



Centro de Estudios Energéticos y Tecnológicos
Ambientales

TRABAJO DE DIPLOMA

Título: Evaluación del desempeño energético de la UEB
Central azucarero “Heriberto Duquesne”, relativo a los
requisitos de la NC ISO 50001

Autor: Roberto Carlos Faife Fernández

Tutor: Dr. Raúl Alberto Pérez Bermúdez

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

Dedicatoria

Todo el esfuerzo que permitió la realización de este trabajo de diploma va dedicado preferentemente a mis padres, familia y amigos.

Agradecimientos

Mi mas sincera gratitud:

A mis padres y hermano, por su inagotable paciencia y apoyo en todo momento de mi vida.

A mis, familiares y todos aquellos que intervinieron directa o indirectamente en mi formación profesional.

A mi tutor: Dr. Raúl A. Pérez Bermúdez, por su constante preocupación, tiempo y ayuda durante todo el transcurso de mi formación.

A todas mis amistades y compañeros de la UCLV, en especial Oel Julio, Lisaidy Galindo, Jorge Javier, Barbara Maité, Armando Felipe, por estar siempre presentes en cualquier circunstancia.

Resumen

En este trabajo se realiza una evaluación para una posible implementación de la norma ISO 50001 en la UEB Central Azucarero Heriberto Duquesne, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Remedios, provincia de Villa Clara. Se establece como premisa inicial el conocimiento y caracterización de todas las instalaciones energéticas de la entidad en cuestión, se realizó un estudio de los principales portadores energéticos y su empleo, así como una supervisión energética en la cual se establecieron las insuficiencias o deficiencias detectadas del uso irracional o ineficiente de los portadores energéticos de la entidad, lo cual tendrán consecuencias adversas a la calificación del área, sistema o equipo supervisado.

Abstract

In this work an evaluation is made for a possible implementation of the ISO 50001 standard in the UEB Central Azucarero Heriberto Duquesne, which is located in the municipality of Remedios, province of Villa Clara. The knowledge and characterization of all the energy installations of the entity in question is established as an initial premise, a study was made of the main energy carriers and their use, as well as an energy supervision in which the insufficiencies or deficiencies detected in the use were established irrational or inefficient of the energy carriers of the entity, which will have adverse consequences for the qualification of the supervised area, system or equipment.

Índice

INTRODUCCIÓN.....	1
PROBLEMA INGENIERIL	2
HIPÓTESIS.....	2
OBJETIVO GENERAL.	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
CAPÍTULO I.....	4
1.1 ACTUALIDAD ENERGÉTICA	4
1.2 SITUACIÓN NACIONAL.....	4
1.3 SITUACIÓN DE LAS FRE EN CUBA	5
1.3.1 Situación de FRE en Villa Clara	5
1.3.2 Biomasa cañera y forestal	6
1.3.2 Energía eólica.....	8
1.3.3 Energía solar fotovoltaica.....	9
1.4 EFICIENCIA ENERGÉTICA	10
1.5 GESTIÓN EFICIENTE DE LA ENERGÍA	11
1.6 LOS SISTEMAS DE GE Y EL SGTEE	11
1.6.1 Diagrama Energético – Productivo.	13
1.6.2 Diagrama de Pareto.	13
1.6.3 Estratificación.....	13
1.6.4 Gráficos de Control.....	13
1.6.5 Gráfico de Consumo y Producción en el tiempo.	14
1.6.6 Diagramas de Dispersión y Correlación.	14
1.6.7 Diagramas de Consumo – Producción.	14
1.6.8 Diagrama Índice de Consumo – Producción.....	14
1.6.9 Gráfico de Tendencia o de Sumas Acumulativas	14
1.7 ISO 50001	15
CONCLUSIONES PARCIALES	17
CAPITULO II	18
2.1 CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	18
2.1.1 OBJETIVO SOCIAL	18
2.1.2 MISIÓN.....	18
2.2 ESTRUCTURA DE CONSUMO Y COSTO DE LOS PRINCIPALES PORTADORES ENERGÉTICOS EN LA ENTIDAD.	18
2.5 PLANTA ELÉCTRICA	19
2.6 ANÁLISIS DE LA ELECTRICIDAD COMO PORTADOR ENERGÉTICO POR ÁREAS DE TRABAJO	20
2.6.1 Área de manipulación de caña.	20
2.6.2 Área planta moledora	21
2.6.3 Área purificación y cocción	22
2.6.4 Sistema de vacío.....	23
2.6.5 Planta de vapor.....	23
2.7 PORTADORES ENERGÉTICOS PRIMARIOS, ELECTRICIDAD	24
2.8 GENERADORES DE VAPOR	25
2.8.1 Características técnicas del nuevo generador de vapor	25
2.9 PORTADORES ENERGÉTICOS SECUNDARIOS	27
2.10 DETERMINACIÓN DEL PERSONAL QUE DECIDE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	29

2.10 DIAGNOSTICO PRELIMINAR	30
2.12 POTENCIALES DE AHORRO	31
2.12.1 <i>Bagazo</i>	31
2.12.2 <i>Sistema eléctrico</i>	31
3.1 INTRODUCCIÓN	32
3.2 DIAGNÓSTICO INTEGRAL	33
3.3 EVALUACIÓN DE LOS REQUISITOS EXIGIDOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SGEN.	33
3.3.2 <i>Designación de un representante de la Dirección</i>	33
3.3.3 <i>Conformación del equipo del SGEN.</i>	34
3.3.4 <i>Definición de la política energética.</i>	34
3.3.5 <i>Establecimiento del plan de implementación del SGEN.</i>	34
3.4 PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA.	34
3.4.1 <i>Requisitos legales y otros requisitos</i>	34
3.4.2 <i>Revisión energética.</i>	34
3.4.2.1 <i>Análisis del uso y consumo de la energía</i>	35
3.4.2.2 <i>Identificación de los usos significativos de energía.</i>	35
3.4.2.3 <i>Identificación de las variables claves que afectan el consumo de energía y el</i>	35
3.4.3 IDENTIFICACIÓN, PRIORIZACIÓN Y REGISTRO DE OPORTUNIDADES DE MEJORA DEL DESEMPEÑO	35
3.4.3.1 <i>Indices de generación</i>	36
3.4.7 <i>Comunicación</i>	37
3.4.8 <i>Documentación</i>	37
3.4.9 <i>Control Operacional.</i>	37
3.4.10 <i>Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía</i>	37
3.4.11 <i>Evaluación del cumplimiento de los Requisitos legales y de otros requisitos.</i>	37
3.5 RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN FUTURA DE LA NC ISO 50001 (2011).....	38
CONCLUSIONES	40
RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	42

Introducción

En la actualidad, debido al rápido crecimiento industrial e incremento de las demandas de la sociedad moderna, han dado como resultado un repentino aumento en los consumos energéticos. Los suministros mundiales de energía están basados fundamentalmente en los combustibles fósiles, las proyecciones de las perspectivas internacionales de energía del 2001 indican un crecimiento continuado en la demanda de la energía mundial con un aumento supuesto del 59% del Actual Consumo de Energía Mundial para el 2020 [1], las emisiones de CO₂ en el mismo período serán casi del doble, siendo este uno de los problemas de mayor peso al que se enfrenta hoy en día la humanidad.[2] El calentamiento global debido a las emisiones de gases de efecto invernadero es la consecuencia más drástica del uso de los combustibles fósiles. Por consiguiente, la reducción de las energías con emisiones de CO₂ es el más grande desafío de las sociedades industrializadas en el siglo XXI.

Cada vez con mayor énfasis, los empresarios sensatos dirigen sus esfuerzos a lograr que las entidades que dirigen, desarrollen sus actividades con el menor empleo de recursos de toda índole, tales como: humanos, materiales y energéticos, por su incidencia en el abaratamiento de los costos totales en que incurren las entidades que lideran. Muchos otros, con una óptica aún más integral, toman en cuenta el impacto que en el medio ambiente presenta el empleo eficiente de los portadores energéticos. [3]

Los procesos de producción y uso intensivo de la energía constituyen la causa fundamental del deterioro ambiental. El previsible agotamiento de los combustibles fósiles y el daño irreversible que se ocasiona al medio ambiente, exige la adopción de nuevas estrategias en materia de energía, como base de un modelo de desarrollo sostenible, que permita satisfacer las necesidades energéticas de la generación actual y preservar las posibilidades para que las futuras generaciones puedan también encontrar soluciones para satisfacer las suyas.[4]

En Cuba las dificultades económicas resultantes de la crisis influyeron de forma determinante en las reformas emprendidas en el sector energético. Debido a la crisis comienza el incremento sostenido en la extracción de petróleo, la participación del crudo nacional significó un ahorro aproximado de 60 millones de dólares en 1999 debido a la diferencia de precios entre el portador de origen nacional y el fuel oil importado. En el año 2000 la energía producida a partir de fuentes nacionales venía en ascenso, siendo el petróleo crudo, el bagazo y el gas natural los portadores de mayor peso.[5]

Las tendencias de hoy en día a niveles internacionales y en el país es la de llevar la industria azucarera a altos niveles de producción y eficiencia, con el objetivo de generar una mayor cantidad de energía eléctrica. Para esto se pretende usar el vapor proveniente de sus instalaciones generadoras de vapor las cuales queman bagazo, pero para el logro de este objetivo se hace imperativo en algunos casos la modificación de algunos de los parámetros de generación, como son la presión y la

temperatura de trabajo tanto de las calderas como de los turbogeneradores. Actualmente, la industria azucarera aporta 3,5 por ciento de la generación de electricidad en Cuba. El plan para elevar la eficiencia energética contempla que para 2030 una veintena de ingenios genere un excedente de 755 MW para alimentar la red del Sistema Electroenergético Nacional. Ahora, las energías renovables solo representan 4,6 por ciento de la generación y el resto lo aportan los combustibles fósiles. La paulatina instalación en los ingenios de modernas plantas bioeléctricas, necesarias para lograr ese objetivo, requiere una inversión estimada en 1.290 millones de dólares, que AZCUBA espera obtener de préstamos gubernamentales o inversiones extranjeras.

Como parte del programa inversionista en la UEB Central Azucarero Heriberto Duquesne perteneciente al grupo AZCUBA no está excluido de las nuevas tendencias, puesto que se está en un proceso de inversión que contempla principalmente la construcción y montaje de un nuevo generador de vapor capaz de satisfacer las necesidades tecnológicas de la empresa, así como la sustitución de uno de los turbogeneradores por uno de mayor capacidad de generación. Esta inversión trae consigo un aumento de la eficiencia del generador de vapor y una mayor capacidad de generación de energía eléctrica, la cual puede ser entregada al SEN.

Como antecedente de un programa de gestión eficiente de la energía, se tuvo el programa de la Revolución Energética de uso racional de energía en el sector residencial y estatal ejecutado en el 2006, el cual impulsó a la sociedad a un ahorro y uso eficiente de la energía, con el uso de energías renovables, la sustitución de equipos ineficientes y la creación de sistemas de generación distribuida. Para la ISO, la gestión energética es uno de los cinco campos principales dignos del desarrollo y la promoción que ofrecen las Normas Internacionales. La Norma ISO 50001 establece un marco internacional para la gestión de todos los aspectos relacionados con la energía, incluidos su uso y adquisición, por parte de las instalaciones industriales y comerciales, o de las compañías en su totalidad. Las organizaciones pueden decidir integrar la Norma ISO 50001 con las de otros sistemas de gestión, tales como las de gestión de calidad, medio ambiente, salud y seguridad ocupacional, responsabilidad social u otras. En el caso particular de la empresa en cuestión se realiza una valoración en cuanto a portadores energéticos y su utilización, así como una forma más eficiente de emplearlos.

Problema ingenieril

En el contexto de desarrollo de la empresa azucarera Heriberto Duquesne se carece de una caracterización de los principales portadores energéticos, como paso inicial para la implementación de la Norma NC ISO 50001.

Hipótesis.

Es posible con el monitoreo de las demandas de energía y la caracterización energética de la empresa Heriberto Duquesne evaluar el cumplimiento de los requisitos iniciales para la implementación de la Norma NC ISO 50001.

Objetivo general.

Realizar un estudio sobre las demandas de portadores energéticos y la caracterización energética de la empresa Heriberto Duquesne para la implementación de la Norma ISO 50001.

Objetivos específicos.

- Realizar un diagnóstico energético de la UEB Central Azucarero Heriberto Duquesne para identificar los principales portadores energéticos y sus consumos en la empresa.
- Realizar una caracterización del desempeño energético de la UEB Central Azucarero Heriberto Duquesne.
- Evaluar la implementación del sistema de gestión energética y su incorporación al sistema de gestión empresarial de la UEB Central Azucarero Heriberto Duquesne.
- Examinar el cumplimiento de los requisitos que exige la NC ISO 50001 para su certificación

Capítulo I

1.1 Actualidad Energética

En el transcurso del tiempo el hombre pasó del empleo de su fuerza muscular al uso de diversas fuentes de energía para satisfacer sus necesidades, el empleo del fuego, la utilización de la 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. Mientras el consumo de electricidad avanzaba durante el siglo XX, la explotación de los recursos para su generación se incrementó enormemente. La energía hidroeléctrica siguió desempeñando un papel importante, como también el uso de carbón, petróleo y gas natural. A comienzos de la década de 1960, aumentó el costo de dichos combustibles y se inició la toma de conciencia acerca de los efectos sobre el medio ambiente. La búsqueda de una alternativa a aquellos combustibles llevó a la siguiente revolución energética: la energía nuclear. Después de un aumento explosivo en la generación nuclear en las décadas de 1970 y 1980, su aceptación ha tendido a disminuir a raíz de los desastres ocurridos en Chernobyl (1986) y Fukushima (2011) y la constante preocupación con respecto al manejo de desechos radiactivos y su uso en armas nucleares. La última gran revolución energética se vivió a fines del siglo XX. Tras la Cumbre de la Tierra en Río 1992 (Brasil), y de manera más notoria en los últimos años de esa década, surgió de forma urgente la necesidad de cambiar los patrones de generación y consumo en el mundo, debido a los riesgos asociados al calentamiento global que lleva al “cambio climático”.

1.2 Situación Nacional

La situación actual de la energía en Cuba está caracterizada por diferentes factores entre los que se encuentra la baja utilización de las Fuentes Renovables de Energía.

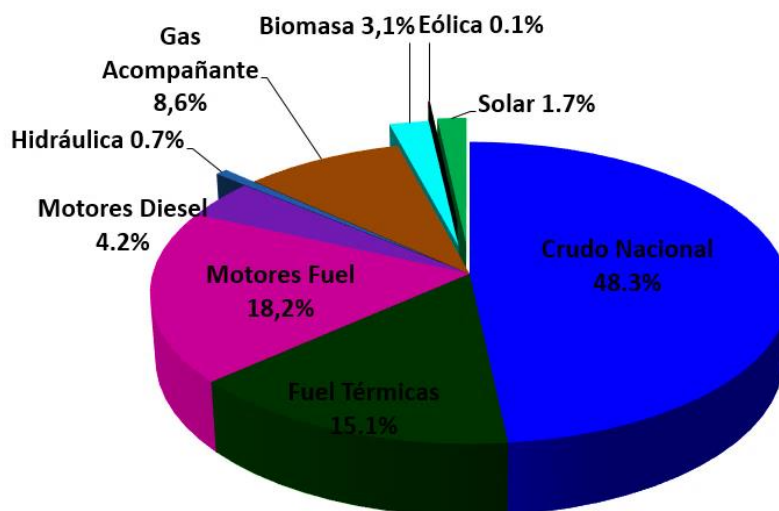


Figura 1 Descripción del sistema eléctrico nacional

[6]

Tal como se muestra en la (*Figura 1*) la matriz energética nacional, está compuesto principalmente por combustibles fósiles los cuales representan 94.4% de los cuales la mayor repercusión la tiene el crudo nacional con un 48.3%. Por otra parte, la presencia de la FRE está limitada a un 5.6% de las cuales la de mayor repercusión es la biomasa la cual cuenta con un 3.2%, con un marcado índice de crecimiento con respecto a años anteriores.

1.3 Situación de las FRE en Cuba

Cuba es un país es rico en recursos energéticos renovables y pobre en los no renovables; el sol, el viento, la biomasa (fundamentalmente la procedente de la caña de azúcar) y la hidroenergía son las fuentes a las cuales se les puede apostar con mayor certeza para la diversificación de la matriz energética. Lograr 100% de autoabastecimiento energético con fuentes renovables de energía es un reto para esta generación es algo un poco difícil debido que las tecnologías de explotación de las FRE son de difícil adquisición para un país del tercer mundo debido a su alto costo de adquisición y montaje.

Cambiar la matriz energética y avanzar en el uso de fuentes renovables de energía es un objetivo declarado del estado cubano. En el plan de desarrollo para el 2030 se aspira alcanzar el 24% de participación de las fuentes renovables de energía en la producción de electricidad, que actualmente es apenas poco más de un cuatro por ciento.

1.3.1 Situación de FRE en Villa Clara

En Villa Clara se impulsan importantes programas a favor de la transferencia de tecnologías, el uso de fuentes renovables de energía y la eficiencia energética, hoy se encaminan los esfuerzos hacia la generalización de tecnologías de cogeneración en centrales azucareros, donde se apoya el desarrollo de las bioeléctricas, lo cual incluye aprovechamiento de la biomasa.

Junto al incentivo de la ejecución de proyectos vinculados a la energía en la empresa azucarera AZCUBA de Villa Clara, hay otros dirigidos a entidades y empresas de sectores de alta prioridad, como el proyecto de estudios de oportunidades y cogeneración en el Hospital Provincial Arnaldo Milián Castro, de Santa Clara y se concluye otro proyecto en la Textilera Desembarco del Granma, con la instalación de un generador de 2 MW que suplirá la demanda de calor, con un considerable ahorro de combustible en una industria que se reanima.[7]

En el territorio se comienza a aplicar la transferencia de tecnologías para el aprovechamiento de fuentes renovables de energía, entre ellos el Proyecto de desarrollo energético del municipio de Placetas, donde se plantea la posibilidad de construir un biogás centralizado, con el aprovechamiento de los desechos orgánicos de la cría de cerdos de ese territorio.

También se impulsa otro proyecto uso de energía renovable en la Universidad Central, con parques solares fotovoltaicos y la instalación de calentadores solares en

esa casa de altos estudios, además de que se labora en la Fábrica de Antenas de Villa Clara, en el montaje de aerogeneradores para producir sistemas híbridos solares eólicos los cuales pueden ser comercializados en el país.[7]

Bioeléctrica Héctor Rodríguez

En Sagua la Grande se encuentra en la primera etapa constructiva la bioeléctrica adjunta al central Héctor Rodríguez, en correspondencia con el programa establecido en Cuba para incrementar el uso de combustibles no contaminantes, la bioeléctrica permite aprovechar el bagazo, uno de los residuales de la zafra, para obtener energía a muy bajo costo. Se estima que durante la zafra la entidad pueda entregar al Sistema Electroenergético Nacional entre 13-14 MW/h, la planta contará con equipamiento procedente de la República Popular China, de la firma Haier.



Figura 2 Bioeléctrica Héctor Rodríguez

1.3.2 Biomasa cañera y forestal

Es necesario aprovechar la potencia energética instalada en los centrales azucareros del país, con la introducción de las soluciones tecnológicas que permitan el uso de la biomasa cañera para la generación de electricidad durante todo el año, y aplicando las transformaciones tecnológicas que posibiliten el incremento de las capacidades de generación instaladas. Existen grandes potencialidades si se introduce la caña energética, si se emplea el marabú (planta invasora con buenas propiedades como combustible) como fuente de energía y si se hace una correcta utilización de la biomasa forestal disponible como combustible para la generación y

calor en la industria. Las calderas que queman combustibles fósiles pueden ser objeto de transformaciones para la utilización del potencial de biomasa.

Biomasa cañera

La biomasa cañera está compuesta por el bagazo y los residuos agrícolas cañeros (RAC). Solo considerando su valor energético, en los cañaverales se almacena suficiente energía solar como para sustituir una tonelada de petróleo equivalente a diez toneladas de caña limpia que se cosechan.[8]

El bagazo presenta características desfavorables para su almacenamiento y manipulación, producto de su baja densidad que lo hace un material muy voluminoso; esto obliga a que para almacenarlo a granel haya que disponer de grandes locales, conocidos como “casas de bagazo”, o convertirlo en “pacas” mediante su prensado. En ambos casos es recomendable guardarlo bajo techo para evitar su fermentación y deterioro, no obstante, el almacenamiento a la intemperie es factible y se emplea en varios países.[8]

Los RAC están constituidos por las hojas verdes y secas de la caña y por pedazos de su tallo. Pueden emplearse con el objetivo de sustituir el petróleo y la leña como combustibles complementarios y de arranque y para ahorrar bagazo y suministrarlo como materia prima a otras industrias. También han servido para suplir déficit energético en los centrales producto de inestabilidades en la molienda. Adicionalmente constituyen un extraordinario potencial para la generación de electricidad en los propios ingenios o en centrales termoeléctricas.[8] En la tabla (*Tabla 1*) se muestra el calor específico de combustión del bagazo y la RAC los cuales pueden ser utilizados como combustibles alternativos en la generación de energía eléctrica

Tabla 2 Biomasa cañera

	Superior:17.294-18.938
Calor específico de combustión del bagazo seco (kJ/kg)	Inferior:18.900-19.655
	Superior 15.900-18.800
Calor específico de combustión de los RAC secos(kJ/kg)	Inferior 14.050-16.760

Recientemente en el país está puesta en marcha la construcción de bioeléctricas con una capacidad de generación de 755 MW a partir del uso de la caña de azúcar en 25 centrales. El grupo azucarero AZCUBA tiene el compromiso de generar el 14% de la electricidad del país, incorporando bioeléctricas hasta el 2030. [9] La ubicación de estas bioeléctricas se muestra en la (*Figura 3*).



Figura 3 Bioeléctricas

Recientemente empezó la construcción de la mayor bioeléctrica en Cuba, aledaña al central azucarero Ciro Redondo en Ciego de Ávila, se encontrara la moderna planta con tecnología china la cual será ejecutada por la empresa mixta Biopower S.A, entidad formada con capital de la firma británica Havana Energy y Zerus y del Grupo AZCUBA, la bioeléctrica producirá electricidad con el bagazo de caña que genere el central Ciro Redondo, y cuando concluya la zafra empleará leña de marabú.[10]

La inversión tiene un costo de 186 millones de dólares, y es la primera planta de Cuba generadora de energía mediante el uso de biomasa, la cual aportará 60 MW/h, cuando entre en funcionamiento en diciembre del 2019, la cual tendrá un gran impacto en la comunidad, disminuirá sustancialmente la emisión de CO₂ a la atmósfera. Este proyecto será el primer proyecto cubano-chino-británico en la región para la producción de energía renovable con biomasa cañera y de marabú.[10]

1.3.2 Energía eólica

El potencial eólico cubano fue determinado en el Mapa Eólico, elaborado en 2006 a partir de 49 estaciones meteorológicas. El resultado fue que a una altura promedio del viento a 50 metros, el potencial eólico total se ubica entre 4.000 y 12.000 MW, incluyendo zonas costeras, espacios interiores, regiones montañosas y las pequeñas islas o cayos alrededor de la isla mayor.

Si se instalaran estos 1.100 MW la generación de electricidad alcanzaría 2.500 GWh. Este potencial puede ser mayor si se continúa la prospección del recurso aumentando del número de estaciones de medición, elevando la altura de las torres

de medición hasta 100 metros y sobre todo extendiendo el tiempo de medición para que los estimados sean más precisos. Zonas del centro y el occidente del país, que son prometedoras, deben investigarse.

En la actualidad está en proyecto la construcción 14 parques eólicos capaces de entregar de 633 MW. Este tipo de centros tienen como característica que se ubican en el norte oriental, en su mayoría alejados de los polos de consumo de electricidad por lo que se necesita crear redes un poco más complejas para su interconexión con el sistema eléctrico. En la (Figura 4) se muestra la ubicación de los 14 parques eólicos proyectados.



Figura 4 Energía Eólica

1.3.3 Energía solar fotovoltaica

En Cuba, la radiación solar alcanza unos 5 kW/m² diarios (1.825 kW/m² al año), distribuida en todo el territorio nacional, por lo que se califica de buena comparada con otras regiones europeas en las que esta fuente tiene un alto nivel de aplicación. La radiación solar varía tan poco que se estima menor de 8% en más de 97% en todas las zonas de la isla.

La diversificación de los sistemas fotovoltaicos conectados a la red de los centros de carga en el modo de la generación distribuida, garantizando adecuados niveles de eficiencia energética, debe ser una de las actividades priorizadas en esta fuente renovable de energía, la cual debe realizarse con un aporte importante de componentes nacionales, aprovechando la capacidad de producción de la fábrica de componentes electrónicos de Pinar del Río. Estas tecnologías se prevén para un ciclo

de vida útil de 25 años, generando electricidad de forma eficiente, con capacidad para aprovechar el potencial solar disponible en todo el territorio, pudiendo aportar durante el ciclo de vida útil por cada MW de potencia un total de 38.750 MWh, que representa un ahorro de más de 2,5 millones de USD solo por concepto de combustible, dejando de emitir 127.875 toneladas de CO₂ a la atmósfera. Se ha demostrado que el costo del kW fotovoltaico es menor que el kW producido con combustibles fósiles, de acuerdo con los precios actuales de estos últimos.

Recientemente erigido en los predios de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, el tercer parque solar fotovoltaico (PSFV) de Villa Clara se encuentra listo para su próximo acoplamiento al Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Según precisó su inversionista, el ingeniero Rafael Pérez Santana, de la Empresa de Servicios Técnicos Especializados de Cienfuegos (ESTEC), el emplazamiento, con una potencia máxima de 1,1 MWp, cuenta con 4400 paneles instalados en 200 mesas.[11]

1.4 Eficiencia Energética

El ahorro de energía, si bien no representa una fuente de energía en sí, se acostumbra a considerarla como tal, ya que ofrece la posibilidad de satisfacer más servicios energéticos, lo que es equivalente a disponer de más energía. El incremento de la eficiencia energética tiene un beneficio ambiental inmediato y directo, ya que implica una reducción en el uso de recursos naturales y en la emisión de contaminantes, incluido el CO₂, la energía más limpia es la energía ahorrada. [12]

La eficiencia energética, se entiende como la eficiencia en la producción, distribución y uso de la energía necesaria para garantizar calidad total, es parte del conjunto de problemas que afectan la competitividad de las empresas o instituciones.

Eficiencia Energética implica lograr un nivel de producción o servicios, con los requisitos establecidos por el cliente, con el menor gasto energético posible y la menor contaminación ambiental por este concepto.[12]

Toda técnica creada por el hombre trabaja sobre la base de la utilización de energía; por ello es natural que en muchos casos uno de las principales partidas del costo total sea el costo energético, donde se incluyen los componentes relativos a la producción, distribución y uso de las diferentes formas de energía.

Los aspectos básicos que determinan la competitividad de una empresa o institución son la calidad y el precio de sus productos o servicios. La posición en el mercado y la estrategia de cambio de posición viene determinada por la relación calidad - precio con respecto a otras entidades de competencia. El incremento de la eficiencia energética se logra mediante las acciones tomadas por productores o consumidores que reducen el uso de energía por unidad de producto o servicio, sin afectar la calidad del mismo.

1.5 Gestión Eficiente 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 para administrarla eficientemente, que aplicadas de forma continua permiten establecer nuevos hábitos de dirección, control y evaluación de su uso. Estas acciones están dirigidas al aprovechamiento de las oportunidades de conservación de la energía, minimización de su impacto ambiental y reducción de los costos, sin perjuicios del confort, la producción y la calidad de esta. Estos sistemas son aplicables a todas las organizaciones y se componen de la estructura organizacional, los procedimientos, procesos y los recursos necesarios para su implementación, además implica de un monitoreo, registro, evaluación y acción correctiva continua sobre los equipos, áreas, procesos y personal clave, para mantener o mejorar una selección de los indicadores y factores que más influyen en los consumos y gastos energéticos.

1.6 Los sistemas de GE y el SGTEE

La Gestión Empresarial incluye todas las actividades de la función gerencial que determinan la política, los objetivos y las responsabilidades de la organización y que las ponen en práctica a través de: la planificación, el control, el aseguramiento y el mejoramiento del sistema de la organización.

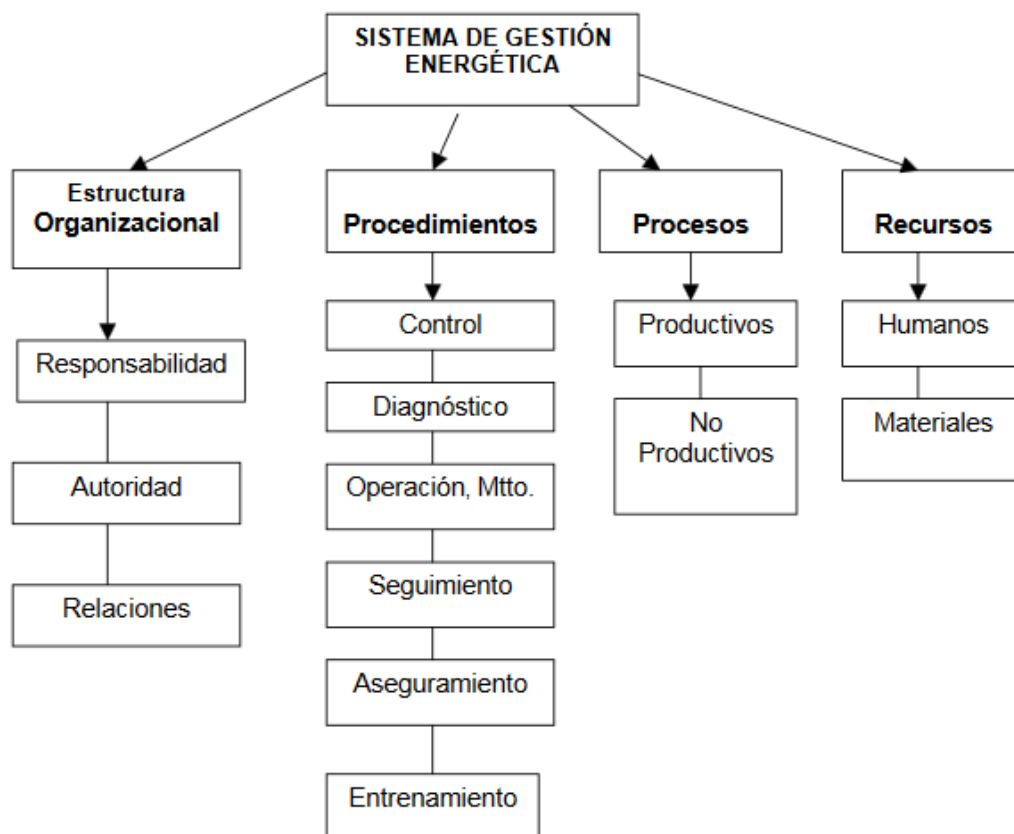


Figura 5 Sistema de Gestión energética

La Gestión Energética o Administración de Energía, como subsistema de la gestión empresarial abarca, en particular, las actividades de administración y aseguramiento de la función gerencial que le confieren a la entidad la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas. Entendiendo por eficiencia energética el logro de los requisitos establecidos por el cliente con el menor gasto energético posible y la menor contaminación ambiental por este concepto. Un sistema de gestión energética se compone de: la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación.[12]

La eficiencia energética se puede alcanzar por dos vías fundamentales no excluyentes entre sí:

- Mejor gestión energética y buenas prácticas de consumo, de 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 vía tiene un 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, sin embargo, cualquiera de las dos permite reducir el consumo específico, pero la combinación de ambas es lo que posibilita alcanzar el resultado óptimo.

La combinación entre las dos vías anteriormente mencionadas trae como resultado la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE) que tiene como objetivo central crear en las empresas las capacidades técnico organizativas propias para administrar eficientemente la energía, posibilitando el mejoramiento continuo de la eficiencia, la reducción de los costos energéticos y del impacto ambiental asociado al uso de la energía. Esta consiste en procedimientos, herramientas y software especializado, que, aplicadas de forma continua, con la filosofía y principios de la gestión total de la calidad, permiten establecer en una empresa nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro y conservación de la energía, y a la reducción de los costos energéticos y la contaminación ambiental asociada.

Este sistema incorpora un conjunto de procedimientos y herramientas innovadoras en el campo de la gestión energética, y diagnostica y deja un plan de medidas, que eleva las capacidades técnico-organizativas de la empresa, de forma tal que esta sea capaz de desarrollar un proceso de mejora continua de la eficiencia energética. Los principales beneficios alcanzados están relacionados con la capacidad creada en las empresas para la administración de la energía y la reducción de los costos y el impacto ambiental asociado. Esto se evidencia en la elevación de la preparación del personal para el trabajo por la eficiencia energética, en los sistemas de monitoreo y

control energético que emplean actualmente, en los potenciales de ahorro que se han determinado, en los proyectos de mejora evaluados técnica y económicamente que se han propuesto, y en los ahorros reales logrados con las medidas aplicadas en las diferentes empresas.

El (SGEn) incluye todas las actividades de la función gerencial que determinan la política, los objetivos y las responsabilidades de la organización y que las ponen en práctica a través de: la planificación, el control, el aseguramiento y el mejoramiento del sistema de la organización. Este sistema está compuesto por una serie de herramientas y procedimientos de vital importancia para su implementación como son:

1.6.1 Diagrama Energético – Productivo.

Esta herramienta consiste en desarrollar el flujograma del proceso productivo, agregándole todas las entradas y salidas de materiales (incluidos residuos) y de energía, con sus magnitudes y características para los niveles de producción típicos de la empresa. Esta herramienta presenta como beneficio la relación entre las diferentes etapas del proceso productivo y las etapas mayores consumidoras por tipo de energético, facilita las posibilidades de cambio en la programación del proceso o introducción de modificaciones básicas para reducir los consumos energéticos, proporciona el establecimiento de indicadores de control por áreas, procesos y equipos mayores consumidores y permite determinar la producción equivalente de la empresa.

1.6.2 Diagrama de Pareto.

Los diagramas de Pareto son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en porcentaje. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total. Este diagrama es muy útil para aplicar la Ley de Pareto o Ley 80 – 20, que identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado.

1.6.3 Estratificación.

Cuando se investiga la causa de un efecto, una vez identificada la causa general aplicando el diagrama de Pareto, es necesario encontrar la causa particular del efecto, aplicando sucesivamente Pareto a estratos más profundos de la causa general. La estratificación es el método de agrupar datos asociados por puntos o características comunes pasando de lo general a lo particular. Pueden ser estratificados los gráficos de control, los diagramas de Pareto, los diagramas de dispersión, los histogramas y otras herramientas de descripción de efectos.

1.6.4 Gráficos de Control

Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Se usan

como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones. Esta herramienta es de gran utilidad ya que muestra si las variables evaluadas se encuentran bajo control o no, permite identificar los comportamientos que requieren explicación e identificar las causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos y da a conocer la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos o costos energéticos.

1.6.5 Gráfico de Consumo y Producción en el tiempo.

Consiste en un gráfico que muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción realizada en el tiempo. Muestran períodos en que se producen comportamientos anormales de la variación del consumo energético con respecto a la variación de la producción y permiten identificar causas o factores que producen variaciones significativas de los consumos.

1.6.6 Diagramas de Dispersión y Correlación.

Es un gráfico que muestra la relación entre dos parámetros. Su objetivo es mostrar en un gráfico (x, y) si existe correlación entre dos variables, y en caso de que exista, qué carácter tiene esta. Muestra con claridad si los componentes de un indicador de control están correlacionados entre sí y por tanto si el indicador es válido o no. Permite establecer nuevos indicadores de control y permite determinar la influencia de factores productivos de la empresa sobre las variables en cuestión y establecer nuevas variables de control.

1.6.7 Diagramas de Consumo – Producción.

Para las empresas industriales y de servicios, realizar un diagrama de dispersión de la energía usada por mes u otro período de tiempo con respecto a la producción realizada o los servicios prestados durante ese mismo período, revela importante información sobre el proceso. Este gráfico de Energía contra Producción puede realizarse por tipo de portador energético, y por áreas, considerando en cada caso la producción asociada al portador en cuestión.

1.6.8 Diagrama Índice de Consumo – Producción.

Este diagrama se realiza después de haber obtenido el gráfico Energía contra Producción y la ecuación, $E = m.P + E_0$ con un nivel de correlación significativo. El gráfico es una hipérbola equilátera, con asíntota en el eje x, al valor de la pendiente m de la expresión $E = f(p)$.

1.6.9 Gráfico de Tendencia o de Sumas Acumulativas

Este gráfico se utiliza para monitorear la tendencia de la empresa en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un período base de comparación dado. A partir de este gráfico también puede determinarse cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha consumido en exceso con relación al comportamiento del período base hasta el momento de su actualización. Como utilidad de esta herramienta da a conocer la

tendencia real de la empresa en cuanto a variación de los consumos energéticos, compara la eficiencia energética de períodos con diferentes niveles de producción, determinar la magnitud del ahorro o gasto en exceso en un período actual respecto a un período base y evalúa la efectividad de medidas de ahorro de energía.

1.7 ISO 50001

A partir del 17 de junio del 2011 se publica la Norma ISO 50001, la propia fue creada por la Organización Internacional de Normalización (ISO) en el Centro Internacional de Conferencias de Ginebra con el propósito de facilitar a las organizaciones el establecimiento de los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía.

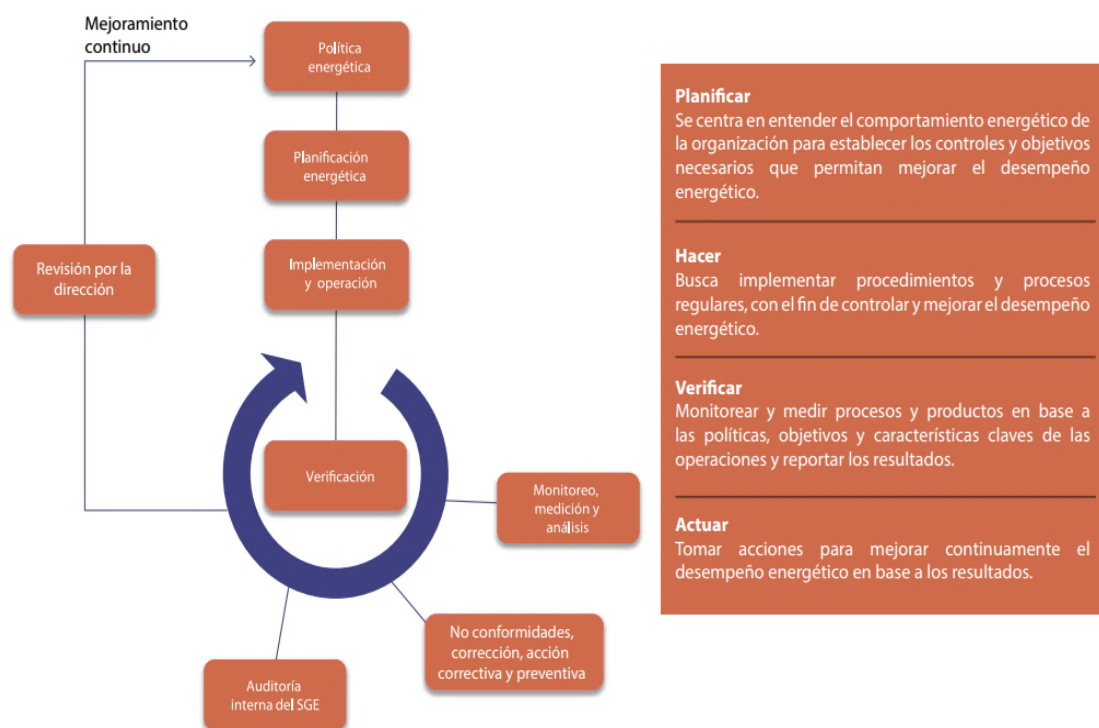


Figura 6 Modelo del sistema de Gestión Energética

La implementación del sistema de gestión de la energía implica un cambio en la gestión empresarial, y como todo cambio debe enfrentar la resistencia de los actores del mismo. Del análisis de la documentación, las visitas a las áreas y del contacto con los directivos y trabajadores, se identifican las fortalezas y debilidades en el entorno interno de la organización. También está destinada a conducir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales relacionados, así como de los costes de la energía a través de una gestión sistemática de la energía. La misma es aplicable a organizaciones de todo tipo y tamaño, independientemente de sus condiciones geográficas, culturales o sociales. Su implementación exitosa depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización y, especialmente, de la alta dirección. Especifica los requisitos de un

sistema de gestión de la energía (SGEn) a partir del cual la organización puede desarrollar e implementar una política energética y establecer objetivos, metas, y planes de acción que tengan en cuenta los requisitos legales y la información relacionada con el uso significativo de la energía. Un SGEn permite a la organización tomar acciones según sea necesario, para mejorar su desempeño energético y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta norma. Se aplica bajo el control de la organización y la utilización de esta puede adecuarse a los requisitos específicos de la organización, incluyendo la complejidad del sistema, el grado de documentación y los recursos. Se basa en el ciclo de mejora continua Planear – Hacer – Verificar – Actuar.

Conclusiones parciales

1. A nivel global existen grandes problemas energéticos pues no es posible continuar con una configuración respecto a la producción, distribución y consumo de energía ya que es un recurso limitado cuya utilización ha de lograrse con alta eficiencia, bajo impacto medioambiental y al menor costo posible. Actualmente la mejora de la eficiencia energética es la opción necesaria de casi todos los países del mundo. Por ello, en la actualidad la gran mayoría de ellos están impulsando las actuaciones tendentes a la mejora de la eficiencia y del ahorro mediante medidas y herramientas tanto técnicas como económicas y administrativas.
2. Es necesario la implementación de un SGEN que garantice el uso adecuado de los portadores, mejora la eficiencia energética de los procesos de forma sistemática, y mejora los resultados empresariales mediante la identificación de soluciones técnicas precisas. A través de su implementación se garantiza también una actitud responsable y económicamente rentable y se dan a conocer los objetivos normativos obligatorios actuales y futuros sobre eficiencia energética y reducción de Gases de Efecto Invernadero.
3. La implementación de la NC ISO 50001 es de vital importancia ya que este es un modelo de Gestión Energético que puede integrarse a otros sistemas de gestión y es aplicable a organizaciones de cualquier sector de actividad

Capítulo II

2.1 Caracterización general de la empresa

La UEB Central Azucarero Heriberto Duquesne se encuentra ubicada en el municipio Remedios perteneciente a la provincial de Villa Clara, pertenece al grupo empresarial AZCUBA. El central fue fundado en 1868 por el coronel del Ejército Español José Vergara Iñarra. Al ser nacionalizado pertenecía a los hermanos Zárraga con el nombre de Compañía Azucarera Central “Adela” S.A. En el centro se destaca por la producción de azúcar crudo con una capacidad de molida 2700 t/días.

2.1.1 Objetivo social

La producción de azúcar crudo como producción fundamental, la entrega de jugos de guarapo y mieles para la producción de alcohol.

2.1.2 Misión

Garantizar la producción de azúcar crudo y mieles a través de una gestión energética más eficaz y eficiente de los recursos. Lograr un desarrollo sostenible, armónico y profesional de las principales prioridades de la fábrica, enfrentando y solucionando los desafíos ambientales y sociales, económicos y tecnológicos a través de la asimilación, comercialización, formación y capacitación de profesionales, para elevar en términos cualitativos y cuantitativos.

2.2 Estructura de consumo y costo de los principales portadores energéticos en la entidad.

La UEB Central Azucarero cuenta con una estructura de consumo y costo de los principales portadores energéticos por cada tonelada de azúcar producida o su equivalente en jugos o mieles. En la zafra 2016-2017 la fábrica tuvo una producción de 25.000 t por lo que para llegar a esta producción se consumieron 63.321 t de bagazo, 2.786 MWh de energía eléctrica, 23 t de diésel, 52 t de leña, 28 t de lubricantes, 2,5 t gasolina, 1 t de grasa. Tal como se muestra en la (Tabla 3).

Tabla 3 Portadores Energéticos

No	Portador	Cantid	Unidad	F.Conv	TCC	%
1	Bagazo	63.321	t	0,24	15.197,18	93.49
2	Electricidad	2.786	MWh	0,352	980,77	6.03
3	Diesel	23	t	1.0534	24,59	0.15
4	Leña	52	t	0,3592	18,75	0.11
5	Lubricantes	28	t	1	28,28	0.17
6	Gasolina	2.5	t	1,3541	3,38	0.02
7	Grasas	1	t	1	1	0.01
				Total	16.253,97	100

2.5 Planta eléctrica

En la empresa existen dos turbogeneradores de fabricación alemana con una potencia de instalada de 1.500 kW cada uno, existe una subestación de 2.000 kVA (2 transformadores de 1.000 kVA) con voltaje por alta de 33 kV y por baja 480 V. La planta eléctrica esta sincronizada con el (SEN).

Tabla 4 Generadores de corriente

<i>Fuente de Suministro</i>	<i>Características</i>
<i>Transformadores</i>	<i>Primario: 33 KV Y</i> <i>Secundario: 480 V Δ</i> <i>Potencia: 2 MVA</i>
<i>Turbogenerador 1</i>	<i>Voltaje 480 V, 60 Hz Y</i> <i>Potencia: 1.875 KVA</i> <i>Corriente: 2.260 A</i> <i>Presión de Vapor: 10.54 kg/cm²(150 lb/pul)²</i> <i>Consumo de Vapor: 24 t/h</i> <i>λ= 0.8</i>
<i>Turbogenerador 2</i>	<i>Voltaje 480 V, 60 Hz Y</i> <i>Potencia: 1.875 KVA</i> <i>Corriente: 2.260 A</i> <i>Presión de Vapor: 17.57 kg/cm² (250 lb/pul²)</i> <i>Consumo de Vapor: 19 t/h</i> <i>λ= 0.8</i>

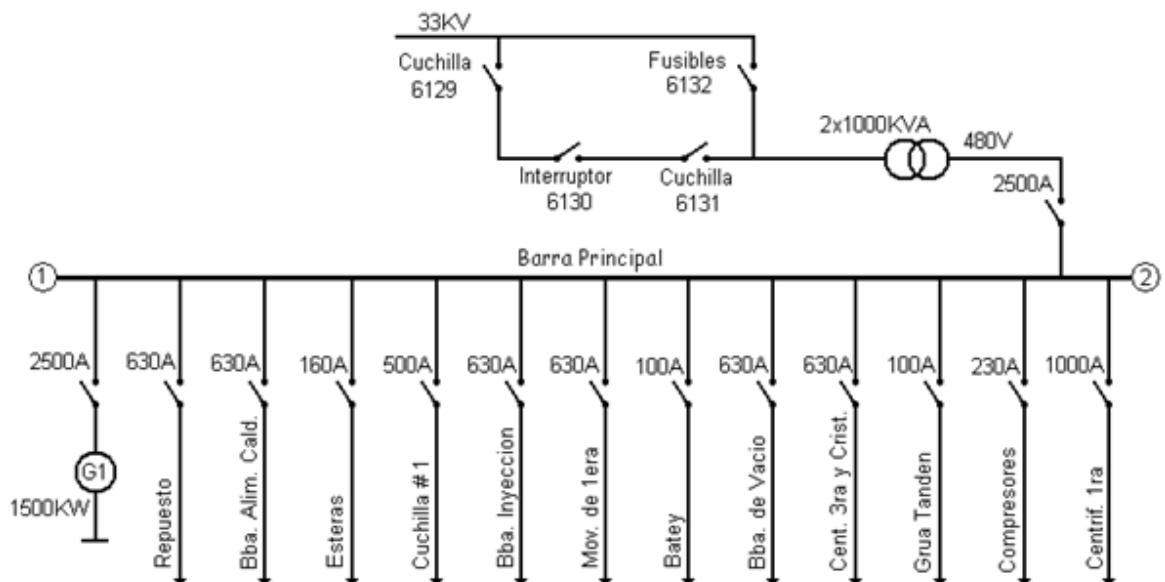


Figura 7 Monolinial planta eléctrica

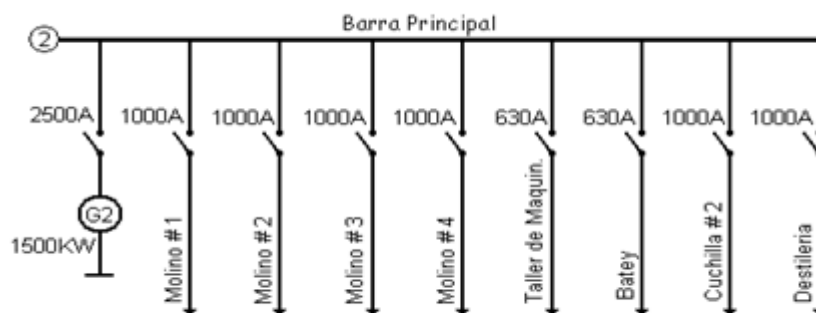


Figura 8 Continuacion monolineal

2.6 Análisis de la electricidad como portador energético por áreas de trabajo

Para un mejor análisis se realizó un estudio de los portadores energéticos divididos por las principales áreas de trabajo de la empresa en los cuales se exponen los principales consumidores.

2.6.1 Área de manipulación de caña.

Existen tres conductores de caña, movidos por motores eléctricos, la caña llega a ellos por medio de un virador hidráulico por carros del ferrocarril y otros por camiones. La caña se traslada de un conductor a otro y se le da preparación en dos juegos de cuchillas movidas por motores eléctricos. Además, existen juegos de gallegos, rompe bultos y niveladoras, además de alzadoras para descargar los camiones y carros del ferrocarril.

Tabla 5 Principales consumidores de energía eléctrica, manipulación de caña

Equipo	Demanda kW	Consumo kWh
Cuchillas	101	171.56
Bomba del virador	55.4	94.08
Esteras # 3	28	47.57
Winche carros llenos	30	25.44
Esteras auxiliar	10	17.03
Conductor intermedio # 1	7.6	12.88
Total	232	368.56

2.6.2 Área planta moledora

Existen cuatro molinos tipo Fulton inclinado movido por motores eléctricos y reductores SKODAS. Se utiliza sistemas de presión Edwards en los molinos. Se aplica sistema de maceración. El jugo extraído en los molinos pasa al colador rotatorio y de ahí a un tanque receptor para bombearlo a calentadores.

Tabla 6 Principales consumidores de energía eléctrica, planta moledora

Equipo	Demanda kW	Consumo kWh
Molino # 4	367	623.33
Molino # 2	330	560.54
Molino # 1	300	509.56
Molino # 3	294	499.34
Bomba de guarapo	61.2	103.98
Final molino	35	59.49
Esteras # 2	20	33.95
Conductor intermedio # 2	7.6	12.88
Presión molinos	7.5	12.77
Bomba de agua	3.4	5.85
Bomba de aceite molino # 1	2.7	4.58

<i>Bomba de aceite molino # 2</i>	2.7	4.58
<i>Bomba de aceite molino # 3</i>	2.7	4.58
<i>Bomba de aceite molino # 4</i>	2.7	4.58
<i>Bomba enfriamiento molinos</i>	4.8	8.19
<i>Total</i>	1441.3	2448.29

2.6.3 Área purificación y cocción

En esta área se purifica el jugo pasando por un clarificador de 15.900 litros de capacidad y dos filtros de cachaza con 37 m² de superficie filtrante cada uno. Existen cinco calentadores de jugo, la estación de evaporación está compuesta por dos evaporadores y tres vasos. La estación de tachos se compone por cinco equipos, que descargan a través de tuberías y canales por gravedad a los cristalizadores y de ahí a cuatro centrifugas comerciales automáticas con una capacidad de 450 l cada una y dos centrifugas se repurga y tres centrifugas de segunda que se utilizan como semilla en el proceso. El azúcar de alta calidad pasa por conductores de banda a dos tolvas de 40 toneladas de capacidad

Tabla 7 Principales consumidores de energía eléctrica, purificación y cocción

<i>Equipo</i>	<i>Demanda kW</i>	<i>Consumo kWh</i>
<i>Centrifugas 1ra</i>	140	237,75
<i>Centrifugas 3ra</i>	120	203,8
<i>Filtro y cal</i>	55	93,44
<i>Bomba de guarapo a colador</i>	16,6	28,2
<i>Bomba de miel A</i>	14,6	24,69
<i>Otros cristalizadores</i>	12,7	21,5
<i>Otros movimiento de 1ra</i>	9,5	16,18
<i>Bomba de guarapo de maceración</i>	8,8	14,9
<i>Bomba de azúcar de 2da</i>	7,4	12,56
<i>Bomba de miel final</i>	7	11,81
<i>Miel B</i>	5,4	9,26
<i>Mezclador de 1ra y 2da</i>	5	8,51

<i>Bomba de azúcar de 1ra</i>	4,6	7,77
<i>Sinfín de 1ra y 2da</i>	4,6	7,77
<i>Cristalizador de 1ra</i>	4,5	7,66
<i>Cristalizador de 3ra</i>	4,3	7,24
<i>Sinfín de 3ra</i>	4	6,81
<i>Cristalizador rápido</i>	3,4	5,85
<i>Colador rotatorio</i>	3	5,11
<i>Total</i>	430,4	730,81

2.6.4 Sistema de vacío.

Existen seis condensadores uno para los vasos y uno para cada tacho. No existe bomba de rechazo, todo por gravedad. Existen dos bombas de inyección de 10000 galones /min cada una.

Tabla 8 Principales consumidores de energía eléctrica, sistema de vacío

<i>Equipo</i>	<i>Demanda kW</i>	<i>Consumo kWh</i>
<i>Bomba de vacío</i>	187,5	318,53
<i>Enfriamiento de la bomba de vacío</i>	6	10,22
<i>Total</i>	193,5	328,75

2.6.5 Planta de vapor

Existen dos calderas de vapor marca Stirling Alemanas de 25 t/h de capacidad cada una, producen vapor sobrecalentado (P: 17,57 kg/cm² y T: 350 °C). Los hornos son tipo Martin con cuatro herraduras para quemar bagazo. Existen sistemas presurizados para el agua de alimentar las calderas, el agua pasa por un economizador para elevar su temperatura a 120 °C, existen dos bombas de alimentación de calderas movidas por motores eléctricos.

El bagazo se transporta de los molinos a los hornos y la casa de bagazo, así como su retroalimentación a través de cinco conductores de tablillas en la casa de bagazo hay instalado un descolmador para facilitar la operación y alimentación del combustible al horno. El vapor tiene diferentes usos sale de las calderas a 17,57 kg/cm² a los turbogeneradores, estos turbogeneradores transforman la energía del

vapor a energía eléctrica, entregando vapor de a 1,40 kg/cm² para ser usados en los pre evaporadores.

Tabla 9 Principales consumidores de energía eléctrica, planta de vapor

<i>Equipo</i>	<i>Demanda kW</i>	<i>Consumo KWh</i>
<i>Bomba de alimentar calderas</i>	111,3	189,01
<i>Bomba de rechazo</i>	21,3	135,9
<i>Rastrillo de bagazo # 2</i>	23	39,06
<i>Ventilador caldera bagazo # 1</i>	18,9	32,14
<i>Esteras # 1</i>	24	30,54
<i>Rastrillo de bagazo # 5</i>	11,6	19,69
<i>Ventilador caldera bagazo # 2</i>	11,5	19,58
<i>Otros hornos</i>	11,5	19,58
<i>Conductor intermedio # 3</i>	7,6	12,88
<i>Bomba de agua</i>	7	11,92
<i>Rastrillo # 1 de bagazo</i>	6,5	11,07
<i>Rastrillo de bagazo # 4</i>	3,5	5,96
<i>Total</i>	257,7	527,33

2.7 Portadores energéticos primarios, electricidad

Las principales áreas de interés son la Plata Moledora, Purificación y Cocción, Planta de Vapor, en estas áreas se encuentra el aproximadamente el 85% de los consumos acumulados de energía eléctrica de la empresa. Es de gran importancia un análisis en dichas áreas puesto se identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado, en el caso particular es el consumo de energía eléctrica.

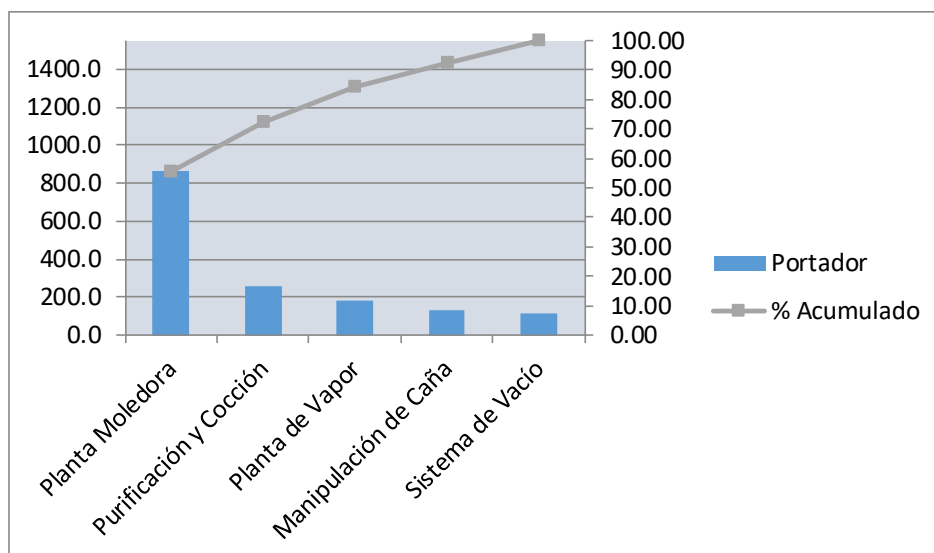


Figura 2 Pareto electricidad por áreas

Las principales áreas de interés son la Planta Moledora, Purificación y Cocción, Planta de Vapor, en estas áreas se encuentra el aproximadamente el 85% de los consumos acumulados de energía eléctrica de la empresa. Es de gran importancia un análisis en dichas áreas puesto se identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado, en el caso particular es el consumo de energía eléctrica.

2.8 Generadores de vapor

Actualmente en la empresa existe un proceso de inversión en el cual está comprendido el montaje y puesta en funcionamiento de un nuevo generador de vapor que remplace a los existentes con una mayor capacidad de generación y eficiencia.

2.8.1 Características técnicas del nuevo generador de vapor

La caldera está diseñada para la utilización del bagazo como combustible. El diseño del horno es amplio con baja tensión volumétrica y una altura adecuada, lo que proporciona un tiempo adecuado de residencia de las partículas, necesario para su combustión completa. Se utiliza aire secundario con alta presión, con el objetivo de minimizar las pérdidas por incombustión mecánica. El diseño también ha buscado eliminar puntos de acumulación de cenizas en las secciones de intercambio de calor, teniendo debajo del haz tubular dos puntos de extracción de cenizas para evitar acumulaciones. La combustión del bagazo tiene lugar sobre una parrilla fija tipo Pin Hole, este combustible se quema en semisuspensión. El bagazo es proyectado neumáticamente en el hogar.[13]

Tabla 10Parametros de diseño

Generación nominal de vapor	60 t/h
Temperatura del agua de alimentación	90 °C
Temperatura ambiente del aire	30 °C
Presión de trabajo	18 kg/cm ²
Eficiencia Bruta	81,14 %

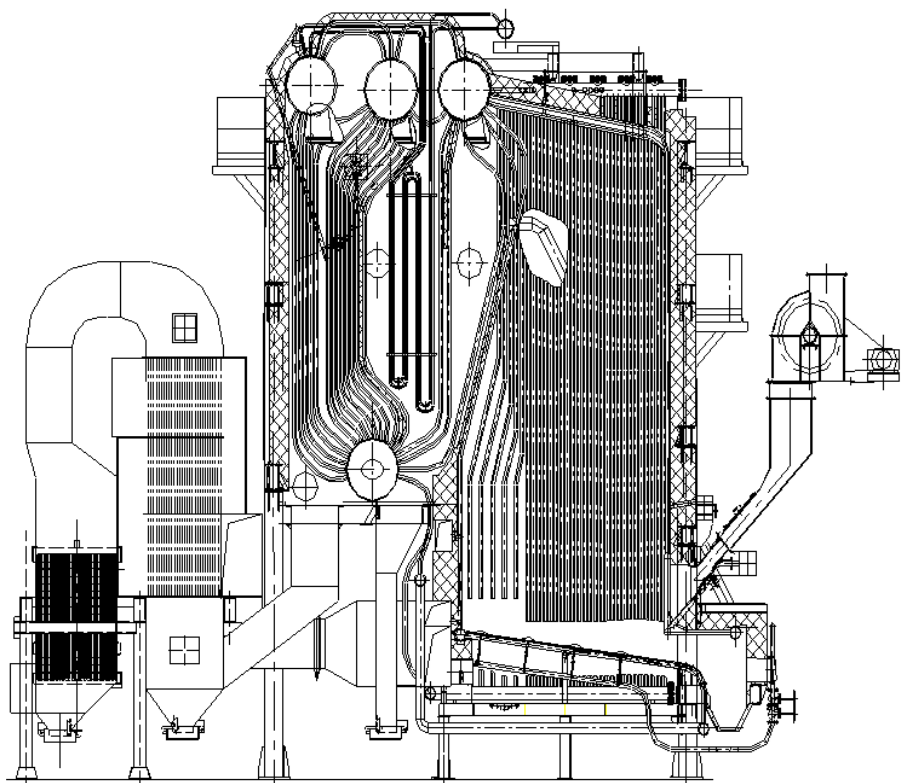


Figura 10Esquema de la caldera

Tabla 11Eficiencia,generadores de vapor

Generador de vapor	Eficiencia
Caldera Stirling 25 T/h	72,5%
Caldera Stirling 25 T/h	72,5%
Caldera Retal 60T/h	81,14%

La nueva caldera no solo supera a las existentes en cuanto a capacidad de generación, sino también en cuanto a la eficiencia, lo que permite una operación más eficiente y una mejor utilización de los portadores energéticos en especial el bagazo el cual es utilizado como combustible.

2.9 Portadores energéticos secundarios

En la empresa en cuestión de los portadores energéticos más utilizado se encuentra el bagazo el cual representa más del 90% de los restantes portadores energéticos. El bagazo es solo utilizado como combustible en la sala de caldera para la obtención de vapor directo el cual es utilizado para la generación de energía eléctrica y con fines tecnológicos en el proceso de obtención de azúcar. Lo antes mencionado convierte al vapor como un portador energético secundario en la empresa el cual es de vital importancia.

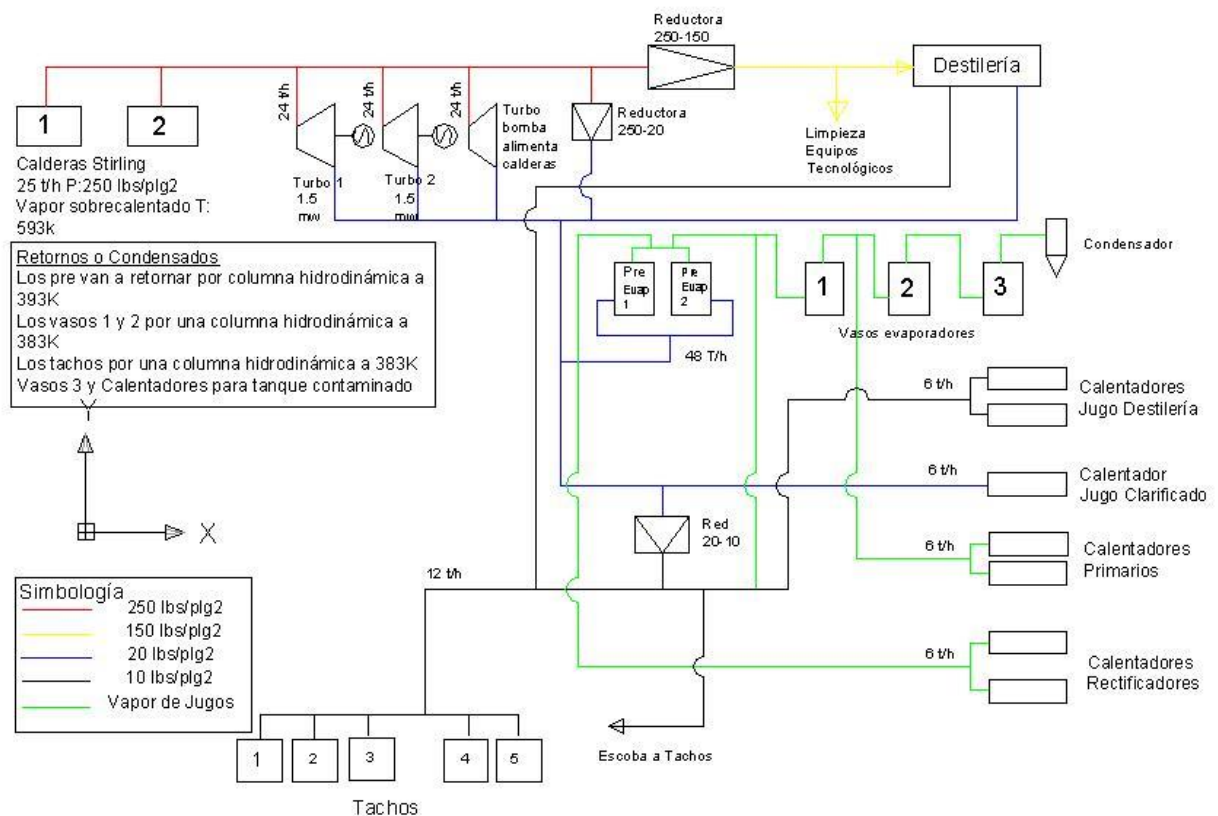


Figura 11 Línea de vapor

Tabla 12 Consumo de vapor directo

Equipo	Consumo de vapor t/h
Turbogenerador	40
Inyección por reductoras	16
Tuberías de Calentamiento	1,6
Otros	0,9
Total	58,5

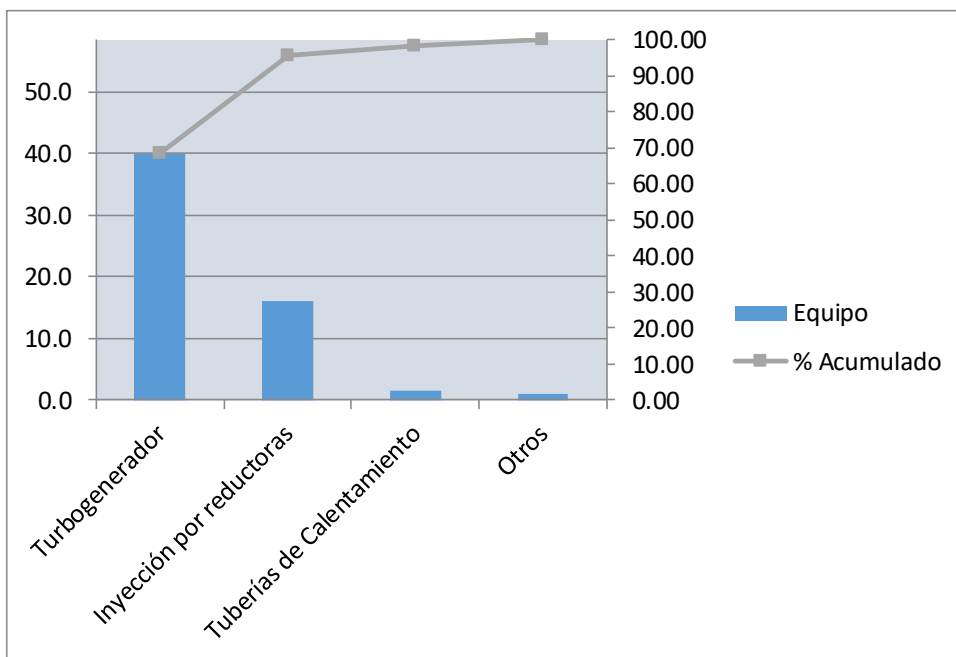


Figura 3 Pareto vapor directo

El principal consumidor de vapor directo como portador energético secundario son los turbogeneradores los cuales consumen el 68,38% del total, y la inyección por reductora la cual suma un 95,73% de los acumulados totales. Entre estos dos equipos se identifica el 20% de las causas que provoca el 80% del consumo de vapor directo.

Tabla 13 Consumo de vapor tecnológico

Equipo	Consumo de vapor t/h
Tachos	20
Vapor Cell	18

Evaporador múltiple efecto	17
Calentadores	8
Calentador jugo clarificado	1,5
Otros	1,0
Total	65,5

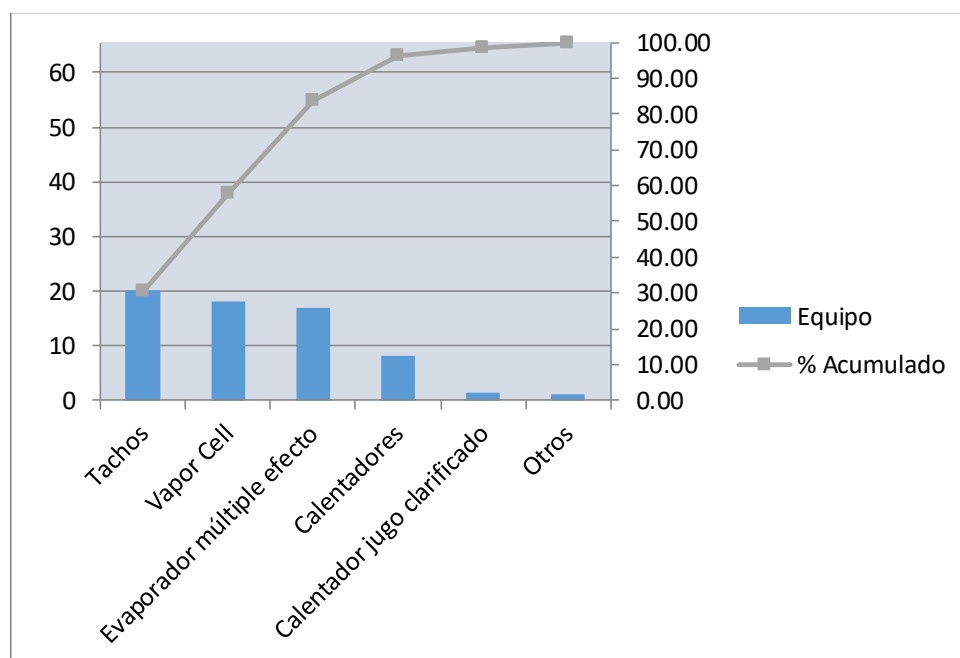


Figura 4 Pareto vapor tecnológico

El principal consumidor de vapor tecnológico como portador energético secundario son los Tachos con un 30%, Vapor Cell 58%, Evaporadores múltiple efecto un 84% de los acumulados totales. Entre estos equipos se identifica el 20% de las causas que provoca el 80% del consumo de vapor tecnológico.

2.10 Determinación del personal que decide la eficiencia energética

La empresa cuenta con un personal capacitado encargado con la eficiencia energética de la entidad, este personal está compuesto de la siguiente forma:

Tabla 14 Consejo de dirección

Director UEB

Jefe de Recursos Humanos

Jefe Área Tándem y Basculador

Jefe Área Planta Eléctrica

Jefe Área Gen Vapor

Jefe Área Casa Caldera

Jefe Laboratorio

Jefe Sala de Análisis

Jefe Mantenimiento

Jefe Servicios Generales

Jefe Económico

Tabla 15 Puestos claves

	Puesto clave
1	Generadores de Vapor
2	Turbogenerador
3	Tachos
4	Vapor Cell
5	Evaporador múltiple efecto
6	Molinos
10	Bomba de inyección central

2.10 Diagnostico preliminar

Generador de vapor

- Necesidad de aumento de la capacidad de generación de vapor.
- Falta de aislamiento térmico en tuberías de vapor directo.
- Falta de instrumentación en equipos consumidores.
- Problemas con el sistema de limpieza y mantenimiento de los hornos
- Exceso de humedad en el combustible (bagazo)

Generador eléctrico

- Necesidad de aumento de capacidad de generación

- Carencia de instrumentación

Otras áreas

- Sobredimensionamiento de motores eléctricos
- Falta de superficie calórica en el área de purificación de jugo
- Deficiente aislamiento térmico

2.12 Potenciales de ahorro

2.12.1 Bagazo

- Remodelación del sistema de condensado, el sistema presurizado de alimentar es actualmente 82°C aumentarlo a 100°C lo que sube el factor de conversión t vapor/t Bagazo de 2,2 a 2,29

Factor 2.2

Tabla 16 Consumo de bagazo 1

Periodo	T Vapor	Tn Bagazo	TCC
Diario	1.440	654	157
Total Zafra (92días)	132.480	60.218	14.453

Factor 2.29

Tabla 17 Consumo de bagazo 2

Periodo	Tn Vapor	Tn Bagazo	TCC
Diario	1.440	628	150
Total Zafra (92días)	132.480	57.851	13.884

- **Aislamiento térmico.**

Aplicar el aislamiento térmico a tuberías y equipos tecnológicos según diámetro y temperatura según lo establecido en normas. Por disminución de pérdidas en aislamiento se ahorra 8 TCC/año

2.12.2 Sistema eléctrico

- Montaje de turbo de 3 MW

Al tener capacidad de generación y poder disminuir el uso de reductoras, aprovechando más la energía del vapor para ser transformado en energía eléctrica. Actualmente pasa por la reductora aproximadamente 16 Tn/h

Con esta medida se disminuye la 2 Tn/h el uso de la válvula reductora, pasando 14 Tn/h por los turbogeneradores lo que equivale a 0,5 MW/h.

Capítulo III

3.1 Introducción

A continuación se realiza un diagnóstico integral del desempeño energético de la UEB Central Azucarero Heriberto Duquesne y una evaluación del cumplimiento de los requisitos que exige la norma ISO 50001 en la empresa. Este diagnóstico ofrecerá los requisitos que la fábrica posee y los que no posea se realizan recomendaciones para que puedan implementar en un futuro la NC ISO 50001.

La organización internacional de normalización (ISO) es el desarrollador y promotor de normas internacionales más grande del mundo. ISO 50001 es el marco designado por la ISO para servir como proyecto, o establecer estrategias estandarizadas, para asistir a las organizaciones en mejorar las formas en que gestionan sus recursos energéticos. Esta norma fue creada el 17 de junio de 2011 en el Centro Internacional de Conferencias de Ginebra y en ese mismo año fue adoptada como norma cubana ISO- 50001.

ISO 50001 proporciona beneficios medibles tanto a las organizaciones públicas como privadas en todo el mundo, y muchos expertos están de acuerdo en que tendrá una influencia dramática en el uso de la energía en el mundo y por consecuencia beneficiará a la sociedad. Esta norma es una especificación para sistemas de gestión de la energía que define los requerimientos para establecer, implementar, mantener y mejorar dicho sistema. Permite a una organización seguir un enfoque sistemático para alcanzar la mejora continua de su perfil energético, incluyendo la eficiencia, el uso y el consumo.

El proceso de adoptar la ISO 50001 es altamente benéfico para las organizaciones, especialmente aquellas con necesidad de informar de una manera transparente a accionistas y otras entidades que requieran información medible. La norma ayudará a estas compañías a formalizar las mejores prácticas aceptadas y asegurar informes precisos y estandarizados. De cualquier forma, el beneficio final son los ahorros de energía sostenidos que parten de un enfoque sistemático. Estas recomendaciones no sólo ayudarán a dar cumplimiento a la ISO 50001, sino que proporcionan una base sólida para el cumplimiento anticipado de regulaciones energéticas y en materia de emisiones de gases de efecto invernadero que se prevén pueden sentarse en un futuro cercano.

La ISO proporciona herramientas para el desarrollo económico, ambiental y social, permite a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el desempeño energético incluyendo la eficiencia energética el uso y el consumo. La meta de esta norma es crear un (SGEn) dentro de una organización que conduce a una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero y otros impactos nocivos al ambiente mientras se controlan los costos de la energía. Esta norma internacional establece las mejores prácticas para gestionar la energía, aquellos que la adoptan experimentarán ahorros económicos, mejora en la calidad y mitigación de riesgos. Esta norma se basa en los elementos comunes de otras

normas para asegurar un alto nivel de compatibilidad con los sistemas ISO 9000 de gestión de la calidad adoptados por la mayoría de las organizaciones industriales, así como con los sistemas ISO 14001 de gestión ambiental.

3.2 Diagnóstico integral

A continuación se empiezan a evaluar los requisitos iniciales de la norma donde se comenzó realizando una encuesta que se encuentra en el Anexo 1. Según el diagnóstico realizado en la empresa se obtuvo que en esta no se tiene la suficiente información sobre la norma NC ISO 50001 por lo que no se han realizado acciones necesarias para su implementación.

La empresa posee una política energética deficiente, cuenta con un representante de la dirección (energético de la empresa) para la gestión energética con funciones, responsabilidades y autoridades definidas, este representante presenta dedicación parcial para la gestión energética ya que posee el cargo de responsable de la planta eléctrica de la empresa, él representante es graduado de ingeniero industrial, no ha recibido capacitación especializada sobre gestión energética.

Para que la empresa tenga una buena eficiencia energética debe poseer un personal capacitado y un equipo del SGE. Los miembros de este equipo no han recibido capacitación especializada sobre gestión energética y si funciona sistemáticamente ya que el director de la UEB se reúne diariamente en tiempo de zafra con todos los directivos, en estas reuniones se aborda diversos temas incluyendo la eficiencia energética, empleo de portadores energéticos, entre otros temas de interés.

La entidad cuenta con registros históricos de todos los consumos energéticos, conocen y manejan la estructura de consumo de los portadores energéticos. También tienen identificados las áreas, equipos sistemas y procesos que representan los mayores consumidores de energía.

Si se han realizado auditorías energéticas protagonizadas por la ONURE en los últimos años, se realizan análisis comparativos de los índices de consumo y eficiencia energética con otras entidades de características similares. Debido a estas comparaciones se han definido objetivos y metas referidos a un período base para la mejora del desempeño energético como el acomodo de carga, estos objetivos y metas son conocidos por el personal clave que incide en su cumplimiento.

3.3 Evaluación de los requisitos exigidos para la implementación de un SGE.

3.3.2 Designación de un representante de la Dirección

El representante de la dirección para el SGE posee liderazgo, habilidades organizacionales para dirigir, valiosos conocimientos técnicos ya que es graduado de ingeniería en industrial, gran conocimiento de los equipos que consumen energía y los factores que afecten su eficiencia. Este representante posee todas sus funciones y responsabilidades mediante un documento escrito y presenta dedicación parcial

para el SGEEn. Por otra parte, sí le es necesaria una capacitación en el tema de energía para superar sus habilidades.

3.3.3 Conformación del equipo del SGEEn.

En la entidad sí está conformado y documentado el equipo de gestión energética el mismo es multidisciplinario e interdepartamental y abarca diferentes niveles de la organización como directores, supervisores, ingenieros, técnicos, operadores y personal de mantenimiento. Cada uno de los miembros del equipo tiene responsabilidades y actividades dentro del plan de trabajo del equipo.

3.3.4 Definición de la política energética.

La entidad no tiene una política energética que conduzca a la implementación, operación y mejora del SGEEn definida. Por lo que no refleja el compromiso de la dirección para lograr la mejora continua del desempeño energético, la información y los recursos para alcanzar los objetivos y metas ni la adquisición de productos y servicios energéticamente eficientes.

3.3.5 Establecimiento del plan de implementación del SGEEn.

La entidad sí posee un SGEEn documentado, con compromiso de la alta dirección y recursos asignados. También presenta otros SGEEn establecidos como el de Calidad 9001 y el de Medio Ambiente 14001 los cuales están en vías de su implementación.

3.4 Planificación energética.

La empresa se basa fundamentalmente para la realización de su plan de producción y consumo anual en la relación de producción y consumo de todos los portadores energéticos obtenidos del año anterior y el plan de producción realizado por la dirección nacional de industrias alimenticias, para entre ambos confeccionar el plan del año entrante.

3.4.1 Requisitos legales y otros requisitos.

La entidad presenta de manera documentado todos los requisitos legales y otros requisitos relacionados con el uso, consumo y eficiencia energética como el de CUPE, UNE entre otros.

3.4.2 Revisión energética.

Se realizó una revisión energética donde se identificaron los portadores energéticos utilizados por la entidad, fueron analizados los usos y consumos pasados y presentes y se estimaron los futuros. Se llevó a cabo un diagnóstico del comportamiento de los procesos, sistemas y equipos asociados con los usos significativos de energía, se identificaron las variables relevantes que afectan esos usos significativos y las oportunidades para la mejora del desempeño energético como:

- El mejoramiento del aislamiento térmico de las tuberías de vapor.
- Alcanzar un control estricto de la combustión de las calderas.
- Aumentar la recuperación del condensado.
- Erradicar todos los salideros de las redes de distribución de agua.

3.4.2.1 Análisis del uso y consumo de la energía.

Con el cumplimiento de las herramientas del SGTEE se identificaron todos los patrones y tendencias globales del uso y consumo de todas las fuentes de energía utilizadas por la empresa. Con un análisis de los portadores energéticos primarios se obtuvo que el principal portador energético es la electricidad, de la cual el área de Planta Moledora consume un total de 55.6%. Con respecto a los portadores energéticos secundarios, se obtuvo que los turbogeneradores consumen un total de 68.38 % del vapor directo, analizando el vapor tecnológico se obtuvo que los principales consumidores son los Tachos con 30.53% del total y el Vapor Cell con un 58.02 % de acumulado.

3.4.2.2 Identificación de los usos significativos de energía.

La empresa tiene identificados los equipos mayores consumidores de portadores energéticos primarios y secundarios.

- Energía eléctrica: El mayor consumo está representado en el área de Planta Moledora con un 55.6% del total.
- Vapor directo: El consumo más representativo está dado por los turbogeneradores con un 68.38% del total de vapor producido.
- Vapor tecnológico: Los consumos más relevantes está dado por los tachos y el vapor cell con un 30.53% y 27.5% respectivamente.

Por otra parte, poseen un listado de los equipos definidos por áreas en los cuales se define el consumo de cada uno.

3.4.2.3 Identificación de las variables claves que afectan el consumo de energía y el desempeño energético.

Entre las variables que más afectan el consumo de energía y el desempeño energético se encuentra el estado técnico de los equipos los cuales no se encuentran en buen estado, por otra parte, los índices de generación y consumo de energía eléctrica y vapor tanto directo como tecnológico están fuertemente afectados por discontinuidad de la molida y las paradas no programadas de la empresa.

3.4.3 Identificación, priorización y registro de oportunidades de mejora del desempeño energético.

Según las oportunidades de ahorro determinadas en el capítulo 2, las priorizadas por la Comisión Energética son:

- El mejoramiento del aislamiento térmico de las tuberías de vapor, tanto vapor directo como tecnológico.
- Lograr una mayor recuperación del condensado para que la renovación del agua en la caldera sea mínima.
- Establecer un control estricto en la combustión de las Calderas controlando la humedad del bagazo.
- Terminar las obras de construcción y montaje del nuevo generador de vapor.

Estas oportunidades son priorizadas ya que presentan un gran impacto en la productividad y competitividad de la fábrica.

3.4.3.1 Índices de generación

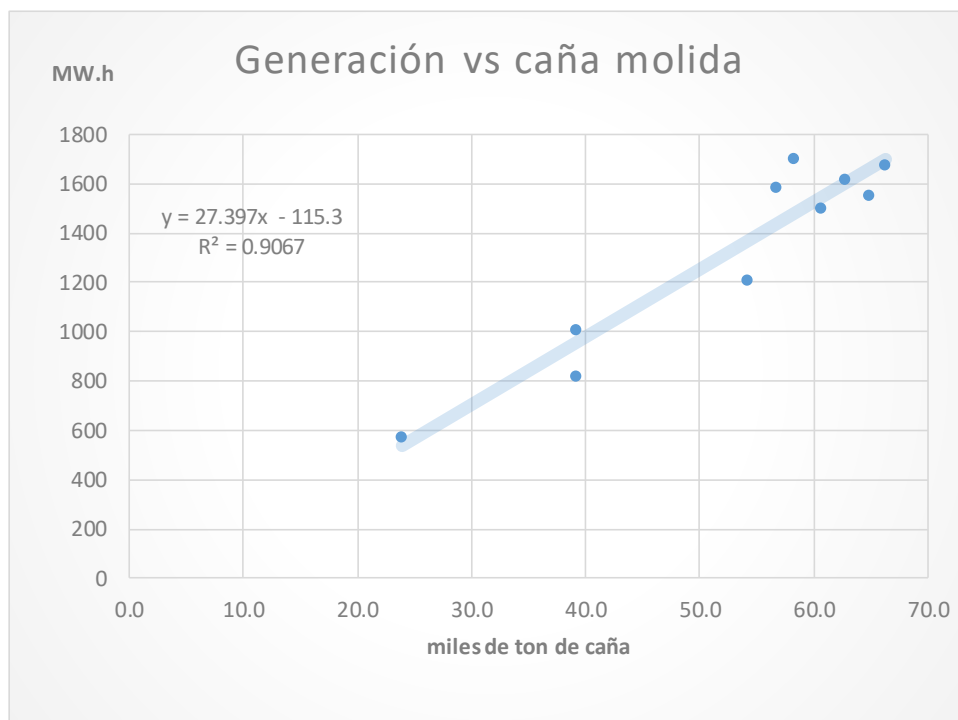


Figura 5 Generacion & caña molida

Tabla 18 Índice de generación

Meses	Índice de generación de energía eléctrica (kWh/t caña)			
	Plan utilizado por la entidad	Plan Recalculado por ecuación de correlación	Real recalculado por ecuación de correlación	Real
<i>ene-16</i>	25,00	25,61	24,45	20,87
<i>feb-16</i>	25,00	25,48	25,27	22,33
<i>mar-16</i>	25,00	25,61	25,62	23,92
<i>abr-16</i>	25,00	24,95	25,49	24,82
<i>may-16</i>	25,00	22,23	24,45	25,67
<i>nov-16</i>	25,00	21,47	22,56	24,12
<i>dic-16</i>	25,00	25,68	25,66	25,33
<i>ene-17</i>	25,00	25,75	25,56	25,82
<i>feb-17</i>	25,00	25,49	25,36	27,94
<i>mar-17</i>	25,00	25,68	25,42	29,26

3.4.7 Comunicación.

La entidad no presenta una comunicación interna efectiva que mantenga al personal informado, motivado y comprometido con la política energética.

3.4.8 Documentación.

La organización presenta documentos y registros del alcance y los límites del SGEN y se encuentran documentados y organizados, no siendo así con la política energética.

3.4.9 Control Operacional.

La organización si asegura que las actividades de mantenimiento se relacionan con el uso significativo de la energía ya que el plan de mantenimiento se realiza con la comisión energética, pero no son coherentes con su política energética ya que no se posee política energética.

3.4.10 Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía.

La entidad posee criterios para la adquisición de productos, equipos y servicios que puedan tener un impacto significativo en el desempeño energético. La comisión encargada de la eficiencia energética de la fábrica evalúa energéticamente con criterios de eficiencia todas las inversiones a realizar.

3.4.11 Evaluación del cumplimiento de los Requisitos legales y de otros requisitos.

La organización si planifica y realiza evaluaciones del cumplimiento de los requisitos legales.

3.5 Recomendaciones para la implementación futura de la NC ISO 50001 (2011).

Establecer una política energética que conduzca a la implementación, operación y mejora del SGEN y el compromiso de la dirección para poder lograr una mejora continua del desempeño energético, asegurar la información y los recursos para alcanzar los objetivos y metas y cumplir los requisitos legales y otros requisitos relacionados con la energía. Propuesta de Política Energética.

La UEB Central Azucarero Heriberto Duquesne, productor de azúcar crudo y mieles una empresa consciente de su responsabilidad social y comprometida con la sostenibilidad energética y medioambiental de sus operaciones.

La UEB Central Azucarero Heriberto Duquesne se compromete a:

- Reducir el consumo específico de energía en todos nuestros productos.
- Lograr la mejora continua del desempeño energético de nuestra empresa.
- Asegurar la información y los recursos necesarios para lograr nuestros objetivos y metas energéticas.
- Cumplir todos los requisitos legales y otros con respecto a la energía.
- Incorporar la mejora del desempeño energético en los nuevos diseños y en las remodelaciones de nuestras facilidades, procesos y equipos.
- Garantizar la adquisición de productos y servicios con la máxima eficiencia energética justificable económicamente.
- Promover la utilización de las fuentes renovables de energía en todas las aplicaciones técnicas y económicamente viables.
- Actualizar regularmente nuestra política energética y comunicarla a todo el personal para su participación consciente en la mejora del desempeño energético.

Se le propone a la entidad el establecimiento de un Sistema de Gestión que integre la gestión de la calidad por la norma ISO 9001 y el de gestión ambiental por la ISO 14001 para poder obtener un sistema integrado de gestión. Se propone una estimación clara para el uso y consumos futuros de los usos significativos de energía. Establecer los objetivos energéticos con vista a que la organización pueda cumplir el compromiso contenido en la política energética y definir las metas que son necesarias cumplir para alcanzar su objetivo energético. Para el establecimiento de los objetivos y las metas la organización debe tener en cuenta varios aspectos entre los que se encuentran:

- Los requisitos legales y otros requisitos aplicables.
- Los usos significativos de la energía.
- Las oportunidades de mejora del desempeño energético.

- Sus condiciones financieras, operacionales y comerciales.
- Las opciones tecnológicas.
- Las opiniones de las partes interesadas.

Estos objetivos y metas pueden establecerse para las funciones, niveles, procesos o instalaciones que la organización estime pertinente y deben ser:

- Coherentes con la política energética.
- Cuantificables siempre que sea posible.
- Medibles.
- Realistas.
- Enmarcados en tiempo.

Formular un plan de acción para establecer como se alcanzan los objetivos energéticos y las metas. Este plan de acción debe definir:

- Las acciones o proyectos de mejora de desarrollo.
- Los períodos para su ejecución.
- Los recursos necesarios para su realización.
- Las personas responsables.
- Las formas en que se verificarán los resultados.

En los Anexos 2 y 3 se muestran ejemplos de Planes de Implementación del SGEn. Realizar un sistema de comunicación interna efectiva que mantenga al personal informado, motivado y comprometido con la política energética y el cumplimiento de los objetivos y metas para lograr la mejora continua del desempeño energético de la organización como charlas, reuniones de los equipos de trabajo, entre otros. En la organización las actividades de mantenimiento se relacionan con el uso significativo de energía ya que el mantenimiento se cumple como está establecido y en el tiempo destinado. Por lo que se le recomienda a la organización que se relacionen estas actividades con la política energética propuesta.

Conclusiones

- El principal portador energético de la empresa es el bagazo el cual representa un 93,49% del total seguido por la energía eléctrica la cual representa un 6,03% siendo estos dos los valores más representativos de los portadores energéticos. Mediante la caracterización del comportamiento energético y el consumo de los principales portadores energéticos se obtuvo que estos se encuentran como variable controlada ya que se encuentran alrededor de la media y no sobrepasa los límites superiores e inferiores de la demanda.
- Entre las áreas de mayor repercusión en los consumos de energía eléctrica se encuentra Planta Moledora con un 55,6 % siendo esta área la mayor consumidora de energía eléctrica, Purificación y Cocción posee un 72,19% de la suma de los acumulados, Planta de Vapor con un 84,17% de la suma de los acumulados, entre estas tres áreas de trabajo se identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos.
- El principal consumidor de vapor tecnológico como portador energético secundario son los Tachos con un 30%, Vapor Cell 58%, Evaporadores múltiple efecto un 84% de los acumulados totales. Entre estos equipos se identifica el 20% de las causas que provoca el 80% del consumo de vapor tecnológico.
- Como parte de las oportunidades de ahorro determinadas se propusieron medidas para la mejora de la eficiencia energética como la remodelación o sustitución de las calderas y el recubrimiento de los conductos de vapor directo y vapor tecnológico debido al mal estado en que se encuentran actualmente.
- Al evaluar el cumplimiento de los requisitos que exige la NC ISO 50001(2011) mediante un diagnóstico integral se obtuvo que en la UEB no existe una Política Energética eficiente donde se establezcan los objetivos y metas a cumplir para una mejora continua del desempeño energético, ni se trabaja por la implementación de un SGE con la filosofía de la mejora continua, integrado al sistema de gestión empresarial
- Se proponen una serie de recomendaciones para que la UEB trabaje en la implementación del SGE y en la mejora continua de los indicadores de desempeño energético, acordes a los requerimientos que exige la NC ISO 50001. Todo ello con vistas a una futura certificación.

Recomendaciones

- Trabajar por mejorar la eficiencia energética en el uso de los portadores energéticos y los indicadores de desempeño energéticos de la fábrica.
- Establecer una política energética acorde a los requisitos que exige la NC ISO 50001(2011) que conduzca a la implementación y operación del SGE y el compromiso de la dirección para lograr una mejora continua del desempeño energético.
- Formular un plan de acción con vista a implementar la NC ISO 50001(2011) donde se establezca el alcance, los objetivos energéticos y las metas, que defina las acciones o proyectos de mejora de desarrollo, los períodos para su ejecución, las personas responsables y las formas en que se verificarán los resultados.
- Continuar, en trabajos futuros, la evaluación periódica de los avances en el cumplimiento de los requerimientos de la NC ISO 50001 en la UEB Heriberto Duquesne.

Bibliografía

1. Rojas, T.O., *ACTA DE CONCLUSIONES DE LA INSPECCIÓN*. 2017, ONURE.
2. Martínez, Y.S., *Análisis del comportamiento de la sustitución de importaciones: sector energético, Villa Clara.*, in *Departamento de Economía*. 2010, UNIVERSIDAD CENTRAL "Marta Abreu" de las Villas.
3. Barranco, M.J.B., *ANÁLISIS MULTIOBJETIVO PARA LA OPTIMIZACIÓN EN SISTEMAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA*, in *FACULTAD DE MINAS*. 2010, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA: MEDELLÍN.
4. Rodríguez, M.A.R., *Apuesta Villa Clara por más eficiencia energética 2018*: Telecubanacán.
5. Almazán, O., *Apuntes para una estrategia en el desarrollo de la energética cubana*. Cubaenergía, 2011.
6. González, E.S., *Caracterización energética de la UEB Heriberto Duquesne como paso inicial para la supervisión en el proceso de implementación de la ISO 50001.*, in *Centro de Estudios Energéticos y Tecnologías Ambientales*. 2013, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.
7. Carlos J. Agüero, J.R.P., Roberto L. Andina y Franco E. Nanni, *Cogeneración en la industria azucarera*. Investigación y Desarrollo, 2013: p. 36.
8. Castellón, S.R., *Consideraciones sobre el Sector Energético Cubano*. 2002.
9. Reinaldo, O.F., *Cuba avanza en el uso de energías renovables*. Cubadebate, 2018.
10. Hernández, *Diseño del Sistema de Gestión de la Energía integrado al Sistema de Gestión de la calidad de la Ronera Centra*. 2012, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.
11. Pentón, G.C., *Diseño e integración del sistema de gestión de la energía al sistema de gestión de la calidad en la ronera central "Agustín Rodríguez Mena"*. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña, 2015. 49.
12. Gutierrez, E., *El azúcar cubano adquiere protagonismo energético*. Diarios latinoamericanos de Tierramérica., 2013.
13. autores, C.d., *EMPRESA AZUCARERA. HERIBERTO DUQUESNE MINISTERIO DEL AZUCAR. REMEDIOS. VILLA CLARA*. 2002.
14. *ESTUDIO ENERGETICO INTEGRAL*, E.M.H. DUQUESNE, Editor. 2006, icinaz.
15. Navia, E.R., *Evaluación del desempeño energético de la cervecería "Antonio Díaz Santana" relativo a los requisitos de la NC ISO 50001*. 2015, UNIVERSIDAD CENTRAL "Marta Abreu" de las Villas.: Facultad de Ingeniería Mecánica.
16. Morfa, L.A.A., *Evaluación y propuestas de mejoras del esquema termo energético de la Unidad Empresarial de Base "Carlos Baliño"*, in *Centro de Estudio de Energía y Tecnologías Ambientales*. 2016, Universidad Central "Marta Abreu de Las Villas".
17. Rubio, A., *Funcionamiento y Explotación de Generadores de Vap. Feijóo*, Santa Clara. Cuba ed. 2015.
18. Curbelo, A., *Generación de electricidad a partir de bagazo en Cuba*. División de Industria y Energía Agencia de Ciencia y Tecnología, 1999.
19. M.Sc. Rafael S Leyva Canavaciolo and M.S.M.M.F. Acuña, *GENERACION DE ELECTRICIDAD DURANTE EL PERIODO INACTIVO EN LOS CENTRALES AZUCAREROS CUBANOS.*, in *Departamento de Ingeniería Mecánica*. 2012, UNIVERSIDAD DE CAMAGÜEY Ignacio Agramonte y Loynaz: FACULTAD DE ELECTROMECAÁNICA.
20. Nordelo, A.B., *GESTION ENERGETICA EMPRESARIAL* in *CEEMA*. 2002, Univeridad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez: Cienfuegos.
21. *INFORMACION AL GRUPO DE INSPECCION ELECTRICA DE LA ONURE SOBRE EL CONTROL Y EL USO DE LA ENERGÍA ELECTRICA*. 2017, ONURE.
22. Rojas, T.O., *INFORMACION AL GRUPO DE INSPECCION ELECTRICA DE LA ONURE SOBRE EL CONTROL Y EL USO DE LA ENERGÍA ELECTRICA*. 2017, ONURE.
23. Lleó, F., *Inicia construcción de la mayor bioeléctrica cubana para producir energía limpia*. Cubadebate, 2018.

24. Cisneros, D., *Integración de la cogeneración en el Mercado Eléctrico*, in *Escuela Técnica Superior de Ingeniería*. 2013, Universidad Pontificia Comillas.
25. Campos, J., *La eficiencia energética en la competitividad de las empresas*. 2000.
26. Lapidó Rodríguez, M., *La Red de Eficiencia Energética en acciones nacionales para la implementación de la norma NC ISO 50001*. Congreso Universidad, 2015. IV.
27. Gómez, R.M., *MEMORIA DESCRIPTIVA 2017*, EMPRESA DE SERVICIOS TECNICOS INDUSTRIALES.
28. Martínez, I.B.H., *Oportunidades de inversiones en Bioeléctricas*, AZCUBA, Editor. 2018: 1ra Feria Internacional "Energías Renovables Cuba 2018".
29. CEEMA, *Perspectivas de desarrollo del Sistema Eléctrico Cubano*. 2017: UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS Carlos Rafael Rodríguez.
30. GARCIA, L.R., *PUESTOS CLAVES Y GESTION TOTAL EFICIENTE DE LA ENERGIA*. 2006: EMPRESA AZUCARERA. HERIBERTO DUQUESNE MINISTERIO DEL AZUCAR. REMEDIOS. VILLA CLARA.
31. Menéndez, F.d.C.J., *Retal 60 T/H P.H.V. 2*, Editor. 2017: ZETI.

Anexos

Anexo 1 Lista de chequeo con vistas a la implementación de la NC ISO

No.	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1.	¿Se tiene información sobre la norma NC ISO 50001?		
2.	¿Se han realizado acciones para la implementación de la norma NC ISO 50001?		
3.	¿Se cuenta con un sistema de gestión energética (SGEn) documentado?		
4.	¿Se tiene implementado y certificado el sistema de gestión de calidad por la norma NC ISO 9001?		
5.	¿Se tiene implementado y certificado el sistema de gestión ambiental por la norma NC ISO 14001?		
6.	¿Existe un sistema integrado de gestión o se trabaja con vistas a implementarlo?		
7.	¿Existe una política energética?		
8.	¿La política energética está documentada y es de conocimiento del personal a todos los niveles de la organización?		
9.	¿Se cuenta con un representante de la dirección para la gestión energética con funciones, responsabilidades y autoridad definidas?		
10.	¿Este representante de la dirección tiene dedicación total para la gestión energética?		
11.	¿El representante de la dirección posee formación en ramas técnicas?		
12.	¿El representante de la dirección ha recibido capacitación especializada sobre gestión energética?		
13.	¿El representante de la dirección dispone de los medios de cómputo y otros recursos requeridos para la gestión energética?		
14.	¿Se cuenta con un equipo de personas para la gestión de la energía? (comité de energía, comisión de ahorro de energía, etc.)		
15.	¿Los miembros del equipo han recibido capacitación especializada sobre gestión energética?		
16.	¿El equipo de gestión de la energía funciona sistemáticamente?		
17.	¿Se cuenta con registros históricos de los consumos energéticos?		
18.	¿Se conoce y maneja la estructura de consumo de portadores energéticos?		
19.	¿Están identificados las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos que representan los mayores consumos de energía?		
20.	¿Está identificado el personal clave que decide en la eficiencia de los mayores consumos de energía?		

21.	¿Ha recibido el personal clave capacitación especializada sobre eficiencia energética?		
22.	¿Existe algún sistema de estimulación para el personal clave en función del desempeño energético?		
23.	¿Se ha realizado la caracterización energética y analizado la evolución y tendencias en el consumo y la eficiencia energética en los últimos años?		
24.	¿Han mejorado los índices de consumo y eficiencia energética en los últimos años?		
25.	¿Se han realizado diagnósticos o auditorías energéticas en los últimos años?		
26.	¿Se realizan análisis comparativos (benchmarking) de los índices de consumo y eficiencia energética con otras organizaciones similares?		
27.	¿Se han definido objetivos para la mejora del desempeño energético?		
28.	¿Existen metas para la mejora del desempeño energético referidas a un período base?		
29.	¿Los objetivos y metas son conocidos por el personal clave que incide en su cumplimiento?		
30.	¿Existe un plan de acción con medidas y proyectos para la mejora del desempeño energético?		
31.	¿Los proyectos de mejora del desempeño energético cuentan con evaluaciones económicas y estudios de factibilidad debidamente fundamentados?		
32.	¿La Alta Dirección controla periódicamente el cumplimiento de los objetivos, metas y planes de acción?		
33.	¿Se cuenta con un sistema de indicadores para monitorear y controlar el desempeño energético?		
34.	¿El sistema de monitoreo y control energético incluye indicadores hasta el nivel de los sistemas y equipos mayores consumidores?		
35.	¿La instrumentación existente en los equipos mayores consumidores permite controlar los factores operacionales que determinan su desempeño energético?		
36.	¿El sistema de gestión de mantenimiento tiene incorporados criterios y acciones en función de la eficiencia energética?		
37.	¿Se consideran las oportunidades de mejora del desempeño energético y del control operacional en los nuevos diseños y proyectos?		
38.	¿Están establecidos los criterios y procedimientos para considerar la eficiencia energética al adquirir productos, equipos y servicios?		
39.	¿Se ha ejecutado o se planea ejecutar algún proyecto para el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía?		
40.	¿Existe algún mecanismo que posibilite y estimule que las personas que trabajan para la organización realicen propuestas y sugerencias para la mejora de la eficiencia energética?		
41.	¿La Alta Dirección realiza revisiones a intervalos planificados para asegurar la conveniencia, adecuación, eficacia y mejora continua del SGEN?		

ANEXO 2. Formato y ejemplo de algunas tareas de un Plan de Implementación del SGE.

Plan de Implementación del SGE					
Tareas	Entregables	Responsable	Fecha		Observaciones
			Inicio	Fin	
Establecer alcance y límites del SGE	Documentación del alcance y los límites del SGE				
Establecer política energética	Documentación de la política energética aprobado y difundido				
Determinar requisitos legales y otros requisitos	Compilación de documentos legales y otros requisitos				
Realizar revisión energética	Documento de la metodología para realizar la revisión energética y registro de los resultados de la revisión efectuada				
Establecer línea base energética	Registros de línea base.				
Determinar indicadores de desempeño energético IDEns	Documento de metodología para determinar y actualizar los IDEns. Relación de IDEns identificados.				
Establecer objetivos y metas energéticas.	Documento con objetivos y metas energéticas.				
Establecer planes de acción	Documento con planes de acción.				
Identificar las necesidades de formación del personal asociado a usos significativos de energía y la operación del SGE.	Registros de las acciones realizadas para detectar las necesidades de formación y de las actividades de formación desarrolladas				