



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**ÁREA
SISTEMAS PRODUCTIVOS**

**TEMA
“ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS
PROCESOS DE GENERACIÓN Y CONSUMO DE VAPOR Y
PROPUESTA DE MEJORAS EN LA EMPRESA PLÁSTICOS
ECUATORIANOS S.A.”**

**AUTOR
FIGUEROA ANASTACIO HUMBERTO LUIS**

**TUTOR
ING. MEC. RUÍZ SÁNCHEZ TOMÁS ESQUIVO, MSC.**

GUAYAQUIL, JUNIO 2020



ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD SEMESTRAL

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN		
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGETICA EN LOS PROCESOS DE GENERACIÓN Y CONSUMO DE VAPOR Y PROPUESTA DE MEJORAS EN LA EMPRESA PLÁSTICOS ECUATORIANOS S.A.	
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	FIGUEROA ANASTACIO HUMBERTO LUIS	
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	ING. MEC. RUÍZ SÁNCHEZ TOMÁS ESIQUIO, MSC.	
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL	
UNIDAD/FACULTAD:	INGENIERÍA INDUSTRIAL	
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:		
GRADO OBTENIDO:	INGENIERO INDUSTRIAL	
FECHA DE PUBLICACIÓN:	JUNIO/2020	No. DE PÁGINAS: 77
ÁREAS TEMÁTICAS:	SISTEMAS PRODUCTIVOS	
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	EFICIENCIA, CALDERA, COMBUSTIBLE, CONSUMO, VAPOR.	
RESUMEN/ABSTRACT: El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la EMPRESA PLÁSTICOS ECUATORIANOS S.A. donde se analizó la eficiencia de la caldera piro-tubular con la que cuentan en las instalaciones de la misma; teniendo en cuenta como indicadores el consumo de combustible, las horas de trabajo paralizadas durante las jornadas laborales, consumo de agua y materia prima; obteniendo como resultados que esta maquinaria presenta inconvenientes debido a la falta de presión de vapor para lo cual se da una propuesta para mejorar el proceso de generación y consumo de vapor estableciendo así la construcción de un tanque de condensado, también se propone realizar mantenimientos preventivos al equipo antes mencionado, analizados los costos de esta propuesta se realizó una evaluación económica en base a la inversión fija de \$21.626,16 y por costos de operación \$9.624,00 sumado todo se tiene una inversión total de \$ 31.250,16		
ADJUNTO PDF:	SI (X)	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0989942992 0987199723 2-879202	Email:humberto.figueroaa.@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: ING. RAMÓN MAQUILÓN NICOLA, MG.	
	Teléfono: 04 – 2277309	
	E-mail: titulación.ingenieria.industrial@ug.edu.ec	



**ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA
GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL
DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD SEMESTRAL**

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON
FINES NO ACADÉMICOS**

Yo, **FIGUEROA ANASTACIO HUMBERTO LUIS**, con C.I. No **0910516343**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS PROCESOS DE GENERACIÓN Y CONSUMO DE VAPOR Y PROPUESTA DE MEJORAS EN LA EMPRESA “PLÁSTICOS ECUATORIANOS S.A.”**, son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo/amo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

A handwritten signature in black ink, enclosed in a circular scribble. The signature appears to read 'Anastacio Humberto Luis Figueroa'.

Figueroa Anastacio Humberto Luis

C.I. No. 0910516343



ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD SEMESTRAL

Habiendo sido nombrado **ING. MEC. RUÍZ SÁNCHEZ TOMÁS ESIQUIO, MSC.**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **FIGUEROA ANASTACIO HUMBERTO LUIS**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **INGENIERO INDUSTRIAL**.

Se informa que el trabajo de titulación **ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS PROCESOS DE GENERACIÓN Y CONSUMO DE VAPOR Y PROPUESTA DE MEJORAS EN LA EMPRESA “PLÁSTICOS ECUATORIANOS S.A.”**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio **Urkund** quedando el 10 % de coincidencia.

The screenshot shows the Urkund interface with the following details:

- Presentado:** 2020-03-07 01:25 (-05:00)
- Presentado por:** dayanamdalgadoq@gmail.com
- Recibido:** tomas.ruizs.ug@analysis.orkund.com
- Mensaje:** Tesis Humberto Figueroa [Mostrar el mensaje completo](#)
- Similitud:** 10% de estas 18 páginas, se componen de texto presente en 10 fuentes.
- Lista de fuentes:**
 - SOSA ULLOQUE CHRISTIAN (1).pdf
 - 14522-Sosa Ulloque Christian Segundo.pdf
 - Rev Tesis UNI - SOSA ULLOQUE.pdf
 - <https://docplayer.es/11185398-Curso:plantas-consumidor...>

The main content area shows the beginning of a document titled "Introducción":

La eficiencia de una caldera, explicado de manera simple, es la relación entre el calor absorbido (por el agua, vapor, fluido térmico, etc.) y el calor liberado para producir un trabajo específico.

Esta relación que se da entre estos dos parámetros corresponde a la diferencia entre calor liberado y calor absorbido, representa a su vez una pérdida de calor en la caldera.

El consumo de combustible que genera el funcionamiento de una caldera

<https://secure.orkund.com/view/63021328-898218-199302>

Ing. Mec. Ruíz Sánchez Tomás Esiquio, MSc.

C.I. No. 0903482081

FECHA: 10/03/2020



ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD SEMESTRAL

Guayaquil, 10 de marzo del 2020

Sr.

ING. IND. BANGUERA ARROYO LEONARDO ALVARO, PHD.
DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS PROCESOS DE GENERACIÓN Y CONSUMO DE VAPOR Y PROPUESTA DE MEJORAS EN LA EMPRESA “PLÁSTICOS ECUATORIANOS S.A.”**, del estudiante **FIGUEROA ANASTACIO HUMBERTO LUIS**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ruiz Sanchez', written over a horizontal line.

Ing. Mec. Ruíz Sánchez Tomás Esiquio, MSc.
C.I. No. 0903482081
FECHA: 10/03/2020



ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD SEMESTRAL



Guayaquil, 10 de marzo del 2020

Sr.

ING. IND. BANGUERA ARROYO LEONARDO ALVARO, PHD.
DIRECTOR (A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. –

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación **ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS PROCESOS DE GENERACIÓN Y CONSUMO DE VAPOR Y PROPUESTA DE MEJORAS EN LA EMPRESA “PLÁSTICOS ECUATORIANOS S.A.”**, del estudiante **FIGUEROA ANASTACIO HUMBERTO LUIS**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 24 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.

La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 5 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. Quim. Murillo López Erwin Joaquín, Mg.

C.I. No. 0909812901

FECHA: 10/03/2020

Dedicatoria

Dedicada a mi querida y siempre recordada madre que, aunque ya no esté en este mundo vivirá eternamente en mi mente y corazón, a mí esposa e hijos quienes me alientan día a día a seguir hacia adelante para alcanzar cada una de las metas propuestas, por nuestro bien, además de llenar cada uno de mis días de alegría y felicidad.

Son el pilar fundamental en todo lo relacionado a mi vida.

Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios, que con su amor infinito hace que todos los sueños sean posibles y se transformen en realidad, a mis amigos en general y de manera muy especial a los docentes de la facultad de Ingeniería Industrial que supieron de manera muy profesional guiarme por los caminos que conducen a los conocimientos para contribuir de alguna manera con el desarrollo de la sociedad y de un mundo cada vez más competitivo y lleno de tecnología avanzada que requiere de profesionales como ellos aptos para brindar las cátedras de cada materia en las respectivas aulas de clases.

Agradezco de la forma especial a mi director de Tesis, el Ing. Méc. Ruíz Sánchez Tomas E. MSc. y al Ing. Quím. Murillo López Erwin quienes supieron de manera muy profesional y con sus sabios concejos hacer que el presente trabajo de titulación tenga sentido en cuanto al tema escogido.

A la empresa por haberme dado la gran oportunidad de cumplir una de mis metas trazadas y dar la aprobación para llevar a cabo el desarrollo de la presente tesis de grado.

Índice general

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	1

Capítulo I Diseño de la investigación

N°	Descripción	Pág.
1.1	Antecedentes de la investigación	2
1.2	Problema de investigación	3
1.2.1	Planteamiento del problema	3
1.3	Justificación de la investigación	3
1.4	Objetivos de la investigación	3
1.4.1	Objetivo general	3
1.4.2	Objetivos específicos	4
1.5	Marco teórico	4
1.5.1	Generalidades de la caldera instalada	4
1.5.1.1	Potencia	4
1.5.1.2	Presión de trabajo	4
1.5.1.3	Caldera	4
1.5.1.4	Sistema de control	5
1.5.1.5	Combustión en sistemas generadores de vapor	6
1.5.1.6	Tipos de combustibles de uso industrial	6
1.5.1.7	Pre-combustión	7
1.5.1.8	Elementos que involucran la etapa de pre-combustión	7
1.5.1.9	Problemas en la pre-combustión	7
1.5.1.10	Soluciones a problemas en la pre-combustión	8
1.5.1.11	Programa químico	8
1.5.1.12	Post-combustión	8
1.5.1.13	Partes que involucra la post-combustión	9
1.5.2	Marco Conceptual	9
1.5.2.1	Misión y visión	10

N°	Descripción	Pág.
1.5.2.2	Declaración de la misión	10
1.5.2.3	Declaración de la visión	10
1.5.2.4	Situación actual de la empresa	11
1.5.2.5	Situación actual de la caldera instalada	11
1.5.2.6	Parámetros-valores requeridos	15
1.5.2.7	Conceptos básicos	16
1.6	Aspectos metodológicos de la investigación	18
1.6.1	Tipo de investigación	18
1.6.2	Método de investigación	18
1.6.3	Fuentes y técnicas de la investigación	18
1.6.4	Técnicas de recolección de datos	18
1.6.5	Tratamiento de la información	19
1.6.6	Procedimiento de recolección de datos	19
1.6.7	Resultados e impactos esperados	19

Capítulo II

Análisis, presentación de resultados y diagnóstico

N°	Descripción	Pág.
2.1	Análisis de la situación actual	21
2.1.1	Distribución de la planta	21
2.1.2	Descripción del proceso	21
2.1.3	Diagrama de proceso de operación	22
2.1.4	Diagrama de flujo de proceso	22
2.1.5	Diagrama de recorrido en el proceso de inyección	23
2.2	Análisis comparativo, evolución, tendencias y perspectivas	23
2.2.1	Análisis y diagnóstico del problema	23
2.2.2	Métodos de cálculo en la eficiencia energética en calderas	25
2.2.2.1	Método directo	25
2.2.2.2	Método indirecto	25
2.2.3	Descripción específica del problema	26
2.2.4	Análisis de datos e identificación de problemas	28

N°	Descripción	Pág.
2.3	Presentación de resultados y diagnóstico	29
2.3.1	Impacto económico	29
2.3.1.1	Horas hombre en máquinas inyectoras	29
2.3.1.2	Costo por pérdida de reproceso o mala calidad del producto terminado	30
2.3.1.3	Consumo de agua por tanquero para generar vapor	31
2.3.1.4	Consumo de combustible para generar vapor	32
2.3.1.4.1	Deducción de consumo de combustible de la caldera	34
2.3.2	Diagnóstico	36

Capítulo III

Propuesta, conclusiones y recomendaciones

N°	Descripción	Pág.
3.1	Diseño de la propuesta	38
3.1.1	Equipo recuperador de calor	38
3.1.2	Monitoreo y control de emisiones	39
3.1.3	Calidad de insumos	39
3.1.3.1	Tratamiento de agua para calderas	39
3.1.3.2	Control de alimentación de agua a la caldera	39
3.1.3.3	Combustible	39
3.1.3.4	Aire comprimido	40
3.1.3.5	Análisis del estado de la caldera instalada	40
3.1.3.6	Mantenimiento preventivo	40
3.1.4	Retorno de condensado	40
3.2	Tanque de condensados	41
3.3	Presentación de propuesta de un plan de mantenimiento adecuado	43
3.4	Evaluación económica	47
3.4.1	Costo de inversión	47
3.4.2	Inversión fija	48
3.4.3	Costo de operación	48
3.4.4	Aditivo QGT-02 para tratamiento de bunker	48
3.4.5	Costo anual de aditivo QGT-02	49

N°	Descripción	Pág.
3.5	Balance económico y flujo de caja	50
3.5.1	Calculo del TIR y VAN utilizando Excel	51
3.5.2	Determinación del beneficio-costo	51
3.5.3	Representación gráfica del TIR y el VAN	51
3.6	Conclusiones	52
3.7	Recomendaciones	53
	Anexos	54
	Bibliografía	60

Índice de Tablas

N°	Descripción	Pág.
1	Estado y funcionalidad de las partes de la caldera	24
2	Método ASME eficiencia para calderos	25
3	Resumen de fallas más comunes en la caldera	27
4	Análisis por tipo de problema	28
5	Ingreso y consumo mensual de combustible (fuel oil-#6)	32
6	Consumo mensual de combustible reportado por el departamento de producción	33
7	Ingreso mensual de combustible a tanques de almacenamiento	34
8	Deducción de pérdidas por combustible	35
9	Análisis de impacto económico en la empresa (perdidas)	36
10	Costo de la inversión	48
11	Costo de operación	48
12	Especificaciones de aditivo QGT-02	49
13	Ahorro económico en combustible por aditivo QGT-02	49
14	Porcentajes de ahorro de pérdidas por producto defectuoso y combustible	50
15	Flujo de caja	50
16	Valores para cálculo del TIR y VAN	51
17	Datos para representación del TIR y VAN	52

Índice de Figuras

N°	Descripción	Pág.
1	Estructura de una caldera	5
2	Elementos de una caldera	5
3	Caldera	11
4	Placa de identificación de la caldera	12
5	Pérdidas por radiación y convección	19
6	Elementos de control de una caldera	20
7	Distribución del proceso	21
8	Proceso de inyección	22
9	Diagrama de flujo de procesos de inyección	22
10	Diagrama de recorrido en el proceso de inyección	23
11	Filtro de canastilla para bunker	26
12	Bomba de bunker y McDonnell	27
13	Diagrama Ishikawa	28
14	Análisis de impacto económico de la empresa	37
15	Funcionamiento de una caldera	38
16	Válvula solenoide y pre-calentador	40
17	Tanque diario de alimentación de agua de la caldera	41
18	Proforma para construcción de tanque de condensado	42
19	Proforma de costos de mantenimiento general para la caldera de 300 BHP	43
20	Proforma de costos de repuestos a utilizar en el mantenimiento	44
21	Proforma de mantenimiento de tanque diario de bunker	45
22	Proforma reconstrucción de sistema de pre-calentamiento de aire	46
23	Proforma estudio de emisión de gases para caldera	47
24	Representación gráfica del TIR y VAN	52

Índice de Anexos

N°	Descripción	Pág.
1	Ficha técnica de caldera	55
2	Área del proceso de inyección	56
3	Producto normal y defectuoso por falla de vapor de la caldera	57
4	Reporte diario de caldera y equipos auxiliares	58
5	Hoja de seguridad de aditivo QGT-02	59



ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (ESPAÑOL)
FACULTAD: INGENIERIA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL MODALIDAD SEMESTRAL

“ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS PROCESOS DE GENERACIÓN Y CONSUMO DE VAPOR Y PROPUESTA DE MEJORAS EN LA EMPRESA PLÁSTICOS ECUATORIANOS S.A.”

Autor: Figueroa Anastacio Humberto Luis

Tutor: Ing. Mec. Ruíz Sánchez Tomás Esiquio, MSc.

Resumen

El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la EMPRESA PLÁSTICOS ECUATORIANOS S.A. donde se analizó la eficiencia de la caldera piro-tubular con la que cuentan en las instalaciones de la misma; teniendo en cuenta como indicadores el consumo de combustible, las horas de trabajo paralizadas durante las jornadas laborales, consumo de agua y materia prima; obteniendo como resultados que esta maquinaria presenta inconvenientes debido a la falta de presión de vapor para lo cual se da una propuesta para mejorar el proceso de generación y consumo de vapor estableciendo así la construcción de un tanque de condensado, también se propone realizar mantenimientos preventivos al equipo antes mencionado, analizados los costos de esta propuesta se realizó una evaluación económica en base a la inversión fija de \$21.626,16 y por costos de implementación \$9.624,00 sumado todo se tiene una inversión total de \$ 31.250,16.

Palabras claves: eficiencia, caldera, combustible, consumo, vapor.



ANEXO XIV.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN(INGLES)
FACULTAD: INGENIERIA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL MODALIDAD SEMESTRAL

“ANALISYS OF ENERGETIC EFFICIENCY IN PROCESSES OF GENERATION AND CONSUMPTION OF STEAM AND PROPOSALS FOR IMPROVEMENTS IN PLÁSTICOS ECUATORIANOS COMPANY S.A.”

Author: Figueroa Anastacio Humberto Luis

Advisor: Mec. Eng. Ruíz Sánchez Esiquio, MSc.

Abstract

The present study was carried out at the facilities of the Plásticos Ecuatorianos S.A. plant, where the efficiency of the piro-tubular boiler with which they have in the same facilities was analyzed; taking into account as indicators fuel consumption, hours of work paralyzed during working hours, water consumption and raw material; obtaining as results that this machinery presents inconveniences due to the lack of steam pressure for which a proposal is given to improve the steam generation and consumption process thus establishing the construction of a condensate tank for which maintenance is also proposed preventive to the aforementioned equipment. To obtain the costs of this proposal an economic evaluation was made of the fix investment \$21.626,16 and for implements costs \$9.624,00 adding all it have a total investment of \$ 31,250,16.

Key words: efficiency, boiler, fuel, consumption, steam

Introducción

La eficiencia de una caldera, explicado de manera simple, es la relación entre el calor absorbido (por el agua, vapor, fluido térmico, etc.) y el calor liberado para producir un trabajo específico, esta relación que se da entre estos dos parámetros corresponde a la diferencia entre calor liberado y calor absorbido, representa a su vez una pérdida de calor en la caldera.

El consumo de combustible que genera el funcionamiento de una caldera es muy representativo por lo que es necesario buscar nuevos métodos de ahorros, uno de ellos es lograr llegar a conseguir una excelente eficiencia de trabajo, para reducir costo y mejorar su funcionamiento.

Las empresas que emplean calderas tienen poco conocimiento o le dan poca importancia al tema del ahorro que se logra al obtener un alto grado de eficiencia en el funcionamiento de dicho equipo, valores que se reflejan en el consumo de combustible, agua, energía y demás costos operacionales.

Los principales parámetros que influyen en la eficiencia térmica de las calderas, consisten en evaluar las alternativas existentes para reducir las pérdidas de calor de mayor importancia y estimar un ahorro por consumo de combustible que es posible lograr obtener en base a mejoras, prácticas y útiles que podrían implementarse.

Una caldera es una maquina muy costosa que se utiliza para generación de vapor o simplemente para calentar agua para un fin determinado, su precio constituye solo una parte de los costos totales que se paga durante su tiempo de vida de trabajo.

Dentro de los costos se destaca el de mayor importancia que es el del combustible, puesto que de ello depende el desenvolvimiento eficiente de la caldera.

Casi siempre las calderas funcionan con una baja eficiencia desde el principio y es por eso que es de suma importancia realizar los mantenimientos programados puntualmente, ya que de ello depende que su eficiencia no decrezca más y su tiempo de vida útil sea menor.

Para lograr optimizar la eficiencia en una caldera debemos tener presente que son muy importantes contar con dos puntos claves que son: la eficiencia de la combustión y la eficiencia térmica, debemos tomar en consideración que también existen otros tipos de pérdidas que se presentan y que hay que destacarlas al momento de hacer cálculos de eficiencia de una caldera.

Capítulo I

Diseño de la investigación

1.1 Antecedentes de la investigación

Las primeras máquinas para generación de vapor y agua caliente tuvieron su origen a fines del siglo XIX y su uso principal era para la limpieza, teñir ropa entre otras funciones.

Por el año 1700 el investigador y físico francés Dionisio Papín (1769) creó una pequeña caldera que la denominó marmita, la cual era utilizada para mover máquinas homónimas y su uso era de tiempo corto la capacidad era de 150lts y estaba provisto de válvulas que regulaban el flujo del vapor.

Las pérdidas de calor eran mínimas ya que su base estaba constituida por ladrillos compuestos de un material que permitía conservar el calor.

Luego en 1776 James Watt observó que el vapor se podía utilizar como fuente de energía para realizar trabajos específicos y que esta a su vez podría reemplazar a trabajos hechos por la fuerza humana y animales de carga que en ese tiempo se utilizaban para realizar ciertos trabajos.

Fue así como se desarrolló la primera caldera generadora de vapor y de uso continuo, fue puesta a prueba y utilizada en su propia fábrica, para accionar bombas de cilindro vertical.

Aquella caldera tenía la desventaja que el calor solo llegaba a su base y por consecuencia se desperdiciaba la parte del calor generado por el combustible.

Poco a poco se le fueron implementando accesorios que permitieran aprovechar al máximo el calor necesario para su funcionamiento.

Las primeras adaptaciones consistieron en unos tubos por su interior y debido a esto las clasificaron en:

- Piro-tubulares: tubos de humo o fuego
- Acua-tubulares: tubos de agua

Otro tipo de caldera que se han construido también es la de tracción, que se utilizaba para mover:

- Locomotoras
- Trenes de carga
- Trenes de pasajeros

Puede considerarse que con este gran adelanto en el desarrollo de la caldera empieza lo que se conoce como la revolución industrial, a partir de aquellas primeras experiencias se

han desarrollado diferentes tipos y modelos de calderas o maquinas generadoras de vapor, pero así mismo han ido perdiendo terreno frente a las turbinas utilizadas como fuerza-motor para producir trabajo, dentro de las desventajas están:

- Mayor peso en KW de potencia
- Necesitan mayor espacio para su instalación
- Inadaptabilidad para usar vapor a alta temperatura

1.2. Problema de investigación

Análisis de la eficiencia energética en los procesos de generación y consumo de vapor y propuesta de mejoras en la empresa de Plásticos Ecuatorianos.S.A.

1.2.1 Planteamiento del problema

El presente proyecto tiene su origen en la observación de un problema que está generando material o productos defectuosos en un proceso productivo provocado por el mal funcionamiento de la caldera, elemento clave para la producción de vapor que se utiliza para la elaboración de productos descartable en un área específica de la empresa.

1.3. Justificación de la investigación

La empresa cuenta con una sola caldera de procedencia colombiana (DISTRAL) que está en funcionamiento las 24 horas del día los siete días de la semana que genera y distribuyen el vapor a toda el área de trabajo específica.

Debido a que la vida útil de una caldera es en promedio de 20 años, y trabaja sin descanso, nace el interés de controlar y mantener los parámetros principales que influyen en el sistema de generación y distribución de vapor, que proporciona la única caldera en funcionamiento y así extender la vida útil de la misma además de garantizar el suministro de vapor constante.

Este análisis generara propuestas que permitirán un ahorro energético para la empresa, debido a que se analizaran las pérdidas de vapor y las causas que la producen, se propondrá a su vez una mejora en el sistema para garantizar el correcto funcionamiento de la caldera.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Análisis de la eficiencia energética en el proceso de generación de vapor de la caldera y causas que generan su mal funcionamiento.

1.4.2. Objetivos específicos

- Elaborar un diagnóstico de las posibles causas que generan el problema que ocasionan los defectos y desperdicios en los productos.
- Determinar los correctivos a ejecutar para solucionar los inconvenientes detectados de la investigación.
- Evaluar la factibilidad económica del proyecto, con base en indicadores financieros.

1.5. Marco teórico

1.5.1. Generalidades de la caldera instalada

Se hace este diagnóstico en la empresa Plásticos Ecuatorianos S.A. donde se tiene una sola caldera de 300BHP tipo piro-tubular de tres pasos, los mantenimientos y limpieza a la caldera se realizan de manera esporádica por motivo de para de la producción, las cuales causan atrasos en los pedidos.

1.5.1.1. Potencia

La caldera es catalogada en base a la cantidad de vapor que ella puede producir en un cierto período de tiempo a una cierta temperatura.

Según su ficha técnica (*anexo # 1*) nominalmente la caldera produce 10.350 libras de vapor por hora.

$$\begin{aligned} \text{Flujo másico} &= 300 \text{ BHP} * 34.5 \text{ Lbvapor}/ \\ &= 10.350 \text{ Lb de vapor/hora} \end{aligned}$$

1.5.1.2. Presión de trabajo

Fuerza ejercida en un área determinada, si la presión atmosférica es mayor que la absoluta, hay vacío.

$$P_w \text{ ó } P_t = P \text{ vapor producción; } P_w \text{ ó } P_t = 120 \text{ PSI}$$

En el trabajo que realiza una caldera al suministrar vapor para una determinada área de producción, es la presión con la cual trabajan las máquinas para elaborar los productos requeridos, dicha presión deberá ser siempre constante para evitar atrasos en los pedidos.

1.5.1.3. Caldera

Una caldera se define como un recipiente a presión, cerrado que transforma agua líquida en vapor por la aplicación de calor, los envases abiertos y bajo la presión atmosférica que generan vapor, no son considerados como una caldera.

En el horno (hogar de la caldera), la energía química del combustible se convierte en calor, siendo este el principio de funcionamiento de las calderas para transferir calor hacia

el agua de una manera más eficiente. Así, la función primaria de una caldera es la producción de vapor mediante la absorción de calor provocada por una combustión eficiente (Figura 1).

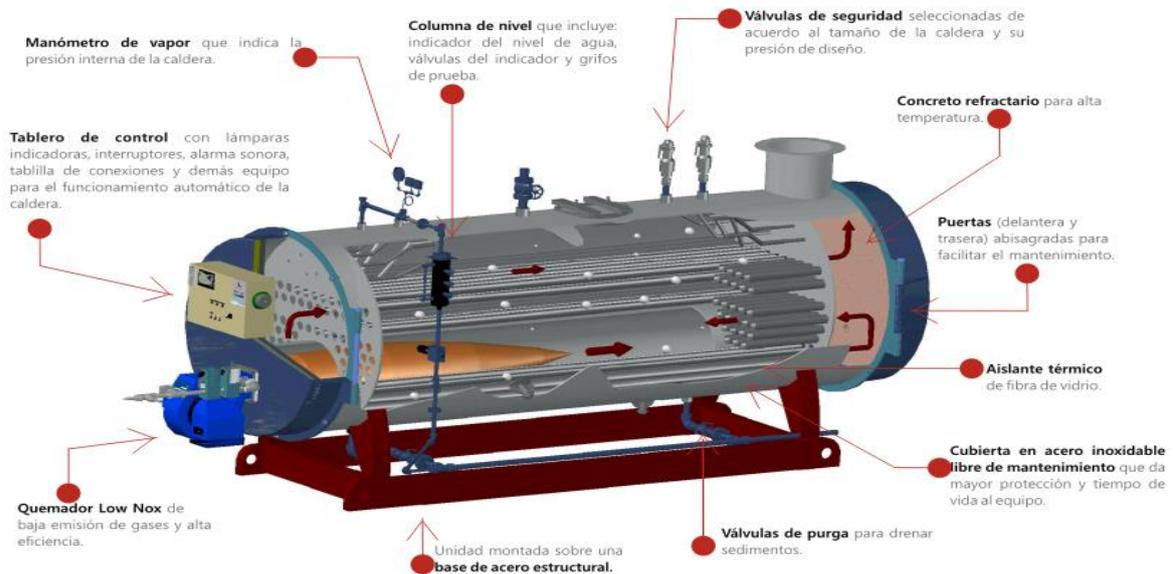


Figura 1. Estructura de una caldera. Información tomada de consejería de economía y hacienda comunidad de Madrid, (2012). Elaborado por el autor.

Existen dos tipos específicos de calderas: acua-tubulares y piro-tubulares.

- Acua-tubulares: el gas caliente circula por fuera de tubos llenos de agua
- Piro-tubulares: los gases calientes circulan a través de los tubos sumergidos en agua.

1.5.1.4. Sistema de control

El control está relacionado con los instrumentos y las operaciones automáticas, en general se emplea en los procesos que no requieren el juicio de un operador o que este no pueda realizar. Para la regulación y el buen funcionamiento de una caldera es necesario conocer todos los factores que determinan su estabilidad como son la medición de flujos, presiones, temperaturas y niveles (Figura 2).

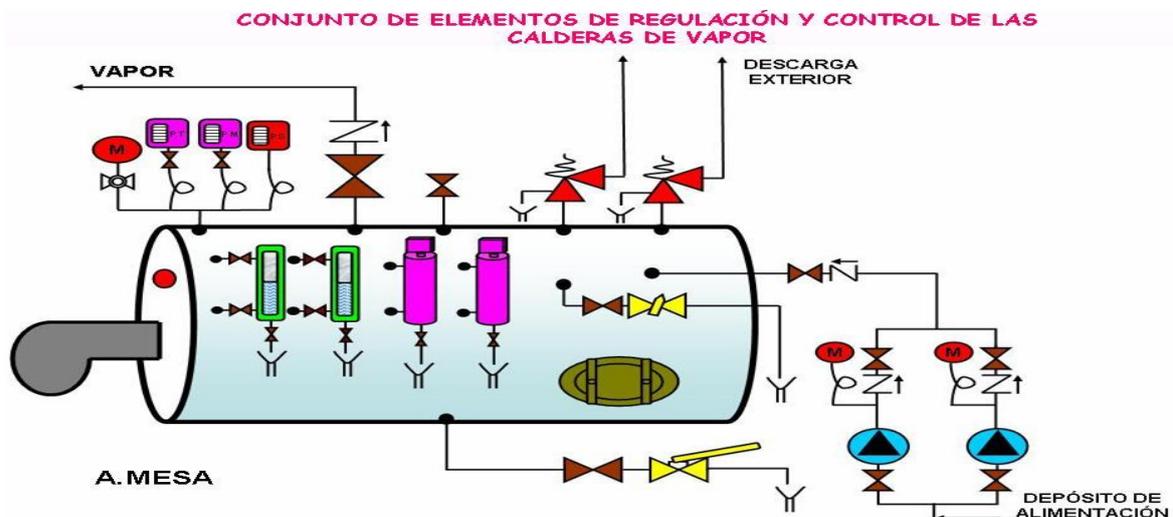


Figura 2. Elementos de una caldera. Información tomada de consejería de economía y hacienda comunidad de Madrid, (2012). Elaborado por el autor.

1.5.1.5. Combustión en sistemas generadores de vapor

La combustión, considera básicamente, es una reacción química en donde el carbono del combustible reacciona con el oxígeno del aire liberando calor y luminosidad, en el caso de calderas, hornos y motores, todo combustible debe ser pulverizado, atomizado antes de que pueda ser sometido al proceso de combustión, de forma como se desarrolle esta operación dependerá el eficiente o ineficiente quemado del combustible seleccionado.

T. Combustible = 90°C P. Atomización = 12 PSI

En el caso de la combustión de combustibles líquidos residuales, se liberan además otros productos tales como óxidos, cenizas, escorias, humos, etc., que son considerados como productos secundarios e inevitables, estos productos deben ser considerados como parte importante dentro del proceso a causa de los problemas que, en ciertos casos, originan, el procedimiento más adecuado para eliminar estos problemas es evitarlos o minimizarlos antes de que se presenten, para que lo anterior se cumpla, debe desarrollarse un programa químico preventivo, que estará diseñado a la problemática de cada caso particular y, en muchos casos, involucra más de un producto. Es importante tener en cuenta que el tratamiento químico de ninguna manera es un sustituto para una buena operación mecánica y un buen mantenimiento de los equipos de combustión.

La agresividad de los combustibles es originada por los elevados contenidos de sedimentos básicos (como agua, azufre, vanadio y sodio principalmente), que son los causantes de la formación de subproductos que originan la destrucción de las aleaciones más empleadas en la fabricación de calderas y hornos.

La problemática de la combustión puede tener su origen durante la etapa de la pre - combustión, a causa de un deficiente manejo de las partes y equipos que intervienen en el transporte del combustible y de los quemadores.

Los aditivos químicos ayudan a mejorar la eficiencia de combustión cuando se tiene un sistema muy bien diseñado, operado y mantenido.

1.5.1.6. Tipos de combustibles de uso industrial

Existen varios tipos de combustibles utilizados industrialmente para el proceso de combustión. Su elección depende de múltiples factores como son su costo, su disponibilidad en el mercado, su transporte y pueden ser:

- Combustibles Gaseosos: Gas Natural, Gas Propano, Gas Butano
- Combustibles Sólidos: Madera, Carbón, Bagazo
- Combustibles Líquidos Destilados: (kerosene, diésel), Fuel oíl, Bunker Oíl Crudo.

1.5.1.7. Pre - combustión

- Tenemos el tanque de almacenamiento principal del bunker.
- Luego por el vaso comunicante pasa al tanque diario donde se lo calienta con el Pre-calentador a vapor a 60°C.
- Pasa por filtros para poder ser bombeado a la caldera.
- Antes de ser bombeado pasa por un pre-calentador eléctrico de 15 KW el cual es utilizado para los arranques.
- De ahí va por un precalentado de vapor que es el que se encarga de mantener la temperatura para el ingreso a la caldera.
- Pasa por un sistema de inyección de bunker, donde es atomizado con vapor pasando por un cañón que lleva hasta la boquilla en donde se atomiza el bunker permitiendo que la llama de ignición inflame las partículas de este, la cual forma la llama en el hogar.
- En combinación con este hay un dámper que permite el paso del aire generado por un ventilador de tiro inducido en forma regulada.
- Permitiendo la combinación de aire y llama produciendo una combustión más eficiente.
- Pasando ese fuego por el interior de los tubos el cual va calentando el agua hasta salir por la chimenea en forma de gases los mismos que son medidos para calcular la eficiencia de las calderas.

1.5.1.8. Elementos que involucran la etapa de pre - combustión

El sistema de pre - combustión contiene, por lo general, los siguientes elementos:

- Tanques de almacenamiento
- Bombas de alimentación a tanque diario
- Tanque diario
- Filtro 1
- Bomba de alimentación a quemadores
- Pre-calentador eléctrico
- Filtro 2
- Válvula dosificadora de entrada de combustible
- Quemadores

1.5.1.9. Problemas en la pre - combustión

Mayormente los inconvenientes se presentan en el tipo de combustible que se utiliza en el trabajo realizado por una caldera. Factores como: formación de goma, sedimentos o lodos formados en tanques de almacenamientos por largo periodos, agua emulsionada en el

combustible, impurezas formadas por el deterioro en partes metálicas, son muy influyentes y causan una mala combustión ocasionando pérdida de eficiencia en el trabajo realizado por una caldera.

1.5.1.10. Soluciones químicas a problemas en la pre - combustión.

Son los diferentes agentes químicos que se pueden utilizar para solucionar los problemas de pre - combustión tales como:

- Solventes de lodos y gomas
- Dispersantes de partículas pesadas del combustible
- Antioxidantes que minimizan la oxidación durante el almacenamiento
- Inhibidores de corrosión
- Microbicidas.

1.5.1.11. Programa químico

Un gran número de calderas generadoras de vapor utilizan como combustible el bunker y es aquí donde se presenta un problema llamado estratificación, que consiste en la separación por capas debido a la diferencia de peso molecular de los diferentes componentes que lo forman.

Este fenómeno ocasiona que la carga que alimenta el quemador no sea uniforme y por consiguiente disminuye la eficiencia en el combustible, aquí se hace necesario la utilización de productos químicos que sean mezcla de componentes activos.

Homogeneizadores con surfactantes (elemento que actúa como detergente) a base de hidrocarburos aromáticos y alifáticos que doten de una carga pareja al quemador.

Este homogeneizador evita la formación de lodos y gomas que ocasionan taponamiento de filtros y boquillas que producen mala combustión y fogonazos o intermitencias.

El uso de aditivos para mejorar notablemente la eficiencia en el proceso de combustión de la caldera, se vuelve casi obligatorio para quienes usan este tipo de combustible.

1.5.1.12. Post – combustión

Todos los problemas que se originan después de ser quemado el combustible dependen principalmente del tipo de combustible que se queme, de la calidad del mismo, de lo complicado que sea el sistema, y del recorrido de los humos hasta que salen por la chimenea.

En las calderas acua-tubulares, que tienen dos zonas de temperatura muy bien definidas, se tienen problemas de depósitos, corrosión y un ensuciamiento general, tanto en la zona de alta temperatura que encierra la zona de radiación y convección, como en la zona de baja temperatura que va desde el final de la zona de convección hasta la salida de los humos por las chimeneas.

1.5.1.13. Partes que involucra la post – combustión.

- Quemador
- Cámara de combustión o caja de fuego – radiación
- Sección de convención
- Chimenea
- Equipos para manejo de aire

1.5.2. Marco conceptual

La empresa Plásticos Ecuatorianos S.A. está ubicada en la ciudad de Guayaquil, en el Km 8^{1/2} vía a Daule diagonal al paradero de la metro-vía y cerca del mercado de la florida, su fundador fue el Sr. Francisco Alarcón Fernández el 17 de Octubre de 1967, desde sus inicios se dedicó a elaborar productos para clientes como fábricas de productos oleaginosos y de limpieza para el hogar.

Empezó trabajando con una maquina inyectora y en el transcurso del tiempo fue ganando terreno en el mercado con nuevos productos razón por la cual fue necesario la adquisición de nueva maquinaria con tecnología de punta llego a elaborar tales como: Mangueras, Tubos, Juguetes, Baldosas de vinil.

En la actualidad forma parte del corporativo TONYCORP junto con empresas como:

- Tony
- Inalecsa
- Topsy
- Dipor y
- Logística

Durante 52 años se ha mantenido sólida en el mercado como una buena empresa de renombre que ha obtenido diversos reconocimientos a nivel nacional por la buena calidad y variedad de sus productos ofrecidos a precios bajos, constituyéndose como una seria competencia para las otras empresas dedicadas a este tipo de negocio.

Los principales clientes son:

- Industrias lácteas,
- Purificadoras de agua,
- Embotelladoras de bebidas gaseosa,
- Productoras de aceites comestibles,
- Productoras de aceites lubricantes,
- Importadoras el rosado,

- Supermercados y
- Tiendas industriales asociadas

Que optan por comprar envases elaborados por esta empresa puesto que cuentan con la aprobación de la FDA de estados unidos y por las características que ofrecen dando mayor facilidad de empaques, conservación de productos y facilidad de almacenaje.

1.5.2.1. Misión y visión

Establecerse metas y propósitos son pasos fundamentales en una organización o empresa, puesto que representa o sirven como guía para su desenvolvimiento, plantean fines para los cuales fueron creadas, hacia donde se dirigen, el tiempo que emplearán y hasta cuando lo harán, basado en esto, es que toda empresa tiene la obligación de crear su misión y visión y colocarlas o darlas a conocer a cada uno de sus colaboradores

1.5.2.2 Declaración de la misión

Crear la misión de la empresa implica diversos factores, no es hacer propaganda de sus productos, es saber con certeza lo que quiere ser y estructurar bien su negocio en todas sus dimensiones y establecerse objetivos, siendo una empresa dedicada a elaborar productos descartables de consumo masivo y artículos industriales con maquinaria de alta tecnología y con mano de obra altamente calificada basados en todos estos aspectos la empresa deduce su misión de la siguiente manera. Avilés Chacón (2016) describe: Ser una empresa que cree en su gente y en su desarrollo, líderes en calidad, innovadores y creativos, con un alto sentido de responsabilidad social, preocupados por el mantenimiento del equilibrio ambiental. (pag.59).

1.5.2.3. Declaración de la visión

La visión es el rumbo que llevara la empresa creada a corto, mediano y largo plazo, es la aspiración y la imagen a futuro de cómo queremos que sea nuestro negocio, sirve como guía para la obtención de los ideales planteados.

La empresa de Plásticos quiere ser dentro de 5 años una empresa líder e innovadora en la industria plástica nacional e internacional, satisfaciendo a los clientes con óptima calidad y excelente servicio, todo esto se logrará a través de su capacidad tecnológica y de su personal calificado, los valores que respetará son la competitividad, calidad en los productos y el trabajo en equipo. Con la información antes mencionado conoceremos la visión de Plásticos Ecuatorianos S.A. Avilés Chacón (2016) describe: Llegar a ser líderes nacionales en la elaboración de envases industriales y artículos descartables de consumo masivo; logrando ser una empresa altamente productiva, de gente motivada que cumple con las más altas normas que exige la calidad y el medio ambiente. (pag.60).

1.5.2.4. Situación actual de la empresa

Hasta la fecha actual Plásticos Ecuatorianos S.A. siguiendo la tendencia mundial de la utilización de los polímeros como un material alternativo frente al vidrio y al metal, por sus cualidades de resistencia, escaso peso y bajo costo, cuenta con un equipo de aproximadamente 50 máquinas utilizadas en los procesos, elaborando envases plásticos para diferentes productos industriales

Los procesos de producción de la empresa son:

- Termo formado
- Soplado
- Inyección
- Extrusión
- Molienda
- Impresión

Además, participa en el competitivo mercado de los productos descartables como vasos, tarrinas, platos, cucharas, tenedores y otros. A más de la participación creciente en el mercado nacional está exportando a países como Colombia y Perú y espera ampliar sus ventas a otros países.

1.5.2.5. Situación actual de la caldera instalada

Cuenta con una caldera piro-tubular para generar vapor que se distribuye de manera constante para un área determinada donde hay 5 máquinas que trabajan con esta clase de energía (Figura 3 y 4).



Figura 3. Caldera. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.



Figura 4. Placa de identificación de la caldera. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

“Caldera distral Colombia”

Año de fabricación 2006

Distral serial A – 3523

Model Cch3- 300 - 150 -3hl/G. Allow. Working Press 150 Psi

Prsesion Max. Admisible 150psig

Área de Calentamiento 1500ft²

La caldera como lo detalla la placa es de procedencia colombiana, fabricada por Colmaquinas en el año 2006 de 300BHP piro-tubular (tubos de fuego), con su respectiva ficha técnica (Anexo 1), son las que más prevalecen en el uso industrial, así como comercial, debido a su configuración dispuesta para cubrir las necesidades de transferencia térmica necesarias.

Utilizadas con fines industriales y para la calefacción de edificios, el humo caliente circula por los tubos cambiando su trayectoria hasta salir por la chimenea, estos tubos son laminados y mandrilados para evitar que sean quemado, requieren de instalaciones de almacenaje y bombeo, necesitan de atomización para combustionar, los quemadores son instalados horizontalmente, la circulación de agua y la mezcla agua-vapor ocurre de manera natural debido a la diferencia de densidades entre estas en un circuito cerrado.

Tiene un hogar, donde prácticamente el calor es intercambiado por radiación, utiliza un fluido caliente como fuente de calor, son calderas de fluidos térmicos.

En los procesos industriales los instrumentos de medición y control son fundamentales en la regulación de los mismos, ya que permiten alcanzar las condiciones óptimas de operación y de seguridad, las cuales se ven mermadas en la mayoría de los casos, debido a que los operarios ajustan las mismas generalmente guiados por la experiencia o por el ensayo y error.

Su operatividad es realizada en forma semiautomática por el operador, aun cuando su diseño de control es automático, y están formadas por elementos críticos, que la convierten en un sistema realmente complejo y de alto riesgo, tales como:

- Hogar de combustión
- Zona de radiación y de convección
- Sobre calentador primario y secundario
- Atemperador
- Economizador
- Pre-calentador de agua
- Calderín de vapor y de agua
- Conductos
- Tuberías
- Chimenea
- Ventilador

Por otra parte, los mayores daños en las calderas se debe a operación con bajo nivel de agua, por lo tanto, es importante mantener el nivel dentro de los límites preestablecidos de acuerdo con las variaciones de carga de la caldera, eliminando así los peligros de la disminución excesiva del nivel, que al dejar sin suficiente agua a las tuberías se exponen a recalentamiento y roturas, las otras partes quedan expuestas por un lado, al calor de las llamas o de los gases, y por el otro, a las elevadas temperaturas que esto produce sobre el metal, disminuyendo en consecuencia su resistencia mecánica.

Si el calentamiento de la chapa de acero (material con el que están construidas habitualmente) llega a ser excesivo, ésta puede romperse produciéndose una explosión.

Si el nivel del agua asciende demasiado, aumentaría la humedad del vapor generado, lo cual es indeseable en estos procesos. Así que, considerando que en éstas se producen condiciones críticas de trabajo, debido a que se generan elevadas temperaturas y presiones, existe una necesidad evidente de controlar eficazmente las variables que intervienen en dicho proceso, puesto que, trabajar fuera del rango óptimo de operación constituye una causa principal de peligro inminente por riesgo a explosiones.

Los humos producto de la combustión son excesivamente contaminantes, estos surgen por el mal funcionamiento del equipo cuando ha sido manejado por el operario de forma incorrecta, al no controlar debidamente las variables del proceso (nivel, caudal, temperatura y presión).

La influencia de la variación de los parámetros de combustión, que para este caso fueron la presión del combustible y el caudal, sobre la eficiencia, y tener la oportunidad en lo posterior de incorporar procesos útiles, analizar el efecto de incidencia de los parámetros de combustión y su efecto sobre la eficiencia, mediante la variación de los parámetros de combustión, determinar un rango de trabajo óptimo o el más apropiado para la caldera en cuanto a la eficiencia de la caldera respecto a un modelo operativo o de diseño.

A presiones de combustible bajas entre 20 y 25 PSI, las eficiencias son muy similares entre sí, en cuanto a su desempeño. la generación de vapor, uno de los principales insumos en los procesos de producción, presenta ciertas condiciones que hacen que su funcionamiento y rendimiento diste, en cierta medida, de lo ideal esperado por la empresa. Algunos problemas del proceso antes mencionado son:

- Problemas de presión ya que actualmente la presión del vapor es de $115 \pm 0,5$ P.S.I siendo que la presión óptima debiese ser de alrededor de 120 P.S.I, este inconveniente conlleva a que la producción salga defectuosa llevando todo esto a un reproceso del producto terminado.
- La calidad de combustible es altamente variable tanto en sus niveles de humedad variando esta entre 27-50% de humedad y en la cantidad de tierra que posee que gradualmente tapa las rejillas internas de la caldera, ocasionando paradas forzosas para proceder al solucionar el problema.
- Bajo rendimiento de la caldera producto de factores como pérdidas de calor en los gases de combustión, humedad en el combustible, temperatura del aire inducido, etc.

Los problemas antes mencionados sumados a otras situaciones que inciden el rendimiento de la de la caldera impactan de forma negativa en el costo por concepto de combustible.

Mejorar este proceso presenta una alternativa de ahorro significativo y un acercamiento hacia la realización más eficiente de sus procesos. Para efectos de la realización de este proyecto se someterá a análisis la caldera principal junto a sus sistemas de alimentación de agua y combustible. En términos temporales, los datos recopilados para este estudio abarcan desde enero del 2018 hasta junio del 2019.

Se cuenta con un sistema de recuperación de condensados, pero el sistema no está bien diseñado razón por la cual esta agua de condensados no está siendo aprovechada en el proceso de la caldera, lo que aumenta el consumo de agua, combustible y productos químicos para mantener la operación de la caldera en la planta; además la tubería de retorno no tiene aislamiento térmico.

Por otra parte, hay que hacer énfasis en el adecuado tratamiento del agua ya que al no realizarlo como es debido ocasionara incrustaciones en la parte exterior de los tubos ocasionando perdida de eficiencia y por ende mayor consumo de combustible y tiempo de recuperación de presión de vapor.

La temperatura del vapor y el condensado es igual, pero el segundo pierde energía al transferirla a la tubería, transmitiendo menor calor al producto que se desea calentar después de obtener el condensado.

Además, la transferencia de calor del condensado es menor que la del vapor, debido a que este último al cambiar de estado posee mayor capacidad de transmitir su calor latente, comparado con el condensado que solamente puede transferir calor sensible que es el correspondiente a su enfriamiento conservando su estado líquido ahorros de agua, energía y combustible evitando tratamientos químicos al agua de alimentación a la caldera, lo que también mejora las condiciones de trabajo y reduce la huella de carbono.

El calor contenido en los condensados en sistemas de baja presión representa un 10% del calor total usado para generar vapor y en sistemas de alta presión este valor puede ser mayor a 15%, recuperar este condensado genera un ahorro del 35% al 50% de la energía que se emplea en el proceso inicial en la caldera.

El agua tiene cantidad de impurezas que afecta el proceso de generación de vapor, por tal motivo se somete el agua o condensado a un tratamiento físico-químico para tener una buena transferencia de calor y disminuir los depósitos de impurezas.

1.5.2.6. Parámetros - valores requeridos

- Dureza total < 2 ppm
- Contenido de oxígeno < 8 ppm
- Dióxido de carbono < 25 mg/l
- Contenido total de hierro < 0.05 mg/l
- Contenido total de cobre < 25 mg/l
- Contenido de aceite < 1 mg/l pH a 25 °C 8.5 – 9.5

Las pérdidas de calor afectan la operación de la caldera y disminuyen su eficiencia, por ello el exceso de aire se relaciona con la cantidad de aire necesaria para la combustión que debe ser entregado, logrando así una mezcla de aire/combustible.

Trabajar con excesos de aire por debajo de los especificados provoca disminuciones bruscas en la eficiencia de la caldera, debido a la combustión incompleta del combustible, también la formación de depósitos al interior de la caldera (hollín) y emisión de productos

de la combustión con características explosivas y tóxicas, están relacionadas a la operación con exceso de aire insuficientes.

Por lo anterior, deben realizarse ajustes principalmente en la presión de combustible, en la entrada de aire al quemador, presión de atomización, temperatura del combustible, posición del quemador y espesor de la cama de combustible sólido, para reducir las pérdidas de calor asociados a un exceso de aire diferente al requerido.

En cuanto a la pérdida de calor asociada a la temperatura de los productos (gases) de la combustión, representa un 18% para las calderas que trabajan, en cambio para las calderas de petróleo y carbón es del 12%, por tal razón un aumento en la temperatura de los gases provoca una reducción en la eficiencia de la caldera.

Se observa la influencia que tiene el grosor del hollín y las incrustaciones que actúan como aislantes del calor entre los productos de la combustión y el fluido contenido en la caldera, además de disminuir la eficiencia de esta. Por su parte los problemas de tener incrustaciones son problemas de refrigeración de las superficies metálicas de la caldera, provocando sobrecalentamiento.

Películas aislantes en las conducciones de vapor, en la parte interna del haz tubular por donde pasan los gases generados de la combustión, para lograr la evaporación del agua, afectando su calidad y la operación de la caldera, perdiendo eficiencia a medida que el espesor de las incrustaciones aumenta en la parte externa del haz tubular, lo que afecta el calentamiento del agua para transformarse en vapor y lleva más tiempo el proceso de generación de vapor.

1.5.2.7. Conceptos básicos

Agua cruda: agua que no ha recibido ningún tratamiento y es considerada no apta para el trabajo que realiza la caldera.

Agua de alimentación: agua que contiene parte de condensados y agua de reposición, que pasa a través de una bomba de alimentación a la caldera.

Agua de reposición: es la cantidad de agua que se debe añadir al sistema para reponer el agua que se ha perdido.

Alcalinidad: es la cantidad de carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos y silicatos o fosfatos en el agua.

Arrastres: este arrastre de condensados en una caldera está directamente relacionado al suministro de vapor húmedo, esto se relaciona a las deficiencias mecánicas.

Cloruros: contribuyen a aumentar la salinidad del agua al mismo tiempo que la hacen corrosiva.

Condensado: vapor condensado de plantas o procesos de energía, que no se mezcla con ninguna otra agua.

Conductividad: permite controlar la cantidad de sales disueltas en el agua.

Corrosión: es el proceso en el cual el hierro es disuelto por el agua y oxidado por el oxígeno que lleva, desatando óxidos de hierro.

Depósitos: son sólidos en suspensión provenientes del agua de alimentación o de los aditivos.

Dureza: es la cantidad de iones de calcio y magnesio presentes en el agua, puesto que estos favorecen la formación de depósitos e incrustaciones difíciles de remover sobre las superficies de transferencia de calor de una caldera.

Incrustación: este tipo de incrustaciones son cristalinas y duras, las cuales se forman sobre la superficie de la calefacción por la cristalización de las sales en disolución saturadas presentes en el agua de la caldera.

Ph: representa las características ácidas o alcalinas del agua, con su medición se previene los problemas de corrosión (pH bajo) y depósitos (pH alto).

Purga: es un porcentaje de agua que se extrae del interior de la caldera, con la finalidad de eliminar los sólidos disueltos.

Sólidos Disueltos: son la cantidad de sólidos o impurezas disueltas en el agua.

Suavizador: realiza un intercambio iónico en el agua de alimentación para las calderas de vapor, eliminando sales minerales presentes en el agua para evitar formación de incrustaciones en la caldera.

Vapor saturado: se presenta a presiones y temperaturas en las cuales el vapor (gas) y el agua (líquido) pueden coexistir juntos, en otras palabras, esto ocurre cuando el rango de vaporización del agua es igual al rango de condensación.

Vapor sobrecalentado: es el vapor que tiene una temperatura mayor a la del vapor saturado que corresponde a su presión.

Dispersante: sustancia que facilita la dispersión de partículas en suspensión.

Inhibidores: sustancia que detiene o impide una reacción química.

Estratificación: separar o dividir en estratos.

Homogeneizadores: uniformizan la composición y estructura de los elementos.

Surfactantes: elemento que actúa como detergente o emulsionante.

Alifáticos: compuesto orgánico que tiene estructura molecular.

Convección: transferencia de calor en un fluido mediante el movimiento.

F.D.A: Food and Drug Administrations.

Haz tubular: conjunto de tubos que forman la superficie de convección de una caldera.

Es el intercambiador de calor por los cuales fluye aire caliente o agua, dependiendo del tipo de caldera.

1.6. Aspectos metodológicos de la investigación

1.6.1. Tipo de estudio

Por diseño de un estudio se entienden procedimientos, métodos y técnicas mediante los cuales el investigador selecciona una información, la analiza e interpreta los resultados.

Una vez que ya hemos trabajado la fase de conceptualización del problema de investigación nuestro siguiente paso es decidir qué diseño de investigación vamos a utilizar.

Nuestra investigación se ubica en la investigación es de tipo básico, ya que se buscará analizar una Caldera Piro-tubular de 300 BHP, usando como combustible bunker, en Empresa de Plásticos.

La metodología de estudio a emplearse en el presente plan y mejora en la empresa de Plásticos será de tipo descriptiva, explicativa y exploratoria, el cual hace su propia descripción:

Descriptivo: Describe los eventos tal como suceden sin modificar su naturaleza.

Explicativo: relaciona, detalla y busca la razón del o causal del problema.

Exploratorio: busca e identifica el problema que está aconteciendo.

1.6.2. Método de investigación

El propósito del método es estudiar la caldera mediante la determinación de sus elementos, sus relaciones y límites para observar su estructura y la dinámica de su funcionamiento.

El enfoque sistémico enfrenta el problema en su complejidad a través de un pensamiento basada en la totalidad, en el estudio de la relación entre las partes y de las propiedades emergentes resultantes.

1.6.3. Fuentes y técnicas de recolección de información

1.6.4. Técnicas de recolección de datos.

De acuerdo con nuestro problema de estudio e hipótesis, la siguiente etapa consiste en recolectar los datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de análisis.

Información obtenida de hojas de registros diarios de trabajo.

Los datos obtenidos fueron proporcionados por personas, derivadas de observaciones de los documentos, archivos y bases datos.

Otra forma de obtener datos fue de fuentes primarias, basados en el comportamiento y situaciones observables considerando el conjunto de dimensiones e indicadores.

También se obtuvieron datos mediante, las fichas bibliográficas, los datos del comportamiento de la caldera.

1.6.5. Tratamiento de la información.

1.6.6. Procedimiento de recolección de datos.

Se realizaron mediante la observación del fenómeno, estableciendo un análisis cualitativo y cuantitativo, permitiendo formular o establecer el plan de acción recomendado para mejorar la realidad descrita.

La técnica que se utilizó para obtener la información está definida mediante el análisis de control de parámetros de funcionamiento del sistema, objeto de la investigación, empleando como instrumento listas de datos estadísticos:

- Hojas de control.
- Recolección de información emitida por personal a cargo del área de trabajo.

1.6.7. Resultados e impactos esperados

Si se analiza la caldera piro-tubular de 300 BHP mediante:

- Pérdidas por entalpia de los gases de escape
- Pérdidas por entalpia de vapor de agua en los gases
- Pérdidas por los in-quemados gaseosos
- Pérdidas por radiación
- Pérdidas por convección

Obtendremos diferentes resultados que nos llevaran a la toma de decisiones, basados en el comportamiento del trabajo que realiza de la caldera.

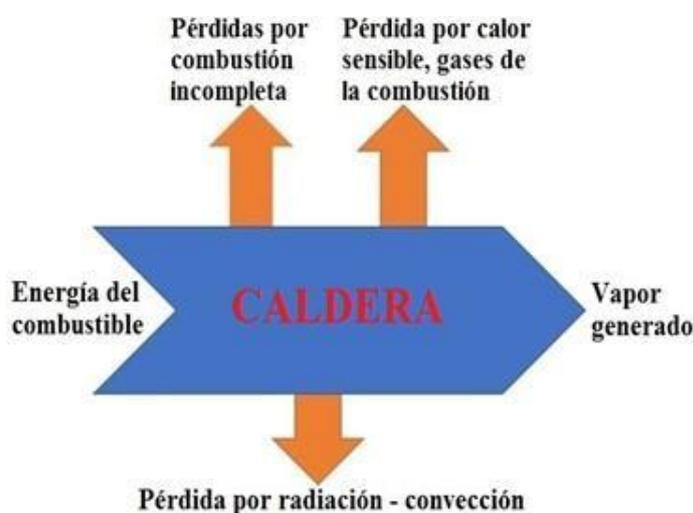


Figura 5. Pérdidas por radiación y convección. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Debido a las anomalías que se presentan por cualquier motivo antes mencionado la caldera piro-tubular tiende a perder eficiencia al realizar su trabajo y por consiguiente esto también afecta en gran parte su tiempo de vida útil, es por estas razones que resulta de mucha importancia realizar chequeos periódicos del estado en que se encuentra la caldera, el trabajo de revisiones diarias es algo que se lo puede asignar o lo puede realizar el operador que esté a cargo del área.

Todo lo mencionado y escritos en los reportes que realice el operador nos servirá como información relevante para considerarlas y aplicarlas como correctivos al realizar los mantenimientos programados que se realicen a la caldera, notaremos resultados favorables y que nos llevaran a mejorar en gran escala la eficiencia de la caldera.

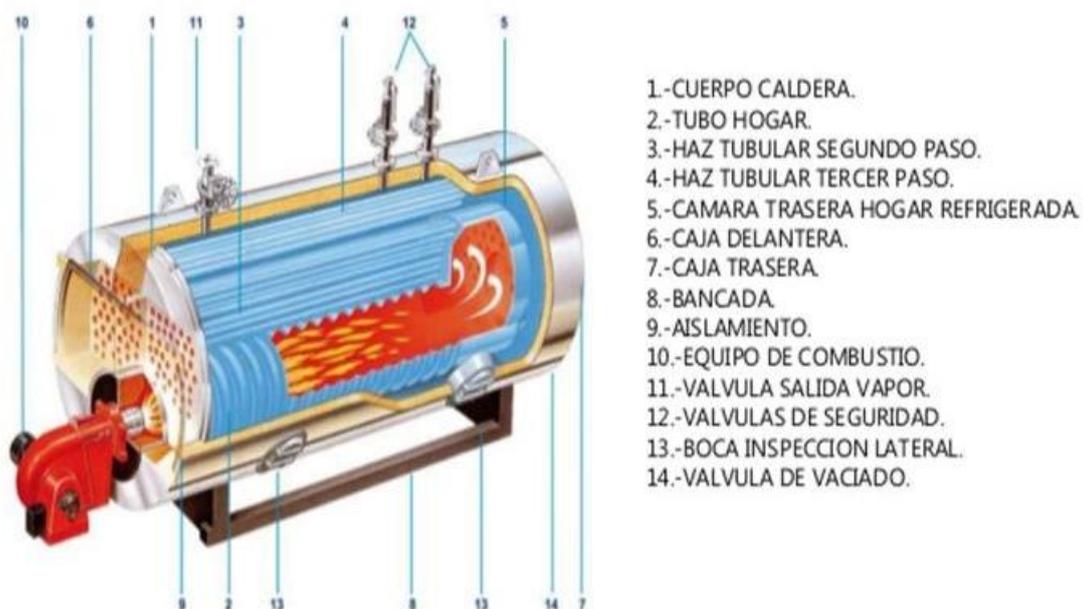


Figura 6. Elementos de control de una caldera. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

En la figura # 6, se puede apreciar la parte interna de una caldera, aquí podemos observar la zona de fuego, que es donde se produce la combustión parte primordial en el desarrollo del trabajo realizado por la caldera.

También vemos los tubos del segundo y tercer paso que es la sección donde se produce el intercambio de calor, es aquí que por motivos de acumulación de lodos por la parte de afuera y acumulación de hollín por dentro la caldera pierde eficiencia.

Capítulo II

Análisis, presentación de resultados y diagnóstico

2.1. Análisis de la situación actual

2.1.1. Distribución de la planta



Figura 7. Distribución de la planta Plásticos Ecuatorianos S.A. Información tomada de Castillo, (2008). Elaborado por el autor.

2.1.2. Descripción del proceso.

La caldera piro-tubular abastece de vapor específicamente a un proceso de producción el cual se detalla a continuación:

Máquina Inyectora: Es la que, por acción de un tornillo en un túnel, al que se le aplica calor a través de calentadores externos que producen que el polímero sólido se funda; dicho material es acumulado en un extremo, y por presión de empuje generada por el desplazamiento del tornillo, lo forza a fluir a través de un inyector para alojarse en las cavidades del molde (Anexo #2).

Maquinas Expansora: Trabajan por inyección, la materia prima pre-expandida ingresa a los moldes de las maquinas donde se da forma al producto final, son muy utilizadas actualmente para la fabricación de envases térmicos descartables que sirven para conservación o transporte de alimentos que necesitan una temperatura adecuada trabajan con accionamiento de aire comprimido, vapor y agua, por lo que es de alta importancia mantener una caldera en óptimas condiciones de trabajo.

2.1.3. Diagrama de proceso de operación

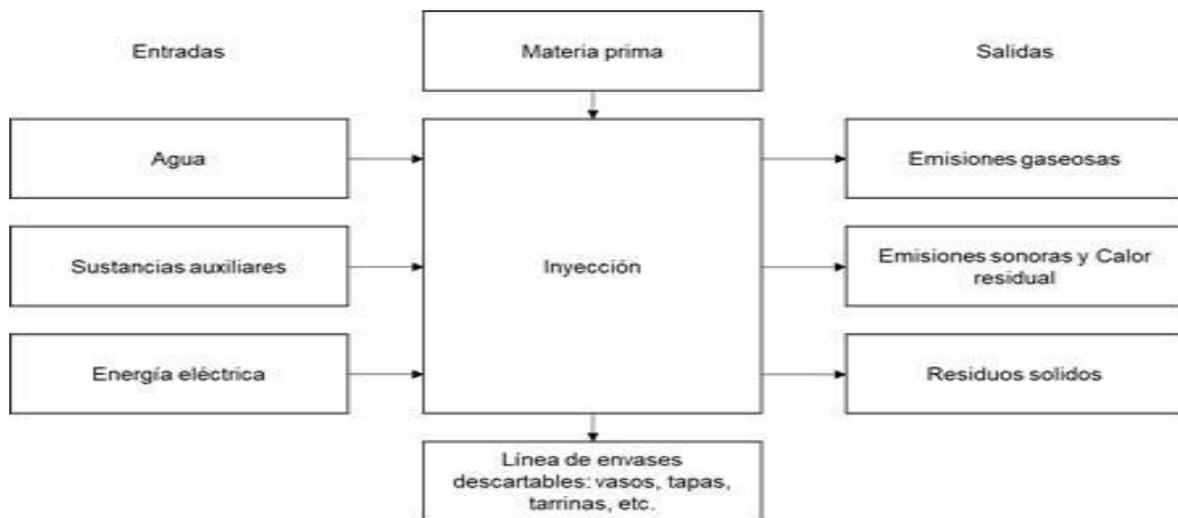


Figura 8. Proceso de inyección. Información tomada de departamento de producción PESA (2019). Elaborado por el autor.

2.1.4. Diagrama de flujo de proceso

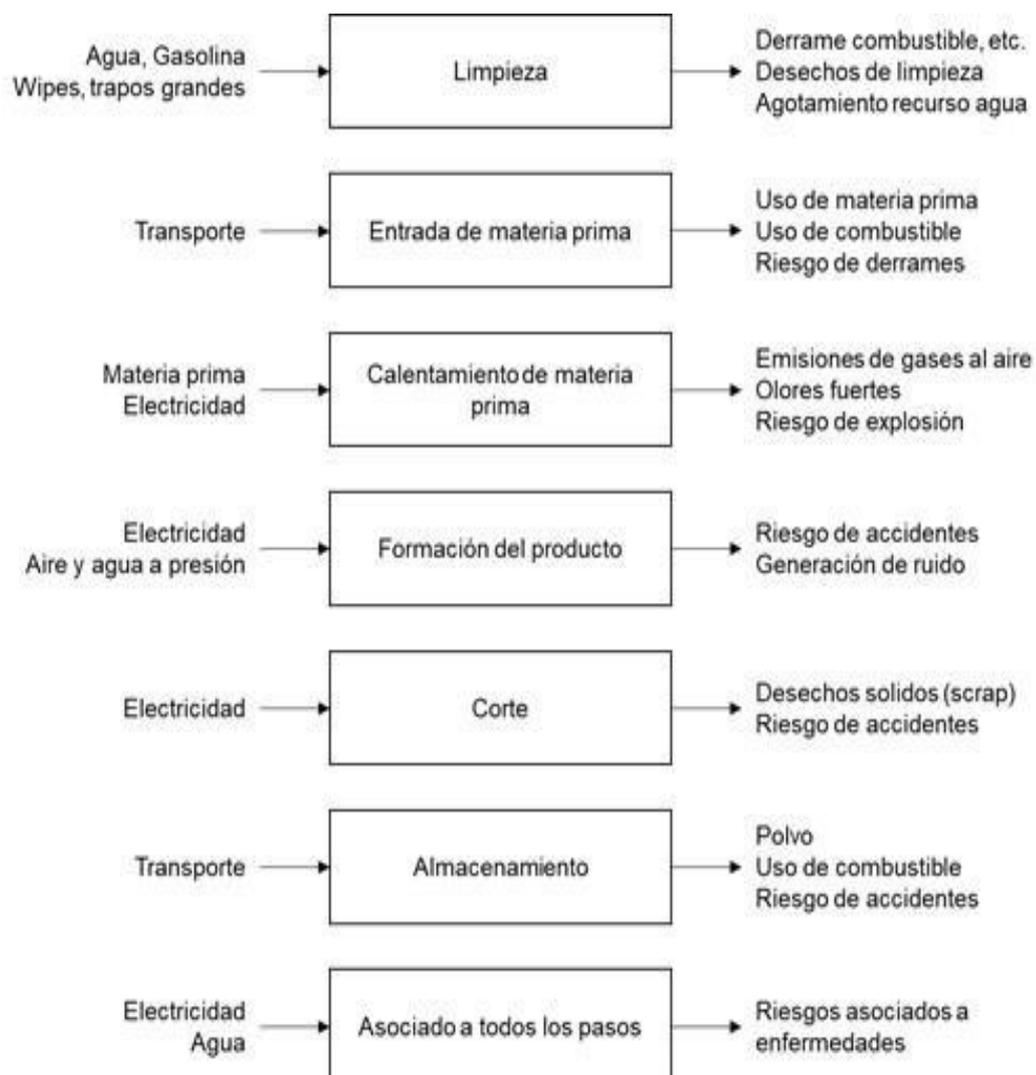


Figura 9. Diagrama de flujo de procesos de inyección. Información tomada de departamento de producción PESA (2019). Elaborado por el autor.

2.1.5. Diagrama de recorrido en el proceso de inyección

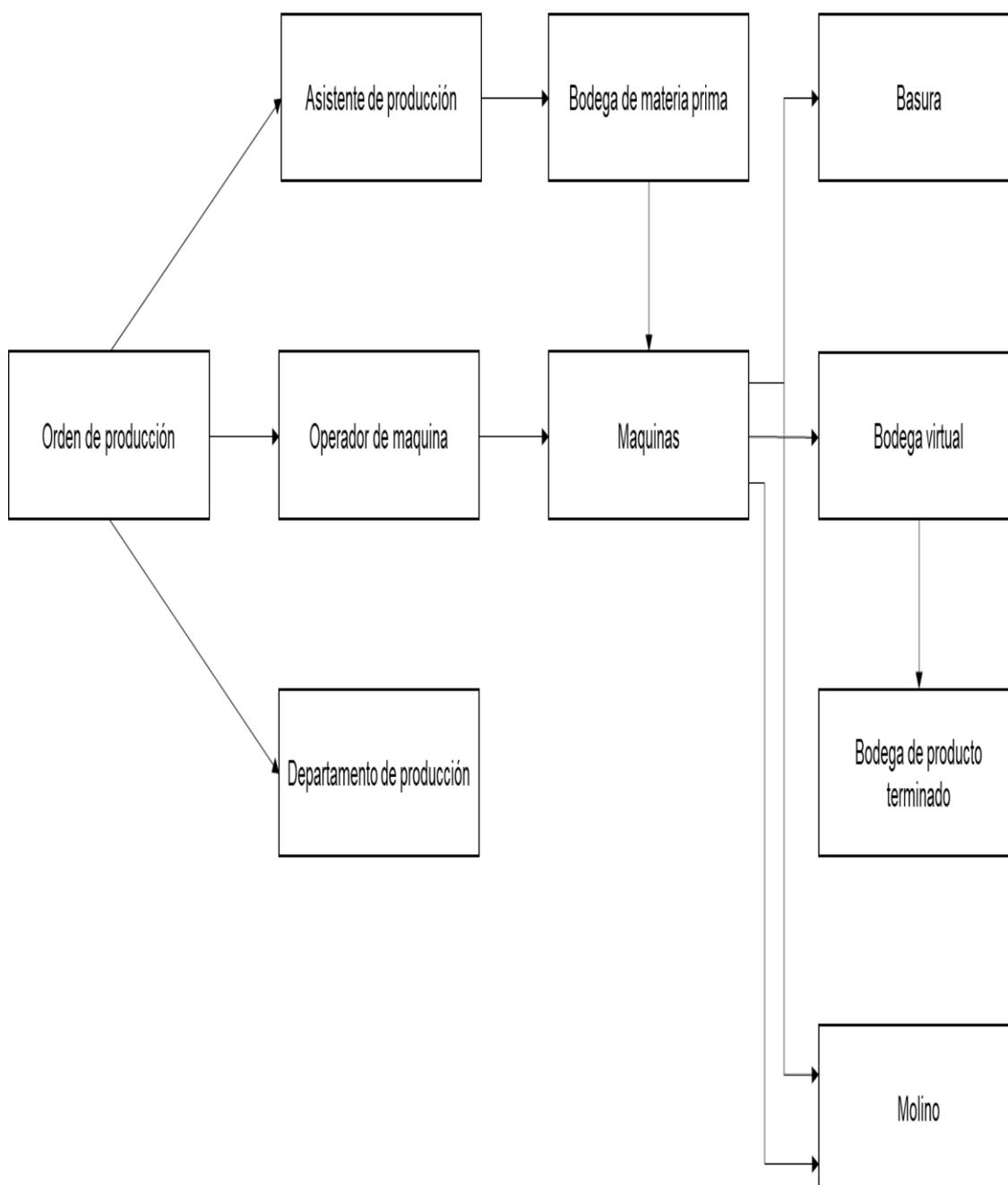


Figura 10. Diagrama de recorrido en el proceso de inyección. Información tomada de departamento de producción PESA (2019). Elaborado por el autor.

2.2. Análisis comparativo, evolución, tendencias y perspectivas

2.2.1. Análisis y diagnóstico del problema

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en una caldera piro-tubular de 300bhp, determinando así el estado actual y la funcionalidad de la misma, dicho de otra manera, se analizó la eficiencia basado en diferentes aspectos que pueden influir en el normal desempeño al generar vapor para realizar un trabajo específico (Tabla 1).

Tabla 1. Estado y funcionalidad de las partes de la caldera.

Descripción	Estado	Observaciones	Capacidad
Caldera piro-tubular para generación de vapor	Buenas condiciones	Funcional	300 BHP
Quemador	Nuevo	Funcional	1523gal/h
Bomba centrífuga para alimentación de agua a caldera	Buenas condiciones	Funcional	2 hp
Tuberías de 4" hierro para transportar vapor	Chequear	Funcional	N/A
Tuberías PVC de 1/2" para alimentación de agua a tanque diario	Chequear	Funcional	N/A
Presóstato cola de cerdo	Accesorio de control	Chequear	100psi
McDonnel accesorio de control de la caldera	Chequear	Funcional	N/A
Válvula de seguridad Accesorio de control de presión de la caldera	Chequear	Funcional	250 psi
Cajetín de distribución	Chequear	Funcional	N/A
Tanque de combustible	No optimo	Funcional	1000 gal

Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Se tomó como referencia información generada en otros trabajos de igual magnitud, donde ya se han deducido tablas y fórmulas para el cálculo de ciertos parámetros de rendimiento; teniendo como resultado que los casos más comunes son: pérdida de eficiencia por combustible, pérdida de calor por entalpia, poco aprovechamiento del retorno de vapor, para deducir su eficiencia se tomó como referencia el método ASME (Tabla 2).

Tabla 2. Método ASME eficiencia para calderos

<i>Método</i>	<i>Eficiencia</i>	<i>Especificaciones</i>
Directo	$n = \frac{Q_u}{Q_c} * 100$	$Q_u = \text{Calor útil}$ $Q_c = \text{calor del combustible}$
Indirecto	$n = 100 - \sum Q_p$	$Q_p = \text{Calor perdido en gases de combustión, humedad en el combustible, formación de CO y por combustión de hidrogeno.}$

Información tomada de ASME PTC4.0, (2008). Elaborado por el autor.

2.2.2. Métodos de cálculo en la eficiencia energética en calderas.

Los métodos más utilizados para el cálculo de eficiencia en calderas son:

Método directo

Método indirecto

2.2.2.1. Método directo

Consiste en dividir el total de energía generada por la caldera por entrada de energía dada a la caldera y multiplicada a su vez por cien

$$E = \left[\frac{Q(H-h)}{Q} \right] \times \text{GCV} \times 100$$

Donde:

Q = vapor generado de vapor generado (kg/h)

H = entalpía de vapor (kcal/kg)

h = entalpia del agua (kcal/kg)

GCV = valor calorífico bruto del combustible.

2.2.2.2 Método indirecto

Se trata de considerar todas las magnitudes de las pérdidas que puedan ser medidas en la caldera, sumarlas y restarla del 100% para obtener la eficiencia final.

La eficiencia energética de una caldera depende mucho tanto de su proceso de combustión, como de la propia caldera para favorecer el adecuado intercambio de calor, de aquí podemos deducir que se debe hacer un estricto control en los puntos descritos donde se presentan perdidas de eficiencia energética

Puntos claves para lograr una buena eficiencia energética en una caldera son:

Temperatura de humos. (Mejora la eficiencia de nuestra caldera)

Exceso de aire. (Reducirá in-quemados de combustible)

Aislamiento. (Pérdidas de calor)

Nivel de purgas. (Bajas de presión de vapor)

Mantenimiento de quemador. (Mejora la combustión de combustible)

2.2.3. Descripción específica del problema

Dada la importancia de que el flujo de vapor generado por la caldera debe ser constante y uniforme, se presenta el problema de que esto no siempre se cumple debido a algunos factores que impiden que su trabajo sea realizado normalmente ocasionando paralizaciones en el proceso de producción, generando productos defectuosos que repercuten en pérdidas, inconvenientes como:

Caída de presión

Se presentan en momentos inesperados cuando repentinamente la presión de vapor decae debido a que el flujo de entrada de combustible al quemador se reduce, ocasionando que la llama no sea lo suficientemente eficiente para lograr recuperación adecuada de calor para generar vapor.

Obligando a la paralización de la producción debido a que el flujo de vapor cae precipitadamente derivando anomalías en el producto final que son detectadas inmediatamente por el personal que está laborando en dicho proceso, ya que el producto se torna quebradizo por falta de cocción.

Apagado de caldera por falta de combustible

En ocasiones imprecisas la caldera suele apagarse sin un aparente motivo, luego de analizar el inconveniente se deduce que la caldera se apagó porque el flujo de combustible se interrumpió debido a que los filtros se taponaron de suciedad, esto depende mucho de la calidad del combustible que se está utilizando. (Figura 9)



Figura 11. Filtro de canastilla para bunker. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Fallas de caldera por falta de mantenimiento.

Por ser la única caldera con la que cuenta la empresa y que por tal circunstancia no se la puede apagar por cualquier motivo, se hace casi imposible que reciba un mantenimiento adecuado, haciéndola vulnerables a las diversas fallas que se presentan, las paradas

esporádicas que se presentan son aprovechadas para realizarles un mantenimiento sencillo puesto que no puede estar mucho tiempo sin trabajar ya que representa pérdidas significativas en la producción.

Elementos más comunes que presenta anomalías por falta de mantenimiento y hacen que el funcionamiento de la caldera sea de manera irregular son: boquilla, quemador, sensor de luz (foto célula), sensores de nivel de agua, bomba de combustible. (Figura 10)



Figura 12. Bomba de bunker y McDonnell. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Tabla 3. Resumen de fallas más comunes en la caldera

Turno	Maquinas paradas	Tiempo de parada	Causa	Descripción del problema
2°	2	20 min	Falta de presión de vapor	Caída de presión de vapor de 115 a 100 psi.
2°	2	30 min	Falta de presión de vapor	Caldera se apaga por falla de sensor de luz(sucio con hollín).
1°	1	15 min	Falta de presión de vapor	Caldera se apaga por falla de presión de aire (falla en compresor de aire comprimido).
2°	1	30 min	Falta de presión de vapor	Caldera se apaga por bajo nivel de agua(térmico de bomba aurora se dispara).
1°	2	35 min	Falta de presión de vapor	Caída de presión ocasionada por purga extensa.
1°	1		Falta de presión de vapor	Caldera se apaga de manera brusca.
2°	5	90 min	Falta de presión de vapor	Caldera se apaga por falla en presión de combustible(filtros sucios).

Información tomada de investigación de campo. Elaborada por el autor.

Tabla 4. Análisis por tipo de problema.

<i>Descripción / problema</i>	<i>Origen</i>	<i>Causa</i>	<i>Efecto</i>
Uso inadecuado de recursos.	Falta de planificación	Personal ocupado en otras actividades, pérdida de materia prima y materiales de fabricación, bajo rendimiento de maquinarias o paradas por desperfectos mecánicos y consumo elevado de energía.	Aumento de los costos de producción
Incumplimiento de pedidos.	Retraso de producción.	Fallas de producción. Generación de producto defectuoso. Maquinarias con desperfectos mecánicos	Baja producción
Generación de productos defectuosos.	Caída de presión.	Flujo de combustible inadecuado.	Baja producción.
Tiempo improductivo por fallas mecánicas.	Falta de programas mantenimiento	Control inadecuado del personal. Falta de planificación.	Baja producción.

Información tomada de la empresa. Elaborado por el autor

2.2.4. Análisis de datos e identificación de problemas

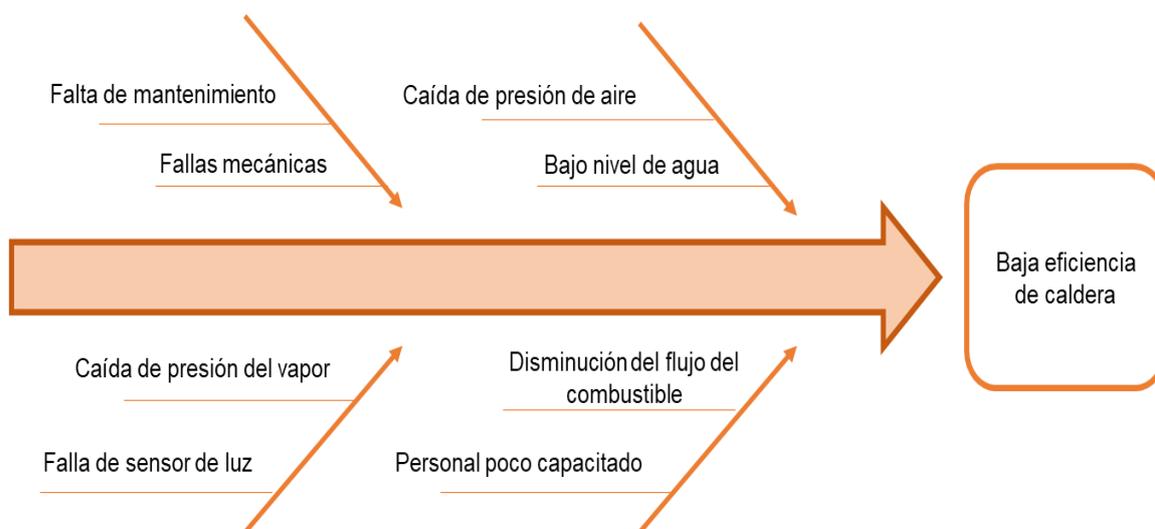


Figura 13. Diagrama Ishikawa. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

2.3. Presentación de resultados y diagnósticos

2.3.1. Impacto económico

2.3.1.1. Horas hombre en máquinas inyectoras

En las líneas EPS tenemos 6 máquinas inyectoras trabajando 24 horas los 7 días de la semana, donde ejercen sus funciones 24 personas en tres turnos respectivamente; con un sueldo mensual de \$400.00 *c/uno* entonces:

Sus horas de trabajo normales son 8h, durante 24 días en un mes,

24 días-----\$ 400,00

1 día ----- X

$$1 \text{ día} = \frac{\$ 400,00}{24 \text{ días.}}$$

1 pers = \$ 16,66/día

De donde en un turno de 12 h trabaja 11 h

\$ 16,66 -----11 hrs

X -----1 h

$$X = \frac{\$ 16,66}{11 \text{ hrs}}$$

Costo de una hora normal = \$ 1,51/h

En un día pierde 2 h durante 28 días tenemos:

28 días X 2 h = 56 h que pierde al mes

56 h X 12 meses = 672 h en un solo hombre

672 h X 8 hombres = 5376 horas al año perdidas

De donde respectivamente se deduce los costos de hora al 25%, 50% y 100%

Hora al 100% = \$1,51 + 100% = \$ 3,02

Hora al 50% = \$1,51 + 50% = \$ 2,26

Hora al 25% = \$1,51 + 25% = \$ 1,88

En un turno con 8 trabajador en 8 h estaría perdiendo:

\$ 1,51 x 8 pers = \$ 12,08 al día

\$ 12,08 x 28 días = \$ 338,24 al mes

Anualmente representaría una cifra de \$ 4.058,8 en un solo turno

En dos turnos sería: \$ 8.117,76

A estos cálculos debería sumárseles los recargos por hora respectivamente.

Recargos al 100%: \$3,02x28 días x 12 meses = \$1.014,72 al año

Recargo al 50%=\$ 2,26 x 28 días x 12meses = \$759,36 al año

Recargo al 25% = \$ 1,18 x 28 días x 12 meses = \$631,68 al año

Sumando un total de: \$ 2.405,76 año en recargos por horas

Entonces sumando todo nos queda:

$$\text{\$ } 8.117,76 + \text{\$ } 2.405,76 = \text{\$ } 10.523,52$$

Cifra que se pierde al año en pérdidas por paralización de labores por falta o caída de presión de vapor.

2.3.1.2. Costo por perdida de reproceso o mala calidad del producto terminado.

Los diversos inconvenientes que generan que la caldera falle en la dotación de vapor hacia las maquinas inyectoras, tiene como consecuencias que estas generen productos de mala calidad y defectuosos debido a que dejan de recibir la presión de vapor adecuada para producir unidades dentro de los parámetros requeridos por los clientes de la empresa, generando así perdidas por costos de reprocesos o mala calidad. Ver (Anexo 3)

El costo de la materia prima es oscilante por lo que para nuestros cálculos nos guiaremos de estimados:

4.721 unid-----Produce una máquina

1 kilo -----404 unid

24 unid-----\\$ 1,47

Por información obtenida directamente de los operadores que trabajan en las maquinas se está produciendo un rechazo de aproximadamente de 2kg al día.

De donde tenemos lo siguiente:

24 unid-----\\$ 1,47

1 unid-----X

$$\frac{1,47}{24} = \$ 0,06$$

Costo de una unidad = \$ 0,06

1 kg-----404 und

2 kg-----X

404 und X 2 kg = 808 und

Unidades rechazadas al día = 808und

$$\frac{808 \text{ und}}{24 \text{ horas}} = 33,66 \text{ unid de rechazos por hora}$$

Unidades rechazadas por hora = 33,66 unid.

808 unid x 365 días = 294.920,00 unid rechazadas al año

Costo de unid = \$0,06

294.920,00 unid X \$0,06 = \$17.695,20 al año

Valor anual estimado en pérdidas por rechazos: \$17.695.20

2.3.1.3. Consumo de agua por tanquero para generar vapor.

Debido al incremento en el valor que se paga por concepto de agua potable que se utiliza para generar vapor.

La empresa por recomendaciones y sugerencias del personal que labora en el área de caldera, ha tomado la decisión de comprar agua por tanquero, para obtener un estimado de cuánto sería el costo de consumo de agua por este medio y tomar decisiones basados en los resultados obtenidos, cabe recalcar que esto será aplicado solo como una prueba así que todos los cálculos que se hagan, no representan valores que se estén dando como datos reales:

1 tanquero-----34 tanques de 55 gls

1 tanquero-----1870 gls

Tiempo de consumo 6 h

Costo del tanquero-----\$ 33,00

Entonces:

6 h-----1.870 gls

1 h-----X

$$\frac{1.870 \text{ gls}}{6 \text{ h}} = 311,60 \text{ gls/h}$$

Consumo de agua para generar vapor:

En una hora = 311,60 gls/h

1.870 gls-----\$ 33

1 gl-----X

$$\frac{\$ 33}{1.870 \text{ gls}} = \$ 0,01764$$

311,60 gl/h X 24h = 7.478,40 gls se consume al día

1gl-----0.004 m^3

7.478.40gls-----X

$$X = 28,30m^3$$

Anualmente:

28,30 m^3 x 365 días = 10.329,5 m^3 se consume al año

Representando un valor anual en dólares de:

0,004 m^3 -----\$ 0,01764

10.329,5 m^3 -----X

$$X = \$45.553,09$$

2.3.1.4. Consumo de combustible para generar vapor.**Tabla 5. Ingreso y consumo mensual de combustible (Fuel Oil – #6).**

Códig.	Descrip.	doc.#	Tra	f.ing	cantidad	Total
750111	Bunker # 6	29446	275	2019/1/2	250	277,20
750111	bunker # 6	29454	275	2019/1/3	700	776,16
750111	bunker # 6	29459	275	2019/1/4	800	887,04
750111	bunker # 6	29461	275	2019/1/4	3.000	3.326,4
750111	Bunker # 6	29466	275	2019/1/5	900	997,92
750111	bunker # 6	29470	275	2019/1/6	1.100	1.219,6
750111	bunker # 6	29473	275	2019/1/7	900	997,92
750111	bunker # 6	29480	275	2019/1/8	800	887,04
750111	bunker # 6	29486	275	2019/1/8	3.000	3.326,4
750111	bunker # 6	29483	275	2019/1/9	900	997,92
750111	bunker # 6	29494	275	2019/1/10	800	887,04
750111	Bunker # 6	29502	275	2019/1/11	700	776,16
750111	bunker # 6	29505	275	2019/1/11	3.000	3.326,4
750111	bunker # 6	29509	275	2019/1/12	1.100	1.219,6
750111	bunker # 6	29515	275	2019/1/13	800	887,04
750111	bunker # 6	29517	275	2019/1/14	900	997,92
750111	bunker # 6	29524	275	2019/1/15	700	776,16
750111	bunker # 6	29528	275	2019/1/15	3.000	3.326,4
750111	bunker # 6	29531	275	2019/1/16	1.000	1.108,8
750111	bunker # 6	29539	275	2019/1/17	900	997,92
750111	bunker# 6	29544	275	2019/1/18	00	554,40
750111	Bunker # 6	29550	275	2019/1/18	3.000	3.326,4
750111	Bunker # 6	29552	275	2019/1/19	1.000	1.108,8
750111	bunker # 6	29556	275	2019/1/20	700	776,16
750111	bunker # 6	29558	275	2019/1/21	600	665,28
750111	bunker # 6	29565	275	2019/1/22	600	665,28
750111	bunker # 6	29569	275	2019/1/22	3.000	3.326,4
750111	bunker # 6	29571	275	2019/1/23	800	887,04
750111	bunker # 6	29577	275	2019/1/24	700	776,16
750111	bunker # 6	29582	275	2019/1/25	800	887,04
750111	bunker # 6	29590	275	2019/1/26	600	665,28
750111	bunker # 6	29590	275	2019/1/26	3.000	3.326,4
750111	Bunker # 6	29593	275	2019/1/27	800	887,04
750111	bunker # 6	29594	275	2019/1/28	700	776,16
750111	bunker # 6	29600	275	2019/1/29	600	665,28
750111	bunker # 6	29607	275	2019/1/30	700	776,16
750111	bunker # 6	29615	275	2019/1/31	600	665,28
750111	Bunker # 6	29621	275	2019/1/31	3.000	3.326,4
Total					46.950	52.058,1

Información tomada de departamento de producción PESA (2019). Elaborado por el autor.

Los datos aportados en la tabla # 3 corresponden a valores que el departamento de compras a pagado de forma general por combustible en un mes, las sumas de 3.000 vienen a ser los galones comprados y las de 250 a 1.100 son los consumos internos que se utilizan para producir, de ahí se deduce la siguiente tabla que representan el consumo interno de combustible por el mismo lapso de tiempo:

Tabla 6. *Consumo mensual de combustible reportado por el departamento de producción*

Cód	Descrip.	doc.#	trans.	f.ing	Cant.	total
75011	bunker # 6	2944622	275	2019/01/02	250	277,20
75011	Bunker # 6	2945495	275	2019/01/03	700	776,16
75011	bunker # 6	2945999	275	2019/01/04	800	887,04
75011	bunker # 6	2946680	275	2019/01/05	900	997,92
75011	bunker # 6	2947091	275	2019/01/06	1.100	1.219,6
75011	bunker # 6	2947313	275	2019/01/07	900	997,92
75011	bunker # 6	2948038	275	2019/01/08	800	887,04
75011	bunker # 6	2948730	275	2019/01/09	900	997,92
7501	bunker# 6	2949499	275	2019/01/10	800	887,04
7501	bunker # 6	2950251	275	2019/01/11	700	776,16
75114	bunker # 6	2950946	275	2019/01/12	1.100	1.219,6
75011	bunker # 6	2951573	275	2019/01/13	800	887,04
75011	bunker # 6	2951792	275	2019/01/14	900	997,92
75011	bunker # 6	2952433	275	2019/01/15	700	776,16
75011	bunker # 6	2953124	275	2019/01/16	1.000	1.108,8
75011	bunker # 6	2953912	275	2019/01/17	900	997,92
75011	bunker # 6	2954490	275	2019/01/18	500	554,40
75011	Bunker # 6	2955214	275	2019/01/19	1.000	1.108,8
75011	bunker # 6	2955695	275	2019/01/20	700	776,16
75011	bunker # 6	2955841	275	2019/01/21	600	665,28
75011	bunker # 6	2956572	275	2019/01/22	600	665,28
75011	bunker # 6	2957123	275	2019/01/23	800	887,04
75011	bunker # 6	2957776	275	2019/01/24	700	776,16
75011	bunker # 6	2958289	275	2019/01/25	800	887,04
75011	bunker # 6	2959017	275	2019/01/26	600	665,28
75011	bunker # 6	2959330	275	2019/01/27	800	887,04
75011	bunker # 6	2959417	275	2019/01/28	700	776,16
75011	bunker # 6	2960031	275	2019/01/29	600	665,28
75011	bunker # 6	2960764	275	2019/01/30	700	776,16
75011	bunker # 6	2961505	275	2019/01/31	600	665,28
Total					22.950,00	25.446,96

Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Consumo mensual según el departamento de compras = 22.950,00gls/mes

$22.950,00\text{gls/mes} \times 12\text{meses} = 275.400,00\text{gls/año}$

$275.400,00\text{gls/año} \div 365\text{días} = 754,52\text{gls/día}$

$754,52\text{gls/día} \div 24\text{h} = 31,43\text{gls/h}$

Consumo por hora = 31,43gls/h

$22.950,00\text{gls/mes} \times \$1.1088 = \$25.446,96\text{c/mes}$

$\$25.446,96\text{c/mes} \times 12\text{meses} = \$305.363,52\text{c/año}$

Costo del consumo interno anual = \$305.363.53

De lo que ya se explicó anteriormente en la siguiente tabla queda determinada la compra de combustible realizada en un mes:

Tabla 7. *Ingreso mensual de combustible a tanques de almacenamiento*

Cód	Descrip	doc.#	tra	f.ing	can	Total
750111	bunker# 6	294616	275	2019/1/4	3.000	3.326,4
750111	bunker # 6	294864	275	2019/1/8	3.000	3.326,4
750111	bunker # 6	295056	275	2019/1/11	3.000	3.326,4
750111	bunker # 6	295288	275	2019/1/15	3.000	3.326,4
750111	bunker # 6	295500	275	2019/1/18	3.000	3.326,4
750111	bunker # 6	295693	275	2019/1/22	3.000	3.326,4
750111	bunker # 6	295902	275	2019/1/26	3.000	3.326,4
750111	bunker # 6	296210	275	2019/1/31	3.000	3.326,4
Total					24.000,00	26.611,2

Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

2.3.1.4.1. Dedución de consumo de combustible de la caldera

Compra de bunker mensual = 24.000,00

A continuación, se realizará la deducción del consumo de combustible de la caldera de 300bhp.

Según los registros diarios tomados por los operadores de turnos la caldera está consumiendo 400gls por turno, ver (Anexo 4), como se trabajan dos jornadas por día esto equivaldría a: 800 gls/día

De donde:

$$\frac{800\text{gls}}{\text{dia}} \times 1 \frac{1\text{dia}}{24\text{h}} = 33,33\text{gls/h}$$

$$\text{Consumo por hora} = 33,33\text{gls/h}$$

$$800\text{gls/día} \times 365\text{días} = 292.000,00\text{gls/año}$$

$$\text{Consumo de bunker anual } 292.000,00\text{gls}$$

$$292.000,00\text{gls/año} \times \$1,1088 = \$323.769,60\text{c/año}$$

$$\text{Valor que consume la caldera anualmente} = \$323.769,60$$

Para obtener el valor de perdida en combustible procedemos a realizar la diferencia entre consumo de producción y consumo de la caldera:

$$\$323.769,60 \text{ Consumo anual de combustible en caldera}$$

$$-\$305.363,53 \text{ Consumo anual en producción}$$

$$\$18.406,07 \text{ Diferencia(perdida)}$$

Perdida en base al consumo de combustible = \$18.406,07 al año

$$1\text{gl de bunker} \text{-----} \$1,1088$$

$$X \text{-----} \$18.406,07$$

$$X = \frac{\$18.406,07}{1,1088 \text{ \$/gl}}$$

$$X = 16.600,53 \text{ gls al año}$$

$$16.600,53\text{gls} \text{-----} 365\text{días}$$

$$X \text{-----} 1\text{dia}$$

$$X = \frac{16.600,53\text{gls}}{365 \text{ días}}$$

$$X = 45,48 \text{ gls/día}$$

$$45\text{gls} \text{-----} 24\text{hs}$$

$$X \text{-----} 1\text{h}$$

$$X = \frac{45,48\text{gls}}{24\text{hs}}$$

$$X = 1,89\text{gls/h}$$

$$1,89\text{gls/h} \times \$1,1088 = \$2,095$$

$$2,10 \text{ \$/h valor del combustible por hora}$$

Tabla 8. Dedución de pérdidas por combustible.

Costo por unidad	Costo por hora	Consumo anual	Costo anual
\$1,1088	\$2,1	16.600,53gls	\$18.406,66

Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Tabla 9. *Análisis de impacto económico en la empresa. (perdidas).*

Descripción	Costo por unidad	Costo por hora	Consumo anual	Costo anual
Bunker	\$1,10 º/gln	2,10 º/h	16.600,53gls	\$18.406,67
Agua de tanquero	\$0,017 º/gln	311,60 º/h	10.329,5m ³	\$45.553,09
Horas hombre	\$1,51 normal	1,51\$/ _h	5.376 horas	\$8.117,76 c/Persona
Recargos	25%=\$631An 25%,50%, 100% ual	50%=\$759,36a nual	100%=1.014 ,72anual	\$2.405,76 c/Persona
Materia prima	\$0,06º/unid	36,72 º/h	271.488	\$17.695,20
Total				\$116.984,00

Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

2.3.2. Diagnóstico

Con todo lo citado anteriormente, se puede determinar que el principal problema en la planta es que la caldera piro-tubular presenta constantes fallas en cuanto a la disminución de la presión del vapor, y está relacionado con una baja eficiencia de la misma, lo cual no permite que las actividades se lleven a cabo con absoluta normalidad.

Este problema afecta directamente a la parte económica de la empresa debido a que al haber un descenso de la presión del vapor en las maquinas inyectoras que son las que dan el producto final, produce material defectuoso que tiene que posteriormente ser reprocesado; lo cual genera una baja productividad además de que el personal es paralizado de sus funciones, dando como resultado que al día se paralizen las actividades de esta área por al menos 1 hora por cada turno de trabajo lo cual tiene un costo por cada trabajador, sin contar que por día se tiene que reprocesar material defectuoso que genera un costo por día. (Fig.12).



Figura 14. Análisis de impacto económico de la empresa. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Capítulo III

Propuesta, conclusiones y recomendaciones

3.1. Diseño de la propuesta

Es importante para la empresa conocer los parámetros en los que opera la caldera, la desviación de alguno de estos puede causar anomalías que traen como consecuencia una mala eficiencia en el desarrollo de su trabajo, a continuación, se indican algunas condiciones con respecto a la combustión:

- Inadecuada alimentación del aire; insuficiente.
- Inadecuada viscosidad del combustible.
- Mal funcionamiento de la bomba de combustible.
- Boquilla de combustible defectuosa.
- Mezcla inadecuada de combustible/aire.
- Pre calentamiento inadecuado del combustible.

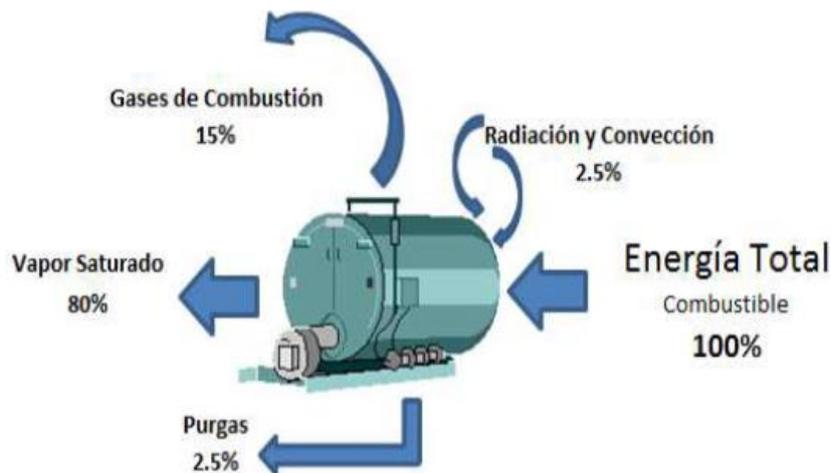


Figura 15. Funcionamiento de una caldera. Información tomada de Izaguirre, (2015). Elaborado por el autor.

3.1.1. Equipo recuperador de calor

En la salida de gases procedentes de la combustión se puede encontrar una serie de recuperadores de calor desde los sobre calentadores de vapor para elevar su temperatura por encima de la de saturación hasta los pre-calentadores de aire que entran en la caldera.

En la actualidad, la caldera de Plásticos Ecuatorianos S.A. no cuenta con un economizador de gases de combustión, el cual permitirá aprovechar la temperatura de los gases para precalentar el agua de reposición, dando como resultado una mayor temperatura en el agua de alimentación a la caldera.

Únicamente cuenta con un pre-calentador de búnker, tanto en el tanque de carga como en el de diario.

3.1.2. Monitoreo y control de emisiones

Actualmente, la empresa no cuenta con un sistema de monitoreo y control de emisiones de gases de chimenea, por lo cual no se tiene conocimiento si hay una alta generación de hollín que tiene como consecuencia el desgaste en el uso de la caldera; es de considerar que esto produce un alto contenido de monóxido de carbono, el cual es un contaminante para el medio ambiente.

Los parámetros óptimos para la combustión en una caldera dependen del tipo de combustible que esta utilice.

Para este caso, la caldera utiliza el combustible fuel oíl # 6, para el cual sus parámetros óptimos más importantes de operación son:

Temperatura de gases de chimenea <232 °C

Contenido de oxígeno 3 % - 4 %

Contenido de dióxido de carbono 13,5 % - 14,3 %

Exceso de aire 15 % - 20 %

Eficiencia de combustión >85 %

Contenido de Monóxido de carbono < 75 ppm

Opacidad 3-4

En este caso se recomienda realizar un monitorio cada seis meses para tener como referencia el rendimiento del combustible.

3.1.3. Calidad de insumos

Para un buen desempeño de la caldera, todos los insumos requeridos, como el agua, aire comprimido, combustible, deben de ser de buena calidad para el cuidado de los equipos.

3.1.3.1. Tratamiento de agua para calderas

Es de suma importancia conocer la calidad del agua que se suministra a la caldera para así determinar si la misma necesita de algún tratamiento previo.

3.1.3.2. Control de alimentación de agua a la caldera

Es importante tener control sobre los insumos que dan alimentación a la caldera, como el combustible y el agua que posteriormente se convertirá en vapor.

3.1.3.3. Combustible

La apariencia de este combustible utilizado en calderas tiene una apariencia de miel negra, necesita precalentamiento para quemarse y manejarse, su poder calorífico es de 150.000btu/galón. En la actualidad existen aditivos que incrementan el poder calorífico produciendo así la misma cantidad de flujo masivo de vapor, pero utilizando menos combustible.

3.1.3.4. Aire comprimido

El aire primario o de atomización utilizado en la caldera no cuenta con ningún tipo de precalentamiento debido que está sin uso, a pesar de que el aire comprimido lleva su tratamiento para eliminarle la humedad por medio de secadores. Se sugiere utilizar el precalentamiento, ya sea para reducir el porcentaje de humedad y que la combustión sea mejor. (Figura 16)



Figura 16. Válvula solenoide y pre-calentador de aire. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

3.1.3.5. Análisis del estado de la caldera instalada.

Actualmente, la caldera según su uso se le aplica un tipo de mantenimiento preventivo y raras veces correctivo, esto confiando en el cuidado pertinente que se le da a la misma una vez al año con el 80 % de su uso.

3.1.3.6. Mantenimiento preventivo.

Este permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir costos de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas.

3.1.4. Retorno de condensado.

Se utiliza para coleccionar el condensado que retorna de los equipos o procesos que consumen vapor indirecto, y para ingresar el agua que debe reponerse al sistema. En algunas aplicaciones este tanque sirve para adicionar sustancias químicas que regulan la calidad del agua que ingresa a la caldera. (Figura 17)



Figura 17. Tanque diario de alimentación de agua de la caldera. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

En una de las inspecciones se apreció el mal estado en que se encuentra el tanque diario de abastecimiento de agua, que es utilizado a su vez para recuperación de condensado, tomando en cuenta que parte de la eficiencia de la caldera consiste en aprovechar el retorno de uno de los recursos que es el condensado, para ser reprocesado químicamente y a su vez permitir el ahorro de agua, combustible y energía, ya que cuesta menos calentar el agua en la generación de vapor.

La importancia de lograr retornar el mayor porcentaje de condensado posible se debe a que el contenido de calor del mismo es equivalente a un 20 y 25 % de calor del contenido del vapor; también que es agua tratada y por consiguiente el costo del tratamiento de agua disminuye, también los de agua de reposición y vertimiento de efluentes.

Usualmente, el retorno de condensado se podría decir que, si de costos se habla, es un tercio del costo directo de la generación del vapor.

En resumen, recuperar el condensado significa disminuir entre un 10 a 15 % el consumo de combustible.

La empresa cuenta con un retorno de condensado de todas las líneas que utilizan vapor, mas no con un control con el fin de determinar qué porcentaje se está recuperando, es de observar que el sistema de vapor necesita de mediciones para poder medirlo.

3.2. Tanque de condensados

El tanque de condensado propuesto para las instalaciones de la planta de Plásticos Ecuatorianos S.A. debe tener las siguientes características:

Material, Plancha Caliente Acero al Carbono ASTM A-36.

Con Laterales en Tapas Cóncavas.

Dimensiones, 1060 mm D x 2130 mm L x 6.00 mm

Capacidad de 500 gal

Base Soporte, Acero Negro en viga acero 4" y Perfilera.

Aislamiento Térmico: Lana de Roca mineral 3", lámina acero inoxidable 0,4.

Instrumentación:

Termómetro análogo 20°C- 120°C

Nivel Visible

Control de nivel automático McDonnell 21 Usa.

Control de Temperatura automático Watson Usa.

Manómetros de presión de agua y vapor.

Rebose por sobre flujo.

Toma de muestreo de calidad de agua.

Instalación de dos Bombas

Dos válvulas de compuerta 150-3"

Dos Filtros tipo Y-150-3".

Dos válvulas compuerta 150-2"

Manómetros de presión de agua.

Entrada de dosificación de químicos.

Tuberías Sch 40-3"-2" y Accesorios de 300 psi.

Cable de conexión eléctrica.

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y TUBERIAS	PRECIO
ESTRUCTURA PARA TANQUE CONDENSADOS: -Acero A36, norma ANSI, NEC-15, ASTM 304SS, recubierta con pintura de alto trafico.	\$ 1,551.20
TANQUE DE CONDENSADOS: -Tanque para condensado, capacidad 500gal, Acero A36, norma ANSI, AISC, peso:219,62kg, con bridas ASTM A105, presión de diseño a ambiente atmosférico, instrumentos mecánicos y de automatización, documentos y certificaciones de funcionamiento.	\$ 2,631.79
INTRUMENTOS	\$ 980.00
VÁLVULAS Y JUNTAS DE VIBRACION EN BOMBAS	\$ 1,950.00
TUBERÍAS	\$ 2,867.31
CONTROL Y ALIMENTACION ELECTRICA	\$ 2,165.87
SUBTOTAL 1	\$ 12,146.16
SISTEMA DE MANEJO DE VAPOR	PRECIO
Reguladora de Presión SPIRAX SARCO con Operación Pilotada, 25P. Cast Iron, DN XX". Se recomienda válvula de resorte color ROJO. Se trabajar 1200 kg/h a 10 barg - 1.5 barg	\$ 3,800.00
Valvula reguladora de caudal, 2/2 way Angle - Seat Control Valve with stainless steel design for media up to +185 deg. C. BURKERT	\$ 5,680.00
SUBTOTAL 2	\$ 9,480.00
TOTAL	\$ 21,626.16

Figura 18. Proforma para construcción de tanque de condensado. Información tomada de investigación de campo.

3.3. Presentación de propuesta de un plan de mantenimiento adecuado.

Se propone como un aspecto clave para mejorar la eficiencia de la caldera de la planta, realizar mantenimiento de manera periódica a la misma, este debería ser en periodos semestrales o realizarse de manera estricta y puntual una vez al año para así asegurar el correcto funcionamiento y rendimiento de la caldera para así asegurar el correcto funcionamiento y rendimiento de la caldera; a continuación, se detallan las proformas de costos para llevar a cabo esta actividad en la institución.

COMBUSTION Y VAPOR
CALDERAS FERRETERIA Y SERVICIOS
INDUSTRIALES
Direc: Cdla. Atarazana O2 Villa 34
Telef: 0991531810
e-mail: Arteaga.fernando001@gmail.com
Guayaquil – Ecuador

1.1 PROFORMA

SEÑORES: Plásticos Ecuatorianos S.A.		FECHA:		
ATENCIÓN: Sr. Alan cooper		RUC # 0990013497001		
DIRECCIÓN: Km 8 ¹ / ₂ via a Daule		TELEFONO: 2250370		
Ítem	Detalle	Cant	Cost unit	Costo total
1	<p>Valor Mantenimiento General Completo a Caldera 300 BHP. En instalaciones de Plásticos Ecuatorianos S.A.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Apertura de puertas anteriores, posteriores y compuerta refractaria posterior. -Desmontar conjunto quemador. -Sacar boquilla, desamar, limpiar, cambiar empaque y reponer. -Sacar unidad de encendido, limpiar, Cambiar electrodo y calibración. -Revisar motor, turbina, sacar y limpiar maya. -Verificar cámara de combustión, limpiar -Revisar refractarios, limpiar -Apertura de registro superior (de hombre), sacar empaque viejo, pulir, limpieza remover incrustación, colocar empaque nuevo. -Apertura de los seis registros inferiores (de mano), sacar empaques viejos, remover incrustación, pulir, limpiar, colocar empaque nuevo en tortugas, cerrar y ajustar. -Verificación de válvulas de seguridad: disparo y verificación de seteo. -Limpieza lado de agua: Lavado (manguereo sostenido), lavado a presión, eliminar sólidos. -Limpieza lado de fuego: Destapar tubos sellados por hollin especialmente en segundo pasó de combustión, baqueteo a totalidad de tubos, limpieza, detección de fugas. -Prueba hidrostática. -Comprobación de tuberías: de gas, aire atomización, vapor -Verificación eléctrica: Sistema de control, relés, solenoides, interruptores y conexiones. -Verificación correcto funcionamiento: Sistema alimentación de agua, combustión de ignición y de operación, bajo nivel. -Calibración combustión -Pruebas pre operacionales y arranque. 	1	3.000.00	3.000.00
SON: Tres mil trescientos sesenta más 00/100		Sub – total	us\$	3.000.00
OBSERVACIONES:		i.v.a. %	us\$	360.00
		TOTAL	us\$	3.360.00
<hr/> ATENTAMENTE		<hr/> RECIBI CONFORME		

Figura 19. Proforma de costos de mantenimiento general para la caldera de 300 BHP. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

COMBUSTION Y VAPOR
 CALDERAS FERRETERIA Y SERVICIOS
 INDUSTRIALES
 Direc: Cdla. Atarazana O2 Villa 34
 Telef 0991531810
 e-mail: Arteaga.fernando001@gmail.com
 Guayaquil - Ecuador

1.2 PROFORMA

SEÑORES: Plásticos Ecuatorianos. S.A.		FECHA:		
ATENCION: Sr. Alan Cooper		RUC # 0990013497001		
DIRECCIÓN: Km 8 ¹ / ₂ via a Daule		TELEFONO: 2250370		
ITEM	DETALLE	CANT	COST UNIT	COSTO TOTAL
	Valores Repuestos a Utilizar En Mantenimiento de Caldera 300 BHP.			
1	Tubo de Nivel Pirex 300 PSI	2	30.00	60.00
2	Empaques Tubos de Vidrio Viton	4	8.00	32.00
3	Cepillos Baqueteo Wilson	5	55.00	275.00
4	Kit Mc Donnell	1	380.00	380.00
5	Kit de Flex Hand Hole	1	340.00	340.00
6	Cordón Cerámico (Tad Pole Puertas Anteriores y posteriores)	25	46.00	1.150.00
7	Flex Man Hole	1	295.00	295.00
8	Rollo de Teflón Expandible.	1	85.00	85.00
9	Ignitor	1	278.00	278.00
10	Pirex Anterior	1	35.00	35.00
11	Pirex Posterior	1	47.00	47.00
12	Transformador	1	290.00	290.00
13	Empaque Boquilla Viton	1	1.50	1.50
14	Saco de Refractario	1	120.00	120.00
15	Manómetro	3	35.00	105.00
16	Empaque Quemador	1	145.00	145.00
17	Kit Estatica	1	165.00	165.00
SON: Cuatro mil cuatrocientos veinte y uno 82/100		Sub - total	us\$	3.948.50
OBSERVACIONES:		i.v.a. %	us\$	473.82
		TOTAL	us\$	4,422.32
ATENTAMENTE		RECIBI CONFORME		

Figura 20. Proforma de costos de repuestos a utilizar en el mantenimiento. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor

COMBUSTION Y VAPOR
 CALDERAS FERRETERIA Y SERVICIOS
 INDUSTRIALES
 Direc: Cdla. Atarazana O2 Villa 34
 Telef: 0991531810
 e-mail: Arteaga.fernando001@gmail.com
 Guayaquil - Ecuador

1.3 PROFORMA

SEÑORES: Plásticos Ecuatorianos S.A.		FECHA:		
ATENCIÓN: Sr Alan Cooper		RUC # 0990013497001		
DIRECCIÓN: Km 8 ¹ / ₂ vía a Daule		TELÉFONO: 2250370		
ITEM	DETALLE	CANT	COST UNIT	COSTO TOTAL
1	Valor por Mantenimiento, Limpieza y Revisión, de compones mecánicos, eléctricos de Tanque diario bunker de caldera y periféricos.	1	500.00	500.00
SON: Quinientos sesenta 00/100		Sub - total	us\$	500.00
OBSERVACIONES:		i.v.a. %	us\$	60.00
		TOTAL	us\$	560.00
_____		_____		
ATENTAMENTE		RECIBI CONFORME		

Figura 21. Proforma de mantenimiento de tanque diario de bunker. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

**COMBUSTION Y VAPOR
CALDERAS FERRETERIA Y SERVICIOS
INDUSTRIALES**

1.4 PROFORMA
1.1.1

SEÑORES: Plásticos Ecuatorianos S.A.		FECHA:		
ATENCIÓN: Ing. Alan Cooper		RUC # 0990013497001		
DIRECCIÓN: Km. 8 ½ Vía a Daule		FORMA DE PAGO:	TELÉFONO: 2250370	
ITEM	DETALLE	CANT	COST UNIT	COSTO TOTAL
1	Valor por Reconstrucción general de sistema de precalentamiento de aire al quemador en Caldera de 300 BHP. En instalaciones de Plásticos Ecuatorianos S.A. (Trabajos a realizarse) Notas: Se incluyen todos los materiales, repuestos y consumibles.	1	800,00	800,00
SON:		SUB - TOTAL US\$		800,00
Ochocientos noventa y seis 00/100		DESCUENTO US\$		
OBSERVACIONES:		I.V.A. 12% US\$		96,00
		TOTAL US\$		896,00
<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> ATENTAMENTE		<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> RECIBI CONFORME		

Figura 22. Proforma reconstrucción de sistema de pre-calentamiento de aire. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Proforma realizada para un estudio de emisión de gases de salida en chimenea de la caldera en la empresa Plásticos Ecuatorianos. S.A.

SEÑORES: Plásticos Ecuatorianos S.A.		FECHA:		
ATENCIÓN: Ing. Alan Cooper		RUC #		
DIRECCIÓN: Km. 8 ½ Vía a Daule		Forma de pago:		Teléfono:
ITEM	DETALLE	CAN	COST UNIT	COSTO TOTAL
1	Control de emisión de gases en chimenea de caldera piro-tabular de 300 BHP, en las instalaciones de la empresa Plásticos Ecuatorianos S.A. (Trabajos a realizarse) Nota: Incluye -Determinación de porcentaje de hollín generado por la caldera. -Calibración en llama alta -Calibración en llama media -Calibración en llama baja	1	\$880,00	\$880,00
SON: Mil dólares 00/100		SUB - TOTAL US\$		\$880,00
		DESCUENTO US\$		
OBSERVACIONES:		I.V.A. 12% US\$		\$120,00
		TOTAL US\$		\$1000,00
_____		_____		
ATENTAMENTE		RECIBI CONFORME		

Figura 23. Proforma estudio de emisión de gases para la caldera. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

3.4. Evaluación económica

3.4.1. Costo de inversión.

El costo de la inversión tiene un total de \$ 30.304,48 el cual se desglosa en la siguiente tabla:

Tabla 10. *Costo de la inversión.*

Inversión Fija	Costo (\$)
Tanque de condensado	21.626,16
Costos de Implementación	
Mantenimiento general	3.360,00
Pre-calentador de aire	896,00
Repuestos	4.422,32
Total	30.304,48

Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

3.4.2. Inversión fija.

La inversión fija son aquellos gastos que se hará para la implementación del tanque de condensado lo cual contribuirá a aumentar la producción y la eficiencia de la caldera. Por lo cual la inversión fija está considerada en \$ 21.626,16 rubro designado para costo del tanque de condensado.

3.4.3. Costo de operación.

Los costos de operación son aquellas inversiones que se van a realizar durante cierto periodo de tiempo.

Tabla 11. *Costos de operación*

Descripción	Costo anual
Monitoreo	\$1.000,00
Mantenimiento	\$596,00
AditivoGQT-02	\$8.064,00
Total	\$9.624,00

Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

3.4.4. Aditivo QGT-02 para tratamiento de bunker.

Dentro de las características que posee el aditivo que se utilizara, está la de ofrecer excelentes resultados al mejorar el rendimiento del combustible y consultando con el técnico encargado de dar asesorías acerca del producto se obtiene que su rendimiento de mejora es hasta en un 20%. Con su respectiva ficha de seguridad. (Anexo 5)

Tabla 12. Especificaciones de aditivo QGT-02.

Producto	QGT-02
% de Rendimiento	10
Relación de dosificación	1-1000Lts
Unidad	Litro
Precio	\$7,00

Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Basados en los resultados obtenidos en empresas donde se ha aplicado este producto, según sus instrucciones el producto rinde un litro por cada mil galones de bunker a un precio de \$7,00 por litro, aplicando este porcentaje de mejora con relación al combustible, el beneficio quedara expresada así:

Tabla 13. Ahorro económico en combustible por aditivo QGT-02.

Descripción	\$ Costo Anual	%de Ahorro	\$ Ahorro
Combustible fuel-oíl 6	18.406,07	20	3.681,21

Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Obtendremos un valor de \$3.681,21 como beneficio por la utilización de aditivo para el combustible que lo identificaremos como beneficio A

$$A = \$3.681,21$$

3.4.5. Costo anual de aditivo QGT-02.

$$\begin{aligned}
 &1\text{gl de bunker} \text{-----} 4\text{Lt de bunker} \\
 &24.000,00 \text{ gl de bunker} \text{-----} X \\
 &X = 96.000,00\text{Lts de bunker} \\
 &1\text{lt QGT-02} \text{-----} 1000\text{lt de bunker} \\
 &X \text{-----} 96.000,00\text{Lts de bunker} \\
 &X = 96\text{Lts}
 \end{aligned}$$

Cantidad en litros necesaria para cada compra mensual de bunker = 96Lts

Deducción del costo del aditivo anualmente:

$$96\text{Lts} \times \$7 = \$672,00$$

$$\$672,00 \times 12\text{meses} = \$8.064,00$$

Valor anual en Aditivo = 8.064,00

3.5. Balance económico y flujo de caja.

Los costos totales que la empresa por concepto de generación de producto defectuosos asciende a \$17.695,20 en 1 año y también se considerara los costos por excesos de consumo de combustible que son de \$18.406,07 anual, haciendo un total = \$36.101,27 por pérdidas totales para lo cual se detalla a continuación el flujo de caja:

Tabla 14. *Porcentajes de ahorro de pérdidas por producto defectuoso y combustible.*

Descripción	0	1	2	3	4	5
Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025
% Ahorro	0	50	60	70	70	70
\$ ahorro de los costos totales	36.101,27	18.050,63	21.660,76	25.270,88	25.270,88	25.270,88

Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Los valores deducidos del ahorro de los costos totales los denominaremos B para cálculos de caja de flujo.

Estos valores descritos en la tabla se obtienen en base al total de las perdidas obtenidas en nuestro impacto económico deducido con anterioridad al cual se le aplico porcentajes de 50%, 60% y 70%, para la estimación de cinco años y se tomaron en cuenta los valores donde se han obtenido las mayores cantidades representativas de pérdidas que son en productos defectuosos o rechazos y las ocasionadas en consumo de combustible.

Tabla 15 *Flujo de caja.*

Descripción	Valor Inicial	1	2	3	4	5
Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025
\$ Reducción estimada por perd. B+ A		18.050,6B +3.681,21	21.660,7B +3.681,21	25.270,8B +3.681,21	25.270,8B +3.681,21	25.270,8B +3.681,21
\$Total B +A	0,00	21.731,84	25.341,9	28.952,09	28.952,09	28.952,09
\$Inversión inicial	-30.304,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costos operacionales						
\$Monitoreo	0,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
\$Mantenimiento	0,00	560,00	560,00	560,00	560,00	560,00
\$AditivoGQT02	0,00	8064,00	8064,00	8064,00	8064,00	8064,00
\$Costo total	0,00	9.624,00	9.624,00	9.624,00	9.624,00	9.624,00
Flujo de caja						
\$Reducción estimada-costos operacionales		21.731,84 -9.624,00	25.341,9 -9.624,00	28.952,09 -9.624,00	28.952,09 -9.624,00	28.952,09 -9.624,00
\$Flujo total	-30.304,48	12.107,84	15.717,97	19.328,09	19.328,09	19.328,09

Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Para determinar la viabilidad de la inversión en la propuesta se debe tener en cuenta factores que son de mucha importancia como son:

Valor Actual Neto (VAN)

Tasa Interna de Retorno (TIR)

De los resultados que se obtienen en los cálculos se decidirá si el proyecto es rentable.

Si el resultado del VAN es positivo, el proyecto es rentable.

Si el resultado del VAN es negativo, el proyecto no es viable.

El TIR nos representa la tasa de rentabilidad.

3.5.1. Cálculo del TIR y VAN utilizando excel

Tabla 16. valores para cálculo del TIR y VAN.

Periodo	Flujo de caja	=VAN(0,10;B7:B11)B6
Año 0	-30.304,48	VAN=94.025,71
Año 1	12.107,84	
Año 2	15.717,97	=TIR(B6:B11)
Año 3	19.328,09	TIR=44
Año 4	19.328,09	
Año 5	19.328,09	

Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

3.5.2. Determinación del beneficio-costos.

$$\text{Relación Beneficios - Costos} = \frac{\text{Beneficios(VAN)}}{\text{Costos(Inversión)}}$$

$$= \frac{\$94.025,71}{\$30.304,48}$$

$$= \mathbf{3,10}$$

Con la determinación de los costos beneficios deducimos que nuestra propuesta de mejora es aceptable puesto que el resultado obtenido es un valor mayor a uno.

3.5.3. Representación gráfica del TIR y el VAN.

Para la realizar la graficación del VAN y el TIR, procederemos a dar porcentajes estimados de tir y realizaremos cálculos del van con cada uno de los valores porcentuales asignados para poder representarlos mediante un gráfico, obteniendo de esta manera la siguiente tabla:

Tabla 17. Datos para representación del TIR y VAN.

TIR	VAN	Formula
10%	\$94.025,71	=VAN(0,10;B7:B11)-B6
20%	\$34.919,02	=VAN(0,20;B7:B11)-B6
30%	\$19.384,02	=VAN(0,30;B7:B11)-B6
40%	\$4.338,96	=VAN(0,40;B7:B11)-B6
50%	\$-6.442,70	=VAN(0,50;B7:B11)-B6
60%	\$-19.328,09	=VAN(0,60;B7:B11)-B6

Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Con los resultados obtenidos procedemos a realizar nuestra representación gráfica, de la siguiente manera:

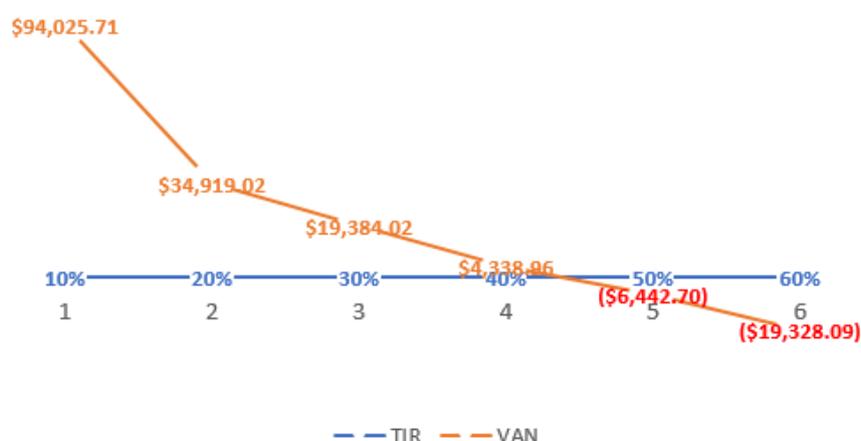


Figura 24. Representación gráfica del TIR y VAN. Información adaptada de información de campo. Elaborado por el autor.

Observando el gráfico podemos deducir que:

- Al llegar al 44% en la barra del TIR el valor del VAN cae a cero.
- Los valores que están después del 44% ya no son aceptables puesto que representan que el proyecto no es viable.
- El porcentaje que representa la factibilidad del proyecto es del 44% de rentabilidad.

3.6. Conclusiones.

De esta investigación se puede concluir que la principal problemática de la caldera piro-tubular de la planta de Plásticos Ecuatorianos es la falta de presión del vapor en determinados momentos, esto se puede dar por diversas causas; entre una de ellas están:

- La falta de mantenimiento adecuado a la caldera, lo cual se lo realiza solo una vez al año y cuando hay autorización o una orden de carácter obligatorio debido a que en estas instalaciones laboran las 24 horas del día, los 365 días del año, además de que no cuentan con otra caldera para que pueda suministrar vapor a las máquinas del proceso

de inyección durante el proceso de mantenimiento y así de esta manera no interrumpir la producción programada.

- Asimismo, existen otros factores que favorecen a que se produzca una caída de la presión del vapor, otro de los hallazgos es que debido a la mala calidad o a la falta de tratamiento del combustible en ciertas ocasiones el suministro de combustible disminuye debido a que se taponan los filtros por suciedad, además la caldera también presenta ciertas fallas mecánicas lo que conlleva a que la producción sea paralizada afectando así la producción y por consiguiente los costos de los mismos.

3.7. Recomendaciones

Debido a que la empresa cuenta con la certificación ISO 9001:2000, y tiene el compromiso de instruir a la gerencia para adquirir innovación en máquinas y la aplicación de nuevos métodos que ayuden a cumplir los objetivos propuestos, se sugiere establecer un nuevo programa de mantenimiento, además de nuevas políticas de trabajo y capacitaciones periódicas al personal del área.

- Adquirir equipos modernos para mediciones.
- Capacitar periódicamente al personal encargado de monitorear el trabajo realizado por la caldera.
- Utilizar aditivos para tratamiento de bunker para reducir el consumo excesivo de combustible y mejorar la eficiencia de la caldera.
- Se sugiere la construcción de un nuevo tanque de condensado que cumpla con las especificaciones requeridas para este tipo de trabajo, bajo las estrictas normas de calidad y certificaciones específicas que asegure un buen control en la tarea de recuperación del condensado.
- Reemplazar los elementos y piezas obsoletas utilizadas en la conducción de líquidos combustibles y vapor (válvulas y cheques), ya que representan gastos por desperdicios debido a que presentan goteos y fugas.

Anexos

Anexo N° 1

Ficha técnica de caldera

	FICHA TECNICA CALDERA A-3523 D3E - 300 - 150 - 3LH/G	Fecha: <u>31-Ene-06</u> Realizado por: <u>D. MURILLO</u> Revisión: <u>0</u>
No. O.T.P.: 861 - 2005		CLIENTE: PLASTICOS ECUATORIANOS S.A.
EQUIPO: CALDERA HORIZONTAL 300 BHP - 150 PSI		
CARACTERISTICAS DE LA CALDERA		
1	MARCA	DISTRAL
2	SERIE	A-3523
3	MODELO	CCH3
4	TIPO	PIROTUBULAR HORIZONTAL
5	FABRICANTE	COLMAQUINAS S.A.
6	LUGAR DE FABRICACION	CALI - COLOMBIA
7	AÑO DE FABRICACION	2005
8	CAPACIDAD	300 BHP
9	PRESION DE DISEÑO	150 PSI
10	PRESION DE OPERACIÓN	125 PSI
11	GENERACION DE VAPOR	10,350 LB/HR
12	VALVULA PRINCIPAL PARA SALIDA DE VAPOR	NO APLICA
13	PASO DE GASES DE COMBUSTIÓN	TRES PASOS
15	SISTEMA DE ATOMIZACIÓN	VAPOR
16	ACABADO	CUERPO AISLADO EN LANA MINERAL DE 2" ESP, REVESTIDO EN CAMISA DE ACERO GALVANIZADO CALIBRE 22
17	FABRICACIÓN	NORMAS CODIGO ASME
18	ESTAMPE ASME	NO APLICA
19	VALVULAS DE SEGURIDAD	DOS UNIDADES - TECVAL
20	PRUEBAS EN PLANTA DE FABRICACIÓN	SEGÚN ASME SECCION I EDICION 2004, (RX 100% SOLDADURAS LONGITUDINALES DEL CUERPO, PRUEBA DE DOBLEZ SOLDADURA TUBO DE COMBUSTION, LIQUIDOS PENETRANTES SOLDADURA PLACAS A RECAMARA, PRUEBA HIDROSTATICA A 1,5 PRESION DE DISEÑO, PRUEBA DE OPERACIÓN Y SEGURIDAD)
CARACTERISTICAS DEL QUEMADOR		
1	MARCA	VORYFLOW
2	MODELO	300 BHP 3LH/G
3	TIPO	DUAL
4	OPERACIÓN	MODULADA
5	COMBUSTIBLE	FUEL OIL No. 6 / No. 2
6	CONSUMO DE COMBUSTIBLE	78,6 GPH / 85,6 GPH
7	SISTEMA DE IGNICIÓN	BUJIA ELECTRICA PARA ALTO VOLTAJE (COMBUSTIBLE GAS)
8	VENTILADOR	AIRE DE TIRO FORZADO (CON SU MOTOR ELECTRICO)
9	PRECALENTAMIENTO DE COMBUSTIBLE	ELECTRICO Y VAPOR

Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Anexo N° 2
Área del proceso de inyección



Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Anexo N° 3

Producto normal y defectuoso por falla de vapor de la caldera



Producto en condiciones normales



Producto defectuoso por agua de enfriamiento demasiado caliente



Producto defectuoso por caída o falta de presión

Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Anexo N° 4

Reporte diario de caldera y equipos auxiliares

CONTROL DIARIO DE CALDERA Y EQUIPOS AUXILIARES

CONTROL DE TEMPERATURAS Y PRESIONES DE LOS EQUIPOS									
FECHA	HORA	TEMPERATURA DE AGUA CALIENTE	TEMPERATURA DE AGUA FRÍA	TEMPERATURA DE VAPOR	PRESIÓN DE AGUA CALIENTE	PRESIÓN DE AGUA FRÍA	PRESIÓN DE VAPOR	OTROS DATOS	REMARKS
10/01/2010	08:00	110	10	110	10	10	10		
	09:00	110	10	110	10	10	10		
	10:00	110	10	110	10	10	10		
	11:00	110	10	110	10	10	10		
	12:00	110	10	110	10	10	10		
	13:00	110	10	110	10	10	10		
	14:00	110	10	110	10	10	10		
	15:00	110	10	110	10	10	10		
	16:00	110	10	110	10	10	10		
	17:00	110	10	110	10	10	10		
	18:00	110	10	110	10	10	10		
	19:00	110	10	110	10	10	10		
	20:00	110	10	110	10	10	10		
	21:00	110	10	110	10	10	10		
	22:00	110	10	110	10	10	10		
	23:00	110	10	110	10	10	10		
	00:00	110	10	110	10	10	10		
	01:00	110	10	110	10	10	10		
	02:00	110	10	110	10	10	10		
	03:00	110	10	110	10	10	10		
	04:00	110	10	110	10	10	10		
	05:00	110	10	110	10	10	10		
	06:00	110	10	110	10	10	10		
	07:00	110	10	110	10	10	10		
	08:00	110	10	110	10	10	10		

CONTROL DE OPERACIONES DEL EQUIPO DE EMPUJADORES DE AGUA

FECHA	HORA	OPERACIONES	REMARKS
10/01/2010	08:00	0	
	09:00	0	
	10:00	0	
	11:00	0	
	12:00	0	
	13:00	0	
	14:00	0	
	15:00	0	
	16:00	0	
	17:00	0	
	18:00	0	
	19:00	0	
	20:00	0	
	21:00	0	
	22:00	0	
	23:00	0	
	00:00	0	
	01:00	0	
	02:00	0	
	03:00	0	
	04:00	0	
	05:00	0	
	06:00	0	
	07:00	0	
	08:00	0	

CONTROL DE OPERACIONES DEL EQUIPO DE EMPUJADORES DE AGUA

FECHA	HORA	OPERACIONES	REMARKS
10/01/2010	08:00	0	
	09:00	0	
	10:00	0	
	11:00	0	
	12:00	0	
	13:00	0	
	14:00	0	
	15:00	0	
	16:00	0	
	17:00	0	
	18:00	0	
	19:00	0	
	20:00	0	
	21:00	0	
	22:00	0	
	23:00	0	
	00:00	0	
	01:00	0	
	02:00	0	
	03:00	0	
	04:00	0	
	05:00	0	
	06:00	0	
	07:00	0	
	08:00	0	

CONTROL DE OPERACIONES DEL EQUIPO DE EMPUJADORES DE AGUA

FECHA	HORA	OPERACIONES	REMARKS
10/01/2010	08:00	0	
	09:00	0	
	10:00	0	
	11:00	0	
	12:00	0	
	13:00	0	
	14:00	0	
	15:00	0	
	16:00	0	
	17:00	0	
	18:00	0	
	19:00	0	
	20:00	0	
	21:00	0	
	22:00	0	
	23:00	0	
	00:00	0	
	01:00	0	
	02:00	0	
	03:00	0	
	04:00	0	
	05:00	0	
	06:00	0	
	07:00	0	
	08:00	0	

CONTROL DE OPERACIONES DEL EQUIPO DE EMPUJADORES DE AGUA

FECHA	HORA	OPERACIONES	REMARKS
10/01/2010	08:00	0	
	09:00	0	
	10:00	0	
	11:00	0	
	12:00	0	
	13:00	0	
	14:00	0	
	15:00	0	
	16:00	0	
	17:00	0	
	18:00	0	
	19:00	0	
	20:00	0	
	21:00	0	
	22:00	0	
	23:00	0	
	00:00	0	
	01:00	0	
	02:00	0	
	03:00	0	
	04:00	0	
	05:00	0	
	06:00	0	
	07:00	0	
	08:00	0	

CONTROL DE OPERACIONES DEL EQUIPO DE EMPUJADORES DE AGUA

FECHA	HORA	OPERACIONES	REMARKS
10/01/2010	08:00	0	
	09:00	0	
	10:00	0	
	11:00	0	
	12:00	0	
	13:00	0	
	14:00	0	
	15:00	0	
	16:00	0	
	17:00	0	
	18:00	0	
	19:00	0	
	20:00	0	
	21:00	0	
	22:00	0	
	23:00	0	
	00:00	0	
	01:00	0	
	02:00	0	
	03:00	0	
	04:00	0	
	05:00	0	
	06:00	0	
	07:00	0	
	08:00	0	

CONTROL DE OPERACIONES DEL EQUIPO DE EMPUJADORES DE AGUA

FECHA	HORA	OPERACIONES	REMARKS
10/01/2010	08:00	0	
	09:00	0	
	10:00	0	
	11:00	0	
	12:00	0	
	13:00	0	
	14:00	0	
	15:00	0	
	16:00	0	
	17:00	0	
	18:00	0	
	19:00	0	
	20:00	0	
	21:00	0	
	22:00	0	
	23:00	0	
	00:00	0	
	01:00	0	
	02:00	0	
	03:00	0	
	04:00	0	
	05:00	0	
	06:00	0	
	07:00	0	
	08:00	0	

CONTROL DE OPERACIONES DEL EQUIPO DE EMPUJADORES DE AGUA

FECHA	HORA	OPERACIONES	REMARKS
10/01/2010	08:00	0	
	09:00	0	
	10:00	0	
	11:00	0	
	12:00	0	
	13:00	0	
	14:00	0	
	15:00	0	
	16:00	0	
	17:00	0	
	18:00	0	
	19:00	0	
	20:00	0	
	21:00	0	
	22:00	0	
	23:00	0	
	00:00	0	
	01:00	0	
	02:00	0	
	03:00	0	
	04:00	0	
	05:00	0	
	06:00	0	
	07:00	0	
	08:00	0	

CONTROL DE OPERACIONES DEL EQUIPO DE EMPUJADORES DE AGUA

FECHA	HORA	OPERACIONES	REMARKS
10/01/2010	08:00	0	
	09:00	0	
	10:00	0	
	11:00	0	
	12:00	0	
	13:00	0	
	14:00	0	
	15:00	0	
	16:00	0	
	17:00	0	
	18:00	0	
	19:00	0	
	20:00	0	
	21:00	0	
	22:00	0	
	23:00	0	
	00:00	0	
	01:00	0	
	02:00	0	
	03:00	0	
	04:00	0	
	05:00	0	
	06:00	0	
	07:00	0	
	08:00	0	

CONTROL DE OPERACIONES DEL EQUIPO DE EMPUJADORES DE AGUA

FECHA	HORA	OPERACIONES	REMARKS
10/01/2010	08:00	0	
	09:00	0	
	10:00	0	
	11:00	0	
	12:00	0	
	13:00	0	
	14:00	0	
	15:00	0	
	16:00	0	
	17:00	0	
	18:00	0	
	19:00	0	
	20:00	0	
	21:00	0	
	22:00	0	
	23:00	0	
	00:00	0	
	01:00	0	
	02:00	0	
	03:00	0	
	04:00	0	
	05:00	0	
	06:00	0	
	07:00	0	
	08:00	0	

CONTROL DE OPERACIONES DEL EQUIPO DE EMPUJADORES DE AGUA

FECHA	HORA	OPERACIONES	REMARKS
10/01/2010	08:00	0	
	09:00	0	
	10:00	0	
	11:00	0	
	12:00	0	
	13:00	0	
	14:00	0	
	15:00	0	
	16:00	0	
	17:00	0	
	18:00	0	
	19:00	0	
	20:00	0	
	21:00	0	
	22:00	0	
	23:00	0	
	00:00	0	
	01:00	0	
	02:00	0	
	03:00	0	
	04:00	0	
	05:00	0	
	06:00	0	
	07:00	0	
	08:00	0	

CONTROL DE OPERACIONES DEL EQUIPO DE EMPUJADORES DE AGUA

FECHA	HORA	OPERACIONES	REMARKS
10/01/2010	08:00	0	
	09:00		

Anexo N° 5
Hoja de seguridad de Aditivo QGT-02

		MATERIAL SAFETY DATA SHEET HOJA INFORMATIVA																			
HMIS Symbol: <table border="1"> <tr> <td>Health</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Flammability</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Reactivity</td> <td>0</td> </tr> </table>		Health	1	Flammability	2	Reactivity	0	NFPA Symbol: <table border="1"> <tr> <td>HMIS</td> <td>NFPA</td> </tr> <tr> <td>Minimal 0</td> <td>Insignificante</td> </tr> <tr> <td>Slight 1</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>Moderate 2</td> <td>Moderado</td> </tr> <tr> <td>Serious 3</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>Severe 4</td> <td>Severo</td> </tr> </table>		HMIS	NFPA	Minimal 0	Insignificante	Slight 1	Bajo	Moderate 2	Moderado	Serious 3	Alto	Severe 4	Severo
Health	1																				
Flammability	2																				
Reactivity	0																				
HMIS	NFPA																				
Minimal 0	Insignificante																				
Slight 1	Bajo																				
Moderate 2	Moderado																				
Serious 3	Alto																				
Severe 4	Severo																				
																					
SECCIÓN 1.- IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y COMPAÑÍA.																					
Nombre del Producto: QGT-02		Descripción del Producto: Inhibidor de corrosión, atrapador de oxígeno para aguas de caldero																			
Nombre de la Compañía: NOWSERVICE S.A		Teléfonos de Información: 593-4-2013987-2013420-2013673																			
Dirección de la Compañía: Cda. Mapasingue Oeste Av. 7ma. # 620 y calle tercera		Teléfono de Emergencia: 593-9-98891086																			
SECCIÓN 2.- COMPONENTES DEL PRODUCTO																					
Componentes		Concentración % peso																			
Dispersante – Emulsionante Orgánico		15 %																			
Aminas - Alcalinizantes		1.5 %																			
Percloroetileno		15.5 %																			
Diesel		68 %																			
SECCIÓN 3.- IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS EN LA SALUD																					
Efectos y Peligros de sobre-exposición	Irritación de ojos, pies, tracto respiratorio																				
Efectos de exposición prolongada	No hay datos disponibles																				
Efectos y Peligros de contacto con los ojos	Irrita el tejido ocular																				
Efectos y Peligros de contacto con la piel	Irritación localizada																				
Efectos y Peligros de inhalación (Respiración)	Irritante, afecta la mucosa nasal																				
Efectos y Peligros de Ingestión	Tóxico																				

Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Bibliografía

- Castillo, F. (2008). *Desarrollo de un Manual para implementación de un Sistema de Gestión Medio Ambiental basado en la Norma ISO 14001 para la empresa Plásticos Ecuatorianos S.A.* Guayaquil, Ecuador.
- Consejería de Economía y Hacienda Comunidad de Madrid. (2012). *Guía Básica Calderas Industriales Eficientes*. Madrid, España.
- Departamento de Producción PESA. (2019). Guayaquil.
- Díaz, K. (2008). *Implementación del sistema Buenas Prácticas de Manufactura Plásticos Ecuatorianos S.A.*. Guayaquil, Ecuador.
- Huamancayo, C. (2017). *Análisis de un caldero pirotubular de 300 bhp, usando combustibles Diesel y GLP, para mejorar la eficiencia, en la Empresa Agromantaro S.A.C. Huancayo, Perú.*
- Izaguirre, E. (2015). *Ahorro de combustible Fuel Oil 6 utilizado en calderas por medio de una mejora continua en la generación, distribución y uso del vapor en la industria de bebidas.* Guatemala.
- Plásticos Ecuatorianos S.A. (20 de Diciembre de 2019). *ToniCorp*. Obtenido de <http://www.tonicorp.com/pesa.html>
- www.dspace.espol.edu.ec › handlepor LS Aviles Chacon - 2016
- Desarrollo de un plan estratégico para una fábrica de plásticos en el área de control calidad de productos
- <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/36389>
- <https://images.app.goo.gl/ALKZutzYqUE4PcPJ7>
- <https://images.app.goo.gl/MZHs281TsWMbSb6M8>