

REPÚBLICA DE CUBA.
MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR.



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS

INGENIERÍA

Trabajo de Diploma

Título: Análisis de la eficiencia energética en la Lavandería Unicornio,
de la Sucursal SERVISA Cienfuegos.

Autor:

José Ramón López Peña

Tutores:

Msc. Juan José López Expósito

Dr. Margarita Lapidó Rodríguez

Ing. María Isabel San Martín Boza

Año 61 de la Revolución.

Cienfuegos 2019





UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
INGENIERÍA

Declaración de autoridad.

Hago constar que el presente trabajo de diploma fue realizado en la Universidad de Cienfuegos. Sede “Carlos Rafael Rodríguez” como parte de la culminación de estudios de la especialidad de Ingeniería Mecánica, autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

Firma del autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

Firma del Tutor

Firma del Jefe de Departamento donde se defiende el trabajo

Firma del Responsable de Información Científico-Técnica



Pensamiento.

La recompensa del saber:

**“Nunca consideres el estudio como una obligación,
sino como la oportunidad para penetrar en el
bello y maravilloso mundo del Saber”**

Albert Einstein



Dedicatoria.

“Al hombre nuevo corresponde la universidad nueva, las nuevas ciencias que todo lo invaden y reforman... educar es depositar en cada hombre toda la obra humana que le ha antecedido, es hacer a cada hombre resumen del mundo viviente... es ponerlo al nivel de su tiempo, es prepararlo para la vida”.

José Martí

Basado en este pensamiento, quiero agradecer a todo aquel que ha tenido que ver de una forma u otra en mi educación y desarrollo profesional:

- *A todos aquellos maestros y profesores que me hicieron crecer.*
- *A mis Padres por guiarme en la vida.*
- *A mi familia por entenderme y ayudarme.*
- *A los amigos que siempre dieron su apoyo.*
- *A la vida por darme esta oportunidad.*
- *A la revolución por su gratitud.*



Agradecimientos.

- A mis tutores, por apoyarme y guiarme durante la investigación.
- A mi familia que siempre estuvo pendiente de mis resultados académicos.
- A mis compañeros de estudio que compartieron cinco años de esfuerzo y dedicación.
- A todos los que, de una forma u otra, han hecho posible que se realizara esta investigación.

Resumen

En el presente trabajo se buscan alternativas para el mejoramiento de la eficiencia energética, tomando como caso de estudio a la Lavandería Unicornio de la Sucursal SERVISA de Cienfuegos, partiendo de una búsqueda del comportamiento de los portadores energéticos, su situación actual, la afectación a nuestro país, las estrategias adoptadas en el uso de las fuentes renovables de energías. Se realizó un diagnóstico de recorrido en el cual fueron señalados las principales deficiencias. Además, se aplicó un procedimiento de planificación energética, compatible con la Norma ISO 50001:2011 donde se destaca el Fuel Oil como el más consumido y se examina el histórico del consumo de dicho combustible en el sistema de generación de vapor, y se proponen posibles proyectos de mejoras basados en un máximo aprovechamiento del vapor procedente de la caldera y propuestas de fuentes renovables como la solar y la refrigeración por absorción.

Palabras clave: Eficiencia energética, lavandería, Fuel Oil, vapor, caldera.



Summary

In the present work, alternatives are sought for the improvement of energy efficiency, taking as a case study the Unicorn Laundry of the SERVISA branch of Cienfuegos, based on a search of the behavior of the energy carriers, their current situation, the affectation to our country, the strategies adopted in the use of renewable sources of energy. A path diagnosis was made in which the main deficiencies were indicated. In addition, an energy planning procedure was applied, compatible with the ISO 50001: 2011 Standard, which highlights Fuel Oil as the most consumed and examines the history of fuel consumption in the steam generation system, and proposes possible improvement projects based on maximum use of steam from the boiler and proposals for renewable sources such as solar and absorption cooling.

Keywords: Energy efficiency, laundry, Fuel Oil, steam, boiler.

Índice.	
Declaración de autoridad.....	I
Pensamiento.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimientos.	IV
Resumen	V
Summary.....	VI
Índice de tablas.	XI
Índice de figuras.....	XII
Introducción.....	1
Capítulo 1: Revisión bibliográfica.....	4
1.1 Escenario energético actual y perspectivo a nivel mundial.	4
1.2 Escenario energético en Cuba.	5
1.3 Eficiencia energética y medio ambiente.	7
1.3.1 Afectaciones sociales y ambientales de la producción de energía.	8
1.3.2 Desarrollo energético sostenible.....	9
1.4 Gestión Energética.....	10
1.4.1 Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía.....	11
1.4.2 Norma Internacional ISO 50001 del 2011.....	12
1.5 Gestión de la energía en Cuba.	13
1.5.1 Fuentes de energía renovables en Cuba.....	13
1.6 Gestión energética en los servicios del Turismo en Cuba.....	15
1.7 Lavanderías industriales.	16

Capítulo 2: Evaluación energética de la Lavandería Unicornio de la Sucursal SERVISA Cienfuegos. 18

2.1	Descripción general de la Lavandería Unicornio.	18
2.1.1	Generación y transporte de vapor.	20
2.1.2	Equipamiento de producción de la lavandería Unicornio.	21
2.1.3	Parque tecnológico de la lavandería “GIRBAU”	22
2.2	Diagnóstico de recorrido a la lavandería Unicornio.	26
2.2.1	Puestos y personal clave en le eficiencia energética de la empresa.	26
2.2.2	Estado de las instalaciones de servicios y redes.	28
2.2.3	Resumen del diagnóstico de recorrido.	31
2.3	Diagrama energético productivo de la Lavandería Unicornio de la Sucursal SERVISA Cienfuegos.	32
2.4	Diagnostico energético de la Lavandería Unicornio de la Sucursal SERVISA Cienfuegos en los años 2017 y 2018.	33
2.4.1	Análisis del consumo de los portadores energéticos.	34
2.4.2	Análisis y control del consumo Fuel Oil en los años 2017 y 2018.	36
2.4.3	Control del índice consumo en los años 2017 y 2018.	38
2.4.4	Relación entre consumo de combustible Fuel Oil y producción en los años 2017 y 2018.	40
2.4.5	Análisis de la correlación entre el Fuel Oil consumido y la producción para los años 2017 y 2018.	41
2.4.6	Comportamiento teórico del índice de consumo respecto a la producción.	44
2.4.7	Gráficos de tendencia o de suma acumulativa (CUSUM) para los años 2017 y 2018.	47
2.4.8	Evaluación de la Lavandería Unicornio según el diagnóstico energético realizado para los años 2017 y 2018.	48

Capítulo 3: Oportunidades de ahorro y propuestas para el mejoramiento de la Eficiencia Energética de la Empresa. 50



3.1 Aspectos generales a mejorar a nivel de Empresa.....	50
3.2 Oportunidades de mejora y ahorro en el proceso de generación y uso del vapor.....	51
3.3 Propuesta de generación de electricidad mediante la cogeneración.	56
3.3.1 Contribución de la Cogeneración a la mejora de la eficiencia energética.	57
3.3.2 Selección del equipo de cogeneración.	58
3.3.3 Ahorros de energía mediante la propuesta de cogeneración.	60
3.4 Análisis de la propuesta de generación de electricidad mediante la energía solar.	61
3.4.1 Selección del módulo fotovoltaico.....	62
3.4.2 Resultados de la propuesta.	63
3.4.3 Cantidad de inversores y arreglo de paneles por cada uno de ellos.	64
Conclusiones.....	66
Recomendaciones.....	67
Referencias Bibliográficas.	68
Bibliografía.....	70
Anexos.	72
Anexo 1: Programa de lavado SERVISA.	72
Anexo 2: Cabezal distribuidor de vapor.	73
Anexo 3: Planta suavizadora de agua.	74
Anexo 4: Tanque de condensado.	75
Anexo 5: Caldera Salcon Caren SK-50 de 2000 kg/h.....	76
Anexo 6: Datos de chapa del inversor Sunny Tripower 25000TL.	77
Anexo 7: Partes fundamentales de la microturbina SIEMENS S2E 50.	78

Anexo 8: Factura de electricidad.	79
Anexo 9: Factura de Fuel Oil.	80
Anexo 10: Factura del agua.	81



Índice de tablas.

Tabla 2.1: Consumo real de vapor por equipos a máxima demanda.....	21
Tabla 2.2: Puestos de trabajo y trabajadores claves que deciden en la eficiencia energética en la empresa. Fuente: Elaboración propia.....	26
Tabla 2.3: Estructura de consumo de los portadores energéticos. Fuente: Elaboración propia.....	33
Tabla 2.4: Toneladas de convencionales de combustible (TCC) para los años 2017 y 2018. Fuente: Elaboración propia.	34
Tabla 2.5: Tabla de datos para el diagrama de Pareto 2017-2018. Fuente: Elaboración propia.....	35
Tabla 3.1: Características principales de la microturbina SIEMENS S2E-50.Fuente SIEMENS.....	59
Tabla 3.2: Ahorros de gastos de energía y monetarios mediante la aplicación de la cogeneración para los diferentes horarios de trabajo. Fuente: Elaboración propia.	61
Tabla 3.3:Arreglo de paneles solares por inversor. Fuente: Elaboración propia.	65

Índice de figuras.

Figura 1.1:Estructura de producción de energía por fuentes a nivel mundial. Fuente: (BP Statistical Review of World Energy, 2017).....	4
Figura 1.2: Matriz energética en Cuba e importación de los combustibles fósiles frente a la producción nacional. Fuente: (Oficina de Energías Renovables del Ministerio de Energía y Minas (MINEM), 2017)	6
Figura 1.3:Proyección estimada del consumo de portadores energéticos en Cuba para el 2030. Fuente: (Oficina Nacional de Estadísticas (ONE), 2014).....	7
Figura 2.1:Flujo productivo de la lavandería Unicornio.	19
Figura 2.2: Esquema de Generación y Distribución del Vapor.....	20
Figura 2.3: Escala de consumo de vapor Nominal por equipos.....	22
Figura 2.4: Flujograma del proceso energético productivo de la Lavandería Unicornio de la Sucursal SERVISA Cienfuegos.	33
Figura 2.5: Diagrama de Pareto para los años 2017 y 2018.....	35
Figura 2.6: Gráfico de control del consumo de Fuel Oil para el año 2017. Fuente: Elaboración propia.....	37
Figura 2.7: Gráfico de control del consumo de Fuel Oil para el año 2018. Fuente: Elaboración propia.	37
Figura 2.8: Gráfico de control del índice consumo del Fuel Oil para el año 2017. Fuente: Elaboración propia.....	38
Figura 2.9: Gráficos de control del índice consumo de Fuel Oil para el año 2018.....	39
Figura 2.10: Gráfico de Consumo de Fuel Oil vs Producción para el año 2017. Fuente: Elaboración propia.....	40
Figura 2.11: Gráfico de Consumo de Fuel Oil vs Producción para el año 2018. Fuente: Elaboración propia.....	41
Figura 2.12: Diagrama de dispersión de Consumo de Fuel Oil vs. Producción en el 2017. Fuente: Elaboración propia.....	42
Figura 2.13: Diagrama de dispersión de Consumo de Fuel Oil vs. Producción en el 2018. Fuente: Elaboración propia.....	43
Figura 2.14: Comportamiento del índice de consumo de Fuel Oil con respecto a la producción para el año 2017.....	45

Figura 2.15: Comportamiento del índice de consumo del Fuel Oil con respecto a la producción para el año 2018. Fuente: Elaboración propia.....	46
Figura 2.16: Grafico de tendencia del consumo de Fuel Oil para el año 2017. Fuente: Elaboración propia.	47
Figura 2.17: Grafico de tendencia del consumo de Fuel Oil para el año 2018. Fuente: Elaboración propia.	48
Figura 3.1: Esquema cogeneración mediante turbina de vapor.....	57
Figura 3.2: Aspecto general de la microturbina SIEMENS S2E 50.	59
Figura 3.3: Esquema para una instalación fotovoltaica convencional.....	62

Introducción

Los desafíos de la humanidad, el poder desmedido de gobernantes sin límites, la ruptura de tratados o no cumplimientos de los mismos, las guerras, el incremento desenfrenado de la pobreza y el consumismo desmedido de los más ricos, ponen en peligro la existencia futura de la especie humana con el agotamiento de los recursos naturales no renovables. Solo los países más desarrollados hacen uso de las tecnologías más novedosas para el uso de fuentes renovables, siendo las mismas extremadamente caras e insustentables para el tercer mundo, convirtiéndose estas en lujos de unos pocos.

En la época floreciente del desarrollo de la humanidad se sustentó con La Revolución Industrial, que se basó en la explotación de los combustibles fósiles y el vapor como fuente secundaria. Desde entonces, la mayor parte de la energía empleada actualmente en el mundo proviene de los combustibles fósiles, los cuales son recursos no renovables y en algún momento se agotarán. Tal vez sea necesario disponer de millones de años de una evolución y descomposición similar para que vuelvan a aparecer estos combustibles, por lo que en la actualidad constituye una necesidad la implementación de fuentes alternativas con nuevos métodos de aprovechamiento de la energía, la implantación de nuevos sistemas y un aprovechamiento al máximo de los portadores energéticos basados en el sistema de gestión.

Para la aplicación de un sistema de gestión de la energía, al igual que de otros sistemas de gestión, requiere de una guía, una norma que estandarice lo que hay que hacer para implementarlo, mantenerlo y mejorarlo continuamente, con la menor inversión de recursos, en el menor tiempo y la mayor efectividad, la norma que rige la eficiencia energética en la actualidad es la ISO 50001 del 2011.

Cuba con un alto grado de responsabilidad sobre los problemas que engloban el entorno y el mundo, así como la necesidad propia de ser un país con escasos recursos energéticos, asume como política efectiva el uso eficiente de todos sus

portadores energéticos y con vista al futuro de una cultura energética sustentable, disponiendo así del personal capacitado y entrenado.

Uno de los sectores importante de la vida económica del país es la industria del turismo, el sub-sector hospedaje es uno de los principales consumidores energéticos, debido a que demanda grandes cantidades de energía eléctrica, vapor y agua caliente en las habitaciones para asegurar el confort de los huéspedes, estas dos últimas obtenidas en las calderas las cuales funcionan generalmente con Fuel Oil o gas. También existen altos consumos en actividades auxiliares que ocasionalmente están integradas a su esquema operacional, tal es el caso de algunos servicios como: lavanderías, elaboración de alimentos, restaurantes y tiendas.

El presente caso de estudio se centra en la necesidad de profundizar en el análisis de la eficiencia energética, desempeño energético y oportunidades de ahorro de energía de la Lavandería Unicornio, de la Sucursal SERVISA de Cienfuegos, para lograr que su instalación funcione al máximo de eficiencia y acorde a las políticas trazadas por el país en materia de eficiencia, en el uso de los portadores energéticos asociados a su producción.

Situación problemática.

La Lavandería Unicornio, de la Sucursal SERVISA Cienfuegos ha venido realizando trabajos encaminados al perfeccionamiento empresarial y la gestión energética, ya en el 2012 con la aparición de la ISO 50001: 2011 se realizaron los primeros pasos encaminados a perfeccionar su sistema de gestión, consiguiéndose para esa etapa mejoras tecnológicas, mantenimientos capitales de instalaciones, pero sin embargo, hasta los días de hoy no se elaboraron estrategias de mantenimiento continuo que mantuvieran una alta disponibilidad de sus instalaciones, el análisis de la eficiencia energética y el empleo de los portadores energéticos asociados a su consumo aun solo son controlados, no se realizan acciones encaminadas al perfeccionamiento continuo del uso de la energía, lo cual los mantiene como controladores pasivos de la energía.

Problema de investigación.

La Lavandería Unicornio, de la Sucursal SERVISA Cienfuegos, no posee un sistema de gestión eficiente de la energía que garantice el estado y control del uso eficaz de los portadores energéticos que a ella se le adjuntan.

Hipótesis.

Aplicando las herramientas para la gestión energética, basado en la Norma ISO 50001 del 2011, es posible determinar el estado actual en el que se encuentra la empresa en materia de eficiencia energética, así como el desempeño de los portadores energéticos respecto a la productividad.

Objetivo General

Analizar el desempeño energético de la empresa Lavandería Unicornio, de la Sucursal SERVISA Cienfuegos en cuanto al consumo, uso de los portadores energéticos y oportunidades de mejoras.

Objetivos específicos

- Realizar una búsqueda bibliográfica acerca de la eficiencia y política energética en el mundo y Cuba.
- Diagnosticar la empresa en materias de eficiencia energética.
- Evaluar la empresa en materias de eficiencia energética.
- Plantear las oportunidades de mejoras del aprovechamiento de los portadores energéticos.
- Evaluar la factibilidad de las oportunidades de mejoras.

Capítulo 1: Revisión bibliográfica.

1.1 Escenario energético actual y perspectivo a nivel mundial.

La realidad energética mundial sufre cambios importantes que nos obligan a mantener un conocimiento actualizado para que la toma de decisiones que impulsen la competitividad y el desarrollo económico de los países. Un cambio en el panorama de la oferta y la demanda de petróleo, el aumento de la explotación de petróleo, así como un manejo más eficiente de la energía caracterizan el panorama energético del futuro. La demanda mundial de energía aumentará hasta el 2035 en alrededor de un tercio, del cual un 60 por ciento provendrá de China, India y Cercano Oriente.

La estructura de producción de energía por fuentes a nivel mundial para el 2017 se presenta en la **figura 1.1**.

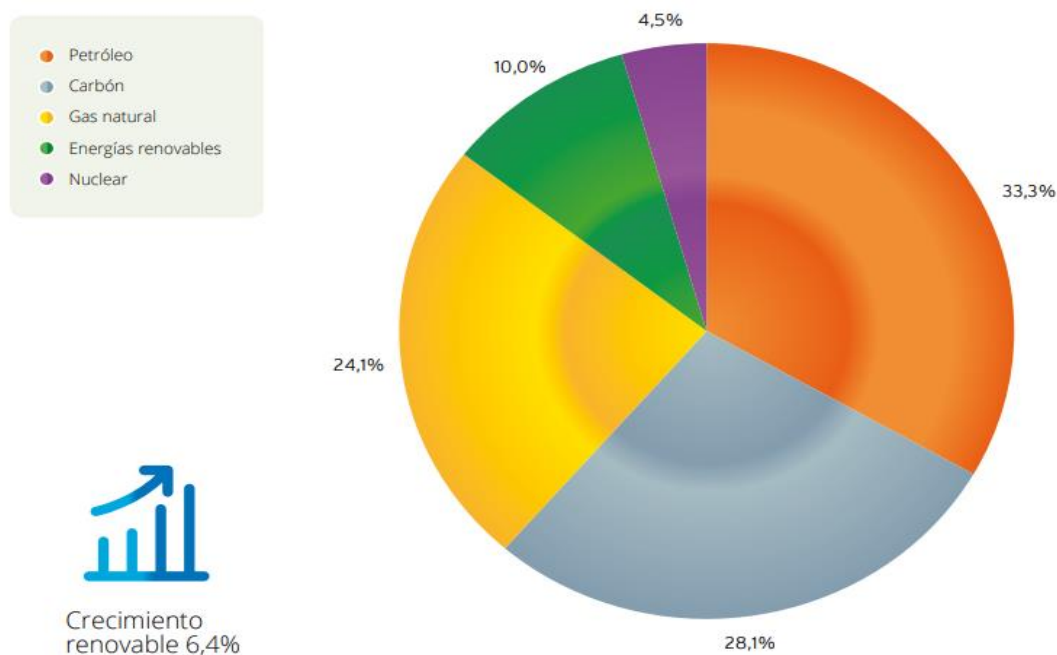


Figura 1.1: Estructura de producción de energía por fuentes a nivel mundial.
Fuente: (BP Statistical Review of World Energy, 2017)

Acorde con las predicciones de la Agencia Internacional de Energía (IEA), los recursos fósiles seguirán dominando la producción global de energía, sin embargo, el ascenso de la generación eléctrica a partir de fuentes renovables llevará hasta el

30% la proporción de estas en el mix eléctrico mundial, adelantando al gas natural en los próximos años y alcanzando prácticamente al carbón como primera fuente para la producción de electricidad en 2035. La generación de energía por medio de centrales nucleares acabará creciendo dos tercios a pesar de la desaceleración en el ritmo actual encabezados por China, Corea, India y Rusia. (Cruz, 2015)

La eficiencia energética ha llegado a convertirse en una práctica universal adoptada en muchos países del mundo por las potencialidades que brinda, en esto han influido las variaciones del mercado en las últimas décadas. En la actualidad la eficiencia energética se considera, realmente y en sí misma, como una gran reserva de energía.

1.2 Escenario energético en Cuba.

Durante la primera mitad del siglo XX el esquema energético cubano era el típico de un país capitalista subdesarrollado, en el cual primaba la importación de crudo, así como la privatización de sus servicios. Fue una época donde la situación económica, política y social en Cuba, propiciaron la penetración de tecnologías foráneas tanto en la generación de electricidad como en el transporte, fundamentadas en el uso de combustibles fósiles. De esta forma comienza ya a gestarse el perfil energético cubano, el cual estaba sustentado en el consumo e importación de combustibles fósiles, convirtiéndose la Unión Soviética como el principal socio comercial y suministrador de petróleo a Cuba. La desintegración de la Unión Soviética en 1989 influyó significativamente sobre el desarrollo energético nacional, convirtiéndose Venezuela desde aquel entonces hasta la actualidad en el principal suministrador de hidrocarburos y sus derivados a Cuba. Los intentos por buscar nuevas reservas de hidrocarburos nacionales, no han ido aparejados con una disminución de las importaciones de petróleo y sus derivados al país el Fuel Oil, combustible Diesel, turbocombustible y la gasolina de motor (excluye aviación), representaron en ese orden los 4 productos más importados según el Anuario Estadístico de Cuba (AEC) en los dos últimos años del quinquenio 2007-2011 y es precisamente el Fuel Oil dentro de los derivados del petróleo el que más se consume nacionalmente. Sin embargo, existen otros 2 derivados del petróleo como

el combustible Diesel y la gasolina de motor (excluye aviación), que son junto al Fuel Oil los derivados de mayor consumo en el país. (Yisel Sánchez Borroto, 2014)

La nueva situación llevó a un reordenamiento de las concepciones de la política energética nacional y a partir del año 2000 se llevó a cabo un programa de profundas transformaciones que tuvieron su punto culminante en el año 2005 con la Revolución Energética que estableció un conjunto de estrategias encaminadas a transformar los esquemas de generación de electricidad y consumo de portadores energéticos tanto en el sector estatal como en el residencial. El consumo de combustibles resulta fundamental en todas las actividades económicas del país y en ellas se destacan con un mayor uso de portadores energéticos la generación de electricidad y el transporte estatal, que de conjunto consumen el 70,0 % del combustible. (Oficina Nacional de Estadística (ONE), 2011)

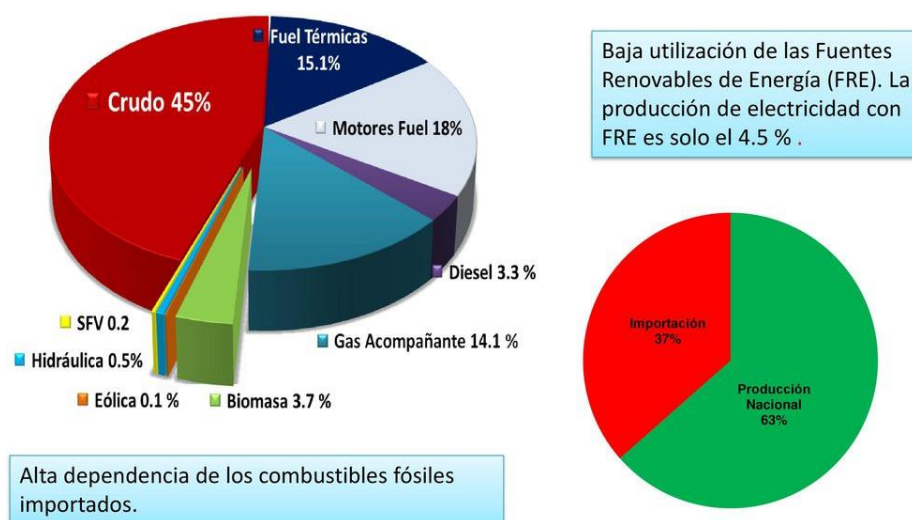


Figura 1.2: Matriz energética en Cuba e importación de los combustibles fósiles frente a la producción nacional. Fuente: (Oficina de Energías Renovables del Ministerio de Energía y Minas (MINEM), 2017)

En la Figura 1.2 se muestra como se comporta la matriz energética de Cuba con respecto al consumo de portadores energéticos, y como se comporta la importación de los combustibles fósiles frente a la producción nacional.

La proyección estimada del país es que, para el 2030, la participación de las Fuentes renovables de Energía (FRE) en la matriz eléctrica sea del 24 % como se

observa en la figura 1.3, y que estas puedan cubrir el 60 % del incremento del consumo.

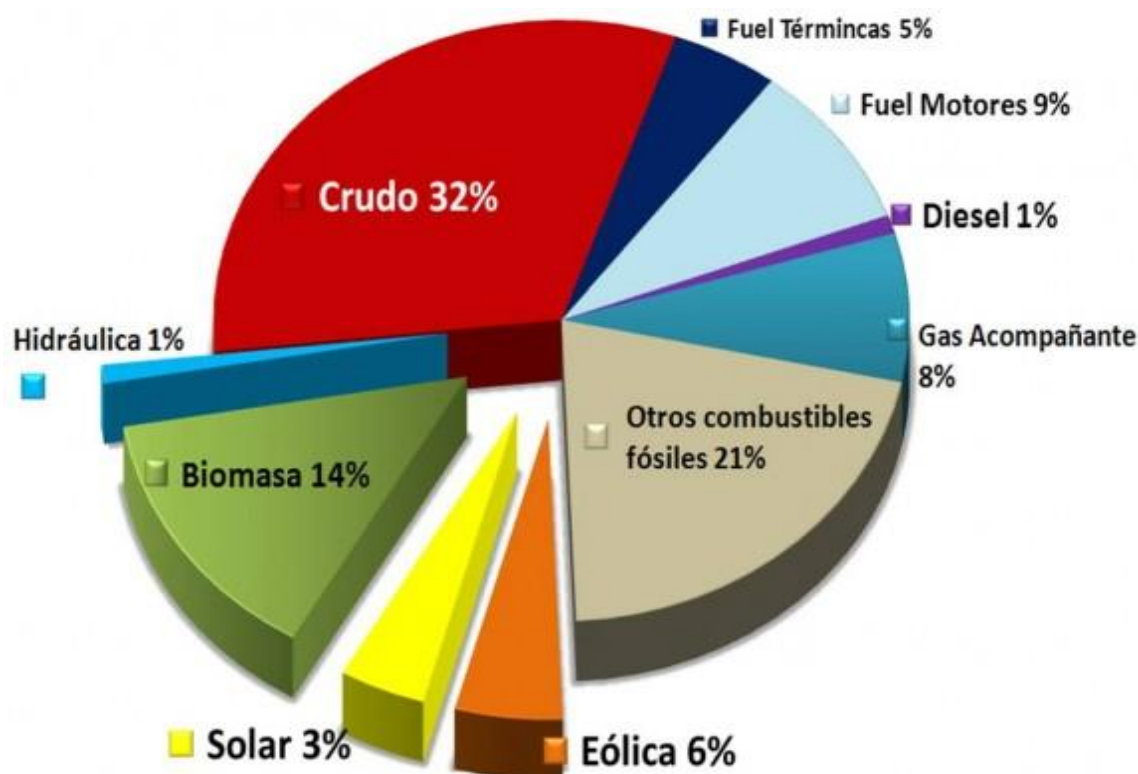


Figura 1.3:Proyección estimada del consumo de portadores energéticos en Cuba para el 2030. Fuente: (Oficina Nacional de Estadísticas (ONE), 2014).

En el 2017, el 58 % del consumo de energía se concentró en el sector residencial que, por demás, tuvo el grueso del uso final de esa energía en la cocción de alimentos y la refrigeración. Algunos experimentos y análisis estadísticos demuestran que, por ejemplo, generalizar la venta de gas licuado permitiría una reducción de la máxima demanda, de alrededor de 360 MW. (Herrera, 2018).

1.3 Eficiencia energética y medio ambiente.

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

En el sector industrial, las tecnologías que hacen uso eficiente de la energía pueden ayudar a los países en desarrollo a lograr el crecimiento económico y mejorar el

nivel de vida, y simultáneamente contribuir a la reducción de gases responsables de efecto invernadero.

En estos tiempos la crisis económica, energética y medioambiental, el ahorro y la eficiencia energética aparecen como la principal opción desde el ámbito energético para responder a estos tres desafíos. El ahorro de energía permite ahorrar nuestros escasos recursos económicos, pospone el agotamiento de nuestros escasos recursos fósiles (de los que sin embargo depende mayoritariamente nuestro suministro energético) y, por último, parece revelarse como una de las mejores alternativas para reducir las emisiones de CO₂. La clave para la existencia de estos ahorros reside en el hecho de que no consumimos energía, sino servicios energéticos: por tanto, puede ser posible proveer el mismo nivel de servicio energético con un menor nivel de consumo de energía. (Llama, 2009)

La eficiencia energética será el eje de la política del área de Medio Ambiente durante los próximos años. El pacto de alcaldes que promueve la Unión Europea será la herramienta que se utilizará para intentar conseguir el objetivo conocido como “el triple 20” que en 2020 se alcance:

1. Un 20% de reducción de emisiones de CO₂,
2. Que se ahorre un 20% de la energía que se gasta actualmente,
3. Que un 20% del consumo provenga de fuentes renovables.

Además, de esta manera se quiere lograr que las comarcas tengan un balance neutro de emisiones de gases de efecto invernadero, o sea, que generen lo mismo que consumen. (EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MEDIO AMBIENTE, 2012)

1.3.1 Afectaciones sociales y ambientales de la producción de energía.

Si bien el uso de la energía facilita el desenvolvimiento de la actividad humana, que es lo que ha llevado al desarrollo actual, con una mirada fría y sin consecuencias, pensando solo en el bienestar económico y financiero; la producción de la misma ha causado grandes problemas sociales y medio ambiente; en muchos lugares del mundo las emisiones de contaminantes, el deterioro del medio y desastres

ecológicos han provocado crisis humanitarias, enfermedades crónicas que básicamente recaen a los países del tercer mundo o los sectores de mayor pobreza.

Algunos de los posibles efectos que deben ser considerados en estas afectaciones son:

- Impactos sobre la salud humana.
- Daños a la flora, la fauna.
- Daños medioambientales, cambio climático global.
- Aumento del nivel del mar.
- Alteración de los regímenes de precipitación.
- Aumento de tormentas e inundaciones.
- Daños irreversibles a la biodiversidad del planeta al producirse la pérdida de ecosistemas.

Lo anterior exige la adopción a nivel mundial de modelos de desarrollo energético sostenible.

1.3.2 Desarrollo energético sostenible.

Actualmente, las energías renovables se han establecido en todo el mundo como una importante fuente de energía. Su rápido crecimiento, particularmente en el sector eléctrico, es impulsado por diversos factores, incluyendo el aumento de la rentabilidad de las tecnologías renovables; iniciativas de política aplicada; un mejor acceso al financiamiento; seguridad energética y cuestiones de medio ambiente; demanda creciente de energía en economías en desarrollo y emergentes; y la necesidad de acceso a una energía modernizada. En consecuencia, en los países en desarrollo están surgiendo mercados nuevos, tanto para la energía renovable centralizada como para la distribuida. (REN21, 2016)

Para el logro de la sostenibilidad energética se deben satisfacer las necesidades de energía actuales, sin poner en riesgo la satisfacción futura de dichas necesidades.

Es un estado de seguridad energética y equilibrio con el medio que lo sustenta.
(Nordelo, 2002)

Desarrollo sostenible en materia de energía significa:

1. **Para una fuente renovable:** utilizarla a una razón no mayor que su razón de regeneración.
2. **Para una fuente no renovable:** utilizarla a una razón no mayor que a la cual un recurso renovable, usado de forma sostenible, puede ser capaz de sustituirla.
3. **Para un contaminante:** que su emisión se produzca a una razón no mayor que la que permite que él mismo sea absorbido o reciclado sin perjuicio para el medio ambiente.

1.4 Gestión Energética.

La eficiencia energética, entendida 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 institución. Implica lograr un nivel de producción o servicios, con los requisitos establecidos por el cliente, con el menor consumo y gasto energético posible y la menor contaminación ambiental por este concepto. El objetivo de los sistemas energéticos es la satisfacción de los servicios de energía necesarios en los diferentes sectores de la sociedad y la economía (Salud, residencial, comercial, industrial, transporte, minería, agricultura, etc.). La eficiencia energética hay que lograrla en todos los eslabones de la cadena que comienza en las fuentes de energía primaria, y termina en los equipos de uso final. Durante muchos años la mayor atención en el sector energético se prestó al lado de la producción y suministro de energía, mientras que en las últimas décadas se ha estado haciendo mucho énfasis en las tecnologías y equipos de uso final eficientes y en la administración de la demanda. (Lamadrid, 2016)

Contar con un buen sistema de gestión energética resulta particularmente importante para las industrias energointensivas, y en general, para las empresas en

las cuales la facturación por energéticos puede llegar a representar una elevada fracción de los gastos totales de operación. No obstante, la gestión energética para reducir los costos puede ser importante aun en empresas donde éstos representan porcentajes relativamente bajos de los costos totales, ya que la energía es el apartado cuyos costos crecen más rápidamente y uno de los pocos costos que pueden ser realmente controlados. (Nordelo, 2002)

1.4.1 Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía

Lo más importante para lograr la eficiencia energética en una empresa, no es sólo que exista un plan de ahorro de energía, sino contar con un sistema de gestión energética que garantice que ese plan sea renovado cada vez que sea necesario, que involucre a todos, que eleve cada vez más la capacidad de los trabajadores y directivos para generar y alcanzar nuevas metas en este campo, que desarrolle nuevos hábitos de producción y consumo en función de la eficiencia, que consolide los hábitos de control y autocontrol, y en general, que integre las acciones al proceso productivo o de servicios que se realiza.

Para lograr la eficiencia energética de forma sistemática es necesaria la aplicación apropiada de un conjunto de conocimientos y métodos que garanticen esta práctica, estas deben ser aplicadas a los medios de trabajo, los recursos humanos, los procesos, la organización del trabajo, los métodos de dirección, control y planificación. A tal efecto, se ha desarrollado una tecnología para la gestión energética en las empresas, que sintetiza la experiencia, procedimientos y herramientas obtenidas en la labor por elevar la eficiencia y reducir los costos energéticos en la industria y los servicios.

La Tecnología de Gestión Total eficiente de la Energía (TGTEE) consiste en un paquete de procedimientos, herramientas técnico - organizativas y software especializado, que aplicado de forma continua y con la filosofía de la gestión total de la calidad, permite 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 en una empresa, su objetivo no es sólo diagnosticar y dejar un plan de medidas, sino esencialmente

elevar 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.

La Universidad de Cienfuegos ha sido la pionera en cuba en desarrollar un programa generalizado de la gestión energética, con la aplicación en más de 100 empresas en cuba y el extranjero.

1.4.2 Norma Internacional ISO 50001 del 2011.

La Norma Internacional ISO 50001:2011. (ISO 50001:2011, 2011)

- Especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía, con el propósito de permitir a una organización contar con un enfoque sistemático para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía.
- Especifica los requisitos aplicables al uso y consumo de la energía, incluyendo la medición, documentación e información, las prácticas para el diseño y adquisición de equipos, sistemas, procesos y personal que contribuyen al desempeño energético.
- Se aplica a todas las variables que afectan al desempeño energético que puedan ser controladas por la organización y sobre las que pueda tener influencia. Esta Norma Internacional no establece criterios específicos de desempeño con respecto a la energía.
- Ha sido diseñada para utilizarse de forma independiente, pero puede ser alineada o integrada con otros sistemas de gestión.
- Es aplicable a toda organización que desee asegurar que cumple con su política energética declarada y que quiera demostrar este cumplimiento a otros. Esta conformidad puede confirmarse mediante una autoevaluación y autodeclaración de conformidad o mediante la certificación del sistema de gestión de la energía por parte de una organización externa.

1.5 Gestión de la energía en Cuba.

En Cuba se han logrado avances significativos en la Eficiencia Energética a través del Programa de Ahorro Energético de Cuba, que ha permitido el ahorro de más de 8 millones de toneladas de petróleo equivalente desde 2005, con un impacto significativo en la dimensión económica, social y energético ambiental del país lo que resulta en que Cuba es uno de los países de América Latina con mejor relación entre la Huella Ecológica y específicamente la de carbono y el Índice de Desarrollo Humano, logrando un incremento del Producto Interno Bruto en los últimos años manteniendo prácticamente constantes estos indicadores. (Rodríguez & Soler, 2007)

Cuba como país subdesarrollado, ha empezado a transformar su economía con el objetivo de disminuir los consumos excesivos de petróleo, buscando energías alternativas, que sustituyan la dependencia económica que tiene sobre el petróleo y disminuya a la vez, la carga contaminante que genera la producción de electricidad a partir de esa fuente de energía.

1.5.1 Fuentes de energía renovables en Cuba.

- ***Energía producida por el viento (Eólica)***

Se encuentran en uso en el país, en el sector estatal, 6 065 dispositivos que utilizan la energía eólica, de los cuales el 99,7% son molinos de viento, utilizados fundamentalmente en la extracción de agua para sustituir motobombas que consumen combustible Diesel o electricidad. De los 6 705 molinos de viento reportados en existencia por 172 centros informantes, el 9,8% no se encuentra en uso siendo las de mayor incidencia en esta diferencia las provincias de: Holguín, Las Tunas, Granma, Sancti Spíritus, Matanzas y Camagüey que de conjunto reportan 417 molinos de viento sin utilizar.

Se encuentran en funcionamiento tres parques eólicos en los territorios de: Ciego de Ávila, Holguín e Isla de la Juventud, estando los mismos interconectados al Sistema Electroenergético Nacional desde inicios del año 2008.

Se proyecta la instalación de un parque eólico en la provincia Las Tunas y se continúan los estudios en las zonas de mayor potencial en el país para la instalación de nuevos dispositivos y la recuperación de los que no se encuentran en uso.

Con relación a la sustitución de energía en el uso de los dispositivos eólicos, los territorios de mayor aporte son: Holguín, Camagüey, Sancti Spíritus, Matanzas, Villa Clara y Las Tunas quienes de conjunto declaran el 83,7% de la energía obtenida por estos dispositivos.

- ***Energía solar***

El uso de la radiación solar para producir calor y energía eléctrica constituye en Cuba una realidad que cada día se incrementa con la instalación de dispositivos fotovoltaicos en áreas rurales y montañosas del país, en zonas de difícil acceso para las redes del Sistema Electroenergético Nacional (SEN) y en sectores priorizados.

La obtención de agua caliente a partir del uso de calentadores solares permite un ahorro considerable de energía eléctrica, generalizándose su uso, fundamentalmente en áreas turísticas y viviendas.

Se encuentran en uso 8 937 dispositivos que utilizan la energía solar, resultando importante para la conservación de estos dispositivos que se cumplan las medidas de protección ante el embate de huracanes por los daños que los mismos pueden ocasionar en ellos y una vez haya mejorado las condiciones climatológicas realizar sin demora su montaje.

Son los territorios de: Isla de la Juventud, La Habana, Granma, Guantánamo y Santiago de Cuba, quienes acumulan la mayor cantidad de estos dispositivos instalados y en uso con el 77,3% del total.

La mayor cantidad de estos dispositivos solares están vinculados a los sectores de la educación, turismo y salud pública.

- ***Energía producida por la Biomasa***

El bagazo y la paja de caña constituyen los principales residuos agrícolas empleados como combustible, de los mismos fueron consumidos en la obtención

de energía el 97,4% de la producción nacional, lo que representa el 84,5% del total de la energía obtenida por combustión directa de la biomasa.

La caña de azúcar es una fuente de energía renovable que ha venido cubriendo fundamentalmente con el bagazo un 30% de la demanda energética del país, a través de la cogeneración de los centrales azucareros. En su procesamiento se obtienen residuos susceptibles de ser empleados como energéticos: el bagazo y los llamados residuos agrícolas cañeros (RAC). Estos residuos potencialmente permitirían satisfacer todas las necesidades del proceso de producción de azúcar y exportar una importante cantidad de electricidad al SEN. Según la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Cuba está entre los países latinoamericanos de mayor potencial bioenergético aprovechable de residuales agropecuarios.

- ***Energía cinética del agua (Hidráulica)***

Durante el año 2013 funcionaron en el país 180 unidades que generaron de conjunto 127,3 Giga watt hora.

El sistema de presas y micropresas instalado asegura el uso del agua en la población y la economía, así como el uso de la energía eléctrica generada. Al estar ubicadas en zonas de difícil acceso, contribuyen al ahorro del combustible que se emplea en la transportación del agua.

En el caso de los Arietes hidráulicos que, aunque no producen energía eléctrica, permiten sustituir el consumo de combustibles fósiles, decrecen en número en el sector estatal respecto al año anterior.

Fuente: (Oficina Nacional de Estadísticas (ONEI), 2014)

1.6 Gestión energética en los servicios del Turismo en Cuba.

En la industria del turismo el sub-sector hospedaje es uno de los principales consumidores energéticos, debido a que demanda grandes cantidades de energía eléctrica, así como, vapor y agua caliente en las habitaciones para asegurar el confort de los huéspedes, estas dos últimas obtenidas en las calderas las cuales funcionan generalmente con Fuel Oil o gas. También tienen altos consumos en actividades auxiliares que ocasionalmente están integradas a su esquema

operacional; en otros es frecuente encontrar que algunos servicios como: lavandería, elaboración de alimentos, restaurante, tienda y seguridad son subcontratados.

La Gestión Energética (GE) en la industria hotelera ha alcanzado buenos resultados en muchos países; en la literatura especializada se recogen varias experiencias, sin embargo, no es frecuente encontrar reportes acerca de la GE en los servicios auxiliares y especialmente en las lavanderías. Sin embargo, a nivel corporativo no existe el nivel deseado en la GE. El sector turístico no es ajeno a esto y aunque la mayoría de los hoteles han implementado Sistemas de Gestión Ambiental, las acciones dirigidas a disminuir los consumos de energía se han enfocado principalmente a acciones aisladas de EE. En las pequeñas empresas que brindan servicios auxiliares a los hoteles la aplicación de la GE es más baja aún. (Juan Jose Cabello Eras, 2016)

1.7 Lavanderías industriales.

Las lavanderías industriales desde el punto de vista energético se pueden clasificarse en eléctricas e híbridas, estas híbridas combinan la energía eléctrica con vapor o gas para efectuar las operaciones. La energía eléctrica se utiliza básicamente para mover los motores y la gestión electrónica de las máquinas, ahora el vapor o gas es usado como fuente térmica en las operaciones de lavado, secado y planchado; en estos casos el vapor se produce en calderas que pueden utilizar combustibles fósiles, ya siendo gas, fuel oil, diésel o residuos de biomasa según la factibilidad, también algunas de estas máquinas pueden usar el gas directamente en las superficies calefactoras.

En las lavanderías industriales tienen una elevada presencia la energía térmica, que se utiliza para el calentamiento del agua, secado o planchado, esta proviene de la electricidad o de combustibles, ya sea directa o indirectamente como es el caso del uso del vapor de agua para estas actividades. El consumo de energía por este concepto es de 1.5 a 2.5 del valor de la electricidad consumida en combustible convencional, por lo que el uso con máxima eficiencia de los generadores y oportunidades de ahora tiene que estar en la vanguardia.

Para la evaluación de la eficiencia productiva de las lavanderías se utilizan varios criterios que son sus indicadores de desempeño:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{kglp}}{\text{No. Trab}} \quad (1.1)$$

Donde:

kglp: Kilogramos de lencería procesada

No. Trab: Número de trabajadores

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{GT}}{\text{IT}} \quad (1.2)$$

Donde:

GT: Gastos Totales.

IT: Insumos Totales.

$$\text{Índice de consumo} = \frac{\text{CI}}{\text{kgrl}} \quad (1.3)$$

Donde:

CI: Consumo de insumos.

Como se puede observar los indicadores no están en función de la energía, si no que se basan en los insumos, gastos y fuerza de trabajo, sin dar importancia a el desempeño energético, que es nuestra motivación para mejorar el uso eficiente de la energía y medio ambiental.

Capítulo 2: Evaluación energética de la Lavandería Unicornio de la Sucursal SERVISA Cienfuegos.

Haciendo énfasis específicamente en la estructura de consumo de portadores energéticos en la lavandería Unicornio, mediante la realización de un diagnóstico basado en la Norma Internacional ISO 50001:2011, la cual establece un sistema de mejora continua en su desempeño energético, incluyendo eficiencia energética, el uso y consumo de la energía; se puede realizar una evaluación de la empresa en materias de eficiencia energética y actuar sobre las debilidades encontradas mediante posibles oportunidades de mejora, en víspera de un mejor rendimiento de la empresa. Todo esto sin descartar lo concerniente en cuanto al funcionamiento y equipamiento productivo de la misma.

2.1 Descripción general de la Lavandería Unicornio.

Surge la Empresa Unicornio como una necesidad determinada por el crecimiento del turismo y la construcción de nuevas capacidades de alojamiento, para enfrentar el lavado de toda la lencería de los hoteles que se encuentran ubicados en una buena parte de la región central del país.

La lavandería Unicornio, de SERVISA Cienfuegos se encuentra instalada en la ciudad de Cienfuegos, Cuba y es la encargada de lavar la lencería de 6 Hoteles de turismo internacional de la provincia. Tiene una capacidad máxima instalada para 200.000 kg (200 ton) mensuales de lencería procesada, aunque la producción real se encuentra en el orden de los 150.000 kg (150 ton). La instalación cuenta en el área de generación de vapor con dos calderas que poseen capacidades de 4.000 y 2.000 kg/h de vapor respectivamente, y en el área de producción consta de diez lavadoras, ocho secadoras y dos máquinas planchadoras de diferentes capacidades e incluye equipamiento para empaquetar el producto final que se envía al cliente. Los diferentes programas de lavado se muestran en el anexo 1.

El proceso productivo (figura 2.1) comienza en el área de clasificación de la lencería, de ahí pasa al proceso de lavado, posteriormente al secado y planchado, después se empaca y almacena para en su momento ser distribuida.

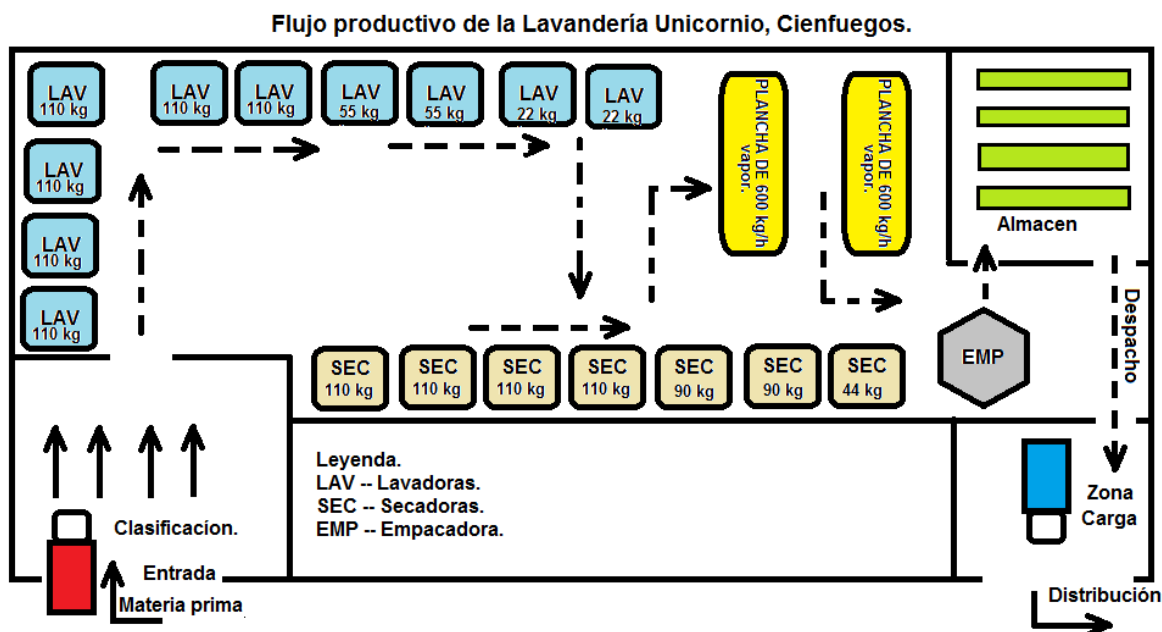


Figura 2.1:Flujo productivo de la lavandería Unicornio.

Fuente: elaboración propia.

Para garantizar el funcionamiento de la lavandería se necesitan de otros servicios como el de vapor, aire comprimido y tratamiento de agua. El vapor es suministrado a través de un sistema de cardera y su distribución se realiza por tuberías, la planta cuenta con dos carderas una de 2000 kg y otra de 4000 kg, las mismas están conectada a un cabezal común para si es necesario su funcionamiento por alta demanda o mantenimiento de una de ellas, en la actualidad solo la de 2000 kg se encuentra en uso, debido a que la de 4000 kg se encuentra en mantenimiento. El servicio de aire comprimido consta de un compresor que se utiliza para el sistema de empaque y las planchadoras, este servicio no es muy significativo con respecto a los demás gastos energético.

Los Gastos Energéticos forman parte de las partidas de mayor peso en la estructura general de gastos de la entidad por lo que constituye una estrategia importante para mejorar la competitividad. Es necesario trabajar en su reducción, tomando en consideración que:

- El aumento de los precios del petróleo en el mercado mundial conlleva al aumento de los costos para la prestación de los servicios.

- Es una de las fuentes de gastos sobre las que se puede accionar eficazmente trazando buenas estrategias para disminuir los gastos totales.
- Su ahorro o despilfarro incide grandemente sobre la economía de la entidad.

En su proceso productivo o de prestación de servicios de lavandería la entidad consume diferentes portadores energéticos: Energía Eléctrica, Fuel Oil y Diesel, además hace uso del Agua, para tener una idea del promedio de estos gastos en valores tenemos que solo de electricidad se pagan alrededor de 5008.54 CUC, de combustible fuel oil 3355.86 CUC y de agua 3100.00 CUC, haciendo un promedio total de 11464.40 CUC, una cifra significativa sobre la cual es posible actuar, mejorando la economía de la empresa, el país y el medio ambiente. Teniendo en cuenta esta oportunidad analizaremos el período que comprende los años 2017 y 2018 para buscar oportunidades de mejoras para el desenvolvimiento energético.

2.1.1 Generación y transporte de vapor.

Para suplir las necesidades de vapor en el proceso de lavado secado y planchado, la lavandería de un sistema de generación, transporte y uso final del vapor, en la figura 2.3, se puede observar que existen dos calderas de diferentes capacidades que trabajan indistintamente según las necesidades, estas suministran a través de tres líneas de vapor a cada grupo de equipos, lavadoras, secadoras y planchas.

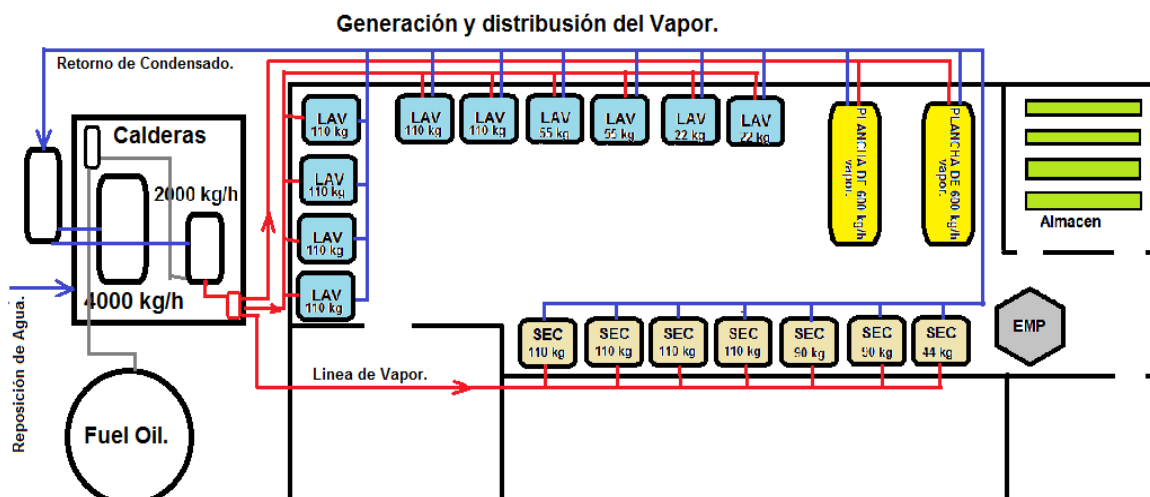


Figura 2.2: Esquema de Generación y Distribución del Vapor.

Fuente: Elaboración propia.

La sala de calderas cuenta con dos calderas con las siguientes características, la primera es PKM-4/13, con una producción de vapor de 4 000 kg/h, y con una caldera Salcor Caren con una producción de vapor de 2000 kg/h (Anexo 5). Estas fueron modificadas, incorporándoles nuevos quemadores de marca Baltur, modelo BT-180-DSNM-D, tipo pistola a presión de Fuel-Oíl. Aunque ambas llevan más de 20 años de explotación su funcionamiento es correcto y funcionan con una eficiencia del 80%.

2.1.2 Equipamiento de producción de la lavandería Unicornio.

Como equipamiento productivo, la lavandería cuenta con diez lavadoras, ocho secadoras y dos máquinas planchadoras de diferentes capacidades como se muestra en la Tabla 2.1, todos estos de marca GIRBAU.

Tabla 2.1: Consumo real de vapor por equipos a máxima demanda.

Fuente: Elaboración propia.

Equipos	Potencia Eléctrica kW/h	Cantidad	Demanda de vapor kg/h según datos Chapa.	Consumo Total Por Equipos (Electricidad kW/h)	Consumo total por equipos Kg/vapor	% Vapor.
Lavadoras 110 kg	14.4	6	248	86.4	1488	32,24
Secadoras 110 kg	3	4	250	12	1000	21,66
Secadoras 90 kg	6.25	3	300	18.75	900	19,50
Planchadoras 600 kg	11	2	350	22	700	15,16
Lavadoras 55 kg	7.3	2	124	14.6	248	5,37
Secadoras 45 kg	1.5	1	150	1.5	150	3,25
Lavadoras 22 kg	1.75	2	65	3.5	130	2,82
Consumo total				158.75	4616	100

Como se puede observar en la tabla 2.1 la demanda de vapor a plena capacidad supera a cualquiera de las capacidades de las calderas, que son de 2000 y 4000 kg

de vapor, aunque en la práctica no se trabaja a plena capacidad y depende de las temporadas, por lo que de acuerdo con la temporada se utiliza una u otra caldera según la demanda, según (Margarita J. Lapido Rodríguez, 2015) en diagnóstico realizado a esta entidad, se determinó que existe un sobre dimensionamiento en el área de generación, la caldera de 4000 kg/h se explotaba solo al 66% de su capacidad, recomendando el uso de la de 2000 kg/h con ajustes en los horarios productividad de las máquinas. Respecto a la potencia eléctrica instalada sucede parecido, utilizándose aproximadamente a un 69.8% la capacidad de las máquinas.

A continuación de muestra la escala de consumo de vapor por equipos según datos de chapa.

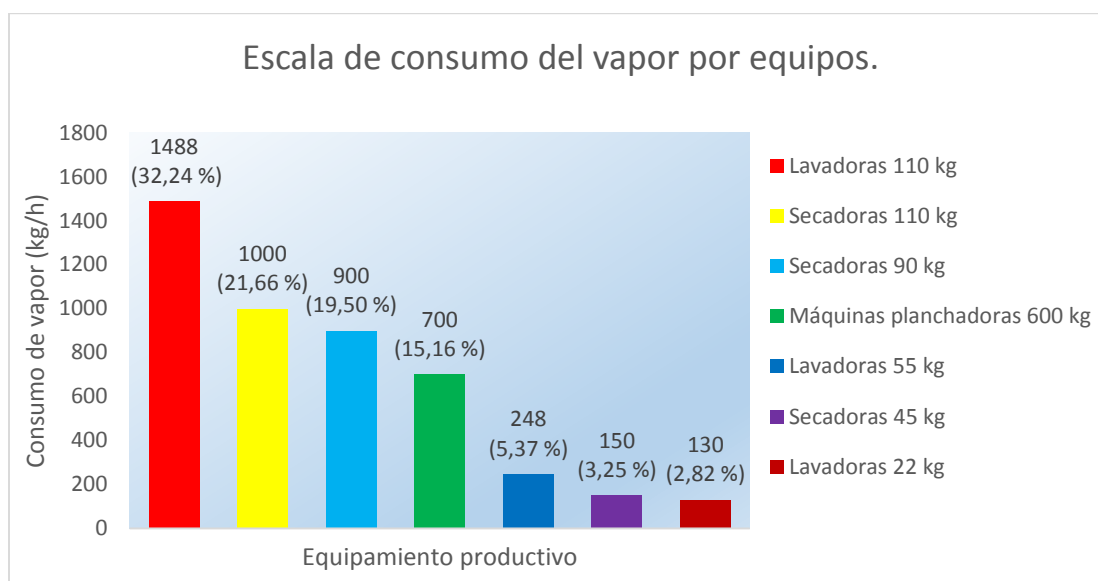


Figura 2.3: Escala de consumo de vapor Nominal por equipos.

Fuente: Elaboración propia.

2.1.3 Parque tecnológico de la lavandería “GIRBAU”.

GIRBAU es una compañía multinacional española que se ha consolidado como uno de los principales grupos mundiales en la fabricación de soluciones innovadoras para el mundo de la lavandería, basadas en producto industrial propio y en un mercado global. Esta dispone de filiales en Alemania, Argentina, Australia, Brasil, Cuba, China, Emiratos Árabes Unidos, España, Estados Unidos, Francia, Italia,

México, Portugal, Reino Unido y República Dominicana, junto a una amplia red de distribución. (GIRBAU, 2018). En la actualidad estas máquinas tienen más de 20 años de servicios, que a pesar de estar en buen estado técnico y garantizar la calidad del trabajo han sobrepasado su vida útil, lo cual de algún modo recaerá en su rendimiento.

2.1.3.1 Características de las lavadoras GIRBAU.

Fuente: Lavacentrifugas serie HS. (GIRBAU)

La gama de lavadoras GIRBAU es la más eficiente del mercado. Son máquinas robustas, fiables, versátiles, ecológicas y silenciosas. Disponen de control de todas las funciones para satisfacer las necesidades de cada cliente. Las lavadoras GIRBAU están concebidas para durar y son capaces de trabajar en las más duras condiciones. El bombo, de acero inoxidable, soporta duras exigencias de carga y ofrece máxima resistencia frente a los agentes químicos. Las lavadoras existentes en la Lavandería Unicornio, de la Sucursal SERVISA Cienfuegos son lavadoras-centrifugadoras HS Series, destinadas al lavado o tratado industrial de géneros textiles no impregnados de disolventes, sumergidos en un baño de agua con disolución de productos químicos. Las lavadoras de la Serie HS permiten gran facilidad en el mantenimiento y no precisan anclaje al suelo gracias al sistema de equilibrado flotante que absorbe el 95% de las vibraciones, gracias a lo cual estas trabajan a altas velocidades de centrifugado hasta 400G (en función del modelo), extrayendo agua de manera eficaz (humedad residual inferior a 50% dependiendo del tejido) y consiguiendo ahorro energético en el posterior proceso de secado. Un mezclador de vapor de agua y agua fría consigue una gran precisión de la temperatura con el nivel de agua programado, ahorrando energía, agua y reduciendo el tiempo del ciclo de lavado. La carga de estas lavadoras es siempre a través de una única puerta frontal. (GIRBAU S.A, 2018)

2.1.3.2 Características de las secadoras GIRBAU.

Fuente: Secadoras SLI Serie. (GIRBAU)

El proceso de secado es uno de los que más energía consume en la lavandería. Optimizar al máximo la energía utilizada y conseguir resultados excelentes en menos tiempo son las claves que convierten estas secadoras en aliados de su cuenta de explotación. Estas permiten una mayor duración del textil. El sistema Care Touch Drum que Girbau aplica en los bombos de sus lavadoras se ha trasladado a las secadoras. La embutición de los orificios del bombo en lugar de la perforación de otros fabricantes marca la diferencia en el trato de la ropa. La precisión en el control de la temperatura, el tiempo y la velocidad de rotación del bombo es la responsable de conseguir el equilibrio entre las variables que convierten el proceso de secado en óptimo. Las secadoras existentes en la Lavandería Unicornio son de la serie SLI.

La puerta de estas secadoras dispone de doble cristal y doble panel evitando la transmisión de calor al ambiente de la lavandería y manteniendo la superficie de la puerta siempre fría garantiza y así lograr un mayor rendimiento para el máximo aprovechamiento de la energía calorífica.

Para conseguir un trato delicado de la ropa, los orificios del bombo (de acero inoxidable AISI 430) se han realizado mediante embutición y no perforación. De esta forma, el textil nunca tiene contacto con los cantos vivos que dejan los bombos perforados. La ausencia de soldaduras en el bombo garantiza tanto un trato delicado a la ropa como una gran fortaleza de la estructura del mismo.

Direccionar el flujo de aire a través de las prendas y aprovechar al máximo su temperatura es una de las claves para conseguir el mejor rendimiento de una secadora. La combinación de un flujo de entrada en el bombo de aire radial y uno de axial permite que el aire penetre entre las prendas consiguiendo un secado óptimo en ciclos de tiempo cortos. El aire circula entre la ropa situada en medio del bombo.

Una vez finalizado el programa, el sistema asegura que la secadora y la ropa queden a una temperatura inferior a la temperatura de seguridad para evitar incidentes si se deja la carga en el interior.

2.1.3.3 Características de las planchadoras GIRBAU.

Fuente: Planchadores PB Serie. (GIRBAU)

Las planchadoras existentes en la lavandería Unicornio son del tipo PB Serie, las cuales son de rodillos, capaces de conseguir cualquier resultado para cualquier tipo de prenda con velocidades 45 hasta 50 m/min. La alta productividad que le dan los motores independientemente a cada uno de los rodillos, el alto coeficiente de transferencia de calor de la cubeta y la variación de presión de planchado se transforman en eficiencia para la lavandería.

Esta serie de planchadoras pueden presentar distintos tipos de calefacción como son:

- *Calefacción eléctrica*, la cual no es sinónimo de gran consumo y es esencial en lavanderías donde no existen otros suministros energéticos.
- *Calefacción por vapor*, el cual continúa siendo un requerimiento para muchas lavanderías y es un sistema que ofrece alto rendimiento, por lo que también está disponible para este modelo PB Serie.
- *Calefacción por gas*, el cual es un sistema limpio, altamente eficiente y que requiere mínimo mantenimiento

El sistema de tensado cinemático patentado por GIRBAU se fundamenta en un equilibrio permanente de tensiones y pesos entre distintos rodillos que consiguen un tensado permanente de las bandas. Aprovechando el movimiento de las bandas a lo largo de los rodillos, se van reequilibrando para mantener una tensión uniforme y se logra un acabado profesional.

El conjunto motorreductor-inverter proporciona una transmisión segura, más rangos de velocidad y menor desgaste.

Todas las partes de la máquina se han diseñado para ser extremadamente accesibles y facilitar el mantenimiento.

La posición y la amplitud del tapiz donde se coloca la ropa y el acceso de los pies por debajo del tapiz permite realizar las operaciones de planchado sin esfuerzo. El operario puede mantener una posición cómoda y natural mientras trabaja, evitando esfuerzos innecesarios, lo cual convierte a estas en máquinas completamente ergonómicas.

2.2 Diagnóstico de recorrido a la lavandería Unicornio.

En la situación actual, se requiere sacar la máxima rentabilidad posible, el ahorro energético que repercute en la cuenta de resultados y en el medio ambiente, y una mejor gestión de la lavandería es lo que realmente reclaman los clientes. La calidad, fiabilidad y productividad son parámetros básicos, pero no tienen sentido sin herramientas de ahorro y gestión.

2.2.1 Puestos y personal clave en la eficiencia energética de la empresa.

Existen dos variables que pueden afectar el desempeño energético del proceso productivo: la correcta selección del generador a usar según las necesidades reales de producción y una correcta explotación de los equipos consumidores de vapor.

Para una conjugación correcta de estos factores se necesita de personas claves con diferentes niveles de desempeño en el proceso, aunque con igual importancia el servicio de cada uno.

Es importante el nivel de conciencia, información, control y capacitación constante que cada uno de estos trabajadores pueda tener, el fallo de uno de estos eslabones en la cadena por muy pequeño que sea el mismo puede provocar un mal desempeño energético de la entidad en cortos plazos.

Se han identificado 9 puestos y 16 trabajadores claves, que deciden en el uso eficiente de la energía y el agua en la empresa.

Tabla 2.2: Puestos de trabajo y trabajadores claves que deciden en la eficiencia energética en la empresa. Fuente: Elaboración propia.

Nombre del puesto	Cantidad de trabajadores
1. Director	1
2. Especialista energético	1
3. Especialista económico.	1
4. Operador de calderas	1

5. Técnico eléctrico	1
6. Operador de la planta de tratamiento de agua	1
7. Jefe de producción	1
8. Operadores (Área de producción)	6
9. Personal de Mantenimiento	3
TOTAL	16

La influencia sobre el uso eficiente de la energía empieza en el personal y en ello el puesto clave, donde cada uno de ellos aportará desde su desempeño, su responsabilidad y disciplina durante el proceso, la energía no se responsabiliza sobre una persona, sino que se debe crear un grupo multidisciplinario encabezado por la máximo responsable, el Director, Jefe, Dueño, el será la punta de la lanza, quien apoyará todo el proceso con motivación, recursos, capacitación y tormentas de ideas que propicien el dialogo encaminados a mejorar la eficiencia. La formación de una comisión de energía sería un punto esencial para el mejoramiento continuo en el uso eficiente de la energía.

Un puesto clave importante lo desempeña el energético de la empresa, que antes la responsabilidad de la dirección en su materia no debe comportarse como un contador pasivo de la energía, sino que debe analizar, evaluar, dialogar, informar, comunicar, documentar y enfrentar los resultados de cada día, mes, año y con ello todo lo que se realiza y se ha realizado en función de la eficiencia energética.

La participación del especialista económico en el proceso de eficiencia energética sería la persona a cargo de evaluar los impactos que tiene la energía sobre la economía de la empresa, los beneficios aportados por la comisión de energía.

El equipo técnico y de mantenimiento son las personas que detectan, contabilizan, reparan, investigan, informan y proponen aspectos concretos sobre los aspectos técnicos a modificar o restaurar para mejorar la eficiencia de los equipos de procesos.

Los jefes de brigadas y operadores, son los encargados de la producción, ellos aportan las utilidades de la empresa, pero no saben casi nunca a que costo, por tal

razón ellos tienen que ser parte del proceso ya que son los más expertos en hacer el proceso productivo, aplicando técnicas que propicien el aprovechamiento máximo de las máquinas.

Este personal tendrá una sola línea de trabajo, eficiencia. Como grupo multidisciplinario centrarán sus objetivos a desarrollar técnicas de dirección y administración que permitan el monitoreo continuo de cada uno de los aspectos de la producción respecto a la energía, cuanto hago, cuanto gasto, cuanto consumo; para ello se debe centrar en tres actividades fundamentales:

- Control de los portadores energéticos.
- Control de la producción.
- Evaluación de las propuestas de mejoras.

De esta forma el personal involucrado en el proceso productivo de la empresa terminara siendo cómplice de su propio encadenamiento productivo, con proyectos de mejoras que de alguna manera se incentivarán durante cada etapa del proceso, la ANIR, BTJ, los sindicatos, u otras iniciativas de la empresa que estimulen la Batalla por la eficiencia energética.

2.2.2 Estado de las instalaciones de servicios y redes.

- ***Instalaciones y redes eléctricas.***

La empresa se alimenta mediante un circuito de alimentación primario simple, con un transformador para uso solamente de la empresa. Las redes interiores se encuentran en buen estado, no presentan puntos calientes que denoten pérdidas de energías, los cuadros eléctricos se encuentran en buen estado técnico.

Por las características de la conexión de la empresa la OBE aplica la tarifa M1-A (como se observa en el Anexo 8), la cual es una tarifa de media tensión con actividad continua que se aplicará a todos los servicios de consumidores clasificados como de Media Tensión con actividad de 20 horas o más diarias y contempla los siguientes cargos:

\$ 5.00 mensual por cada kW de máxima demanda contratada en los horarios de día y pico, comprendidos entre las 6:00 y las 22:00 horas.

\$ 0.083 por cada kWh consumido en horario pico.

\$ 0.042 por cada kWh consumido en horario del día.

\$ 0.028 por cada kWh consumido en horario de madrugada.

La aplicación de esta tarifa a la empresa se le cobra en CUC, ya que es una empresa que genera divisa proveniente del turismo.

- ***Almacenamiento y transporte de Fuel Oil.***

El Fuel Oil se utiliza como combustible para la generación de vapor y es suministrado por CUPET mediante transporte automotor en camiones cisternas, con un precio de 0.505705 CUC por cada litro de Fuel Oil(Anexo 9).

Las instalaciones para el almacenamiento y transporte del mismo se encuentran en buen estado y no hay presencias de derrames de combustible en las áreas de consumo del mismo.

- ***Generación y transporte de vapor.***

El buen estado técnico y funcionamiento de las tuberías, válvulas, y otros dispositivos en las calderas, conductos de gases y otros accesorios de las redes de alimentación de agua, vapor y condensado, son determinantes en la eficiencia con la cual trabaja el generador de vapor así como en sus procesos de distribución y empleo; esto lleva implícito la posibilidad de lograr reducciones considerables de combustible.

Para garantizar una mejor calidad (salinidad) del agua de alimentar las calderas, se cuentan con una planta suavizadora de agua mediante resinas regenerativas, la cual permite obtener un agua prácticamente libre de dureza, mediante el intercambio el calcio y el magnesio del agua con el sodio presente en la resina. (Anexo 3)

Por lo tanto, en la Lavandería se realizó la inspección a los siguientes accesorios:

- ✓ Los tanques de la Planta de Tratamiento de Aguas: Cruda, tratada, salmuera, se encuentran en buen estado,
- ✓ La válvula de seguridad de la caldera se encuentra en buen estado, así como las demás válvulas de seguridad del proceso
- ✓ El estado técnico y funcionamiento de los controles, instrumentación y accesorios se hizo por simple inspección, se comprobó la actualización de la fecha de verificación de instrumentos.
- ✓ Tienen buen nivel de hermeticidad las válvulas, conductos de combustibles, aires y humos.
- ✓ El sistema de impulsión de aire y extracción de gases se encuentra completo y en buen estado.
- ✓ Los precalentadores de combustibles y los quemadores se encuentran en buen estado.
- ✓ Los sistemas de bombeo de agua y combustibles funcionan adecuadamente.
- ✓ En el proceso existen pérdidas de vapor debido fugas en bridas, empalmes en el cabezal (Anexo 2) y fisuras en tubos.
- ✓ Las trampas de vapor se encuentran en buen estado técnico en general, aunque presentas algunas de ellas con roturas.
- ✓ El aislamiento térmico de todas las tuberías y accesorios se encuentra deficiente mostrándose tramos de tuberías sin aislar, además de que el conducto de retroceso de condensado no presenta aislamiento alguno.
- ✓ El revestimiento exterior de las calderas está en buen estado.
- ✓ Los registros, puertas y ventanas de los hornos y cámaras; sellan adecuadamente, evitando de esta forma pérdidas de calor.

- ✓ El tanque del retorno de condensado se encuentra en buenas condiciones, pero aun así existe gran desperdicio de vapor debido a que el condensado flachea y lo que llega es una gran cantidad de vapor que se disipa en el aire, traduciendo esto en pérdida de agua. (Anexo 4)

Aunque, con algunas deficiencias, en la gran mayoría del proceso, la instrumentación funciona correctamente, el estado técnico es bastante bueno y todos están verificados y certificados correspondientemente.

De manera general se puede decir que el sistema presenta un estado técnico bastante favorable, con accesorios que pueden ser reparados o sustituidos en una posterior inversión.

- ***Almacenamiento y transporte de agua.***

En la lavandería Unicornio el agua es utilizada en el proceso de lavado y de generación de vapor, así como para el consumo del personal en la empresa. Esta es suministrada por EES Empresa Acueductos y Alcantarillado Cienfuegos, con un precio de 1.55 CUC por cada m³ de agua (Anexo 10).

En cuanto al almacenamiento y transporte de este fluido, no se encuentran derrames debido al buen estado técnico de las tuberías, tanques y cisternas destinadas para el agua. Además, la lavandería consta con una planta de tratamiento de agua capaz de recuperar hasta un 85% del agua que retorna del proceso de lavado, la cual cuenta con todos los equipos necesarios para garantizar su correcto y más completo funcionamiento y se encuentra en perfectas condiciones.

- ***Estado del equipamiento productivo.***

El estado técnico de los equipos de producción se encuentra en general Bien, ya que solo cuentan con dos equipos con roturas menores y prontos a ser puesto en marcha. En el área de producción, los equipos cuentan con un buen estado técnico debido a que se encuentran instalados correctamente, no existen salideros de vapor, cuentan con una buena instalación eléctrica y son usados adecuadamente.

2.2.3 Resumen del diagnóstico de recorrido.

Al realizar un diagnóstico de recorrido se observaron los siguientes eventos:

1. Salideros de Vapor.
2. Falta de aislamiento térmico en accesorios y tuberías de vapor.
3. Grandes desperdicios de vapor en el tanque de condensado.
4. Falta de equipos de medición en las áreas claves como el control de la temperatura de escape y del vapor.
5. Falta de herramientas de control.
6. No existe indicadores de eficiencia por áreas.
7. No existe manuales técnicos sobre los principales equipos consumidores de portadores energéticos.
8. Las normas de calidad no hacen mención a las normas técnicas para un uso racional de la energía. Solo menciona aspecto relacionados con programas de lavado según el uso de los productos químicos.
9. No existe un mantenimiento preventivo, solo recopilación de datos a modo de información donde se confecciona un modelo del gasto diario de portadores energéticos, sin tener en cuenta la comparación con otras entidades nacionales o internacionales, e incluso con las normas técnicas del fabricante. El mantenimiento solo se realiza al efectuarse una Rotura en un equipo dentro del proceso productivo.

2.3 Diagrama energético productivo de la Lavandería Unicornio de la Sucursal SERVISA Cienfuegos.

La Lavandería Unicornio realiza el proceso de lavado y tratamientos a la lencería mediante el uso de lavadoras, secadoras y planchadoras, en las cuales los insumos principales son: vapor, electricidad, productos químicos y nylon. La Figura 2.3 muestra el proceso energético-productivo de la empresa.

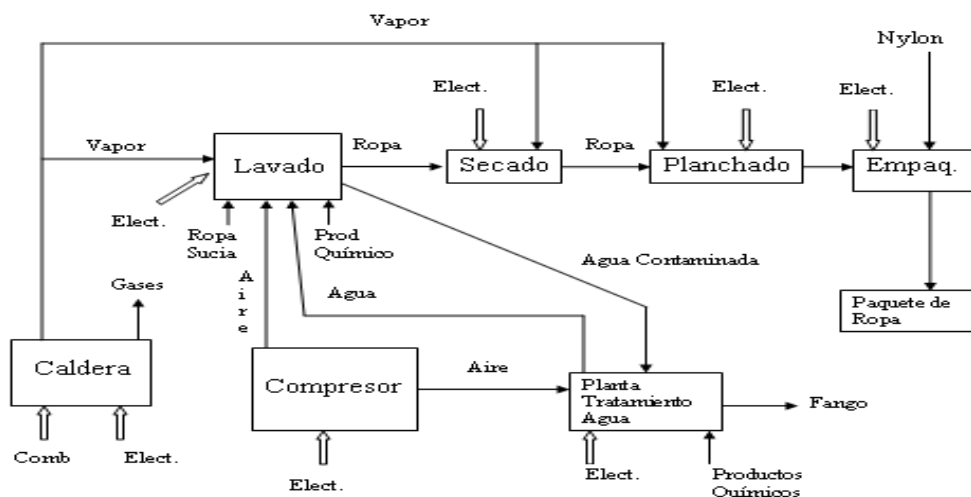


Figura 2.4: Flujograma del proceso energético productivo de la Lavandería Unicornio de la Sucursal SERVISA Cienfuegos.

Fuente: Elaboración propia.

2.4 Diagnostico energético de la Lavandería Unicornio de la Sucursal SERVISA Cienfuegos en los años 2017 y 2018.

En la Lavandería Unicornio, de la Sucursal SERVISA Cienfuegos se contabilizan de forma periódica y disciplinada los recursos energéticos asociados a ella, teniendo control sobre el uso de ellos. Los principales portadores asociados a ella son: Electricidad, Diesel y Fuel Oil. Como se puede observar los portadores energéticos utilizados por la empresa pertenecen al grupo de los combustibles fósiles. Los resultados de consumo de portadores se registran para los años 2017 y 2018 en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3: Estructura de consumo de los portadores energéticos. Fuente: Elaboración propia.

Portadores energéticos (2017)				
Portador energético	Um.	Consumo	Densidad(kg/m³)	Conversión a ton
Electricidad	MWh	354,90		
Diesel	Litros	11587,74	832	9,64
Fuel Oil	Litros	286903	953	273,42
Portadores energéticos (2018)				

Portador energético	Um	Consumo	Densidad(kg/m ³)	Conversión a ton
Electricidad	MWh	278,137		
Diesel	Litros	9228	832	7,68
Fuel Oil	Litros	279838	953	266,69

Al existir una variedad de portadores energéticos se hace difícil establecer una comparación, por lo cual se hace necesario buscar un elemento común entre ellos y para ello se utiliza la conversión a toneladas convencionales de combustible [TCC], para la conversión de la electricidad se utiliza un múltiplo que tiene en consideración las toneladas de combustible consumida durante la generación, este término varió en dependencia del peso que tenga la fuente renovable de energía. Para los combustibles fósiles el consumo se informa en litros; el cual debe convertirse en toneladas y multiplicarse por un múltiplo que lo convierte en la tonelada convencional de combustible. El resultado del combustible convencional consumido por la empresa en el transcurso de los años 2017 y 2018 se muestra en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4: Toneladas de convencionales de combustible (TCC) para los años 2017 y 2018. Fuente: Elaboración propia.

Portador	Um	Consumo	Factor de conversión	Consumo(TCC)
Fuel Oil	ton.	540,10	0,99	534,87
Electricidad	MWh	633,02	0,35	221,68
Diésel	ton.	17,32	1,05	18,24

2.4.1 Análisis del consumo de los portadores energéticos.

Para el análisis de la estructura de consumo de una entidad la herramienta más apropiada es el diagrama de Pareto, este es un gráfico especializado en barras que representa la información en orden descendente desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades de por ciento. Este diagrama es muy útil para aplicar la Ley de

Pareto o Ley 80-20, que identifica el 20 % de los portadores energéticos que consumen el 80 % de la energía.

En la Tabla 2.5 se muestran los datos para la posterior elaboración del diagrama de Pareto, el cual se puede observar en la Figura 2.5, donde se muestra la estructura de consumo de los portadores energéticos de la Lavandería Unicornio de la Sucursal SERVISA Cienfuegos para los años 2017 y 2018.

En estos años se consumieron en portadores energéticos un total de 774,79 toneladas de combustible convencional, desglosadas de la forma siguiente:

Tabla 2.5: Tabla de datos para el diagrama de Pareto 2017-2018. Fuente: Elaboración propia.

Portador	TCC/años	%	% Acumulado
Fuel Oil	534,87	69,03	69,03
Electricidad	221,69	28,61	97,65
Diésel	18,24	2,35	100,00
Total	774,79	100,00	

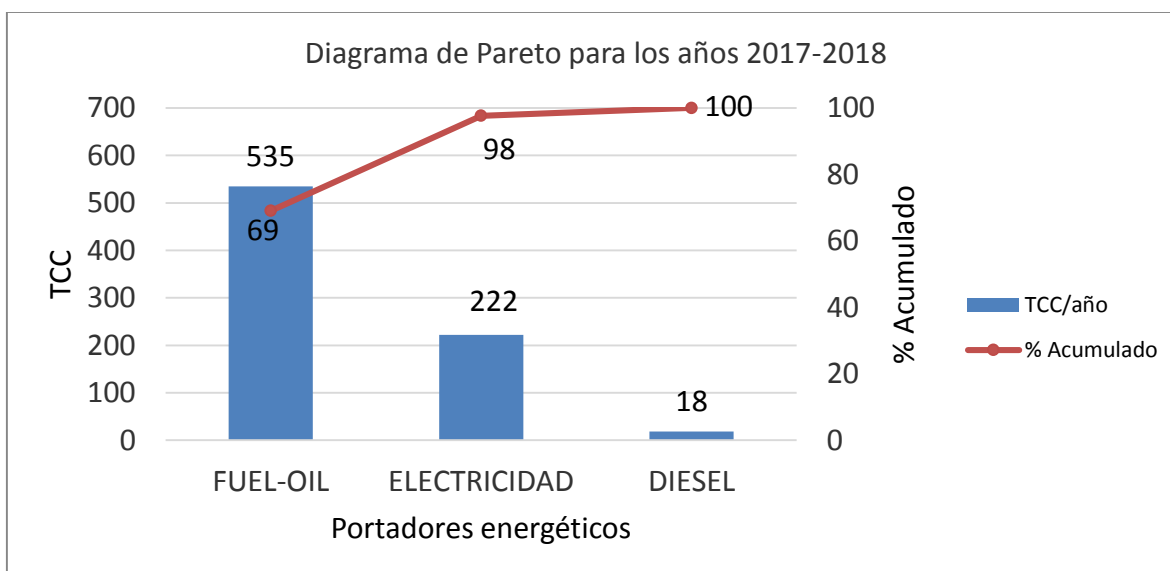


Figura 2.5: Diagrama de Pareto para los años 2017 y 2018.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2.5 se observa que el mayor consumo de portadores energéticos en los años 2017 y 2018 está centrado en el Fuel Oil, lo cual representa 69 % del total de los gastos de portadores energéticos de la Lavandería. De lo cual se deduce que el área donde mayor énfasis o sobre la cual se deben volcar los mayores esfuerzos encaminados a lograr ahorros energéticos debe ser la de generación de vapor en el área de calderas, incluyendo lo concerniente al transporte y uso del mismo. Sin descartar a la electricidad, la cual, también constituye un parámetro a mejorar y que repercute en la eficiencia energética de la empresa y sus gastos, debido a que los equipos de trabajos tienen una componente de ella y no es posible mejorar su forma de trabajo, pero si se puede incidir en mejor manejo y aprovechamiento de horarios y aportes de energía.

2.4.2 Análisis y control del consumo Fuel Oil en los años 2017 y 2018.

Para analizar el comportamiento del consumo de Fuel Oil se utilizó el grafico de control, que un diagrama lineal, que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos, la misma se puede utilizar 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.

Durante el análisis realizado en los años 2017 y 2018 sobre el consumo de Fuel Oil y analizando el comportamiento mediante los gráficos de control (Figuras 2.6 y 2.7) se puede apreciar como los consumos de Fuel Oil se mantienen cercanos al valor promedio del consumo de combustible y no sobre pasan tres veces el valor de la desviación estándar, no existen parámetros fuera de control, lo cual da una idea de estabilidad durante el consumo mensual para los años evaluados.

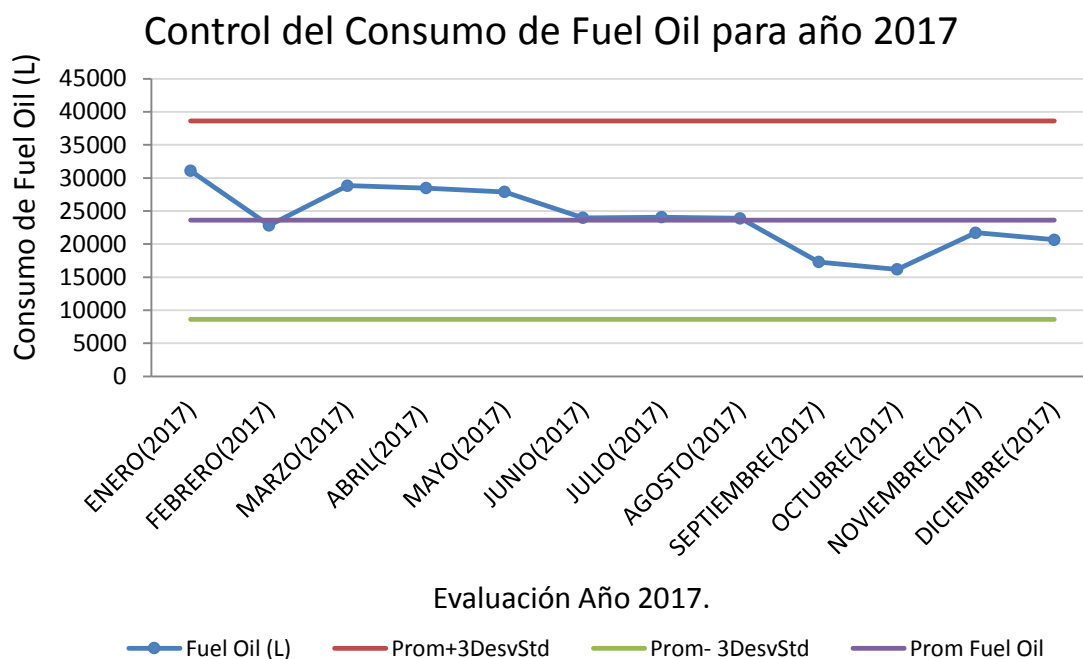


Figura 2.6: Gráfico de control del consumo de Fuel Oil para el año 2017.
Fuente: Elaboración propia

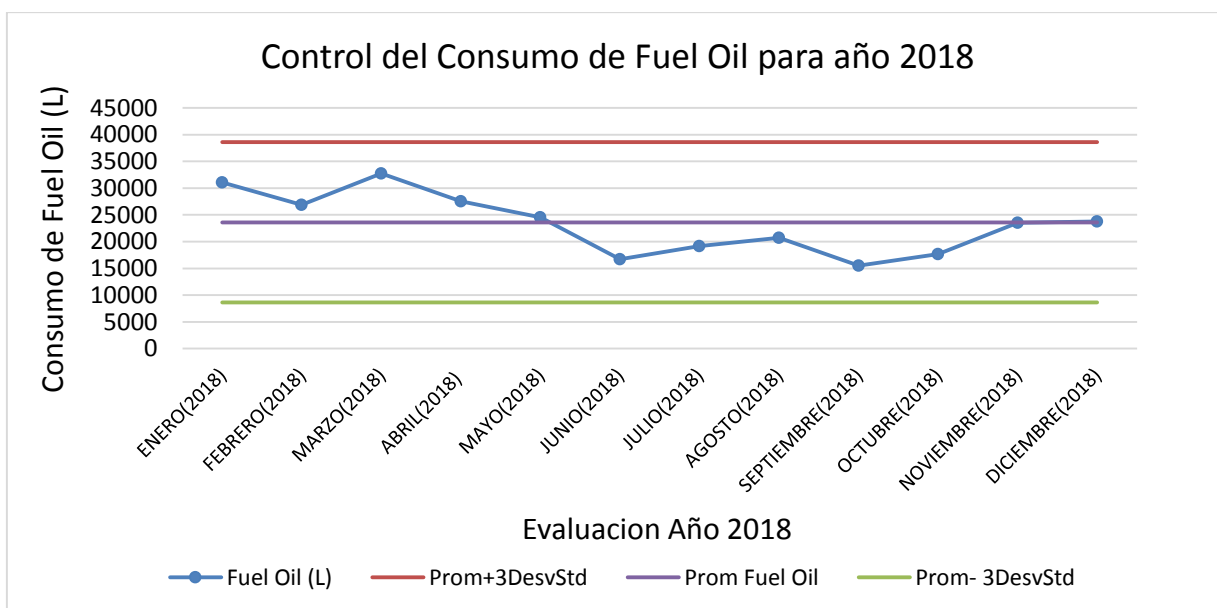


Figura 2.7: Gráfico de control del consumo de Fuel Oil para el año 2018.
Fuente: Elaboración propia.

2.4.3 Control del índice consumo en los años 2017 y 2018.

En el gráfico de control del índice de consumo para los años 2017 y 2018 (Figuras 2.8 y 2.9) se puede apreciar el comportamiento mensual del mismo, respecto al valor promedio y las desviaciones estándar, donde se reflejan los parámetros de control del Índice de Consumo para el período analizado. Los valores por debajo del promedio indican un mejor aprovechamiento de las capacidades de los equipos de lavado, secado y planchado (consumo de Fuel Oil / toneladas de ropa procesada), por lo contrario, los valores por encima del promedio dan la idea de falta de aprovechamiento de la capacidad en dichos equipos.

El Ministerio del turismo en Cuba (MINTUR) establece como indicador los litros de combustible consumido entre los kilogramos de lencería procesada (L/kg), para el mismo establece como valor máximo 0,23 L/kg = 230 L/ton de lencería procesada. Como otra medida de control se agregó a dichos gráficos este índice de consumo máximo permisible por el MINTUR, para así corroborar si realmente la empresa consta de una buena relación entre consumo de Fuel Oil y la cantidad de lencería procesada.

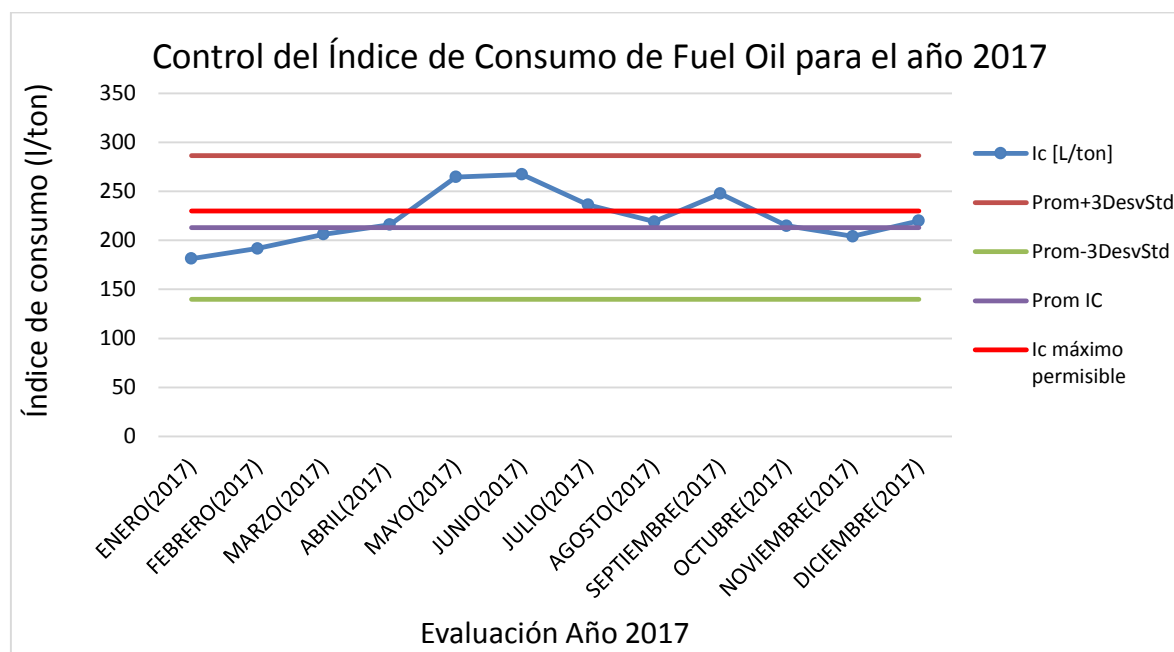


Figura 2.8: Gráfico de control del índice consumo del Fuel Oil para el año 2017. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2.8 se muestra el comportamiento del indicador de consumo de Fuel Oil en el año 2017. En este gráfico se aprecia claramente una tendencia bastante estable del índice de consumo, sin embargo, en los meses de mayo, junio, julio y septiembre se puede observar claramente un aumento significativo del índice de consumo por encima del máximo permisible que tiene que trabajar la empresa. Dentro de las posibles causas que pudieron ver ocasionado este salto en el índice de consumo para el año 2017 se encuentran, un mal aprovechamiento de las capacidades de carga de las lavadoras, secadoras y planchadoras, así como malas manipulaciones por parte de los operarios en el área de producción, y sin descartar las malas condiciones debido a los salideros existentes en las tuberías encargadas del transporte del vapor desde el área de generación hasta el área donde se consume el mismo.

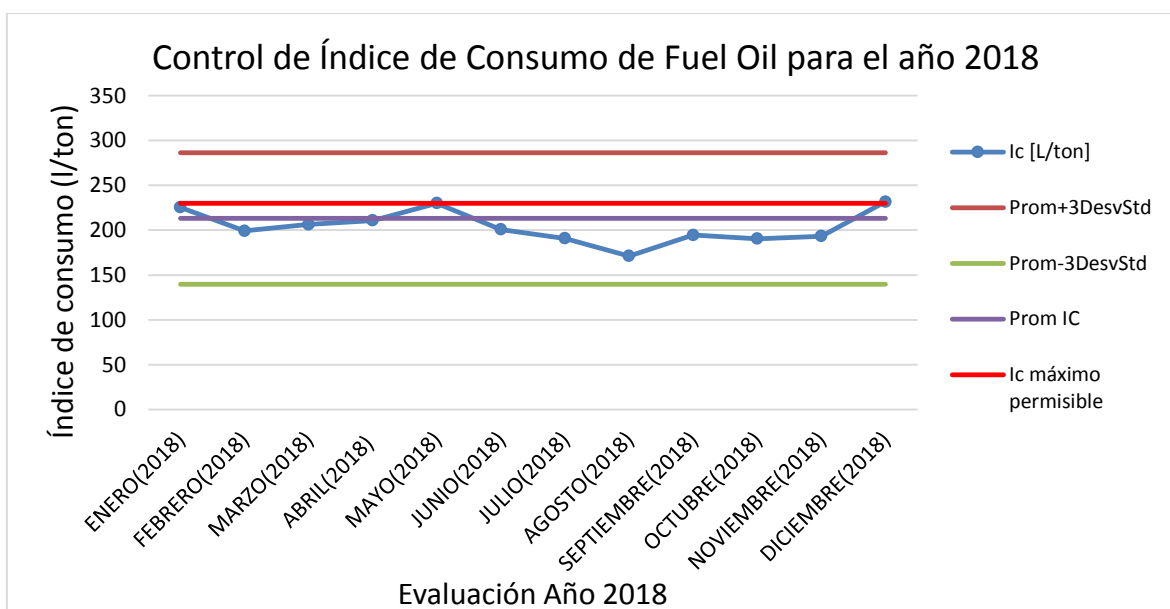


Figura 2.9: Gráficos de control del índice consumo de Fuel Oil para el año 2018.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 2.9 se aprecia claramente una tendencia bastante estable del índice de consumo en el año 2018, observándose aun así que en los meses de mayo y diciembre el índice de consumo se eleva solo un poco por encima del índice máximo permisible, lo cual representa una significativa mejoría con respecto al 2017. Por lo

que se puede afirmar que se han venido tomando medidas encaminadas en mejorar su rendimiento a nivel de empresa.

2.4.4 Relación entre consumo de combustible Fuel Oil y producción en los años 2017 y 2018.

Teniendo en cuenta que el Fuel Oil es el portador energético de mayor peso en el proceso de prestación de servicios de la Lavandería, se hizo el gráfico de Consumo-Producción en el periodo analizado para el mismo, igualmente este portador sólo es consumido en el área de generación de vapor. Este grafico se puede apreciar en las Figuras 2.10 y 2.11. Un análisis teórico de este indicador nos proporcionaría una correspondencia entre el consumo y producción, haciendo que estas dos curvas tengan una trayectoria paralela aproximada, que emite la correspondencia entre ellas.

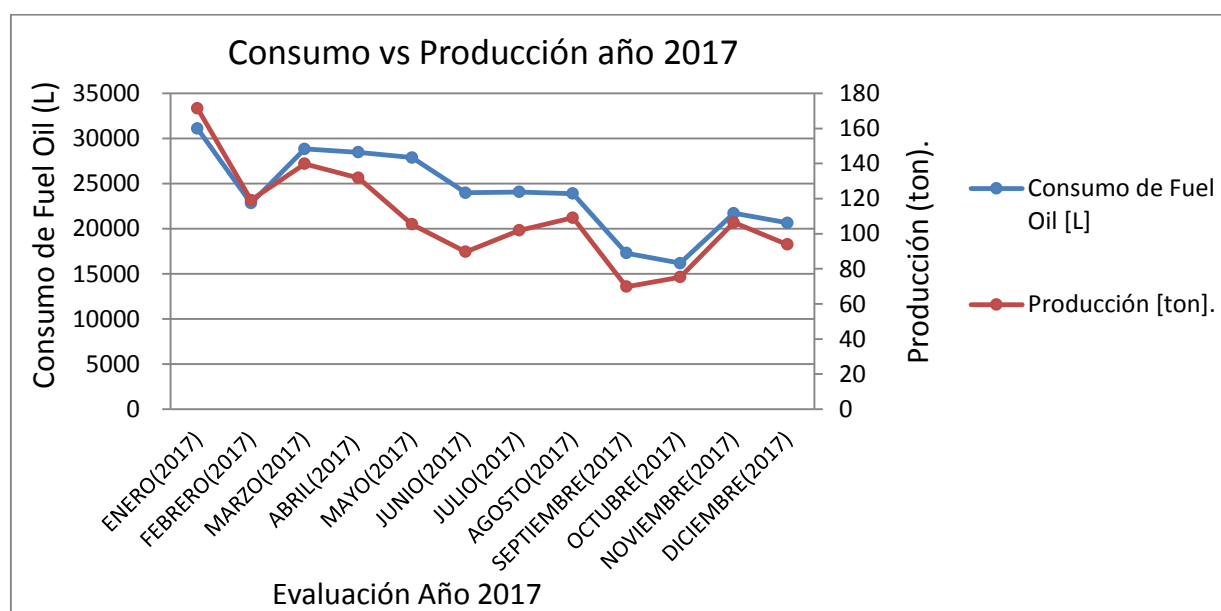


Figura 2.10: Gráfico de Consumo de Fuel Oil vs Producción para el año 2017.
Fuente: Elaboración propia.

El gráfico de la Figura 2.10 muestra una correspondencia bastante equilibrada en la relación existente entre el consumo de Fuel Oil como mayor portador energético utilizado en la entidad y la producción mes a mes durante todo el año 2017. Se

observa que para crecimientos en el consumo del Fuel Oil existe bastante correspondencia en cuanto al crecimiento de la producción y viceversa.

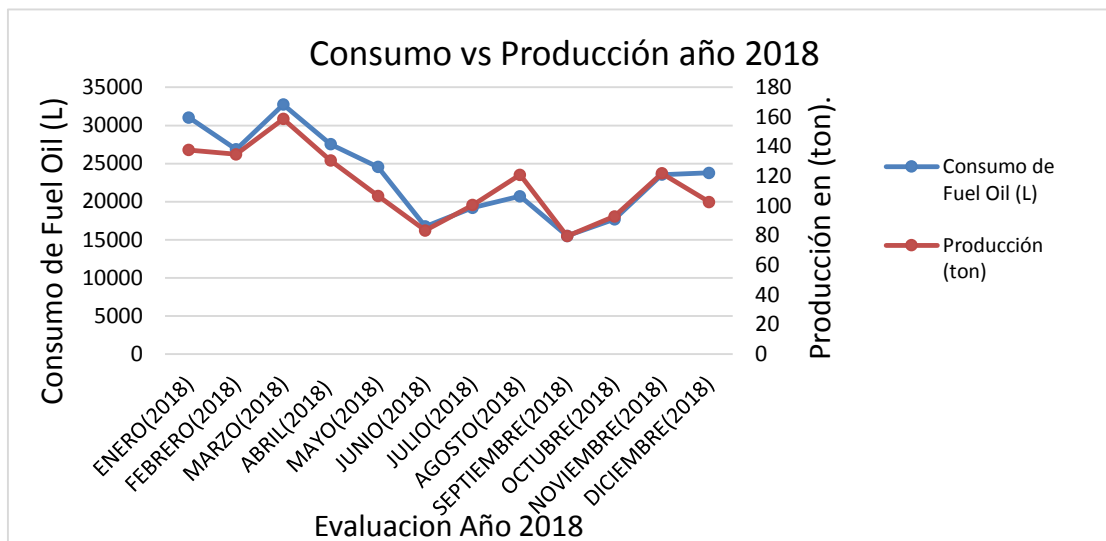


Figura 2.11: Gráfico de Consumo de Fuel Oil vs Producción para el año 2018.
Fuente: Elaboración propia.

El gráfico de la Figura 2.11 muestra una buena correspondencia en la relación existente entre el consumo de Fuel Oil como mayor portador energético de la entidad utilizado y la producción mes a mes durante todo el año 2018. Además, se puede apreciar una gran mejoría en la relación con respecto al año 2017 en cuanto a la correspondencia del crecimiento en el consumo del Fuel Oil en cuanto al crecimiento de la producción y viceversa.

2.4.5 Análisis de la correlación entre el Fuel Oil consumido y la producción para los años 2017 y 2018.

El análisis de la correlación lineal se basa en las variables de combustible consumido y toneladas producidas por la empresa en las actividades productivas. La expresión que caracteriza dicha correlación, está dada por la ecuación de una recta de la forma:

$$y = mx + b \quad (2.1)$$

Donde el valor que acompaña a la $[x]$ es la pendiente de la recta y $[b]$ representa el

intercepto con el eje [y], que no es más que la energía no asociada a la actividad productiva, que en este caso representa el combustible que no tiene respaldo con la actividad productiva. La literatura y la experiencia acumulada en los trabajos realizados por el CEEMA indican que se pueden considerar adecuados, a los efectos de estos análisis energéticos, valores del coeficiente de correlación $R^2 \geq 0.75$. Debido a que los valores del coeficiente de correlación (R^2) obtenidos en los diagramas de Dispersión (Figuras 2.12 y 2.13) de combustible Fuel Oil consumido vs Producción son superiores al 0,75, se considera una correlación buena de las variables analizadas.

Se realiza este diagrama para el portador Fuel Oil por representar el de mayor consumo de portadores energéticos en toda la Lavandería y además de estar enmarcado en el área de generación de vapor.

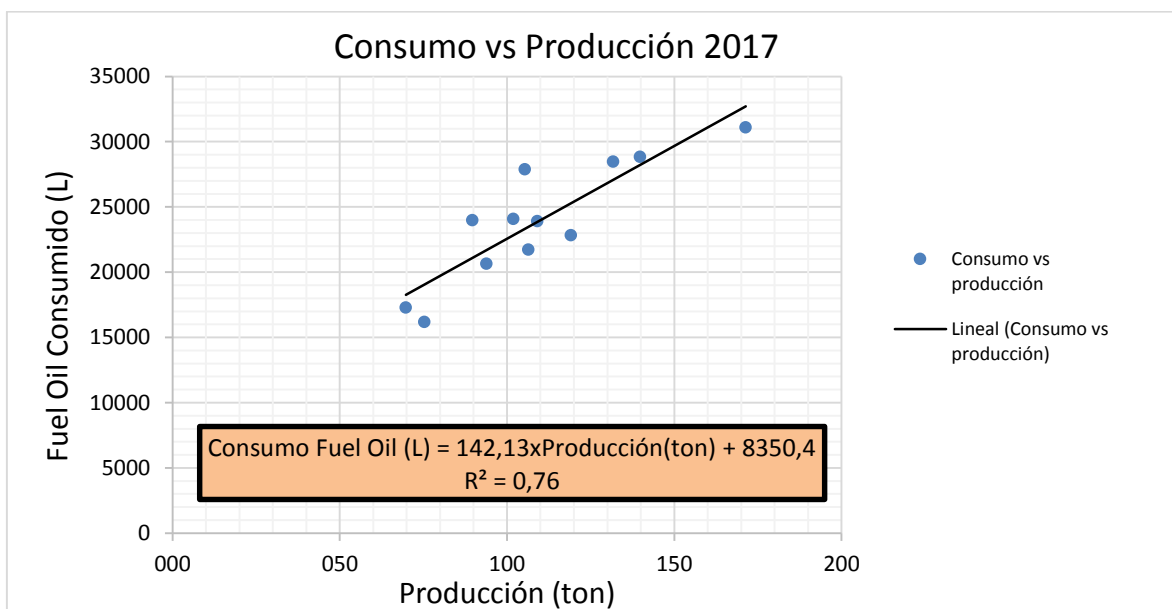


Figura 2.12: Diagrama de dispersión de Consumo de Fuel Oil vs. Producción en el 2017. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 2.12 muestra una correlación lineal positiva entre el consumo de Fuel Oil y la producción, pues se obtiene un coeficiente $R^2 = 0.7642$, el cual es superior al 0.75 que se considera el valor mínimo o de referencia.

La ecuación que rige el comportamiento del consumo de Fuel Oil en el año 2017 graficado es:

$$\text{Consumo Fuel Oil (L)} = 142.13 * \text{Producción(ton)} + 8350.4 \quad (2.2)$$

El consumo de Fuel Oil no asociado a la producción para este año equivale a 8350.4 L/mes, lo que representa un 35.36 % del consumo total de combustible, que puede considerarse un gasto significativo, el cual pudo estar dado por la existencia de salitreros de vapor y la falta de aprovechamiento de las capacidades de carga de las lavadoras, secadoras y planchadoras.

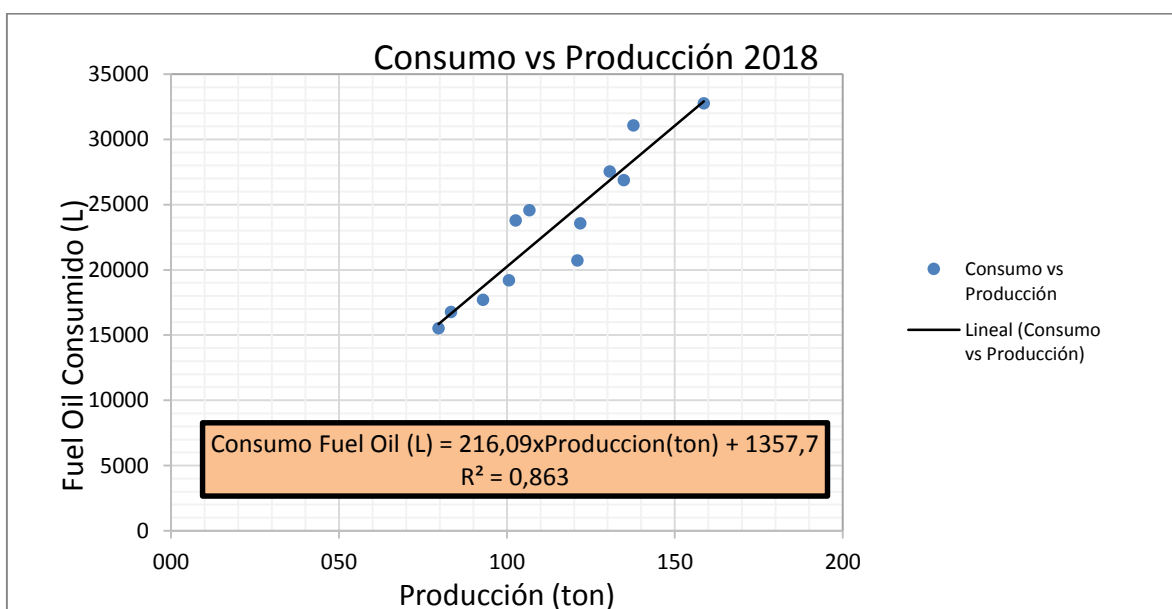


Figura 2.13: Diagrama de dispersión de Consumo de Fuel Oil vs. Producción en el 2018. Fuente: Elaboración propia.

En el 2018 (Figura 2.13) existe una correlación lineal positiva entre el consumo de Fuel Oil y la producción en toneladas de lencería procesada, pues se obtiene un coeficiente $R^2 = 0.8635$, el cual es superior al 0.75, lo que representa un resultado satisfactorio y mejor con respecto al 2017.

La ecuación que rige el comportamiento del consumo de Fuel Oil en el año 2018 graficado es:

$$\text{Consumo Fuel Oil (L)} = 219.09 * \text{Producción(ton)} + 1357.7 \quad (2.3)$$

El consumo de Fuel Oil no asociado a la producción equivale a 1357.7 L/mes, lo que representa un 5.75 % del consumo total de combustible, notándose así un significativo avance con respecto al año 2017 en cuanto al consumo de Fuel Oil.

Para la empresa, utilizar el diagrama de dispersión de la energía usada con respecto a la producción realizada revela importante información sobre el modo en que se está realizando el proceso. La energía no asociada a la producción constituye una fuente de ahorro y mejora de la eficiencia energética.

2.4.6 Comportamiento teórico del índice de consumo respecto a la producción.

El comportamiento del índice de consumo respecto a la producción está dado por el portador energético consumido entre los valores de producción.

$$IC = \frac{\textit{Combustible}}{\textit{Toneladas}} \quad (2.4)$$

Considerando que el combustible tiene una parte no asociada a la producción y que tiene otra que depende del comportamiento de la recta que se obtiene como consecuencia del diagrama de dispersión, que se relaciona con el producto de la pendiente de la recta con la producción.

$$IC = \frac{\textit{Comb}_0 + mP}{P} = \frac{\textit{Comb}}{P} + m \quad (2.5)$$

Como resultado de esta ecuación se obtiene el siguiente comportamiento del índice teórico del combustible Fuel Oil para distintos valores de producción para los años 2017 y 2018, los cuales se pueden apreciar en los gráficos de las Figuras 2.14 y 2.15.

Los puntos existentes en dichos gráficos representan el comportamiento del índice de consumo real durante el periodo de referencia comparativa. Identificando que los puntos por debajo de la curva representan un incremento de la eficiencia del proceso productivo; en caso contrario, existe un potencial de disminución del índice de consumo, igual a la diferencia entre el Ic real (sobre la curva) y el Ic teórico (en la curva) para igual producción.

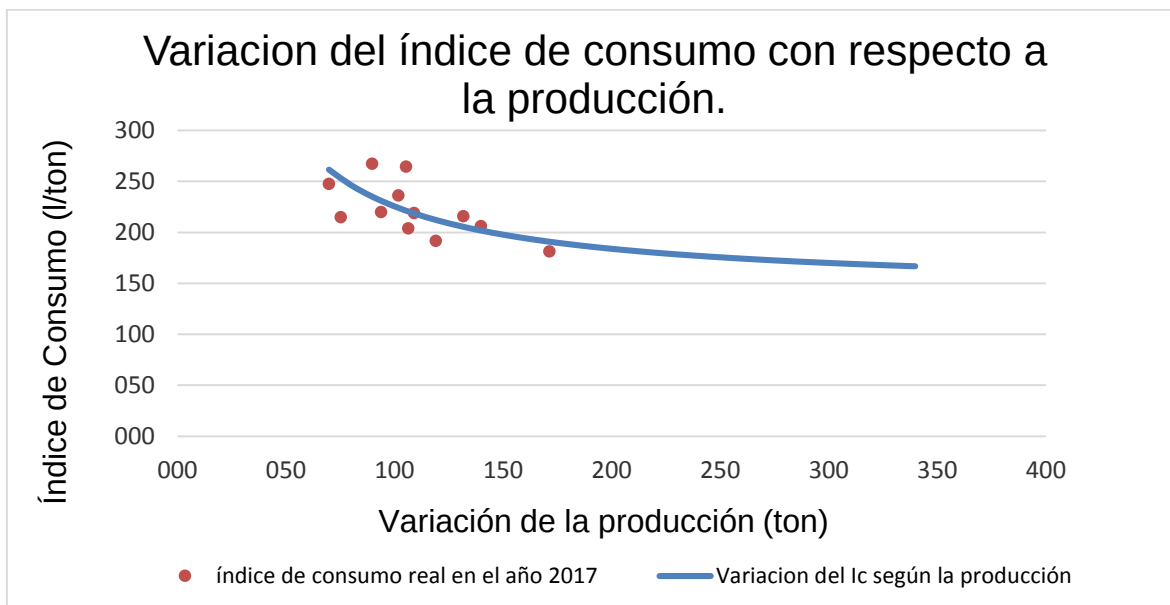


Figura 2.14: Comportamiento del índice de consumo de Fuel Oil con respecto a la producción para el año 2017.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 2.14 se observa una marcada dependencia entre el índice de consumo y el nivel de producción según el año 2017, notándose como a medida que aumenta la producción disminuye el índice de consumo, no siendo efectivos los análisis referidos a un valor constante del índice.

Niveles de producción mensuales aproximadamente inferiores a 100 toneladas de lencería procesada conllevan a una sensible elevación del índice de consumo de Fuel Oil (nivel de producción crítico).

La expresión que caracteriza el comportamiento del índice de consumo en función del nivel de producción para el año 2017 es:

$$Ic \text{ Fuel Oil} = 142,13 + \left(\frac{8350,4}{\text{Toneladas}} \right) \quad (2.6)$$

Esta ecuación se obtiene de aplicar el despeje mostrado en la Ecuación 2.5, a la Ecuación 2.2, que es la ecuación que rige el comportamiento del consumo de Fuel Oil en el año 2017.

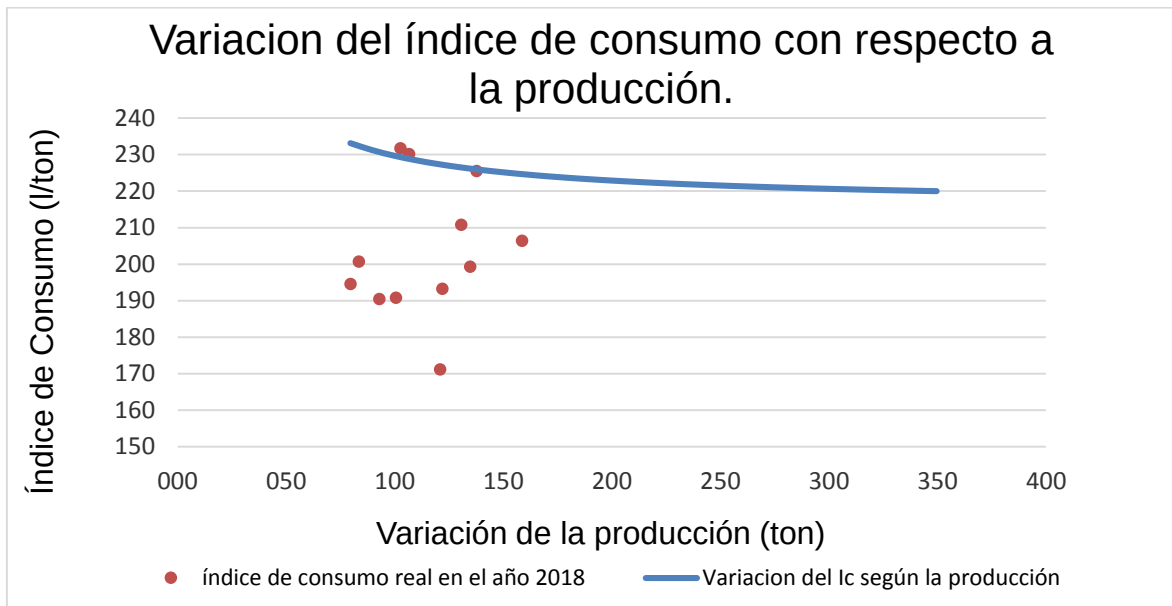


Figura 2.15: Comportamiento del índice de consumo del Fuel Oil con respecto a la producción para el año 2018. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2.15 se observa una marcada dependencia entre el índice de consumo y el nivel de producción, notándose como a medida que aumenta la producción disminuye el índice de consumo, no siendo efectivos los análisis referidos a un valor constante del índice.

Niveles de producción mensuales aproximadamente inferiores a 100 toneladas de lencería procesada conllevan a una sensible elevación del índice de consumo de Fuel Oil (nivel de producción crítico).

La expresión que caracteriza el comportamiento del índice de consumo en función del nivel de producción para el año 2018 es:

$$Ic_{Fuel\ Oil} = 216,09 + \left(\frac{1357,7}{Toneladas} \right) \quad (2.7)$$

Esta ecuación se obtiene de aplicar el despeje mostrado en la Ecuación 2.5, a la Ecuación 2.3, que es la ecuación que rige el comportamiento del consumo de Fuel Oil en el año 2018.

2.4.7 Gráficos de tendencia o de suma acumulativa (CUSUM) para los años 2017 y 2018.

Se realizaron estos gráficos para monitorear la tendencia de la empresa en cuanto a la variación del consumo de Fuel Oil. A partir de estos gráficos también se podrá determinar cuantitativamente la cantidad de combustible que se ha dejado de consumir o se ha consumido en exceso con relación al comportamiento al periodo analizado, correspondiente a los años 2017 y 2018.

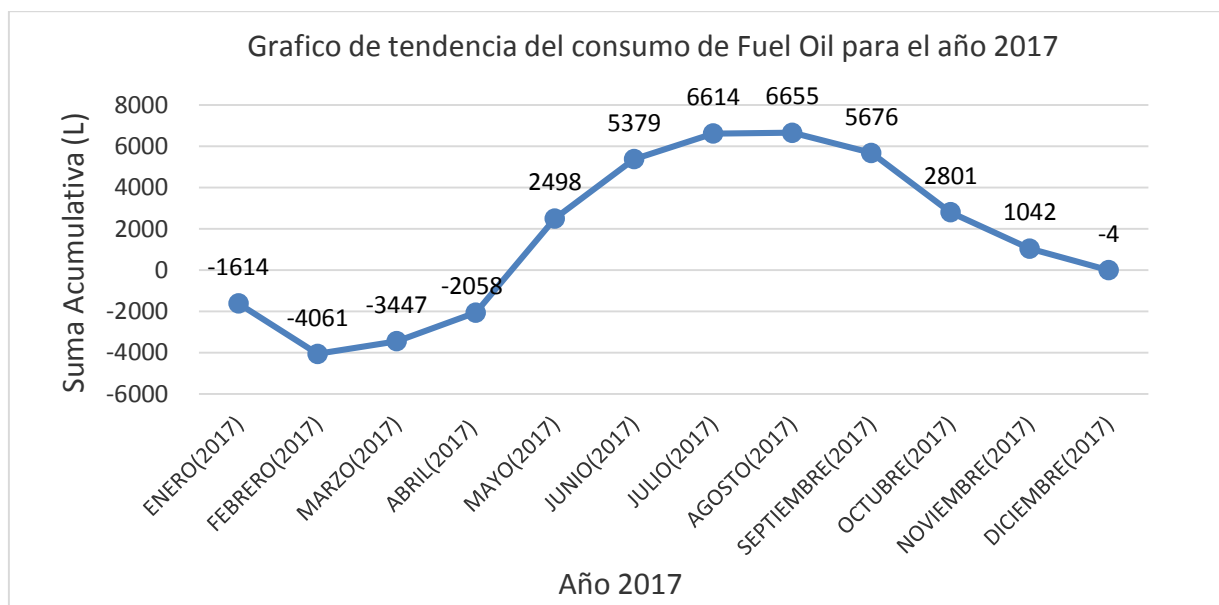


Figura 2.16: Gráfico de tendencia del consumo de Fuel Oil para el año 2017.
Fuente: Elaboración propia.

El gráfico de la Figura 2.16 muestra claramente que en el año 2017 existió un consumo bastante elevado, es decir, hubo poco ahorro de Fuel Oil en relación al comportamiento medio alcanzado en este año y niveles de producción equivalentes, y al finalizar el 2017 se tenía un ahorro acumulado equivalente a solo 4 litros de Fuel Oil.

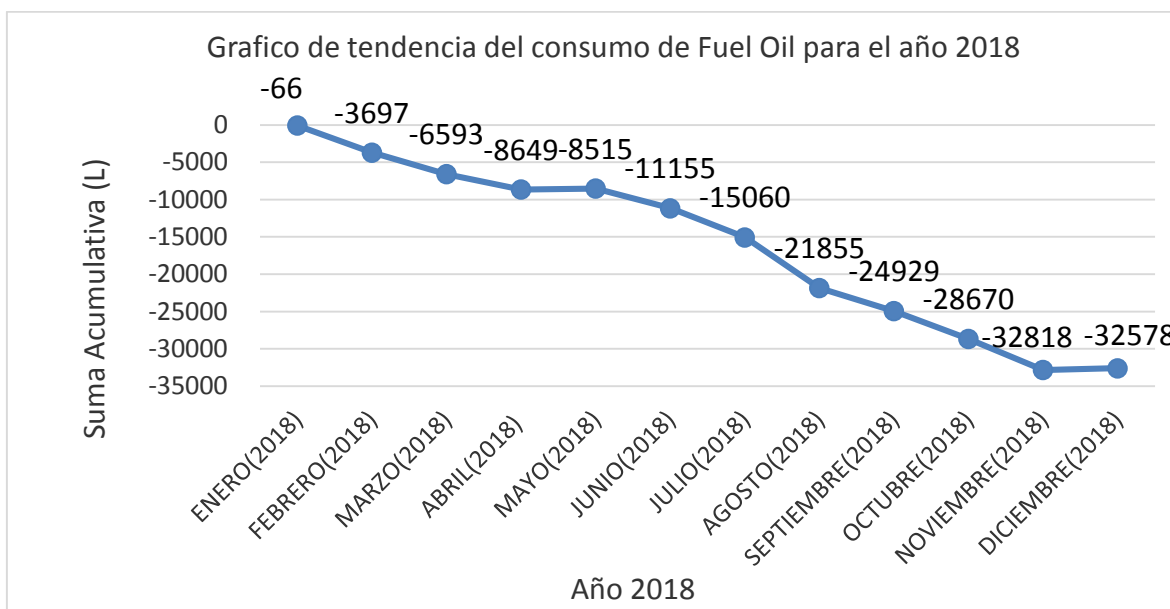


Figura 2.17: Grafico de tendencia del consumo de Fuel Oil para el año 2018.
Fuente: Elaboración propia.

El grafico de la Figura 2.17 se observa como en el 2018 se tuvieron ahorros de Fuel Oil con relación al comportamiento medio alcanzado en el año anterior y niveles de producción equivalentes, y al finalizar el año se tenía un ahorro acumulado equivalente de 32578 litros de Fuel Oil, lo que representa un avance bastante alto con respecto al año 2017.

2.4.8 Evaluación de la Lavandería Unicornio según el diagnóstico energético realizado para los años 2017 y 2018.

El 2017 se caracterizó por ser un año de considerables gastos de Fuel Oil en la lavandería según los diagramas realizados para verificar su comportamiento en este periodo, notándose escasas correspondencias en cuanto el consumo de este combustible y la producción, reportándose índices de consumo del Fuel Oil por encima del índice con que debe trabajar la empresa según El Ministerio del Turismo en Cuba (MINTUR). Causas como salideros de vapor y mal aprovechamiento de las capacidades de los equipos productivos son las que con frecuencia pueden provocar altos consumos de combustible no asociados a la producción.

Ya para el 2018 se puede apreciar como la empresa va mostrando un mejoramiento paulatino en cuanto a la relación entre consumo de Fuel Oil y la producción, revelándose disminuciones notables del índice de consumo de Fuel Oil, de lo que se puede deducir un avance significativo con respecto al año 2017.

Por lo anterior expuesto se puede afirmar que la lavandería no presenta una situación tan desfavorable en temas de gestión energética, notándose que han venido acciones independientes encaminadas a la eficiencia del proceso, pero sin un Sistema de Gestión Energética.

Capítulo 3: Oportunidades de ahorro y propuestas para el mejoramiento de la Eficiencia Energética de la Empresa.

Para la identificación de mejoras y medidas de ahorro en las áreas de producción y uso del vapor se utilizó como herramienta el Intercambio Intensivo de Ideas, estudios realizados con anterioridad y los resultados estadísticos del comportamiento de sus parámetros. Para la utilización de las herramientas se seleccionó un grupo de personas que forman parte del personal clave para el buen desempeño energético, se aclaró bien el objetivo de la Tormenta de Ideas y se pasó a registrar todas las propuestas de posibles mejoras para el proceso.

3.1 Aspectos generales a mejorar a nivel de Empresa.

1. Implementar y mantener una comisión de energía con el personal clave en el consumo de energía y establecer para el mismo un sistema de atención diferenciada, capacitación y motivación a través de mecanismos de interés.
2. Perfeccionar el sistema de monitoreo y control energético. Índices de consumo globales, por áreas y puestos claves en función del nivel de producción.
3. Instalación de instrumentaciones necesarias para agilizar el control de procesos.
4. Desarrollar un programa interno de concientización para todo el personal alrededor del ahorro de energía y agua.
5. Establecer y ejecutar un programa de seminarios y cursos de capacitación para el personal directivo y especialistas en eficiencia energética con vinculo a la Universidad.

3.2 Oportunidades de mejora y ahorro en el proceso de generación y uso del vapor.

1. Realizar ajustes periódicos de la combustión a partir de análisis de gases de salida de la caldera. (Con empresas certificadas, Alastor)

Factores que favorecen.	Factores que se oponen.
Necesidad de rectificar periódicamente la eficiencia en la generación de vapor mediante el análisis de los gases de escape.	No existencia de equipos de medición
	Estos equipos no se encuentran dentro del plan de inversiones de la empresa.
Comentarios	
Como se puede observar existen factores objetivos negativos que tienen mayor incidencia sobre la implementación de dicha propuesta de mejora.	

2. Sustitución y reparación de las tuberías y en mal estado técnico debido a la presencia de salideros. (Personal de mantenimiento, Empresa)

Factores que favorecen.	Factores que se oponen.
Necesidad de reducir los gastos por pérdidas de vapor.	No existencia de tuberías de vapor ni accesorios para sustitución.
	No se encuentran dentro del plan de inversión de la empresa.
	Se requiere de una entidad especializada para dicha sustitución.
Comentarios	

El factor económico desempeña un papel fundamental a la hora de implementar dicha propuesta.

3. Sustitución de las trampas de vapor cuyo estado es desfavorable. (Personal de mantenimiento de la empresa)

Factores que favorecen.	Factores que se oponen.
Necesidad de reducir los gastos por pérdidas de vapor.	No existen trampas de vapor ni accesorios para sustitución.
	No se encuentran dentro del plan de inversión de la empresa.
	Se requiere de una entidad especializada para dicha sustitución.
Comentarios	
Como se puede observar existen factores objetivos negativos que tienen mayor incidencia sobre la implementación de dicha propuesta de mejora.	

4. Completar aislamiento térmico en tramos de líneas de vapor y en líneas de condensados. (Personal de mantenimiento de la empresa)

Factores que favorecen.	Factores que se oponen.
Necesidad de reducir las pérdidas de temperatura por transferencia de calor al medio.	Detener la generación de vapor, lo que trae consigo parar la producción. (Este factor no repercute mucho ya que esta operación se puede realizar
Protección al personal que radica en esas áreas.	

Cuentan con aislantes de fibras de vidrio y papel de aluminio para la realización de dichas operaciones.	en algún día en que la fábrica se encuentre detenida por algún motivo).
Comentarios	
Es de fácil implementación dicha medida, pues no requiere de inversión financiera sino de una mayor rigurosidad y de personal diestro para el trabajo.	

5. Nuevas estrategias para operar en el proceso según las condiciones de trabajo. (Energético y jefe de producción de la empresa)

Factores que favorecen.	Factores que se oponen.
Se conocen los valores de consumo real de cada máquina	Existe un régimen de trabajo caracterizado por el cumplimiento de normas y no de máximo aprovechamiento de los recursos.
Se pueden diseñar estrategias de operación para las diferentes condiciones de trabajo.	
Comentarios	
La implementación de dicha propuesta solo requiere un nivel de capacitación en temas de máximo aprovechamiento de los recursos a todos los individuos del proceso.	

6. Aplicar la cogeneración para la generación de energía eléctrica partir del vapor que va para proceso productivo. (Dirección)

Factores que favorecen.	Factores que se oponen.
-------------------------	-------------------------

Disminución del consumo de la energía proveniente de la red nacional en dependencia de la potencia que se genere, aportando ahorros monetarios a la empresa y de combustible al país.	Tecnologías altamente costosas.
	No se encuentran dentro del plan de inversiones de la empresa.
La energía que no consuman de este sistema será aportada a la red nacional.	Se requiere de una entidad especializada para dicha instalación
Se cuenta los generadores de vapor para el funcionamiento de este sistema.	
Comentarios	
Existen factores objetivos positivos muy buenos que tienen mucha incidencia sobre la implementación de dicha propuesta de mejora, si embargo se oponen otros factores que son primordiales, debido a que la economía desempeña un papel fundamental a la hora de implementar dicha propuesta.	

7. Aplicar la trigeneración para la obtención de frío mediante refrigeración por absorción con amoníaco, a partir del vapor de retroceso del proceso productivo. Esta propuesta puede ser usada para el consumo propio de la empresa y en el mejor de los casos para la prestación de servicios a terceros.
(Dirección e Inversión de la Empresa)

Factores que favorecen.	Factores que se oponen.
Tecnologías poco caras y poco complejas a la hora de ser instaladas.	No se encuentran dentro del plan de inversiones de la empresa.

De ser consumido el frio por la empresa, ahorrarían electricidad y disminuirían gastos por el pago de esta.	Se requiere de una entidad especializada para dicha instalación.
De ser usado para la prestación de servicios, obtendrían beneficios monetarios.	
Comentarios	
Existen factores objetivos positivos muy buenos que tienen mucha influencia sobre la economía de la empresa.	

3.2.1 Otra propuesta.

Después de haber agotado las propuestas relacionadas con el transporte y uso del vapor se hace una nueva propuesta no menos importante, que es la generación de electricidad mediante la energía solar.

8. Aplicar la inclusión de energía solar en el proceso productivo de la lavandería, así como en las demás áreas. (Dirección e Inversión)

Factores que favorecen.	Factores que se oponen.
Son fuentes renovables de energía, lo cual elimina la dependencia de los combustibles fósiles, aportándole significativos ahorros de combustible al país.	Tecnologías costosas.
Disminución del consumo de la energía proveniente de la red nacional en dependencia de la potencia que se genere, aportando ahorros	

monetarios a la empresa y de combustible al país.	
La energía que no consuman de este sistema será aportada a la red nacional.	No se encuentran dentro del plan de inversiones de la empresa.
	Se requiere de una entidad especializada para dicha instalación
Se cuenta con los espacios necesarios para el implemento de esta propuesta, como son techos y áreas verdes.	Se requiere de una entidad especializada para dicha instalación
Comentarios	
• Esta propuesta podría ser de gran repercusión en la lavandería ya que está inmersa dentro de la política trazada por el país en cuanto al uso de las fuentes renovables de energía. • El objetivo de esta propuesta es ir trabajando sobre la implementación de las fuentes renovables, específicamente la solar fotovoltaica en pequeñas empresas consumidoras de energía en el país, lo que conllevará menor cantidad de empresas dependientes de la red eléctrica nacional, lo que se puede traducir en significativos ahorros de combustible y dinero al país.	

3.3 Análisis de la propuesta de generación de electricidad mediante la cogeneración.

Debido a la necesidad de aprovechar al máximo el vapor generado por las calderas de la lavandería Unicornio, surge esta propuesta, que consiste en la generación de energía eléctrica usando el vapor como fuente de energía.

La cogeneración es un término ya bastante conocido. Cogeneración significa producción simultánea de dos o más tipos de energía. Normalmente las energías generadas son electricidad y calor, aunque puede ser también energía mecánica y calor (y/o frío). Recordemos que la termodinámica obliga a la evacuación de una cierta cantidad de calor en todo proceso térmico de producción de electricidad, ya que todo el calor absorbido no puede transformarse en trabajo, y el objetivo de la cogeneración es que no se pierda esta gran cantidad de energía. (Fraile, 2007/2008) La energía mecánica se produce por expansión del vapor de alta presión procedente de una caldera. El sistema genera menos energía eléctrica (mecánica) por unidad de combustible que su equivalente con turbina de gas. Sin embargo, el rendimiento global de la instalación es superior.

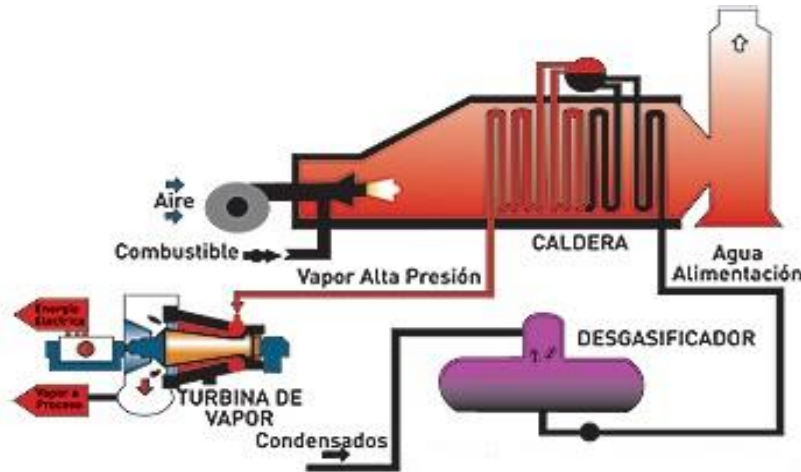


Figura 3.1: Esquema cogeneración mediante turbina de vapor.

Fuente: (Montserrat,2011)

3.3.1 Contribución de la Cogeneración a la mejora de la eficiencia energética.

- Liberación de espacio en comparación con la solar térmica y los sistemas convencionales. La planta de cogeneración ocupa unas dimensiones reducidas y no necesita invadir espacios arquitectónicamente visibles como fachadas y tejados, ya que se pueden ubicar bajo techo. La cogeneración al ser un sistema centralizado libera espacios de alto valor (interior de viviendas), ocupados por los sistemas convencionales.

- Generación distribuida de electricidad. La energía, tanto térmica como eléctrica, se genera junto al lugar de consumo, por lo que no hay pérdidas en el transporte, distribución y transformación.
- El aprovechamiento del calor y la generación de electricidad de manera eficiente reportan un ahorro de energía primaria ya que disminuye la necesidad de invertir en la red eléctrica.

(Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2010)

3.3.2 Selección del equipo de cogeneración.

Para la elección de este equipo, la potencia de la turbina se seleccionó a partir de los parámetros termodinámicos del vapor de alimentación a la misma, sin tener en cuenta las características físicas constructivas de la turbina (Angulo de los álabes, numero de escalonamientos, triangulo de velocidades de cada uno de los escalonamientos, etc.) ya que son parámetros propios de la turbina, determinados por el fabricante.

Con los parámetros termodinámicos del vapor a la entrada de la turbina (caudal másico de vapor 2000 kg/h, presión de entrada 9 bar, presión de salida 3 bar, temperatura de entrada 200 °C, temperatura de salida 140 °C necesarios para el proceso productivo), se ha seleccionado una microturbina SIEMENS S2E-50, capaz de generar una potencia útil de 55 kW.

La S2E-50 es una microturbina de una carcasa que puede trabajar con una red de vapor. Es extremadamente económica y eficiente y puede absolver elevados gradientes térmicos con una extracción simultanea regulada. La figura 3... muestra el aspecto general de la S2E-50 (Anexo 7).



Figura 3.2: Aspecto general de la microturbina SIEMENS S2E 50.

Fuente: SIEMENS S2E 50-250

En la tabla 3.1 se resumen las características principales de esta turbina.

Tabla 3.1: Características principales de la microturbina SIEMENS S2E-50.Fuente SIEMENS

Parámetros Técnicos	
Potencia eléctrica	55 kW
Presión del vapor entrante	min. 4,0 bar, máx. 20,0 bar
Temperatura del vapor seco a la entrada	min. 130°C, máx. 350°C
Presión del vapor saliente	min. 1,0 bar, máx.5,0 bar
Temperatura del vapor saliente	min. 105°C, máx. 315°C
Caudal de vapor	min. 1.5 ton/h, máx. 8 ton /h
Velocidad	3000 r/min
Parámetros eléctricos	
Tensión	230 V, 480 VAC / 400 VAC
Frecuencia	50 Hz / 60 Hz
Regulación aislado de red (estado permanente)	+/- 0.50 % voltaje nominal máximo +/- 0.50 % frecuencia nominal
Eficiencia basado en Eff1	96 %
Tipo de aislamiento	IP 55

Dimensiones típicas:

- Longitud: 4400 mm
- Anchura: 2400 mm
- Altura: 3100 mm

Intervalo de mantenimiento para cambio de rodamientos:

- Turbina: 25000 horas
- Generador: 25000 horas

Otras características claves:

- Generador energético de alta eficiencia accionado con vapor.
- Funcionamiento eficiente en condiciones de vapor húmedo.
- Excelente relación potencia/ peso.
- Construcción modular con instalación sencilla.
- Tecnología respetuosa con el medio ambiente.
- Posibilidad de aprovechamiento total del vapor saliente.
- Vida útil mín. 100.000 horas.
- Tiempo de subida a plena potencia: 10 min.

3.3.3 Ahorros de energía mediante la propuesta de cogeneración.

En la lavandería los horarios de trabajo no son fijos, si no que están en dependencia a la demanda de lencería que tenga la empresa.

En la tabla 3.2 se observa la cantidad de energía que dejarían de consumir de la red nacional y el ahorro monetario que esto generaría en cada uno de los horarios de trabajo (día, pico y Madrugada).

Tabla 3.2: Ahorros de gastos de energía y monetarios mediante la aplicación de la cogeneración para los diferentes horarios de trabajo. Fuente: Elaboración propia

Potencia de generación de la microturbina S2E 50 (kW)						55
Cargos por cada kW gastado en los diferentes horario de trabajo (CUC).		Horas de trabajo (h)	Energía generada (kWh)	Ahorro por horario (día)	Ahorro por mes	Ahorro por año
Dia (6:00 AM – 6:00 PM)	0,042	12	660	27,72	665,28	7983,36
Pico (6:00 PM – 10:00 PM)	0,083	4	220	18,26	438,24	5258,88
Madrugada (10:00 PM – 6:00 AM).	0,028	8	440	12,32	295,68	3548,16

Basado en estos resultados podemos afirmar que esta propuesta representa un gran apoyo al consumo de energía de la lavandería Unicornio, sin embargo, no es posible proponer un ahorro de energía fijo debido a la inestabilidad en los horarios de trabajo de la empresa, la cual trabaja en dependencia de la demanda de lencería a procesar.

3.4 Análisis de la propuesta de generación de electricidad mediante la energía solar.

Una instalación fotovoltaica conectada a la red dispone del conjunto de equipos, conexiones, y sistemas que permiten su conexión a la red y su correcto funcionamiento.

En una instalación fotovoltaica convencional, esquematizada en la figura 3.3 se pueden distinguir los bloques funcionales bien diferenciados:

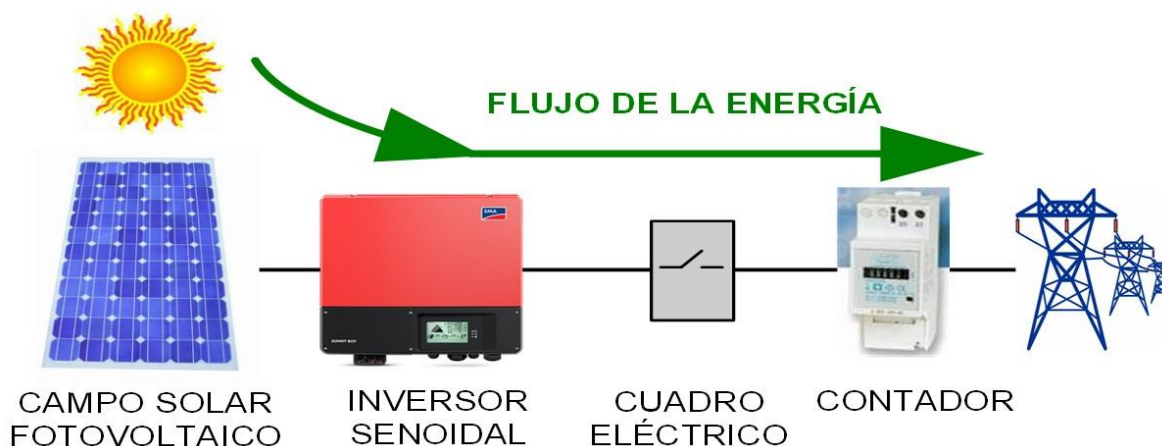


Figura 3.3: Esquema para una instalación fotovoltaica convencional.

Fuente: UEB Hidroenergía Villa Clara.

3.4.1 Selección del módulo fotovoltaico

De acuerdo a lo que se establece en los Lineamientos Económicos y Sociales del Estado y la Revolución aprobados en el VI Congreso del Partido y refrendados en la Asamblea Nacional del Poder Popular de Cuba, los diseños de las centrales y sistemas a partir del uso de fuentes renovables de energía, deben buscar lo más posible la integración de la industria nacional al producto final. Por tal razón, el módulo fotovoltaico que se empleará para esta propuesta es el DSM-250, producido por la Empresa de Componentes Electrónicos Ernesto Che Guevara, ubicada en la carretera al Aeropuerto Álvaro Barba Km 2 ½, Pinar del Río, Cuba.

Este módulo está compuesto por 60 celdas solares del formato 156 mm X 156 mm, con dimensiones incluyendo el marco de 1 690x992x35 mm conectadas en serie-paralelo; es capaz de entregar una potencia de 250 Wp con una tolerancia de $\pm 3\%$, bajo condiciones estándar de radiación (STC: 1 000W/m², temperatura de los módulos $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, masa de aire AM 1,5). Este módulo, en su punto de máxima potencia, genera al voltaje 30.5 V de corriente directa (CD).

Los fabricantes aseguran que la degradación de la potencia nominal de los módulos fotovoltaicos no será superior en:

- 10% a los 20 años.
- 20 % a los 25 años.

Además el fabricante brinda 10 años de garantía contra defectos de fabricación y afirman que los módulos DSM cumplen con todos los requerimientos establecidos en las normas internacionales IEC 61215 – Edición 2 e IEC 61730, así como presentan una clase de protección II, lo que significa que los materiales utilizados en la instalación poseen doble aislamiento.

3.4.2 Resultados de la propuesta.

Para esta propuesta se cuenta con área techada de 405 m². Los paneles serán colocados encima del techo correspondiente al área de producción, diseñando una correcta organización de los paneles solares contando con los espacios necesarios en caso de reparación o sustitución, pueden ser implantados un total de 156 celdas fotovoltaicas organizadas en columnas de 6 y filas de 26 paneles.

Teniendo en cuenta que cada una capaz de generar 250 Wp, 30.5 V (CD) y 8,19 A, con un coeficiente de rendimiento del panel entre 0,85-0,90, por lo que la generación equivale a:

$$Generacion = Numero\ de\ paneles * potencia\ nominal * HSP * 0.9 \quad (3.1)$$

$$Generacion = 156\ paneles * 250\ W * 5\ h\ solar\ pico * 0.9$$

$$Generacion = 175.5\ kWh/día$$

Teniendo en cuenta esta generación diaria de energía, dejarían de consumir mensualmente 5265 kWh aproximadamente, monetariamente, según la tarifa eléctrica M1A aplicada a la lavandería Unicornio, que cobra 0.042 CUC por cada kWh consumido en horario del día, contribuirían a ahorrarse 249.8 CUC mensuales, ahorrándole al país anualmente un estimado de 22.33 toneladas de Fuel Oil producto de la generación de energía mediante combustibles fósiles.

3.4.3 Cantidad de inversores y arreglo de paneles por cada uno de ellos.

El inversor de potencia, es el responsable de adaptar las características de la energía producida por el generador (Corriente Directa) a las requeridas por la red (Corriente Alterna).

En particular para esta propuesta se escogió el módulo fotovoltaico DSM-250 construido en Cuba. El inversor escogido para la instalación es el Sunny Tripower 25000LT de 25 kW de potencia nominal (Anexo 6).

Para la selección de la cantidad de inversores se deben calcular la cantidad paneles solares que se deben poner en serie para lograr el voltaje (V) requerido y la cantidad de paneles en serie para obtener la intensidad de corriente (A) requerida, respetando los límites máximo en la entrada de energía al inversor que son 1000 V y 33 A.

Para un voltaje de entrada de 750 V se obtiene una intensidad de entrada de corriente de 32.87 A, por lo que se obtiene:

$$\text{Cantidad de paneles en serie} = \frac{\text{Voltaje de entrada al inversor}}{\text{Voltaje del panel solar}} \quad (3.2)$$

$$\text{Cantidad de paneles en serie} = \frac{750 \text{ V}}{30.5 \text{ V}}$$

$$\text{Cantidad de paneles en serie} \approx 25 \text{ paneles}$$

$$\text{Cantidad de paneles en paralelo} = \frac{\text{Corriente de entrada al inversor}}{\text{Corriente del panel solar}} \quad (3.3)$$

$$\text{Cantidad de paneles en paralelo} = \frac{32.87 \text{ A}}{8.19 \text{ A}}$$

$$\text{Cantidad de paneles en paralelo} \approx 4 \text{ paneles}$$

$$\text{Cantidad total de paneles por inversor} = 25 * 4 \text{ paneles} = 100 \text{ paneles} \quad (3.4)$$

Dado a que la cantidad total de paneles es 156, faltarían por ajustar 56 paneles. La tabla 3.3 muestra la distribución final de los paneles solares por inversor.

Tabla 3.3:Arreglo de paneles solares por inversor. Fuente: Elaboración propia.

Arreglo de paneles solares por inversor			
Inversor 1		inversor 2	
Paneles en Serie	Paneles en Paralelo	Paneles en Serie	Paneles en Paralelo
25	4	14	4
100		56	
V entrada	I entrada	V entrada	I entrada
762,5	32,786885	427	32,78689
25	kWh	14	kWh

Como se puede observar en la tabla 3.3, al inversor 1 estarán conectados 100 paneles solares y 56 al inversor 2, los cuales serán capaces de entregar potencias de 25 y 14 kWh respectivamente.

3.5 Efecto de la cogeneración y el uso de paneles solares.

Como se pudo observar en los acápite anteriores de forma separada como se inyecta energía sin agregar nuevos portadores energéticos, la cogeneración utilizará el propio vapor de proceso para así producir energía, del otro lado los paneles solares solo necesitan del sol del día y producen energía, por lo que si se juntan estas dos estrategias es posible dejar de consumir una energía importante de la red nacional y en momentos de paro laboral en jornadas de día, la producción de energía solar bonificara a la empresa, de este modo la empresa pasaría a otro estatus y se esperan mejoras en los en el índice de consumo de electricidad respecto a la producción, lo cual mantendría el recargo a la producción de vapor.

Conclusiones.

Durante el desarrollo de presente trabajo, en búsquedas de mejoras en la eficiencia energética, reducción de consumo de portadores energéticos en la empresa de servicios al turismo en la lavandería Unicornio de Cienfuegos arribamos a las siguientes conclusiones:

- Se realizó una búsqueda bibliográfica sobre la gestión de la energía a nivel mundial y en Cuba, lo que muestra como se trabaja actualmente para sustituir la dependencia de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía.
- Se pudo verificar que la empresa ha sido objeto de estudio en dos ocasiones, lo que demuestra la intervención de factores claves como la empresa de Calderas ALASTOR, la Universidad y la dirección de energía de la empresa; demostrándose un cambio en su estructura de consumo desde la intervención hasta la fecha.
- Se realizó un diagnóstico lo más completo posible a la Lavandería Unicornio de la Sucursal SERVISA Cienfuegos en materia de eficiencia energética, identificando al Fuel Oil como el principal portador energético consumido.
- Como resultados obtuvimos los coeficientes $R^2 = 0.76$ para el 2017 y $R^2 = 0.86$ para el 2018, lo que representa buena correlación entre el consumo de Fuel Oil en litros y la producción en toneladas en el periodo analizado.
- Por los resultados de la lavandería en comparación con años anteriores hemos constatado que la empresa ha mejorado considerablemente sus indicadores, aunque aún no concretan establecer un sistema de competencia que los coloque en una fase superior, colocándolos en un estadio de competencia inconsciente.
- Las oportunidades de mejora propuestas, tanto la organizativas, como las que requieran inversión, pueden significar el mejoramiento energético de la empresa, tanto en la reducción del consumo de fuel oil, como de electricidad. El aporte de 55kw en cogeneración y 175,5kW/día es un ahorro considerable a los gastos energéticos de la empresa

Recomendaciones.

De acuerdo con lo descrito en el trabajo se recomienda:

- Aplicar las técnicas del ISO 50001:2011, de planificación energética y creación con el personal clave la comisión de energía.
- Establecer herramientas de control que grafiquen el comportamiento diario de la energía.
- Establecer un indicador general que tenga en consideración, la electricidad, diésel y fuel oil evaluado en la TCC.
- Poner en practica la cogeneración y los paneles solares.
- Aplicar la trigeneración para la obtención de frio mediante refrigeración por absorción con amoniaco, a partir del vapor de retroceso del proceso productivo. Esta puede ser usada para el consumo propio de la empresa o para la prestación de servicios a terceros, lo cual podría generar portes monetarios significativos a la empresa.
- Dar continuidad al proceso iniciado siempre evaluando las mejoras.

Referencias Bibliográficas.

- ABSORSISTEM, S.L. (s.f.). *Principio de la trigeneración*. Obtenido de <httpswww.absorsistem.comtecnologiacogeneracionprincipio-de-la-trigeneracion>
- Bassols, J. (2013). *Trigeneración con plantas de absorción con amoniaco*.
- BP Statistical Review of World Energy. (2017).
- Cruz, A. M. (2015). *Panorama energético global: Recursos y reservas, tendencias, tecnologías emergentes y áreas de investigación*. Maestría en Ingeniería de Potencia (Energía).
- (2012). *EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MEDIO AMBIENTE*.
- Fraile, D. (2007/2008). *Cogeneración: Aspectos Tecnológicos*. Master en Energías Renovables y Mercado Energético 2007/2008.
- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. (2010). *Guía de la Cogeneración*. Madrid.
- GIRBAU. (22 de Diciembre de 2018). *GIRBAU, CREATING FUTURE TOGETHER*. Obtenido de <httpswww.girbau.es/equipamiento-lavanderia/perfil>
- GIRBAU S.A. (2018). *More than laundries, LAVANDERÍAS AUTOSERVICIO GIRBAU*.
- Herrera, L. M. (23 de Abril de 2018). *Cuba apuesta por el cambio en su matriz energética*. Obtenido de Granma: <http://www.granma.cu/cuba/2018-04-23/defendernos-del-sol-y-utilizar-el-petroleo-un-paradigma-que-languidece-23-04-2018-20-04-51>
- ISO 50001:2011. (2011). Obtenido de Sistemas de gestión de la energía : <https://www.iso.org/obp/VAADIN/themes/iso-red/favicon.ico>
- Jose P. Monteagudo Llanes, O. G. (2005). *HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN ENERGÉTICA EMPRESARIAL*. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Juan Jose Cabello Eras, H. H. (2016). *Planificación energética para el ahorro de fuel oil en una lavandería industrial*.
- Lamadrid, I. G. (2016). *Caracterización del sistema energético en el Hospital "Arnaldo Milián Castro"*. Villa Clara, Cuba: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

- Llama, P. L. (2009). *eficiencia energetica y medio ambiente*. España.
- Montserrat, J. M. (2011). *Otros procesos sostenibles de generación de energía: Plantas de Cogeneración*.
- Nordelo, A. E. (2002). *Gestion energetica empresarial*. Cienfuegos: Editorial Universidad de Cienfuegos.
- Oficina Nacional de Estadística (ONE). (2011). *ENERGÍA. INDICADORES SELECCIONADOS*. República de Cuba.
- REN21. (2016). *ENERGÍAS RENOVABLES 2016, REPORTE DE LA SITUACIÓN MUNDIAL*.
- Rodríguez, J. A., & Soler, P. A. (2007). *ESTADO Y PERSPECTIVAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN CUBA*. Santiago de Cuba: Universidad de Oriente.
- Wikipedia*. (20 de Diciembre de 2017). Obtenido de Trigeracion:
<httpses.wikipedia.org/wiki/Trigeracion/C3/B3n>
- Yisel Sánchez Borroto, E. A. (2014). *EL ESCENARIO ENERGÉTICO CUBANO*. Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” (CUJAE), Centro de Estudios de Tecnologías y Energías Renovables, Facultad de Ingeniería Mecánica, La Habana (Cuba). Obtenido de
<https://www.researchgate.net/publication/311264604>

Bibliografía.

- 693, N. (2009). *Calderas, economizadores, recalentadores, sobrecalentadores y recipientes a presión.*
- Autores, C. d. (2011). *La Implementación del Sistema de Gestión Energética ISO 50001 en Organizaciones de Cienfuegos. Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.*
- Autores, C. d. (2011). *Manual Instructivo para el Uso y Control de Portadores, Fuentes Renovables y Nuevas Tecnologías. Habana: Dirección de Uso Racional de la Energía.*
- Autores, C. d. (2000). *Especificaciones Técnicas de Calderas. Grupo de Proyecto y Desarrollo de la Empresa Productora de Calderas Alastor.*
- Guerrero, G. R. (2000). *Operación de Calderas Industriales. Colombia: ECOE.*
- ISO. (2011). *Norma Internacional ISO 50001. Sistemas de gestión de la energía-Requisitos con orientación para su uso.*
- Margarita Lapido Rodríguez, Borroto Nordelo, Aníbal. (1998). *Caracterización de la energía térmica disponible en las calderas Pirotubulares mediante el criterio de variables adimensionales. Anuario Científico 1998 Universidad de Cienfuegos.*
- Margarita Lapido Rodríguez, Borroto Nordelo, Aníbal. (1999). *Intensificación de la Transferencia de Calor en Calderas Pirotubulares. Asociación Colombiana de Aire acondicionado y Refrigeración.*
- Mora, J. C. (2002). *Operación y Mantenimiento de Calderas. Colombia.*
- Nordelo, A. B. (2005). *Ahorro de Energía en Sistemas de vapor. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos. ISBN-959-257-094-2*

Nordelo, A. B. (2010). Combustión y Generación de Vapor. La Habana: Félix
Varela. ISBN 978-959-07-1131-2

Wulfinghoff, R. Donald. (1999). Manual Eficiencia Energética. Instituto de Energía.
Wheaton, Maryland. Estados Unidos. 20902. ISBN 0-9657926-7-6

Anexos.

Anexo 1: Programa de lavado SERVISA.

<u>PROGRAMAS DE LAVADO SERVISA</u>	
No.	PROGAMAS
21	SABANAS BLANCAS CON TETRAOX
22	TOALLAS BLANCAS CON TETRAOX
23	MANTEL BLANCO
24	MANTEL COLOR
25	FUNDAS BLANCAS CON TETRAOX
26	TOALLAS DE COLOR
27	LENCERIA NUEVA
28	SOBRECAMA DE COLOR (MAQUINA #3 PROGAMA 29)
31	SABANAS BLANCAS CON TETRACLOR
32	TOALLAS BLANCAS CON TETRACLOR
35	FUNDAS BLANCAS CON TETRACLOR
41	TRATAMIENTO DESMANCHE GENERAL BAJA
42	TRATAMIENTO DESMANCHE GENERAL ALTA
43	TRATAMIENTO MANCHAS DE OXIDO E INCRUSTACION
44	TRATAMIENTO DE RECUPERACION

Anexo 2: Cabezal distribuidor de vapor.



Anexo 3: Planta suavizadora de agua.



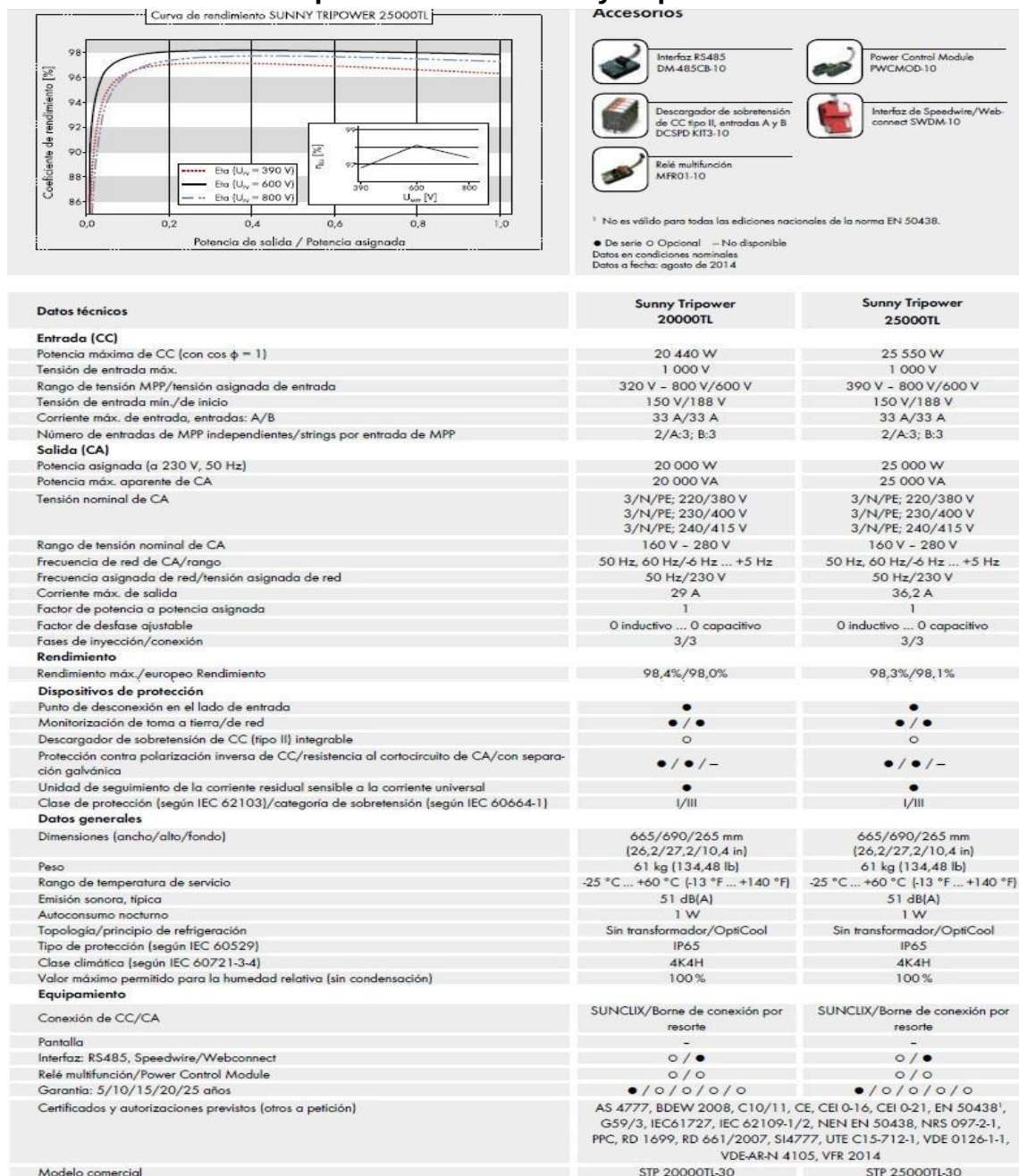
Anexo 4: Tanque de condensado.



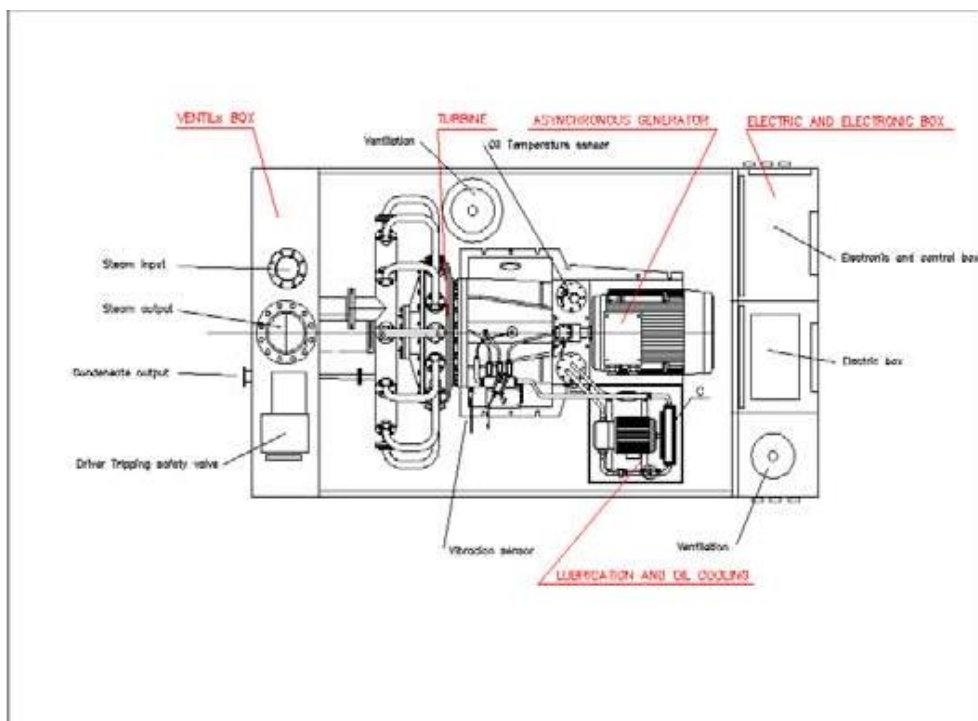
Anexo 5: Caldera Salcon Caren SK-50 de 2000 kg/h.



Anexo 6: Datos de chapa del inversor Sunny Tripower 25000TL.



Anexo 7: Partes fundamentales de la microturbina SIEMENS S2E 50.



Anexo 8: Factura de electricidad.



EMPRESA ELÉCTRICA

OBE Provincial CENFUEGOS
CALLE 33 NO 3602 ENTRE 56 Y 58
Teléfono: 316220 Fax: 313669
correo-e: jsanchez@eleccfg.vde.cv

RECIBO DE PAGO DE ELECTRICIDAD

Código del Cliente: 319

Control Ruta Folio Cód. CUC
CENFUEGOS 30 2440 1710

Consecutivo N°. 62

Facturación 01-05-2019 F405

Tipo de Consumidor 1

Centro de Pago 00032101712760

Cuenta Bancaria SUC SERVISA CEGOS

Nombre y Dirección

SERVISA LAVANDERIA UNICORNIO
AVE 5 SEPT Y CIRCUNVALANTE

Identifíquese por este N° cuando se comunique con nosotros

Código REEUP 256 0 60564

Para cualquier aclaración o reclamación sobre la facturación de este servicio dirigirse a la OBE Territorial

CENFUEGOS

Tarifa	Clasificación	Alimentación	N°. Metro Activo	Factor	N°. Metro React.	Factor
MTA	05	SIMPLE	873014122262	1.0	873014122262	0.0

Clave Activo	Escala	Lectura Anterior	Lectura Actual	Consumo (kWh)	Importe (\$)
	Cargo fijo				840.00
00	Madrugada	105000	107535	2535	317.89
00	Día	883092	904581	21489	3350.95
00	Pico	61015	62494	1479	365.96
0.0333	Perd. Transf.			849	134.34
	Ajustes			0	0.00
Facturación Normal				26352	5008.54

Factor de Combustible	Demanda Contratada Día (kW)	Demanda Registrada Día (kW)	Demanda Contratada Pico (kW)	Demanda Registrada Pico (kW)	Penalización Día (\$)	Penalización Pico (\$)
3.8137	120	107	0	74	0.00	0

Clave Reactivo	Lectura Anterior	Lectura Actual	Consumo Reactivo (kVAR)	Factor de Potencia	Penalización (\$)	Bonificación (\$)
2	361557	369667	8110	0.95	0.00	-158.16

Moneda CUC

Importe Total a Pagar 4850.38

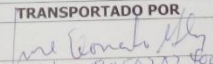
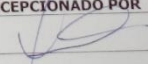
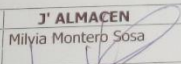
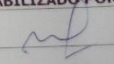
Consumo Histórico

Año	Mes	kWh	Importe
2019	5	26352	4850.38
2019	4	33551	5883.20
2019	3	30937	5323.29
2019	2	29970	5277.64
2019	1	23683	4540.30

Observaciones:

Su consumo promedio durante los últimos 6 meses ha sido de

Anexo 9: Factura de Fuel Oil.

		RECEPCION DE PEDIDO N° IR20001926				FECHA: 27-05-2019	
						N° CIEGA: 20003369	
LAVANDERIA UNICORNIO ALMACEN: ALMACEN						CODIGO:	
SUMINISTRADOR: 00559001 Cupet DOC. SUMINISTRADOR: N° 19060218539		FECHA 27-05-2019		TIPO PAGO TRANSFERENCIA CONTRATO			
						COSTO	
N° REFERENCIA	DESCRIPCION	AREA	U.M.	Cant.	Cant.	PCPM	Importe
GRUPO	CODIGO ORIGINAL	UBICACION			Final	CUC	CUC
						MN	MN
1	21301000	PETROLEO COMB. ALTO PESADO	11 LTS	6,636.000000	10,749.000000	0.505705	3,355.86
24		E. TANQUE C - S -					0.000000
							0.00
TOTAL CUC						3,355.86	TOTAL MN
							0.00
TOTAL GRAL						3,355.86	
Observaciones: IR-872							
HECHO POR		J' ALMACEN		TRANSPORTADO POR		RECEPCIONADO POR	
NOMBRE MARIA A. ALONSO ABREU		Milvia Montero Sosa					
FIRMA				CI 58010202400			
FECHA				CHAPA 3087124		No. IR20001926	
ANOTADO POR							

Anexo 10: Factura del agua.

Factura

Fecha: 26/04/2019

Acreedor o Suministrador:
EMPRESA: EES Emp. Acueducto y Alcantarillado Crgos
DIRECCION: Ave 64 s/n e/ 63 y 65
Cta Banc CUC: 064822227700026
Telefono y Fax: 525196
Email: comercial@eaaof.hidro.

Deudor o Receptor:
EMPRESA: Tintoreria Servisa Cienfuegos
DIRECCION: Ave 5 de sept y Circunvalacion
Cta Banc CUC: 32101716360
Telefono y Fax: 551247 551128
Código del Cliente: 606643

Código	Servicio	UM	Consumo	Kilometro	Precio CUC	Importe CUC
015	Metrado Inst Comerc. sin Alcantar.	m3	2000		1,55 \$	3.100,00 \$
031	Serv. Sobreconsumo Comercial sin alcant	m3	606		3,00 \$	1.818,00 \$
					Importe CUC	\$4.918.00

Entregado por

Nombre: Yalle Zamora Curbelo
 Cargo: Esp. Gest. Comercial
 Firma: *[Firma]*

Recibido por

Nombre: *JUAN PABLO GARCIA*
 Cargo: *J. P. G.*
 Firma: *[Firma]*
 Fecha: *30/5/19*

Nro Factura

070318