

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA,
MANAGUA**

UNAN – RURD

Recinto Universitario “Rubén Darío”

Facultad de Ciencias e Ingenierías

Departamento de Tecnología

Ingeniería Industrial y de Sistemas



**Seminario de Graduación para optar al título de Ingeniero Industrial y de
Sistema**

Tema:

**Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la caldera de diésel
York Shipley instalada en Planta de sub-producto COESA, de Avícola La
Estrella, S.A, en el periodo comprendido de agosto a noviembre, 2015.**

Integrantes:

Br. Miguel Angel Ruiz Tórrez

Br: Ignacio Antonio López

Carnet:

11043769

11042922

Tutora:

Msc. Elvira del Socorro Siles Blanco

Jueves 10 de diciembre 2015.

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	iii
1. INTRODUCCION	1
1.1 ANTECEDENTES	2
1.2 PROBLEMA	3
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.4 JUSTIFICACION.....	4
2. OBJETIVOS	5
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
3. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	6
4. MARCO REFERENCIAL.....	10
4.1 Marco Teórico	10
4.2 Marco Conceptual	12
4.3 Marco Legal	15
4.4 Marco Espacial	18
4.5 Marco Temporal.....	19
5. PREGUNTAS DIRECTRICES	20
6. DISEÑO METODOLOGICO.....	22
6.1 TIPO DE ENFOQUE.....	22
6.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	22
6.3 UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA.....	22
6.4 HERRAMIENTAS DE INVESTIGACIÓN.....	23
6.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	23
7. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	25
7.1 ESPECIFICACION DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE SUBPRODUCTO COESA POR MEDIO DE LA DESCRIPCION DE LAS FASES DEL PROCESO Y LA REPRESENTACION EN EL FLUJOGRAMA (NORMA ISO)	25

7.2 IDENTIFICACION DE LAS CARACTERISTICAS TECNICAS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA, Y LOS PROBLEMAS QUE PRESENTAN SEGUN EL ARBOL DE PROBLEMAS Y ARBOL DE FALLOS.....	29
7.3 DETERMINACION DE LOS PRINCIPALES PUNTOS CRITICOS DE LA MAQUINA Y POSIBLES RIESGOS QUE PUEDE GENERAR SEGUN LA METODOLOGIA HAZOP.....	51
7.4 ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CALDERA YORK SHIPLEY POR MEDIO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS.....	56
8. CONCLUSIONES	86
9. RECOMENDACIONES	87
10. ANEXOS	88
11. BIBLIOGRAFIA	97

INDICE DE TABLAS DEL ESTUDIO

Tabla 1: Especificaciones de la Empresa.....	6
Tabla 2: Simbología de flujograma de procesos según norma ISO.....	27
Tabla 3: Simbología del Árbol de Fallos.....	46
Tabla 4: Criterios de Probabilidad de Riesgos y de Impacto.....	54
Tabla 5: Características de equipos.....	60
Tabla 6: Ciclo de Mantenimiento.....	60
Tabla 7: Estudio Técnico de las Maquinas.....	65
Tabla 8: CICLO DE MANTENIMIENTO DE DIFERENTES EQUIPOS.....	88
Tabla 9: COFICIENTE DE VALORACION.....	89
Tabla 10: COEFICIENTE DE VALORACION.....	89
Tabla 11: COEFICIENTE DE VALORACION.....	89
Tabla 12: COEFICIENTE DE VALORACION.....	90
Tabla 13: COEFICIENTE DE VALORACION.....	90
Tabla 14: MODELO DE OBSERVACION.....	91
Tabla 15: MODELO DE ENTREVISTA.....	92
Tabla 16: FICHA DE MOTORES.....	93
Tabla 17: HISTORIAL DE EQUIPOS.....	94
Tabla 18: HISTORIAL DE MANTENIMIENTO.....	95
Tabla 19: SOLICITUD DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO.....	95
Tabla 20: FORMATO DE DEFECTOS DE LA CALDERA”.....	96

INDICE DE ILUSTRACIONES DEL ESTUDIO

Ilustración 1: Organigrama de la Empresa “Avícola Pollo Estrella”.....	7
Ilustración 2: Diagrama de flujo de procesos.....	28
Ilustración 3: Esquema caldera pirotubular.....	30
Ilustración 4: Partes principales de una caldera pirotubular.....	31
Ilustración 5: Quemador de combustible.....	32
Ilustración 6: Medidor del nivel del agua. Fuente:.....	34
Ilustración 7: Motor del ventilador de la caldera.....	36
Ilustración 8: Panel de control donde se origina la ignición para encendido de llama.....	37
Ilustración 9: Transformador de ignición de la caldera.....	37
Ilustración 10: Bomba de diésel y conjunto de control de diésel.....	39
Ilustración 11: Tuberías de distribución general de vapor con soportes.....	40
Ilustración 12: Caldera pirotubular.....	41

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos en primer lugar a Dios por la bendición de la vida, por habernos permitido llegar a la meta de coronar nuestra carrera universitaria, por habernos brindado la fortaleza, constancia, paciencia, seguridad e ingenio para concluir satisfactoriamente nuestro trabajo investigativo del Seminario de Graduación.

A nuestros padres que siempre estuvieron animándonos y fortaleciéndonos día a día con valores espirituales y morales apoyándonos a ser personas dispuestas a cumplir con sus metas para ser profesionales de excelencia.

A la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua RURD, en especial al Departamento de Tecnología y a todos sus profesores por habernos transmitidos todos sus conocimientos y por la dedicación en la enseñanza en cada una de las asignaturas que nos impartieron durante toda la carrera ya que por medio de estas aprendimos lecciones como el trabajo arduo y constante, y a la vez el trabajo en equipo la cual aplicamos en este proceso investigativo.

A la empresa Avícola Estrella S.A. y a todo el personal que laboran, en particular al personal de la planta de subproducto donde se realizó la investigación la cual nos abrieron las puertas y nos apoyaron para el desarrollo del mismo.

A todas las personas que nos extendieron la mano y que nos incentivaron al deseo de superación, a todos los que de alguna u otra manera nos apoyaron para culminar este objetivo y llegar a ser buenos profesionales útiles para nuestras familias, la sociedad y todo nuestro país.

DEDICATORIA

El presente estudio del Seminario de Graduación se lo dedicamos en primer lugar a Dios por brindarnos la sabiduría, abnegación, perseverancia, constancia, fortaleza, voluntad y paciencia durante toda la elaboración del trabajo, el deseo de superación y toda la fe que nos ayuda a confiar en nosotros mismos para alcanzar nuestras metas.

A nuestros padres, que han luchado de forma incondicional para brindarnos todos los recursos necesarios, la educación moral y espiritual y por la confianza en nuestra formación académica y a los profesores que nos dedicaron tiempo y nos transmitieron los conocimientos para poder realizar el presente trabajo y por incentivarnos e instarnos a tener una formación profesional exitosa para servirle a nuestra hermosa patria Nicaragua.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el área de calderas de la Planta de Sub-producto COESA de Avícola La Estrella, S.A., ubicada en el Km 29 ½ de la carretera norte. Esta pequeña planta comenzó operaciones a mediados del mes de mayo de presente año. En la planta se realiza el proceso de elaboración de harina de pollo de todas las aves que son desechadas en las galeras de la empresa.

En el inicio del presente trabajo se plantearon los objetivos (general y específicos) cuyo propósito es la mayor optimización productiva del equipo, de la misma manera en el planteamiento del problema se expone que los paros repentinos de la máquina son el principal problema por la falta de un adecuado mantenimiento. En cuanto al marco referencial se establecieron las respectivas teorías, definiciones, las especificaciones de las leyes con las que regir el presente estudio, la localización de la empresa y la especificación temporal en la que se realizó.

Este estudio tiene un enfoque de carácter mixto ya que se describen y analizan los datos que generan la información encontrada de la máquina. De la misma manera se estableció el universo, población y muestra que corresponde a la empresa, la planta de subproducto y la máquina evaluada respectivamente y luego las herramientas de investigación que se utilizaron como entrevista, observación y métodos como el árbol de problemas y de fallos y la metodología HAZOP.

En el desarrollo se caracteriza el proceso de producción por medio del diagrama de flujo de la norma ISO, se analizan las fallas con el árbol de problemas y árbol de fallo, se implementa la metodología HAZOP en donde se encuentra la “presión” como el mayor factor de riesgo y finalmente la aplicación del correspondiente “Manual MPP” para la caldera con un breve análisis de los costos de mantenimiento, los resultados de la entrevista y la observación aplicada. Finalmente la conclusión basada en los objetivos que se establecieron y luego las respectivas recomendaciones de mejoras para la planta y la caldera en estudio.



1. INTRODUCCION

Actualmente, la planta procesadora de sub-producto COESA, ubicada en el km 29 de la carretera norte, Managua – Tipitapa, tiene una caldera de diésel de una capacidad de trabajo de 80 psi, el tiempo productivo de la máquina es de 8 horas por día, su función principal es el abastecimiento de vapor a un cocinador (cooker), en este equipo se procesa residuos generados del proceso de matanza de pollo para la obtención de harina y el pre-calentador de una prensa (expeller), la que extrae la grasa que aún queda como residuo.

El mantenimiento en esta empresa se aplica solamente como una actividad auxiliar o de carácter correctivo que se aplica de forma ocasional y solo cuando es necesario, pues deben realizar subcontrataciones de especialistas para la corrección de los problemas mecánicos del equipo.

Con la realización de este trabajo de investigación se pretende aplicar un estudio acerca de los problemas generales o comunes que presenta la caldera York Shipley en la planta de subproducto COESA implementando la respectiva valoración a través de los objetivos planteados y utilizando la correspondientes técnicas de valoración como el árbol de problemas, árbol de fallo y la metodología HAZOP, de igual manera implementando herramientas investigativas para la obtención de la información necesaria. El enfoque fundamental del trabajo es la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo por medio de un manual de procedimientos que aporte a la mayor optimización del equipo o máquina, esto debido a que no posee ningún tipo de manual como soporte técnico y a la disminución del rendimiento de la productividad.

De lo anterior se puede deducir que este estudio se enfoca en factores relacionados con el mantenimiento basado en el MPP (Mantenimiento Preventivo Planificado), el plan de ejecución, así como los diversos componentes que inciden directa e indirectamente en la implementación de un buen mantenimiento.



1.1 ANTECEDENTES

La caldera de diésel de la planta ha sido operada en otra área de la empresa por más de 20 años, es manipulada por una persona de gran experiencia en el manejo, uso y operación de estos equipos generadores de vapor, tiene licencia en categoría C aprobado por el Ministerio del Trabajo, con conocimientos en mantenimiento preventivo en calderas.

La caldera no cuenta con un documento donde se encuentre un programa de mantenimiento preventivo y donde se indiquen los pasos a seguir para la manipulación y operación de la misma.

De igual manera no se han aplicado estudios por parte de estudiantes de ingeniería mecánica o ingeniería industrial en la empresa acerca de la máquina, sin embargo, especialistas en mecánica le aplican las técnicas de mantenimiento correctivo solo cuando tiene averías imprevistas.



1.2 PROBLEMA

El rendimiento de la máquina ha disminuido y no cuenta con su respectivo programa de mantenimiento por medio de un manual que administre bien el funcionamiento del mismo lo que ocasione paros repentinos en la producción.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Esta área cerca de la planta central se encuentra ubicada una pequeña planta que sirve para la producción de alimentos para ganado bovino y silos de almacenamiento para granos que se ocupan en la planta de alimentos para aves de la empresa.

La caldera que está en uso en esta planta la cual se encontraba anteriormente en otra área de la empresa, se trasladó aquí debido a que su rendimiento ha disminuido, la demanda de vapor de esta planta no es muy exigente ya que solo sirve para abastecer a un cooker (cocinador) y una expeller (extractor).

Actualmente los problemas más comunes que presenta este equipos por la falta de un adecuado programa de mantenimiento, es que se dan paros repentinos, se apaga por problemas en la bomba de diésel, funde los transformadores que encienden el electrodo que produce la chispa para encender la llama, los tiempos para alcanzar su nivel máximo de presión es tardado.

En la actualidad el operador lo que hace es solo hacer revisiones periódicas del filtro de la bomba de diésel y hacer purgas de forma periódica pero sin ningún control o recomendación de un experto.



1.4 JUSTIFICACION

Con la realización del presente trabajo de investigación, se tiene como propósito elaborar un plan de mantenimiento preventivo para la caldera de diésel de la planta de sub-producto COESA de Avícola la Estrella, S.A.

Esta investigación se desarrolla con el objeto de mejorar las condiciones técnicas en el funcionamiento y eficiencia de la misma, así como lograr evitar la ocurrencia de paros repentinos que provocan retraso en la producción.

En el plan de mantenimiento se van a detallar todas aquellas operaciones que se deben de aplicar para dar mantenimiento a cada parte de la caldera en un tiempo de servicio dado además se deben aplicar métodos de inspección que garanticen el cumplimiento del mismo.

La aplicación de un correcto plan de mantenimiento preventivo de acuerdo a las recomendaciones que establece tanto el fabricante como los expertos en esta área, para garantizar que los equipos trabajen de manera más eficiente y de este modo se alarguen la frecuencia de aparición de fallas.

Además el correcto funcionamiento de un equipo influye en la calidad del producto que se obtiene del proceso productivo que se realiza.



2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer un plan de mantenimiento preventivo planificado para mejorar la eficiencia térmica de la caldera de diésel York Shipley ubicada en la planta de sub-producto COESA y garantizar los niveles de productividad de la misma.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a. Especificar el proceso productivo de la planta de sub-producto COESA por medio de la descripción de las diferentes fases del proceso y la representación en el diagrama de flujo según la norma ISO.
- b. Identificar las características técnicas del funcionamiento de la caldera, y los problemas generales que presentan a través del método del árbol de problemas y árbol de fallo.
- c. Determinar los principales puntos críticos de la máquina y los posibles riesgos que puede generar por medio de la metodología HAZOP.
- d. Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para la caldera **York Shipley** por medio de un manual de procedimientos con el propósito de aportar a la mayor eficiencia y optimización del equipo.



3. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

El nombre de la empresa es “Avícola Pollo Estrella S.A.” cuya función principal es el procesamiento de aves, la producción de alimentos para aves y la producción de huevos para distribuirlos al mercado. La empresa tiene varias sucursales en todo el país y la planta se encuentra en el municipio de Tipitapa, departamento de Managua y la competencia principal es “Empresa TIP – TOP”. La clasificación de la empresa se encuentra en la tabla 1:

Tabla 1: Especificaciones de la Empresa.

TIPO DE EMPRESA	PERTENECE A:	GIRO DE LA EMPRESA
<i>General</i>	<i>Empresa Privada</i>	<i>Alimentos</i>

Fuente: Propia

MISION:

Producir alimentos básicos de excelente calidad a precios accesibles a nuestra economía.

VISION:

Como empresa Avícola pionera nos comprometemos a producir con estándares de primera calidad, desarrollando nuevas tecnologías en el tiempo, con responsabilidad social y en nuestro accionar exitoso reconocer la labor del 100% de nuestros compañeros de trabajo.



Organigrama de avícola La Estrella, S.A.

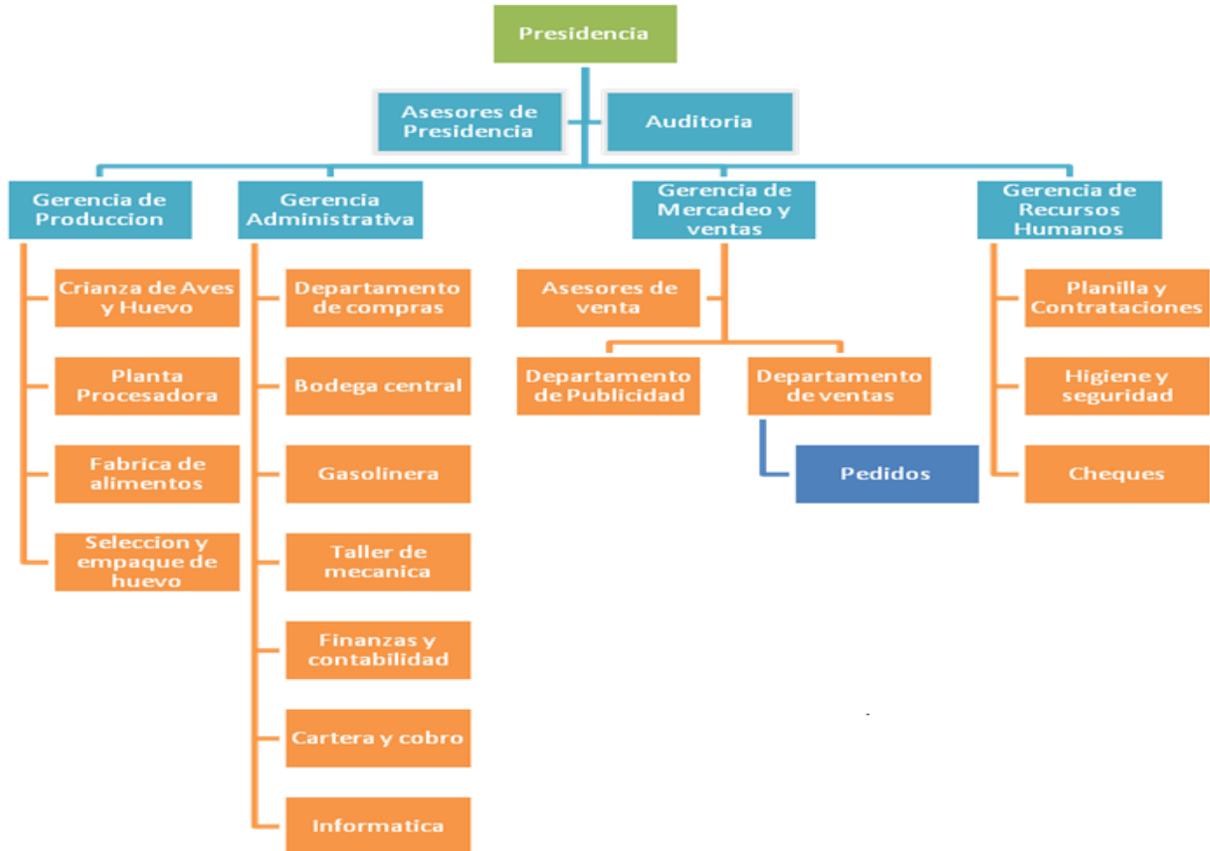


Ilustración 1: Organigrama de la Empresa “Avícola Pollo Estrella”.

Fuente: Empresa “Avícola Pollo Estrella”.

Caracterización del departamento de mantenimiento

Avícola La Estrella, S.A. en la actualidad no cuenta con un departamento de mantenimiento establecido directamente, no se cuenta con un manual donde se encuentre establecido un programa de mantenimiento para los equipos.

El departamento de producción cuenta con un presupuesto establecido para el área de mantenimiento, el cual sirve como salvaguarda para responder a necesidades y resolver problemas que surgen y para la compra de herramientas y contrataciones de especialistas siempre y cuando los técnicos tengan los



conocimiento para resolver un determinado problema que necesite de técnicos con mucha mayor nivel de conocimientos.

La planta procesadora de aves y la planta procesadora de alimentos son áreas donde se encuentran ubicadas una gran cantidad de máquinas que realizan diferentes procesos.

Cada una de las plantas cuenta con el personal técnico de mucha experiencia, los cuales son los responsables de realizar las actividades del mantenimiento y asegurar el funcionamiento de la mejor manera posible de las mismas.

Misión que se desea alcanzar

Asegurar el correcto funcionamiento de todos los equipos implementando métodos de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo con el fin de garantizar el máximo aprovechamiento de los equipos.

Políticas del mantenimiento

1. Garantizar el nivel máximo de calidad en los productos asegurando una buena administración del mantenimiento de los equipos a un costo mínimo.
2. Asegurar el buen funcionamiento de los equipos e instalaciones con el máximo rendimiento y el mínimo consumo de los recursos.

La empresa cuenta con algunas plantas de subproductos, entre estas la planta se encuentra el equipo o máquina en estudio, el nombre de la planta es “Planta de Subproducto COESA S.A.”.



Generalidades de la Planta de Sub-Producto COESA S.A.

La planta de sub-producto COESA es una división de la Avícola la Estrella, regida por el departamento de producción de la empresa.

Esta planta inicia sus operaciones a mediados del mes de mayo del presente año, nace con la necesidad que tiene la empresa de reciclar las aves que no cumplen con los requerimientos de calidad que exige la planta procesadora de aves de la avícola para realizar el proceso de matanza.

Se encuentra ubicada en el km 29 de la carretera norte, a 7 km de las oficinas centrales, su ubicación es adecuada y tiene buen acceso a todas las granjas de la empresa de donde proceden las aves que ahí se reciben, la planta cuenta con dos operadores de caldera, un ayudante y el encargado de planta, estas personas son las responsables de garantizar el cumplimiento de las funciones que se realizan en esta planta. La caldera York Shipley que ha sido utilizada por más de 20 años se encuentra en esta planta de subproducto COESA desde hace algunos meses debido a que su rendimiento ha disminuido, las causas de esto es por la falta del respectivo mantenimiento de la máquina.



4. MARCO REFERENCIAL

4.1 Marco Teórico

El mantenimiento de equipos industriales es vital para la productividad de una empresa es por ello que el mantenimiento se considera “un proceso de tratamientos que se le aplica a un determinado bien para el mejor funcionamiento del mismo” (Gestión del mantenimiento, s.f., pág. 3), por esa razón cuando no se le aplica mantenimiento a una maquina es probable que su tiempo útil se reduzca por las posibles fallas que sufra debido a la falta de inspecciones que se le den a las maquinas.

Existen varios tipos de mantenimiento, estos son mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo. El primero se refiere a “corregir o reparar una falla en el equipo”. El segundo consiste en “un mantenimiento programado que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas”. La última se trata de “un mantenimiento por inspección o verificación sin la intervención de hacer paros en la máquina, a la vez en esta se realizan algunos procedimientos de análisis” (Ing. Raúl R. Prando, 1996, pág. 20).

En el presente estudio se realizara un manual de mantenimiento preventivo, en este se dan instrucciones técnicas a realizarse para las funciones; operaciones de mantenimiento preventivo, calibraciones, reparaciones, ajustes, etc. (Javier G. Fernández, 2da edición, s.f., pág. 63) que se aplicara en una caldera de vapor. A través de este manual hay una mejor administración del equipo que prevendrá el deterioro de este antes de lo establecido. Una caldera es “una máquina que contiene varios componentes integrados” que es muy fundamental en las empresas productivas de carácter alimenticia y conforma parte esencial de la producción.

Por esta razón, en toda máquina o equipo es esencial que exista un control de condición periódico para tener respectivos registros de la condición actual de la misma en algún determinado momento, es decir, “es la medida e interpretación



periódica o continua de un componente para determinar las condiciones de funcionamiento y la necesidad de su respectivo mantenimiento”, esto permitirá la gestión del mismo (Raúl R. Prando, 1996, pág. 21).

Para que exista una buena administración de los equipos debe haber confiabilidad tanto en la gestión de los procesos como en el de los equipos “esto permite conocer las características de los equipos, la instalación o línea de fabricación que se mide por el tiempo promedio en que puede operar entre fallas consecutivas” (Raúl R. Prando, 1996, pág. 21), lo que implica que se colabore con la calidad de los procesos productivos de la empresa.

Existen varios tipos de mantenimiento pero de forma particular en el mantenimiento preventivo planificado se encuentran métodos para aplicarlo, a esto se le llama “sistema MPP” que comprende el servicio diario del equipo, trabajos periódicos, revisión, reparación pequeña, reparación mediana, reparación general y reparación imprevista (Jorge F. Torroella, 1979, pág. 10); por lo tanto, la revisión se realiza entre una reparación y otra según el plan del equipo, y su propósito es comprobar el estado del equipo y determinar los preparativos que se deben hacer para la próxima reparación.

La “reparación pequeña” es un tipo de reparación preventiva, es decir, es para prevenir posibles defectos en el equipo (Jorge F. Torroella, 1979, pag.14). La “reparación mediana” es la reparación durante la cual se realiza una cantidad de trabajos mayor en la que el equipo se desmonta parcialmente y mediante la reparación o sustitución de las piezas en mal estado se garantiza la precisión necesaria, potencia y productividad del equipo (Jorge F. Torroella, 1979, pag.15). En la “reparación general” se realiza el desmontaje total del equipo, la sustitución o reparación de las piezas y de los mecanismos desgastados y la de todas las piezas básicas del equipo, estas forman parte de las reparaciones planificadas (Jorge F. Torroella, 1979, pág. 17); las reparaciones imprevistas se efectúan cuando hay alguna avería y depende de la magnitud de esta que se aplique alguna de las reparaciones mencionadas anteriormente y si es posible sustituir el equipo por completo (Jorge F. Torroella, 1979, pág. 18).



4.2 Marco Conceptual

En el presente estudio se utilizara un lenguaje técnico y por esta razón se pretende tener una mayor comprensión de algunos términos que se abordaran en este trabajo, a continuación se mencionaran algunos términos con sus respectivas definiciones:

- **Mantenimiento:** Comprende todas aquellas actividades necesarias para mantener los equipos e instalaciones en una condición particular o volverlos a dicha condición. (Ing. Raúl R. Prando, 1996, pág. 17).
- **Fallas:** Son el resultado de la deficiencia de un componente, cuando esta ocurre en condiciones de operación dentro del rango nominal. Pueden darse fallas secundarias que ocurren en condiciones no nominales de operación. (Ing. Rodrigo Pascual J., 2002, pág. 23).
- **Manual de mantenimiento:** Son las instrucciones técnicas a realizarse para una de sus funciones; operaciones de mantenimiento preventivo, calibraciones, reparaciones, ajustes, etc. (Francisco J. González, 2da edición, s.f., pág. 63).
- **Mantenimiento Preventivo:** Mantenimiento que consiste en realizar ciertas reparaciones, o cambios de componentes o piezas, según intervalos de tiempos, o según determinados criterios, prefijados para reducir la probabilidad de avería o pérdida de rendimiento de algún indicador de la máquina, esta siempre se planifica. (Francisco J. González, 2da edición, s.f., pág. 511).
- **Confiabilidad:** Es la probabilidad de que un componente de la máquina no falle en un intervalo determinado; un componente puede tener diferentes confiabilidades asociadas a diferentes funciones. (Ing. Rodrigo Pascual J., 2002, pág. 85).



- Tiempo de operación: Periodo de tiempo en el que un componente está realizando su función o actividad. (Francisco J. González, 2da edición, s.f., pág. 522).
- Datos técnicos: Es donde se incluirán las instrucciones técnicas y especificaciones y sus respectivas condiciones de seguridad (Francisco J. González, 2da edición, s.f., pág. 63).
- Disponibilidad: Se define como la probabilidad de que un componente este en su estado normal o nuevo en un determinado instante para la utilización de este. (Ing. Rodrigo Pascual J., 2002, pág. 86).
- Mantenibilidad: Es un proceso de verificación, recolección y presentación de datos, así como la planificación del mantenimiento y de su soporte logístico, que aborda también los ensayos de diagnóstico y los métodos estadísticos sobre mantenibilidad (Francisco J. González, 2da edición, s.f., pág. 41).
- Avería: Es la incapacidad para realizar la función requerida debido a un estado interno. La avería de un elemento es el resultado de un fallo, bien del elemento mismo o de cualquier etapa precedente del ciclo de vida (Francisco J. González, 2da edición, s.f., pág. 41).
- Carga de trabajo: Tiempo de actividad estimado o calculado de los trabajos de Mantenimiento en curso y en espera o pendientes de un determinado momento, se expresa en horas-hombre. (Francisco J. González, 2da edición, s.f., pág. 497).
- Equipo: Unidad compleja de orden superior integrada por conjuntos, componentes y piezas, agrupados para formar un sistema funcional (intercambiador de calor, transformador eléctrico). Es equivalente al término máquina. (Francisco J. González, 2da edición, s.f., pág. 501).



- Criticidad: Es la incidencia que tiene cada equipo o maquina en la operación de la empresa. (Ing. Raúl R. Prando, 1996, pag.19).
- Fiabilidad: Capacidad de un elemento para efectuar su función específica en unas condiciones y con un rendimiento definidos durante un periodo de tiempo recorrido o ciclos determinados. (Francisco J. González, 2da edición, s.f., pág. 503).
- Fuga: Salida incontrolada de un gas o de un líquido de un medio que debería ser estancado. (Francisco J. González, 2da edición, s.f., pág. 503).
- Árbol de fallas: Es un procedimiento deductivo para determinar las diversas combinaciones de fallas a nivel componente que pueden desencadenar eventos no deseados especificados al inicio del análisis. Los arboles de falla también son usados para calcular la probabilidad de ocurrencia de las fallas de los componentes (Ing. Rodrigo Pascual J., 2002, pág. 31).



4.3 Marco Legal

En la tabla siguiente mostramos las leyes y artículos que tienen relación al área con los requisitos de operación, construcción y medidas de seguridad que se deben de adoptar.

Ley	Artículos	Descripción
Ley No 185: Código del Trabajo	100, 101, 102, 103, 104, 105, 107	El empleador es el responsable de velar por la seguridad y el bienestar de sus empleados, por tal razón debe de garantizarles condiciones adecuadas de trabajo con sus equipos de protección que requieren
	107	El área de trabajo no debe de ser ocupada para elaborar alimentos ni como sitios para dormir.
	191	El ministerio del trabajo debe determinar la capacidad de carga que debe de trasladar una persona tomando en cuenta la edad, salud y seguridad de los trabajadores
	19, 20, 21, 22	El empleador debe de garantizarle a los trabajadores la capacitación para que logren desarrollar mejores conocimientos y así puedan realizar mejor sus funciones
	32	Los trabajadores tienen la obligación de respetar las normas, ordenes e instrucciones dispuestas por el empleador para la seguridad, informar accidentes y daños
	73, 76	Se describen las características de construcción



Ley 618: Higiene y Seguridad Ocupacional		que se deben de cumplir para evitar riesgos con una adecuada iluminación
	79	Establece los lugares y zonas que deben de permanecer limpias y libres de obstáculos.
	121	Establece la utilización de equipos de protección para evitar daños en la audición
	134, 136	La utilización de los equipos de protección será de forma obligatoria para evitar la ocurrencia de accidentes para proporcionar protección al personal
	144, 145	Sobre las señalizaciones de los lugares de trabajo para los riesgos de caídas de personas y objetos.
	152, 153, 154, 155	De los procedimientos de trabajo y herramientas para equipos eléctricos
	200	Solicitudes de funcionamiento y operación de equipos generadores de vapor.
	201, 202, 203, 204	Los procedimientos para la obtención de licencias para los operadores de equipos generadores de vapor, serán dados por categorías.
	206, 207, 208, 209, 207	Los requisitos que deben de cumplir los equipos y accesorios que componen a la caldera tales como válvulas e indicadores de presión
		Sobre la selección adecuada del tratamiento de



Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado para la
Caldera de diésel York Shipley



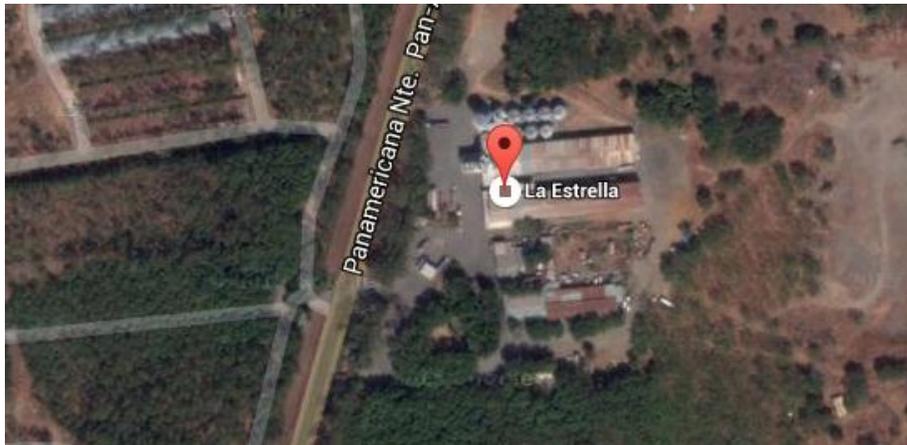
	211	agua utilizada para la caldera
	212	Las calderas solo pueden ser manipuladas por personal previamente capacitado y autorizado dicha labor.
	213, 214	Las calderas a la hora de realizar labores de mantenimiento no deben estar sometidas a presiones, y etiquetarlas para evitar la ocurrencia de riesgos.
Decreto presidencial número 17-2011		El sector industrial del país que utiliza el agua como materia prima para la elaboración de sus productos tendrá que pagar ahora un canon equivalente a cinco centavos de dólar por cada mil litros de agua, es decir por cada metro cúbico sustraído.



4.4 Marco Espacial

a) Macro-localización

La empresa Avícola Estrella S.A. está ubicada en el municipio de Tipitapa departamento de Managua, donde se realiza el presente estudio. Esta es una empresa que se dedica a la producción de carne de pollo, embutidos y huevos de mesa, cuenta con personal calificado para las actividades que realiza.



b) Micro-localización

La empresa cuenta con varias áreas productivas como producción de carne de pollo (carne blanca), producción de alimentos para aves y una planta de subproductos. La planta de sub-producto COESA se encuentra ubicada en el km 29 de la carretera norte, en este caso la caldera que se evalúa se encuentra en esta última planta de producción.





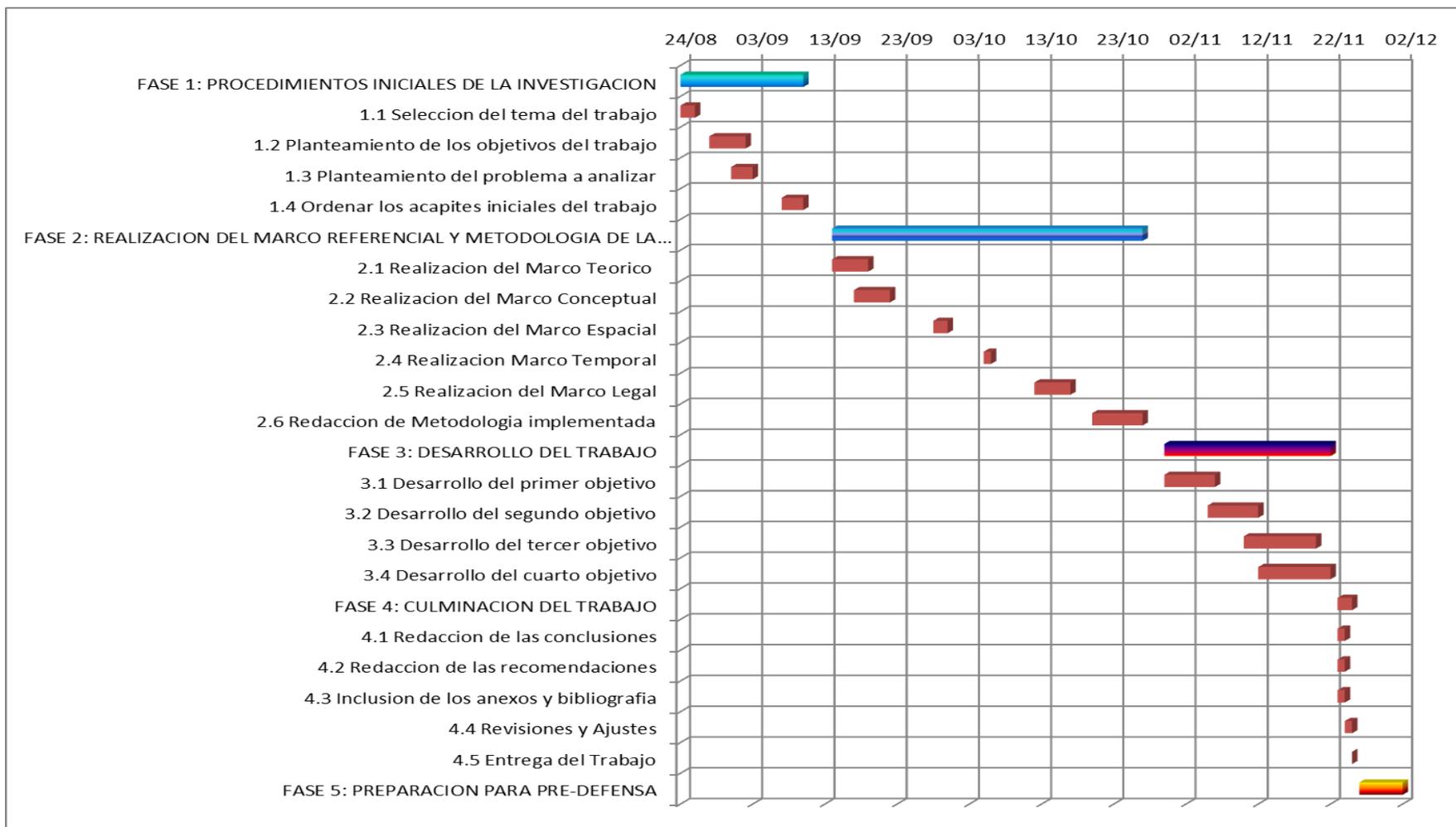
4.5 Marco Temporal

El presente Seminario de Graduación se elaborara en el segundo semestre del año 2015 cuyo proceso inicia el 24 de agosto y se pretende concluir el 24 de noviembre del presente año, donde posteriormente se realizara la respectiva pre-defensa del presente trabajo el día 2 de diciembre y luego la defensa el día 11 o 15 de diciembre. En el diagrama de Gantt que se demostrara se encuentran tres fases:

- ❖ La FASE 1, comprende las actividades iniciales que corresponden a las investigaciones respectivas acerca de la máquina en la recopilación de la información, planteamiento del problema y los objetivos y el orden de los primeros acápite del trabajo.
- ❖ La FASE 2, se realizó lo referente al Marco Referencial en la que se tuvo que investigar teoría para el marco teórico y el marco conceptual por medio de bibliografía, se indago sobre las leyes para referenciar en el marco legal las normativas aplicadas, y finalmente se planteó el marco espacial y el marco temporal para especificar el lugar y el tiempo en la que se aplicó el trabajo.
- ❖ En la FASE 3, se desarrollaron los objetivos planteados con la especificación del proceso, la identificación de fallas, la determinación de riesgos y finalmente la aplicación del manual de mantenimiento con un breve estudio de los costos y los resultados de las guías de observación y el formato de entrevista, cabe mencionar que este fue el acápite con más tiempo en desarrollar.
- ❖ La FASE 4, corresponde a la etapa final del trabajo en donde se redactaron las conclusiones y recomendaciones del estudio, las revisiones finales, el periodo de pre-defensa y defensa definitiva del Seminario.



Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado para la Caldera de diésel York Shipley





5. PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿Mediante que técnicas se podría caracterizar el proceso productivo de la caldera de diésel en la planta de subproducto?
- ¿Cuáles son las características técnicas de la caldera y que causas originan los problemas técnico-mecánicos durante el proceso de producción?
- ¿Qué métodos utilizaría para la identificación de los puntos críticos de la máquina y sus posibles riesgos?
- ¿Cuáles serían los pasos o procedimientos que se deben de seguir para la implementación del manual de mantenimiento preventivo para aportar a la eficiencia del equipo?



6. DISEÑO METODOLOGICO

6.1 TIPO DE ENFOQUE

El tipo de enfoque de este estudio es de carácter mixto ya que se analizarán datos que generan información que sirvan para la evaluación de las técnicas y procedimientos que se aplican en la máquina de caldera en la empresa, y a la vez se realizarán cálculos matemáticos para cumplir con el cuarto objetivo del estudio que es la implementación del manual.

6.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se aplicará en este estudio es la investigación descriptiva y analítica debido a que se describirá el tipo de funcionamiento que se le aplica a la máquina actualmente y se realizará un análisis de las problemáticas que presenta el equipo para luego implementar el respectivo plan de mantenimiento.

6.3 UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA

El universo del presente estudio es la empresa “Avícola Pollo Estrella” en donde se encuentra la planta de subproducto COESA.

La población en estudio es el área de la planta de subproducto de la empresa en donde se está realizando el estudio de mantenimiento preventivo de la caldera.

La muestra del estudio es por conveniencia ya que se ha seleccionado el tipo de máquina a evaluar, en este caso 1 máquina que es la caldera en estudio.



6.4 HERRAMIENTAS DE INVESTIGACIÓN

En el presente estudio se utilizara las siguientes técnicas metodológicas para la obtención de información necesaria:

- La entrevista
- La observación aplicada mediante los tres tipos: observación estructurada, observación en equipo y observación de trabajo de campo
- El árbol de problemas y árbol de fallos
- La metodología HAZOP

6.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Esta herramienta es para generalizar los puntos claves de nuestra investigación y a la misma vez para especificar en los métodos que se van a utilizar como recursos del proceso investigativo, cabe mencionar que esta es una matriz que se aplica para estudios o investigaciones de enfoques mixtos (cualitativa y cuantitativa). La matriz que se muestra es una versión actualizada que especifica de forma detallada los medios de investigación que se han implementado.



Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado para la Caldera de diésel York Shipley



OPERACIONALIZACION DE VARIABLES									
Objetivo General: Proponer un plan de mantenimiento preventivo para la caldera Yorck Shipley de la Planta de sub-producto COESA, lo cual ayude a garantizar el buen funcionamiento de la misma.						Ingeniería Industrial y de Sistemas			
Objetivos Especificos	Variable Conceptual	Subvariables o direcciones	Variable Operativa Indicador	Fuente	Tecnica de Recoleccion de Datos e Informacion y Actores Participantes				Instrumentos
					Entrevista	Encuesta	Met. de Observacion	Experimento	
1. Caracterizar el proceso productivo de la planta de subproducto COESA S.A.	Niveles de productividad de la maquina	Operarios de la maquina	Operarabilidad de la capacidad de maquina	Responsable de produccion del area y operarios de la maquina	ANEXO: Tabla 2.2		ANEXO: Tabla 2.1		
		Control de la maquina	Adecuado Inadecuado						
2. Describir las características técnicas de la caldera Yorck Shipley por el método del árbol de fallo.	Condiciones de operabilidad del equipo	Infraestructura física del área de trabajo	Idoneo						
			Regular						
			Deficiente						
3. Identificar los principales puntos críticos por medio de la metodología HAZOP	Condiciones de operabilidad del equipo	Distribucion de planta del espacio ocupado por las maquinas	Correcto Incorrecto						
		Frecuencia de averias en el equipo	Frecuentemente						
			Algunas veces Esporadicamente						
4. Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para la caldera Yorck Shipley en base a los resultados	Niveles de criticidad de la maquina	Mecanicos o especialistas	Mucha experiencia Poca experiencia						
			Herramientas						
		Infraestructura física	Nivel de peligro de la maquina						



7. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

7.1 ESPECIFICACION DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE SUBPRODUCTO COESA POR MEDIO DE LA DESCRIPCION DE LAS FASES DEL PROCESO Y LA REPRESENTACION EN EL FLUJOGRAMA (NORMA ISO)

La planta de sub-producto COESA tiene como objetivo primordial la producción de harina de carne y hueso de pollo y se aplicó el método de la observación directa.

La materia prima son todas aquellas aves que no cumplen con los requerimientos de calidad establecidos por la planta procesadora de aves de la avícola, es decir, estas aves son seleccionadas por los encargados de las granjas, se separan de las demás y se sacrifican, además también se reciben las aves que por algún motivo se mueren en las granjas, de acuerdo a normativas del MAGFOR y otras instituciones del estado que por motivos de salud ambiental es prohibido enterrarlas ya que siempre al dañarse produce malos olores lo cual provoca que se atraigan aves de rapiña como los zopilotes.

Esta harina es vendida a diferentes clientes tanto como empresas o personas particulares, los cuales la utilizan como materia prima para la elaboración de alimento de engorde para diferentes tipos de animales.

Proceso de producción

El proceso de producción de la harina de la planta se describe en el diagrama de flujo, el cual consta de los siguientes sub-procesos:

- Recepción de la materia prima

La recepción de las aves es responsabilidad del personal de la planta de subproducto, se recibe a granel, llega a la planta en barriles en un camión designado por la empresa para realizar la labor de recolectar de las granjas dichas aves, estos barriles son cubiertos con una carpa como medida de higiene.



Inmediatamente que se reciben las aves se firman las remisiones donde se especifican las cantidades de aves que proceden de las diferentes granjas.

- Cargar de cooker

Inmediatamente que llega el camión las aves son depositadas en el interior del cooker, la carga se realiza con ayuda de un tecele eléctrico que levanta los barriles y permite a los trabajadores depositar de forma más rápida las aves.

- Cocinado

Después de haber depositado las aves en el interior del cooker este se cierra completamente para evitar la fuga de vapor suministrado por la caldera, el proceso de cocinado tiene duración promedio de 4 horas para garantizar una harina con un porcentaje de humedad promedio del 5%.

- Descarga de cooker

Pasadas las horas de cocinado se realizan pruebas para verificar que la harina ya está lista para ser descargada, se abre la compuerta descarga y se toma una muestra, de no esta lista se continua con la cocinada hasta alcanzar las características requeridas. La prueba se hace de forma física donde el encargado observa la contextura de la harina y determinar si está o no lista.

- Enfriamiento

El proceso de enfriamiento se realiza a temperatura ambiente, se riega sobre el piso por 12 horas.

- Pesaje

Se pesa en sacos con capacidad de 100 libras cada uno.



- Empaque

Después de pesados se empaqueta y se les pone una etiqueta la cual indica el lote de producción de la harina, se obtienen como promedio 15 sacos de este proceso en producción normal

- Almacenamiento

Luego de ser empacada se traslada al área destinada para el almacenamiento, en donde se garantiza que se encuentre a una temperatura requerida y alejada de la humedad para evitar la formación de hongos en la misma.

Representación de las actividades del proceso productivo por medio del diagrama de flujo que establece la norma ISO.

La ISO ha desarrollado los símbolos convencionales para la diagramación de las actividades de que se realizan en una organización y así de esta manera poder comprender de manera más sencilla cualquier proceso productivo.

Tabla 2: Simbología de flujograma de procesos según norma ISO.

Símbolo	Significado	Descripción
	Operación	Indica las fases del proceso
	Inspección	Verificación de calidad y/o cantidad
	Desplazamiento o transporte	Movimiento de empleados, material y equipo de un lugar a otro.
	Espera	Indica demora en el desarrollo de los hechos.
	Almacenamiento	Indica depósito de un documento u objeto cualquiera dentro de un almacén.

Fuente: Norma ISO 9000



FLUJOGRAMA DE PROCESOS DE LA CALDERA
(NORMA ISO)

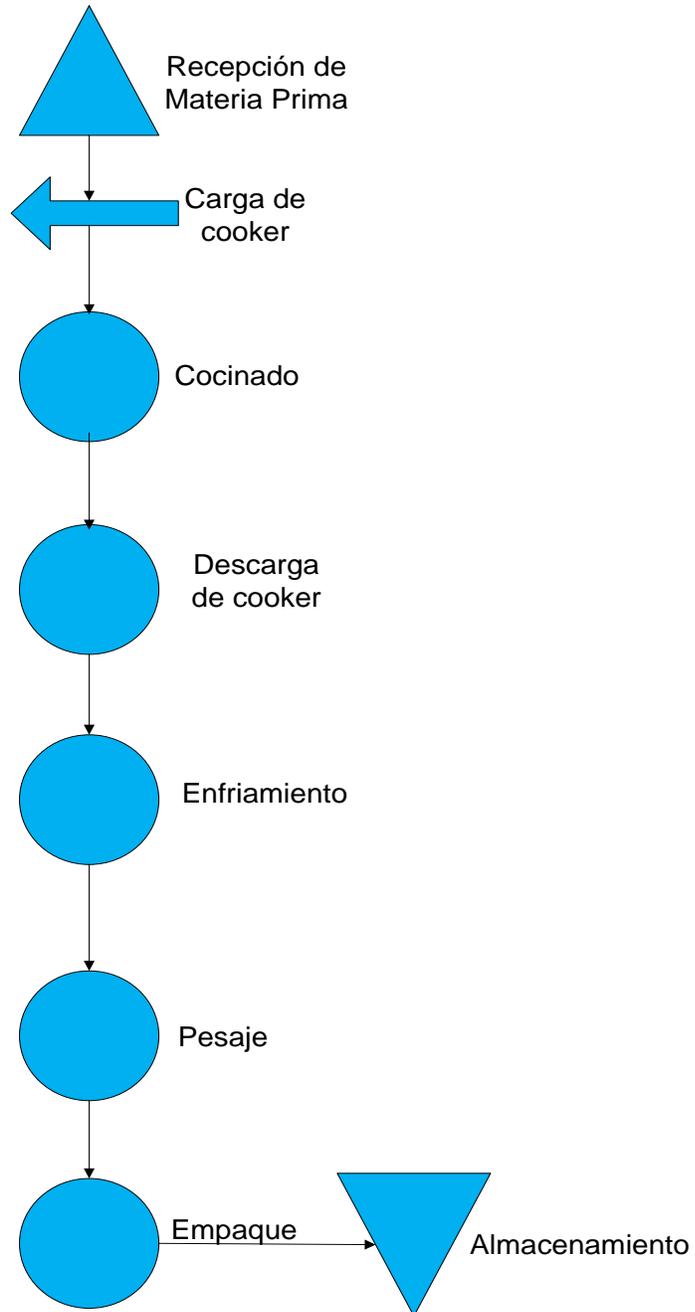


Ilustración 2: Diagrama de flujo de procesos.

Fuente: Norma ISO 9000



7.2 IDENTIFICACION DE LAS CARACTERISTICAS TECNICAS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA, Y LOS PROBLEMAS QUE PRESENTAN SEGUN EL ARBOL DE PROBLEMAS Y ARBOL DE FALLOS.

Al realizar la caracterización técnica del funcionamiento de la caldera, el procedimiento empleado fue a través de observación directa, análisis documental y ficha técnica de la caldera.

La función principal de la caldera es generar vapor en procesos industriales o calefacción, agua caliente para calefacción o para uso general. Por razones de sencillez de comprensión, a la caldera se le considera como un productor de vapor, que retroalimenta a los equipos para cocción y calentamiento de la materia prima.

A través de la observación directa observamos su funcionamiento, operación, tiempos de paro, funciones de mantenimientos de forma cualitativa. También se desarrolló entrevistas con el personal a cargo de la operación y encargado de planta, generando la siguiente información: Cantidad de fallas, frecuencia de fallas, consumo de combustible, agua, químicos para el tratamiento de agua, perdida de vapor, componentes y accesorios de la caldera y una demostración de la distribución del flujo en el sistema de tubería de la misma.

Es importante resaltar que el fluido no es agua ni vapor de agua o mercurio, a la unidad se le clasifica como vaporizador o como un calentador de líquidos térmicos.

Todo los líquido debe de estar dentro del equipo con las debidas medidas de seguridad, así como el agua debe estar debidamente tratada para evitar las corrosiones e incrustaciones, las que se originan por la baja alcalinidad y formación de sedimento dentro de la misma, como: sólidos, sílice, magnesio, potasio y calcio, todo ello provoca una baja eficiencia y mayores consumos de combustible y consumo de energía. . El agua caliente una vez transformada a vapor, deben ser alimentados en las condiciones deseadas, es decir de acuerdo a



la presión, temperatura y calidad, y en la cantidad que se requiera, según demanda y normas de operatividad.

Las calderas de vapor se clasifican, atendiendo a la posición relativa de los gases calientes y del agua, en acuotubulares y pirotubulares; por la posición de los tubos, en verticales, horizontales e inclinados; y, por la naturaleza del servicio que prestan, en fijas, portátiles, locomóviles y marinas.

La figura nos demuestra el tipo de caldera clasificada como pirotubular horizontal (ver figura 3).

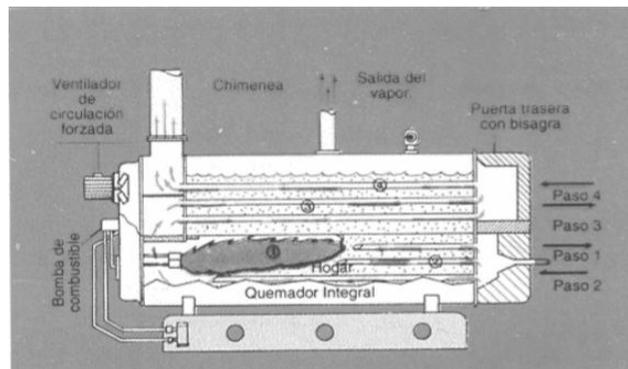


Ilustración 3: Esquema caldera pirotubular.

Fuente: Manual de operación y Mantenimiento de calderas C.B. pág. 7.

7.2.1 Accesorios y equipo auxiliar asociado a las calderas

El equipo auxiliar de las calderas consta de aparatos o dispositivos, accesorios o armaduras, que están íntimamente ligados, ya sea con la caldera misma o con su operación, control o mantenimiento. Es indispensable para la seguridad, economía y la comodidad. El término “equipo auxiliar” incluye el conjunto general, a diferencia de las llamadas “armaduras” o conexiones, que comprenden aquellas partes directamente conectadas a la caldera o dentro de la misma (ver figura).

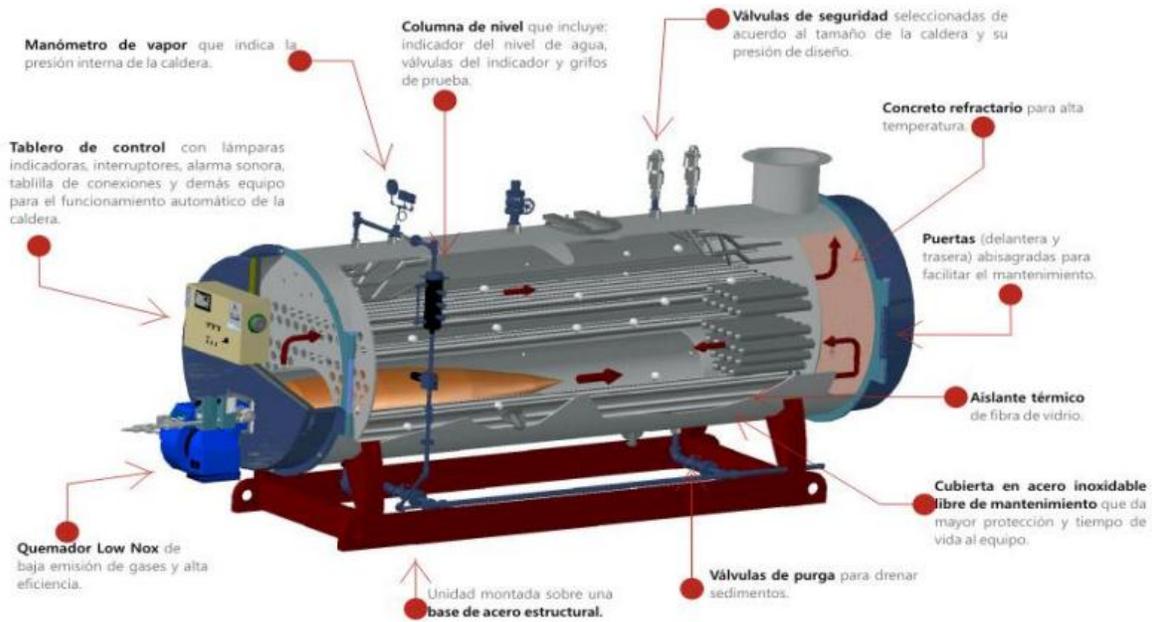


Ilustración 4: Partes principales de una caldera pirotubular.

Fuente: Maquinas Térmicas, José Antonio Gonzales Moreno 2015.

7.2.2 Los quemadores y el sistema de control

El propósito principal de un quemador es mezclar y dirigir el flujo de combustibles y aire, de tal manera, que se asegure el encendido rápido y la combustión completa. Cuando se quema el diésel, este puede atomizarse por medio de la presión que produce la bomba que está conectado al motor del blower (soplador), la cual utiliza la presión para atomizar el combustible, generalmente, son de tipo mecánico el flujo es único y con flujo de retorno. El tipo de flujo del diésel es de 100 psi, consume 0.95 litros/min.

El sistema de control de la combustión consta de dispositivos automáticos destinados a mantener la presión de vapor deseada y la proporción correcta entre el combustible y el aire al variar la carga. Los controles automáticos se sirven de energía eléctrica para accionar los motores, los cuales, a su vez, regulan la alimentación de combustible y de aire rápido simultáneamente, como respuesta a las variaciones de demanda de vapor.



Ilustración 5: Quemador de combustible.

Fuente: Fotografía tomada en la planta de sub-producto COESA.

7.2.3 Sistema de seguridad de la caldera (Armaduras para calderas).

Es absolutamente necesario dotar a la caldera de un dispositivo de protección que prevenga el aumento de presión más allá de la presión de diseño. Entre los dispositivos propios de las calderas automáticas, pueden citarse los siguientes:

- Válvulas de seguridad de disparador, para calderas de vapor: cuando la presión alcanza un punto predeterminado, la válvula se dispara, quedando completamente abierta y permaneciendo así, hasta que baja nuevamente la presión.
- Válvulas de alivio de seguridad para calderas de agua caliente: si la presión llega a un punto predeterminado, la válvula se abre ligeramente, dejando pasar cierta cantidad de líquido; si la presión continúa aumentando, la válvula se dispara quedando completamente abierta.
- Válvula de alivio para presión y temperatura para calentadores de agua: al llegar la presión al punto predeterminado, la válvula se abre ligeramente, dejando pasar líquido; o, si la temperatura alcanza el punto de ebullición, se abre la válvula, o bien, se funde un elemento fusible.

Las válvulas de seguridad de tamaños mayores se colocan a la intemperie, uniéndolas por tubería a la caldera. Todas las válvulas de alivio se instalan en un lugar en donde no lleguen a quemar al personal de servicio.



Todas las calderas de operación automática tienen que estar equipadas con un interruptor de bajo nivel de agua, el cual impide el funcionamiento del quemador, mientras no haya suficiente agua en la caldera. Un modelo típico de este dispositivo consiste en un flotador que actúa sobre un interruptor eléctrico. El interruptor puede ser instalado dentro de la columna de agua o dentro de la caldera misma. Todas las unidades están provistas de una válvula de purga para lavar los sedimentos recolectados.

La alimentación automática del agua a la caldera, siempre que el nivel descienda hasta una altura determinada, entra en acción. Con presiones de menos de 250 psi se emplea, frecuentemente, una válvula de flotador que usualmente, opera con el interruptor de bajo nivel. Para las presiones más altas, es necesario recurrir a la expansión de un tubo al entrar en contacto con el vapor para el accionamiento del aparato. En algunas unidades se combinan el interruptor de bajo nivel y la bomba del agua de alimentación y son del tipo de electrodos, que hacen pasar corriente eléctrica a través del agua de la caldera.

Todas las calderas de vapor están equipadas con un indicador de nivel del agua que permite la observación visual de la cantidad de agua que contiene la caldera. El diseño de estos indicadores depende de la presión a la que se les somete. Algunos tipos trabajan automáticamente, cerrándose en caso de ruptura del vidrio. En una caldera se colocan válvulas o grifos de prueba a tres niveles diferentes del indicador de nivel, lo que permite al operador cerciorarse de que el nivel del agua en la caldera coincida con la indicación del tubo de vidrio, como lo muestra la figura.



Ilustración 6: Medidor del nivel del agua. Fuente:

Fotografía de planta de sub-producto COESA.

7.2.4 Equipo auxiliar.

- Purgadores

Se colocan en la parte más baja de la caldera algunas veces también en el cuerpo cilíndrico; se utilizan para sacar una cierta cantidad de agua, con el fin de extraer de la caldera los lodos, sedimentos y espumas. En ocasiones se emplea un purgado por el fondo continuo, por medio de un tubo pequeño, para sacar las impurezas a medida que se precipitan. No obstante, cuando se sigue este procedimiento, los purgadores grandes hay que abrirlos de vez en cuando, para sacar completamente los lodos acumulados.

- Instrumentos

Las calderas de vapor deben tener forzosamente un manómetro para la medición de la presión; las calderas para agua caliente necesitan manómetro y termómetro.

Otros accesorios complementarios pueden incluir un medidor de gasto para el agua de alimentación, medidor de flujo de vapor, termómetro para los gases de escape y otros instrumentos de control y medición. En las instalaciones grandes



se cuenta con controles automáticos para el economizador, el tratamiento del agua de alimentación, así como los controles de presión y temperatura del vapor.

Para la obtención de las más altas eficiencias, es preciso llevar un control absoluto sobre el proceso de la combustión. Este control está basado en las proporciones de monóxido de carbono o de oxígeno que hay en los gases de escape. La cantidad necesaria de aire para la combustión es ajustada para que el suministro de aire de exceso sea el mínimo necesario de acuerdo con el combustible, con los métodos de combustión y con el diseño de la caldera.

- Equipos de tratamiento de agua

La precipitación de sales sobre las superficies sujetas a calefacción del lado en contacto con el agua, ocasiona averías en la caldera; las turbinas de alta presión quedan expuestas a las consecuencias del arrastre de sílice por el vapor. Para contrarrestar lo anterior, se acostumbra instalar equipos de tratamiento de agua, para desmineralizarla y desoxidarla antes de su inyección a la caldera (sistemas de ablandador de agua).

- Inyección del agua de alimentación

La caldera cuenta con una bomba inyectora de agua. La bomba se acciona por medio de un nivel de agua que tiene la caldera, cuando esta requiere agua manda una señal al contactor para poner en marcha la bomba.

7.2.5 Aire para la combustión

El aire para combustión, es suministrado por el soplador montado en la tapa delantera. Durante la operación, la presión de aire aumenta en la cabeza de la caldera y este es forzado por el disco difusor para mezclarse completamente con el combustible y efectuar una buena combustión, mediante la mejor proporción aire combustible. El abastecimiento de aire se gobierna por medio de la regulación automática de la entrega del ventilador al quemador, por la modulación del registro rotatorio del aire.



Ilustración 7: Motor del ventilador de la caldera.

Fuente: Fotografía de la planta de sub-producto COESA.

7.2.6 Ignición automática.

El quemador de diésel es encendido automáticamente, por una chispa eléctrica. Al principio de la secuencia para ignición y bajo la regulación del control de programación, la válvula solenoide del piloto y el transformador para la ignición reciben energía, simultáneamente. Este transformador para ignición suministra la corriente de alto voltaje para la chispa de ignición (110V produce 10,000V). La chispa eléctrica forma un arco entre la punta del electrodo y la superficie del tubo que lo guarda. Una vez encendida y establecida la llama principal, la válvula solenoide del piloto y el transformador no reciben más energía.

Para abastecer al piloto se utiliza un tanque de diésel, una válvula solenoide regula el flujo de diésel hacia la boquilla del piloto, esta válvula recibe energía al mismo tiempo que el transformador al principio de la secuencia de ignición y queda sin energía después de que se encienda y establezca la llama principal.



Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado para la Caldera de diésel York Shipley

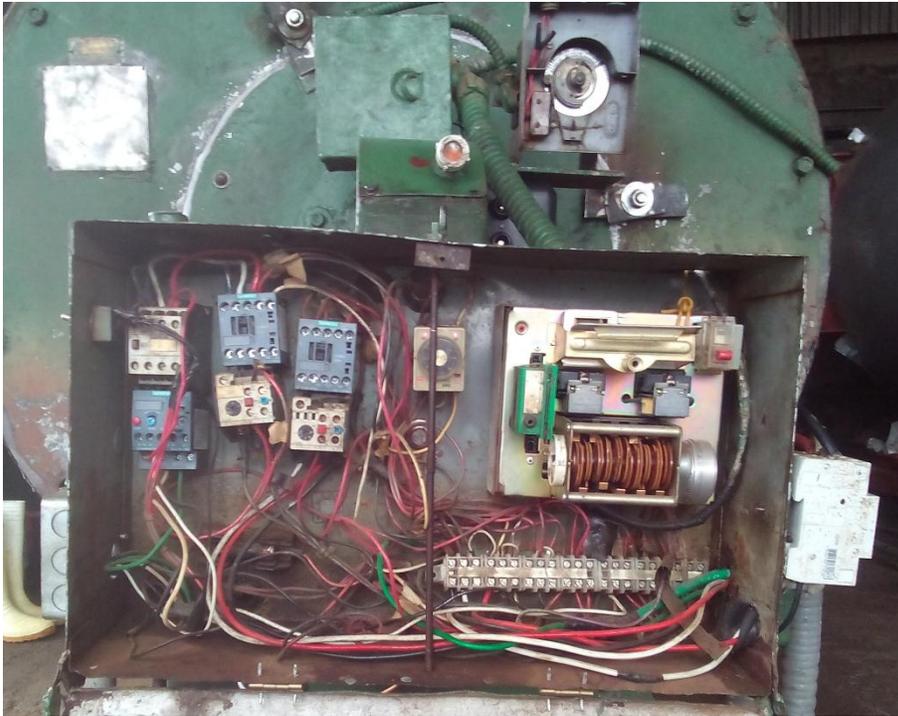


Ilustración 8: Panel de control donde se origina la ignición para encendido de llama.

Fuente: Fotografía de planta de sub-producto COESA.



Ilustración 9: Transformador de ignición de la caldera.

Fuente: Fotografía de subproducto.



7.2.7 Flujo del combustible.

El diésel lo suministra al sistema una bomba de abastecimiento, la cual proporciona parte de su descarga al quemador. El exceso del diésel se devuelve al tanque de almacenamiento a través de la válvula de escape y la línea de retorno.

El diésel fluye a través de un colador al inyector. Una válvula de retención se instala en la línea al conjunto de control para evitar la formación de un sifón cuando no opera la bomba. El conjunto de control comprende una válvula medidora, un regulador y un manómetro requerido para regular la presión y flujo de diésel al quemador.

El control de la presión corresponde al regulador ajustable. Para ayudar a esta regulación, se produce contrapresión por medio de una boquilla con orificio localizada en la línea del diésel, devuelto inmediatamente después del conjunto de control. La válvula medidora entrega el diésel necesario al quemador para satisfacer las demandas de la carga.



Ilustración 10: Bomba de diésel y conjunto de control de diésel.

Fuente: Fotografía de planta de sub-producto COESA.

7.2.8 Red de distribución del vapor

La red de distribución de vapor es el conjunto de elementos que unen el generador de vapor a los equipos que utilizan vapor para su funcionamiento y consta de los siguientes elementos:

- Red de tuberías principales y secundarias
- Distribución general, soportes, anclajes, abrazaderas, juntas
- Aislamientos térmicos
- Válvulas reductoras de presión
- Válvulas de seguridad
- Sistema de trampas para evacuación de condensados
- Red de retorno de condensados
- Purgadores de aire de las redes



Ilustración 11: Tuberías de distribución general de vapor con soportes.

Fuente: Fotografía de planta de sub-producto COESA.

7.2.9 Evaluación actual de la caldera y suministro de vapor

7.2.9.1 Antecedente de los accesorios y equipo auxiliar

En esta sección se analiza el tiempo de vida y el estado de los accesorios y equipo auxiliar más importante dentro del área de la caldera.

7.2.9.2 Tiempo de vida

Las calderas pirotubulares, instaladas en la planta, tienen aproximadamente seis meses de estar en funcionamiento en la planta, anteriormente esta caldera estuvo por un periodo de 10 años de trabajo en la planta procesadora de aves de la Avícola, con lo cual a través del tiempo se ha ido deteriorando; por tal razón el mantenimiento es tan importante, pues se busca alcanzar el mejor aprovechamiento de las máquinas y su buen funcionamiento.

Las tuberías y accesorios de distribución de vapor y abastecimiento de agua, sistema de tratamiento de agua es nueva que tiene seis meses de estar en funcionamiento.



Ilustración 12: Caldera pirotubular.

Fuente: Fotografía de planta de sub-producto COESA.

7.2.9.3 Funcionamiento actual

La caldera pirotubular, que utiliza la planta es de marca York Shipley, modelo:SPHV-80-2-94218 (figura), con número de serie: 91-18279-H-07710, como máxima presión de trabajo 75 PSI. Esta alimenta de vapor al cooker y a la expeller.

7.2.9.4 Consumo de combustible actual de la caldera.

Las calderas pirotubular instaladas en la planta, utilizan el diésel como combustible de la siguiente manera: la caldera está en operación en promedio de 8 horas diarias de lunes a domingo; el tanque de combustible tiene la capacidad de 94 gal, con las siguientes dimensiones: el tanque es cilíndrico con 0.64 m de diámetro y 1.23 m de largo, con lo cual el nivel del combustible dentro del tanque disminuye a razón de 0.95 litros por minuto.



7.2.9.5 Tratamiento de agua

El ablandamiento, es un tratamiento externo del agua a ser utilizada en las calderas, y tiene como objetivo evitar la presencia de impurezas provenientes de sales calcio y magnesio, que además producen incrustaciones que son indeseables en las calderas. La presencia de incrustaciones causa muchos problemas en las calderas y tuberías, así entre los principales podemos señalar a los siguientes:

- Pérdida de eficiencia de las calderas, debido a que, en las superficies de calentamiento, las incrustaciones reducen la cantidad de calor transmitido, lo que representa un aumento de la resistencia a vencer por parte del calor.
- Mayor consumo de combustible, se ha llegado a determinar que por ejemplo 2.5 mm de incrustación ocasiona un 16% de combustible gastado.
- Recalentamiento de los tubos, con el consiguiente debilitamiento del material de los mismos.
- Fallas muy costosas, por ejemplo, un recalentamiento excesivo causado por las incrustaciones puede inclusive originar explosiones en las calderas.
- Corrosión acentuada bajo las incrustaciones.

La principal razón de la formación de incrustaciones en las calderas, se debe a que la solubilidad del calcio y el magnesio disueltos, decrecen a medida que la temperatura se incrementa. Cuando una solución de estas sales en el agua es sobresaturada, debido a un incremento en la concentración de ellas o al aumento de temperatura del agua, la precipitación de las sales ocurre y forma sedimentos que se adhieren en las superficies de calefacción, formando incrustaciones.

Un ablandador es un equipo de tratamiento de agua, el cual usa resinas de intercambio iónico de sodio, para eliminar los cationes que causan la dureza (calcio y magnesio).

Existen procedimientos para el control y prevención de las incrustaciones mediante el tratamiento con productos químicos del agua para las calderas.



Al tanque de la salmuera se le agrega 100 libras de sal una vez a la semana, además ALKEMY es la que le suministra los químicos para el tratamiento de agua y realiza los análisis de las aguas, se le instaló una bomba dosificadora de químicos en la tubería que llena de agua a la caldera, la bomba trabaja de forma simultánea con la bomba que impulsa el agua a la caldera, los químicos son dosificados de forma diaria.

En el mantenimiento de las calderas, pueden darse las siguientes circunstancias:

- Incrustaciones en los conductos debidas al bicarbonato de calcio u otros materiales.

El grado de evaporación en algunas calderas da como resultado la formación de incrustaciones en el sistema, el efecto menos perjudicial causado por las incrustaciones es el bajo rendimiento. Una cantidad mínima como sería entre 10 y 20 pulgadas de incrustación, reduce el rendimiento de la caldera en un 30% aproximadamente. Después de un año se traducirá en una pérdida de combustible considerable.

Las incrustaciones también provocan fallas en los conductos; el verdadero daño de las incrustaciones reside en que al dejarlas en los tubos por largo tiempo impiden la transmisión de calor al agua y ello ocasiona recalentamiento en los conductos o tubos con las consecuentes rupturas.

- Tratamiento de agua para las calderas

Para llevar a cabo el tratamiento del agua para calderas se deben de seguir los siguientes pasos:

- Remover el calcio

Puede removerse el calcio, magnesio y sílice antes de que el agua de alimentación llegue a la caldera.



- Usar químicos

Aplicando químicos como fosfatos, coloides, desechos orgánicos, etc., al agua de la caldera, los sólidos se transformarán en lodo, en lugar de formar costras o incrustaciones.

- Efectuar purgas

Programando purgas que removerán los sólidos disueltos y el lodo.

- Purgas

Las purgas eliminan del sistema el lodo compuesto por el calcio, normalmente insoluble y otras materias que lo han formado al aplicar tratamientos.

Si la purga no es suficiente, el lodo puede llegar a cocinarse en los tubos y formar depósitos difíciles de remover, especialmente en los lados y parte interior de la caldera.

Las calderas en servicio en la actualidad, cuentan con diversos sitios para efectuar purgas, algunas otras han sido equipadas posteriormente con un aditamento y del que continuamente fluye agua de la caldera.

Sin embargo, llama la atención a efecto de que dicho aditamento en ningún momento deberá suplantar las purgas periódicas que se deben efectuar.

Deben de fijarse los ciclos de concentración apropiados, pues los cuerpos variarán dependiendo de la clase de agua de alimentación y de las condiciones de operación. Generalmente se recomienda no acumular más de 8 a 10 ciclos de concentración en el sistema.

7.2.10 Árbol de problemas y árbol de fallo para la caldera de diésel

Esta caldera según las especificaciones fue fabricada en 1978, tiene casi 37 años de trabajo, durante su vida útil ha pasado por diferentes empresas en las cuales ha servido para generar vapor para diferentes tipos de procesos productivos.



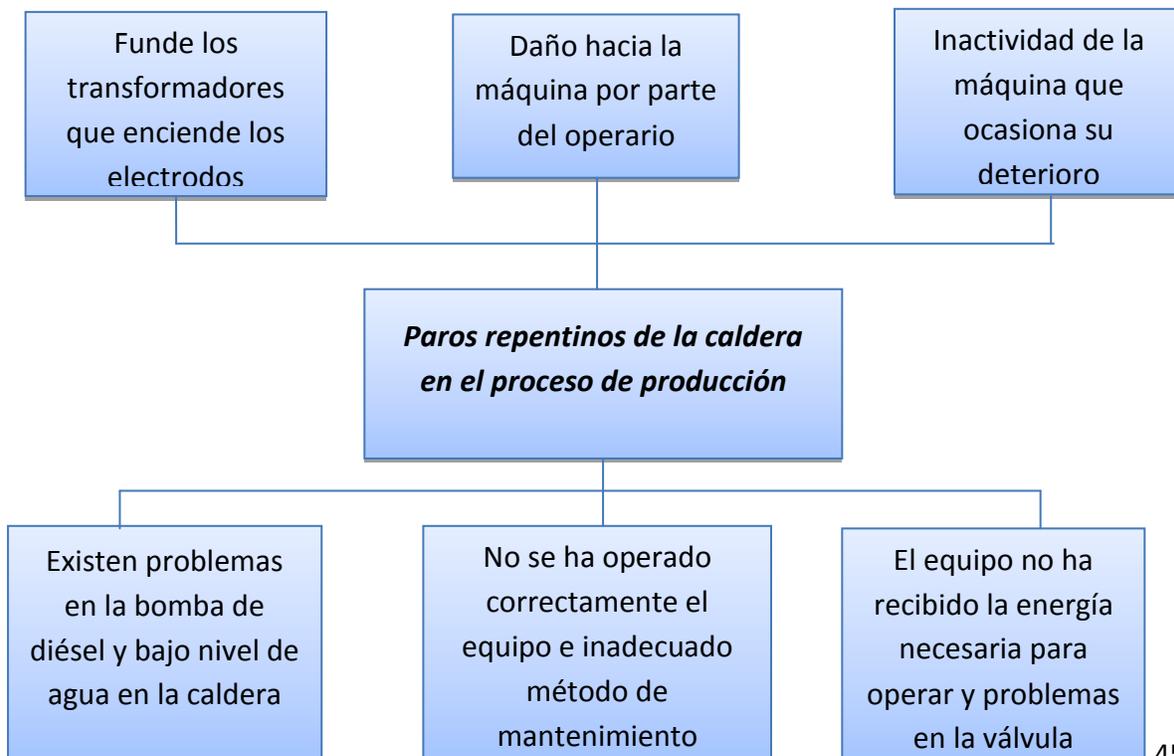
En esta empresa se le han dado diferentes tipos de mantenimiento lo cual le ha ayudado a aumentar su vida útil, se han reparado y cambiado diferentes accesorios que durante su uso se han venido dañando y deteriorando.

Anteriormente esta caldera se encontraba en la planta procesadora de aves se utilizaba solamente para emergencia cuando se dañaban otras calderas o para generar vapor mientras otras se encontraban en labores de mantenimiento, fue trasladada a la planta de subproducto a mediados del año 2014.

Entre los cambios y reparaciones que se le han aplicado se pueden citar: cambio de transformador que produce la chispa de ignición del quemador, bomba de diésel, cambio de cubierta y aislante térmico, sistema eléctrico del panel de control, refractarios, cambios de tuberías, soldaduras de fugas de agua, manómetros y presuretroles que son un control de presión mediante línea de voltaje que proporciona un control automático de operación.

A continuación se presenta el siguiente **árbol de problemas** que muestra los problemas más comunes en su funcionamiento.

ARBOL DE PROBLEMA





Según el Ing. Rodrigo Pascual J. (2002), plantea que para la construcción de un árbol de fallo se debe de seleccionar primero el evento principal, todo evento siguiente será considerado en términos de su efecto sobre el evento principal. Este tipo de árbol es un poco más técnico ya que por medio de una simbología técnica se representan los problemas más comunes de un equipo o una maquina; a continuación se muestra la simbología:

Tabla 3: Simbología del Árbol de Fallos

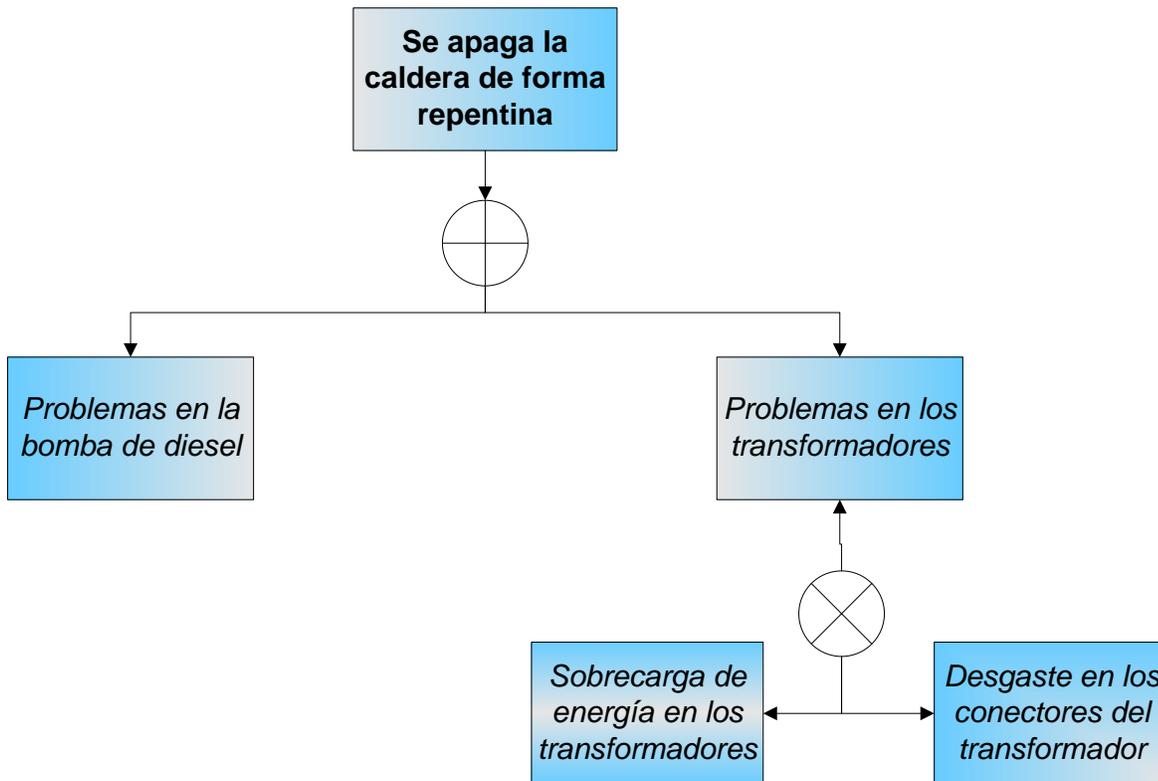
SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCION
	Rectángulo	Evento de falla, usualmente es resultado de otros eventos
	Círculo	Evento de falla primario, independiente
	Diamante	Evento de falla cuyas causas no han sido desarrolladas
	Casa	Evento basico, no es un evento basico
	OR	El evento de salida ocurre si uno o mas de los eventos de entrada ocurre
	AND	El evento de salida ocurre si y solo si todos los eventos de entrada ocurren
	INHIBIT	El evento de salida ocurre cuando X ocurre y la condicion A se presenta
	Triangulo IN	Representa una rama del arbol desarrollado en otro lado
	Triangulo OUT	El arbol A es una rama de un arbol desarrollado en otro lado

Fuente: Libro "Gestión Moderna del Mantenimiento"



A continuación se presentan algunos árboles de fallo técnico de los problemas que pueden presentar la caldera York Shipley:

1) FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA

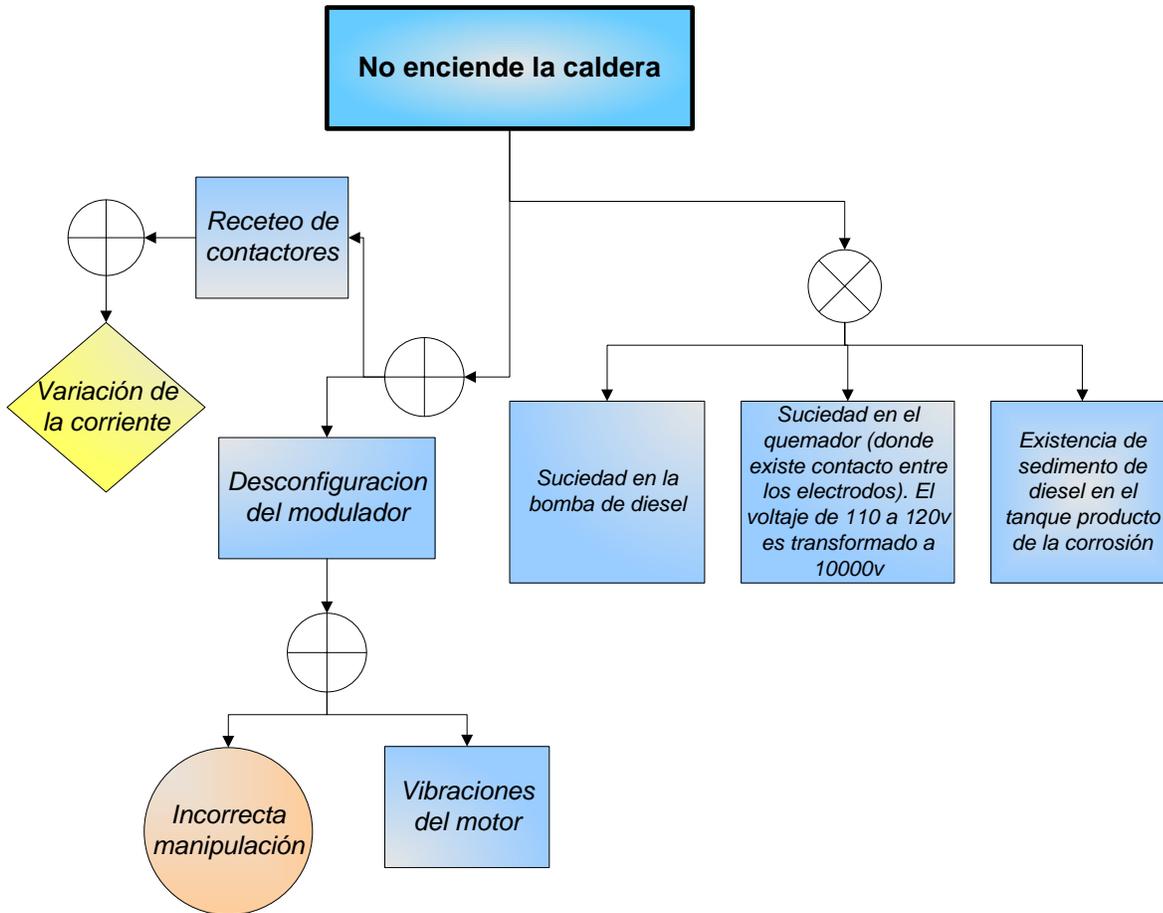


En este primer árbol de fallos se demuestran los problemas generales de la caldera en estudio, a como se observa, la primer rama del diagrama tiene un conector que tiene su significado según la tabla de símbolos de árbol de fallos es “*el evento de salida ocurre si uno o más de los elementos de entrada ocurren*” lo que implica que estas son dos posibles causas que originaron el problema central, es decir, uno de estos ocasiono el problema; mientras que en la segunda rama se observa que se encuentran otros dos problemas con un conector que según la tabla significa “*el evento de salida ocurre si y solo si todos los eventos de entrada ocurren*”, es decir, que ambas sub-causas presentes en la última rama son causas definitivas de la segunda causa del problema general.



En el siguiente esquema se representara de una manera más detallada las problemáticas que son causas principales del problema central especificado al inicio del mismo.

2) ARBOL DE FALLO DE LA CALDERA (Basado en el Funcionamiento)



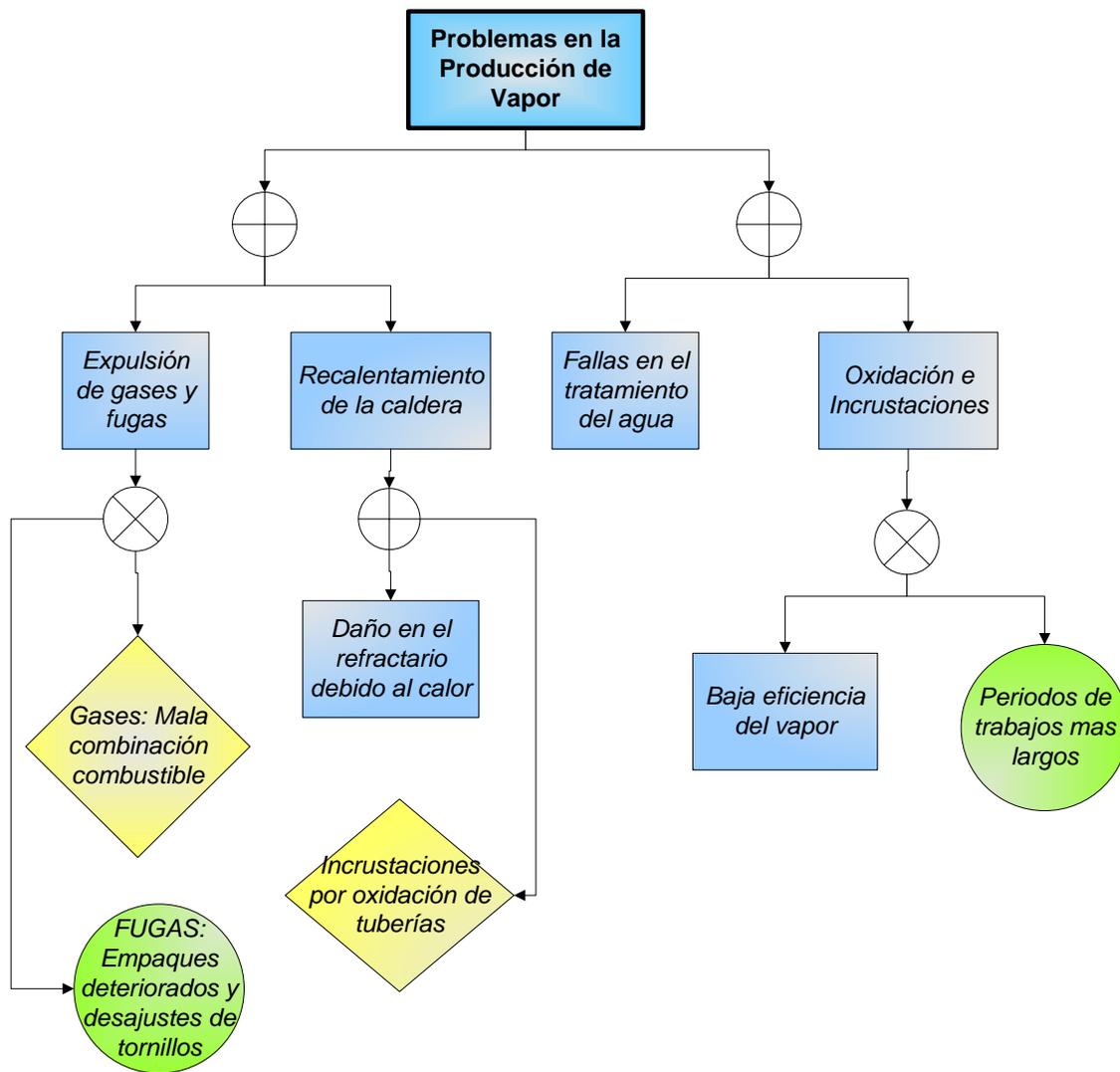
Se observa que en el diagrama o esquema de árbol de fallos basado en el encendido de la caldera una estructura que se compone de dos ramas, al lado izquierdo se encuentran dos causas que a la vez son problemas y que según el conector indica que solo uno de estos provoca el problema central, se aprecia que en esta rama del esquema se encuentran un diamante en la parte superior que según la tabla representa "evento de falla cuyas causas no han sido desarrolladas" que indica un posible desajuste que no ha sido mejorado y en la parte inferior un círculo que es "evento de falla primario independiente" que es un problema generado por un medio



aislado del funcionamiento de la máquina, por ejemplo operario, la corriente o voltaje de energía, el servicio de la energía eléctrica, etc., de igual manera, la rama del lado derecho presenta tres causas que de forma simultanea son los que ocasionan el problema.

A continuación, se presenta el siguiente diagrama del árbol de fallos con otros problemas acerca del funcionamiento de la caldera pero con la diferencia de que este se fundamenta en la puesta en marcha del equipo.

3) FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA (Basado en los problemas fundamentales)





El esquema muestra dos ramas en el primer nivel del árbol en la cual orientan a que uno de estos elementos es el origen del problema central en la que presenta las respectivas derivaciones de los problemas del primer nivel del árbol.

En el problema de la rama izquierda comprende a dos causas que son los gases y las fugas con sus respectivos símbolos, la razón de la diferencia entre los símbolos de ambas causas es que *“gases”* es un *“evento de falla cuyas causas no han sido desarrollados”* por el hecho de que no se ha tratado con la debida importancia, mientras que en *“fugas”* es un *“evento de falla primario independiente”* ya que esto puede ser por un problema natural de desgaste del equipo; el segundo problema de esta misma rama comprende dos causas que es *“daño en el refractario por el calor”* que en el símbolo demuestra que es una causa originado por otras causas y las *“incrustaciones por oxidación de tuberías”* que indica que es un problema que no ha sido estudiado o profundizado durante las intervenciones del mantenimiento.

En la rama derecha del esquema también se encuentran dos tipos de problemas que son *“fallas en el tratamiento del agua”* la cual no se especificó otras causas porque es un evento aislado del equipo teniendo en cuenta que esto va a depender de otros sistemas integrados al equipo, y *“oxidación e incrustaciones”* que comprende a dos causas que son *“baja eficiencia de vapor”* la cual es originada por otras razones del sistema integrado y *“los periodos de trabajos más largos”* que se representa con un círculo ya que es un evento alejado que no depende propiamente de la máquina sino de la manipulación que se realice.



7.3 DETERMINACION DE LOS PRINCIPALES PUNTOS CRITICOS DE LA MAQUINA Y POSIBLES RIESGOS QUE PUEDE GENERAR SEGUN LA METODOLOGIA HAZOP.

7.3.1 Definición de la técnica HAZOP.

HAZOP, es una técnica de identificación de riesgos, la cual está basada en la premisa de que los riesgos, los accidentes o los problemas de operatividad, se dan o se producen debido a una desviación de las variables de proceso con respecto a los parámetros normales de operación en un sistema establecido y en una etapa ya determinada.

Esta técnica de identificación de riesgos consiste en analizar sistemáticamente las causas de las consecuencias de unas desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de las denominadas “palabras guías”.

7.3.2 Definición del área de estudio.

La planta procesadora de sub-producto inicio sus operaciones en mayo del presente año, aquí se reciben las aves que no cumplen los parámetros de calidad establecidos por la planta procesadora de aves de **Avícola la Estrella, S.A.**, está ubicada en el km 29 de la carretera norte.

La presente investigación está enfocada a realizar la identificación de los puntos críticos que representan un determinado nivel de riesgo en la operación y manipulación de la caldera **York Shipley** de la planta de sub-producto COESA.

7.3.3 Estructura de la planta de sub-productos COESA.

En la planta se realizan básicamente las actividades de recepción de las aves, cocinado de las aves, extracción de la grasa, pulverización y almacenamiento del producto terminado.



7.3.3.1 Área de recepción

Las aves son transportadas por un camión que las recolecta en cada una de las granjas de la Avícola, vienen a granel dentro de barriles, inmediatamente que son recibidas dentro de la planta son depositadas dentro del cooker para ser procesadas. El cooker es previamente calentado por medio del vapor que es generado por la caldera.

7.3.3.2 Cocinado de las aves.

El cocinado de las aves se realiza por medio de un cooker que tiene una capacidad de producción de 3000 libras en plena carga con un tiempo de duración de 6 horas por cada cocinada. Este cooker cuenta con las tuberías para el suministro del vapor y las tuberías para el retorno del condensado con sus manómetros para monitorear presiones y temperaturas. Además, cuentan con las trampas de vapor y demás componentes de seguridad necesarios en el sistema de tuberías para que el vapor circule de forma segura.

7.3.3.3 Extracción de la grasa.

La grasa es extraída por la expeller, la harina es transportada por medio de transportadores de colochos hacia un calentador de vapor para garantizar una de 100 °C, luego es introducida a la pre-prensa por medio de un colochos, de la pre-prensa pasa al prensado final donde se le extrae toda la grasa y la humedad. El producto es depositado en una tolva por medio de transportadores.

7.3.3.4 Pulverización

El producto almacenado en la tolva es pasado por medio de un molino de martillo para pulverizar la harina, se pasa por medio de un juego de transportadores hasta llegar a la llenadora de sacos para ser pesados y empacados.



7.3.3.5 Almacenamiento de la harina procesada.

Los sacos que han sido empacados son transportados al área de almacenamiento donde se lleva el control de la cantidad de sacos obtenidos del proceso de producción. Son estibados conforme al lote de producción.

7.3.4 Metodología HAZOP y la identificación de riesgos para la caldera de diésel York Shipley

Haciendo uso de la metodología HAZOP se identifican los principales puntos críticos de control que están presente en la caldera de la planta, estos puntos críticos están estrechamente relacionados a la manipulación, mantenimiento y vida útil de la máquina.

La identificación y Evaluación de Riesgos de desarrolla primeramente con la identificación de los puntos críticos de control generales de la caldera de diésel.

En el siguiente cuadro podemos observar un resumen detallado de los riesgos que origina actualmente la caldera de la planta de sub-producto COESA, además se describen las fuentes de dichos riesgos y los efectos que se pueden obtener de seguirse dando o presentando.

Riesgo	Fuentes	Efectos posibles	Prevención
Sobre presión	Válvulas de seguridad	Lesiones de gran severidad, explosiones o incendio	Adquirir válvulas de seguridad, inspección periódica y calibraciones
Daño interno de materiales	Tratamiento inadecuado del agua		Monitorear y calibrar sistemas de tratamiento de agua
Falta de agua	Control de nivel		Revisar niveles de agua, inspeccionar bombas de alimentación de agua
Ruido	<ul style="list-style-type: none"> - Vibración del motor del blower - Disparos de válvula de seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> - Malestar - Tensión - Pérdida progresiva de la audición 	Calibrar bombas y ajustar soportes de sujeción de los componentes, accesorios y tapas de la caldera
Calor	<ul style="list-style-type: none"> - Superficies calientes sin aislamiento térmico 	<ul style="list-style-type: none"> - Quemaduras calóricas - Elevadas temperatura de la chimenea 	Chequear los refractarios para ver si están deteriorados, garantizar un correcto tratamiento del agua para evitar incrustaciones y corrosiones en el interior de la caldera
Radiación no ionizante	Llama de combustión	<ul style="list-style-type: none"> - Lesiones oftalmológicas - Quemaduras en la piel - Catarata profesional 	Uso adecuado de los equipos de protección para evitar esos daños y riesgos
Ventilación inadecuada	Instalaciones sin circulación de aire	<ul style="list-style-type: none"> - Malestar general - Afecciones respiratorias 	Con las normas de construcción adecuadas para este tipo de instalaciones
Incrustación y oxidación	<ul style="list-style-type: none"> - Tratamiento de agua 	<ul style="list-style-type: none"> - Sobre calentamiento del hogar - Agrietamiento y fugas en los tubos 	Adquirir sistemas de tratamiento y ablandamiento de agua de acorde a las características del suministro del agua
Rotura de tuberías	<ul style="list-style-type: none"> - Control de nivel de agua 	<ul style="list-style-type: none"> - Lesiones físicas - Pérdida de producción - Pérdida de bienes de materiales 	Uso adecuado de equipos de protección, revisiones periódicas de estos componentes para evaluación si se requieren cambios de estos
Explosión o incendio	<ul style="list-style-type: none"> - Escape de combustible 	<ul style="list-style-type: none"> - Lesión física - Muerte - Pérdida de bienes materiales 	Revisar y eliminar estos escapes, cambiar accesorios.



Evaluación de los riesgos

La evaluación de los riesgos corresponde al proceso de hacer la determinación de la probabilidad de que ocurran eventos específicos y la magnitud de las consecuencias, mediante el uso sistemático de la información disponible.

Para determinar el nivel de riesgo se hace uso de la herramienta de Excel para lograr analizar datos, a los cuales analizamos la probabilidad de ocurrencia y el impacto que se obtiene como resultado, se le dan valores que van desde el 1 al 5, como se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4: Criterios de Probabilidad de Riesgos y de Impacto

Probabilidad del Aparición del Riesgo y el Impacto	
Nivel	Significado
1	Muy baja
2	Baja
3	Media
4	Alta
5	Muy alta

Fuente: Modelo de Metodología HAZOP por Juan Flores R.

Para determinar los niveles de riesgos se combinan los valores de la probabilidad del riesgo y el impacto en la siguiente matriz.

LEYENDA							
			GRAVEDAD (IMPACTO)				
			MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
			1	2	3	4	5
APARICIÓN (probabilidad)	MUY ALTA	5	5	10	15	20	25
	ALTA	4	4	8	12	16	20
	MEDIA	3	3	6	9	12	15
	BAJA	2	2	4	6	8	12
	MUY BAJA	1	1	2	3	4	5



Leyenda de los colores

	Riesgo Muy Grave
	Riesgo Importante
	Riesgo Apreciable
	Riesgo Marginal

Determinación del nivel de riesgos en base a los puntos críticos

Puntos Críticos	Aparición probabilidad	Gravedad (Impacto)	Valor del Riesgo	Nivel de Riesgo
Presión	5	5	25	Muy grave
Avería	2	4	8	Apreciable
Decibeles	4	4	16	Muy grave
Temperatura	3	4	12	Importante
Lux	3	2	6	Apreciable
Ventilación	2	2	4	Apreciable
Incrustaciones	4	5	20	Muy grave
Roturas	2	4	8	Apreciable

Análisis de la matriz

Punto crítico	Nivel de riesgo	Análisis
Presión	Muy grave	se debe de monitorear todos los días los comportamiento y variaciones que pueden existir en la presión de la caldera, verificando los manómetros de presión
Avería	Nivel Apreciable	Se deben de estudiar la posibilidad de introducir medidas preventivas para reducir el nivel de riesgo que pueden representar las averías
	Nivel muy grave	Se deben de aplicar medidas preventivas que ayuden a evitar que las personas que trabajan resulten con problemas en la audición
Temperatura	Nivel apreciable	Se deben de vigilar para evitar consecuencias tales como quemaduras en la piel de los trabajadores, esto se puede evitar haciendo buen uso de los equipos de protección personal
Lux	Nivel Apreciable	El uso adecuado de lentes de protección para evitar el contacto con alta intensidad de la llama producida por la caldera.



Ventilación	Nivel Apreciable	Se debe de garantizar una mejor ventilación para que se cumplan con las normas de construcción de áreas de calderas
Incrustaciones	Nivel muy grave	Las incrustaciones son la causa de la baja eficiencia de la caldera por lo tanto se debe de poner atención al tratamiento del agua
Roturas	Nivel Apreciable	Deben de hacer chequeos diarios para buscar la existencias de fugas, las cuales pueden estar siendo generadas por roturas, además se debe evitar ya que bajan la eficiencia de la caldera

7.4 ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CALDERA YORK SHIPLEY POR MEDIO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS.

Sistema MPP y su Composición

El Mantenimiento Preventivo Planificado MPP varia en cuanto a su amplitud e intensidad de aplicación, así como en definiciones; este es un método que se encarga de optimizar los recursos mecánicos o automáticos de una empresa antes de que ocurra la avería o rotura de una o varias piezas de la máquina o equipo. Se llama MPP debido a todo el conjunto de medidas de carácter técnico y organizativo, mediante la cual se lleva a cabo el mantenimiento y reparación de los equipos.

Con el sistema MPP se da solución a los siguientes problemas:

- El equipo se mantendrá en un estado que asegura su rendimiento y productividad de forma eficaz.
- Se previenen los problemas de roturas imprevistas que ocasionan fallos en el equipo.
- Se reducen los costos por reparaciones de la máquina.

El sistema MPP se compone de la siguiente manera:

- Servicio diario del equipo
- Trabajos periódicos



- Revisión
- Reparación pequeña
- Reparación mediana
- Reparación general
- Reparación imprevista

A continuación se presentara una matriz donde se especifica el funcionamiento de cada uno de los elementos mencionados anteriormente:

COMPOSICION “MPP”	FUNCIONES DE LA COMPOSICION
1) Servicio diario del equipo	<p>a) <i>El ajustador de turno debe observar el equipo diariamente al inicio y al final del turno de trabajo.</i></p> <p>b) <i>Luego de la observación se deben de eliminar todos los defectos localizados.</i></p> <p>c) <i>El responsable de engrasar los equipos debe entender el grado de lubricación para cambiar el aceite y limpiar los recipientes en el periodo determinado.</i></p> <p>d) <i>El responsable del mantenimiento de correas atiende el estado de las transmisiones estas procediendo a cambiarlas si están desgastadas o que estén próximas a sufrir rotura.</i></p>
2) Trabajos periódicos	<p>a) <i>Limpieza de los equipos que trabajen en condiciones de poca limpieza. También la limpieza de los mecanismos que incluye el desmontaje de estos si es necesario.</i></p> <p>b) <i>Cambio de aceite del sistema de lubricación de la máquina.</i></p> <p>c) <i>Comprobación de la precisión del equipo después de una revisión.</i></p>



3) Revisión	<ul style="list-style-type: none">a) <i>Comprobación del estado de los mecanismos.</i>b) <i>Comprobación del funcionamiento del sistema de lubricación.</i>c) <i>Comprobación del calentamiento no excesivo de partes giratorias del equipo y de otras piezas.</i>d) <i>Comprobación de las holguras entre las uniones móviles y regulación de los mecanismos.</i>
4) Reparación pequeña	<ul style="list-style-type: none">a) <i>Desmontaje parcial del equipo, puede ser hasta 2 o 3 mecanismos.</i>b) <i>Limpieza del equipo, limpieza de las piezas que se han desmontado.</i>c) <i>Sustitución de los elementos de fijación rotos o desgastados.</i>d) <i>Sustitución de las tuercas desgastadas de los tornillos principales y reparación de los mismos.</i>e) <i>Comprobación de los mecanismos de control y corrección de los defectos encontrados.</i>f) <i>Comprobación y reparación de los sistemas de lubricación.</i>g) <i>Determinación de las piezas que necesitan una sustitución durante la próxima reparación.</i>h) <i>Comprobación de la precisión.</i>i) <i>Prueba del equipo en marcha sin carga, comprobación del ruido y de los niveles de calor.</i>
5) Reparación mediana	<ul style="list-style-type: none">a) <i>Trabajos previstos en la reparación pequeña.</i>b) <i>Desmontaje de algunos de los mecanismos internos del equipo y su respectiva su sustitución si es necesario.</i>c) <i>Pintar los recipientes de aceite y exteriormente el equipo.</i>



	<i>d) Comprobación de la precisión.</i>
6) Reparación general	<i>a) Los trabajos previstos en la reparación mediana. b) Desmontaje total del equipo. c) Sustitución o reparación de las bombas de aceite, reparación de sistemas de lubricación y del sistema hidráulico. d) Rectificación de todas las superficies guías. e) Comprobación y corrección de los defectos de la base del equipo. f) Comprobación de la precisión.</i>

Ciclo de Reparación de la Máquina

El ciclo de reparación del equipo conforma el estudio más importante en el Mantenimiento Preventivo Planificado ya que la elección del correcto ciclo de reparación significa un mayor aprovechamiento del equipo, de los recursos empleados, de la mano de obra, etc.

Los tipos de reparaciones a realizar se dividen en cuatro categorías, estas son: revisión (R), reparación pequeña (P), reparación mediana (M) y reparación grande (G). Todo tipo de máquina puede pasar por varios ciclos de reparación durante toda su vida útil, pero esto va a depender del tipo de máquina, del grado de complejidad de la misma, de la utilización que se realice y del grado de obsolencia.

De acuerdo a la siguiente tabla de datos de la caldera pirotubular York Shipley se implementaran los cálculos requeridos para el ciclo de reparación de la misma.



Tabla 5: Características de equipos

CRITERIOS	CARACTERISTICAS O VALORES
a) <i>Peso de maquina</i>	<i>Se encuentra entre 10 a 100 toneladas</i>
b) <i>Tiempo de explotación</i>	<i>Poco más de 20 años</i>
c) <i>Tipo de producción</i>	<i>Masa / Lote</i>
d) <i>Tipo de material a elaborar</i>	<i>-----</i>
e) <i>Condiciones ambientales</i>	<i>Trabaja en condiciones normales / Trabaja con polvo y humedad</i>
f) <i>Precisión de la maquina</i>	<i>De precisión normal</i>

Fuente: Libro "Mantenimiento y Reparación de Equipos Industriales"

En el acápite de anexos se encuentra la tabla "a" en donde se especifica los distintos tipos de ciclos para diferentes máquinas, en nuestro caso se utilizara el ciclo que corresponde a lo siguiente:

Tabla 6: Ciclo de Mantenimiento

Equipo	Estructura del ciclo de reparación	Numero de operaciones		
		M	P	R
Maquinas herramientas grandes y pesadas hasta de 100 toneladas	G-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-M-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-M-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-G	2	6	27

Fuente: Libro "Manual de Mantenimiento y Reparación de Equipos Industriales"

En donde se especifica el ciclo de reparación según las características propias de la máquina en estudio.

Según Jorge F. Torroella (1979) la duración del ciclo de reparación se calcula de la siguiente manera:

$$T = N * M * Y * Z * K (h)$$



Donde:

N: Coeficiente que relaciona el tipo de producción.

M: Coeficiente que relaciona el tipo de material que trabaja la máquina.

Y: Coeficiente que relaciona las condiciones ambientales donde se encuentra el equipo.

Z: Coeficiente que relaciona el peso del equipo.

K: Duración teórica del ciclo.

A continuación se demostraran las fórmulas que calculan “el tiempo entre reparaciones” y el “tiempo entre operaciones del ciclo”.

La fórmula para encontrar “el tiempo entre reparaciones” es:

$$tr = \frac{T}{P + M + 1} (h)$$

Y el tiempo entre operaciones se calcula de la siguiente manera:

$$to = \frac{T}{R + P + M + 1} (h)$$

En donde:

T: Es el tiempo de duración del ciclo.

R: Cantidad de revisiones en el ciclo.

P: Cantidad de reparaciones pequeñas en el ciclo.

M: Cantidad de reparaciones medianas en el ciclo.

En cuanto al análisis del ciclo de reparaciones de la caldera se debe mencionar que se ha hecho referencia en los elementos comunes que tiene la caldera con respecto a los valores presentes en las tablas de coeficientes de la sección de anexos en la que se encuentran valores basados en máquinas de talleres o maquinas herramientas, es decir, se han tomado como referencia entre las características comunes de las maquinas herramientas y el tipo de máquina que se ha estudiado (caldera de vapor York Shipley). A continuación se procederá a aplicar los cálculos respectivos.



Para el cálculo de los tiempos de reparación de la caldera se especificara en la siguiente tabla la elección de los coeficientes para calcular el ciclo de reparación y se explicara la elección de este teniendo en cuenta las tablas que se encuentran en el acápite de anexos.

VALOR DEL COEFICIENTE	EXPLICACION DE LA ELECCION
<i>N = 1.0</i>	<ul style="list-style-type: none"><i>De la tabla “b” de anexos se encuentran tres opciones según el tipo de producción de la máquina, en esta ocasión se ha seleccionado el tipo de producción “en masa” ya que esta es la manera en la que funciona la maquina en estudio.</i>
<i>M = Nulo</i>	<ul style="list-style-type: none"><i>En este caso se omitirá esta variable por el hecho de que la caldera no procesa ningún tipo de material metálico ya que su función es la producción de vapor por medio de la presión para mover turbinas y otros medios mecánicos de la máquina.</i>
<i>Y = 1.0</i>	<ul style="list-style-type: none"><i>En la tabla “d” de anexos se encuentra la especificación con la que se ha seleccionado el valor con la que se evaluara; se ha seleccionado este valor debido a que la maquina trabaja en condiciones normales y solo algunas veces está expuesto al polvo y la humedad.</i>
<i>Z = 1.35</i>	<ul style="list-style-type: none"><i>En la tabla “e” se ha seleccionado este valor debido a que la maquina tiene un pesaje entre los límites de 10 a 100 toneladas, según la tabla este es el valor respectivo para máquinas de hasta 100 toneladas.</i>



$K = 47400$	<ul style="list-style-type: none"> • <i>En la tabla “f” se encuentra el valor de la constante que haciendo referencia se ha seleccionado el que tiene más de 20 años ya que la caldera cuenta con un tiempo de servicio de más de 20 años en área de producción de la empresa.</i>
-------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Se procederá a los cálculos respectivos de los tiempos de reparaciones del ciclo de mantenimiento.

El ciclo de reparación total para la caldera de vapor es:

$$T = 1.0 * 1.0 * 1.35 * 47400$$

$$T = 63,990 \text{ horas}$$

La cantidad total del ciclo de reparación de la máquina será de 63,990 horas en toda la vida útil de esta, es decir, este es el tiempo total que tendrá la maquina incluyendo todas las etapas del ciclo de reparación que son revisiones, reparaciones pequeñas, medianas y generales. A como se observa no se tomó en cuenta el valor de “M” porque se ha considerado nulo para la aplicación de la caldera.

Ahora se procede a los cálculos de los tiempos de operación y de reparación de la máquina tomando de referencia la tabla de datos que se ha seleccionado por medio de la tabla “a” en donde se ha seleccionado el ciclo de reparación de la máquina de la tabla general que se encuentra en la sección de anexos:

El tiempo de reparación de la caldera es:

$$tr = \frac{63,990 \text{ horas}}{6 + 2 + 1} = \frac{63,990 \text{ horas}}{9}$$

$$tr = 7,110 \text{ horas}$$



El tiempo de reparaciones calculado indica que cada 7,110 horas la maquina necesitara de otra reparación, dicho de otra manera, la caldera necesitara de una reparación cada 7,110 horas; las horas corresponden al tiempo trabajado por la máquina.

El tiempo de operación de la caldera es:

$$t_o = \frac{63,990 \text{ horas}}{27 + 6 + 2 + 1} = \frac{63,990 \text{ horas}}{36}$$
$$t_o = 1,777.5 \text{ horas}$$

El tiempo de operación del equipo en estudio es de 1,777.5 horas, cantidad que representa que cada 1,777.5 horas es necesario realizar una intervención de mantenimiento en la máquina que en este caso puede ser una revisión o una reparación pequeña.

Determinación del tipo de reparación que se debe aplicar inicialmente a la máquina

Para determinar el tipo de mantenimiento que se le debe aplicar a la maquina al inicio de la evaluación es necesario saber en qué estado se encuentra la máquina de acuerdo a sus capacidades técnicas o mecánicas, el nivel de productividad y las condiciones generales en las que se encuentra la misma.

En nuestro caso, la caldera de diésel York Shipley se puede categorizar mediante estos criterios que se han mencionado, pero para realizar una relación más directa es necesario tomar de referencia la siguiente tabla en donde se especifica los niveles para categorizar a la maquina con respecto a su estado técnico.



Tabla 7: Estudio Técnico de las Maquinas

Para los equipos cuyo estado tecnico sea:	Se comienza por:
100-90%	Revision
90-75%	Reparacion pequeña
75-50%	Reparacion mediana
50-30%	Reparacion general

Fuente: Libro "Mantenimiento y Reparación de Equipos Industriales. Capítulo 3: Ciclo de Reparación y Duración del mismo

De acuerdo a estos valores, el equipo en estudio se puede clasificar entre los equipos que tienen un estado técnico entre el 75% y 90%, por el hecho de que esta máquina tiene más de 20 años de operación en la empresa lo que implica que la maquina podría tener un máximo nivel técnico de aproximadamente un 80%, esto significa que el tipo de reparación que se le debería de aplicar al inicio es de la evaluación debe ser "Reparación Pequeña".

Manual de Mantenimiento Preventivo Planificado de la Caldera de diésel York Shipley de la Planta de Sub-Producto COESA.

En primer lugar se deben de comenzar por realizar trabajos diarios de mantenimiento a nivel externo para todos los equipos del área productiva de la empresa, estos trabajos son generales, es decir, son aplicables para cualquier tipo de máquina.

A continuación se mencionaran los trabajos generales que se deben de implementar para la caldera en estudio.

- Limpiar la máquina de polvo o viruta y de cualquier agente que sea innecesario alrededor.
- Lubricar los puntos de engrase de la máquina y observar los niveles de aceite de la misma.



- Observar las piezas que se puedan visualizar desde el exterior de la máquina de manera cuidadosa, esto con el propósito de evitar un posible obstáculo de sus componentes cuando esté en funcionamiento.
- Probar el funcionamiento de la máquina.
- Evitar los pequeños desajustes que existan realizando una intervención de mantenimiento en el equipo.
- Probar el funcionamiento de los componentes integrados a la caldera para evitar un posible desajuste entre estos.
- Comprobar y observar la afluencia de líquido necesario con la que trabaja la caldera y la proporción de componentes químicos y físicos que necesita el equipo para su funcionamiento.
- Dar asistencia técnica a la parte eléctrica de la máquina según los reglamentos establecidos en el diseño de la misma.
- Lavar la maquina con un componente o detergente adecuado por lo menos 4 o 5 veces al año.

A continuación se establecerán los procedimientos del ciclo de mantenimiento de reparación en dos enfoques, la primera está basada en el ciclo de reparación y la segunda se basa en las reparaciones por periodos de tiempos.

MANTENIMIENTO “MPP” PARA CALDERAS DE DIESEL SEGÚN EL CICLO DE REPARACIONES.

Revisión

1. Revisar los aislamientos y refractarios.
2. Revisar los componentes de medición, control y seguridad.
3. Revisar los dispositivos automáticos.
4. Revisar las válvulas, bombas, ventiladores, quemadores, inyectores y compresores.
5. Revisar el proceso de operacionalización de la caldera y las áreas en las que se transfiere calor.
6. Revisar los conductos de gases o de vapor y observar los salideros.



7. Revisar el aceite del compresor.
8. Limpiar y revisar el tanque de diésel con el propósito de evitar algún tipo de fuga.
9. Revisar correas, acoplamientos y reductores.
10. Revisar el electrodo del encendido del equipo.
11. Observar el filtro de la máquina.
12. Soplar el hollín con aire o vapor.
13. Revisar la tubería de alimentación del agua y limpiar los tapones de estas.
14. Quitar las etiquetas o simbologías de códigos de identificación y limpiar, eliminando las incrustaciones, y si es necesario realizarlo con agua a presión.
15. Limpiar el ventilador y la compuerta de aire del quemador.
16. Limpiar las aspas de los ventiladores de tiro forzado e inducido.
17. Limpiar el tanque de alimentación de agua en el interior de esta.
18. Elaborar la lista de los defectos y piezas a sustituir o reparar durante la próxima reparación planificada.
19. Revisar las partes eléctricas de acuerdo con las normativas eléctricas establecidas para este tipo de equipos industriales.

Reparación Pequeña

1. Realizar una inspección completa de la caldera.
2. Eliminar salideros de los tubos y cualquier tipo de defecto que contenga.
3. Reparar los ladrillos refractarios.
4. Reparar los aislamientos.
5. Cambiar los cojinetes de la caldera.
6. Cambiar el aceite y reparar la bomba.
7. Reparar el ventilador.
8. Reparar el quemador.
9. Elaborar una lista de defectos y componentes o piezas que deben ser sustituidas y que necesitan reparar en la próxima intervención.



10. Repara los elementos eléctricos de acuerdo con el reglamento respectivo de la máquina.

Reparación Mediana:

1. Cambiar las tuberías del equipo.
2. Repara la bomba, ventilador y compresor.
3. Limpiar, verificar y comprobar las válvulas de seguridad de la caldera.
4. Eliminar la escoria de los tubos y tratar de hacer un plan para las zonas de los tubos que tienen desgaste por oxidación.
5. Soldar las grietas que se encuentren.
6. Eliminar deformaciones del equipo y de las tuberías.
7. Aplicar una prueba hidráulica por lo menos una vez al año.
8. Inspeccionar los manómetros y los elementos de control del equipo.
9. Verificar y arreglar los aparatos automáticos.
10. Reparar el aislamiento.
11. Si es necesario, se debe de cambiar las válvulas.
12. Implementar otra lista de defectos y piezas que deben de sustituirse o recuperar en la próxima intervención de mantenimiento planificado.
13. Es necesario pintar la caldera para brindar mayor protección al hierro del que está compuesto el equipo y asistir las zonas que están afectadas por oxidación.

Reparación General

1. Cambiar todas las tuberías de la caldera.
2. Cambiar los ladrillos refractarios.
3. Reparar ventilador, bomba y compresor. Si es necesario se debe de sustituir estas piezas.
4. Reparar la estructura de hierro.
5. Cambiar el aislamiento del equipo.
6. Reparar o cambiar quemadores, tanques, etc.
7. Reparar o sustituir el protector del aislamiento.



8. Cambiar los elementos de medición, control y seguridad.
9. Reparar las puertas de la caldera.
10. Reparar las chimeneas.
11. Cambiar todas las piezas desgastadas de la máquina.
12. Pintar la caldera como medio de protección de la oxidación del hierro.
13. Probar a distintas temperaturas la caldera, ya sea en frío o en caliente.

MANTENIMIENTO “MPP” PARA CALDERAS DE DIESEL SEGÚN PERIODOS DE TIEMPOS.

Periodos de Tiempos para la Aplicación del Mantenimiento	Función de la Aplicación
a. Mantenimiento diario	<ul style="list-style-type: none">▪ <i>Ciclo de funcionamiento del quemador.</i>▪ <i>Control de la bomba de alimentación.</i>▪ <i>Ubicación de los protectores de seguridad.</i>▪ <i>Control rígido de las purgas.</i>▪ <i>Purga diaria de columna de agua.</i>▪ <i>Tipo de frecuencia de lubricación de suministro de motores y rodamientos.</i>▪ <i>Limpeza de la boquilla del quemador y del electrodo de encendido.</i>▪ <i>Verificación de la temperatura de agua de alimentación.</i>▪ <i>Verificación de limpieza de mallas a la entrada del aire al ventilador, filtro de aire en el compresor, filtros de combustible, área de la caldera y sus controles.</i>▪ <i>Precauciones al dejar la caldera fuera de servicio en las noches o fines de semana.</i>▪ <i>Verificación de combustión.</i>



	<ul style="list-style-type: none">▪ <i>Verificación de presión, producción de vapor y consumo de combustible o diésel.</i>
b. Mantenimiento Mensual	<ul style="list-style-type: none">▪ <i>Limpieza de polvo en controles eléctricos y revisión de contactos.</i>▪ <i>Limpieza de filtros de las líneas de combustible, aire y vapor.</i>▪ <i>Mantenimiento a todo el sistema de agua: filtros, tanques, válvulas, bombas, etc.</i>▪ <i>Engrasar los motores y luego realizar el desmonte y limpieza del sistema de combustión.</i>▪ <i>Verificar el estado de la cámara de combustión y refractarios.</i>▪ <i>Verificar el estado de trampas de vapor.</i>▪ <i>Limpieza cuidadosa de la columna de agua.</i>▪ <i>Verificar acoples y motores.</i>▪ <i>Verificar asientos de válvulas y grifos.</i>▪ <i>Verificar bloqueos de protección en el programador.</i>▪ <i>Dependiendo del combustible incluir limpieza del sistema de circulación de gases.</i>
c. Mantenimiento semestral	<p><i>Se incluyen los procedimientos del mantenimiento mensual, con los siguientes procedimientos:</i></p> <ul style="list-style-type: none">▪ <i>Lavado interior al lado del agua, removiendo incrustaciones y sedimentos.</i>▪ <i>Verificar si hay indicios de corrosión, picaduras o incrustación al lado del agua. Análisis periódico del agua.</i>▪ <i>Cambiar correas del motor si es necesario y verificar su tensión.</i>▪ <i>Limpiar los tubos del lado de fuego, ya que el</i>



	<p><i>hollín es un aislante térmico.</i></p> <ul style="list-style-type: none">▪ <i>Verificar la hermeticidad e las tapas de inspección al llenar la caldera.</i>▪ <i>Verificar el funcionamiento de las válvulas de seguridad.</i>
d. Mantenimiento anual	<p><i>Se incluyen los procedimientos anteriores del programa semestral con los siguientes pasos:</i></p> <ul style="list-style-type: none">▪ <i>Cambio de empaques de la bomba de alimentación si es necesario.</i>▪ <i>Mantenimiento de motores en un taller especializado. Desarme total con limpieza y prueba de aislamientos y bobinas.</i>▪ <i>Mediante un análisis de agua y las condiciones superficiales internas de la caldera, determinar si es necesario aplicar una limpieza química de la caldera.</i>

COSTOS DE MANTENIMIENTO DE LA CALDERA DE DIESEL YORK SHIPLEY

Según el Ing. Rodrigo Pascual J. (2002), el “Costo” es un proceso que ocurre en un sistema de información que refleja de forma cuantitativa el desempeño puntual de una gestión y que según el tiempo permite inferir una tendencia de utilización de recursos.

Las actividades de mantenimiento exige un consumo de recursos que afectados por impuestos o tarifas estándares permiten obtener un valor que orienta a manera de indicador para comparar con unidades o valores anteriores e históricos que permitan identificar el estado actual en el que se encuentra la empresa por medio de criterios como bien, mal, mejor o peor, con el propósito de determinar lo “costoso” que ha resultado el plan de mantenimiento actual de la empresa y en particular de los equipos de la planta de subproducto COESA.



En este sub-acápite se determinaran los costos de consumo y de recursos de la máquina en estudio y de esta manera identificar aquellos aspectos que se deben de mejorar para la reducción de los costos y la buena administración de los recursos de mantenimiento del área.

A continuación se realizara un análisis en base a cálculos de costos según el “Costo Global de Mantenimiento” que equivale a “Costos Totales de Mantenimiento” que se calcula mediante la siguiente formula:

$$CGM = CIM + CFM + CAM + AIM$$

En donde:

CGM: Costo Global de Mantenimiento.

CIM: Costo de Intervenciones de Mantenimiento.

CFM: Costo de Fallas de Mantenimiento.

CAM: Costo de Almacenamiento de Mantenimiento.

AIM: Amortización de Inversiones en Mantenimiento.

El Costo de Intervenciones de Mantenimiento (CIM) comprende los siguientes aspectos:

- Mano de obra interna o externa.
- Repuestos de bodegas.
- Material requerido para la intervención.
- Amortización de equipos y herramientas.



Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado para la
Caldera de diésel York Shipley



A continuación se demostrara una tabla de costos en base al CIM en la que se encuentra el respectivo costo total de este.

CIM (Costo de Intervenciones de Mantencion)												
Mano de obra interna	<i>No de operarios que intervienen</i>	<i>Frecuencia de intervenciones</i>	<i>Tipo de intervencion</i>	<i>Tiempo promedio de</i>	<i>Costo de horas-hombre (C\$)</i>	<i>Valor Mensual (C\$)</i>	<i>Valor Anual</i>					
	3	4	Revision	46.25	C\$ 462.50	C\$ 1,850.00	C\$ 22,200.00					
Mano de obra externa	<i>No de personas que intervienen</i>	<i>Frecuencia de intervenciones al año</i>	<i>Tipo de intervencion</i>	<i>Tiempo promedio de intervencion (min)</i>				<i>Costos por intervencion (C\$)</i>				
				<i>T. de Revision</i>	<i>T. de Reparacion</i>	<i>T. de ajuste y puesta en</i>	<i>Tiempo total</i>	<i>Costo por revision</i>	<i>Costo por reparacion</i>	<i>Costo por ajuste y</i>	<i>Costo total semestral</i>	<i>Costo total anual</i>
	2	2	Revisar, reparar, ajustar y puesta en marcha	46.25	60	30	136.25	C\$ 4,625.00	C\$ 15,000.00	C\$ 4,000.00	C\$ 23,625.00	C\$ 47,250.00
<i>Piezas que han sufrido mayores frecuencias de fallas de funcionamiento en la maquina en el año</i>												
Repuestos de bodega comprados para una intervencion	<i>Transformadores</i>		<i>Bomba de diesel</i>	<i>Tuberias de circulacion de diesel de 1/4 (2m de requerimiento)</i>			<i>Quemadores</i>	<i>Total Anual</i>				
	C\$ 5,706.00		C\$ 4,404.30	C\$ 149.58			C\$ 24,597.00	C\$ 34,856.88				
<i>Costo horario de intervencion anual (C\$)</i>												
Amortizacion de equipos y herramientas	<i>Gastos directos</i>			<i>Total horas de intervencion (horas)</i>			<i>Valor del costo horario anual</i>	<i>COSTO TOTAL</i>				
	<i>Interno</i>	<i>Externo</i>	<i>Total</i>	<i>Tiempo de labor de personal interno</i>	<i>Tiempo de labor de personal externo</i>	<i>Tiempo total</i>	C\$ 1,673.49	C\$ 105,980.37				
	C\$ 22,200.00	C\$ 47,250.00	C\$ 69,450.00	37	4.5	41.5						



A como se observa, el costo total del CIM es de C\$ 105,980 anualmente en las que se incluye el mantenimiento por mano de obra interna y externa, así como también, la amortización de equipos y herramientas que se obtienen por medio del costo horario de intervención anual.

El Costo de Fallas de Mantenimiento (CFM) comprende lo siguiente:

- Costos de la energía necesaria para la producción.
- Costos de materias primas.
- Costos de gastos de servicios tales como calidad, compras, mantención, etc.

A continuación se demostraran unas tablas que presentan la inclusión de los costos mencionados anteriormente.

En esta primer tabla se encuentran los costos auxiliares que se utilizan como materia prima a manera de anti-incrustantes, antioxidantes y secuestradores de oxígeno.

Costos Auxiliares				
Químicos para tratamiento de agua de la caldera				
químicos	dosis diaria	costos	ml	costo por dosis
WT - AS - 19	500 ml	C\$ 5,123.00	18927	C\$ 135.34
WT - AD - 16	350 ml	C\$ 5,792.00	18927	C\$ 107.11
WT - BA - 10	500 ml	C\$ 3,616.00	18927	C\$ 95.52
WT - BS - 11	500 ml	C\$ 2,985.00	18927	C\$ 78.86
costos diarios				C\$ 416.82
costos mensuales				C\$ 12,504.68
costos anuales				C\$ 150,056.11

La segunda tabla contiene los siguientes costos:

Consumo energético							
equipos	HP	tiempo de uso (hor)	Kw	Kw consumido	costo diario	costo mensual	costo anual
motor del blower de caldera	1.75	4.83	1.3055	6.306	C\$ 39.41	C\$ 1,182.29	C\$ 14,187.52
bomba de alimentación de agua	3	0.17	2.238	0.380	C\$ 2.38	C\$ 71.34	C\$ 856.04
bomba alimentación tanque de condensado	2	0.25	1.492	0.373	C\$ 2.33	C\$ 69.94	C\$ 839.25



En este se demuestran los costos por consumo energético en base a la caldera en estudio.

La siguiente tabla es en base a los costos por horas-hombre:

Costo por horas hombres						
Operarios	Salario mensual	Salario por hora	Horas ocupadas	Costo HH diario	Costo HH mensual	Costo HH anual
Operador 1	C\$6,000.00	C\$25.00	4.83	C\$120.75	C\$3,622.50	C\$43,470.00
operador 2	C\$6,000.00	C\$25.00	4.83	C\$120.75	C\$3,622.50	C\$43,470.00
total diario						C\$241.50
total mensual						C\$7,245.00
total anual						C\$86,940.00

Se observa que se ha implementado en base a los salarios de los operarios de la caldera de diésel.

Las dos últimas tablas de valores son en base al consumo de diésel y agua que son la razón para el funcionamiento de la máquina.

Consumo de Diesel Diario	
Min de Operación	289.8
preci por litro	C\$21.18
promedio de consumo	0.95
litros consumidos	275.31
galones consumidos	72.72943414
total costo ombustible	C\$5,831.07
total costo mensual	C\$174,931.97
total costo anual	C\$2099,183.69

Consumo de Agua	
galones	180
días de uso	30
litros	20441.16
metros cubicos	20.44116
valor del metro cubico	C\$1.39
costo mensual	C\$28.31
costo anual	C\$339.73



Se aplicara a continuación una tabla resumen de los costos del CFM:

TABLA RESUMEN DEL CFM	
Tipos de Costos	Cantidad
Costos Auxiliares	C\$ 150,156.11
Consumo energetico	C\$ 1,323.57
Costo por horas-hombre	C\$ 86,940.00
Consumo de diesel	C\$ 2099,183.69
Consumo de agua	C\$ 339.73
TOTAL	C\$ 2337,943.10

Este valor es el costo total anual que se obtiene del Costo de Falla de Mantenimiento.

El Costo de Almacenamiento de Mantenimiento (CAM) abarca lo siguiente:

- Interés financiero del capital inmovilizado por el stock.
- Gastos en mano de obra dedicada a la gestión y manejo del stock.
- Costos de explotación de energía y mantención.
- Amortización de sistemas adjuntos.
- Gastos de seguro por el stock.
- Depreciación comercial de repuestos.

En este acápite se demostraran solamente datos en base a las metodologías prácticas que aplica la empresa en aspectos de costos, pues varios de los factores mencionados anteriormente no forman parte de la administración del mantenimiento del área para los equipos pues no cuentan con estos. Se hará referencia solo en los dos primeros factores que son los que se relacionan con el giro de costos de mantención en la planta de sub-producto ya que la empresa no cuenta con administración de inventarios de repuestos de stocks.

A continuación se procederá a realizar el análisis de los costos totales en cuanto al CIM y CFM en un periodo anual.



TABLA GENERAL DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO (Anual)				
				COSTOS
Costos de Intervenciones de Mantenimiento (CIM)				C\$ 105,980.37
Costos de Falla de Mantenimiento (CFM)				C\$ 2337,943.10
COSTOS TOTAL DE MANTENIMIENTO				C\$ 2443,923.47

El resultado expresa la sumatoria entre los costos ya citados, en los que se ha incluido los costos de operación de la máquina, el consumo de los recursos como agua, energía y diésel. El periodo de análisis es de un año con una cantidad total de C\$2, 443,923.47, la razón por la cual se aprecia un costo muy elevado es por motivos de los recursos que utiliza para operar principalmente del diésel que es su principal medio para operar.

Es necesario que exista una buena administración del mantenimiento de la caldera York Shipley en todos los recursos que necesita para operar en el área.

ANALISIS DEL FORMATO DE OBSERVACION APLICADO EN LA EMPRESA EN BASE AL EQUIPO EN ESTUDIO

El formato de observación que se aplicó en el área de la planta de subproducto COESA S.A. se implementó una vez por mes en un periodo de tres meses en la que se realizó un análisis del área en general pero el modelo de observación se encuentra centrado en la máquina en estudio.

El método de observación es considerado como una estrategia fundamental para la búsqueda de la información en el caso de estudio de un determinado fenómeno. Su importancia radica en que permite un contacto más cercano con el fenómeno y el conocimiento más objetivo de sus características. El método de observación que realizo fue la observación estructurada, observación por equipo y la observación de trabajo de campo.



Tipo de Observación Aplicado	Características
Observación Estructurada	<ul style="list-style-type: none">- <i>Existe menor libertad de escogencia de los hechos que constituyen la estructura de la observación.</i>- <i>El investigador sabe de antemano los aspectos más relevantes a investigar y cuales no le convienen para sus propósitos de investigación.</i>- <i>Se encarga de describir una situación sistemática de un fenómeno.</i>
Observación por Equipos	<ul style="list-style-type: none">- <i>Se implementa una investigación en conjunta y planificada de lo que servirá al interés de investigación.</i>
Observación de Trabajo de Campo	<ul style="list-style-type: none">- <i>Aplicada para investigar un fenómeno de la vida real basado en hechos científicos o técnicos.</i>

Para el procesamiento de la información del formato de observación que se encuentra en la sección de anexos, se implementó una herramienta de Microsoft Word para el análisis de los criterios que compone el modelo de observación basado en la caldera y en sus condiciones de operación en la planta, esta herramienta es el grafico radial.

A continuación se demostraran los resultados de lo observado en la caldera en base a los tres meses de evaluación corta. El diagrama de red muestra los valores que se asumieron a manera de valoración propia en base a los criterios establecidos en el formato de observación, es decir, se evaluó de 1 hasta 5.



Cuadro en base a la condición o estado de los componentes de la Maquina

Valor de ponderación	Significado del valor	Interpretación
1	Excelente	La pieza o componente se encuentra en óptimas condiciones hasta un 99% de su capacidad
2	Muy Bueno	El componente del equipo se encuentra en buena capacidad de hasta un 85% para funcionar.
3	Bueno	La pieza tiene una capacidad para seguir funcionando de 70%.
4	Deficiente	El medio de la máquina tiene una capacidad de hasta un 55%
5	Mal / Malo	El medio del equipo tiene una capacidad limitada y de una posible rotura o daño de la pieza, de hasta un 35% de capacidad.

Cuadro en base al cumplimiento del proceso de mantenimiento de la Maquina

Valor de ponderación	Significado de valor	Interpretación
1	Excelente	Se cumple con todos los procedimientos de mantenimiento hasta un 99%.
2	Muy Bueno	Se cumple con la metodología de mantenimiento hasta un 80%.
3	Bueno	Se cumple con el proceso de mantenimiento hasta un 65%.
4	Deficiente	Se cumple con algunos procedimientos de mantenimiento hasta un 50%.

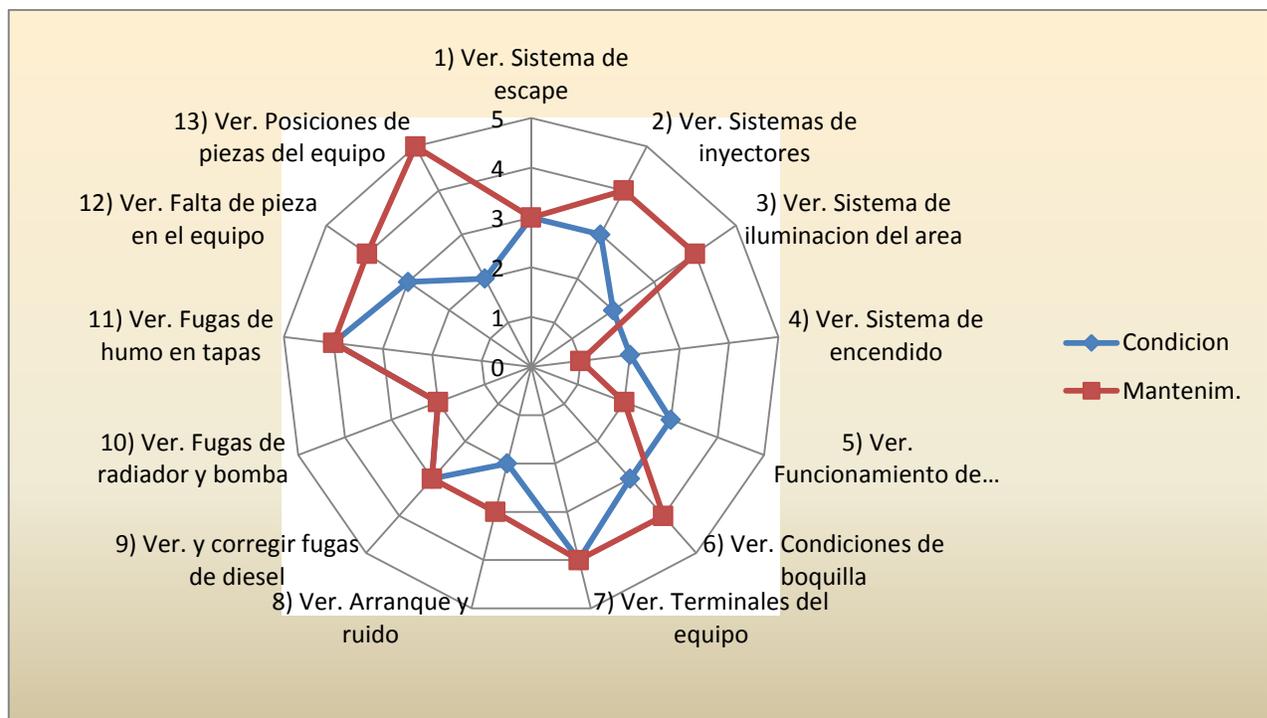


5	Mal / Malo	No se cumplen con la mayoría de la metodología y procedimientos de mantenimiento del equipo hasta un 30%.
---	------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Se procederá a analizar cada uno de los meses en los que se aplicó la evaluación para apreciar la variabilidad de los elementos de la caldera según la ponderación planteada.

PRIMER MES (SEPTIEMBRE)

El grafico radial muestra los puntos en los que se encuentran cada uno de los parámetros evaluados.



En base a las condiciones, el grafico radial muestra que el punto más cercano a 1 es el inciso numero 8 (verificación del arranque y ruido) lo que significa que la categoría de este es de "bueno" por lo que se encuentra en una capacidad de funcionamiento de hasta un 85%, es decir, la maquina arranca en buenas condiciones y el ruido que emite es el adecuado. Sin embargo, el punto más cercano a 0 es el inciso número 7 (verificación de terminales del equipo).

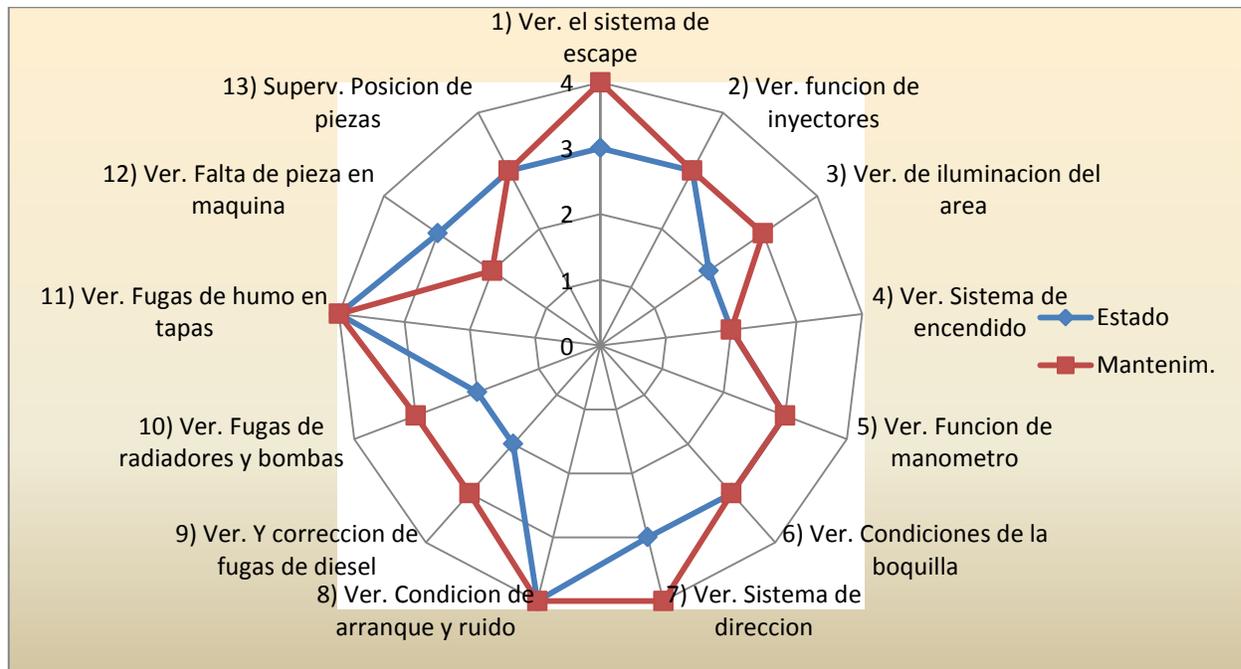


cercano a 5 o que se encuentra en este punto son los incisos 7 y 11, lo que significa que tienen una capacidad deficiente en el funcionamiento según el recuadro de condiciones de componentes de la máquina.

En base al mantenimiento, el inciso que se encuentra más cercano a 1 es el numero 4 (sistema de encendido) y representa el cumplimiento total del procedimiento de mantenimiento que se sigue para este medio de la máquina, en cambio, el punto más cercano a 5 es el inciso 13 (verificación de posiciones de las piezas) e indica que no hay especial atención en las intervenciones de mantenimiento.

SEGUNDO MES (OCTUBRE)

Al mes siguiente se volvió a realizar la evaluación con los mismos criterios de evaluación del formato o modelo de observación, con el propósito de analizar la variabilidad de los criterios después de un mes, los resultados fueron los siguientes:



En cuanto al estado en el que se encuentran cada uno de los criterios técnicos evaluados, se observa que ha ocurrido una notable variabilidad de los puntos con

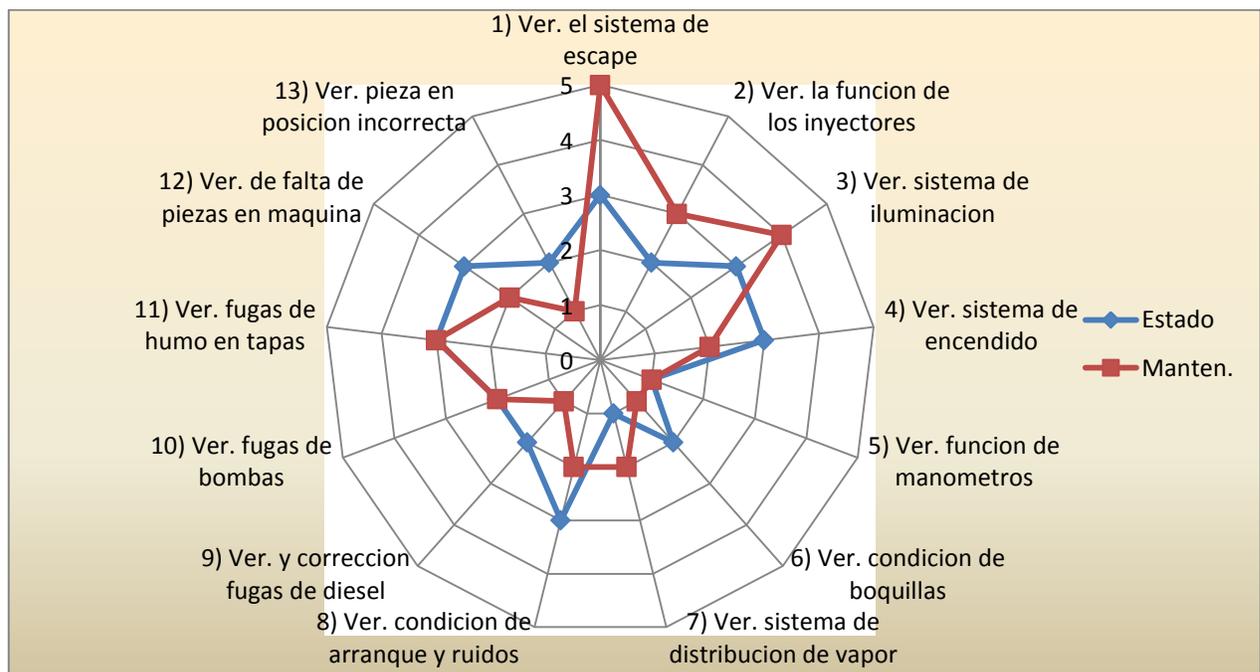


respecto al comportamiento del diagrama del primer mes de evaluación. Los puntos más cercanos a 5 son los incisos 8 y 11 que corresponden a “verificación de condición de arranque y ruidos” y “verificación de fugas de humo en tapas” respectivamente, el arranque es deficiente y las tapas por donde pasa el humo se encuentra en estado crítico.

Para el mantenimiento, el criterio más cercano a 5 son los incisos 1 (verificación de sistema de escape), 7 (verificación del sistema de dirección), 8 (verificación de arranque y ruido) y 11 (verificación de fugas de humo en tapas), todos estos criterios muestran que los métodos de mantención implementados son inadecuados o deficientes, en cambio, los criterios 4 y 12 muestran que la aplicación del mantenimiento es estable o el adecuado en un 80%.

TERCER MES (NOVIEMBRE)

Los resultados finales se encuentran en el último mes de evaluación en la que se dan los comportamientos más elementales, que son los que originan la tendencia de las dos condiciones de evaluación (estado y mantenimiento). A continuación los resultados según el diagrama radial.





En cuanto al estado o condición de los componentes o piezas de la máquina, se observa un comportamiento muy variable en comparación con los dos meses anteriores ya que la mayoría de los criterios de evaluación se encuentran entre un rango de 1 a 3, esto representa que los estados de estos elementos se encuentran en su mayoría en óptimas condiciones de funcionamiento debido al reciente mantenimiento aplicado o al posible método de mejora que se aplicó; el valor que se encuentra en el nivel 1 es el “sistema de distribución de vapor” y representa que su estado está en idóneas condiciones de funcionamiento.

El mantenimiento tiene un comportamiento un poco variable respecto a los meses anteriores, el criterio que se encuentra en el nivel 5 es el criterio 1 (verificación del sistema de escape) en la que no se cumple en absoluto con implementar la mantención correctiva a este sector de la máquina, y haciendo una comparación con los meses anteriores este criterio ha disminuido su nivel considerablemente. En cambio, los criterios 5, 6, 9 y 13 han cumplido en su totalidad con todos los parámetros de mantenimiento que se requieren según la ponderación planteada.

ANALISIS DEL MODELO DE ENTREVISTA APLICADO EN LA EMPRESA EN BASE AL EQUIPO EN ESTUDIO

La encuesta se aplicó a todo el personal que trabaja en la planta de sub-producto COESA, en este local laboran cuatro personas: dos operadores de caldera, un ayudante y el encargado de planta. Se les explico el objetivo que se persigue con la realización de la encuesta, se les hizo saber que era de suma importancia y que llenaran la encuesta con la mayor sinceridad posible ya que de esos resultados depende que se haga un mejor análisis de la gestión y eficiencia del mantenimiento del equipo.

El modelo de la encuesta se encuentra en la sección de anexos, en la tabla “h”. En base a este modelo se ha procedido realizar el correspondiente análisis de la misma, a continuación se demostraran los resultados.



Análisis de la encuesta:

Las preguntas del 1 al 4 se refieren a la experiencia y conocimientos que tienen las personas que laboran como operadores de la caldera en la planta.

Los operadores de esta planta tienen seis meses de laborar para la empresa, anteriormente habían trabajado en otras empresas con equipos generadores de vapor similares, ambos cuentan conocimientos en el área de mantenimiento de estos equipos, conocen bien las partes y componentes de la caldera, cuenta con licencias para la operación de calderas con categoría C capacitados y autorizados por el ministerio del trabajo para dicha labores.

La pregunta 5,6 y 7 se hace con el objeto de medir el nivel de conocimientos de los operarios en materia legal sobre las normativas que rigen la operación de estos equipos generadores de vapor.

Su respuesta fue si, además conocen de forma específica cuales son las reglas que debe cumplir un operador, los equipos de protección personal que deben de ocupar y los procedimientos de operación de las mismas. Mencionaron que la ley donde se encuentran los requisitos que debe de cumplir el operador y la empresa que desea explotar estos equipos para hacer uso de ello. No se cuenta con la totalidad de los equipos de protección que se requieren.

La pregunta 8 y 9 se refiere al personal de mantenimiento y a las herramientas que se cuentan para realizar las funciones de mantenimiento de la planta.

En la planta no se cuenta con un personal específico para la realización de las labores de mantenimiento, dichas labores son realizadas por los operadores de la caldera y supervisadas por el encargado de la planta. En la actualidad no se tienen las herramientas con medidas especiales y equipos de medición para analizar de una mejor manera esta máquina productora de vapor.

La pregunta 10 se refiere a las labores de mantenimiento que se realizan actualmente a la caldera según los operadores y el encargado de la planta.



En la actualidad las funciones de mantenimiento que se le realizan a la caldera solo se limitan a verificar, limpiar y reemplazar aquellos accesorios que son fáciles de desmontar y realizarles limpieza. Además se chequean las fugas en las tapas de la caldera y fugas de vapor en tuberías, los cuales solo necesitan solamente hacer pequeños ajustes para eliminar fugas.

Las funciones de mantenimiento son realizadas por los operadores junto con el encargado de la planta cuando son reparaciones pequeñas y no requieren de un alto grado de complejidad, cuando las fallas son originadas por motivos de fuerza mayor se llaman a los técnicos especialistas ya sean de otras área de caldera de la empresa o personal subcontratado para dicha labor.

Las preguntas 11, 12 y 13 se refieren a la frecuencia del mantenimiento, a manual de operación y mantenimiento.

Esta caldera ha sido usada por más de 20 años por la empresa, durante su uso no se le ha implementado ningún manual o programa de mantenimiento para la misma que le permita aumentar su rendimiento y garantizar una calidad de vapor de forma más eficiente. En la actualidad se le aplica mantenimiento una vez a la semana.

La pregunta 14 y 15 se refieren a enlistar las fallas más frecuentes que presenta la caldera durante sus periodos de operación y los tiempos promedios que se lleva para llevar a cabo el mantenimiento.

Las fallas más frecuentes que presenta la caldera son los paros inesperados ocurridos durante su operación, se apaga y no permite el encendido del quemador. Estos se origina por la acumulación de suciedad en el filtro de la bomba de diésel y formación de suciedad en el quemador.

Por lo general las labores de mantenimiento se llevan un tiempo promedio entre 30 a 40 minutos.



8. CONCLUSIONES

1. Se realizó la especificación del sistema productivo de la planta, lo cual nos permitió conocer de forma más detallada las fases del sistema productivo de esa área, el producto que se obtiene como resultado del proceso y la importancia del vapor producido por la caldera.
2. A través del desarrollo del método del árbol de fallos se logró identificar cuáles son los problemas más comunes que presenta la caldera, las cuales son las causas de provocar paros inesperados del equipo, estos paros representan pérdidas y atraso de las actividades diarias de la planta. Las fallas más comunes se dan por suciedad en la bomba de diésel y en las boquillas del quemador, las operaciones incorrectas por parte de los operadores y la falta de un adecuado programa de mantenimiento.
3. A través de la aplicación de la metodología HAZOP se determinaron los principales puntos críticos de control de la caldera, los riesgos que representan los puntos a evaluar y las consecuencias de los mismos. De los criterios evaluados los que representan mayores riesgos son la presión, incrustaciones, decibeles y temperatura con 25, 20, 16 y 12 puntos del valor de riesgo respectivamente y especifican el nivel de impacto en la máquina, el personal del área y los costos.
4. El mantenimiento preventivo es un factor importante en la vida económica de una maquina ya que un programa de mantenimiento preventivo, produce una extensión de la vida útil de los componentes de la unidad, además, el manual de mantenimiento que se ha propuesto es un apoyo para realizar mantenimiento preventivo de una manera más sencilla, pero para ello el operario debe conocer las partes principales, así como también, los accesorios de las calderas piro-tubulares.



9. RECOMENDACIONES

1. Capacitar constantemente al personal de mantenimiento y operación de calderas para que ellos sean parte de la solución cuando se presenten fallas en los equipos. Se debe de manejar un stock de repuestos de las partes más delicadas de la caldera para evitar periodos largos de paros. Después de la operación de la caldera se debe de purgar por un periodo de 15 segundos de fondo y 15 segundos de superficie, para eliminar sedimentos y evitar que se formen incrustaciones dentro de la caldera.
2. Hacer una inspección periódica del sistema de alimentación ya que frecuentemente los sedimentos y lodos que son arrastrados tapan los filtros, válvulas anti retorno e incluso los reductores de la red de abastecimiento de la misma; asimismo es recomendable limpiar la bomba de agua y lubricar las partes de ella que lo necesiten. Periódicamente realizar la limpieza del tanque de condensado, para evitar su deterioro, disminuyendo la corrosión, pero lo más importante es retirar todos los sedimentos que se depositan en el McDonnell (controlador del nivel del agua), ya que esto evitará que el flote se trabe y que dé un falso nivel de agua en la caldera.
3. Los trabajadores de la planta deben de utilizar sus equipos de protección personal, además garantizar la limpieza del área manteniéndola libre de obstáculos el área de calderas, por si fuese necesario evacuar de emergencia a la persona. Se deben de cumplir con el programa completo para las labores de mantenimiento, no se deben dejar actividades inconclusas.
4. Realizar las rutinas del plan de mantenimiento preventivo, siguiendo todos los pasos que se indican, sin dejar pasar por alto ninguno por minucioso que se considere, si surge alguna duda se debe consultar con el encargado de mantenimiento.



10. ANEXOS

- Tablas de Referencias del Ciclo de Mantenimiento

Tabla 8: CICLO DE MANTENIMIENTO DE DIFERENTES EQUIPOS

CICLO DE REPARACION DE DIFERENTES EQUIPOS				
Equipo	Estructura del ciclo de reparacion	Numero de operaciones		
		M	P	R
Maquinas herramientas livianas y medianas hasta 10 toneladas	G-R-P-R-P-R-M-R-P-R-P-R-M-R-P-R-P-R-G	2	6	9
Maquinas herramientas grandes y pesadas hasta de 100 toneladas	G-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-M-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-M-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-G	2	6	27
Maquinas herramientas muy pesadas de mas de 100 toneladas y maguinas unicas	G-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-M-R-R-R-P-R-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-R-G	2	9	36
Equipos para elaboracion de madera	G-R-R-P-R-R-P-R-R-M-R-R-P-R-R-P-R-R-M-R-R-P-R-R-P-R-R-G	2	6	18
Maquinas automaticas de forja, martillo y prensas de friccion	G-R-R-P-R-R-M-R-R-P-R-R-M-R-R-P-R-R-G	2	3	12
Prensas mecanicas, cortadoras, prensas grandes y unicas, prensas hidraulicas y mecanicas	G-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-M-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-R-M-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-G	2	6	27
Mezcladoras, cernidoras, moldeadoras, con una capacidad hasta 5 ton, maquinas de hacer machos, maquinas desmenuzadoras y otras	G-R-R-P-R-R-M-R-R-P-R-R-M-R-R-P-R-R-G	2	3	12
Moldeadoras de mas de 6 ton, maquinas recuperadoras de materiales de fundicion y otras	G-R-R-P-R-R-P-R-R-M-R-R-P-R-R-P-R-R-M-R-R-P-R-R-P-R-R-G	2	6	18
Maquinas de fundicion de presion, centrifugas transportadoras de coque y otras	G-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-M-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-R-M-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-G	2	6	27
Equipos de elevacion y gruas, monorails y diferenciales electricos	G-R-R-R-R-P-R-R-R-R-P-R-R-R-R-M-R-R-R-R-P-R-R-R-R-R-P-R-R-R-R-M-R-R-R-R-P-R-R-R-R-P-R-R-R-R-G	2	6	36
Todo tipo de equipos con menos de 3 grados de complejidad	M-R-R-P-R-R-P-R-R-P-R-R-P-R-R-P-R-R-P-R-R-P-R-R-P-R-R-P-R-R-M-	1	8	18

Fuente: Libro "Reparación y Mantenimiento de Equipos Industriales"



Tabla 9: COFICIENTE DE VALORACION

VALOR DEL COEFICIENTE (N)	
TIPO DE PRODUCCION	N
En mesa	1
En serie	1.3
En serie pequeña e individual	1.5
Para todo tipo de equipos menos gruas y elevadores	

Fuente: Libro "Reparación y Mantenimiento de Equipos industriales"

Tabla 10: COEFICIENTE DE VALORACION

VALOR DEL COEFICIENTE (M)				
Maquina herramienta	Acero de construccion	Acero de alta calidad	Aleacion de aluminio	Hierro fundido y bronce
De precision normal y de precision	1	0.7	0.75	0.8 - 0.9
Para maquinas que trabajan con abrasivos				
M = 0.9				

Fuente: Libro "Reparación y Mantenimiento de Equipos industriales"

Tabla 11: COEFICIENTE DE VALORACION

VALOR DEL COEFICIENTE (Y)					
Maquinas herramamientas		Condiciones de abrasivo seco	Trabaja en condiciones normales	Trabaja en locales con polvo y humedad	Trabaja en locales separados especialmente
De precision normal			1	0.8	
De precision			1.2		1.4
Trabaja con abrasivos	Precision normal	0.7	1	0.8	
	Alta precision		1.1		1.3

Fuente: Libro "Reparación y mantenimiento de Equipos Industriales"



Tabla 12: COEFICIENTE DE VALORACION

VALOR DEL COEFICIENTE (Z)	
MAQUINAS HERRAMIENTAS	Z
Livianas y medianas hasta 10 toneladas	1
Grandes y pesadas hasta 100 toneladas	1.35
Muy pesadas y unicas mas de 100 toneladas	1.75

Fuente: Libro "Mantenimiento y Reparación de Equipos industriales"

Tabla 13: COEFICIENTE DE VALORACION

VALOR K PARA DISTINTOS EQUIPOS	
EQUIPOS	K
MAQUINAS HERRAMIENTAS	
Livianas y medianas hasta 10 toneladas	
a) Livianas y medianas hasta 20 años	26000
b) Con tiempo de explotacion mayor de 20 años	23400
Grandes y pesadas hasta 100 toneladas	
a) Con tiempo de explotacion hasta 20 años	52700
b) Con tiempo de explotacion mayor de 20 años	47400
Super pesadas mas de 100 toneladas	
a) Con tiempo de explotacion hasta 20 años	66300
b) Con tiempo de explotacion mayor de 20 años	59670

Fuente: Libro "Reparación y Mantenimiento de Equipos Industriales"



- Formatos de herramientas para recopilación de información

Tabla 14: MODELO DE OBSERVACION

Modelo de Observacion para Mantenimiento Preventivo de Calderas					
Rutina de Mantenimeinto Preventivo Planificado	Empresa Avicola COESA S.A.				
EQUIPO: CALDERA DE VAPOR	MAXIMA PRESION DE TRABAJO: 75PSI	SERVICIO			
MARCA: YORK SHIPLEY		AMBIENTE			
MODELO: SPHV-80-2-94218					
SERIE: 91-18279-H-07710					
MENSUAL	ESTADO				
	1	2	3	4	5
1- Verificar el sistema de escape					
2- Verificar el funcionamiento de los inyectores					
3- Verificar el sistema de iluminacion del area					
4- Verificar el sistema de encendido					
5- Verificar funcionamiento de manómetros					
6- Verificar condiciones de las boquillas					
7- Verificar sistema de direccion (terminales)					
8- Verificar condiciones de arranque y ruidos					
9- Verificar y corregir fugas de diesel					
10- Verificar fugas de radiador y bombas					
11- Verificar fugas de humo en tapas					
12- Verificar si falta alguna pieza en la maquina					
13- Corroborar si alguna pieza se encuentra en una posicion inadecuada					

Fuente: Propia



Tabla 15: MODELO DE ENTREVISTA

MANTENIMIENTO

Nombre de la empresa: _____, Nombre del entrevistado: _____ Cargo: _____, Años de experiencia: _____

PRESENTACION

Saludes, Como parte de nuestro trabajo de seminario de graduación en la facultad de ciencias e ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN – Managua), estamos realizando una investigación acerca de la gestión y eficiencia del mantenimiento para la caldera de diésel York Shipley instalada en planta de Sub-producto COESA de Avícola la Estrella, S.A. La información brindada en esta entrevista es de carácter confidencial, solo será utilizada para los propósitos de la investigación. Agradezco su colaboración.

Responda las siguientes preguntas, su respuesta es muy importante para realizar un mejor análisis.

1. ¿Cuánto tiempo tiene de trabajar en la planta? (especificar el tiempo)
2. ¿Habías trabajado en áreas similares de otras empresas anteriormente?
Si: ____ No: ____ Dónde: _____
3. ¿Conoce los componentes y accesorios que conforman la caldera?
Si: ____ No: ____
4. ¿Ha recibido alguna capacitación por parte de la empresa para el manejo del equipo?
5. ¿Conoce la normativa que establece el ministerio del trabajo con respecto a los operadores de calderas? Si: ____ No: ____
De conocerla menciónela: _____
6. ¿Se cumplen con las medidas de seguridad establecidas y reguladas por el ministerio del trabajo con respecto a los equipos generadores de vapor?
Si: ____ No: ____
7. ¿Los operadores utilizan los equipos de protección adecuados para la manipulación y operación de la caldera?
Si: ____ No: ____
8. ¿Existe personal específico para mantenimiento en la planta?
Si: ____ No: ____
9. ¿Se cuenta con las herramientas adecuadas para dar mantenimiento?
Si: ____ No: ____
10. ¿Cuáles son las funciones básicas de mantenimiento que se le realizan a la caldera?

11. ¿Cómo es la frecuencia actual mantenimiento que se le da a la caldera?
Diario: ____ Semanal: ____ Quincenal: ____ Mensual: ____ Otros: ____
Especifique: _____
12. ¿Se cuenta con un programa o manual de mantenimiento que se debe de realizar?
Si: ____ No: ____
13. ¿Se cuentan con un manual de operación de la caldera?
Si: ____ No: ____
14. ¿Cuáles son las fallas más frecuentes que presenta la caldera?
15. Por lo general ¿Cuál es el tiempo promedio que se utiliza para realizar labores de mantenimiento?



Tabla 16: FICHA DE MOTORES

Departamento de mantenimiento Avícola La Estrella, S.A. Planta de Sub-producto COESA	
Ficha para motores eléctricos	
Motor No	
Marca	
HP	
Amper	
RPM	
Tensión	
Tipo de lubricante	
Otros	

Fuente: Empresa "Avícola La Estrella"



Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado para la
Caldera de diésel York Shipley



Tabla 18: HISTORIAL DE MANTENIMIENTO

Departamento de mantenimiento
Avícola La Estrella, S.A.
Planta de Sub-producto COESA

Historial de Mantenimiento

Nombre del equipo: _____

FECHA	TIEMPO EFECTIVO	CAUSA	SOLUCION	HORA INICIO	HORA FINAL	MATERIALES UTILIZADOS	TECNICO ASIGNADO	OPERADOR

Elaborado por: _____ Revisado por: _____

Fuente: Empresa "Avícola La Estrella"

Tabla 19: SOLICITUD DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

Avícola La Estrella, S.A
Departamento de Mantenimiento
Planta Sub-producto COESA

Solicitud de Trabajo de Mantenimiento

Nombre del equipo: _____ Ubicación: _____
Fecha: ____/____/____ Trabajo: Normal Urgente Extra Urgente

Descripción de la falla:

Sugerencias

Solicitado por: _____ Elaborado por: _____

Fuente: Empresa "Avícola La Estrella"



11. BIBLIOGRAFIA

- ✓ Carlos Méndez. Metodología, diseño y proceso de la Investigación 3ra ed. Editorial McGraw-Hill.
- ✓ Gestión del Mantenimiento. Francis Boucly. AENOR (1998).
- ✓ Francisco J. González. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. Editorial Fundación CONFEMETAL, Madrid: Segunda Edición.
- ✓ Ing. Raúl R. Prendo (1996). Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida. Montevideo, Uruguay: Editorial Piedra Santa. Primera Edición.
- ✓ Ing. Rodrigo Pascual J. (2002). Gestión Moderna del Mantenimiento. Santiago, Chile: Segunda Edición.
- ✓ Jorge F. Torroella (1979). Manual de Mantenimiento y Reparación de Equipos Industriales. Editorial ORBE, ciudad de La Habana, 1979.