados estos sistemas como elemento obligatorio de la estrategia competitiva.

Las instituciones cubanas no están ajenas a esta tendencia internacional en la utilización de normas de sistemas de gestión, lo que se resalta en el Plan Nacional de desarrollo económico y social hasta el año 2030 donde en su eje estratégico: Transformación productiva e inserción internacional plantea la necesidad de *«Alcanzar mayores niveles de productividad en todos los sectores de la economía mediante la diversificación, la modernización tecnológica, la innovación y la participación selectiva en los nuevos paradigmas tecnológicos, en particular con un enfoque de alto valor agregado»*. Sin embargo, la aplicación de los sistemas de gestión ambiental y de la energía no son ampliamente practicados, como uno de estos nuevos paradigmas tecnologías para alcanzar una mayor productividad.

Las empresas pertenecientes al MINAL hoy en día no dan satisfacción a las necesidades del país, ni a la producción de exportaciones siendo muy

deficiente su desempeño energético-ambiental. La necesidad de revertir esta situación se pone de manifiesto en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución del año 2015 destacó que *“entre los sectores estratégicos para el desarrollo económico y social del país hasta el año 2030, uno de los sectores priorizados es la industria alimenticia siendo necesaria la elevación del valor agregado de sus productos y la búsqueda de mayor eficiencia y eficacia”* (Lineamientos PCC, 2015).

Uno de los factores que más atentan contra estas problemáticas es la falta de una cultura en la aplicación de sistemas eficientes para la evaluación y mejora del desempeño tecnológico de esta industria, en especial en el caso que nos ocupa de sus impactos ambientales como son sus altos consumos de agua y energía y su elevado producciones de residuales sólidos, líquidos y gaseosos.

La aplicación de esta gestión con un enfoque de producción más limpia permitirá disminuir estos impactos y proponer sistemas de gestión que permitan introducir medidas de ecoeficiencia a corto, mediano y largo plazo en esta industria que permite satisfacer su desempeño como industria competitiva con mayor calidad de sus producciones tanto a nivel nacional como para exportaciones.

Basadas en estas consideraciones nuestro **problema CIENTIFICO** es el siguiente:

¿Cómo mejorar la gestión energético- ambiental en la producción de Ron en la UEB “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos?

En base a ello nos proponemos la siguiente **Hipótesis**

Si se diagnostican y evalúan los principales problemas energéticos - ambientales en la fábrica de Ron “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos se podrá mejorar la ecoeficiencia de sus indicadores.

Para ello nos trazamos los siguientes objetivos.

Objetivo general

Evaluar la gestión energético-ambiental de la fábrica de Ron UEB “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos.

Objetivos específicos

1. Diagnosticar a partir de una metodología basada en el método de expertos el estado energético-ambiental de la fábrica de Ron “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos.
2. Proponer los indicadores energéticos- ambientales más idóneos para evaluar la gestión energético ambiental de dicha industria.
3. Proponer un conjunto de medidas de P+L que permitan mejorar su gestión energético-ambiental.

La tesis cuenta con tres capitulos:

- El capítulo I denominado fundamento teórico de la investigación pasa revista a los principios fundamentales en que se basan las normas ISO 14 000 y 500 000, su importancia y el que de su aplicación así las diferentes metodología para hacer el cómo, tanto a nivel internacional como en Cuba. Trata además vinculación con las producción más limpia con estas normas
- El capítulo II titulado Propuesta metodológica para le evaluación energético ambiental en empresas de bebidas y licores hace una caracterización de la empresa y explica la metodología utilizada en la tesis (adaptación de la metodología de Cañizares 2015) para la evaluación del desempeño energético ambiental de la empresa.
- El capítulo III nombrado Análisis de los resultados expone los resultados del diagnóstico realizado y a partir de los mismos hace una propuesta de mejora de la gestión energético-ambiental de la empresa estudiada, evaluación tecnológica, económica y ambientalmente de las medidas propuestas.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Conceptos generales de Gestión Ambiental (GA) y Gestión Energética (GE)

1.1.1 Gestión ambiental

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 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).

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. Este concepto implica el manejo del medio natural, sus recursos y de los problemas que los impactan; también comprende la participación concertada y articulada de todos los sectores de la sociedad en torno a un propósito común que es, en las circunstancias y condiciones actuales, lograr el desarrollo sostenible, concepto este que ha surgido del cuestionamiento acerca del rumbo y dinámica que ha adquirido el desarrollo humano.

Esta gestión aplicada al sector empresarial está caracterizada por una visión más amplia de las posibilidades reales de una organización para resolver determinada situación o arribar a un fin determinado. Puede asumirse, como la disposición y organización de los recursos de un individuo o grupo para obtener los resultados esperado (Sepulveda, 2015).

(Amat, 2000) Plantea que la gestión es dirigir las acciones que constituyan la puesta en marcha concreta de la política general de la empresa, es tomar decisiones orientadas a alcanzar los objetivos marcados. Por otra parte la Gestión de la Producción es un conjunto de responsabilidades y de tareas que

deben ser satisfechas para que las operaciones propiamente tales de la producción sean realizadas respetando las condiciones de calidad, de plazo y de costo que se desprenden de los objetivos y de las estrategias de la empresa. Pudiera generalizarse como una forma de alinear los esfuerzos y recursos para alcanzar un fin determinado; desde el ámbito medioambiental se hablaría de las acciones que hacen las distintas organizaciones, para preservar el medio ambiente y alcanzar el desarrollo sostenible.

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»*. A partir de este concepto se pueden inferir tres aspectos que a criterio del autor para 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 50 001, 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 resumen podemos decir que la gestión ambiental, es entendida, de manera amplia como el campo que busca equilibrar la demanda de recursos naturales de la Tierra con la capacidad del ambiente natural. Hoy en día la gestión ambiental en el ámbito de la gestión empresarial, es un factor crucial que influye decisivamente tanto en la imagen corporativa de la empresa como en la calidad del producto, en el costo de la comercialización y a lo sumo en la competitividad (Yanet Ocaña, 2016).

Por la importancia que tiene hoy en día el tema de la contaminación en las empresas a nivel mundial constituye uno de los principales objetivos de la gestión ambiental y son la causa principal en las ciudades de contaminación social, a nivel regional las lluvias ácidas y global el efecto invernadero producido por las emisiones de CO₂, por lo que se ha decidido dedicar sistemas complementarios a la gestión ambiental.

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, la gestión no es ajena a las bondades que los modelos brindan para estructurar formas de actuar (Hernández Sampieri, 2006). Entre los principales modelos de gestión ambiental identificados por la literatura los más utilizados son (Sosa, 2009):

- 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. 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) 14 001 (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 9 000 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 (ISO14 001, 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 14 000 que se analizan a continuación.

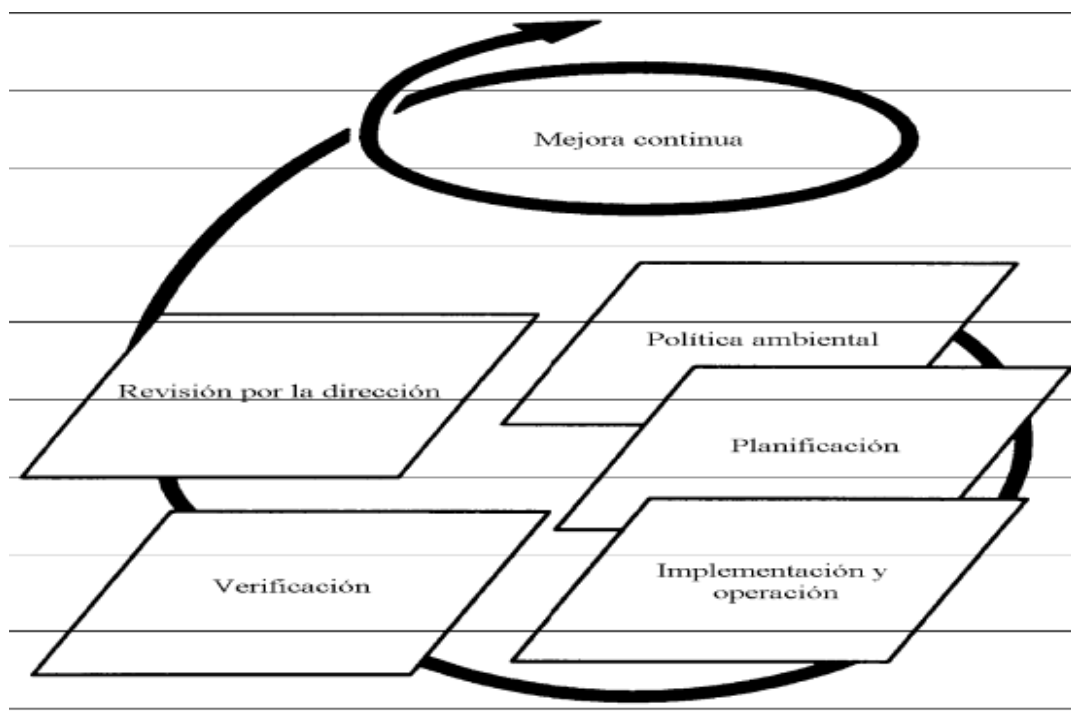


Figura 1.1: Modelo de un sistema de gestión ambiental. Fuente: ISO 14001:2004.

1.1.2. 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”*

(Outlok, 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 no renovables, 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.

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.

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. El trabajo desarrollado en el marco del presente proyecto, revisa dos modelos de gestión energética (Cuevas H, 2012):

- Modelo de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE). Consiste en un paquete de procedimientos, herramientas y software especializado, diseñados por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente de la Universidad de Cienfuegos, 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 (Anibal Borroto, 2009)
- Modelo de la norma ISO 50 001:2011. 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 50 001, 2011). El modelo se muestra en la Anexo 1.

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 9 001 y 14 001, 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 SGEEn, razón por la que se escoge para el desarrollo del presente trabajo. No obstante, la aplicación del modelo ISO 50 001 requiere desarrollar y aplicar herramientas y guías técnicas que sirvan de soporte para el establecimiento y operación del SGEEn, como se analiza a continuación.

1.2 Características de los Sistema de gestión ambiental y energética a nivel empresarial

Sistema de gestión ambiental (SGA)

La gran mayoría de las empresas reconocen hoy día que tienen que tener una preocupación eficaz por el ambiente. Unas veces por convencimiento propio y otras por la presión de la opinión pública o de la legislación, las actividades industriales y empresariales se ven obligadas a incorporar tecnologías limpias y a poner medios para evitar el deterioro del ambiente.

Entre la empresa y el medio ambiente existe una relación armónica: la empresa juega un papel protagonista en la búsqueda y aporte de soluciones tecnológicas a los problemas medioambientales y para la empresa el medio ambiente constituye un mercado en rápida expansión y una oportunidad de negocio y de creación de empleo, constituyendo además, una parte importante en la imagen, obtención de beneficios, con el objetivo de integrar progresivamente los criterios de preservación del entorno en los procesos de decisión económica de las empresas.

Un gran número de empresas se han sometido a auditorías ambientales para valorar su trabajo, estas auditorías puede que no sean lo suficientemente efectiva como para garantizar que su trabajo no solo se cumple, sino que continuará cumpliendo los requisitos de la legislación y su política con relación al medio ambiente. Para que estas sean efectivas deben de incluirse dentro de

un sistema de gestión ambiental estructurado e integrado con la totalidad de las actividades de gestión de la empresa.

(López, 2002), Recoge varios de los conceptos de gestión ambiental empresarial o ecogestión de la empresa, publicados en los últimos años por la literatura especializada:

- Aquella parte del sistema de gestión de una empresa que comprende la estructura organizativa, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para determinar y llevar a cabo la política medioambiental.
- Gestión ambiental es el planeamiento y el control sistemático de la relevancia del medio ambiente en la empresa. Es por tanto una parte funcional importante de la dirección empresarial.
- Sistema que permite la participación voluntaria de las empresas que desarrollen actividades de producción o servicio para la evaluación y mejora de los resultados de sus actividades en relación con el medio ambiente y la facilitación de la correspondiente información al público.
- La parte del sistema general de gestión de una empresa que incluye la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día la política medioambiental.

El objetivo del sistema es promover una mejora continua de los resultados de las actividades de la empresa con relación al medio ambiente mediante:

- El establecimiento y aplicación por parte de las empresas de políticas, programas y sistemas de gestión ambiental en relación con centros de producción o servicio.
- La evaluación sistemática, objetiva y periódica del rendimiento de dichos elementos.
- La información al público acerca del comportamiento en materia de medio ambiente.

Sistema de gestión energética (SGE)

En el entorno energético y ambiental actual se hace imperativo la toma de acciones para reducir los costos de energía y el impacto que su uso tiene sobre el medio ambiente, tanto a nivel de las empresas consumidoras de energía como de los gobiernos. Para ello las empresas deben contar con un sistema organizacional que le permita administrar eficientemente sus recursos energéticos. A partir del año 2007 se han realizado esfuerzos a nivel mundial para desarrollar una norma internacional sobre gestión energética que guíe el nuevo diseño organizacional requerido en la empresa para la gestión eficiente de sus recursos energéticos y el impacto ambiental que produce la energía en los procesos productivos, la ISO 50 001 Energy Management Systems, esta norma fue realizada en junio del 2011, luego de cuatro años.

En los años anteriores al no existir un referente internacional varias empresas o países plantearon sus propios modelos de gestión de la energía para motivar e incentivar un desarrollo de la nueva cultura organizacional para el uso eficiente de la energía, por ejemplo, en USA se aplica la norma MSE-2 000 (2000) y en España la UNE-EN16 001 (2009) (Quispe, 2011).

Si se tiene en cuenta que los gastos asociados al uso de la energía representan una parte importante de los costos operativos de las empresas, resulta evidente que una reducción en los mismos contribuye de forma importante a su competitividad. No obstante, existen otros beneficios que se pueden obtener con la implementación de los SGEs, como por ejemplo, una mejora en la imagen tanto al interior de la empresa como hacia el exterior si se combina con una campaña de difusión, en donde se resalten los compromisos de las empresas con la sociedad y el cuidado del medio ambiente.

Todo esto se puede llevar a cabo de una forma costo efectiva, debido a que precisamente los costos evitados por el uso de la energía servirán posteriormente para recuperar los gastos del SGE y de las actividades que resulten de su implementación (Hernández, 2014).

1.2.1 La norma ISO 14 000

Según la Norma ISO 14 000 un Sistema de Gestión Medioambiental es el marco o el método de trabajo que sigue una organización con el objeto de

conseguir un determinado comportamiento de acuerdo con las metas que se haya fijado y como respuesta a unas normas, unos riesgos medioambientales y unas presiones tanto sociales como financieras, económicas y competitivas en permanente cambio. Los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA), son concebidos como vías para identificar y manejar sistemáticamente los aspectos e impactos ambientales por parte de las empresas (Cascio, 1996).

Los SGA están estrechamente relacionados con los sistemas de gestión de la calidad, que son mecanismos que proporcionan un proceso sistemático y cíclico de mejora continua. En este sentido, un SGA es aquel que permite a la empresa controlar los procesos susceptibles de generar daños al ambiente, minimizando los impactos ambientales de sus operaciones y mejorando el rendimiento de sus procesos. Así mismo, identifica políticas, procedimientos y recursos para cumplir y mantener una gestión ambiental efectiva en una empresa u organización (Malavé, 1998).

El mismo es un proceso continuo e interactivo que involucra: estructura, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para implementar políticas, objetivos y metas ambientales, todo lo cual debe ser coordinado con otras áreas, como operaciones, finanzas, calidad, salud ocupacional, seguridad y administración (Behr, 2002).

La familia ISO 14 000 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 14 000 e incluye entre otras, las siguientes: NC-ISO 14 001: 2004 que fija requisitos del SGA, la NC-ISO 14 004: 2004 establece directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo, la NC-ISO 14 015: 2005 trata sobre evaluación ambiental, la NC-ISO 14 031: 2005 aborda directrices para la evaluación del desempeño ambiental y la NC-ISO 14 050: 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 estos 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 este, 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 14 000, la única por la cual se puede acceder a la certificación del SGA, es la NC-ISO 14 001: 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).
- 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 14 000 cuenta con la NC-ISO 14 031:2005 que orienta realizar dicha evaluación mediante el uso de indicadores y es necesario tenerla en cuenta para la correcta implementación del SGA por la ISO 14 001.
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.

1.2.2 La norma ISO 50 000

A diferencia de la gestión ambiental según familia ISO 14 000, para la gestión energética hasta este momento solo existe la norma 50 001 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 50 001, 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, auditoría 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 9 001 y con 14 001, lo cual facilita el proceso de integración con estos. 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 14 001 incluye la revisión del desempeño, que evidentemente puede evaluarse sobre la base de los IDEns previamente establecidos.

1.2.3. Tendencias actuales de la integración de las normas

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. (González C, 2004) y (López B, 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. El autor 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 L, 2008), (Torres C, 2009) y (Pérez G, 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, este autor 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.

No obstante estas ventajas aún existen problemas con la aplicación de esta norma como 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.

(Karapetrovic, 2010) realiza un análisis de la integración de sistemas de gestión basados en normas, partiendo de la importancia que le concede a estas, sobre la base del estudio en un grupo de 298 entidades de la región de Cataluña, España con sistema integrado ISO 9 001-ISO 14 001, y evidencia que las mismas no están familiarizadas con muchos sistemas de gestión normalizados

(excepto OHSAS 18 001) 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 9 001 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.

La Asociación Española de Normalización (AENOR) publicó en el año 2005 la norma UNE 66 177 “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).

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 muchas industrias de países en desarrollo, debido a la dificultad de respuesta de cómo o que 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).

1.3 Sistema de gestión ambiental y sistema de gestión energético en Cuba

Sistema de gestión ambiental (SGA) en Cuba

Cuba está expuesta como cualquier otro país, a los problemas ambientales globales, cuyos efectos adquieren una expresión singular al interrelacionarse con la problemática nacional, la que está condicionada por las especificidad es derivadas de su carácter insular, su clima tropical, su posición geográfica, el déficit de recursos naturales esenciales y elementos de carácter sociocultural.

En Cuba la Ley 81 Del Medio Ambiente, aprobada en el año 1997 por la Asamblea Nacional del Poder Popular (ANPP), (ANPP,1997) 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 un determinado modelo de gestión.

La Estrategia Ambiental Nacional (EAN) de Cuba parte de una incuestionable ventaja: el socialismo como sistema, con el papel decisivo del Estado y una economía planificada. Tiene la capacidad de planificar, de forma armónica y a largo plazo, el uso sostenible de los recursos y actuar de forma decisiva y coordinada para proteger el medioambiente. Al erradicar la pobreza extrema, se crea la condición esencial para la sostenibilidad ambiental, pues la pobreza y el medioambiente sano son incompatibles (Paz, 2013).

(Yanet Ocaña, 2012) considera que la actividad ambiental desarrollada por la Revolución es alentadora para un país subdesarrollado, con las limitaciones financieras que posee Cuba, en el que se evidencian las mejoras de las condiciones ambientales, de la calidad de vida de la población cubana, y se gestiona la protección ambiental fundamentalmente sobre la base de innovaciones e investigaciones científicas. Aunque falta mucho por hacer en cuanto a educación ambiental, formación de conciencia y modificación de actitudes negativas de la población. En el ámbito empresarial incrementar las exigencias en el desempeño ambiental, lograr un mayor compromiso por parte de los directivos, generalizar los resultados de las innovaciones dirigidas a resolver esta problemática, e incorporar la dimensión ambiental a los planes, estrategias y actuar de cada trabajador.

Sistemas de Gestión Energética (SGEn) en Cuba

Es importante abordar el tema de la gestión energética en Cuba ya que en el país, más que en cualquier otro, es ineludible mejorar el control de los recursos energéticos, así como hacer un uso mucho más racional y eficiente de los mismos, lo que representa un mejoramiento continuo de la eficiencia y de la competitividad en las empresas.

La economía cubana sufre de las embestidas de la crisis en el suministro energético, lo cual se extiende en mayor o menor grado en todos los sectores de la actividad económica. En virtud de las prioridades asignadas a las empresas exportadoras y a los servicios sociales básicos, en cuanto al suministro energético, el impacto sobre el resto de las empresas es severo. Esta situación obliga a la dirección del país a tomar medidas y programas para enfrentar esta crisis, cuyo alcance es global y sectorial (Pérez García, 2013).

Para orientar adecuadamente la gestión energética se hace necesario utilizar un grupo de conceptos básicos, que facilitarían actualizar la situación inicial de la actividad y la proyección futura, entre estos conceptos se encuentran: diagnóstico energético, comités de energía, programa de ahorro de energía y técnicas de conservación de la energía, eficiencia energética e intensidad energética (Pérez Martín, 2013).

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).

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 (NC-PAS99, 2008).

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 el 2014 el país contaba 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). Debido a lo reciente de la Norma ISO 50 001 y las disposiciones del Órgano Nacional de Certificación de la República de Cuba en el año 2013, ninguna industria logra aún la certificación del SGEEn (ONN, 2014).

1.3.1 Sistema de gestión ambiental y sistema de gestión energético en empresas cubanas

Sistema de gestión ambiental (SGA) en empresas cubanas

En nuestro país se han venido desarrollando grandes esfuerzos en materia de desarrollo sostenible en los establecimientos hoteleros nacionales con el objetivo de materializar la dimensión ambiental de la sostenibilidad en estas entidades, y a partir de la promulgación en el país de una vasta legislación ambiental, se han desarrollado diferentes iniciativas de gestión ambiental empresarial, en la rama hotelera resalta la adopción de códigos de buenas prácticas ambientales, programas de auditoría, eco-etiquetas, sistemas de certificaciones y otros códigos de auto-regulación. Los hoteles pueden suscribirse también a esquemas que no son dedicados específicamente al sector, como el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) según la ISO 14 001, el sistema comunitario de gestión y auditoría ambiental de la Unión Europea (EMAS) o la carta para el desarrollo sostenible de la Cámara Internacional de Comercio (López Moreada, 2011).

La Empresa Eléctrica de la Isla de la Juventud presenta una problemática en relación con la gestión ambiental, está dada porque la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica ocasiona numerosos impactos ambientales globales y locales, esta empresa tiene implantada un Sistema de Gestión Ambiental desde los presupuestos teórico-metodológicos de la International Standard Organization (ISO) y la concepción de Producción Más Limpia es un esfuerzo para introducir en las organizaciones cubanas las

premisas actuales en los marcos ambientales de la gestión empresarial, acorde a la legislación vigente especificados en la norma cubana NC 14 001 y de los procedimientos aprobados para el sector (Batista, 2016).

La Empresa Servicios Comunes de la Isla de la Juventud, teniendo en cuenta el problema científico y la problemática que se establece entre las exigencias medio ambientales actuales en el desempeño de la empresa, presenta un sistema de gestión ambiental que siguió un modelo tomado de la NC ISO 14 004: 1998 que está integrado por 5 requisitos, está dirigida a lograr sus actividades siguiendo un desarrollo armónico, integrado y sostenible con los componentes de la naturaleza, garantizando la preservación del medio ambiente a través del cumplimiento de las regulaciones, normas, leyes y otras en materia de medio ambiente. La misma basa sus lineamientos en la Ley 81 del Medio Ambiente, la Política Ambiental territorial y sectorial y las estrategias que de esta se deriven, y constituye la base sobre la cual la entidad establecerá sus objetivos y tareas internas para cumplimentar con el sistema de gestión ambiental (Kindelán, 2014).

Sistema de gestión energético (SGEn) en empresas cubanas

El incremento de los costos de la energía son manifestaciones de la grave crisis política y económica en que está sumido el mundo de hoy y que repercute negativamente en el desarrollo industrial cubano. Por estas razones, es de suma importancia el uso racional y eficiente de la energía, sobre todo a partir de una mejor gestión. Según análisis realizados en numerosas empresas en Cuba ponen de manifiesto el bajo nivel de gestión energética existente en la mayoría de ellas, así como las posibilidades de reducir los costos energéticos mediante la creación en las mismas de capacidades técnico-organizativas para administrar eficientemente la energía (Ramos, 2004).

En diciembre del 2011 Cuba realiza la adopción de la ISO 50 000 como norma nacional con la referencia NC-ISO 50 001: 2011. Diferentes empresas nacionales han trabajado de forma independiente en comenzar la implementación de la norma ISO 50 001, avanzando en diferentes etapas en función de las características de la empresa donde se ha aplicado, un ejemplo es la fábrica de Cementos Cienfuegos S. A., donde se trabajó con el objetivo

general de integrar el sistema de gestión energética, al sistema de gestión de la empresa, empleando para ello el proyecto de norma ISO/FDIS 50 001: 2011 y la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía.

En procesos de producción de vapor se ha comenzado a trabajar en las Herramientas para la Planificación y Revisión Energética según la Norma ISO 50 001. En la Lavandería Unicornio, en Cienfuegos se aplican técnicas de criterios de expertos, diagnósticos con los especialistas y se elaboró un documento con las principales herramientas para la implementación de dicha norma en procesos de producción y uso del vapor (Lapido, 2014). Ambas empresas presentan implantados Sistemas de Gestión Ambiental que están en busca de lograr una integración de las normas y luego alcanzar la certificación basada en la norma NC-ISO 50 001:2011.

1.3.2 Sistema de gestión ambiental y sistema de gestión energético en empresas de bebidas y licores

Sistema de gestión ambiental (SGA)

La creciente contaminación ambiental en este tipo de empresa ha sido objeto de preocupación en todo el mundo debido a los graves problemas ambientales que han venido suscitando. A continuación se mencionarán ejemplos de empresas productoras de bebidas y licores que tienen implantados un sistema de gestión ambiental.

La empresa de licores de Cundinamarca de Colombia, conoce, ejecuta y respeta el marco constitucional, legal y regulatorio en materia ambiental para la industria de los licores y bebidas alcohólicas, así como los convenios y tratados internacionales que Colombia ha suscrito sobre la materia, reconoce que las actividades productivas y administrativas que realiza generan impactos sobre el ambiente y por lo tanto, formula su política y desarrolla su gestión ambiental teniendo como referencia la armonía entre el hombre y su entorno. Esta empresa es consciente de la necesidad de planear, verificar, evaluar y ajustar sus actuaciones gerenciales y administrativas realizando un seguimiento periódico a la política de gestión ambiental y social mediante indicadores de gestión de transparencia y de reputación corporativa (OAPSI, 2010).

La Destilería Campos Elías de Venezuela que es una empresa productora de alcohol etílico perteneciente a la industria azucarera y sus derivados es altamente contaminante por lo que ha sido una necesidad en estas empresas de incorporar dentro de sus esquemas gerenciales el tema ambiental, que tiene rango constitucional; así como la aparición de instituciones internacionales dedicadas a la preparación de un sinnúmero de normas, entre ellas la de Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) cuyo objetivo fundamental es el de enfrentar y controlar el medio ambiente (Del Valle Araujo, 2007).

La empresa comercializadora mayorista OSMAN Trading S.R.L ubicada en la ciudad de Asunción en Paraguay se dedica a la producción de diversos artículos, pero entre ellos se destaca la elaboración de bebidas y licores los cuales son de mucha calidad y demanda a nivel de mercado nacional y mundial. Esta entidad tenía implantada una política ambiental que es la Declaración del Impacto Ambiental de acuerdo a la Resolución DGCCARN N° 3 563/2012, sin embargo la misma ha caducado, por lo que se vieron obligados a realizar un Estudio de Impacto Ambiental Preliminar (EIAP) para dar cumplimiento a los requerimientos de la Ley 294/93 de Evaluación de Impacto Ambiental, así como al Decreto reglamentario N° 453/2013. En la actualidad esta empresa tiene implementado un Sistema de Gestión Ambiental la cual ha logrado alcanzar la certificación bajo la norma ISO 14 001 (Ugarte Filippini, 2014).

La Ronera Central “Agustín Díaz Mena” de Villa Clara es una de las empresas que mayor prestigio presenta en nuestro país, esta fábrica tiene un impacto significativo sobre el medio ambiente debido a la 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, contaminación del suelo por vertimiento de agua contaminada con grasas, combustible y aceite del lavado de carros en área de transporte, 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, contaminación atmosférica por desprendimiento de gases de la combustión (CO, CO₂, SO_x, NO_x y vapor de agua) en el proceso de destilación, para disminuir esta

incidencia sobre el medio ambiente tiene implantado un sistema integrado de calidad-medio ambiente, esta empresa está certificada por las normas ISO 9 001:2008 y la ISO 14 001:2004 (Cañizares Pentón, 2015).

Sistema de gestión energética (SGE)

La Ronera Central “Agustín Díaz Mena” de Villa Clara es una de las pocas empresas pertenecientes al MINAL de nuestro país, que presenta un SGA certificado por la NC-ISO 14 001:2004 y un SGEEn que desarrolla un diagnóstico energético o revisión energética preliminar, aplicando también la metodología "Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE). Como resultado del diagnóstico realizado se identifican como deficiencias energéticas fundamentales las pérdidas de energía por falta de aislamiento térmico de las columnas de destilación, caldera y tuberías, obsolescencia tecnológica de columnas, generador de vapor y planta de tratamiento de agua.

A partir de las deficiencias identificadas durante el diagnóstico realizado se plantean las acciones para su solución con vistas a mejorar su desempeño energético y facilitar la integración de la gestión energética al sistema de gestión actual de esta organización. La preparación del SGEEn de esta organización partió de plantear un diseño que toma el modelo propuesto por la norma NC-ISO 50 001: 2011, identificando los requisitos comunes con el sistema base de gestión de la calidad, modificando de ser necesario los requisitos comunes, e integrando los requisitos no comunes en el sistema de gestión actual (G. Cañizares Pentón, Mary, Fé Rivero, Raúl A, Pérez-Bermúdez & Erenio, González Suárez, 2014).

1.3.3 Responsabilidad social de las empresas con respecto a la gestión ambiental (GA) y a la gestión energética (GE)

La política ambiental, energética y social de las empresas establecen los lineamientos con los que se compromete para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales, energéticos y sociales causados por el uso y aprovechamiento del medio ambiente y de los recursos naturales en el desarrollo de sus actividades productivas y administrativas. Es importante crear, divulgar e incentivar la cultura ambiental y social entre sus trabajadores y de esta manera multiplicar por fuera de sus instalaciones las prácticas de uso

racional e inteligente de los recursos no renovables y de aquellos con posibilidad de reciclaje. Las empresas reconocen que para el desarrollo de la gestión ambiental, energética y social que se propone ejecutar es importante disponer de recursos financieros y humanos necesarios (OAPSI, 2010).

El contenido de CO₂ en la atmósfera es el principal factor desencadenante del efecto invernadero, que se traduce en un aumento de la temperatura ambiental, lo cual ocasionaría cambios apreciables en el planeta. Existen diversos modelos matemáticos que permiten predecir estos cambios; en algunos casos se plantea que dentro de 50 años el contenido de CO₂ en la atmósfera aumentará en un 30 %, lo que provocará un incremento de la temperatura entre 1.66 y 4.4°C. Otros investigadores plantean que a los ritmos actuales de emisiones, si no se toman las medidas necesarias y prima el criterio económico en la selección de las fuentes de energía, el contenido de CO₂ pudiera duplicarse para el año 2030, lo que provocaría un incremento de la temperatura en 2.5°C (Borroto, 2002).

La actividad industrial tiene que basar sus producciones aplicando los principios de producción más limpia y desarrollo sostenible, conceptos estos que, al ser el resultado de un proceso de maduración de la conciencia humana, tienen por objetivo evitar la degradación al medio ambiente que provoca el cumplimiento de su razón de ser, tanto de manera directa (masificación, basuras, consumo de recursos principalmente energéticos) como indirecta (cambios en el entorno social y cultural).

Se impone un cambio de paradigmas que parte de establecer un nuevo modelo de desarrollo desde una visión integral del medio ambiente, de valorar como el modo en que se organiza la sociedad, determina los impactos de las actividades humanas sobre el entorno natural; dentro de una perspectiva que integra los intereses de las comunidades humanas, el medio ambiente y el desarrollo. Lograr un real desarrollo duradero y evitar caer en un círculo vicioso si contemplamos solamente el beneficio económico en detrimento de cuestiones sociales, culturales y ecológicas es objetivo de trabajo permanente de toda empresa que se respete. Es una necesidad social insoslayable de las

empresas proteger el medio ambiente y no tenemos el derecho de hipotecar el futuro de las generaciones venideras (González Plana, 2010).

1.4 Producción más limpia (P+L)

La Producción más Limpia (P+L) es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva, integrada a los procesos, productos y servicios, con el fin de mejorar la ecoeficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio ambiente (PNUMA/IMA, 1999).

La metodología de P+L desarrollada por Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) se basa en la evaluación de los procesos e identificación de las oportunidades para usar mejor los materiales, minimizar la generación de los residuos y emisiones, utilizar racionalmente la energía y el agua, disminuir los costos de operación de las plantas industriales, y mejorar el control de procesos e incrementar la rentabilidad de las empresas. Esta metodología se basa en tres conceptos fundamentales que se conocen en la literatura especializada como las tres R's, Reducción, Reutilización y Reciclaje (ONUDI, 1999) lo que se explica en la figura 1.2.

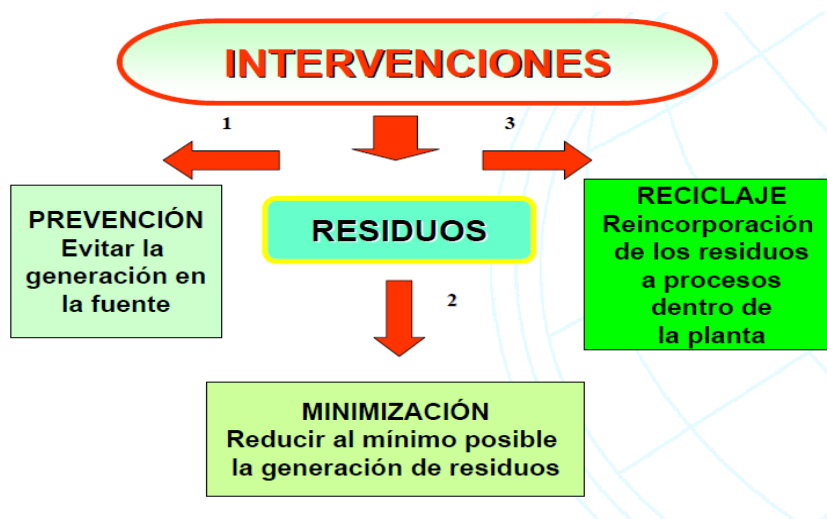


Figura 1.2. Conceptos básicos de P+L. Fuente: ONUDI, 1999.

Con la implementación de P+L se busca pasar de los procesos de control de la contaminación "al final del tubo", a la prevención de la contaminación en su origen, a través de la conservación y ahorro de materias primas, insumos, agua y energía en el proceso, previniendo la contaminación, y la creación de soportes administrativos que permitan manejar integralmente los residuos (IRG y CMPLH, 2008).

El proceso de reducción de la contaminación se realiza en 4 niveles de acción como se muestra en el Anexo 2, dentro de los cuales se encuentran los niveles preventivos, la reducción y el reciclaje o reutilización y los de control que son el tratamiento y disposición final.

En la tabla 1.1 se resumen los beneficios técnicos, económicos y ambientales que se pueden obtener al implementar la estrategia de P+L.

Tabla 1.1. Beneficios esperados de la aplicación de una estrategia de P+L.

Fuente: (ONUDI, 1999) (CONAM, 2003).

SE REDUCE	SE INCREMENTA
El uso de la energía en la producción.	La calidad del producto.
La cantidad de residuos y la contaminación.	La motivación del personal.
Los riesgos de accidentes laborales.	El prestigio, al mejorar la imagen de la empresa al socializar los resultados.
La posibilidad de incumplimiento de normas ambientales y sus posibles sanciones.	La competitividad en mercados nacionales e internacionales.
Costos en la producción.	Ingresos y ahorros de la empresa.
La tasa de uso de recursos naturales y la tasa de generación de residuos contaminantes.	La protección del medioambiente.
Los riesgos medioambientales en caso de accidente.	La mejora continua de la eficiencia medioambiental en las instalaciones de las empresas y de los productos.

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 desperdiciándolos, 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. Uno de los métodos modernos suele ser aplicando herramientas de P+L.

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 más Limpia, ya que incide en la mejora continua del desempeño de los procesos industriales, por la contribución a la reducción de desechos (Fernández, 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.

1.4.1 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, 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 auditoría ambiental.

La decisión de que 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 industria (Cabrera, 2008).

Conclusiones Parciales:

- 1- Se demuestra tanto a nivel internacional como nacional que la aplicación de adecuados sistemas de gestión ambiental y energético en empresas de producción y servicio constituye un elemento fundamental para lograr su ecoeficiencia.
- 2- En las empresas de bebidas y licores de Cuba esta actividad reviste especial importancia con vistas a lograr un mayor ahorro de recursos materiales y energéticos y una mayor responsabilidad social de las mismas.
- 3- La aplicación de herramientas de gestión de Producción más Limpia vinculadas a estos sistemas de gestión constituyen un elemento fundamental para su correcta aplicación.

CAPÍTULO 2. PROPUESTA DE METODOLOGIA PARA LA EVALUACIÓN ENERGÉTICO-AMBIENTAL

2.1. Descripción de la empresa

La Unidad Empresarial de Base fábrica de Ron “Luis Arcos Bergnes”, de la Empresa de Bebidas y Refrescos de Villa Clara, perteneciente al Ministerio de la Industria Alimenticia (MINAL), fue fundada en el año 1943 con el objetivo de producir refrescos marca LAGUINDA de sabor naranja y limón, hasta que en 1953 cambio de propietario y su marca comercial era PEPSICOLA, luego se nacionalizó en 1959 continuando con las producciones de refresco hasta la década de los 90, en que comenzaron las producciones de ron.

La UEB Fábrica de Ron “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos, perteneciente a la EMBER de Villa Clara fue creada el 22/04/2011 por la Resolución No 227/11 del Ministerio de la Industria Alimenticia, después de la fusión con empresa de Villa Clara. Desde su creación se encuentra en perfeccionamiento empresarial, la organización para el desarrollo de su actividad tiene implantadas las Buenas Prácticas de Fabricación e Higiene y el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, lo que permite identificar, evaluar y controlar peligros físicos y químicos para la inocuidad de los rones con un enfoque sistemático y preventivo.

2.1.1 Misión, visión y valores de la empresa

MISIÓN

Contribuir a satisfacer las necesidades alimentarias y de disfrute de la población con la fabricación y distribución de refrescos, rones, cervezas y otras bebidas, comercializándolas tanto en moneda nacional como divisa.

VISIÓN

Somos líderes en nuestra gran variedad de productos como bebidas, vinos, refrescos, hielo y agua por su calidad, presentación y eficacia con que la entidad abastece a los clientes, los cuales se encuentran satisfechos, el eficaz uso de los recursos humanos, la implantación del perfeccionamiento empresarial y la gradual modernización de las líneas de producción. Los valores de la fábrica aparecen explicados en el Anexo 3.

2.1.2. Actividades que realiza

Su actividad económica fundamental consiste en la fabricación y comercialización de las siguientes marcas y tipos de rones:

- **Ron Carta Blanca Jagua:** Ron de color ámbar claro, transparente, brillante con especificaciones físico químicas y organolépticas que definen su tipo. Se utiliza en coctelería, solo o con hielo.
- **Ron Carta Oro Jagua:** Ron con características similares al oro, aunque no llega al envejecimiento de este, su uso puede ser el mismo, es una variante de un ron de alta calidad.
- **Ron Añejo Jagua:** Ron de color ámbar oscuro brillante con especificaciones físico-químicas y organolépticas que definen su tipo. Es de calidad especial, abre un consumo puro y una élite de consumidores. De exquisito bouquet ideal para disfrutarlo como digestivo, solo o a la roca.
- **Ron Refino Jagua:** Ron de color ámbar claro, transparente, brillante con especificaciones que definen su tipo. Se emplea en coctelería, solo o con hielo.
- **Ron Refino Cienfuegos:** Ron de color ámbar claro, transparente, brillante con especificaciones que definen su tipo. Se emplea en coctelería, solo o con hielo.
- **Elixir de Ron Refino ARECHA:** Ron elaborado con los mejores caldos de nuestra bodega, de color ámbar claro, transparente, brillante con especificaciones físico-químicas y organolépticas que definen su tipo. Se utiliza en coctelería, solo o con hielo.

Estos surtidos tienen su destino en el mercado nacional y la cadena de ofertas Bartolomé se ofertan embotellados, excepto el Refino que también puede distribuirse a granel en contenedores de acero inoxidable, los rones embotellados se envasan en botellas de vidrio de primer uso (nuevas) o de retorno con una debida inspección y clasificación de capacidades de 700 y 750 mL. Las condiciones de almacenamiento son a temperatura y humedad ambiente, con un período máximo de garantía de un año.

Esta entidad constituye un factor socioeconómico de gran importancia para el entorno siendo esta una fuente de empleo y sus actividades son muy necesarias para la economía nacional La instalación tiene aproximadamente 8

000 m² de superficie y limita con viviendas por todos sus costados es una zona de gran densidad poblacional y alto tránsito vehicular. El medio ambiente donde se encuentra localizada la UEB, posee un alto grado de transformación antrópica dado por el desarrollo urbano de la zona, hay que destacar que la presencia de estos tipos de establecimientos generan bienes a la comunidad y al estado, de acuerdo a las necesidades y a la política actual de contribuir con el desarrollo socioeconómico del país (Ronera, 2013).

2.1.3. Estructura Organizativa de la empresa

Tabla 2.1. Cantidad de trabajadores según categorías ocupacionales.

Categoría ocupacional	Cantidad de trabajadores	% que representa
Dirigentes	3	4,8
Administrativos	2	3,2
Técnicos	6	9,7
Obreros	40	64,5
Servicios	11	17,8
Total	62	100

El 64,5 % de la fuerza laboral se refiere a la categoría de obrero, que son los encargados de ejecutar los procesos productivos. El 9,7 % ocupa la categoría de técnico, cuya misión es brindar servicios técnicos especializados y ejecutar las actividades técnicas propias del sistema (calidad, seguridad y salud del trabajo, entre otros), dando respuestas y satisfaciendo a los clientes. Solo el 4,8 % se refiere a cargo directivo, lo que está en correspondencia con la política de organización salarial vigente en nuestro país, dando cumplimiento a su objeto social implantado y aprobado por su organismo superior. La estructura organizativa de la empresa se puede apreciar en el Anexo 4.

2.1.4. Descripción del proceso productivo

Los rones se elaboran a partir del alcohol y del aguardiente añejado obtenidos de la fermentación de mieles de la caña de azúcar. Estos rones son añejados en barriles de madera de roble blanco por tiempos definidos, en bodegas de añejamiento, donde adquieren las características físico-químicas y sensoriales que marcan la calidad de los productos. Según la combinación de mezclas de

estos rones añejados, se definen los surtidos de las marcas. No se utilizan esencias artificiales, ni productos químicos que imiten los procesos naturales de añejamiento.

Se utilizan botellas nuevas, recuperadas y envases PET, las botellas son lavadas en las tinas de lavado, pasando por las diferentes etapas de las mismas: limpieza con solución de sosa cáustica y detergente y posteriormente pasan a la enjuagadora, continúa su trayectoria a la llenadora tapadora, donde se le regula el contenido de líquido dependiendo del tipo de envase, y es realizado el correcto tapado de cada botella, pasa a la etiquetadora y finalmente son empacadas en la retractiladora, para su posterior comercialización (Ronera, 2013).

2.1.5. Etapas del proceso

El proceso de fabricación de ron de esta entidad cuenta con las siguientes etapas: (Ver Fig. 2.1.)

1. Recepción de las materias primas y materiales.
2. Añejamiento del caldo y aguardiente.
3. Preparación del sirope alcoholizado.
4. Reposo del sirope alcoholizado.
5. Preparación del ron.
6. Reposo del ron.
7. Soplado de envases PET
8. Lavado de botellas.
9. Empacado de botellas.
10. Transportación de las botellas y envases PET.
11. Desempacado de botellas y envases PET.
12. Enjuague de botellas y envases PET.
13. Filtrado del ron.
14. Almacenamiento temporal del ron filtrado.

15. Llenado.
16. Tapado.
17. Etiquetado.
18. Embalado.
19. Almacenamiento del producto final.

Diagrama de Flujo

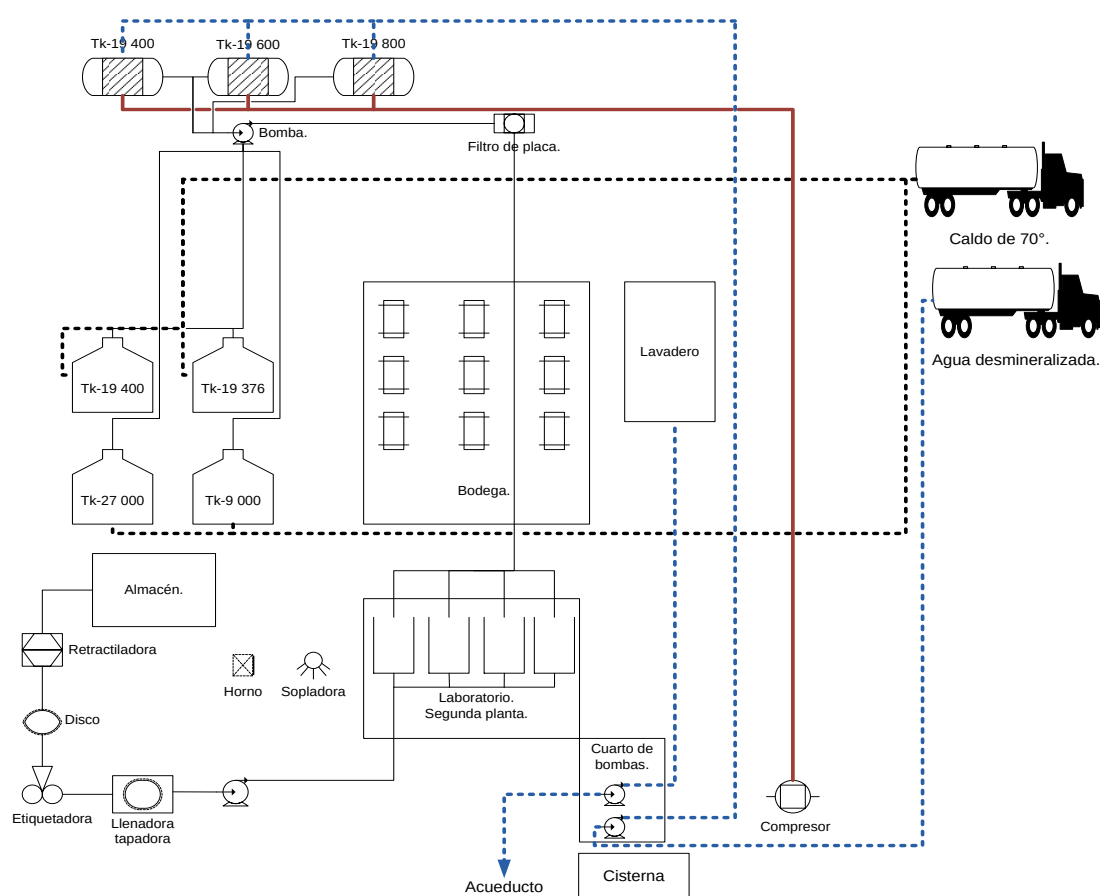


Figura 2.1. Diagrama de flujo. Fuente: Elaboración propia.

2.1.6. Desempeño básico de la entidad. Desempeño económico

La entidad cuenta con buenos resultados económicos sobre la base de una contabilidad confiable, hecho que se corrobora con los resultados de las diferentes auditorías económica realizadas que muestran resultados satisfactorios. Los resultados económicos del 2013-2015 se pueden ver en el Anexo 5.

2.1.7. Principales regulaciones ambientales, sanitarias vigentes aplicables en la UEB

La Unidad cuenta con las normas vigentes, las cuales se aplican, otras normas están por adecuarse, lo que se refleja en los resultados satisfactorios que obtiene en su proceso productivo y de servicios. Mantiene una preocupación constante en la introducción de la dimensión ambiental en sus actividades por lo que en la actualidad se realiza el Diagnóstico Ambiental y se traza la estrategia para la implantación del Sistema de Gestión Ambiental. Las principales regulaciones ambientales y sanitarias vigentes aplicables a la entidad (además de leyes, decretos-leyes y resoluciones del CITMA, las normas técnicas de carácter general, incluyendo las de higiene de los alimentos, protección contra incendios, higiene comunal, protección e higiene del trabajo, etc), para observar las normas vigentes en la entidad ver el Anexo 6. La entidad cuenta con licencia sanitaria emitida por el Centro de Higiene y Epidemiología municipal de Cienfuegos y con el registro sanitario de cada producto comercializado (Ronera, 2013).

2.2. Propuesta metodológica

Después de haber valorado las diferentes metodologías a utilizar para evaluar el desempeño energético-ambiental se concluye que la más aceptada y actualizada para este tipo de industria fue la de Gladys Cañizares Pentón, la cual se adoptó a las condiciones de la fábrica UEB “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos. La misma puede ser adaptada a industrias de procesos de cualquier tamaño y complejidad, donde ya exista un SGC según NC-ISO 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 2.2 muestra el diagrama con la secuencia de la metodología que se propone:

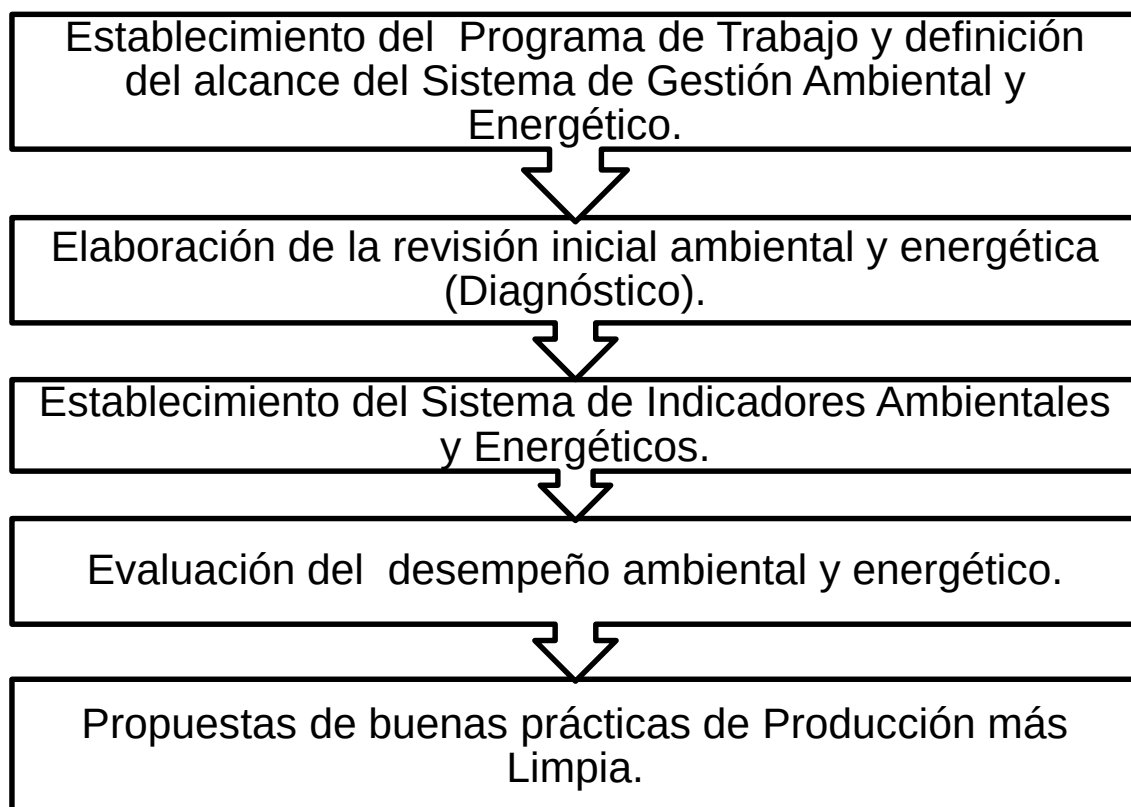


Figura 2.2. Metodología para la gestión ambiental y energética en industrias de procesos. Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que las normas no especifican como 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.

2.2.1. Establecimiento del programa de trabajo y definición del alcance del sistema de gestión ambiental y energética

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

En relación al alcance, la ISO 14 001 y la 50 001 plantean que se debe definir y documentar el alcance del sistema, entendido este como la extensión de actividades, instalaciones y decisiones cubiertas a través del mismo.

La ISO 50 001 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 SGen, 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, aun cuando no coincida con el alcance previsto para el SGC.

2.2.2. 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 2.3 se propone una metodología para elaborar el diagnóstico, que permite a la industria realizar la evaluación ambiental y energética de forma integrada (Cañizares Pentón, 2014).

Método Delphi:

La metodología Delphi consiste en la utilización sistemática del juicio intuitivo de un grupo de expertos para obtener un consenso de opinión (Cortés, 2005). Siguiendo pasos como:

- Concepción inicial del problema: Esclarecer que objetivo se persigue en el intercambio con los expertos.
- Selección de los expertos: En cuanto a la selección de los expertos debe calcularse el tamaño de muestra y demostrar, a partir del cálculo del coeficiente de competencia, que poseen conocimientos y argumentación suficiente en el tema que se analiza. Los resultados de dicha selección se muestran en el Anexo 7.

- Preparación de los cuestionarios o encuestas: Se preparan las encuestas para hacerlas llegar a los expertos y someterlas a su criterio.
- Procesamiento estadístico.
- Selección de los expertos de acuerdo al criterio de Cortés e Iglesias (2005):
- Elaborar una lista de candidatos que cumplan con los requisitos predeterminados de experiencia, años de servicio, conocimientos sobre el tema.
- Determinar el coeficiente de competencia de cada experto.
- Este último paso permite asegurar que los expertos que se consultan verdaderamente pueden aportar criterios significativos respecto al tema objeto de estudio.

La aplicación del método se desarrolló en lo general mediante tres rondas. La determinación del número de expertos se hizo tomando en consideración la NC 49:1981 C (Calidad. Métodos de expertos), en la que se reconoce una cantidad mínima indispensable de siete (7) y no mayor de quince (15), esto último por la operatividad del método. Se aplicó siguiendo de modo general el proceso que a que se muestra en el Anexo 8.

Procesamiento y análisis de la información: en este paso se define si existe concordancia entre los expertos o no mediante una prueba de hipótesis donde:

Ho: El juicio de los expertos no es consistente. (No comunidad de preferencia)

H1: El juicio de los expertos es consistente. (Comunidad de preferencia)

Para esta prueba se debe calcular el coeficiente de Kendall (W) que no es más que un coeficiente de regresión lineal que da el grado de correlación entre los expertos o la llamada concordancia. Este es un índice, entre 0 y 1, que indica que no existe concordancia entre los expertos, o que los expertos concuerdan totalmente con los criterios planteados y el orden de los mismos, respectivamente.

Las hipótesis planteadas pueden probarse si $k \geq 7$ (Cantidad de criterios para la evaluación de los expertos) utilizando el estadígrafo Chi- Cuadrado que se calcula:

$$X^2_{calculada} = n(k - 1)W X^2_{tabulada} = X^2(\alpha, k - 1)$$

Región crítica: X^2 calculado $> X^2$ tabulado.

Chi – Cuadrado tabulado se localiza en la tabla estadística que se corresponde con tal distribución para $k - 1$ grados de libertad y un nivel de significación prefijada. Si se procesa la información en el paquete de programas SPSS se considera como región crítica: $P\text{-Value} < \alpha$. De no existir concordancia entre los expertos se sigue a otra ronda de análisis hasta lograrla realizando los cambios pertinentes en función de lo que evalúan.

En caso de que el número de características sea menor que siete ($k < 7$) se tiene:

$$\text{Región crítica: } S_{calculada} = \sum \left(R_i - \frac{\sum R_i}{k} \right)^2 > S_{tabulada}$$

Donde:

$S_{tabulada}$: Se encuentra en la tabla de Friedman.

R_i : Sumatoria de las evaluaciones dadas por los expertos para cada una de los criterios.

Tratamiento estadístico de los resultados

Los datos que se obtienen al llevar a cabo la investigación, son procesados, mediante el programa estadístico SPSS V15. El mismo permite el trabajo con grandes bases de datos y un sencillo interface para la mayoría de los análisis. El trabajo con las tablas, gracias al empleo de este programa, les da a las mismas un formato especial, a las salidas de los datos para su uso posterior. Una vez procesada toda la información, se realizan revisiones lógicas de la misma y se obtienen reportes, de los valores considerados atípicos o significativos.

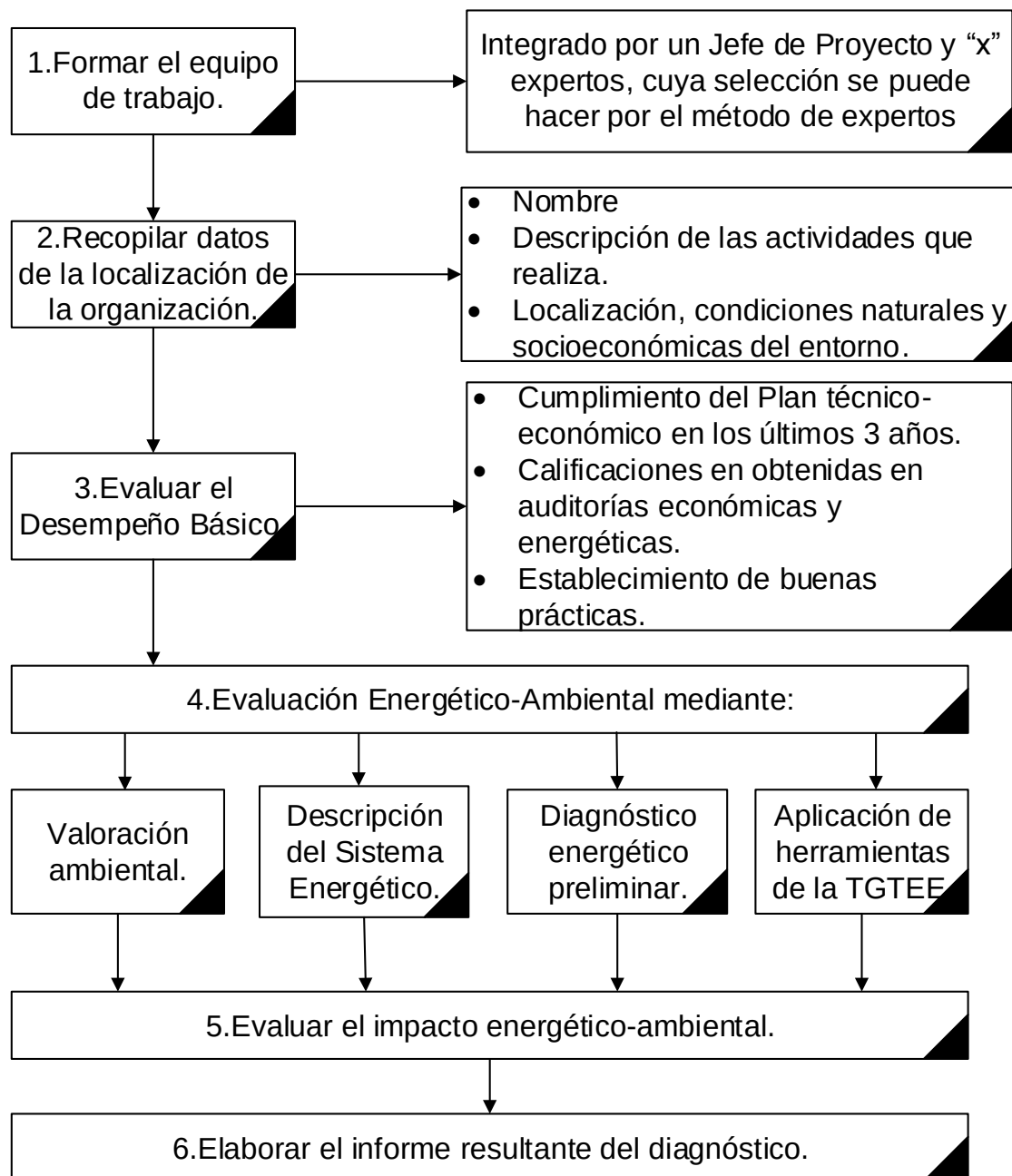


Figura 2.3. Metodología para la ejecución de la revisión energética-ambiental inicial. Fuente: Elaboración propia.

Los elementos claves de la metodología para la ejecución de la revisión energética-ambiental inicial se desarrollan del modo siguiente:

➤ **Valoración ambiental**

Para valorar el desempeño ambiental se tienen en cuenta los aspectos del Anexo 9. 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 (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 2.4 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.

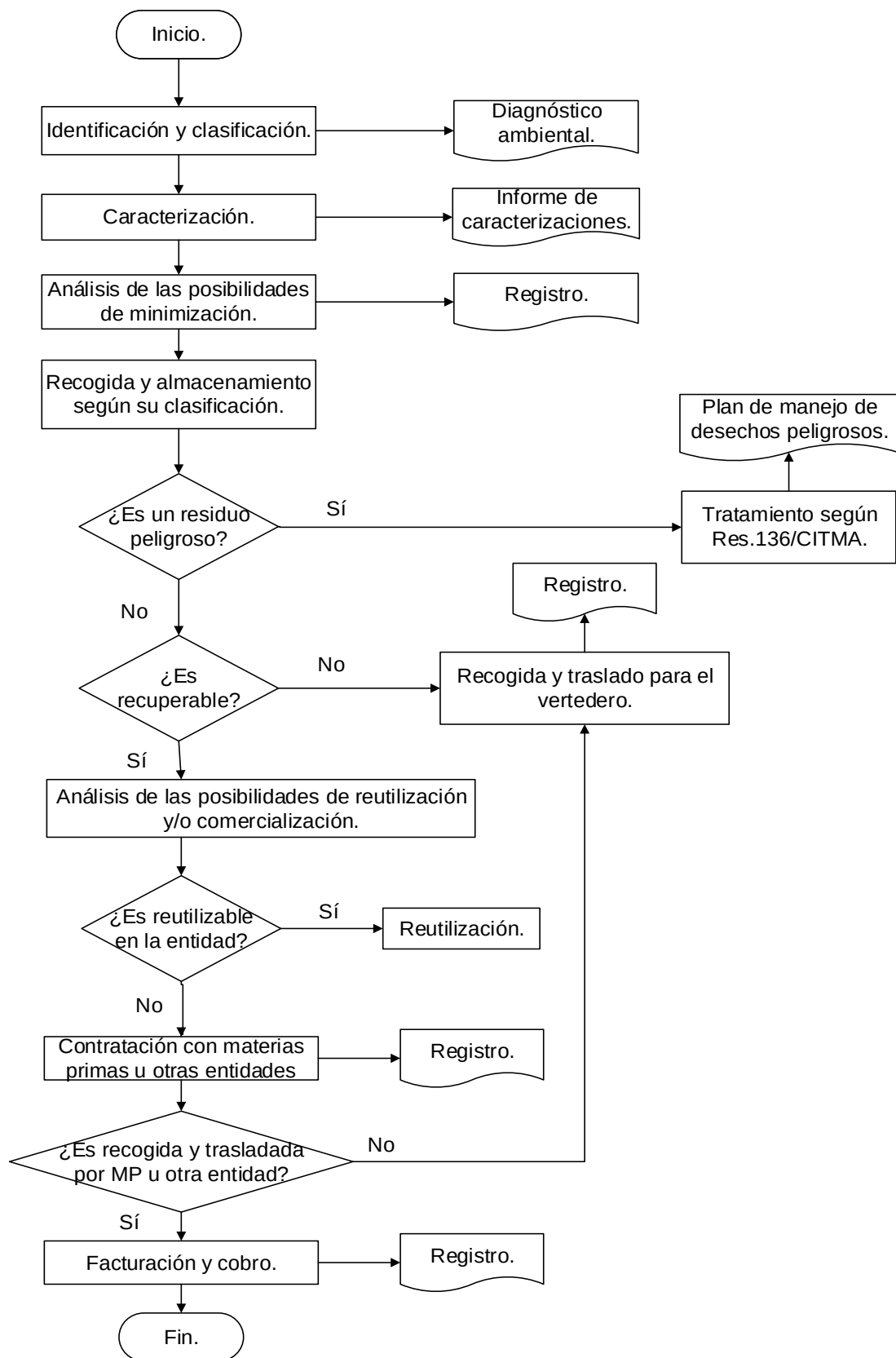


Figura 2.4. Procedimiento para la gestión de los residuos. Fuente: Elaboración propia.

➤ **Descripción del sistema energético**

Se identifican las áreas consumidoras de los diferentes portadores energéticos, explicando cómo inciden estos (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 9.

➤ **Aplicación de herramientas de análisis**

Por la utilidad de las herramientas propuestas en la TGTEE, estas 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 50 001. El flujograma del procedimiento que se propone se muestra en la figura 2.5, 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 energéticos de uso significativo (CEE, 1984) y (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 SGE_n que integrado al SGC, contribuye a la mejora de la

gestión. En el Anexo 10 se muestran los detalles de cada etapa del procedimiento que se propone.

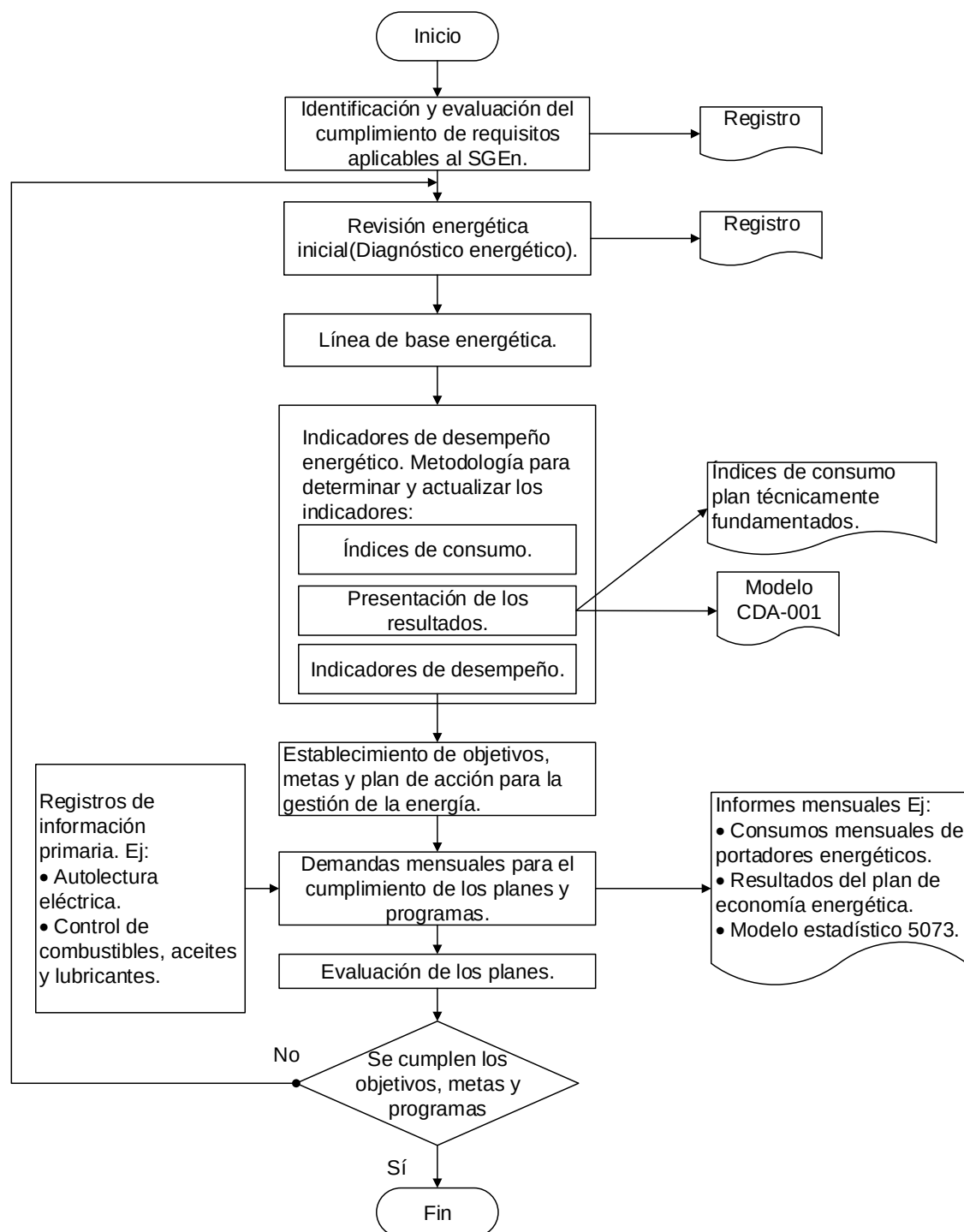


Figura 2.5. Procedimiento para la gestión de la energía. Fuente: Elaboración propia

➤ **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 cuales 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 mencionado anteriormente es el requisito clave exigido por la ISO 14 001 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-ISO 18 001, 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.

En la figura 2.6 se presenta el procedimiento que se propone para la identificación, evaluación y control de los riesgos laborales y ambientales. 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 estos 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 9.

2. Elaboración del Programa de Prevención de Riesgos Laborales.

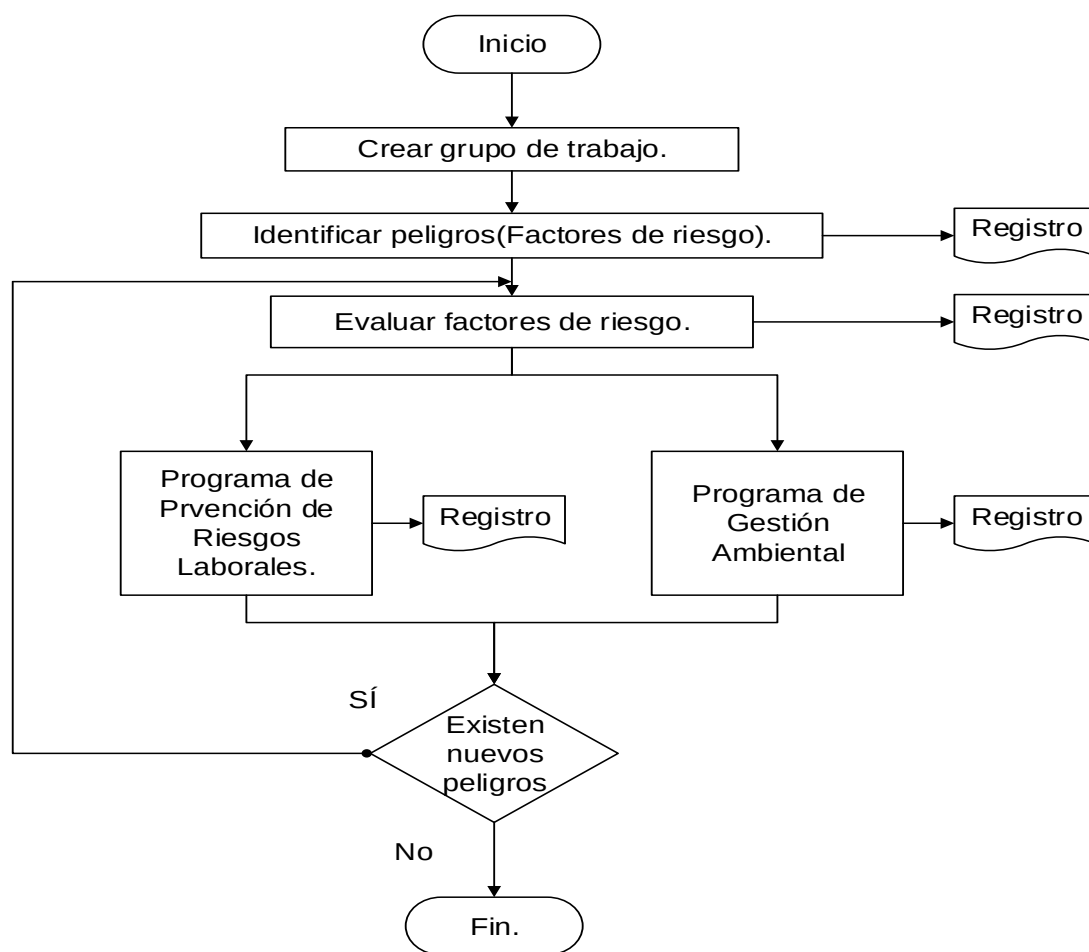


Figura 2.6. Procedimiento para la identificación, evaluación y control de riesgos laborales y ambientales. Fuente: Elaboración propia.

3. Elaboración del Programa de Gestión Ambiental.

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 10 se detalla como cumplir cada etapa.

4. Definir elementos del SGA y SGEN

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 14 001: 2004 y 4.2, 4.3, 4.4.2 y 4.4.3 de NC-ISO 50 001:2011, 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 SGEn.

➤ **Elaborar el informe resultante del diagnóstico**

El informe resumen del diagnóstico se elabora con la estructura que se propone al final del Anexo 9. 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.

2.2.3 Establecimiento del sistema de indicadores ambientales y energéticos

En el capítulo I se analiza que la ISO 14 001 no exige un requisito relacionado con el establecimiento de indicadores ambientales, sin embargo la ISO 50 001 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, estos se deben considerar en el marco del sistema de gestión para un mejor seguimiento y garantía de cumplimiento, traducidos en indicadores. En entrevistas a los especialistas de la entidad, se obtienen los requisitos ambientales que se 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 ambientales a evaluar. Fuente: Elaboración propia a partir de Cañizares Pentón (2015)

No.	Requisitos ambientales del CITMA.	Indicadores	Operacionalización
1	Existencia de actividades de divulgación y capacitación ambiental de los recursos humanos.	Control de capacitación ambiental (ICAmb).	ICAmb= 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 (ICa).	Ica= Consumo total de agua / Consumo planificado de agua.
3	Existencia de tratamiento de residuales líquidos, estado de los mismos y disposición final. (Efectividad del sistema de tratamiento)	Efectividad del sistema de tratamiento (IEST).	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 (IARL).	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 vibraciones.	Nivel de contaminación atmosférica (NCA).	NCA = Cant. de procesos con emisiones de gases contaminantes de la atmósfera que cumplen con las normas/Cant. de procesos con emisiones. NCA = Cant. de procesos que generan ruidos-vibraciones pero cumplen con las normas/Cant. de procesos generadores de ruido-vibraciones existentes.
6	Manejo de residuos sólidos reciclables.	Aprovechamiento de residuos sólidos reciclables (IRRS).	I RRS = 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 (IRP).	I RP = Cant. de residuos peligrosos dispuestos con certificación emitida / Cant. de residuos peligrosos dispuestos.

(*) **Nota:** La energía se considera en el SGEy y las materias primas en el SGC.

Al igual que el caso anterior, mediante entrevistas a los especialistas de la entidad, se obtienen los requisitos energéticos que evalúan (energía eléctrica, combustibles y lubricantes). A partir de ello se propone su transformación a indicadores, según se muestran en la tabla 2.3:

Tabla 2.3: Requisitos e indicadores energéticos a evaluar. Fuente: Elaboración propia a partir de Cañizares Pentón (2015)

No.	Requisitos energéticos	Indicadores	Operacionalización
1	Consumo energético en procesos productivos.	Consumo de energía eléctrica en la producción (IP).	$I P = \text{Energía consumida} / \text{Producción realizada.}$
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) (IT). Índice de transportación (para otros vehículos) (Itr). Índice de lubricantes (Ilub).	$I T = \text{Consumo de combustible en ton} / \sum(\text{Carga transportada en MMton} * \text{Distancia recorrida}) \text{ por cada destino.}$ $Itr = \text{Consumo de combustible en litros} / \text{Distancia recorrida en km.}$ $I lub = \text{Consumo de lubricantes en litros} / \text{Consumo de combustible en litros.}$
3	Uso de combustibles y lubricantes en procesos productivos.	Consumo de combustibles y/o lubricantes en la producción (ICLP).	$(ICLP) = \text{Consumo de Combustible/lubricantes} / \text{Producción realizada.}$
4	Rendimiento económico de la energía consumida.	Intensidad energética (Ien).	$I en = \text{Toneladas de combustible convencional consumidas} / \text{Ingresos por ventas.}$

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.

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 2.7. 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.

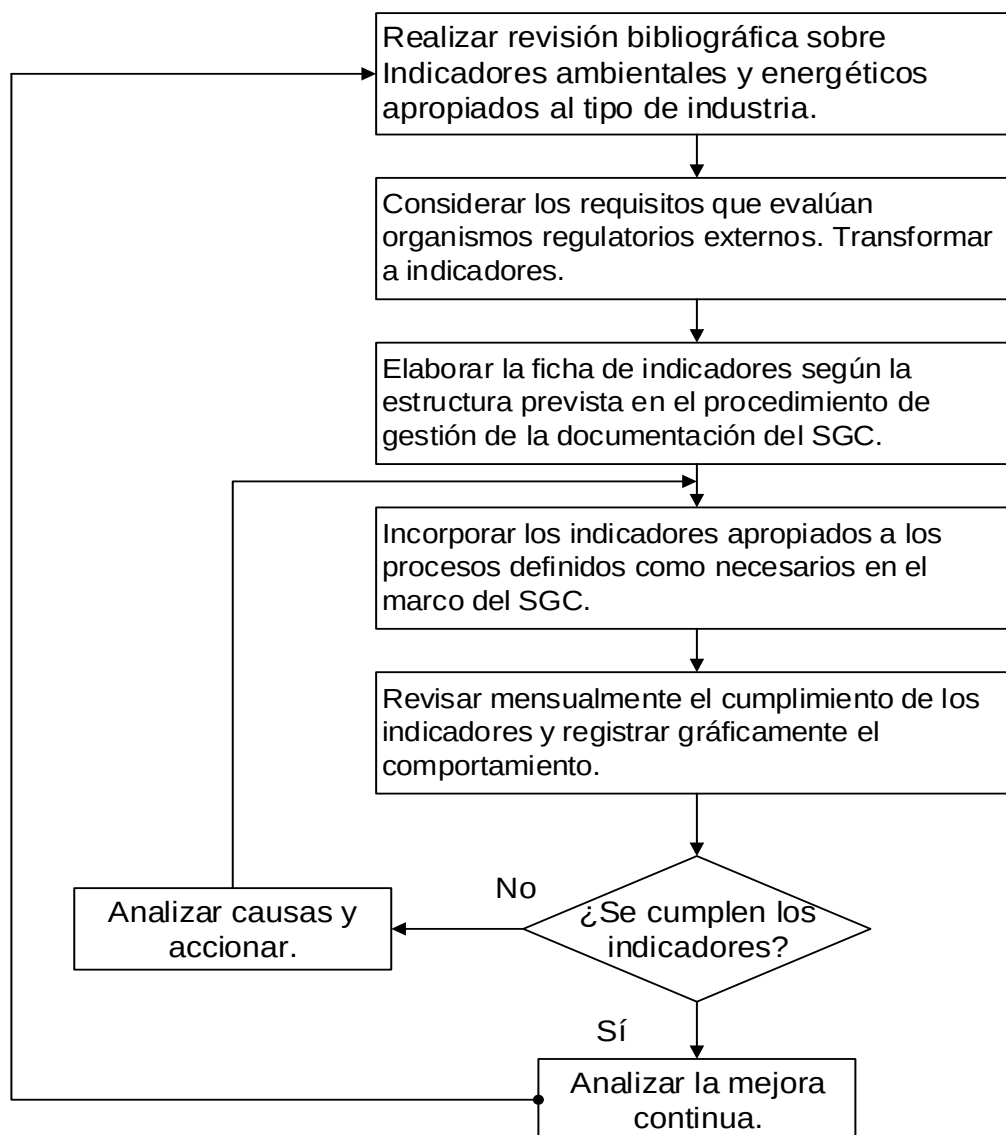


FIGURA 2.7. Metodología para determinar y actualizar los indicadores de desempeño. Fuente: Elaboración propia.

2.2.4. Evaluación del desempeño ambiental y energético

La ISO 9 001, la 14 001 y la 50 001 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 esta 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 2.2.3, 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.

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 2.8:

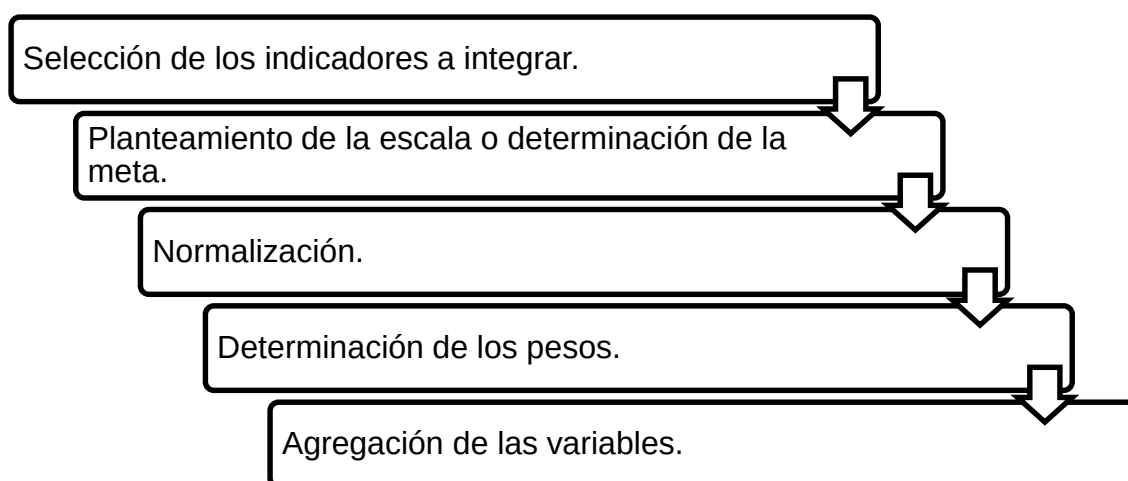


Figura 2.8. Procedimiento para el cálculo del índice global de desempeño ambiental-energético. Fuente: (Díaz, 2013)

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 2.2.3, 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, 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 (**ri**) se obtiene por la fórmula:

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

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 debido a la facilidad de aplicación y comprensión de esta (Medina, 2011). Consiste en otorgar una

puntuación a cada indicador, teniendo en cuenta el peso o importancia de uno sobre los demás:

2 puntos: Si el atributo i es más importante que el j.

1 punto: Si el atributo i es igualmente importante que j.

0 punto: 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 dominan. Consiste en aplicar la sumatoria del producto del valor normalizado por el peso de cada uno de los indicadores, según la fórmula:

$$I_i = \sum_{j=1}^n W_{ij} * r_{ij} \quad i=1,2,...,m$$

Donde:

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

w_{ij} : peso correspondiente al indicador i 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 la tabla 2.4, 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 2.4. Escala de evaluación del índice de desempeño energético-ambiental. Fuente: (Díaz, 2013)

Rango	Nivel de evaluación
$0,95 \leq \text{Índice de desempeño} \leq 1$	Muy bien: el desempeño se ajusta muy bien a las metas definidas por la entidad.
$0,85 \leq \text{Índice de desempeño} < 0,94$	Bien: el desempeño se ajusta bien a las metas definidas por la entidad, con algunas posibilidades de mejora.
$0,70 \leq \text{Índice de desempeño} < 0,84$	Regular: el desempeño se ajusta de modo regular a las metas definidas por la entidad, y tiene posibilidades de mejora significativas.
$\text{Índice de desempeño} < 0,70$	Mal: 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 50 001 en los elementos de entrada o criterios a considerar para una revisión del sistema, se propone que esta se realice al menos previa a cada revisión.

2.2.5. Propuesta de buenas prácticas de Producción Más Limpia

A partir del diagnóstico realizado se propusieron buenas prácticas de Producción más Limpia las cuales fueron evaluadas técnicas económicas y ambientalmente por las metodologías más acordes para ello.

Conclusiones Parciales

1. Se adapta la propuesta metodológica de Cañizares Pentón a la fábrica de Ron “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos para la evaluación energético ambiental de su proceso industrial por considerarlo adecuado para dichos objetivos.
2. Se proponen a partir de las características del proceso productivo a evaluar las herramientas más adecuadas para realizar dicha evaluación.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

3.1. 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 de gestión 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. 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

La determinación del número de expertos se hizo según NC 49:1981 C. (Calidad. Métodos de expertos), en la que se reconoce una cantidad mínima indispensable de siete (7) y no mayor de quince (15), esto último por la operatividad del método.

Utilizando el método propuesto en el Anexo 7, se seleccionan los candidatos a expertos que tienen conocimientos sobre el tema ambiental y energético, se escogieron 15 candidatos, perteneciendo estos a las actividades de servicios, mantenimiento, jefes de turno, especialistas de la actividad técnica que atienden tecnología, calidad, medio ambiente y seguridad y salud en el trabajo de la Empresa y profesores de la UCF “Carlos Rafael Rodríguez” calculando para cada uno el coeficiente de conocimiento o información (K_c), el coeficiente de argumentación (K_a) y el coeficiente de competencia (K_{comp}). 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 “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos. Fuente: Elaboración propia.

Expertos	Ka	Kc	1/2 (Ka+Kc)	Categoría según puntuación
Experto A	0,89	1,00000	0,94500	Alto
Experto B	0,90	0,71429	0,80715	Alto
Experto C	0,905	0,91429	0,90965	Alto
Experto D	0,83	0,84285	0,83643	Alto
Experto E	0,905	0,98571	0,94536	Alto
Experto F	0,98	0,95714	0,96857	Alto
Experto G	0,97	0,94285	0,95643	Alto
Experto H	0,716	0,78571	0,75176	Medio
Experto I	0,88	0,94285	0,91143	Alto
Experto J	0,871	0,95714	0,91407	Alto
Experto K	0,995	0,97143	0,98322	Alto
Experto L	0,98	0,87143	0,92572	Alto
Experto M	0,895	0,98571	0,94036	Alto
Experto N	0,741	0,800000	0,77050	Medio
Experto O	0,975	0,91429	0,94465	Alto

Para un NC= 99 % y k=6,6564:

$$n = \frac{p(1-p)k}{i^2}$$

$$n = 13,45 \approx 13.$$

NC (1- α)	k
99%	6,6564

Donde:

p- Proporción de error que se comete al hacer estimaciones con n expertos (0.03)

i- Precisión del experimento ($i \leq 0,12$)

k- Constante que depende del nivel de significación estadístico, los más utilizados se muestran en la tabla:

De los 15 expertos evaluados se seleccionaron 13, ya que la muestra necesitada es de esta cantidad, siendo estos los que más alto coeficiente de competencia presentaron.

Los 13 expertos necesarios presentan competencia alta por lo que se asegura la validez de la información a aportar.

3.2.1. Diagnóstico energético-ambiental

Se realizó un diagnóstico energético-ambiental en la fábrica de ron “Luis Arcos Bergnes”, mediante el método de expertos, donde de los 44 aspectos a evaluar, 41 se evalúan de conforme lo que representa un 92,3 %, ver Anexo 13.

1. Valoración ambiental

Al aplicar la lista de chequeo para el diagnóstico ambiental de los 14 aspectos a evaluar, 12 se evalúan conforme mediante el criterio de los expertos, lo que representa un 84,6 %.

➤ Manejo del agua

El agua de la empresa proviene de dos vías como se puede apreciar en la figura 3.1.

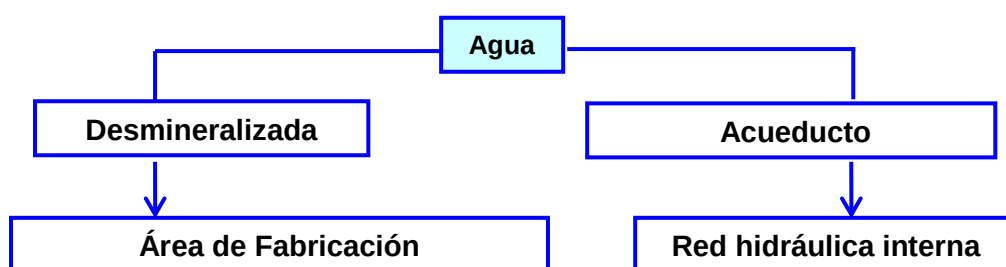


FIGURA 3.1. Fuente de abasto de agua a la fábrica de ron.

La primera fuente de suministro que incluye el consumo industria no asociado al contenido de agua en el ron es el acueducto, existen dos bombas con una capacidad de (10-30 L/s), la red de distribución de la cisterna hacia los puntos de consumo es de acero inoxidable, no se cuenta con metro contadores de agua en las entradas de las áreas cocina-comedor, fabricación, embotellado, transporte y taller. Toda el agua procede de fuentes aprobadas por las autoridades sanitarias de nuestro país. Los análisis microbiológicos del agua de consumo de las muestras recolectadas se realizan en el laboratorio del Centro Nacional de Inspección de la Calidad de Santa Clara. En la tabla 3.2 se reflejan los análisis, de agua de consumo. No obstante a ello a toda el agua antes de ser utilizada se le comprueba su contenido de cloro residual, ajustándose el mismo de ser necesario a un mínimo de 0,3 mg/L. El procedimiento para

asegurar la potabilidad del agua aparece contenido en la norma de proceso tecnológico, se mantiene registros y los resultados de los análisis realizados a las características físico-químicas, sensoriales y bacteriológicas del agua. La otra fuente de abasto del agua involucrada en el proceso de fabricación de ron proviene de la termoeléctrica y es agua desmineralizada con su correspondiente certificado de calidad.

Tabla 3.2. Análisis del agua de consumo utilizada en la empresa. Fuente: Centro Nacional de Inspección de la Calidad de Santa Clara

PARÁMETRO	AGUA DEL ACUEDUCTO	AGUA DESMINERALIZADA TERMOELÉCTRICA
Ph	8.1	7.1
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}^9$)	230	Menos 0.1
Solidos Totales	210	0
Coliformes Totales	ausencia	ausencia
Coliformes Fecales	ausencia	ausencia

En el gráfico 3.1, el consumo de agua está dentro del rango admisible aunque en los meses de Julio, Septiembre y Diciembre se acercaron a los valores del plan de consumo debido a que hubo un aumento en la producción de ron y el único mes que estuvo fuera de rango fue Noviembre porque se le realizó una limpieza a la cisterna, la fábrica consumió ese año 7 305 m³ de 8 640 m³ lo que representa el 84,55 %.

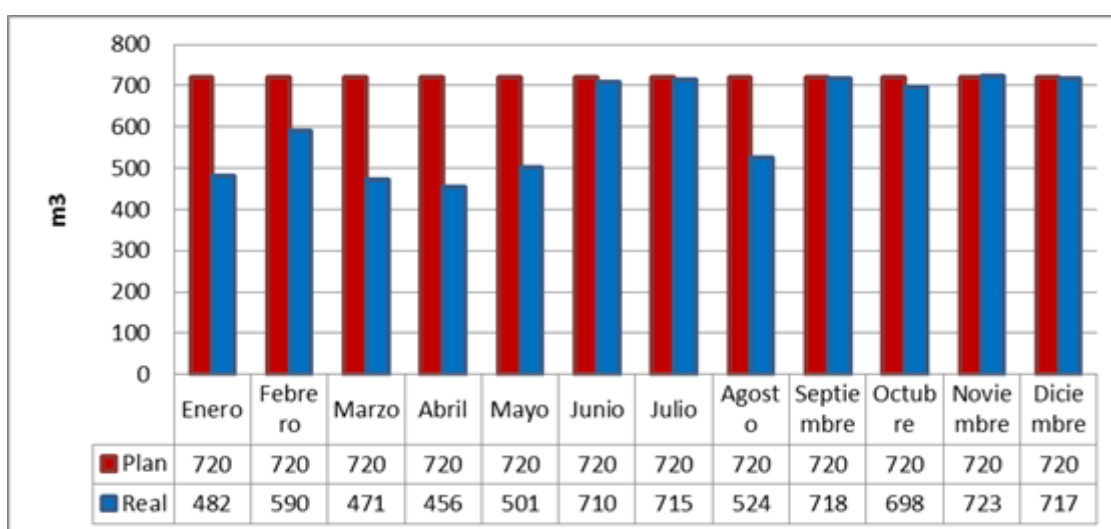


Gráfico 3.1. Consumo de agua de la fábrica de ron “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos en el año 2015.

No obstante en recorrido por la fábrica se pudo observar salideros en instalaciones sanitarias y en las conductoras de fuentes de abasto por lo que consideramos que existen potenciales de ahorro de la misma y que las normas existentes están sobrevaloradas, por lo que proponemos se trabaje en un futuro en la obtención de nuevos índices al respecto que estén en función de las producciones que se realizan.

- **Ruido y vibraciones:** Los compresores ubicados en la entidad constituyen fuentes emisoras de ruidos y vibraciones. En ellos se deben realizar las mediciones de ruidos y vibraciones, según las NC vigentes. No existen quejas de la población circundante sobre el nivel de ruidos y vibraciones en la entidad ni existen trabajadores afectados por esta problemática.
- **Residuales líquidos:** En la fábrica se generan residuales líquidos domésticos y los residuales del lavado de botellas. En sentido general los residuales líquidos domésticos cumplen con las normas respectivas como se puede ver en la tabla 3.3; sin embargo existe un residual producto del lavado de botellas que contiene detergente y NaOH el cual no se ha caracterizado y se vierte libremente al alcantarillado al no existir en la fábrica un sistema de tratamiento de residuales líquidos.

Tabla 3.3. Análisis de los residuales líquidos. Fuente: Elaboración propia.

PARÁMETROS	UM	ANÁLISIS (ENAST. VC)	NORMA. C 27-2012
pH(24.8°C)	-	7.8	6.5-8.5
CE	μS/cm	1 000	<1 400
O ₂ dis.	mg/L	3.2	>3
DBO ₅ , 20°C.	mg/L	118	<300
DQO.	mg/L	240	<700
SS.	mg/L	1	2
NT.	mg/L	2	5
CT. NMP/100	mL	4	<1 000
CTT. NMP/100	mL	<2	<2

- **Residuos sólidos:** Debido a los tipos de servicios que se prestan, se genera una cantidad de desechos sólidos. En el caso del papel, se dispone solo cuando ya no es posible su utilización pues se trata de aprovechar al máximo, dadas las limitaciones de financiamiento para su adquisición, lo cual ha obligado a establecer la política de uso y rehúso. Todos los desechos sólidos generados se disponen en un área habilitada al efecto, para su posterior recogida por la Empresa de Materias Primas, para su reciclaje, cumpliendo con la Ley 1 288.1975; en el periodo que se analiza ha existido acumulación de desechos sólidos y mal aprovechamiento de los mismos debido a que Materia Prima no realiza una recogida completa de estos. En general en la UEB no existe un buen manejo de los desechos sólidos al no existir recipientes adecuados y señalizados por tipos de desechos según la clasificación de la Ley 1 288.1975, ver tabla 3.4.

Tabla 3.4. Control de desechos sólidos generados por la fábrica. Fuente: Elaboración propia.

CONCEPTO	UM	CANTIDAD
Total de desechos sólidos no peligrosos generados	kg	43 905
De ello :Destinados para el reciclaje	kg	35 220
Total Dejadados de reciclar	kg	8 685
Vidrio	kg	40 309
De ello :Destinados para el reciclaje	kg	32 504
Papel	kg	52
Cartón	kg	967
Derivados del papel	kg	0
De ello :Destinados para el reciclaje	kg	858
Plástico	kg	1 931
De ello :Destinados para el reciclaje	kg	1 450
Nylon	kg	119
De ello :Destinados para el reciclaje	kg	40
Sacos	kg	465
De ello :Destinados para el reciclaje	kg	368
Aluminio	kg	62
De ello :Destinados para el reciclaje	kg	0

- **Productos químicos, combustibles, lubricantes:** Tomando en consideración que los diferentes productos químicos que se emplean como materiales auxiliares en el proceso productivo y en la operación de saneamiento y

mantenimiento, pueden constituir una posible fuente de contaminación de los productos, se ha establecido mediante el POE-07 la forma en que se efectuará la recepción, identificación, almacenamiento, utilización y control de estos productos, así como los responsables de ejecutar estas acciones. El uso y almacenamiento de lubricantes es muy limitado y se compran cuando son necesarios. En todos los casos se emplean los que se ofertan en la red de mercados nacionales. En los almacenes los productos inflamables como pinturas, acetonas, lubricantes se almacenan en lugares destinados para este fin, nunca unidos con otros productos. Los operarios de estas áreas conocen los riesgos y peligros a que están expuestos y se capacitan anualmente con las instrucciones específicas del puesto de trabajo y cuentan con los medios de protección necesarios para manipular los productos químicos, aunque en ocasiones carecen de algunos de ellos o están deteriorados.

No ha habido derrames ni escapes de estos productos y los almacenes y establecimientos que utilizan estos productos cuentan con las fichas técnicas y de seguridad de los mismos por su nocividad para la salud y el medio ambiente. Todos los trabajadores involucrados en la manipulación de estos productos deben ser capacitados de forma permanente, acerca de los riesgos y peligros a los que están expuestos, como parte del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo y cuentan con los medios de protección adecuados.

En todas las áreas involucradas con estos productos existen señalizaciones de los riesgos a que se exponen los trabajadores y el medio ambiente. En la UEB existe un almacenamiento adecuado de los productos químicos.

➤ **Descripción del sistema energético**

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 año 2015, Anexo 11 y se plantea la estructura de consumo de portadores energéticos que se muestra en el gráfico 3.2.

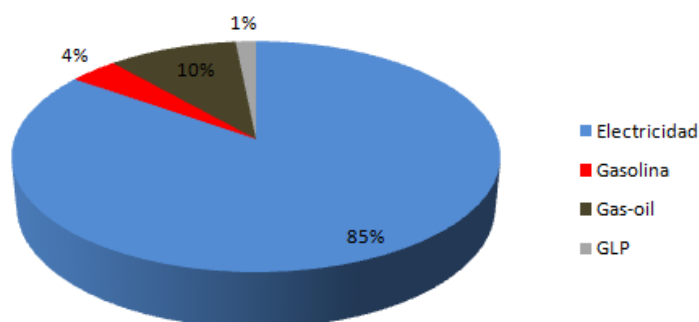


Gráfico 3.2: Consumo de los portadores energéticos en la fábrica de ron “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos en el año 2015.

Al aplicar la lista de chequeo del diagnóstico energético preliminar, de los 17 aspectos a evaluar, 16 se evalúan conforme mediante el criterio de los expertos, lo que representa un 94 %, la actualización del balance de masa y energía resulta no conforme.

En la fábrica el consumo de energía eléctrica que se conoce es la total debido a que no existen analizadores de redes para conocer el consumo de cada una de las áreas de trabajo. A continuación en el gráfico 3.3 se muestra el consumo de electricidad de la fábrica en el año 2015.

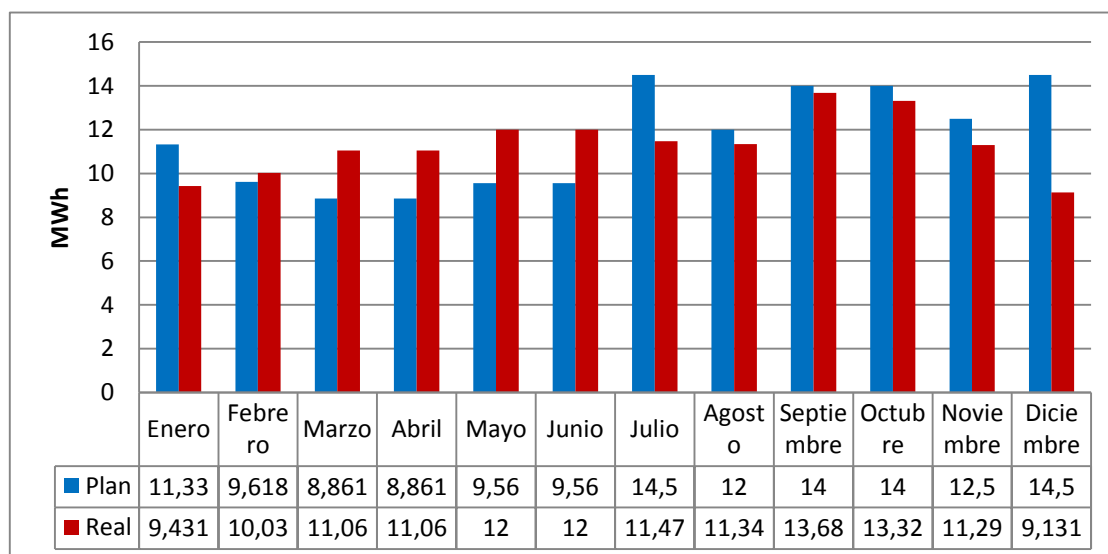


Gráfico 3.3: Consumo de electricidad de la fábrica de ron “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos en el año 2015.

Como se puede apreciar en el gráfico 3.3, el consumo de electricidad sobrepasó el plan previsto para la fábrica en los primeros 6 meses del año exceptuando el mes de Enero debido a una mala planificación de Plan de consumo, los meses de mayor consumo de electricidad fueron Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre debido a que los aires acondicionados trabajan las 8 horas laborables debido al intenso calor que hizo y muchas de las luminarias se quedaron encendidas innecesariamente, no se realizó un control estricto de este portador energético (lectura eléctrica diariamente) ya en la segunda mitad del año los índices de consumo se comportaron por debajo de lo planificado, la empresa consumió 135,803 MWh de 139,29 MWh, esto quiere decir que se consumió el 97,5 % de lo planificado para el año 2015.

Para observar el consumo de combustibles en la fábrica de ron “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos en el año 2015 nos apoyamos en el gráfico 3.4

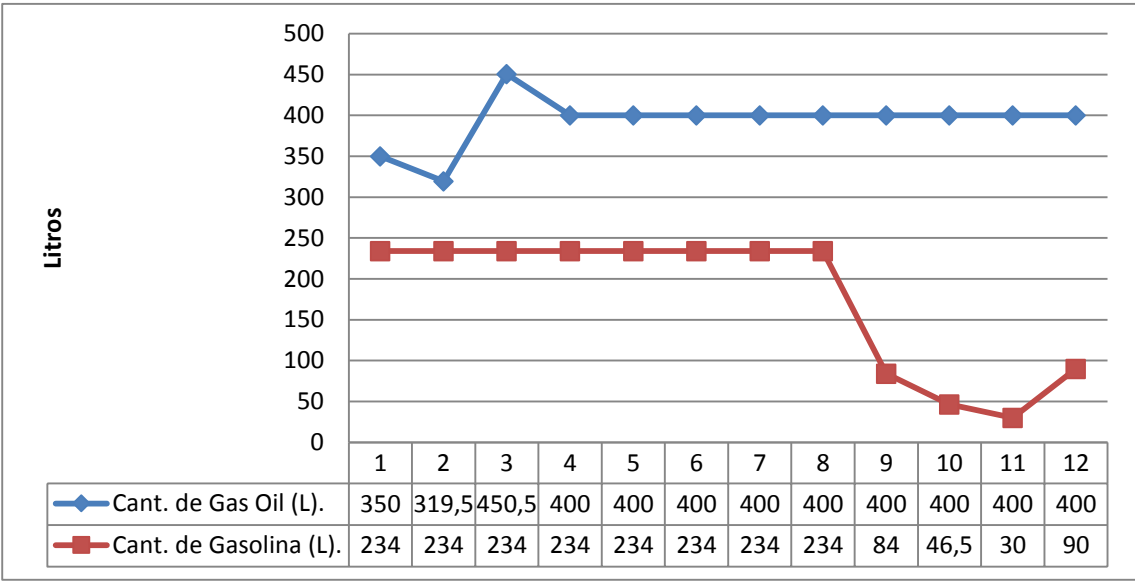


Gráfico 3.4. Consumo de combustibles en la fábrica de ron “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos en el año 2015.

El consumo de combustible de gas-oil en todo el año fue el mismo valor teniendo un comportamiento lineal como se observa en el gráfico 3.4, excepto en los meses de Enero, Febrero y Marzo donde el plan de consumo no era el mismo y el de gasolina en los primeros 8 meses del año era de 234 L pero a partir de Septiembre hasta la actualidad el consumo disminuyó debido a que el carro del director chocó y se encuentra en un proceso de reparación. En sentido general se considera que existen potenciales de ahorro de energía,

sobre todo eléctrica, en la empresa estudiada, presentándose medidas para disminuir los mismos.

2. Evaluación del impacto energético-ambiental

Con toda la información obtenida de la valoración energética-ambiental, 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 2.2.4, se obtienen los impactos ambientales significativos de esta industria, que se muestran en la tabla 3.5. En este caso, para evaluar el impacto ambiental, a la matriz utilizada en el procedimiento para identificar y evaluar riesgos, los expertos de la fábrica le otorgan 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 3.5. Relación de impactos ambientales significativos en la UEB “Luis Arcos Bergnes”. Fuente: Elaboración propia.

No	IMPACTO AMBIENTAL	CARÁCTER	EFECTO
1	Aportes de gases de efecto invernadero por consumo de energía eléctrica.	Negativo	Significativo
2	Agotamiento de recursos naturales por uso de agua.	Negativo	Significativo
3	Contaminación del Medio ambiente por la generación de residuos sólidos reciclables.	Negativo	Significativo
4	Contaminación por vertimiento de aguas con concentraciones de sosa cáustica al 1 % y detergentes provenientes de la etapa de lavado de botellas.	Negativo	Significativo
5	Contribución al desarrollo económico y social del país.	Positivo	Significativo

Todos los impactos ambientales detectados según los expertos de la fábrica fueron evaluados de Significativos debido a que la multiplicación de los parámetros (frecuencia, magnitud y control) fue superior a los 29 puntos.

3. Informe resultante del diagnóstico

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 SGE, según lo establecido en la ISO 14 001 y la ISO 50 001.

3.3 Establecimiento del sistema de indicadores ambientales y energéticos

La evaluación del funcionamiento del SGC en la UEB “Luis Arcos Bergnes” se realiza mediante el monitoreo de los indicadores establecidos en la planeación estratégica (Rонера 2013). 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 ron 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: 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 ron 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.

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 fábrica 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 11 nuevos indicadores, cinco (5) para el SGA y cinco (5) para el SGEn 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 SGEn que se desea implantar. Los jefes de procesos son los responsables del control y seguimiento de los nuevos indicadores que se proponen.

3.4 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 UEB “Luis Arcos Bergnes”, 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 3.6. El valor normalizado r_i se obtiene de la relación Real/Meta, si hubiese algún indicador que estuviese excedido en sus cifras planificadas se invertiría el cálculo:

Tabla 3.6. Normalización de los indicadores en el año 2015 en la UEB “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos. Fuente: Elaboración propia.

No	Indicador	Real Año 2015	Meta	ri
1	Control de capacitación ambiental (ICAmb).	10	10	1
2	Consumo de agua (Ica) (m ³).	7 305	8 640	0,845
3	Efectividad del sistema de tratamiento (I EST).	2	6	0,333
4	Nivel de contaminación atmosférica (NCA) por emisiones de gases contaminantes.	0	1	0
5	Nivel de contaminación atmosférica (NCA) por ruidos y vibraciones.	0	2	0
6	Aprovechamiento de residuos sólidos reciclables (IRRS) (kg).	35 220	43 905	0,80
7	Disposición correcta de residuos peligrosos (I RP).	1	1	1
8	Consumo de energía eléctrica en la producción (I P).	1.12	1,2	0,93
9	Índice de transportación (para otros vehículos) (Itr).	6 842,5	6 842,5	1
10	Índice de lubricantes (Ilub).	0,015	0,02	0,75
11	Consumo de lubricantes en la producción (ICLP).	0,006	0,008	0,75
12	Intensidad energética (Ien).	0,1330	0,1457	0,91

El indicador índice de tráfico, no procede para esta industria, según criterio de los especialistas de la UET. Para el año 2015 que se analiza, el indicador que más se aleja del cumplimiento de la meta establecida es el del aprovechamiento de los residuos sólidos reciclables debido a que Materias Primas no compra todos los desechos sólidos por lo que existe una acumulación de estos en la entidad, se está trabajando en la disminución de pomos plásticos defectuosos en la sopladora que anteriormente era de un 2 % y ahora es de un 1,2 %, se le está pidiendo a Materias Primas que las botellas de vidrio sean traídas en cajas plásticas para evitar que se rompan las mismas y puedan ser utilizadas en el proceso.

Para la determinación de los pesos de los indicadores, se aplica el triángulo de Füller 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 87 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 3.7.

Tabla 3.7. Determinación del Indicador de Desempeño energético-ambiental en la fábrica de ron UEB “Luis Arcos Bergnes” en el año 2015.

No	Indicador	Puntuación obtenida	Peso	Valor normalizado	Desempeño
1	Control de capacitación ambiental (ICAmb).	8	0,092	1	0,092
2	Consumo de agua (Ica) (m ³).	14	0,16	0,845	0,14
3	Efectividad del sistema de tratamiento (I EST).	8	0,092	0,333	0,031
4	Nivel de contaminación atmosférica (NCA) por emisiones de gases contaminantes.	1	0,011	0	0
5	Nivel de contaminación atmosférica (NCA) por ruidos y vibraciones.	3	0,034	0	0
6	Aprovechamiento de residuos sólidos reciclables (IRRS) %.	10	0,115	0,80	0,092
7	Disposición correcta de residuos peligrosos (I RP).	4	0,046	1	0,046
8	Consumo de energía eléctrica en la producción (I P).	16	0,184	0,93	0,171
9	Índice de transportación (para otros vehículos) (Itr).	2	0,023	1	0,023
10	Índice de lubricantes (Ilub).	0	0	0,75	0
11	Consumo de lubricantes en la producción (ICLP).	1	0,011	0,75	0,008
12	Intensidad energética (Ien).	20	0,230	0,91	0,21
Índice de desempeño energético-ambiental					0,813

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 ya que en esta fábrica solo se realiza tratamiento a los residuales sólidos reciclables, 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 2015 en la fábrica de ron UEB “Luis Arcos Bergnes” 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 por tanto hay que trabajar 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, también es necesario la contratación con Materias Primas u otras entidades para la recogida y traslado de los residuos sólidos reciclables para darle un tratamiento final adecuado y puedan ser utilizados nuevamente, otro aspecto que debemos tener en cuenta es el establecimiento de un sistema de residuales líquidos para que puedan ser utilizados en los sistemas de descargues sanitarios de cada área. Existen diversas posibilidades de mejora energética, 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 más limpia identificadas en el diagnóstico, lo planteado anteriormente evidencia la necesidad de progresar en la implementación del SGen. Los resultados obtenidos en el cálculo del Índice de desempeño energético-ambiental se corresponden con la situación real de la fábrica de ron de Cienfuegos.

3.5. Propuesta de medidas de Producción Más Limpia

A partir del diagnóstico realizado los expertos determinaron las principales medidas para disminuir los impactos ambientales y aumentar la eficiencia

energética de la empresa. Las mismas fueron clasificadas a corto, mediano y largo plazo:

A corto plazo

- Elaborar planes y procedimientos para lograr la disminución de los impactos ambientales producidos en la entidad y entornos circundantes.(M₁)
- Elevar la capacitación medioambiental y energética de los trabajadores.(M₂)
- Eliminar los salideros debido a roturas de tanques, tuberías, baños, etc.(M₆)
- Garantizar los medios de protección de los trabajadores. (M₇)
- Reemplazar todas las luminarias de 40W por 38W disminuyendo el consumo de energía y las emanaciones de efecto invernadero a la atmósfera.(M₁₀)
- Realizar análisis bacteriológicos de las muestras de aguas en los diferentes depósitos (cisterna, tanque y caja de agua).(M₈)
- Exigirle a la Empresa de Materias Primas que toda la botella que nos suministren vengan limpias y así no tener que lavarlas con sosa .(M₁₁)
- Controlar diariamente el consumo de electricidad y agua.(M₁₃)
- Analizar semanalmente en los consejos de administración el comportamiento que han tenido los portadores energéticos.(M₁₄)
- Adaptación del regulador de presión de la Sopladora para utilizar el compresor chino en las maquinas de la línea de embotellado.(M₁₅)
- Ajustes técnicos en el horno de la sopladora para lograr con menor energía el calor necesario de las preformas para su soplado y a la vez disminuir las mermas de las mismas.(M₁₆)

A mediano plazo

- Realizar mediciones de iluminación, ventilación, ruidos y vibraciones.(M₃)
- Sustituir equipos de climatización y refrigeración por equipos ecológicos.(M₄)
- Eliminar los salideros debido a roturas de tanques, tuberías, baños, etc.(M₆)

A largo plazo

- Realizar un tratamiento final adecuado a los residuos sólidos y líquidos generados en la entidad.(M₅)
- Diseño de un sistema fotovoltaico en el techo de la entidad para disminuir el consumo energético y mejorar la eficiencia energética.(M₉)
- Establecer una planta desmineralizadora de agua.(M₁₂)

- Sustituir equipos con tecnología obsoleta siendo grandes consumidores de energía por otros más eficientes. (M₁₇)

La evaluación a través del método Delphi de estas medidas para la disminución de la contaminación ambiental y mejorar la eficiencia energética se puede ver en el Anexo 13.

Por su importancia y complejidad se imponen a continuación un análisis técnico económico y ambiental de algunas de estas medidas

1. Adaptación del regulador de presión de la Sopladora para utilizar el compresor chino en las máquinas de la línea de embotellado. (M₆)

Análisis técnico

Para realizar nuestras producciones se necesita general una presión de aire no mayor de 6 kg/cm² en la línea de embotellado y la retractiladora, esta se genera desde un compresor bético. Para el área de soplado contamos con un compresor chino que genera una presión de aire de 22 kg/cm² que es la presión que se necesita para una buena calidad en el soplado. Debido a que las máquinas de la línea de embotellado no admiten una presión mayor de 6 kg/cm² no era posible utilizar el compresor chino en ella por lo que tenían que estar funcionando los 2 compresores a la vez cuando se soplaba y se hacía producción. En la sopladora se utiliza aire a 22 kg/cm² para la presión del soplado y aire a 6 kg/cm² para el movimiento de los moldes y de las varillas que intervienen en el proceso. Para obtener el aire a 6 kg/cm² existe una válvula reguladora que regula de 22 kg/cm² a 6 kg/cm² la presión de aire y este se almacena en un tanque recolector de 6 kg/cm². Con vista a disminuir el consumo energético de nuestra fábrica de dicho tanque se adaptó una tubería que lleva el aire a la línea de producción con la presión que se necesita, lo que nos permite que los equipos de esta puedan trabajar con el compresor chino y así dejar de utilizar el bético. Una vez hecho este trabajo se hizo un estudio del comportamiento del compresor dando como resultado que los tiempos de parada y arranque del mismo están dentro de los parámetros establecidos. Ver Anexo 14.

Valoración económica ambiental

Este trabajo permitió un ahorro significativo de energía ya que el compresor bético consume 17,5 kW/h entonces al trabajar 8 horas 24 días al mes logra un

ahorro anual de 40 320 kW lo equivale a un ahorro de 50 340,3 kg de petróleo anuales y un efecto económico para la empresa de 12 096 CUP.

Desde el punto de vista ambiental se dejan de emitir al año 51 367,68 kg de CO₂ a la atmósfera y se eliminan los ruidos y vibraciones generados en el área de compresores.

2. Ajustes técnicos en el horno de la sopladora para lograr con menor energía el calor necesario en las preformas para su soplado y a la vez disminuir las mermas de las mismas.

Análisis técnico

En este trabajo se mejoraron las condiciones en el horno que calienta las preformas para el soplado de los pomos de 1.5 lográndose que los mismos quedaran con una buena calidad y con menor consumo de energía eléctrica. Para lograr esto los paneles del horno donde están las resistencias se acercaron más a las preformas lo que permite mayor concentración de calor sobre las mismas y por ende lograr que con menos energía las preformas adquirieran el calor adecuado para su soplado uniforme; además se reparó la cadena sobre la que circulan las preformas en el interior del horno que producto del deterioro el movimiento no era uniforme al tener jorobas en los eslabones, se sustituyeron los pasadores y los rodillos de la cadena, ver Anexo15.

Valoración económica ambiental

Este trabajo permitió un ahorro significativo de energía ya que el compresor bético consume 9 kW/h entonces al trabajar 8 horas 24 días al mes se logra un ahorro anual de 20 736 kW lo que equivale a un ahorro de 25 889,3 kg de petróleo anual y un efecto económico para la empresa de 6 220 CUP.

Desde el punto de vista ambiental se dejan de emitir al año 26 417,66kg de CO₂ a la atmósfera y se eliminan los ruidos y vibraciones que se producían por el funcionamiento del compresor bético.

3. Exigirle a la Empresa de Materias Primas que toda la botella que nos suministren vengan limpias y así no tener que lavarlas con sosa.

Análisis técnico

Una determinada cantidad de botellas de las suministradas por materia prima no vienen con la limpieza adecuada por lo que para lograr la calidad necesaria de las mismas para su embotellado hay que lavarlas primeramente con sosa caústica al 1 %; para este proceso se utiliza una tina de un volumen de 2 m³ de agua diario la que posteriormente de realizado el proceso de lavado va directamente al alcantarillado con una concentración de sosa al 1 % por no contar la fábrica con una planta de tratamiento de residuales líquidos. Al lograr que toda la botella que nos suministre la Empresa de Materias Primas vengan limpias obtendremos un ahorro anual de 5,76 m³ de sosa caústica al no tener que utilizarla en nuestro proceso de lavado y 576 m³ de agua.

Valoración económica ambiental

El análisis económico realizado muestra un ahorro anual de NaOH de 5,76 m³ y de agua 576 m³ lo que representa un efecto económico para la fábrica de 3 112 CUP y 1 624 CUC.

Desde el punto de vista ambiental dejar de utilizar el NaOH producto considerado tóxico, nos va a permitir no contaminar nuestras aguas residuales y además ahorrar 576 m³ de agua anual.

4. Diseño de un sistema fotovoltaico como una alternativa energética en la Fábrica de Ron UEB “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos.

Análisis técnico

Primeramente se realizó un análisis inversionista para tomar decisiones acerca de la tecnología a implementar y demostrar la necesidad y factibilidad de una inversión de este tipo en nuestra fábrica. Luego se realizaron los cálculos que satisfacen los requerimientos del proceso y la energía total que se va a obtener, a partir de estos cálculos se hizo una caracterización de las corrientes de entrada y salida como iban quedar diseñados y conformados el sistema de paneles solares, finalmente se elaboró un análisis económico para determinar los Costos Totales de Producción y Costos Totales de Inversión en el cual se demuestra mediante indicadores dinámicos, que la implementación del proyecto es factible y aporta ganancias a la fábrica. Este trabajo nos permite

aplicar herramientas de P+L para así disminuir el impacto ambiental y el consumo energético.

Valoración económica ambiental

La capacidad de producción de los paneles será de aproximadamente 180 MWh anuales para satisfacer el consumo de energía de la fábrica el cual es de aproximadamente 130 MWh es decir la fábrica consume el 72,2 % de la energía generada y el 27,8% suministrado a la red nacional, dejando de emitir 229 320 kg de CO₂ a la atmósfera anual. Según los datos de las revistas científicas de las energías renovables Cubasolar en la zona en que está ubicada nuestra provincia la radiación solar es de aproximadamente 800 W/m² a la temperatura ambiente y que un metro cuadrado de panel solar genera aproximadamente 180 kWh/año, 0,35 kWh/día en el invierno y 0,65 kWh/día en días estivales. Los cálculos realizados se muestran en Anexo 16.

La determinación de los indicadores dinámicos de rentabilidad: VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa de Rendimiento Interna) y PRI (Plazo de Recuperación de Inversión) se realiza para valorar la factibilidad de la inversión del sistema. El cálculo de estos indicadores se desarrolló con la ayuda del Microsoft Excel, en el cual se programan los datos previos para calcular el VAN y la TIR, determinándose estos con la ayuda de funciones financieras.

Los resultados obtenidos son:

VAN	\$192 336,76
TIR	35%
PRI	6 años

Conclusiones parciales

1. Una valoración del manejo del agua dentro de la fábrica muestra que los consumos están por debajo de lo normado, aunque consideramos que existen potenciales de ahorro, siendo la principal dificultad el vertimiento de agua con sosa y detergente producto del lavado de botellas al alcantarillado de la ciudad.
2. La fábrica recicla parte de los residuos sólidos que generan de sus procesos productivos, no obstante existe potencial para reciclar que no se hace.
3. El principal portador energético lo constituye la electricidad el cual se cumple según las normas, no obstante existen potenciales de ahorro del mismo.
4. Se realizó por los expertos una valoración de los indicadores energéticos del 2015, llegando a la conclusión que los más significativos de impacto ambiental son el consumo de energía eléctrica y el agua.
5. A partir de la evaluación realizada se determinó el índice de desempeño ambiental dando valores de 0,813 lo que lo califica de regular con tendencia a bien, existiendo posibilidades de mejoras para alcanzar el bien.
6. Se proponen medidas de P+L a corto, mediano y largo plazo para mejorar el desempeño energético-ambiental de la fábrica.
7. La aplicación de estas medidas pueden permitir a la fábrica a corto plazo un ahorro de 68 554 CUP y 1 624 CUC.

CONCLUSIONES GENERALES

1. Se demuestra la importancia de una adecuada gestión energética ambiental mediante la aplicación de las normas ISO correspondientes, para lograr la ecoeficiencia en las empresas cubanas en especial atención a las empresas de bebidas y refrescos.
2. Se adapta la metodología de Cañizares Pentón, 2015 para la condiciones de la fábrica de ron “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos demostrando que la misma es adecuada para la valoración de su desempeño energético-ambiental.
3. Un diagnóstico de la empresa según esta metodología mostró que las principales deficiencias detectadas se centran en la mejora de su eficiencia energética y el no adecuado tratamiento o aprovechamiento de sus residuales líquidos y sólidos.
4. Una valoración de desempeño energético ambiental de dicha industria mediante sistemas de expertos obtuvo una puntuación de 0,813, lo que la califica de regular existiendo potencialidades a corto plazo para llevarla a valores de bien.
5. Se propone y se da prioridad a medidas de producción más limpias a aplicar en la empresa investigada, valorando técnica, económica y ambiental las principales medidas propuestas.

RECOMENDACIONES

1. Discutir con la dirección de la empresa este trabajo con el fin de lograr su implementación definitiva a partir de la aplicación de las normas ISO 14 000 e ISO 50 000.
2. Socializar este trabajo para lograr su implementación en otras empresas de bebidas y licores de nuestro país.
3. Realizar un estudio de factibilidad de las medidas propuestas a largo plazo relacionado con el tratamiento de los residuales y la adquisición de una planta desmineralizadora.

BIBLIOGRAFÍA.

- AENOR. (2005). Asociación Española de Normalización:(AENOR) Norma española UNE 66177 “Sistemas de gestión. Guía para la integración de los sistemas de gestión”.
- Almiral, J. (2009). Temas de Ingeniería eléctrica (Tomo I). La Habana:Edit.Félix Varela.
- Amat, J. (2000). *El control de gestión; perspectiva de la dirección* (5ta ed.).
- ANPP. (1997). Ley 81 Del Medio Ambiente (pp. 47). La Habana. Cuba.
- Batista, T. (2016). Política de gestión ambiental y calidad en una empresa eléctrica en Cuba. *SCielo*.
- Behr, G. (2002). *Gestión Ambiental en la Industria Quesera* (pp. 29).
- Borroto, A. (2002). *Gestión Energética Empresarial*. Universidad de Cienfuegos (UCF): Editorial Universida de Cienfuegos.
- Borroto, A. (Ed.). (2009). *Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía*. Cienfuegos:Editorial Universo Sur ed.
- BSI. (2006). British Standar Institution: (BSI) Specification of common management system requirements as a framework for integration”.
- Cabrera, E. (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). , Universidad Central de Las Villas "Martha Abreu"(UCLV) Santa Clara.
- Cañizares Pentón.(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.
- Cañizares Pentón, G. (2015). *Integración de la Gestión Ambiental Y Energética en Industrias de Procesos*. (Ingeniería Química Tesis en opción al grado científico de Doctor en CienciasTécnicas), Universidad Central de Las Villas “Marta Abreu”(UCLV), Villa Clara.

- Cañizares Pentón, G., Fé Rivero, M., Pérez-Bermúdez, R. A & González Suárez, E. (2014). La gestión energética y su impacto en el sector industrial de la provincia de Villa Clara, Cuba. *SCielo*.
- 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. *Ingeniería Química* (507). España.
- Cascio, J. (1996). *Guía ISO 14 001: Las nuevas normas internacionales para la administración ambiental*. México.
- CECM, C. E. D. C. D. M. D. C. (1975). "Ley 1 288 sobre el reciclaje".
- CEE, C. E. D. E. (1984). Sistema de información estadística-nacional (SIE-N). Tomo IX Sector Transporte. Sección II Indicadores Estadísticos del transporte (pp. pp 1-3). Cuba.
- CITMA. (2009). Reglamento para el manejo integral de desechos peligrosos Cuba.
- Colectivo de Autores. (2002). *Gestión energética empresarial". Centro de estudios de Energía y Medio Ambiente*. Universidad de Cienfuegos. Cuba.
- Colectivo de Autores. (2006). *Gestión energética en el sector productivo y los servicios*. Universidad de Cienfuegos: Centro de estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA).
- Colectivo de Autores. (2009). *Manual de Procedimientos para la Realización de Auditorías Energéticas en Edificios"* (Tomo I). España. Junta de Castilla y León ed.
- Cortés, M., & Iglesias, M 2005. *Generalidades sobre la Metodología de la Investigación*. México, D.F., UNACAR. .
- 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), Universidad Central de Las Villas (UCLV). Santa Clara. Cuba.

- Del Valle Araujo, E. (2007). *Elaboración de una propuesta para la adopción de un Sistema de Gestión Ambiental en empresas productoras de alcohol etílico*. (Trabajo de grado para optar por el título de Magister Scientiae en Gestión de Recursos Naturales Medio Ambiente.), Universidad de Los Andes, Mérida.Venezuela.
- Díaz, 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), Universidad Central de Las Villas "Marta Abreu" (UCLV) Santa Clara, Cuba.
- EOI. (2008). Manual de eficiencia energética" (*Escuela de Negocios en colaboración con el Centro de Eficiencia energética de Gas Natural Fenosa*) (pp. 64-83). España.
- Fernández, G., J. V., Goncalvez, E., Andrade, J. C. & Kiperstok, A.(2005). *Introducing Cleaner Productions Practices in Certifiable Environmental Management Systems: A Practical Proposal*.
- 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), Universidad Central de Las Villas(UCLV)"Martha Abreus", Santa Clara, Cuba.
- Gale, R. (2005). *Environmental management accounting as a reflexive modernization strategy in cleaner production". Published by Journal of Cleaner production*.
- González 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.), Universidad Central de Las Villas(UCLV)"Martha Abreus", Santa Clara. Cuba.
- González Plana, M. E., García, J. R.& Gonzales Plana, R. N. (2010). *Diagnóstico Ambiental Inicial y Proyecto de Definición del Sistema de Gestión Ambiental para ICEM Industrial BETSIME*.

- Hernández, A., Carmona, G., Flores L. & Sosa, R. . (2014). *Manual para la Implmentación de Un Sistema De Gestión Energética*. México. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado & Baptista, L. (2006). *Metodología de la investigación*. México McGraw-Hill.
- 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).
- ISO14 001. (2004). ISO 14 001 (2004) Environmental management systems- Requirements with guidance for use.
- ISO50 001. (2011). ISO 50 001 "Energy management systems-Requirements with guidance for use".
- Karapetrovic, S., M, Casadesus, I, Heras. (2010). Empirical analysis of integration within the standards-based integrated management systems. *Published by International Journal for Quality Research. Quality Research, Vol 4 No.1.*
- Kindelán, L. (2014). *Sistema de Gestión Ambiental para la Empresa Servicios Comunes Isla de la Juventud*. Universidad de la Isla de la Juventud. (Trabajo de Diploma). Universidad Jesús Montané Oropesa. Isla de la Juventud.
- Lapido, M., Gómez Sarduy, J.R., Monteagudo Yáñez, J. R. (2014). Participación de la Universidad en la Mejora de la Eficiencia Energética del Sector Productivo Cubano. 6, 12.
- 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.), Universidad Central de Las Villas (UCLV) "Martha Abreu", Santa Clara. Cuba.
- López, E. (2002). Gestión Ambiental en Cuba (pp. 54). Cienfuegos.
- López Moreada, L. (2011). Sinopsis de la gestión ambiental aplicada en las empresas hoteleras cubanas. *IDICT*, 14.
- Malavé, J. (1998). *La Gestión Ambiental: ¿Impulso o freno al desarrollo?* (IESA Ed.). Venezuela. .

- Medel, F. (2012). *Procedimiento para la evaluación del desempeño ambiental. Aplicación en centrales eléctricas de la UEB de generación distribuida de Villa Clara*. (Tesis en opción al grado académico de master en Ingeniería Industrial), Universidad Central de las Villas “Martha Abreus”. UCLV Santa Clara, Cuba.
- Medina, L. (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.
- MITRANS, M. D. T. (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.
- OAPSI, O. A. d. P. y. S. d. I. (2010). Política de Responsabilidad Social Corporativa de la Empresa de Licores Cundinamarca. Colombia.
- Ocaña, Y. (2012). La gestión ambiental en Cuba. La Auditoría Ambiental, teoría, praxis y legislación en la segunda década del siglo XXI.
- Ocaña, Y. (2016). La Gestión Ambiental en Cuba. La Auditoría Ambiental, teoría, praxis y legislación en la segunda década del siglo XXI. Recuperado a partir de: www.ambito-juridico.com
- Oficina Nacional de Normalización. (2011) *NC-ISO50001. Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización
- Oficina Nacional de Normalización. (2008) *NC-PAS99. Norma cubana Especificación NC PAS 99 “Especificación de Requisitos Comunes del Sistema de Gestión como marco para la integración*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización.
- Oficina Nacional de Normalización. (1999), *Norma cubana NC 39: “Calidad del aire. Requisitos higiénico-sanitarios”*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización.

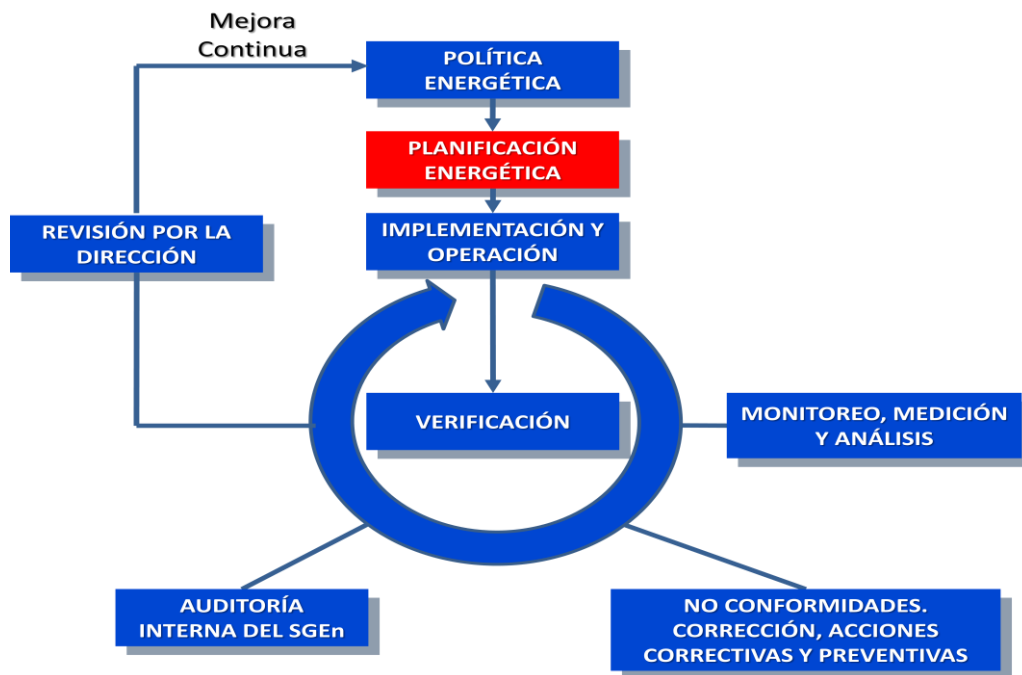
- Oficina Nacional de Normalización. (2007) *Norma cubana NC 26: "Ruido en zonas habitables. Requisitos sanitarios*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización.
- Oficina Nacional de Normalización. (2011) *Norma cubana NC 871: "Seguridad y salud en el trabajo. Ruido en el ambiente laboral. Requisitos higiénico-sanitarios*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización.
- Oficina Nacional de Normalización. (2002). *Norma cubana NC 133: "Residuos sólidos urbanos. Almacenamiento, recolección y transportación. Requisitos higiénicos, sanitarios y ambientales"*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización.
- Oficina Nacional de Normalización.. (2008). *Norma cubana NC-ISO 9001 "Sistema de gestión de la Calidad. Requisitos"*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización.
- Oficina Nacional de Normalización. (2012). *Norma cubana NC 27 "Vertimiento de aguas residuales al alcantarillado y aguas terrestres*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización.
- Oficina Nacional de Normalización. (2013). *Requisitos y procedimiento general (RPG) para la certificación de los sistemas de gestión*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización.
- Oficina Nacional de Normalización (2014). *Directorio empresas certificadas*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización.
- Outlok, R. (2013). The outlook for energy: a view to 2040" *EXXONMOBIL*.
- Paz, Y., Sao, M. & Bauzá, I. (2013). Criterios generales de la gestión ambiental en Cuba. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*.
- Pérez 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), La Habana. Cuba.
- Pérez García, O., González Gómez, S. E. & Martínez, Y. (2013). Gestión energética en el contexto empresarial cubano. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*.

- Pérez Martín, D. (2013). Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía (CUBAENERGÍA), CITMA /Dirección de Energía Renovable (MINEM). *Cubaenergía*.
- PNUMA. (1987). Evaluación del impacto ambiental; procedimientos básicos para países en desarrollo.
- Quispe, E. & R. Catrillón. (2011). El modelo de gestión energética colombiano: desarrollo, experiencia y resultados de aplicación y perspectivas futuras de desarrollo. *Conicca*, 17.
- Ramos, A., Márquez, F. & Espinosa, E. (2004). Implementación de la Tecnología de la Gestión Total Eficiente de la Energía en las entidades más consumidoras de energía eléctrica de la provincia Pinar del Río. . *CIGET. Avances.*, 9.
- Rodríguez, L. (2009). *Diseño del SGA integrado al SGC-SGSST de la UEB Fábrica de Fusibles y Desconectivos Villa Clara*. (Trabajo de Diploma Ingeniería Química), Universidad Central de Las Villas (UCLV) "Martha Abreus". , Santa Clara. Cuba.
- Ronera, U. (2013). Diagnóstico Ambiental en la UEB Fábrica de Ron de Cienfuegos "Luis Arcos Bergnes" (pp. 74). Cienfuegos.Cuba.
- Rubio, V. (2016). "La Gestión Ambiental en la Pequeña y Mediana Empresa.
- Sepulveda, R. (2015). *Control de Gestión Gerencial*. Universidad de Chile. Retrieved from [es.wikipedia.org/wiki/Control de gestión](http://es.wikipedia.org/wiki/Control_de_gestión).
- Sosa, M. (2009). *Diseño del SGA integrado al SGC de la Empresa Mantenimiento Vial y Construcciones de Villa Clara*. (Ingeniería Química Tesis de maestría), Universidad Central de Las Villas "Martha Abreus". , Santa Clara.Cuba. .
- 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), Universidad Central de Las Villas (UCLV) "Martha Abreus", Santa Clara. Cuba.

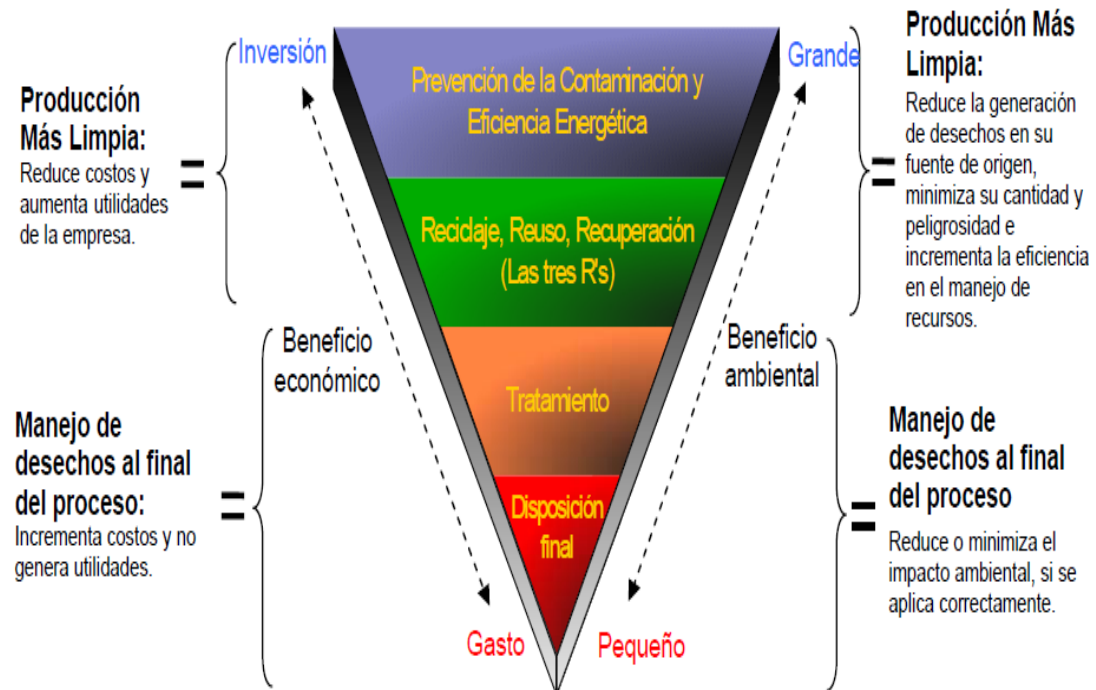
- Ugarte Filippini, D. (2014). Depósito de alimentos elaborados, domisanitarios, bebidas, calzados y centro de distribución OSMAN Trading Lambaré. *AgroTerra*, 28.
- Velazco, N., Ramos, J P,& Van Hoof, B 2000. *Introducción en Producción más Limpia*".Bogotá D.C:Universidad de Los Andes,.
- Zaror, C. 2000. *Introducción a la ingeniería ambiental para la industria de procesos*. Chile:Universidad de Concepción.
- Zhou, P., Ang, B, Y Poh, L. (2006). *Comparing aggregating methods for constructing the composite environmental index: An objective measure**Ecological Economics*.

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de sistema de gestión de la energía. Fuente ISO 50001:2011.



Anexo 2. Niveles del proceso de reducción de la contaminación. Fuente: CPTS, 2005.



Anexo 3. Valores de la Empresa.

Responsabilidad. Los directivos, especialistas y los trabajadores de la empresa cumplen con los compromisos asumidos con los clientes y el Estado Cubano en la gestión del agua, asumiendo las consecuencias de sus actos.

Honestidad. Los directivos, especialistas y los trabajadores de la empresa se caracterizan por la rectitud y la claridad en su comportamiento sobre principios éticos y morales, rechazando cualquier manifestación de corrupción e ilegalidades.

Creatividad. Los directivos, especialistas y los trabajadores de la empresa se caracterizan por su espíritu de inventiva e innovación para propiciar la mejora continua del desempeño de la organización.

Profesionalidad. Los directivos, especialistas y los trabajadores de la empresa comparten el interés por la elevación de sus capacidades para cumplir con los requisitos de las actividades que ejecutan. Se interesan por hacer las cosas bien, lo cual se refleja en la demostrada competencia de los recursos humanos en las tareas que realizan.

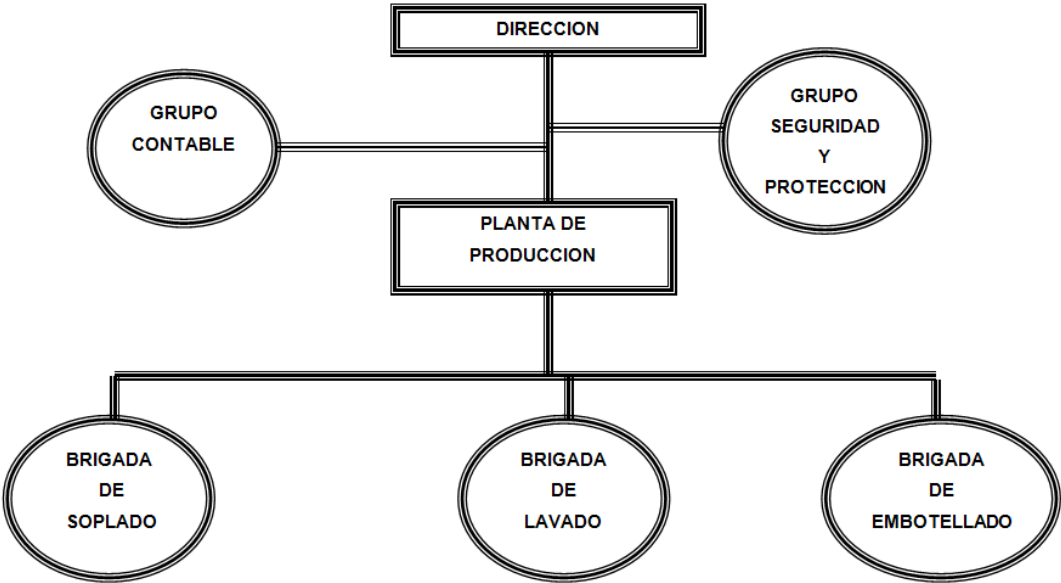
Seriedad. El cumplimiento de los compromisos contraídos con los clientes en todas las cláusulas pactadas.

Experiencia. Acumulación de todas las experiencias individuales y colectivas que permiten tener conocimientos que nos diferencian de otras organizaciones.

Compromiso. Conducidos a través de los líderes reconocidos de la organización, los trabajadores se sienten comprometidos en el cumplimiento de sus objetivos y tareas.

Eficiencia. Uso de recursos, materiales, humanos y financieros de forma racional y explotando su máximo rendimiento.

Anexo 4. Organigrama de la estructura organizativa de la fábrica.



Anexo 5. Resultados económicos de la fábrica

	Año 2013			Año 2014			Año 2015		
Tipo de surtido	Plan	Real	%	Plan	Real	%	Plan	Real	%
Ron Cadena 700mL	66 130	42 555	64	64 480	50 798	79	54 506	54 435	99,8
Ron Cadena 1.5L	40 200	36 961	92	40 120	29 672	74	50 876	45 154	89
Ron Nacional 1.5L	-	19 857	-	-	24 202	-	-	27 223	-
Ron Nacional 1L	-	12 452	-	-	8 415	-	-	441	-
Ron Nacional 700mL	10 505	36 881	351	8 585	33 545	391	9 776	34 363	352
Ron Nacional 750mL	-	1 856	-	-	2 240	-	-	1 932	-
Ron Arecha 350mL	-	9 368	-	-	3 346	-	-	524	-
Ron Añejo Blanco	x	x	x	-	107	-	x	x	x
Total de cajas producidas.	116 835	159 930	136	113 185	152 325	134	115 158	164 072	142
Ron Granel (Litros)	619 680	771 864	124	836 960	877 907	105	969 760	823 125	85
Producción mercantil (Miles de pesos)	\$6 005	\$6 702	111	\$6 330	\$6 785	107	\$6 430	\$7 469	116

Anexo 6. Principales regulaciones ambientales, sanitarias vigentes aplicables en la UEB

Normas a Cumplir	A	B	C	Observaciones
Ley No 181 del medio ambiente.	X			En la UEB existe un especialista que atiende la actividad de medio ambiente para dar cumplimiento a esta ley, se tiene en cuenta lo que se establece en esta ley en cada capítulo, siempre que sea aplicable a la misma.
NCISO14 001:2004 "SGA. Requisitos con orientación para su uso".		X		No cuentan con un SGA implementado.
Ley 1288.1975. Desechos reciclables			X	Se controlan y venden algunos desechos reciclables a la Empresa de Recuperación de Materias Primas.
NC 27 /1999. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y alcantarillado.		X		Los residuales líquidos que clasifican como domésticos, las aguas del fregado de botellas y las de la limpieza que se generan no son tratados pasan directamente al alcantarillado.
NC 827.2010. Agua Potable. Requisitos sanitarios.	X			La entidad a partir de este estudio se ha trazado un plan de monitoreo de sus depósitos de agua de consumo para análisis bacteriológico con una periodicidad trimestral.
Resolución 45/91. INRH. Índices de consumo de agua por actividad.		X		Se cuenta con un flujómetro en la entrada del agua a la entidad, por lo que tienen el índice de consumo global, pero no por cada actividad.
NC 19.01.04:1980.		X		No se han realizado mediciones de ruido,

Ruido para todos los puestos y locales de trabajo así como para las diferentes actividades.			existen niveles de ruido elevado en el área del compresor.
NC 26.1999. Ruido en zonas habitables. Requisitos higiénicos sanitarios.		X	No se han realizado mediciones de ruido y sí existen niveles de ruido en el local del compresor.
Resolución 136/2009 CITMA. Reglamento para el manejo integral de desechos peligrosos.	X		Se generan pequeñas cantidades de desechos peligrosos en la entidad, cuentan con plan de manejo y licencia ambiental, aprobados por el CITMA a nivel de Empresa.
NC 96-02-09:87 Sistema de Normas de Protección contra incendios. Protección contra las descargas eléctricas atmosféricas. Clasificación y requisitos generales.	X		Referido a esta norma, en la entidad no existe sistema de aterramiento para los equipos ni las edificaciones.
NC 96-01-03:88, referido al Sistema de Normas de Protección contra incendio. Incendios.	X		En la actualidad en la entidad existe un plan de Seguridad Contra Incendios.
Resolución 23/2009 CITMA. Programa Nacional de Lucha contra la Contaminación del	X		Se actualiza y evalúan los problemas relativos a la contaminación, fundamentalmente en los diagnósticos ambientales que se realizan en la entidad.

Medio Ambiente para el período 2009-2015.				
NC ISO 8995.2003. Iluminación de puestos de trabajo en interiores.	X			En la entidad existe buena iluminación en todos los locales y áreas de trabajo.
Resolución 39/2007 SST. Bases Generales de la Seguridad y Salud del Trabajo	X			En el ambiente laboral se tienen identificados los riesgos y se instruye a los trabajadores en los mismos. La Empresa se encuentra en proceso de implantar el sistema de forma Integrada cumpliendo con la legislación vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. No está certificado el sistema de SST según NC 18 000.

A: Se cumplen.

B: No se cumplen.

C: En parte.

Normas de referencia para la fabricación de ron

- Directiva NC parte 1: 2005 y Directiva NC parte 2: 2005.
- NC-ISO 2859-1: 2003 Procedimiento de muestreo para la inspección por atributos
- NC289:2009: Bebidas alcohólicas. Vocabulario.
- NC792:2010: Alcohol etílico. Requisitos.
- NC 97-68:85: Botellas de ron con acabado Pilfer Proof para la exportación. Especificaciones de Calidad.
- NC 635:2008: Bebidas. Requisitos generales sanitarios”.
- NC 455:2006: Manipulación de alimentos. Requisitos sanitarios generales.
- NC 492:2006: Almacenamiento de alimentos. Requisitos sanitarios generales.
- NC 377:2006: Azúcares blancos. Especificaciones.
- NC 264:2005: Aguardiente. Especificaciones.
- NC 113:2009: Ron. Especificaciones.
- NC-ISO 2859-1: 2003: Procedimiento de muestreo para la inspección por atributos.
- NC 289:2009: Bebidas alcohólicas. Vocabulario

Anexo 7. Selección de los expertos para realizar el método Delphi

Determinación de la cantidad expertos n :

$$n = \frac{p(1-p)k}{i^2}$$

Donde:

p- Proporción de error que se comete al hacer estimaciones con n expertos (0.03)

k- Constante que depende del nivel de significación estadístico:

NC(1- α)	k
99%	6,6564

i- Precisión del experimento ($i \leq 0,12$)

$$n = 0.03(1-0.03) \cdot 6.6564 / (0.12)^2$$

$$n = 13.45 \approx 13 \text{ expertos}$$

Cuestionario de autoevaluación de los expertos

Estimado especialista:

Este instrumento tiene como objetivo que Usted se autoevalúe como experto, en las fuentes de argumentación y en el grado de conocimiento que posee acerca de la temática de gestión ambiental y energética, es de gran importancia la justeza y objetividad de su valoración.

Fuente de Argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en %			
	Alto	Medio	Bajo	Nulo
Dominio sobre la gestión ambiental y energética.	40	32	20	0
Experiencia laboral en las actividades de gestión ambiental y energética.	36	27	17,4	0
Capacitaciones recibidas sobre la modalidad de gestión ambiental y energética.	11	9	5	0
Participación en innovaciones tecnológicas sobre la gestión ambiental y energética.	7	6,5	4	0
Prestigio reconocido en el desempeño de la gestión ambiental y energética en las dimensiones antes apuntadas.	6	5,5	3,6	0
Total	100	80	50	0

Nota: Los expertos reciben en el modelo anterior, las celdas en blanco.

Expresar el grado de conocimiento que usted tiene sobre la gestión del medio ambiente, la energía, la ciencia, la tecnología, la innovación y el conocimiento. Considere que la escala que se le presenta es ascendente, es decir, el conocimiento sobre el tema referido va incrementándose desde el 0 hasta el 10.

Grado de conocimiento que tiene sobre:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
La organización de la actividad de gestión ambiental y energética en industrias de procesos.											
La actividad de innovación y proyectos a favor de la gestión ambiental y energética.											
La introducción de resultados en la práctica social.											
La interrelación entre factores agravantes de la contaminación del medio ambiente.											
La implementación de prácticas de P+L para el desarrollo sostenible.											
La aplicación de las NC ISO 14 000 e ISO 50 000.											
La experiencia práctica y la preparación teórica que deben tener los gestores ambientales y energéticos en la industria.											

Los resultados obtenidos en el grado de influencia Ka, conocimiento Kc y competencia K, fueron los siguientes:

Grado de influencia Ka de los expertos:

Expertos	Fuente I	Fuente II	Fuente III	Fuente IV	Fuente V	Ka
ExpertoA	40	27	9	7	6	0,89
ExpertoB	32	36	9	7	6	0,90
Experto C	40	27	11	7	5,5	0,905
Experto D	32	36	5	4	6	0,83
Experto E	40	27	11	6,5	6	0,905
Experto F	40	36	9	7	6	0,98
ExpertoG	40	36	11	4	6	0,97
Experto H	32	27	5	4	3,6	0,716
Experto I	40	27	9	6,5	5,5	0,88
Experto J	32	36	9	6,5	3,6	0,871
Experto K	40	36	11	7	5,5	0,995
Experto L	40	36	9	7	6	0,98
Experto M	32	36	9	6,5	6	0,895
Experto N	32	27	5	6,5	3,6	0,741
Experto O	40	36	9	7	5,5	0,975

Resultados del grado de conocimiento Kc de los expertos:

Expertos	Ítem 1	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 5	Ítem 6	Ítem 7	Kc
Experto A	10	10	10	10	10	10	10	1
Experto B	10	5	6	7	8	8	6	0,71428571
Experto C	10	8	8	10	10	10	8	0,91428571
Experto D	8	9	8	10	8	8	8	0,84285714
Experto E	10	10	10	9	10	10	10	0,98571429
Experto F	10	10	10	10	9	9	9	0,95714286
Experto G	10	10	9	9	10	9	9	0,94285714
Experto H	8	7	9	8	9	6	8	0,78571429
Experto I	9	9	9	10	10	9	10	0,94285714
Experto J	10	10	9	9	10	9	10	0,95714286
Experto K	10	10	10	10	10	9	9	0,97142857
Experto L	10	8	8	10	8	8	9	0,87142857
Experto M	10	10	10	10	10	9	10	0,98571429
Experto N	8	6	9	8	9	8	8	0,80000000
Experto O	9	10	10	10	8	7	8	0,91428571

Resultados del coeficiente de competencia K de los expertos:

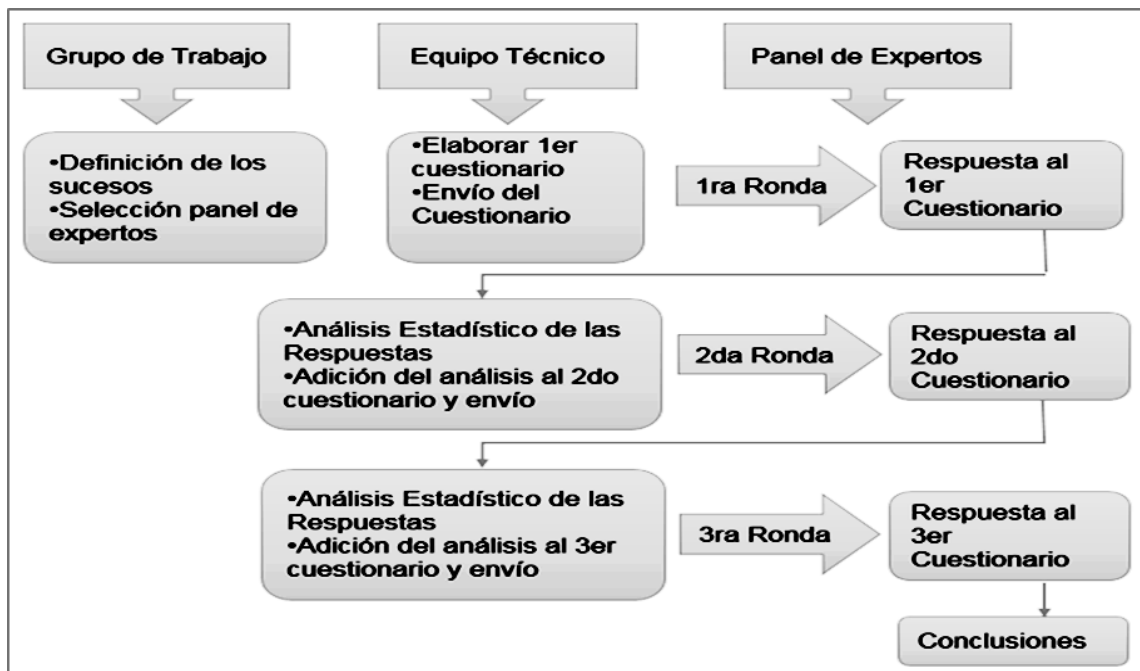
Expertos	Ka	Kc	1/2 (Ka+Kc)	Categoría según puntuación
Experto A	0,89	1,00000	0,94500	Alto
Experto B	0,90	0,71429	0,80715	Alto
Experto C	0,905	0,91429	0,90965	Alto
Experto D	0,83	0,84285	0,83643	Alto
Experto E	0,905	0,98571	0,94536	Alto
Experto F	0,98	0,95714	0,96857	Alto
Experto G	0,97	0,94285	0,95643	Alto
Experto H	0,716	0,78571	0,75176	Medio
Experto I	0,88	0,94285	0,91143	Alto
Experto J	0,871	0,95714	0,91407	Alto
Experto K	0,995	0,97143	0,98322	Alto
Experto L	0,98	0,87143	0,92572	Alto
Experto M	0,895	0,98571	0,94036	Alto
Experto N	0,741	0,800000	0,77050	Medio
Experto O	0,975	0,91429	0,94465	Alto

K: Coeficiente de competencia

$$K = \frac{1}{2}(K_a + K_c)$$

De 15 expertos evaluados se seleccionaron 13, ya que la muestra necesitada es de esta cantidad, siendo estos los que más alto coeficiente de competencia presentaron.

Anexo 8. Proceso seguido en el método de expertos. Fuente: Elaboración propia.



Anexo 9. Lista de chequeo para el diagnóstico energético-ambiental.

Aspecto a revisar	A	B
Diagnóstico energético preliminar		
1. Estado de las instalaciones, locales, parque de transporte, talleres, etc, en relación al estado físico del sistema eléctrico. Situación de los equipos consumidores de energía eléctrica por cada tipo de sistema energético (iluminación, compresión, refrigeración, climatización, aire comprimido, 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, traslado de materiales o productos, etc).	X	
2. Existen y están actualizados los balances de energía y materiales. En el caso del balance de agua ver punto 18.		X
3. Existe y está actualizado el Banco de Problemas energéticos. Están debidamente presentadas las inversiones para el mejoramiento de la Eficiencia Energética.	X	
4. Se realiza el autocontrol mensual por las guías de CUPET y de la Empresa Eléctrica (Bitácora).	X	
5. Existencia de los Contratos de servicios actualizados.	X	
6. Existen (debidamente firmados por la máxima dirección), se cumplen y se controlan los planes y/o programas de ahorro de portadores energéticos y agua.	X	
7. Existen los planes anuales y mensuales de consumo de portadores aprobados por la instancia superior (CDA-002).	X	
8. Se analiza el comportamiento de los consumos respecto al plan. Se concilia la factura en unidades físicas y valor con la Empresa Eléctrica.	X	
9. Coinciden los datos reales de la entidad con los documentos contables y primarios. Se comparan con los reflejados en los modelos 5 073 (modelos de las demandas y comparaciones contra real consumido) y con CDA-002).	X	
10. Existe la fundamentación de los índices de consumo establecidos y están debidamente actualizados.	X	
11. Están calibrados y/o verificados según proceda los instrumentos de medición.	X	
12. Existen y están actualizados los planes de prevención de riesgos, que incluyan los riesgos energéticos.	X	
13. 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 5 073.	X	
14. Existen las Certificaciones de la APCI para locales que lo requieren y/o certificación del nivel de seguridad.	X	
15. Están actualizadas las tarjetas de equipos de procesos tecnológicos, equipos de mantenimiento y de transporte.	X	
16. Se cumple la Resolución vigente del Ministerio de Transporte	X	

(MITRANS), referente al uso y control de las Hojas de rutas.		
17. 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.	X	
Evaluación ambiental		
18. Manejo del agua: No 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).		X
19. Calidad del aire. Se han efectuado monitoreos de la calidad del aire o de emisiones y se han contemplado los efectos sinérgicos de las fuentes emisoras existentes.	X	
20. Ruidos y vibraciones: No existen mediciones de los niveles de ruido detectado. No se han presentado quejas por las personas expuestas. Resultado de las medidas tomadas para minimizar los impactos generados por altos niveles de ruidos/vibraciones.	X	
21. Residuales líquidos: 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.		X
22. Residuales sólidos: 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.	X	
23. Productos Químicos, Combustibles y Lubricantes: 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 químicos, combustibles y lubricantes. 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.	X	
24. Desechos peligrosos: 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	X	

para la manipulación de desechos peligrosos y conocen los riesgos y peligros a que están expuestos.		
25. Áreas verdes, jardinería o áreas exteriores: 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.	X	
26. Condiciones higiénico-sanitarias: Las condiciones higiénico-sanitarias en las diferentes áreas son buenas.	X	
27. Control de vectores: Existe presencia de vectores. Los métodos y productos utilizados no son agresivos.	X	
28. Drenaje pluvial: 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.	X	
29. Protección e higiene del trabajo, Protección contra incendios y Planes de contingencia: 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.	X	
30. Introducción de los resultados científico-técnicos e innovación tecnológica: 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.	X	
31. Atención al hombre: Existen buenas condiciones de trabajo del personal que contribuyan a su estabilidad y sentido de pertenencia.	X	
Sobre otros elementos relativos al Sistema de Gestión		
32. 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.	X	
33. 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.	X	
34. Se cuenta con licencia sanitaria.	X	
35. Está documentada la metodología y el criterio utilizado para desarrollar la revisión energética y esta 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.	X	
36. Está definida la (las) línea(s) base energética en correspondencia con la revisión energética inicial.	X	
37. Están identificados los indicadores de desempeño energético (IDEns) en base a los índices de consumo técnicamente fundamentados.	X	
38. Están documentados los objetivos y metas ambientales y	X	

energéticas. Son coherentes con la política y se incluyen en la planeación estratégica de la industria.		
39. 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.	X	
40. 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.	X	
41. 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; tecnologías que reduzcan el consumo de agua, energía, productos y la generación de residuos).	X	
42. 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.	X	
43. 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.	X	
44. La dirección revisa y registra a intervalos planificados el SGA y el SGE, en esta 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/metras, resultados de auditorías internas, estado de acciones correctivas y preventivas, proyección del desempeño para el próximo período y las recomendaciones de mejora.	X	

A: Conforme.

B: No Conforme.

Anexo 10. 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 2.2.4
- **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 2.2.4 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 conlleven 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 50 001). 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.

Descripción de las 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:
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:
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: Criterios para definir la evaluación del riesgo o impacto

Estimación del Riesgo	Consecuencia		
	Media	Baja	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:

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.

Anexo 11. Índices de consumo de los portadores energéticos en la fábrica de ron “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos en el año 2015. Fuente: Elaboración propia.

No.	Portador	U/M	Consumo	Gastos(CUP)	%
1	Electricidad	MWh	135,803	34 024,	84,79
2	Gasolina	L	2 122,5	1 491,	3,72
3	Gas-oil	L	4 720	3 983,9	9,93
4	GLP	kg	642,7	629,72	1,56
Total				\$40 129,19	100 %

Anexo 12. Indicadores energéticos y ambientales que se proponen para la evaluación del proceso de fabricación de ron de la UEB “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos.

Indicador	Expresión	Criterio de evaluación	Frecuencia de las mediciones	Procesos
1.Residuos no reciclables para la eliminación (SGA)	Cantidad de residuos no reciclados en kg.	Tendencia a Disminuir.	Mensual	Producción de rones
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 rones
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 $I_{UI} < 1$ Cump. Deficiente	Anual	Producción de ron.
5.Nivel de contaminación atmosférica (SGA)	Cantidad de emisiones	Parámetros establecidos en la NC 39:1999	Anual	Producción de ron.
6.Índice económico energético (SGEn)	Gastos energéticos / Gastos totales	Plan / Real	Mensual	Gestión de la dirección.
7.Índice de consumo de electricidad(SGEn)	Energía eléctrica consumida / Producción realizada	Plan / Real	Mensual	Producción de ron.
8.Índice de transportación (para vehículos) (SGEn)	I_{tr} = Consumo de combustible en litros / Distancia recorrida en km.	Plan / Real	Mensual	Gestión de los servicios.
9.Índice de lubricantes para vehículos (SGEn)	I_{lub} = Consumo de lubricantes en litros / Consumo de	Plan / Real	Mensual	Producción de rones. Gestión de los

	combustible en litros			servicios.
10. Índice de lubricantes para proceso productivo (SGEn)	$(I_{CLP}) = \frac{\text{Consumo lubricantes}}{\text{Producción realizada}}$	Plan / Real	Mensual	Gestión de los servicios
11. 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. Evaluación a través del método Delphi de medidas para la disminución de la contaminación ambiental y mejorar la eficiencia energética.

A continuación se plantea un conjunto de medidas que tienen como objetivo la protección del medio ambiente y mejorar la eficiencia energética. Usted como experto debe marcar con una (X) las medidas que considere más significativas y con un (-) las menos significativas.

- Elaborar planes y procedimientos para lograr la disminución de los impactos ambientales producidos en la entidad y entornos circundantes.(M₁)
- Elevar la capacitación medioambiental y energética de los trabajadores.(M₂)
- Realizar mediciones de iluminación, ventilación, ruidos y vibraciones.(M₃)
- Sustituir equipos de climatización y refrigeración por equipos ecológicos.(M₄)
- Realizar un tratamiento final adecuado a los residuos sólidos y líquidos generados en la entidad.(M₅)
- Eliminar los salideros debido a roturas de tanques, tuberías, baños, etc.(M₆)
- Garantizar los medios de protección de los trabajadores. (M₇)
- Realizar análisis bacteriológicos de las muestras de aguas en los diferentes depósitos (cisterna, tanque y caja de agua).(M₈)
- Diseñar un sistema fotovoltaico en el techo de la entidad para disminuir el consumo energético y mejorar la eficiencia energética. (M₉)
- Reemplazar todas las luminarias de 40W por 38W disminuyendo el consumo de energía y las emanaciones de efecto invernadero a la atmósfera.(M₁₀)
- Exigirle a la Empresa de Materias Primas que toda la botella que nos suministren vengan limpias y así no tener que lavarlas con sosa .(M₁₁)
- Establecer una planta desmineralizadora de agua.(M₁₂)
- Controlar diariamente el consumo de electricidad y agua.(M₁₃)
- Analizar semanalmente en los consejos de administración el comportamiento que han tenido los portadores energéticos.(M₁₄)
- Adaptación del regulador de presión de la Sopladora para utilizar el compresor chino en las máquinas de la línea de embotellado.(M₁₅)
- Ajustes técnicos en el horno de la sopladora para lograr con menor energía el calor necesario en las preformas para su soplado y a la vez disminuir las mermas de las mismas. (M₁₆)

- Sustituir equipos con tecnología obsoleta siendo grandes consumidores de energía por otros más eficientes. (M₁₇)

Primera ronda:

A continuación se muestra los resultados de las medidas más significativas o menos significativas por parte de los expertos en esta ronda:

Medidas	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13
(M ₁)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
(M ₂)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
(M ₃)	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X
(M ₄)	X	X	X	X	-	X	-	X	X	X	X	X	X
(M ₅)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
(M ₆)	X	X	X	X	X	X	-	X	-	X	X	-	X
(M ₇)	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X
(M ₈)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
(M ₉)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
(M ₁₀)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
(M ₁₁)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
(M ₁₂)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
(M ₁₃)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
(M ₁₄)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
(M ₁₅)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
(M ₁₆)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
(M ₁₇)	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X

Una vez recopilada las respuestas de los expertos el grupo de análisis determina el nivel de concordancia de cada medida a través de la expresión siguiente:

$$C_c = \left(1 - \frac{V_n}{V_t}\right) * 100$$

Donde:

- C_c : coeficiente de concordancia expresado en porcentaje para cada característica.
- V_n : cantidad de expertos en contra del criterio predominante.
- V_t : cantidad total de expertos.

Medidas:

$$M_1 = (1 - 0/13) * 100 = 100\%$$

$$M_2 = (1 - 0/13) * 100 = 100\%$$

$$M_3 = (1 - 2/13) * 100 = 84,62\%$$

$$M_4 = (1 - 2/13) * 100 = 84,62 \%$$

$$M_5 = (1 - 0/13) * 100 = 100 \%$$

$$M_6 = (1 - 3/13) * 100 = 76,92 \%$$

$$M_7 = (1 - 3/13) * 100 = 76,92 \%$$

$$M_8 = (1 - 0/13) * 100 = 100 \%$$

$$M_9 = (1 - 0/13) * 100 = 100 \%$$

$$M_{10} = (1 - 0/13) * 100 = 100 \%$$

$$M_{11} = (1 - 0/13) * 100 = 100 \%$$

$$M_{12} = (1 - 0/13) * 100 = 100 \%$$

$$M_{13} = (1 - 3/13) * 100 = 100 \%$$

$$M_{14} = (1 - 0/13) * 100 = 100 \%$$

$$M_{15} = (1 - 0/13) * 100 = 100 \%$$

$$M_{16} = (1 - 0/13) * 100 = 100 \%$$

$$M_{17} = (1 - 2/13) * 100 = 84,62 \%$$

Como los coeficientes de concordancia (C_c) son mayores que el 70 % se aprecia que hay un consenso entre los expertos de que estas sean las medidas correctas.

Alternativas	Valor significativo (%)
Elaborar planes y procedimientos para lograr la disminución de los impactos ambientales producidos en la entidad y entornos circundantes.	100
Elevar la capacitación medioambiental y energética de los trabajadores.	100
Realizar mediciones de iluminación, ventilación, ruidos y vibraciones.	84.62
Sustituir equipos de climatización y refrigeración por equipos ecológicos.	84.62
Realizar un tratamiento final adecuado a los residuos sólidos y líquidos generados en la entidad.	100
Eliminar los salideros debido a roturas de tanques, tuberías, baños, etc.	76.92
Garantizar los medios de protección de los trabajadores.	76.92
Realizar análisis bacteriológicos de las muestras de aguas en los diferentes depósitos (cisterna, tanque y caja de agua).	100
Diseño un sistema fotovoltaico en el techo de la entidad para disminuir el consumo energético y mejorar la eficiencia energética.	100
Reemplazar todas las luminarias de 40W por 38W disminuyendo el consumo de energía y las emanaciones de efecto invernadero a la atmósfera.	100
Exigirle a La Empresa de Materias Primas que toda la botella que nos suministren vengan limpias y así no tener que lavarlas con sosa.	100
Establecer una planta desmineralizadora de agua.	100
Controlar diariamente el consumo de electricidad y agua.	100
Analizar semanalmente en los consejos de administración el comportamiento que han tenido los portadores energéticos.	100
Adaptación del regulador de presión de la Sopladora para utilizar el compresor chino en las maquinas de la línea de embotellado.	100
Ajustes técnicos en el horno de la sopladora para lograr con menor energía el calor necesario en las preformas para su soplado y a la vez disminuir las mermas de las mismas.	100
Sustituir equipos con tecnología obsoleta siendo grandes consumidores de energía por otros más eficientes.	84.62

Segunda ronda:

En la tabla siguiente se muestran los resultados de esta ronda:

Medi das	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13
(M ₁)	14	13	12	14	12	16	12	14	13	16	14	15	14
(M ₂)	17	15	14	17	16	17	15	17	15	13	17	17	17
(M ₃)	6	6	5	3	3	5	4	3	6	3	3	1	3
(M ₄)	2	3	4	1	2	2	3	1	3	4	1	3	1
(M ₅)	15	16	17	15	17	15	17	15	16	14	12	16	15
(M ₆)	3	5	6	8	4	4	1	8	5	2	4	5	8
(M ₇)	1	4	3	4	1	3	2	4	4	1	2	4	4
(M ₈)	12	10	13	12	14	14	13	12	10	12	13	11	12
(M ₉)	16	14	15	13	13	8	14	13	14	17	15	13	13
(M ₁₀)	10	12	11	11	11	13	11	11	12	11	10	12	11
(M ₁₁)	9	11	10	10	10	11	8	10	11	10	11	10	10
(M ₁₂)	4	7	7	6	5	7	6	6	7	6	8	7	6
(M ₁₃)	5	1	2	2	6	6	7	2	1	5	6	2	2
(M ₁₄)	7	2	1	5	7	1	5	5	2	7	5	6	5
(M ₁₅)	8	9	8	9	8	9	10	9	9	8	9	8	9
(M ₁₆)	11	8	9	7	9	10	9	7	8	9	7	9	7
(M ₁₇)	13	17	16	16	15	12	16	16	17	15	16	14	16

Con esta información se pasa a calcular la concordancia utilizando la décima no paramétrica que utiliza el coeficiente de Kendall a través del programa estadístico SPSS. El planteamiento de esta décima es:

H₀= No hay acuerdo entre los expertos

H₁= Hay acuerdo entre los expertos

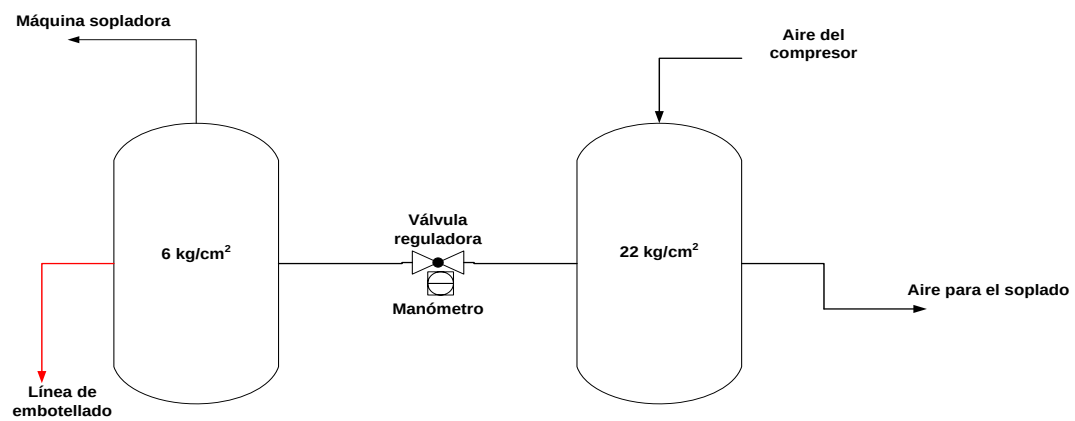
Estadísticos de prueba

N	13
W ^a de Kendall	,912
Chi-cuadrado	189,707
GI	16
Sig. asintótica	,000

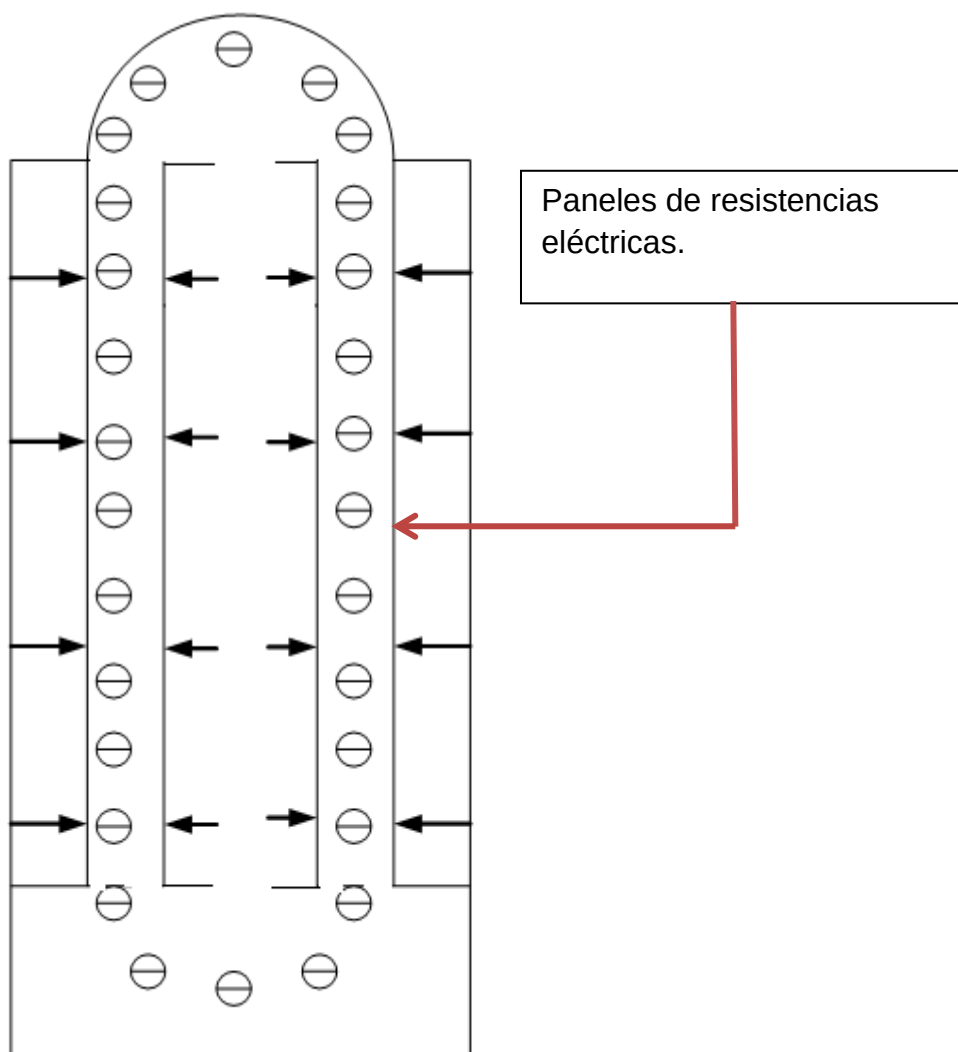
a. Coeficiente de concordancia
de Kendall

Se demuestra entonces que existe concordancia entre los expertos porque la significación asintótica es menor que el alfa utilizada, o sea ($0,000 < 0,01$), y que estas son las medidas más significativas.

Anexo 14. Adaptación del regulador de presión. Fuente: Elaboración propia.



Anexo 15. Ajuste de los paneles de resistencias eléctricas en el horno.
Vista superior. Fuente: Elaboración propia.



Anexo 16. Análisis económico del diseño del sistema de paneles solares

Por los datos anteriormente expuestos realizaremos el balance para determinar la energía que producirán 250 paneles solares de 4m² creando un área de contacto energético de 1000m².

Base de cálculo: 1m² y 1 año.

$$\frac{1}{180kWh} = \frac{1000}{x}$$
$$\frac{180 \times 1000}{1} = x$$

$$x = 180000kWh = \mathbf{180MWh}.$$

La fábrica de ron demanda una índice de consumo de 120MWh/año promedio por lo que la energía producida por los módulos fotovoltaicos será compartida, el 66,67% será de consumo para la fábrica y el 33,33% será suministrado a la red nacional.

Balance total del Proceso

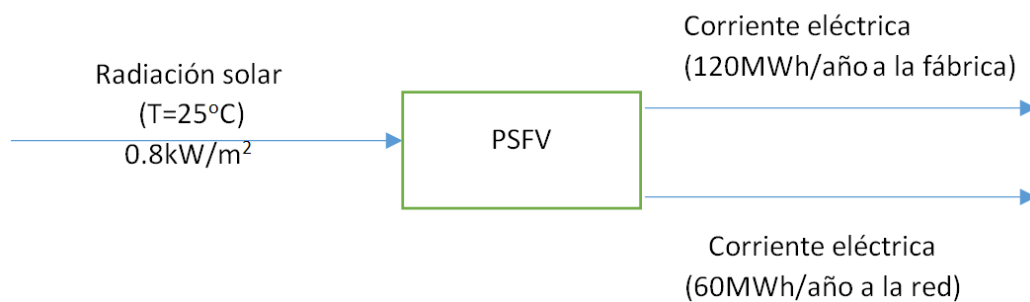


Tabla: Parámetros de diseño de paneles solares.

Equipo	Parámetros de diseño	Referencias
Módulo fotovoltaico	Área=4m ² Largo= 2m Ancho= 2m Espesor= 0,04m ángulo de inclinación = 23° Altura entre el techo y el panel =0.4m	(Balbis,2012)

Criterios de diseño de un sistema fotovoltaico

A continuación, se describen las diferentes fases del diseño de un sistema fotovoltaico, con la finalidad de establecer indicaciones sobre su diseño.

➤ Verificación de la aptitud del lugar

El techo de la fábrica cuenta con un área de 1200m², es un lugar idóneo para el montaje de los paneles ya que no hay presencia de vegetación ni de construcciones más elevadas que traigan consigo la presencia de sombras. Además la ubicación de la fábrica y la caída que tiene dada el techo de la misma permiten ubicar los módulos con una inclinación de 23° respecto al Sur geográfico, están sujetos a tubos y láminas de aluminio buscando disminuir el costo total y del peso para la manipulación y montaje de los mismos.

➤ Cuantificación de la necesidad diaria de energía

El parámetro a utilizar como punto de partida para el diseño de un sistema fotovoltaico es la energía requerida, entendida como:

Energía Consumida = Potencia * tiempo de utilización*Cantidad de equipos

Los consumos de los usuarios aislados o conectados a red que hay que alimentar con el sistema fotovoltaico tienen que ser considerados en términos de energía diaria requerida.

Tabla: Consumo de energía diaria por los equipos de la fábrica.

Equipos	Cantidad	Horas de trabajo	Potencia (kW)	Energía consumida(kWh/día)
Embotellado				
Motor de enjuagadora	1	8	0,25	2
Motor de llenadora	1	8	0,37	2,96
Motor de tapadora	1	8	0,37	2,96
Motor de la etiquetadora	1	8	0,37	2,96
Motor de salida de la etiquetadora	1	8	0,66	5,28
Bomba neumática	1	8	1,5	12
Motor retractiladora	1	8	1,65	13,2
Sistema de aire comprimido				
Compresor	1	16	17,5	280
Motor de refrescadora	1	16	0,25	4
Sopladora				
Motor de la sopladora	1	16	0,37	5,92
Compresor	1	16	15	240
Motor del ventilador	1	16	0,17	2,72
Motor del extractor de compresor de aire	1	16	2,4	38,4
Área de fabricación				
Bomba sanitaria	1	8	2,5	20
Sistema de agua crudo	1	8	6,65	53,2
Taller de mantenimiento				
Motor del taladro	1	5	0,65	3,25
Motor de piedra esmeriladora	1	5	7	35
Oficinas				
Alumbrados	155	2	20	6200
Aires	8	8	600	38400
Computadoras	4	8	2,2	70,4

En negrita los equipos de mayor consumo de energía.

Energía diaria total necesaria= Σ Energía consumida=45394,25kWh/día

➤ Elección de la inclinación de los módulos

La inclinación normalmente tiene que ser igual a la **latitud** del lugar, lo que es posible siempre que no haya exigencias de tipo arquitectónico que lo impidan. Nuestro país se encuentra ubicado en el Trópico de Cáncer el cual tiene una latitud de 23°Norte por lo que la inclinación debe ser aproximadamente de 23° donde la cara frontal de los paneles estará ubicada hacia el sur.

➤ Cálculo de la potencia de pico del generador fotovoltaico

La energía producida por un módulo es linealmente proporcional a la radiación solar incidente sobre la superficie de los módulos solares. Es, por tanto, necesario efectuar este cálculo basándose en las informaciones relativas a la radiación solar del lugar.

Se define como **hora equivalente** el período de tiempo en el que la radiación solar toma un valor igual a 1 000 W/m². Para el caso de nuestro país y en específico nuestra provincia son 5 las horas equivalentes diarias.

Con esta metodología de cálculo, conociendo el parámetro Hora-Equivalente mensual del lugar, es posible calcular la potencia de pico del generador fotovoltaico:

Potencia pico del generador fotovoltaico = Petición diaria de energía / Horas equivalentes

Potencia pico del generador fotovoltaico = 493,151kW h/día / 5h/día

Potencia pico del generador fotovoltaico = 98,63kW.

➤ Evaluación de las pérdidas de sistema

Es necesario tener en cuenta las pérdidas/caídas de tensión introducidas por los componentes que forman el sistema (baterías, regulador de carga, cables de conexión, etc.) Suponiendo que las pérdidas totales del sistema sean aproximadamente del 30%, entonces es necesario aumentar en el mismo porcentaje la potencia de pico del generador fotovoltaico.

➤ Cálculo de la potencia del inversor

La potencia del inversor se determina de forma diferente, según se trate de un sistema conectado a la red o de un sistema aislado.

En el primer caso, la elección del inversor está determinada por las características del campo fotovoltaico. Por ello, el tipo de inversor que hay que utilizar se puede identificar una vez decidida la potencia del generador fotovoltaico y, por tanto, el número de módulos fotovoltaicos. En concreto, teniendo en cuenta el ejemplo utilizado para la evaluación de la necesidad diaria de energía, se observa que:

Potencia total = Σ (Cantidad de equipos*Potencia de cada equipo)

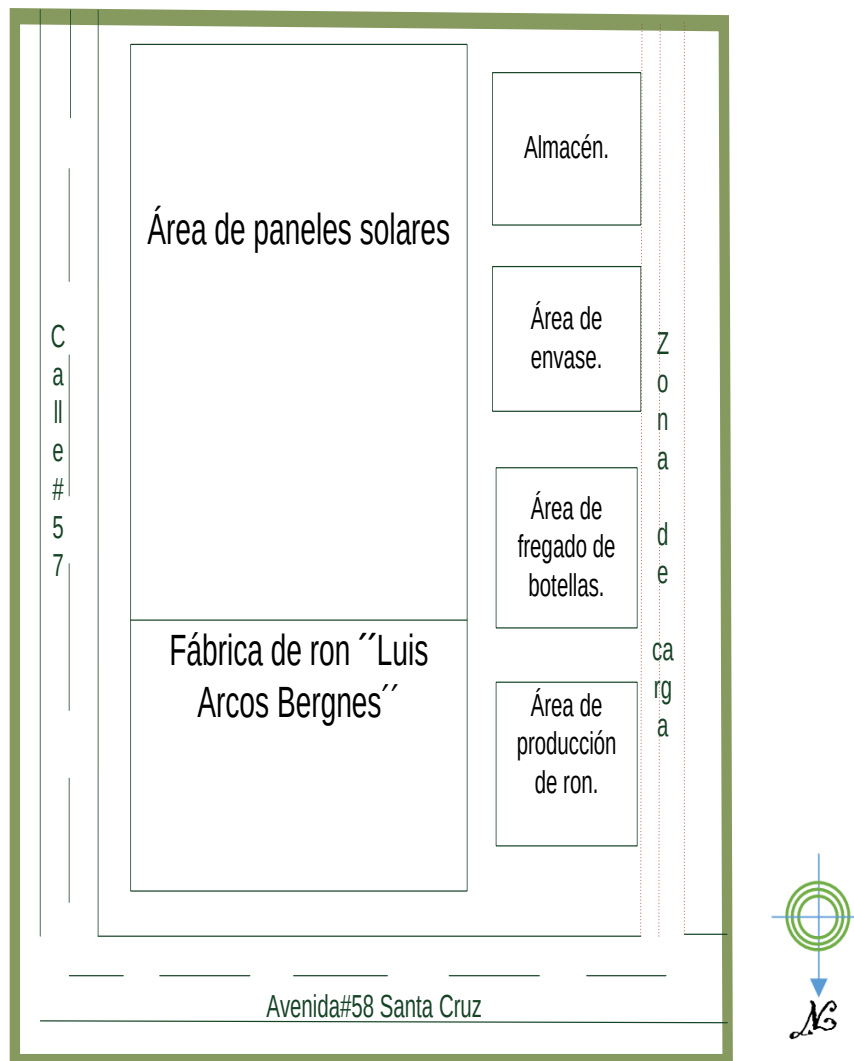
Potencia total =3253,66kW.

Esto significa que hay que utilizar un inversor cuya potencia nominal sea superior a **3253,66kW**.

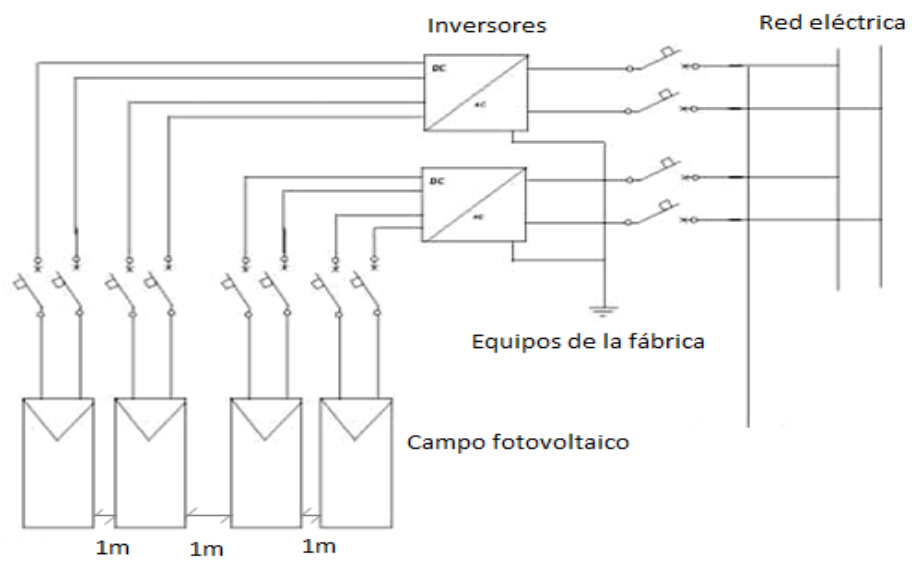
Los primeros son los que reproducen una forma de onda prácticamente idéntica a la de la red eléctrica y, por consiguiente, permiten alimentar cualquier tipo de carga.

Disposición en Planta

Plan Maestro



Plan Unitario



Anexo 17. Prácticas de P+L implementadas en la fábrica de ron de la UEB “Luis Arcos Bergnes”.

No	Oportunidades de P+L identificadas.	Situación polémica.	Medida de P+L implementada.	Ahorros anuales (pesos)	Beneficio ambiental-energético.
1	No todos los residuos sólidos son reciclados.	Existe gran cantidad de Residuos sólidos que no son recogidos por materia prima para su reciclado.	Gestionar la venta de desechos sólidos.	30200	Disminución del vertimiento de residuos sólidos al medio y un mejor aprovechamiento de los mismos.
2	Implementar un sistema de tratamiento de residuales líquidos.	No se recuperan las aguas residuales.	Implementar un sistema de tratamiento de residuales líquidos	16926	Reducción del consumo de agua y contaminación de del suelo y las aguas.
3	Trabajar con un solo compresor	Se trabajaba con un compresor para el embotellado y otro para el soplado	Seguir trabajando con un solo compresor	12096	Reducción del consumo de energía, ruido y de piezas para el mantenimiento de los compresores
4	Horno de la sopladora	Resistencia a una distancia no adecuada de las preformas que pasan por el horno	Acercar los paneles de las resistencias a las preformas	6220	Menor consumo de energía eléctrica y disminución de la generación de desechos plásticos.
5	Eliminación del lavado con sosa convenio con materia prima	Se lava con sosa parte de la botella que entra a la fabrica	Exigirle a materia prima que toda la botella vengan limpias según contrato.	3112 y 1624 CUC	Se elimina el vertimiento de sosa caustica al alcantarillado.
6	Estudio del efecto sonoro a persona q trabajan cerca del área de compresores	No existe un estudio del efecto sonoro por parte de los compresores	Realizar estudio de efecto sonoro	-	Ver si es necesario el cambio de la garita de los custodios debido a que

					los ruidos del compresor afecten su salud
7	Equipos de climatización y refrigeración.	Los equipos de refrigeración no cumplen con los requisitos ecológicos	Sustituir equipos de climatización y refrigeración por equipos ecológicos	-	Disminución de gases que afectan el medio ambiente.
8	Luminarias	Las luminarias instaladas son en su mayoría de 40W	Remplazar todas las luminarias de 40W por 38W	-	disminuir el consumo de energía y las emanaciones de gases de efecto invernadero a la atmósfera
9	Capacitación a los trabajadores en gestión energético ambiental.	Desconocimiento de los trabajadores sobre nuevos conceptos del consumo de agua y operaciones de limpieza.	Entrenamiento a los trabajadores en nuevos conceptos del consumo de agua y operaciones de limpieza.	-	Disminución de los consumos de agua.
10	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.	Montaje de trampa para retención de sólidos y grasas.	-	Reducción de la carga orgánica de las aguas residuales.
11	Montaje de una planta desmineralizadora.	Al no existir una planta desmineralizadora, el agua que se necesita para el proceso de fabricación de ron tiene que ser traída por una pipa desde la Termoeléctrica.	Montaje de la planta desmineralizadora.	-	Reducción de la contaminación atmosférica

12	Implantar un sistema fotovoltaico.	Incremento del consumo de energía. Esta empresa no tiene una fuente de abasto de energía en caso de que no haya electricidad en determinado momento.	Implantar el sistema fotovoltaico.	-	Garantiza la continuidad de la producción y disminución del consumo de energía.
	Total cuantificado			68554y 1624 CUC	

RESUMEN

INTRODUCCION

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

PENSAMIENTO

CAPITULO 1

CAPITULO 2

CAPITULO 3

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ABSTRACT