

José Alberto Turcios González

PROPUESTA DE PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA PERSONAL
OPERATIVO DE CALDERA DE ALTA PRESIÓN EN INGENIO PALO
GORDO, SAN ANTONIO SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA



Asesora General Metodológica: M.A. Sonia Leticia Caal Chiquin.

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala enero de 2021

Informe final de graduación

PROPUESTA DE PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA PERSONAL
OPERATIVO DE CALDERA DE ALTA PRESIÓN EN INGENIO PALO
GORDO, SAN ANTONIO SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA



Presentado al honorable tribunal examinador por:

José Alberto Turcios González.

En el acto de investidura previo a su graduación de los títulos como Ingeniero Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables y Maestría en Proyectos con Énfasis en Investigación.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala enero de 2021

Informe final de graduación

PROPUESTA DE PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA PERSONAL
OPERATIVO DE CALDERA DE ALTA PRESIÓN EN INGENIO PALO
GORDO, SAN ANTONIO SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA



Rector de la universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretaria de la Universidad:

Licenciada Lesbia Tevalán Castellanos

Decano de la Facultad de Ingeniería

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala enero de 2021

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener los títulos universitarios de Ingeniería Industrial, con énfasis en Recursos Naturales Renovables y Maestría en Proyectos con Énfasis en Investigación.

F-14-04-2020-15
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA
PROGRAMA DE GRADUACIÓN
Experto Metodológico
ACUERDO DE ASIGNACIÓN DE PUNTEO
05.12.2020.238



El / La Evaluador(a) Final del Trabajo de Graduación de la
Universidad Rural de Guatemala,

CONSIDERANDO:

Que el / La Metodólogo(a) en Investigación Científica, ha dado su aprobación preliminar al trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento y me ha informado que el documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académico al titular que formuló el mismo; de lo cual deviene procedente asignarle la puntuación correspondiente.

POR TANTO:

Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativa aplicable,

ACUERDA:

Emitir el Acuerdo de Asignación de Punteo al Trabajo de Graduación de mérito, de la manera siguiente:

1. Asignar setenta y tres puntos (73) sobre la base de aprobación de puntos sobre la base de cien sobre cien (100/100) al trabajo de graduación denominado: "Propuesta de Programa de capacitación para personal operativo de caldera de Alta Presión en Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez, Guatemala." Formulado por José Alberto Turcios González titular del carné 11-018-0794 inscrito en la Facultad de ingeniería de ésta universidad.
2. Trasladar tres copias físicas y un archivo digital del trabajo de graduación a la Presidencia del Consejo Académico, para los efectos subsiguientes.
3. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 5 de diciembre de 2020


Milvia Mariela Elías López
Licenciada en Economía
Experta Metodológica



F-14-04-2020-14
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA
PROGRAMA DE GRADUACIÓN
ASESORÍA DE TESIS
ACUERDO DE APROBACIÓN PRELIMINAR DE TESIS



El Asesor en Metodología del Programa de Graduación de la
Universidad Rural de Guatemala,

CONSIDERANDO:

Que he asesorado y firmado el trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento; y siendo que a mi criterio dicho documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académico a quien formuló el mismo.

PORTANTO:

Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativa aplicable,

ACUERDA:

Emitir el Acuerdo de Aprobación Preliminar de Trabajo de Graduación, de la manera siguiente:

1. Aprobar en forma preliminar el trabajo graduación denominado: "PROPUESTA DE PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA PERSONAL OPERATIVO DE CALDERA DE ALTA PRESIÓN EN INGENIO PALO GORDO, SAN ANTONIO SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA", formulado por: José Alberto Turcios González, titular del carné: 11-018-0794, inscrito en la Facultad de Ingeniería, de ésta Universidad.
2. Trasladar el expediente al Experto Metodólogo designado para que le confiera la calificación que de acuerdo a los criterios técnicos considere conveniente.
3. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 19 de agosto de 2020.

MSc. Daniel Humberto González Pereira
Metodólogo





UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA

F-18-06-2018-01
Universidad Rural de Guatemala
Programa de Graduación
Carta de aprobación
Asesora General Metodológica
Guatemala, 10 de octubre de 2019

Asunto: Aprobación del informe final
de graduación y solicitud de conformación
de Tribunal Examinador.

Señor Coordinador General:

Tengo a honra dirigirme a usted, con la finalidad de informarle que, como Asesora General Metodológica del trabajo denominado: "Propuesta de Programa de capacitación para personal operativo de caldera de Alta Presión en Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez, Guatemala.", a cargo de los estudiantes; José Alberto Turcios Gonzalez. Carné: 11-018-0794; pertenecientes al grupo: M-0022-2019; apruebo el informe final de graduación y solicito que se integre El Tribunal Examinador de esta tesis.

Me valgo de la ocasión para presentarle a usted, muestras distinguidas de mi consideración y estima.

Licda. M.A. Sonia Leticia Caal Chiquin
Asesora General Metodológica

C.C. Archivo personal

Sonia Leticia Caal Ch.
Economista
Colegiado 13.911

Señor
Coordinador General
Programa de Graduación
Universidad Rural de Guatemala
Presente

<http://www.urural.edu.gt/>
Guatemala C.A.

Escaneado con CamScanner

DEDICATORIA.

A DIOS: Por su bendición y permitir culminar este paso en la vida.

A MI ESPOSA: Julia concepción Santo Ramírez, que con su amor, apoyo y comprensión logramos juntos este éxito.

A MI HIJO: Jose Luis Turcios Santos, por ser mi inspiración y motor de mi vida.

A MIS PADRES: Roberto Turcios y Cristina González, por los buenos consejos y su amor incondicional; este fruto también es por y para ustedes.

A MIS AMIGOS: De quienes obtuve apoyo en todo momento; son parte muy importante en cada etapa de mi vida.

A PERSONAL DOCENTE: Gracias a la dedicación y esfuerzo que impartieron durante mis estudios universitarios, gran parte de los conocimientos que hoy poseo, me hacen tomar decisiones como Profesional.

ESPECIAL AGRADECIMIENTO A: Universidad Rural de Guatemala, por ser una casa de estudios de formación profesional, comprometido con la educación de Guatemala y los Recurso Naturales Renovables.

Índice general

No.	Contenido	Página
	Presentación	
	Prólogo	
I.	INTRODUCCIÓN.....	01
I.1.	Planteamiento del problema.....	02
I.2.	Hipótesis.....	03
I.3.	Objetivos.....	03
I.3.1	Objetivo general.....	04
I.3.2	Objetivo específico.....	04
I.4.	Justificación.....	04
I.5.	Metodología	05
I.5.1	Métodos.....	05
I.5.2	Técnicas.....	07
II.	MARCO TEÓRICO.....	10
II.1.	Aspectos doctrinarios.....	10
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	57
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
IV.1	Conclusiones.....	67
IV.2	Recomendaciones.....	68
	Bibliografías	
	Anexos	

Índice de Imágenes

No.	Contenido	Página
1	Turbina de vapor.....	18
2	Ciclo Rankine.....	20
3	Calderas de combustión en pila y semi suspendida.....	24
4	Caldera Mono drum.....	25
5	Efecto de la velocidad en la fluidización.....	26
6	Hidrocarburos.....	34
7	Formula estructural del exagono.....	35
8	Esquema basico de desmineralización.....	37
9	Bloques de una planta tratamiento de agua, desalación por evaporación y desmineralización.....	38
10	Grafica costos producción.....	42
11	Grafica de Costo y utilidad perdida por año.....	43
12	Generalidades del funcionamiento Termoelectrica.....	52
13	Localización de la Termoelectrica.....	53

Índice de Organigrama

No.	Contenido	Página
1	Operaciones de la Termoeléctrica.....	51
2	Pirámide de Kelsen.....	54

Índice de cuadros

No.	Contenido	Página
1	Existen pérdidas económicas por la termoeléctrica en la compañía.....	58
2	Las pérdidas económicas por la termoeléctrica afectan la solides de empresa.....	59
3	Las pérdidas económicas por termoeléctrica afectan a los colaboradores.....	60
4	Las pérdidas económicas por la termoeléctrica ponen en riesgo la situación laboral de los colaboradores.....	61
5	Las pérdidas económicas por la termoeléctrica se pueden eliminar estandarizando los procedimientos en calderas.....	62
6	Es de su conocimiento la falta de un manual de procedimiento para la operación de una caldera de alta presión.....	63
7	Sabe usted si los procedimientos para operar la caldera de alta presión están estandarizados para su ejecución.....	64
8	Cree usted que un manual de procedimientos evitaría paros y demoras en arranque.....	65
9	Cree usted necesaria la implementación de un manual de procedimientos para la operación de una caldera alta presión.....	66

Índice de graficas

No.	Contenido	Página
1	Existen pérdidas económicas por la termoeléctrica en la compañía.....	58
2	Las pérdidas económicas por la termoeléctrica afectan la solides de empresa.....	59
3	Las pérdidas económicas por termoeléctrica afectan a los colaboradores.....	60
4	Las pérdidas económicas por la termoeléctrica ponen en riesgo la situación laboral de los colaboradores.....	61
5	Las pérdidas económicas por la termoeléctrica se pueden eliminar estandarizando los procedimientos en calderas.....	62
6	Es de su conocimiento la falta de un manual de procedimiento para la operación de una caldera de alta presión.....	63
7	Sabe usted si los procedimientos para operar la caldera de alta presión están estandarizados para su ejecución.....	64
8	Cree usted que un manual de procedimientos evitaría paros y demoras en arranque.....	65
9	Cree usted necesaria la implementación de un manual de procedimientos para la operación de una caldera alta presión.....	66

Índice de anexos

No.	Contenido	Página
1	Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.....	1
2	Medios para solucionar la problemática	3
3	Boleta de investigación para comprobación del efecto general.	4
4	Boleta de investigación para comprobación de la causa.....	5
5	Boleta de investigación para comprobación del problema.....	6
6	Cálculo de la muestra.....	7
7	Cálculo de la correlación.....	7
8	Anexo metodológico de la proyección lineal.....	9
9	Diagnóstico de la problemática.....	12

Prólogo

Para incrementar los ingresos en Termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez, Guatemala, se necesita transformar de forma positiva la electricidad segura, eficiente, fiable a medida que surjan soluciones energéticas más sostenibles, inteligentes y personalizables, se abrirán oportunidades de crecimiento económico y la calidad de vida para el personal operativo que labora en la caldera.

En ese sentido generalmente en el Ingenio Palo Gordo azucarero la generación de vapor representa el proceso donde se inician las transformaciones y transferencia de la energía, y por lo tanto los conceptos vertidos sobre el proceso de generación eléctrica y una adecuada capacitación para el manejo de las operaciones.

Es necesario implementar y dotar de herramientas específicas que contenga alternativas de solución a los problemas suscitados por las pérdidas económicas del ingenio, a efecto de lograr los objetivos y alcanzar la sostenibilidad financiera, propuesta en la presente investigación que será de utilidad para los estudiantes y otras empresas que lo requieran consultar.

Presentación

En cumplimiento a lo estipulado por la Universidad Rural de Guatemala, previo a su graduación de los títulos como Ingeniero Industrial, y el grado académico de Magister en Proyectos con énfasis en Investigación, se elaboró el trabajo denominado “Propuesta de Programa de capacitación para personal operativo de caldera alta presión en Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez Guatemala”. Por lo consiguiente el desarrollo se realizó de manera adecuada a través de la síntesis de sus causas, sus efectos y posibles soluciones para que asegure el cumplimiento de los objetivos en bienestar de la empresa y los empleados del Ingenio Palo Gordo.

I. INTRODUCCIÓN

Este estudio se presenta como uno de los principales requisitos establecidos por la Universidad Rural de Guatemala, previo a graduación de los títulos como Ingeniero Industrial en el grado académico de Magister en Proyecto con énfasis en Investigación, para lo cual se desarrolló el “Propuesta de Programa de capacitación para personal operativo de caldera alta presión en Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez Guatemala”.

Es importante mencionar que primeramente se identificó la problemática existente, la cual consiste en la falta de conocimiento del manejo y operación que realiza el personal operativo de caldera Alta Presión en el Ingenio Palo Gordo, y debido a ello se encuentra generando pérdidas económicas durante los últimos 5 años.

Al haber terminado el trabajo de graduación, se comprobó la hipótesis: “Las pérdidas económicas por Termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez Guatemala, en los últimos 5 años es debido al desconocimiento del manejo y operación caldera de Alta Presión”. El informe final de graduación o tesis está integrado de la siguiente forma: Tomo I, estructurado por Prólogo y Presentación, además los siguientes capítulos:

I: Compuesto por: Introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivo general y objetivos específicos, justificación, metodología conformada por métodos y técnicas tanto para la formulación como para la comprobación de la hipótesis.

II: Compuesto por: Marco teórico, que comprende aspectos conceptuales formados por aspectos doctrinarios y legales.

III: Compuesto por: Comprobación de la hipótesis. Formado por cuadros y gráficas de los resultados obtenidos de las encuestas relacionadas a la variable dependiente “Y” e independiente “X” con su respectivo análisis.

IV: Compuesto por: Conclusiones y recomendaciones, luego bibliografía y anexos principales.

Tomo II, estructurado por prólogo y presentación además de los siguientes capítulos:

I: Resumen que describe brevemente de que se trata el trabajo de investigación.

II: Conclusiones, recomendaciones y anexos donde se describe el desarrollo de actividades.

La propuesta la conforman tres resultados que se detalla a continuación:

Resultado uno: Establece Propuesta de programa capacitación para personal operativo y Manual de procedimiento técnico. Mientras que el resultado dos: Se encuentra definido a través de las políticas, Talleres Actualizaciones Técnicas. Y por último se encuentra el resultado tres: En donde se fortalece la unidad ejecutora en la operación de caldera para el personal que labora en el Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez Guatemala. Por tanto, los tres resultados juntos forman la propuesta para proporcionar una solución integral al problema. Este estudio se realizó durante el mes de febrero a diciembre del año dos mil diecinueve.

1.1 Planteamiento del problema

Las múltiples operaciones que desarrolla el personal que labora en la Caldera de alta presión en Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez Guatemala, y las exigencias técnicas y prácticas que se deben cumplir, en la actualidad no se ajustan a la realidad debido al desconocimiento que desafortunadamente existe en el personal que opera la caldera. El bajo rendimiento de su trabajo tiende a que cometan errores lo cual se traduce en pérdidas económicas para el Ingenio Palo Gordo durante los últimos 5 años.

En virtud de lo anterior el Ingenio Palo Gordo, no reúne las garantías en cuanto a solidez, seguridad, economía, funcionamiento y personal acreditado que responda a las necesidades de la empresa.

Es por ello por lo que como profesional mediante este proyecto de investigación, buscó encarar los problemas y adecuar la industria del Ingenio Palo Gordo, por lo que requieren soluciones eficientes y de alta calidad. Por lo consiguiente a través de capacitaciones el personal realizará buenas prácticas y será líder en la industria en las operaciones de la caldera de vapor para la generación de energía eléctrica con eficiencia.

En ese contexto nos encontramos con un desafío que es inevitable para la empresa y para mantenerse al día con los estándares de la industria, en la presente investigación se pretende solucionar mediante programas de capacitación para el personal operativo en donde se enumerará una serie de recomendaciones que permita incrementar los ingresos financieros mediante el uso adecuado en Termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez Guatemala.

1.2 Hipótesis

“Las pérdidas económicas por Termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez, Guatemala, en los últimos 5 años, por el paro de caldera de alta presión y proceso de generación de energía eléctrica, es debido al desconocimiento del manejo y operación de ésta”.

¿Es el desconocimiento del manejo y operación de la caldera de alta presión por el paro de ésta y proceso de generación de energía eléctrica, la causante de las pérdidas económicas en la termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez, Guatemala, ¿en los últimos 5 años?

1.3 Objetivos

Con la finalidad de poder darle una solución a la problemática estudiada y contribuir a la solución de los problemas encontrados, se trazaron los siguientes objetivos:

1.3.1 Objetivo general

Incrementar los ingresos en Termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez Guatemala.

1.3.2 Objetivo específico

Funcionamiento eficiente de caldera de alta presión y proceso de generación energía eléctrica.

1.4 Justificación

Ante la falta de conocimiento en el personal que labora en el Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez Guatemala, se ha traducido en pérdidas económicas durante los últimos 5 años para el Ingenio, es por ello por lo que surge la necesidad de implementar medidas que puedan lograr la eficiencia y eficacia en la operación de calderas para la generación de energía eléctrica.

Por lo consiguiente la capacitación para los trabajadores se presenta como una excelente oportunidad para ampliar la base de conocimientos de todos. Muchos empleadores actualmente consideran que las oportunidades de desarrollo son caras. Además, aducen que los empleados que asisten a las sesiones de capacitación también pierden tiempo de trabajo, lo que puede demorar la finalización de los proyectos.

Sin embargo, el autor de la presente investigación considera de vital importancia las capacitaciones para que el personal desarrolle con eficiencia las actividades operacionales en la caldera de alta presión, dándole utilidad a los procedimientos técnicos, para garantizar el objetivo trazado e incrementar los ingresos económicos en la termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez, Guatemala.

1.5. Metodología

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se utilizaron diversos métodos y técnicas. Asimismo, para la formulación de la hipótesis y comprobación de esta.

Por tanto, a continuación, se detallan lo siguiente:

I.5.1 Métodos

Los métodos aplicados para la recolección de información y el procesamiento de los datos establecidos mediante los procedimientos utilizados, se empleó el método científico y el método del marco lógico. Por tanto, la forma del empleo de los métodos citados se describe a continuación:

I.5.1.1 Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis

Método científico

Para la formulación de la hipótesis fue fundamental observar este método el cual está integrado por juicios o razones independientes de la falta de conocimiento de los trabajadores del Ingenio Palo Gordo, el cual permitió al investigador; asociar conceptos con leyes lógicas, generar nuevos conceptos y ordenarlos para tratar en su conjunto este problema.

Método marco lógico

A través del análisis realizado, se alcanzó un conocimiento más claro de los problemas de la falta capacitación que implica la incorrecta operación y mantenimiento de la caldera se encuentra ante un riesgo por fallos, incidentes y accidentes durante el proceso de generación eléctrica para el Ingenio Palo Gordo.

I.5.1.2 Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis

Método científico

Para la comprobación de la hipótesis se observó la falta de capacitación del personal que opera en las calderas y las exigencias técnicas y prácticas que se deben cumplir, en la actualidad no se ajustan a la realidad debido al desconocimiento que desafortunadamente existe. Lo cual se traduce en pérdidas económicas.

Para ello se experimentó realizando un censo a personal involucrado en la operación de caldera alta presión. Utilizando variable dependiente y la variable independiente, así como cuadro y graficas obtenidas en el trabajo de campo realizado.

Se concluye que los datos obtenidos por medio de la investigación de campo muestran los factores que indican las deficiencias en la operación de caldera Alta presión en ingenio palo gordo, san Antonio Suchitepéquez, Guatemala

Método inductivo

Se estudian fenómenos particulares, que darán soluciones generales.

Con este método se obtuvieron los resultados de la problemática, se utilizó para realizar encuestas y para diseñar conclusiones, de esta forma poder llegar a la hipótesis planteada.

Social – contable

Se solicitó a la gerencia del Ingenio Palo Gordo los estados financieros de los años 2014 al 2018, y se realizó un análisis vertical y se estableció de los ingresos, que corresponden a la generación termoeléctricas que por definición, queman algún combustible, para observar cuales son los costos de generación de la electricidad por tipo, a efecto de comparar resultados e identificar oportunidades de capacitación en los trabajadores para tener base para orientar desde la planeación, la conveniencia de promover alguna tecnología de generación. Por lo consiguiente se detectó un déficit de ingresos, por concepto operatividad.

Matemático – Estadístico

Se realizó una encuesta a los integrantes de la junta directiva, se estableció el porcentaje de conocimiento, análisis e interpretación de información financiera, como herramienta fundamental para la administración, por lo mismo no hay planes de contingencia financiera.

I.5.2 Técnicas

I.5.2.1 Técnicas empleadas para la formulación y comprobación de la hipótesis

Las técnicas utilizadas para la realización de la formulación y comprobación de la hipótesis se detallan a continuación:

Observación directa

Por medio de esta técnica, se entró en contacto directo con las instalaciones, el personal, la junta directiva. Sin embargo, se observó la falta de capacitación del personal que opera en las calderas, el mantenimiento de la documentación apropiada a las instrucciones del ingenio, el control de las funciones del manómetro, válvulas de seguridad, las mediciones del nivel de agua, bombas de base y de respaldo, accesorios, equipos tecnológicos herméticos, así como el control de los parámetros del trabajo de las calderas, no se lleva un registro organizado.

Lluvia de ideas

El uso de esta técnica de grupo proporciona principalmente la obtención de ideas sobre el tema objeto de estudio, enfocada en la mejora de la calidad profesional de los operadores de la caldera para que tome medidas de seguridad de prevención sobre las lesiones causadas por tocar accidentalmente el parte que son eléctricas, es decir, por golpe eléctrico, así como para familiarizar a los estudiantes con el peligro de incendio, ruido y vibraciones. Así mismo asegurarse de que las habilidades y el conocimiento de los trabajadores estén actualizados para hacer crecer el negocio y aumentar su competitividad del Ingenio Palo Gordo.

Entrevista

En esta técnica se entrevistó, principalmente a los trabajadores que operan la caldera y a los integrantes de la junta directiva, se estableció el nivel de conocimiento con relación a la operación de la caldera y la administración financiera del ingenio.

Cuestionario

Se realizó un cuestionario, al área financiera, Coordinadores de personal operativo y personal operativo de la caldera, el cual midió el nivel de conocimiento científico de la operación de la caldera y la administración financiera, para que se estableciera, si cuentan con planes de capacitación, por tanto, se estableció que se carece del mismo.

Investigación documental

La investigación documental se realizó por medio de los instrumentos con que cuenta el Ingenio Palo Gordo.

Así misma información recolectada a través de libros, revistas y otras experiencias desarrolladas a través de documentos de operación de calderas, que fueron importantes para detectar las deficiencias producidas en la superficie de transferencia de calor que dejarán en la caldera ligeramente sobrecalentada o se enfriarán a la temperatura de saturación del agua a medida que se eleva a través del agua. En condiciones normales, las burbujas de vapor tienden a enfriarse a la temperatura de saturación a medida que se elevan a través del agua.

El problema de la supresión de la velocidad de producción de vapor. La adición de una gran cantidad de agua más fría reduce la producción de vapor hasta que el agua alcanza la temperatura de saturación. Dado que la alimentación modulada agrega agua a una tasa muy baja en comparación con una alimentación de encendido y apagado, el agua en la caldera permanecerá relativamente isotérmica y no se formará ninguna nube.

En ese mismo orden de ideas el establecimiento de los controles y procedimientos desarrollados para la operación de la caldera de generación de energía eléctrica, para el efecto de determinar las pérdidas económicas se solicitaron los estados financieros históricos, conciliaciones bancarias, estados de cuenta bancarios, actas de constitución, recibos de caja movimientos contables de las cuentas principales, listado de usuarios, listado de cuotas establecidas, organigrama de la Gerencia.

II. MARCO TEÓRICO

Para la elaboración del contexto de investigación ha requerido realizado consultas y utilización de diversos instrumentos para fundamentar el marco teórico con todos los temas relacionados al programa de capacitación, propuesto para el personal que opera la caldera de alta presión en el Ingenio Palo Gordo de San Antonio Suchitepéquez, Guatemala y en ese sentido se desarrolla lo siguiente:

2.1 Aspectos conceptuales

2.1.1 Aspectos doctrinarios

Los aspectos doctrinarios incluyen los aspectos legales. Los cuales comprenden: Sistema de vapor, calderas, tipos de caldera, clasificación, componentes, accesorios, controles de las calderas y definición operacional de las calderas. Así como Leyes nacionales y Leyes internacionales.

2.1.2 Termoeléctricas

Las centrales termoeléctricas usan como fuente de energía el calor para la generación eléctrica, esta energía térmica la pueden obtener de variados combustibles, los más comunes en el mercado de generación mexicanos son gas natural, carbón, combustóleo y diésel. Cada uno de estos combustibles requiere de una configuración diferente de los equipos para la quema y el aprovechamiento del recurso. (Diésel , 2016)

Las termoeléctricas son la tecnología más estudiada hasta la fecha para generación, por lo que el recurso energético es usado de la mejor manera posible.

Las plantas termoeléctricas pueden usar diferentes ciclos termodinámicos como lo son el ciclo Rankine, también conocido como de vapor convencional; el ciclo Brayton, que corresponde a turbinas de gas; el ciclo Diésel, que corresponde a

motores de combustión interna y que usa combustibles líquidos, principalmente aceites de grado medio; y el ciclo. (Diésel , 2016)

¿Qué es una planta termoeléctrica?

Una central termoeléctrica es una instalación que está destinada a la generación de energía eléctrica a partir de la combinación o uso de combustibles fósiles como petróleo, gas natural, carbón y núcleos de uranio.

Ayala Cárdenas, (2019) sostiene que cuando éstos se calientan a partir del vapor formado al hervir el agua en una caldera producen energía eléctrica y liberan dióxido de carbono a la atmósfera, lo cual lamentablemente crea un efecto invernadero dañino para el medio ambiente, en especial cuando hablamos de centrales termoeléctricas convencionales que utilizan carbón como combustible principal, ya que existe una alta emisión de partículas y ácidos de azufre que contaminan la atmósfera.

Estos sitios se componen principalmente de una caldera y una turbina que mueve el generador eléctrico. La caldera es la parte fundamental pues en ella se produce la combustión del carbón, fuelóleo o gas. Existen dos tipos de centrales termoeléctricas: la de ciclo convencional y las de ciclo combinado. La primera usa para su funcionamiento combustión del carbón, petróleo (aceite) o gas natural. En el caso de la segunda se utiliza gas natural, gasóleo o incluso carbón preparado como combustible para alimentar una turbina de gas.

2.1.3 Tipos de caldera

Hay varios tipos de calderas, y para conocer se mencionan las siguientes:

2.1.3.1 En parrillas

Se trata de la tecnología mas acreditada dentro del sector de las calderas. Gracias a su amplia experiencia operacional en otros sectores, se consiguen altos niveles de eficiencia y fiabilidad y bajos niveles de emisiones y costos de mantenimiento. (Linares Jiménez, 2018)

2.1.3.2 Turbinas de gas

Los principales elementos de la turbina de gas son cinco: la admisión de aire, el compresor, la cámara de combustión, la turbina de expansión y el rotor. A continuación, se detallan las principales características de cada uno de estos elementos.

2.1.3.3 Admisión de aire

El sistema de admisión de aire consta de todos los elementos necesarios para que el aire entre en la turbina en las condiciones más adecuadas de presión, temperatura y limpieza. Para ello cuenta con filtros de varios tipos, que se encargarán de eliminar la suciedad que pueda arrastrar el aire; y de una serie de sistemas que acondicionarán la temperatura para facilitar que entre a la turbina la mayor cantidad posible de masa de aire. (Iturriaga de Pablo, 2014, Pág.11)

2.1.3.4 Compresor de aire

La función del compresor es elevar la presión del aire de combustión (una vez filtrado) antes que entre en la cámara de combustión, en una relación que varía según la turbina pero que normalmente está comprendida entre 10:1 y 40:1. Esta compresión se realiza en varias etapas y consume aproximadamente las 2/3 partes del trabajo producido por la turbina.

El control de la entrada de aire para la combustión se realiza variando el ángulo de inclinación de las ruedas iniciales de álabes del compresor. A mayor ángulo, mayor cantidad de aire de entrada al compresor, y, por tanto, a la turbina. Este método se usa para mejorar el comportamiento a carga parcial de la turbina de gas, como se verá más adelante.

Una parte del aire del compresor se utiliza para refrigeración de álabes y de la cámara de combustión, de forma que aproximadamente un 50% de la masa de aire es usado para este fin.

2.1.3.5 Cámara de combustión

En ella tiene lugar la combustión a presión constante del gas combustible junto con el aire. Esta combustión a presión obliga a que el combustible sea introducido a un nivel de presión adecuado, que oscila entre 16 y 50 bar.

Debido a las altas temperaturas que pueden alcanzarse en la combustión y para no reducir demasiado la vida útil de los elementos componentes de la cámara, se trabaja con un exceso de aire alto, utilizando del 300 al 400% del aire teórico necesario, con lo que se consigue por un lado reducir la temperatura de llama y por otro refrigerar las partes más calientes de la cámara. Parte del aire que procede del compresor, se dirige directamente hacia las paredes de la cámara de combustión para mantener su temperatura en valores convenientemente bajos.

Otra parte se hace circular por el interior de los álabes de la turbina, saliendo por orificios en los bordes que crean una película sobre la superficie de los álabes. (Iturriaga de Pablo, 2014, Pág. 11)

2.1.3.6 Turbina de expansión

En la turbina es donde tiene lugar la conversión de la energía contenida en los gases de combustión, en forma de presión y temperatura elevada (entalpía), a potencia mecánica (en forma de rotación de un eje). Como se ha indicado antes, una parte importante de esta potencia es absorbida directamente por el compresor.

Los gases, que entran a la turbina a una temperatura de 1200-1400°C y una presión de 10 a 30 bar., salen a unos 450-600°C. Esa alta temperatura hace que la energía que contienen pueda ser aprovechada bien para mejorar el rendimiento de la turbina (con un sistema conocido como REGENERACIÓN, que consiste en utilizar estos gases para calentar adicionalmente la mezcla en la cámara de combustión) o bien, como es más habitual, para generar vapor en una caldera de recuperación. (Iturriaga de Pablo, 2014, Pág. 11)

2.1.4 El ciclo de las turbinas de vapor

Los antecedentes de las turbinas de vapor, tal y como las conocemos hoy día, se remontan al siglo XIX con las turbinas de Laval (1883, primera turbina de acción) y Parson (1884, primera turbina de reacción de varios escalonamientos). (Blanco Fernandez, 2008, Pág. 96)

El ciclo de turbinas de vapor corresponde al ciclo de Rankine y es la aplicación tecnológica del ciclo de Carnot para el caso de que el fluido motor sea un fluido condensable y durante su evolución se produzcan cambios de fase. De forma simplificada, y para el ciclo básico, la evolución del fluido sigue las siguientes etapas:

- 1) Una etapa de expansión del fluido en fase vapor, realizada en una máquina térmica denominada turbina de vapor y lo más isentrópica posible.

- 2) A la salida de la turbina de vapor, una cesión de calor residual del vapor a presión constante en un dispositivo llamado condensador. En este dispositivo se realiza la condensación total del mismo y su paso a fase líquida.

2.1.5 Máquinas de combustión

Son aquellos motores que transforman la energía calórica a energía mecánica, a través del proceso de combustión. La diferencia es que este proceso se lleva a cabo en la parte externa de la máquina, no en el cilindro o la turbina.

Generalmente, este proceso se realiza en una caldera, donde se calienta el agua y estando en forma de vapor ejerce la función de fluido activo.

Esta sustancia acciona los pistones, en el caso de un motor alternativo, o los alabes de la turbina, cuando es un motor rotativo. En los motores de combustión externa se puede utilizar el gas para que actúe como fluido de trabajo. (Menna, 2018)

2.1.6 Partes de un motor de combustión externa

Cilindro: Su función consta en proporcionar alojamiento al pistón para que pueda actuar dentro de él. Se divide en cabeza, cuerpo, aletas de refrigeración, lumbreras, válvulas y bujías.

Pistón: Esta pieza es un cilindro que tiene forma de buzo con ranuras para anillos y un orificio con un pasador que lo sujeta a la biela. Sus partes son: Cabeza, falda, anillos, ranura para anillos, orificios para el pasador, refuerzo del orificio, bulón y aletas de refrigeración. (Menna, 2018)

Válvula: Cuenta con varios tipos de válvula: La Tulipán plana, válvula de admisión, tulipán cóncavo, válvula de escape y válvula de admisión hongo.

Biela: Esta pieza es fabricada en acero por las dos funciones que ejerce que son: La unión del cigüeñal y el pistón y transferir el movimiento del pistón al cigüeñal, convirtiéndolo en rotativo.

Cigüeñal: Recibe el movimiento rotativo de la biela. Sus partes son: Muñón, eje, flanco, contrapeso, prolongación y amortiguadores dinámicos

Cojinetes: Se le llama así a la superficie que soporta a otra y puede generar fricción. Existen tres tipos: Los sencillos, los de rodillos y los de esferas.

¿Cómo funciona un motor de combustión externa?

1. Combustión: Es el proceso donde el aire se expande ante el aumento de la temperatura y procede elevar la presión.
2. Expansión: Una vez que sube la presión, se activa el pistón hacia arriba y este movimiento del pistón arrastra la manivela. La energía depositada en la rueda hace que la manivela gire.
3. Refrigeración: Es cuando el aire se traslada al espacio frío de la máquina, disminuyendo la presión.
4. Contracción: En este último paso el aire se contrae, lo que hace que el pistón se eleve.

¿Qué tipos de máquinas tienen combustión externa?

Cabe destacar que en las máquinas que tienen este tipo de combustión es más complejo el proceso de quemado debido a que el comburente y el combustible se unen en una zona específica del motor, que contiene la fuente de ignición. (Menna, 2018)

Estas máquinas presentan un inconveniente: Requieren de una superficie de intercambio, ya que el fluido de calor y el de potencia no son el mismo.

Las máquinas que emplean este sistema son:

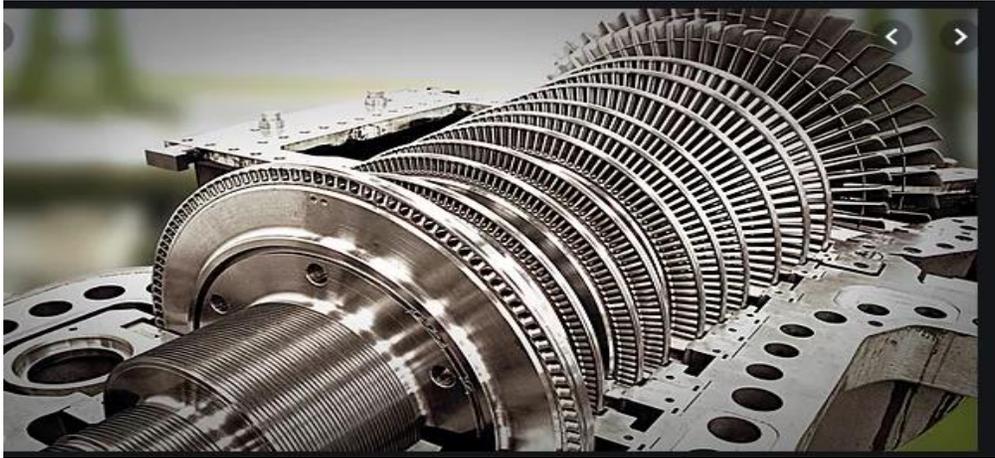
Motores de vapor: Se caracterizan porque utilizan agua como fluido, tanto en estado líquido como gaseoso. De la bomba proviene el agua que entra a la caldera en forma líquida, pero en alta presión, para luego en la caldera absorber el calor y hervir. No se detiene allí: el vapor saturado sigue calentándose. Puede llegar fácilmente hasta los 600 °C al pasar los cilindros que convierten la energía térmica en mecánica.

Motores de turbina de vapor: En estas máquinas el vapor pasa por una tobera, donde pierde o disminuye la presión, pero al mismo tiempo gana velocidad, ya que el flujo se direcciona tangencialmente sobre la turbina. Esta turbina gira por el conjunto de alabes que son los que absorben la energía de la corriente de vapor. (Menna, 2018)

Como son máquinas que no contienen cilindros o piezas que transformen el movimiento, son mucho más eficientes en rendimiento. Los buques propulsados y centrales eléctricos cuentan con este sistema de combustión externa. En la actualidad existen vehículos a los que se les está incorporando este tipo de motores, aunque su costo es muy elevado

Imagen No. 1

Turbina de vapor



Fuente: <https://www.google.com/imagen> Turbina vapor

2.1.7 Sistema de vapor

Los sistemas generadores de vapor, también conocidos como calderas, usados en la producción de vapor en los ciclos Rankine, las calderas o como en las plantas termoeléctricas que usan algún tipo de combustibles fósiles como fuente de energía, cuentan con los elementos necesarios para el aprovechamiento eficiente de la energía, la generación del vapor y el desecho de los gases producto de la combustión. (Sánchez Dimas , 2016, pág. 52)

Las calderas transmiten el calor de dos formas posibles: por radiación y convección. Esto depende del tipo del combustible que queme. Algunas son predominantemente conveccionales mientras otras transmiten energía calorífica por radiación, por lo cual el hogar debe tener medidas específicas.

El arreglo que tienen las calderas en una termoeléctrica depende del combustible que quema, el equipo de la caldera debe ser adecuado, estas diferencias son dadas por la naturaleza del combustible, dado que existen cenizas en las calderas que usan carbón, lo que dificulta el uso de estos combustibles, por lo cual una solución para el

manejo de la cenizas es que sean grandes y espaciadas para que exista una combustión completa aparte de que su flama es más brillante razón por la cual brinda energía calorífica por radiación.

Por otra parte, las calderas que queman gas natural, por la naturaleza del combustible, las cenizas son casi inexistentes y tiene una flama más opaca que el carbón por lo que la generación de calor que se produce en el hogar brinda energía por convección hacia el haz de tubos por las que pasa el agua para la generación de vapor. (Sánchez Dimas , 2016)

Sin embargo, los sistemas de vapor tienen hoy en día un uso muy extenso en aplicaciones diversas, tales como generación de energía mecánica y eléctrica, como agente calefactor en servicios comerciales e industriales, y como materia prima en determinados procesos entre otros. (Borroto Nordelo, 2007)

El generador de vapor está constituido por un conjunto de superficies de calentamiento y equipos, integrados en un esquema tecnológico para generar y entregar vapor en la cantidad, con los parámetros, calidad y en el momento requerido por los equipos de uso final, en forma continua y operación económica y segura, a partir de la energía liberada en la combustión de un combustible orgánico. (Borroto Nordelo, 2007)

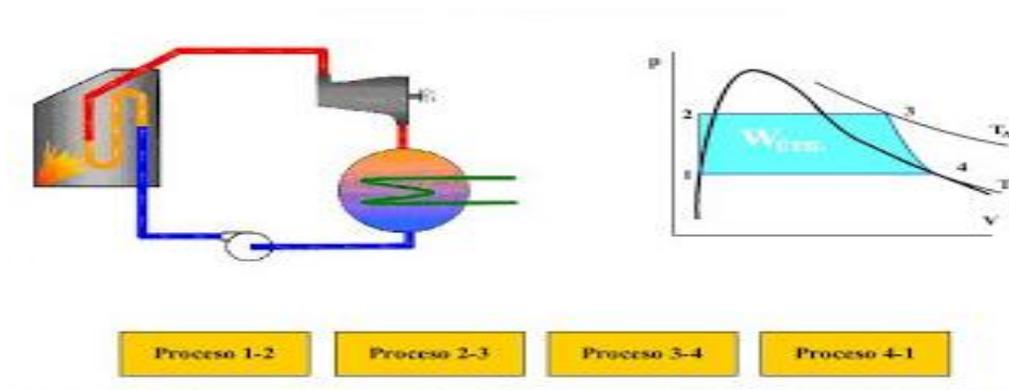
Debido a las amplias aplicaciones que tiene el vapor, principalmente de agua, las calderas son muy utilizadas en la industria para generarlo para aplicaciones como:

- a) Esterilización (tindalización), es común encontrar calderas en los hospitales, las cuales generan vapor para esterilizar los instrumentos médicos, también en los comedores con capacidad industrial se genera vapor para esterilizar los cubiertos.
- b) Calentar otros fluidos, por ejemplo, en la industria petrolera se calienta a los petróleos pesados para mejorar su fluidez y el vapor es muy utilizado.

- c) Generar electricidad a través de un ciclo Rankine. Las calderas son parte fundamental de las centrales termoeléctricas.

Imagen No. 2

Ciclo Rankine



Fuente: <https://www.google.com/imagen> Ciclo Rankine.

2.1.8 Caldera

Para Abarca Bahamondes, (2019) la caldera es un recipiente metálico, cerrado, destinado a producir vapor o calentar agua, mediante la acción del calor a una temperatura superior a la del ambiente y presión mayor que la atmosférica.

Sin embargo, Parvez, (2017) semana que una caldera de vapor es un recipiente cerrado, generalmente hecho de acero, en el que el agua es calentada por alguna fuente de calor producida por la combustión del combustible y, en última instancia, para generar vapor.

El vapor producido puede suministrarse a baja presión para trabajos de procesos industriales en fábricas de algodón, industrias azucareras, etc. y para producir agua caliente que se puede usar para instalaciones de calefacción a muy baja presión.

Lógicamente, una caldera de vapor debe tener una capacidad mínima de 10 litros de agua y su presión de trabajo mínima debe ser de 3,4 Kgf / cm. equipo es el gas formado cuando el agua pasa del estado líquido al estado gaseoso.

Pérez Garay, (1989) menciona que la caldera “es la instalación donde se libera mediante la combustión la energía de un combustible y se transfiere al agua convirtiéndola en vapor de la calidad y con los parámetros requeridos para su uso, todo ello con la mayor eficiencia y seguridad posibles”.

Nordelo, A., (2000) indica que las calderas son el “conjunto de equipos y agregados auxiliares, integrados en un esquema tecnológico con el objetivo de producir vapor a partir de agua de alimentación, para lo cual utilizan energía proveniente de una fuente”.

2.1.9 Clasificación de las calderas

El Doctor Mhd Parvez clasifica las calderas desde el punto de vista del sujeto: 1. Calderas horizontales, verticales e inclinadas 2. Calderas estacionarias, portátiles y marinas 3. Calderas de tubos de agua y tubos de fuego 4. Calderas de un solo tubo y de múltiples tubos. 5. Calderas de combustión interna y externa. 6. Calderas de circulación natural y circulación forzada. 7. Fuente de calor (combustible sólido, líquido y combustible gaseoso, energía eléctrica y nuclear). 8. Presión baja, presión media y calderas de alta presión. (Alderetes, 2016, Pág. 111)

Sin embargo, existen muchos criterios para clasificar estas calderas, pero en función del desarrollo que estos equipos tuvieron en los últimos años, impulsados por los nuevos negocios que presenta la cogeneración y el aprovechamiento de la biomasa, podemos intentar una clasificación en función del tipo de diseño y condiciones operativas hoy imperantes en la industria azucarera. Estos criterios de clasificación

son:

1. Basada en la tecnología de combustión

- a) Calderas convencionales con combustión suspendida o semi suspendida sobre grillas horizontales o inclinadas, fijas o móviles
- b) Calderas de lecho fluidizado tipo BFBC o CFBC

2. Basada en la producción de vapor

- a) Baja capacidad– $Gv \leq 100$ ton / h
- b) Media capacidad – $250 \geq Gv \geq 150$ ton / h
- c) Alta capacidad – $400 \geq Gv \geq 250$ ton / h

3. Basada en la presión de trabajo

- a) Baja presión – $pt < 25$ bar
- b) Media presión – $70 \geq pt \geq 30$
- c) Alta presión – $150 \geq pt \geq 80$

4. Basada en la forma de soporte

- a) Colgante
- b) Soportada en la base (bottom supported)

5. Basada en la separación agua-vapor

- a) Un sólo domo – (sencillo drum)
- b) Dos domos (doble drum o bi-drum)

2.1.9.1 Calderas de diseño tradicional

La mayoría de los generadores de vapor instalados en la industria azucarera corresponden a los diseños mostrados en la figura N°2, vigentes entre los años 50-80, cuyas presiones de trabajo / temperatura de vapor y capacidad están entre los rangos de [12-25 bar], [250-350°C] y entre [30-100 ton/ h] respectivamente y que podían tener dos o tres domos superiores. (Alderetes, 2016, Pág. 112)

En el inicio, estos diseños contaban con hornos Ward o de herradura para el quemado en pila y fueron reemplazado por calderas de hogar con grillas, alimentación de bagazo con esparcidores mecánicos (spreader stocker) y paredes de agua.

Con estos cambios se consiguió, por un lado, reducir las altas temperaturas en el hogar que originaban la fusión de las cenizas y la formación de escorias, y por el otro se consiguió aumentar la producción de vapor debido a la superficie de calefacción radiante.

El equilibrio térmico y las menores temperaturas en el hogar posibilitaron obtener cenizas secas, sin fusión y reducir el ataque y desgaste de los refractarios.

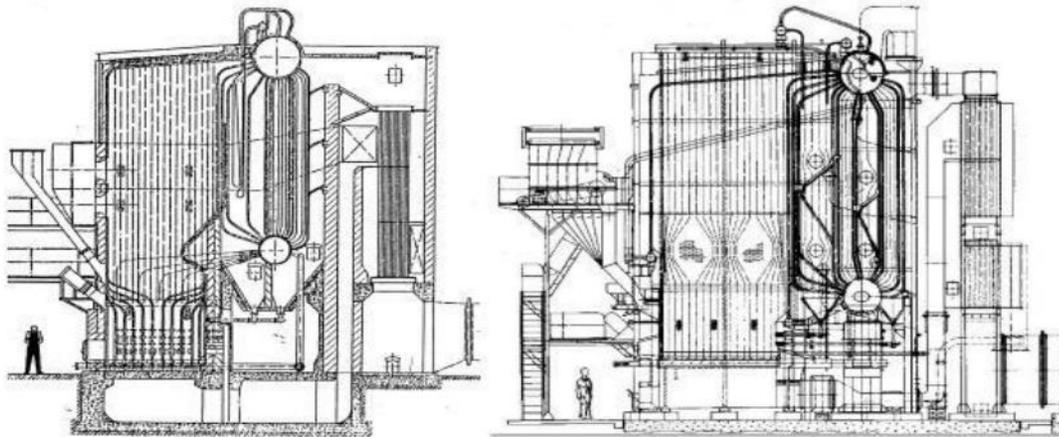
Esto hizo que las tareas de mantenimiento del horno se redujeran al facilitarse la limpieza y extracción de las cenizas y partículas no quemadas. Como equipos de recuperación de calor contaban con calentadores de aire general y ocasionalmente economizadores.

En este hogar, los esparcidores distribuyen de manera regular y continua el bagazo alimentado y se ubican a 60-80 cm sobre la grilla.

Con este sistema de alimentación era posible alimentar hasta una profundidad de 4,5-5 m. Con este valor y el ancho de la grilla limitada por razones constructivas, esta quedó restringida a una superficie máxima de 30 [m²]. Con la superficie de la grilla acotada, la cantidad de combustible posible de quemar sobre la misma quedó también limitada entre los [1000-1100 kg/h.m²].

Imagen No. 3

Calderas de combustión en pila y semi suspendida (Mellor Goodwin –
Dedini)



Fuente: (Alderetes, 2016, Pág. 113)

Este límite en la carga de la parrilla impuso también una restricción a la cantidad de calor liberado en el hogar y por ende a la cantidad de vapor generado. Con estas restricciones era posible llegar a una producción de 80 ton. Vapor/h. Este pareció ser el límite de capacidad en un momento dado.

La experiencia con estos equipos mostró que parte de las partículas eran quemadas antes de llegar a la grilla, es decir combustionaban en suspensión lo que reducía la carga de esta. Esta observación permitió avanzar hacia un nuevo concepto de combustión conocido como “quema en suspensión turbulenta” para lo cual fue necesario elevar los esparcidores a unos 3-4 m de la grilla. Con esta nueva disposición de los esparcidores se consiguió que las partículas finas sean arrastradas por los gases ascendentes de combustión, quemándose en suspensión, en tanto que las partículas más densas caen y queman sobre la grilla.

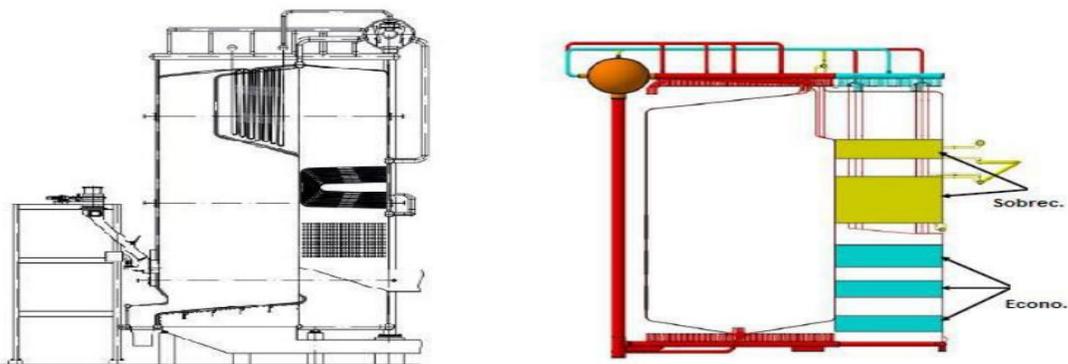
Existe una suerte de empuje aerodinámico sobre las partículas ejercidas por los gases que aumentan su retención en el hogar. Con la inyección de aire secundario se

consiguen condiciones de turbulencia que favorecen los procesos termocinéticos y el quemado de los finos.

2.1.9.2 Calderas de un solo domo (monodrum)

Dentro de los equipos de diseño moderno citamos a las calderas monodrum y las de lecho fluidizado, que, si bien son de reciente uso en la industria azucarera, estas tienen años de operación confiable en otras industrias.

Imagen No. 4
Caldera monodrum (Brumazi)



Fuente: (Alderetes, 2016, Pág. 115)

Estas calderas están especialmente diseñadas para operar en alta presión, en reemplazo de las de diseño de dos domos (bi-drum), en la cuales, bajo estas condiciones de operación, el espesor del domo resulta muy elevado (150 mm o más para 100 bar), presentando problemas en la fijación de los tubos por mandrilado.

2.1.9.3 Calderas de lecho fluidizado

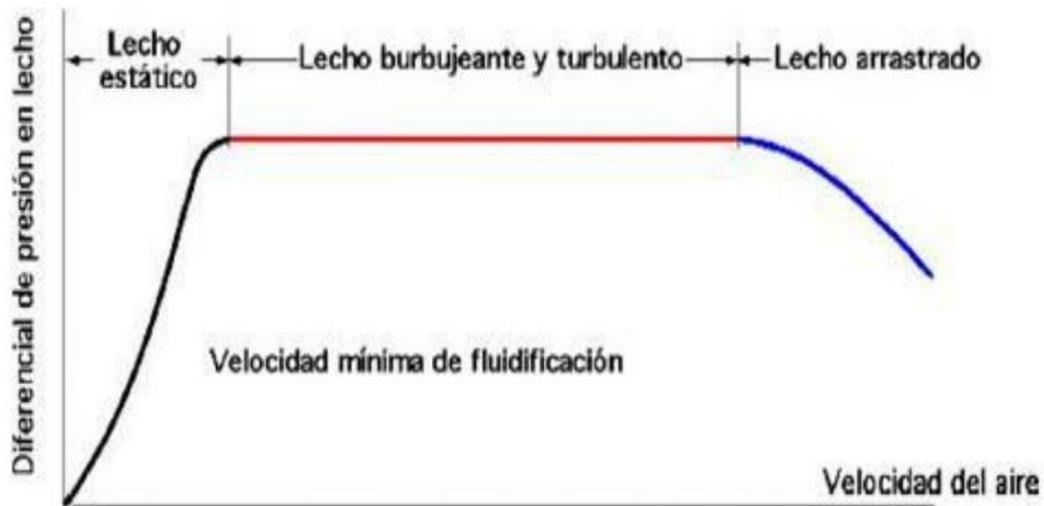
El último diseño de caldera incorporado es la de lecho fluidizado, que tiene larga experiencia en otras industrias usando biomasa o carbón como combustible.

Estas calderas representan lo más avanzado en cuanto a capacidad y eficiencia, pudiendo llegar a 400 ton/h a 80 -100 bar y 550-580°C, estando ya en operación en Brasil desde el año 2012 una media docena de unidades. (Alderetes, 2016, Pág. 117)

La combustión en lecho fluidizado (FBC – fluidized bed combustión) se refiere al proceso mediante el cual una capa de combustible descansando sobre una placa ranurada a través de la cual atraviesa un flujo de aire ascendente, es levantada progresivamente y mantenida en suspensión mientras se quema, comportándose esa mezcla sólido-aire como si fuera un fluido:

Imagen No. 5

Efecto de la velocidad en la fluidización



Fuente: (Alderetes, 2016, Pág 117)

Según a qué presión se lleve a cabo la combustión, existen dos tipos de lechos fluidizados:

1. Presión atmosférica

- a) lecho fluido burbujeante (BFB)
- b) lecho fluido circulante (CFB)
- c) Presión superior a la atmosférica
- d) lecho fluido presurizado (PFB)

Las calderas a bagazo con esta tecnología pertenecen al primer grupo, siendo la de lecho fluido burbujeante la más difundida (BFB), aunque las del tipo PFB es también muy usada con otras biomásas. La figura N°7 muestra las características de los distintos lechos Las calderas de lecho fluidizado se caracterizan por desarrollar la combustión a bajas temperaturas (760 – 870°C), lo que impide la formación de escorias y pueden operar de manera satisfactoria con biomasa de hasta 65% de humedad. Se caracterizan por una baja emisión de particulado y bajos niveles de NOx. (Alderetes, 2016, Pág. 118)

2.1.10 Componentes de la caldera

- a) Quemador: el quemador es el componente de la caldera que proporciona el calor que calienta el agua del sistema. Los combustibles utilizados pueden ser gas natural o petróleo.
- b) Intercambiador de calor: el intercambiador de calor de la caldera permite que el calor del quemador caliente el agua del sistema. El trabajo del intercambiador de calor es llevar el calor del quemador al agua sin tener contacto directo con el agua. Es una idea similar para hervir agua en una olla.
- c) Líneas de suministro: los sistemas de calefacción hidrónicos usan tuberías para entregar el agua caliente o el vapor a los puntos de distribución, y las líneas de suministro son las tuberías que distribuyen el agua caliente o el vapor al distribuidor.

- d) Líneas de retorno: cuando el agua se enfría, o el vapor se enfría y cambia de estado al agua, las líneas de retorno devuelven esta agua a la caldera para recalentarla.
- e) Cámara de combustión: la caja de combustión es donde el combustible del sistema se encuentra con el aire, creando una llama.
- f) Refractario: en realidad, se refiere a los materiales refractarios que se usan para llenar los huecos y / o aberturas que pueden estar alrededor de la caja de fuego, lo que ayuda a garantizar que el fuego permanezca en la caja de fuego.
- g) Bombas de circulación: las bombas de circulación impulsan el agua caliente o el vapor del sistema a los distribuidores de calor en nuestras casas.
- h) Desaireadores / Condensador: los tanques de desaireador y condensador solo se usan en sistemas de calderas de vapor y no en agua y aceite calientes porque aquí el líquido siempre está en forma líquida. La construcción de estos dos tipos de tanques es casi idéntica, pero como sugieren sus nombres, se utilizan para diferentes propósitos.

Se utilizan dos principios principales con esta forma de diseño de tanque: térmico y vacío. Esto depende de qué tipo de caldera se utiliza. Cada principio también tiene diferentes requisitos de construcción de la bomba.

2.1.11 Control operacional de caldera

El propósito de operar una caldera es lograr el control y funcionamiento seguro, confiabilidad y rendimiento optimizado con respecto a la respuesta al cambio de carga, el costo del combustible y las emisiones. Si bien los operadores pueden sentirse tentados a pensar que el ajuste periódico de las curvas de combustible a aire o las constantes de bucle de control conducirá a un rendimiento óptimo, la realidad es que la calidad de los dispositivos de campo de medición y actuación es la base para crear un control óptimo.

2.1.11.1 Nivel de tambor

El nivel del tambor es crítico para la seguridad y confiabilidad. Un control inadecuado del nivel del tambor puede provocar problemas de seguridad y daños al equipo. Los niveles altos pueden provocar un arrastre de agua que reduce la eficiencia de la transferencia de calor y posiblemente dañe los equipos posteriores, como las turbinas de vapor. Los niveles bajos exponen los tubos a calor excesivo, lo que provoca daños en el tubo y un apagado no planificado.

La medición del nivel del tambor no es tan simple como podría parecer. Los desafíos típicos incluyen la necesidad de equipos de alta presión y temperatura, el hecho de que la densidad y el dieléctrico (DC) del agua y el vapor varían a medida que cambian la presión y la temperatura, y que el control varía a lo largo de un período pequeño.

Otro problema es el fenómeno del encogimiento y el oleaje. A medida que disminuye la demanda de vapor, aumenta la presión del tambor, lo que comprime las burbujas de vapor arrastradas y puede hacer que el nivel del tambor parezca disminuir, aunque aumente. Por el contrario, a medida que aumenta la demanda de vapor, la presión del tambor disminuye y las burbujas de gas se expanden, lo que a menudo hace que el nivel del tambor parezca aumentar.

Para ayudar a compensar la contracción y el aumento de volumen, los ingenieros de control de calderas emplean estrategias de control de tres elementos que, al mismo tiempo, analizan el flujo de vapor, la velocidad de alimentación de agua fluye hacia el tambor de vapor y el nivel de agua en el tambor de vapor. Además, la compensación de la presión y la temperatura se debe realizar en el instrumento de nivel o en el sistema de control de la computadora.

Las medidas redundantes del nivel del tambor se recomiendan por su seguridad y confiabilidad, y debido a que un tambor de vapor puede ser desigual debido al calentamiento irregular con el tiempo, a menudo se prefiere la medición redundante en la parte delantera y trasera. Otra buena práctica es utilizar diferentes tecnologías de medición para la redundancia de medición. La Figura 3 muestra una forma de obtener la redundancia de medición combinando tecnologías de nivel de presión diferencial (DP) y radar de onda guiada (GWR).

GWR puede ser especialmente ventajoso para obtener una medición confiable del tambor para casos en los que el nivel oscila continuamente. La cámara de medición separada utilizada con GWR puede amortiguar los efectos de los cambios de carga y la contracción / hinchamiento hasta cierto punto. GWR mide el tiempo de vuelo de un pulso electromagnético. Es independiente de la densidad, pero el DC de vapor puede causar hasta un 20 por ciento de error y varía con los cambios de presión. Por este motivo, se debe realizar una compensación por CC al utilizar esta tecnología de nivel.

2.1.12 Mecanismos de transferencia de calor

A nivel industrial las calderas de vapor son utilizadas en la generación de vapor o agua caliente para plantas de fuerza o procesos industriales, teniendo aplicaciones en industrias como:

- 1) La industria alimenticia: ya que la parte esencial de sus procesos está basada en el calor para lograr la cocción o purificación de muchos de sus productos.
- 2) La industria hospitalaria: su principal función es en la esterilización de instrumentos. Entre más grande y más áreas de trabajo tenga el hospital es mayor la demanda de estos equipos.
- 3) La industria de bebidas alcohólicas: es también un gran consumidor de equipos caloríficos de grandes dimensiones y potencia, aquí es muy común su uso en la aceleración de la fermentación y en el proceso de cocinado de la materia orgánica que sea la base del producto.
- 4) En distintas industrias suelen utilizarse para la generación de electricidad a través del ciclo de Rankine. (Miranda Valdovinos, 2018, Pág. 4)

2.1.13 Consideraciones del flujo de combustible

El enfoque para optimizar la combustión es fundamentalmente un impulso hacia el equilibrio de masa entre el combustible y el oxígeno, por lo que las mediciones de combustible deben ser del tipo de flujo másico.

Si todas las variables del proceso son casi constantes, la medición del flujo volumétrico es la opción menos costosa y puede ser una buena opción. Sin embargo, los cambios en la tasa de flujo de combustible, temperatura, presión o valor de calefacción requieren un medidor que sea capaz de abordar estos cambios o uno que sea relativamente insensible a ellos. Cada variación puede inducir errores en los medidores volumétricos utilizados en combustibles gaseosos.

Los cambios de presión estarán presentes en casi todas las mediciones de combustible debido a la pérdida de presión inducida por la fricción de la tubería entre el regulador y el medidor, la caída del regulador y la variación barométrica. Cuando en la presión del combustible y los cambios de temperatura son la causa

principal de la variación, la compensación externa se puede agregar al medidor de flujo para mejorar su precisión. Una mejor opción es utilizar transmisores de masa multivariantes que compensen el cambio de presión, temperatura o caudal en el instrumento. (Sabin, 2016, Pág. 1)

Sin embargo, algunas calderas se alimentan con gas de proceso, gas residual o lo que sea un combustible de menor costo en un momento dado. Dado que el valor de calentamiento de tales combustibles puede variar en un amplio rango, una medición de flujo de Coriolis de masa directa suele ser la mejor en esta situación. Todos los tipos de medidores de flujo másico mejoran la reducción, lo que ayuda cuando la caldera experimenta grandes cambios de carga. Además, cualquier cambio en la temperatura del agua de alimentación requerirá cambios correspondientes en la velocidad de disparo.

La medición de flujo generalmente implica ponderar las compensaciones entre una serie de factores. Otros problemas que comúnmente influyen en la selección del medidor y el método de instalación incluyen la pérdida de presión del medidor (debido a que el combustible a menudo se entrega a la caldera a baja presión), el funcionamiento directo disponible y, por supuesto, los factores económicos del ciclo de vida.

2.1.14 Combustible carbón

En las centrales de producción de energía, el combustible más importante a nivel global es el carbón, a la vez que es el combustible que más emisiones de CO₂ genera por MW. El uso de este combustible a la hora de producir energía depende tanto de la disponibilidad de otros combustibles como del desarrollo del país en cuestión.

Por otro lado, en los países más desarrollados (EE. UU., EU, Japón y Rusia) la contribución del carbón a la generación de energía es menor debido a que cuentan con un mix energético más distribuido, principalmente con el uso de gas natural, petróleo y energía nuclear, junto a la implementación de energías renovables. (Adánez Rubio, 2014, Pág. 9)

2.1.15 Tipos de cadena en compuestos de carbono

Debido a las diferentes formas que tienen los átomos de carbono de unirse entre sí, de modo natural, el carbono puede presentarse de diversas maneras, siendo las más comunes el carbono blando y amorfo (gráfito) y el carbono en estado cristalino, formando el duro diamante. (Soto, 2012, Pág. 14)

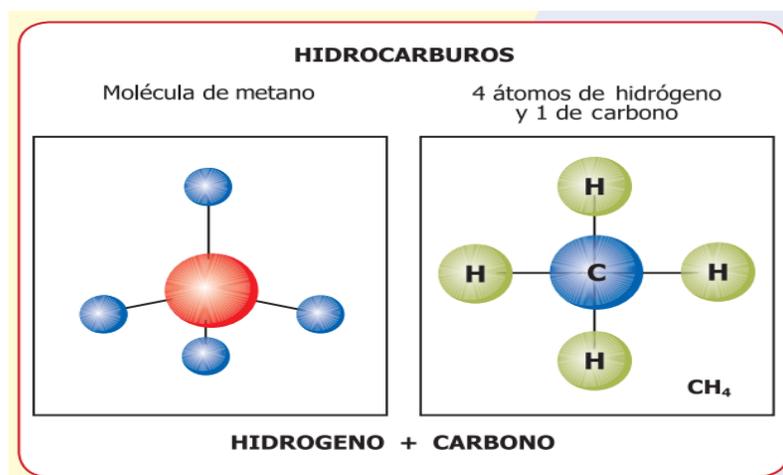
2.1.15.1 Los hidrocarburos

2.1.15.1.1 El metano

Desde el punto de vista de su estructura, algunos de los compuestos orgánicos más simples que se conocen son los hidrocarburos, formados por átomos de carbono e hidrógeno. El hidrocarburo más sencillo es el metano, que contiene un solo átomo de carbono enlazado a cuatro átomos de hidrógeno:

Esto quiere decir que hay cuatro átomos de hidrógeno y uno de carbono, que están unidos por enlaces covalentes. El metano se encuentra en la naturaleza en forma de gas a temperaturas y presiones normales. Además, es incoloro e inodoro, pese a producirse de por la putrefacción de las plantas. Su calor de combustión es el menor de todos los hidrocarburos, pero si se divide su masa molecular produce la misma cantidad de calor que los más complejos. Esto hace que sea de gran utilidad para el uso doméstico, siendo conocido como gas natural. (Iglesias, 2017)

Imagen No. 6



Fuente: (Soto, 2012, Pág. 14)

2.1.15.1.2 Etano

Otro hidrocarburo importante y al mismo tiempo común, es el etano, cuya molécula es un poco más compleja que el metano. Ésta contiene dos átomos de carbono enlazados entre sí, y al mismo tiempo, con otros átomos de hidrógeno.

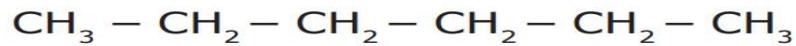
El metano es una sustancia que se presenta en forma de un gas a temperaturas y presiones normales, y es el principal componente del gas natural. En la naturaleza se produce como producto natural de la putrefacción de las plantas; es el que llega a las casas o el que se usa para los automóviles. Se obtiene de la extracción del gas natural o del petróleo. Su uso principal es la combustión.

Tal como hemos señalado, el átomo de carbono presenta posibilidades casi ilimitadas de combinación. Un ejemplo de ello son las cadenas largas de hidrocarburos, que están formadas en torno a una larga serie de átomos de carbono unidos linealmente. Un buen ejemplo de estas estructuras lineales la constituye el

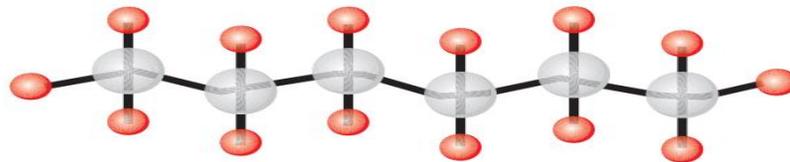
hidrocarburo llamado hexano, que está formado por una cadena lineal de seis átomos de carbono enlazados entre si. (Soto, 2012, Pág. 17)

Imagen No. 7

Formula estructural del hexano



Modelo espacial del hexano



Fuente: (Ecarbon, 1998, Pág. 21)

Hexano: es un hidrocarburo lineal, formado por una larga cadena de 6 carbonos. El carbón es un combustible orgánico no homogéneo, el cual se originó a partir de los restos en descomposición de materia vegetal. (Ecarbon, 1998, Pág. 21)

2.1.16 Eficiencia del carbón

El carbón de origen mineral, ya sea sólido o combustible, de consistencia pétrea o terrosa, está constituido por carbono amorfo acompañado de hidrocarburos, compuestos orgánicos complejos y materiales inorgánicos. Se clasifican según su contenido de carbono, por el grado de transformación que han experimentado en su proceso y por el uso al que se adaptan. La escala más recomendada establece cuatro clases: antracita, hulla, turba y lignito.

Su preparación inicia en plantas donde se tamiza el mineral en bruto procedente de la mina en varios tamaños para satisfacer las necesidades de los consumidores industriales y domésticos. En muchos volcaderos es frecuente la recogida a mano de las piedras minerales y terrones del carbón desde la masa que desciende por la correa transportadora. En las instalaciones equipadas con lavaderos se pueden triturar los terrones muy impuros extraídos de esta forma, para facilitar la separación de las pizarras y materias similares en la operación de lavado subsiguiente. (Bernard J. Nebel, Richard T. Wright, Francisco Jav, 1999)

2.1.17 Agua desmineralizada DM para caldera

El agua desmineralizada o el agua demi es el agua a la cual se le quitan los minerales y las sales. Se utiliza cuando se requiere agua con bajo contenido en sal o baja conductividad. Algunos ejemplos de su uso son:

- a) Agua de alimentación de la caldera
- b) Usos farmacéuticos
- c) Industria de la electrónica
- d) Usos alimenticios
- e) Usos industriales

Para cada uso se utiliza una conductividad específica. Sin embargo, siempre seguirá habiendo una cierta conductividad, debido al equilibrio ácido/básico del agua. El agua desmineralizada de mejor calidad tiene una resistencia de aproximadamente 18,2 megaohmios por centímetro o una conductividad de 0,055 microSiemens por centímetro. (<https://www.lenntech.es/agua-desmineralizada.htm>, 2019)

Seguidamente Escobar Ramirez (2014) señala que el agua común, tanto embotellada como la empleada en los hogares, contiene sales y minerales en mayor o menor proporción. El proceso de desmineralización consiste en eliminar del agua o al menos disminuir ostensiblemente la proporción de estas sales y minerales. (Pág. 43)

El agua desionizada es bastante agresiva con los metales, incluso con el acero inoxidable, por lo tanto debe utilizarse plástico o vidrio para su almacenaje y manejo. (Lenntech, 2015, pág. 1).

Imagen No. 8

Esquema básico de desmineralización



Fuente: (Rodríguez de Vicente, 2010, Pág. 2)

2.1.18 Factores asociados al tratamiento de agua desmineralizada

Corrosión por oxígeno o pitting: Reacción del oxígeno disuelto en el agua con los componentes metálicos de la caldera (en contacto con el agua) provocando su disolución o conversión en óxidos insolubles, los resultados de este tipo de corrosión son tuberculosos de color negro los que se forman en la zona de corrosión.

Dado que la corrosión por oxígeno se consigue por la acción del oxígeno disuelto en el agua esta puede producirse también cuando la caldera se encuentre fuera de servicio e ingresa aire (oxígeno).

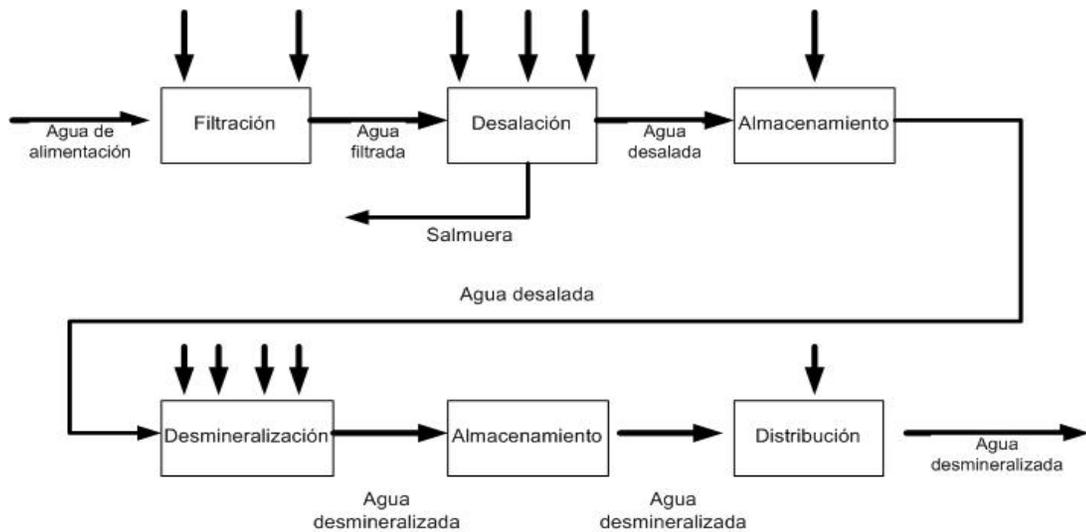
Corrosión caustica: Se produce por una sobre concentración en las zonas de elevadas cargas térmicas tales (fogón, cámara trasera y otros.) de sales alcalinas

como la soda caustica, este tipo de corrosión en forma de cavidades profundas semejantes al “pitting” por oxígeno, rellenas de óxido color negro, presentes solamente en las zonas elevadas de liberación térmica. (LTDA, 1983, pág. 5).

Corrosión líneas retorno condensado: Las líneas de retorno de condensado, lógicamente no forman parte de una caldera y pueden ser previamente tratadas con el tratamiento de agua, la corrosión de las líneas de retorno de condensado tiene efectos sobre la caldera, ya que los óxidos producidos son arrastrados a la caldera con el agua de alimentación y se produce por la acción del ácido carbónico que en estas se forma.

Imagen No. 9

Bloques de una planta de tratamiento de agua, desalación por evaporación y desmineralización.



Fuente: (PEXenergy, 2006, pág. 1).

Filtración: En este proceso se suelen usar filtros de arena. Estos filtros tienen arenas de diferentes tipos y granulometría, y hacen un primer filtrado del agua, para retener

partículas se le agrega un coagulante. También en esta etapa y para tener un filtrado más fino, se hace pasar el agua que proviene de los filtros de arena por unos filtros de cartucho.

2.1.19 Factores que inciden en las fallas del equipo

- a) Rotura de tubos en las paredes de agua de un generador de vapor.
- b) Rotura de tubos en sobrecalentador del generador de vapor.
- c) Rotura de tubos en economizador del generador de vapor.
- d) Falla del Ventilador de tiro forzado.
- e) Falla en bombas de agua de alimentación.

Factores de riesgo en la caldera de alta presión en Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez, Guatemala.

Para la identificación de los peligros y riesgos se procedió aplicando el método de espina y tomando en cuenta el ambiente y los recursos humanos y materiales que intervienen en los procesos de transformación de energía química en energía eléctrica.

Agentes materiales Sistema de suministro y almacenamiento de combustible:

- a) Calderas;
- b) Turbinas a vapor;
- c) Grupo Electrónico;
- d) Generadores eléctricos y transformadores;
- e) Sistema de Enfriamiento;
- f) Otros sistemas auxiliares;
- g) Entorno ambiental;
- h) Condiciones geológicas;
- i) Clima;
- j) Sismos;
- k) Tsunamis;

- l) Personal;
- m) Conocimiento;
- n) Aptitudes;
- o) Actitudes;
- p) Salud;
- q) Actos de terceros;
- r) Atentados;
- s) Intrusión y;
- t) Robots.

La caldera es el elemento esencial en una planta de vapor por que el vapor no se puede obtener a menos que se genere en la caldera, esto es si no se obtiene a mano una fuente de vapor subterráneo como se encuentra en ciertos lugares del mundo.

La mayor parte de las plantas genera su propio vapor en recipientes herméticos alimentados con agua que al recibir el calor, generan vapor.

El vapor generalmente se genera bajo presión, de acuerdo con las características de la máquina que alimenta. A mayores presiones y temperatura mayor será la eficiencia de la máquina que transformará el calor del vapor en energía mecánica. (Sánchez, 2014, pág. 28)

2.1.20 Costos de operación

Los costos de operación sustancialmente influyen las ganancias y pérdidas de energía, ya que los problema de no contar personal altamente capacitado genera perdidas economicas para la empresa. En ese sentido es importande dar a conocer la informacion desglozada por combustible (carbón), productos químicos, energía

eléctrica, consumo agua DM Operación y mantenimiento que son utilizados a diario por el Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepequez, Guatemala.

Tabla 1
Costos de producción MW/Hora

Concepto	Cantidad	Medida	Precio Unitario	Precio Total
Combustible (carbón)	480	TON	Q989,00	Q474.720,00
Productos Químicos	15	GL	Q60,00	Q900,00
Energía eléctrica	2300	KW/HORA	Q1,14	Q62.928,00
Consumo agua DM	24.000	GL	Q0,16	Q3.840,00
Operación y Mantenimiento	3	8HR	Q2.040,00	Q6.120,00

Fuente: Departamento Cogeneración I.P.G.

Imagen No. 9



Fuente: Departamento Cogeneración I.P.G.

En la presente grafica se puede observar como la tendencia de los costos de operación fueron en el año 2014 disminuyendo y asi sucesivamente hasta llegar al año 2016 hubo una mejora en su productividad. Sin embargo en el año 2018 volvió a disminuir.

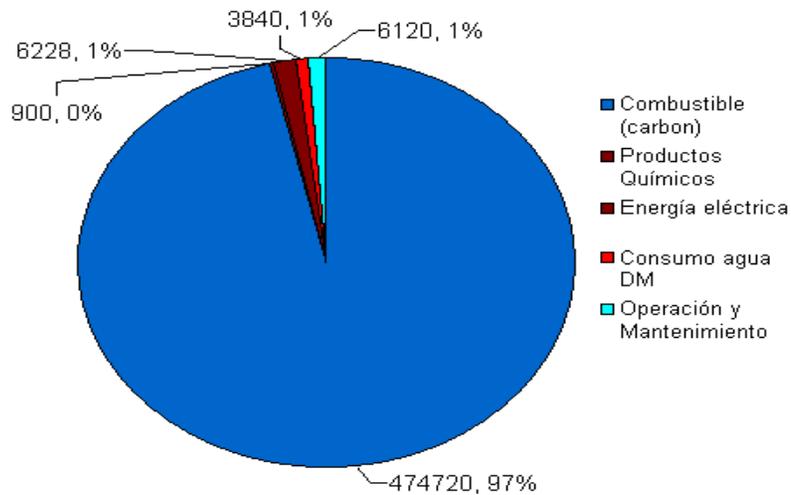
Tabla 2

Costos de producción por día/mes

Concepto	Costo	% x Día	% x Mes
Combustible (carbón)	Q474,720	87	3
Productos Químicos	Q900	0	0
Energía eléctrica	Q62,928	11	0
Consumo agua DM	Q3,840	1	0
Operación y Mantenimiento	Q6,120	1	0
Total, costo por día	548,508	100	
Total, costo por mes	Q16,455,240.00	0	3

Fuente: Ingenio Palo Gordo, enero 2019.

Imagen No. 10



Fuente: Ingenio Palo Gordo, enero 2019

En la imagen anterior, se puede observar el coste relacionado al combustible de un 87% por día para la generación de vapor, sin embargo si visualizamos el coste de los productos químicos, consumo de agua y mantenimiento se mantiene de forma solidada y la relacion que hay entre ellos es importante para el Ingenio Palo Gordo.

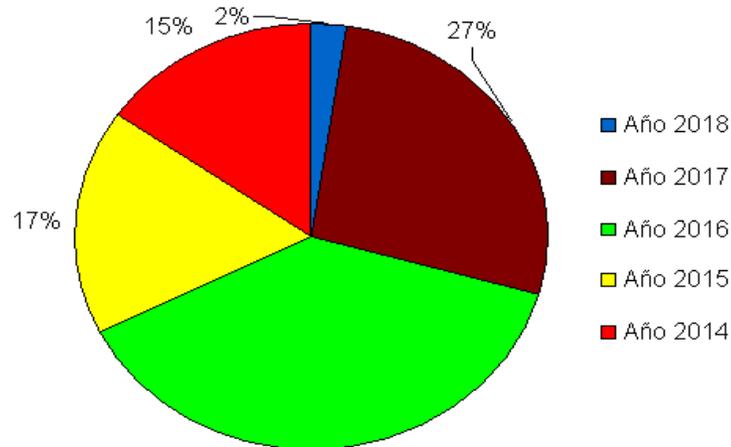
Tabla 3

Costo y utilidad perdida por año

Año	Costo total	Utilidad perdida	Total	% Costo * Año	% Utilidad perdida * año
Año 2018	73623115.1 5	388913.7588	74012028.9	99%	1%
Año 2017	23303187.9 4	4430410.519	27733598.5	84%	16%
Año 2016	80787286.2 7	6175864.458	86963150.7	93%	7%
Año 2015	29710330.4 4	2836120.508	32546451	91%	9%
Año 2014	13146847.3 1	2471786.05	15618633.4	84%	16%

Fuente: Ingenio Palo Gordo, enero 2019.

Imagen No. 11



Fuente: Ingenio Palo Gordo, enero 2019

En la imagen 5 representa la tendencia anual sobre el costo y la utilidad perdida por año, en ese sentido conocer los costes de producir vapor en la caldera del ingenio,

sean absolutos o relativos, será el primer paso al momento de cuantificar y medir para poder justificar la falta de capacitación del personal que labora en el Ingenio Palo Gordo.

2.1.21 Capacitación

La capacitación ha sido definida de varias maneras, incluyendo las siguientes: “Un proceso planificado para modificar la actitud, el conocimiento o el comportamiento de las habilidades a través de una experiencia de aprendizaje para lograr un desempeño efectivo en cualquier actividad o rango de ocupaciones. Su finalidad, en la situación laboral, es desarrollar las capacidades del individual y para satisfacer las necesidades de mano de obra actuales y futuras de la organización” (MSC, 1981, pág. 62)

“La capacitación se esfuerza por impartir conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para realizar tareas relacionadas con el trabajo. Su objetivo es mejorar el rendimiento en el trabajo de manera directa” (Truelove, 1992, pág. 273)

“La capacitación se caracteriza por ser una intervención basada en el contenido y dirigida por un instructor que conduce a cambios deseados en el comportamiento” (Sloman, 2005, pág. 2)

Sin embargo, la capacitación “Es la educación profesional para la adaptación de la personal a un puesto o función” (Chiavenato, 2007, pág. 385)

Bohrt, (2000) en el artículo Capacitación y desarrollo de los recursos humanos de la revista Scielo, explica como las organizaciones tienen una necesidad real de capacitación, en el mundo moderno se utiliza mucho el término necesidades y para las empresas líderes esto no pasa desapercibido, pues dependen directamente de la capacidad que puedan tener sus colaboradores para responder en el más alto nivel de servicio efectivamente prestado, esto será determinante para que las demandas que se reciben puedan ser cumplidas.

Lopez, (2004) señala en su artículo Capacitación para la revista Conciencia tecnológica, que la capacitación debe ser un proceso eficaz, para que la misma sea funcional debe cumplir los requisitos plantados por las organizaciones que implementan este proceso, es tan importante los productos o servicios que las empresas entregan a sus clientes como la infraestructura que facilita la capacitación, no se da únicamente por capricho, sino que es necesaria para el desarrollo personal y profesional del empleado.

La capacitación tiene como objetivo empoderar al empleado para asumir nuevos retos, brindar mayor conocimiento, prepararse y poner en práctica lo aprendido dentro de su puesto de trabajo.

López, G. (2007) declara la capacitación como herramienta busca un cambio positivo en la empresa y tiene como misión principal ayudar a mejorar el presente y a establecer una ruta para el futuro mediante un proceso cíclico y constante enfocado al capital humano de las organizaciones.

Sin embargo Rodriguez, (2008) destaca que el proceso de implementación de un programa de capacitación exige planteamientos que en muchas ocasiones las pequeñas empresas omiten, precisamente por la complejidad de los procesos que se llevan a cabo en ellas, la cantidad de colaboradores que las componen, los presupuestos que manejan o simplemente por la cultura organizacional que las estructuran.

2.1.21.1 Beneficio de la capacitación

¡La capacitación son un beneficio para el trabajador y la empresa El beneficio de la capacitación no es sólo para el trabajador, sino también para la empresa; ya que para ambos constituye la mejor inversión para enfrentar los retos del futuro. Entre los beneficios podemos mencionar:

- a) Mejora el conocimiento del puesto a todos los niveles;
- b) Eleva la moral de la fuerza de trabajo;
- c) Ayuda al personal a identificarse con los objetivos de la organización;
- d) Crea mejor imagen;
- e) Mejora la relación jefes subordinados;
- f) Es un auxiliar para la comprensión y adopción de políticas;
- g) Promueve el desarrollo con vistas a la promoción;
- h) Contribuye a la formación de líderes y dirigentes;
- i) Ayuda a mantener bajos los costos y;
- j) Elimina los costos de recurrir a consultores externos.

Infantino, (2018) revela que la capacitación presenta una oportunidad única para ampliar la base de conocimientos de los empleados, pero muchos empleadores encuentran estas iniciativas poco redituables en términos de costos. Así, se suele escuchar dueños o gerentes quejarse por la pérdida de tiempo de trabajo que surgiría cuando un empleado debe asistir a un curso de formación lo cual desembocaría en un retraso en la finalización de los proyectos. Sin embargo, a pesar de los posibles inconvenientes que puedan generarse, la capacitación y el desarrollo ofrecen varios beneficios que hacen del costo y el tiempo una excelente inversión.

2.1.21.2 Importancia de la capacitación

Mesa Martinez, (2019) agrega que el desarrollo de la capacitación en el entorno profesional se ha transformado en los últimos periodos en un motor que sirve para que las empresas sigan adelante incluso aun cuando se encuentran con obstáculos. Es una inversión a largo plazo muy rentable que se recomienda tener en cuenta en todo momento, y cuyo fin deriva en que el equipo de empleados esté mucho más preparado en todos los aspectos. En el entorno de la empleabilidad se convierte en un factor clave, puesto que ayuda a los profesionales a ser más diestros y a representar un valor mayor para las empresas.

Seguidamente se complementa a través de los programas de capacitación que son motivadores para los empleados porque a través de la preparación académica, es una muestra de estima y la inversión que se hace en el talento humano es mejorar su rendimiento, la calidad de su trabajo, elevar su productividad y consecuentemente piensa que puede estar próximo a un ascenso en la empresa.

Así mismo la capacitación y desarrollo del recurso humano, es una estrategia que la empresa debe acompañar a través de esfuerzos de cambio para los empleados que aprenden cosas nuevas, crecen individualmente, establecen relaciones con otros individuos, coordinan el trabajo a realizarse ponen de acuerdo para introducir mejoras.

2.1.21.3 Plan de capacitación

El plan de capacitación es aquel que fija el objetivo de evitar las pérdidas económicas por Termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez Guatemala, en los últimos 5 años, es debido al desconocimiento del manejo y operación de caldera Alta Presión.

En ese contexto a través de la capacitación que va orientada a procurar que éste cuente con el recurso humano mejor calificado para el desarrollo de las funciones del puesto de trabajo que ocupa, logrando con ello, incrementar en términos relevantes los índices de productividad y financiera.

El plan de capacitación puede realizarse mediante procesos de planeación estratégica y operacional la cual deber ser:

- a) Las necesidades y requerimientos de capacitación del personal permanente identificadas tanto a través del proceso de evaluación del personal como de la comparación de las habilidades del personal en funciones con los procedimientos propuestos.

- b) Los tiempos de ejecución de las actividades de capacitación que requieren estar relacionados con los tiempos de ejecución de los procedimientos propuestos para cualquier función laboral.
- c) Los métodos por medio de los cuales se instrumentarán los programas de capacitación y sus implicaciones en términos de costo y personal.

La capacitación de personal no necesariamente significa que un gran número de él esté presente, las sesiones cortas brindan mayores oportunidades para plantear dudas y enfocar problemas específicos, estas son a menudo más interesantes, y es más probable que resulten efectivas. La capacitación puede ser costosa pero la carencia de ella puede serlo aún más.

Los objetivos para cumplir con la capacitación para posibilite mayores niveles de competencia son: Cognitivos: Proporcionar conocimientos, conceptos, fechas, acciones y tendencias. (Salinas, 2012, Pág. 60)

2.1.22 Antecedentes de la empresa del Ingenio Palo Gordo

En 1929 el Ingenio Palo Gordo, contaba con una hacienda de 17 caballerías ubicada en Guatemala, Centroamérica, cerca del municipio de San Antonio, Suchitepéquez, fue adquirido en 1929 por la Central American Plantations Corporation –CAPCO-. Comenzó a cultivar caña de azúcar en Palo Gordo instaló un ingenio para moler mil toneladas de caña diaria, que inició operaciones en 1930.

El nuevo ingenio consistía en un edificio de cuatro pisos, tenía dos turbinas Siemens Schukert, sistema Zelly, cada una de mil caballos de fuerza, y tres grandes calderas con seis hornos. Tenía un quebrador de caña de dos mazas y tres molinos de tres mazas cada uno, construidos por los talleres Krupp, movidos por un motor tipo Corliss. Las calderas, la evaporación y las centrífugas eran de la marca Buka Wolff,

y los generadores Ezer Wex.

Sin embargo, fue adquirido por el Estado de Guatemala y estuvo bajo administración del Departamento de Fincas Rústicas Nacionales e Intervenidas. En la cosecha de 1961/62 molió 20,000 toneladas de caña propia y 162,957 toneladas de particulares, habiendo producido 342,820 quintales de azúcar de diferentes clases, con un rendimiento de 186 libras por tonelada de caña.

Seguidamente el 12 de julio de 1962, el Crédito Hipotecario Nacional puso en remate el ingenio Palo Gordo. El ingenio Palo Gordo fue adquirido en subasta pública por un grupo de 186 agricultores cañeros y empresarios, organizados en la Cooperativa Agrícola Industrial Ingenio Palo Gordo, S.A., que entregaban su caña al ingenio. (http://portal.ipg.com.gt/_frmCorporativo.aspx, 2019)

Por consiguiente, el nuevo grupo propietario de Ingenio Palo Gordo, ubicado en el kilómetro 142½ de la carretera CA-2 hacia Mazatenango, inició programas para aumentar su capacidad de molienda y logró una ampliación significativa aumentando su capacidad de molienda a 4,000 toneladas diarias de caña de azúcar.

En 1975 la Empresa Agrícola Industrial Ingenio Palo Gordo adquirió un nuevo tándem de cinco molinos con mazas de 72 pulgadas, se agregaron cuartas mazas y se amplió la capacidad de molienda a 7,000 toneladas diarias de caña. Así mismo se adquirió un taller de fundición y pailería con herramienta pesada, con el cual se construyó una buena parte del equipo de Ingenio Palo Gordo, sobre todo el de evaporación.

En el área de campo, en 1988 comenzó a trabajar la cosecha con el sistema de corte, alce y transporte a granel, mejor conocido como CAT. Se introdujo tecnología en el control de plagas y enfermedades, incorporando la prohibición total del uso de

insecticidas químicos en el cultivo de la caña, se incrementó el uso de riego, se analizaron todos los suelos del área de influencia para implementar la fertilización específica con base en requerimientos de cultivo. La producción de semilla purificada se desarrolló hasta llegar a tener el 100% de las renovaciones en base a esta semilla y se incrementó en 50% del área con madurante.

2000-2002 se instala un sistema de clarificación de meladura Tate & Lyle para producir mejor calidad de azúcar y, gradualmente, se procedió a la automatización del ingenio.

En el 2002 se obtuvieron dos molinos nuevos, de seis mazas de 84 pulgadas para la primera y última posición del tándem, para moler con un tándem de seis molinos movidos por turbinas Elliot de 1,000 HP, lo cual aumentó la capacidad de molienda a 10,000 toneladas diarias.

El aumento significativo en la producción permitió el desarrollo agrícola de la zona. En la reciente zafra de 2003/04 Ingenio Palo Gordo, S. A. produjo 1,867,000 quintales de azúcar, un crecimiento de 9.33 veces.

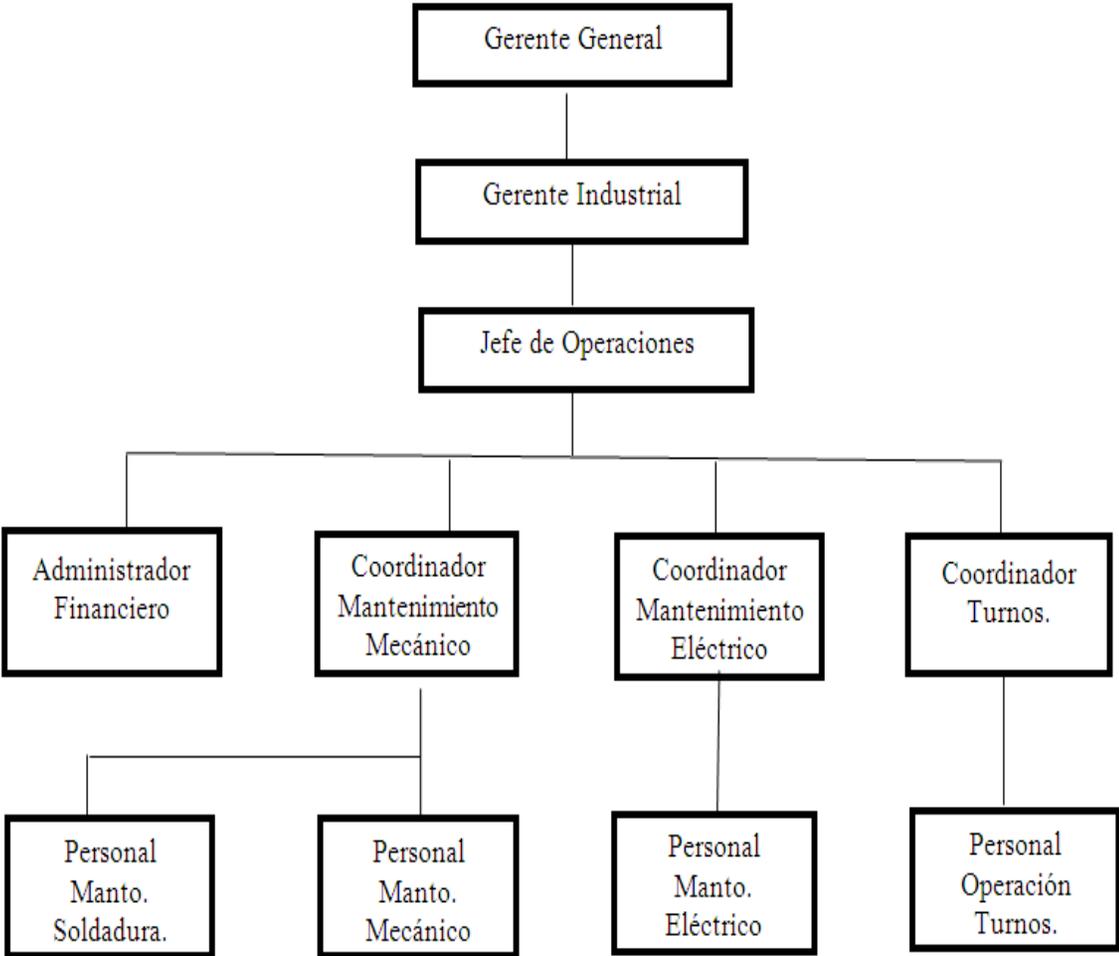
2008-2009 Por primera vez en la historia de IPG, realiza una zafra record en la producción de azúcar físico de 2, 000,000 qq a solo 149 días de zafra, recibiendo 925,000 tons de caña mejorando su eficiencia en la obtención de azúcar.

2011-2012 IPG en su proceso de mejora continua supera sus expectativas en la producción de azúcar a 2, 773,000 qq, mejorando inclusive en un 40% la producción de Alcohol de primera obteniendo una producción record de 12, 000,000 de lts. obteniendo una mejora integral en los departamentos que son el engranaje que mueve a IPG en sus retos. (http://portal.ipg.com.gt/_frmCorporativo.aspx, 2019)

2.1.22.1 Operaciones de la termoeléctrica

Organigrama 1

Operaciones de la termoeléctrica



Fuente: Elaboración propia, septiembre 2019.

2.1.22.2 Generalidades del funcionamiento de la termoeléctrica

Imagen No. 12

Termoeléctrica



Fuente: (<https://aci.com.gt/index.php/2-uncategorised/25-ingenio-palo-gordo>)

Podemos concluir o resumir que una central termoeléctrica es una instalación que genera energía a partir de la energía liberada en forma de calor, por la combustión de combustibles fósiles como petróleo, gas natural o carbón. Este calor es empleado por un ciclo termodinámico convencional para mover un alternador y producir energía eléctrica.

También que existen dos tipos de plantas termoeléctricas: de tipo convencional y de tipo combinado. Todo tiene un lado positivo y un lado negativo, siendo ventajas y desventajas; como bueno sería su bajo costo en construcción y Los combustibles fósiles son una fuente de energía finita, por lo tanto, su uso está limitado por la disponibilidad de las reservas y/o por su rentabilidad económica, como desventaja

tenemos que producen gases de efecto invernadero dando lugar a la lluvia acida.
(http://portal.ipg.com.gt/_frmCorporativo.aspx, 2019)

Imagen No. 13

Localización de la termoeléctrica



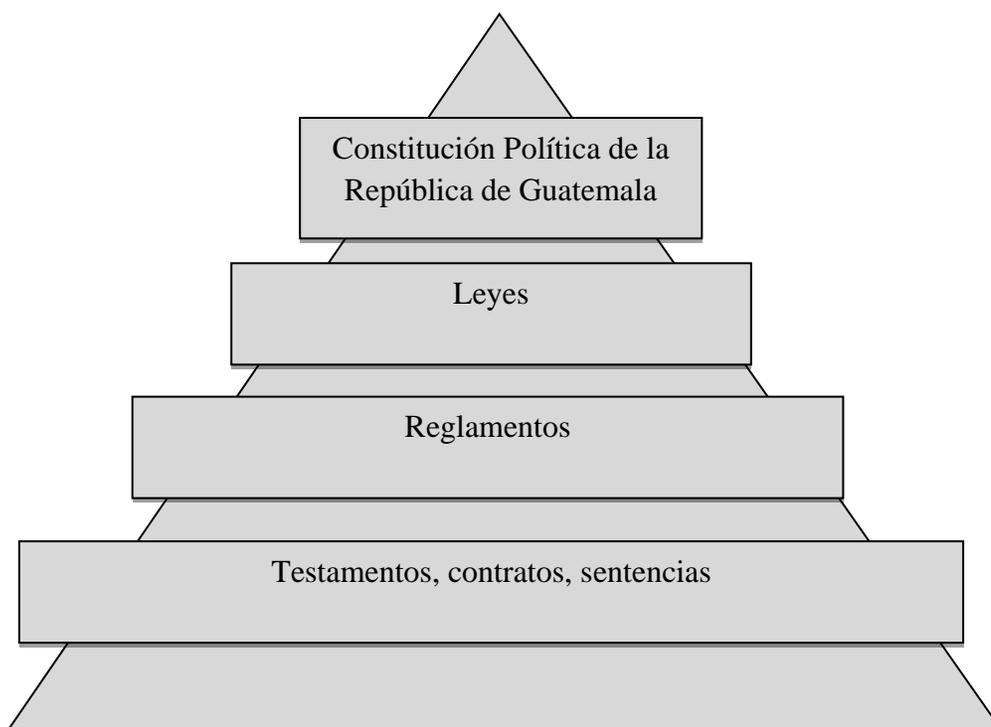
Fuente: Ingenio Palo Gordo, enero 2019.

La planta de Ingenio Palo Gordo se encuentra ubicada en el kilómetro 142.5 carretera al Pacífico, sobre la CA2. San Antonio Suchitepéquez.

2.1.2 Aspectos legales

2.1.3 Jerarquía de las leyes en Guatemala se presentan de acuerdo con la pirámide de Kelsen.

Organigrama 2
Pirámide de Kelsen



Fuente: Elaboración propia, enero 2019.

2.1.2.1 Constitución Política de la República de Guatemala Ley suprema del Estado,
Emitida el 31 de mayo de 1,985.

2.1.2.2 Leyes ordinarias

2.1.2.3 Leyes reglamentarias

Son aquellas detallan algún artículo, que, por su contenido, requiere de una mayor definición jurídica. Son leyes que, como su nombre lo dice, reglamentan los fragmentos finos de otras leyes, usualmente de artículos. Acuerdos Gubernativos

creados por el presidente de la República de Guatemala, Instituciones Autónomas y Descentralizadas.

2.1.2.4. Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo

El Código de Trabajo Decreto 14-41 del Congreso de la República de Guatemala, además de regular la seguridad e higiene del trabajador en su artículo 197. Estipula que para la prestación de los servicios del trabajador deberá adoptar las medidas siguientes:

- a) Prevenir accidentes de trabajo, velando porque la maquinaria, el equipo y las operaciones de proceso tengan el mayor grado de seguridad y se mantengan en buen estado de conservación, funcionamiento y uso para lo cual deberán estar sujetas a inspección y mantenimiento permanente;
- b) Prevenir enfermedades profesionales y eliminar las causas que las provocan;
- c) Prevenir incendios;
- d) Proveer un ambiente sano de trabajo;
- e) Suministrar cuando sea necesario, ropa y equipo de protección apropiados, destinados a evitar accidentes y riesgos de trabajo;
- f) Colocar y mantener los resguardos y protecciones a las máquinas y a las instalaciones, para evitar que de las mismas pueda derivarse riesgo para los trabajadores;
- g) Advertir al trabajador de los peligros que para su salud e integridad se deriven del trabajo;
- h) Efectuar constantes actividades de capacitación de los trabajadores sobre higiene y seguridad en el trabajo;

- i) Cuidar que el número de instalaciones sanitarias para mujeres y para hombres estén en proporción al de trabajadores de uno u otro sexo, se mantengan en condiciones de higiene apropiadas y estén además dotados de lavamanos;
- j) Que las instalaciones destinadas a ofrecer y preparar alimentos o ingerirlos y los depósitos de agua potable para los trabajadores, sean suficientes y se mantengan en condiciones apropiadas de higiene;
- k) Cuando sea necesario, habilitar locales para el cambio de ropa, separados para mujeres y hombres y;
- l) Mantener un botiquín provisto de los elementos indispensables para proporcionar primeros auxilios.

En ese contexto al analizar la norma legal citada anteriormente, esta regula que todos los trabajadores deben cumplir con las normas de seguridad e higiene y seguridad indicaciones e instrucciones que tengan por finalidad protegerle en su vida, salud e integridad corporal.

Sin embargo para cumplir estas recomendaciones técnicas que se le den en lo que se refiere al uso y conservación del equipo de protección personal que les sea suministrado a las operaciones procesos de trabajo y al uso y mantenimiento de las protecciones de maquinaria, es necesario capacitar al personal operativo ya que al aplicar de forma adecuada el manual de procedimiento técnico, serán menores los riesgos laborales y se le dará una eficiente operatividad a la caldera de alta presión y proceso de generación energía eléctrica en el Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez Guatemala.

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPOTESIS

Se presenta a continuación los cuadros y las gráficas obtenidas en el trabajo de campo realizada por los investigadores; las que se clasifican de la manera siguiente:

Del cuadro y gráfica del 1 al 5, se refiere a la comprobación de la variable dependiente; del cuadro y gráfica 6 a la 9; se obtienen los datos para comprobar la variable independiente o causa principal.

Se hace la observación que con el cuadro y gráfica 1 se comprueba la variable dependiente; y, con el cuadro y gráfica 6 se comprueba la variable independiente, contenidas en la hipótesis de trabajo formulada.

Para el efecto o variable dependiente se utilizó la boleta censal en 3 personas del área financiera.

Para la causa o variable independiente se utilizó la boleta censal en 4 personas del área coordinadores de operación.

Cuadro No. 1

Pérdidas económicas por termoeléctrica en la compañía

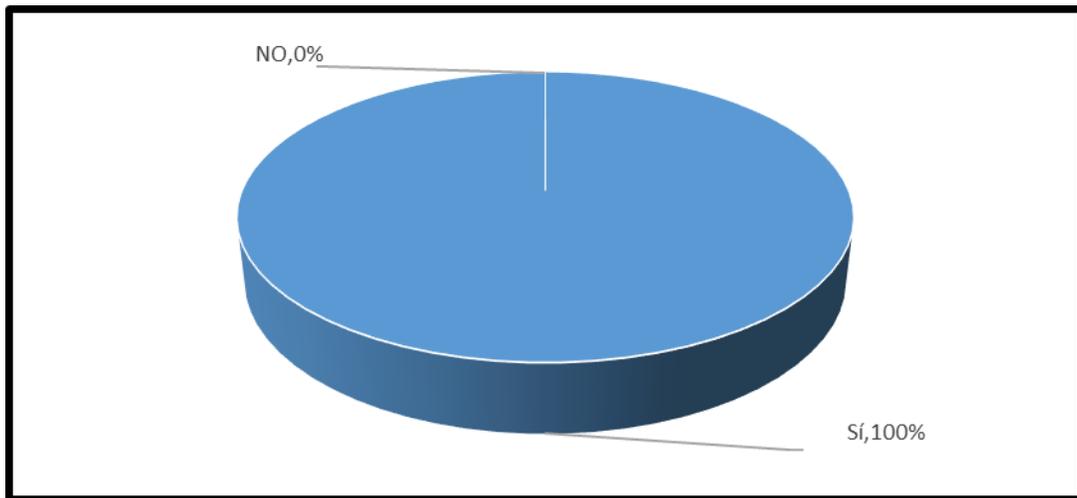
Respuesta	Valor Absoluto	Valor Relativo %
SÍ	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, censo aplicado al Área Financiera, Palo Gordo Suchitepéquez,

marzo 2019

Gráfica No. 1

Pérdidas económicas por termoeléctrica en la compañía



Fuente: Elaboración propia, censo aplicado al Área Financiera, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019

Análisis: “Con este cuadro y grafica se comprueba la variable dependiente de la hipótesis”

Cuadro No. 2

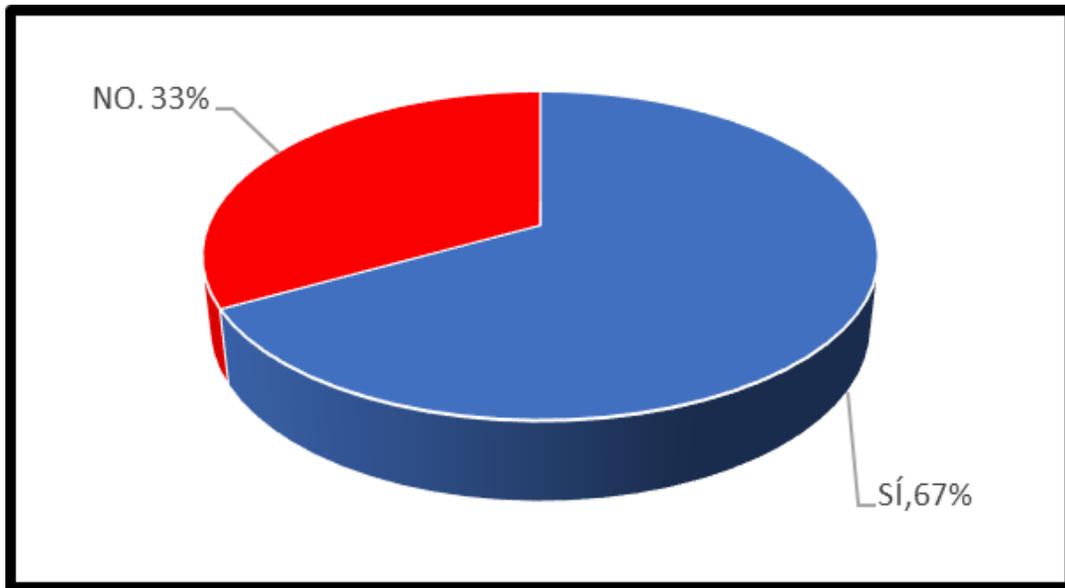
Pérdidas económicas por Termoeléctrica afectan la solidez de la empresa

Respuesta	Valor Absoluto	Valor Relativo %
SÍ	2	67
No	1	33
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, censo aplicado al Área Financiera, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019.

Gráfica No. 2

Pérdidas económicas por Termoeléctrica afectan la solidez de la empresa



Fuente: Elaboración propia, censo aplicado al Área Financiera, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019

Cuadro No. 3

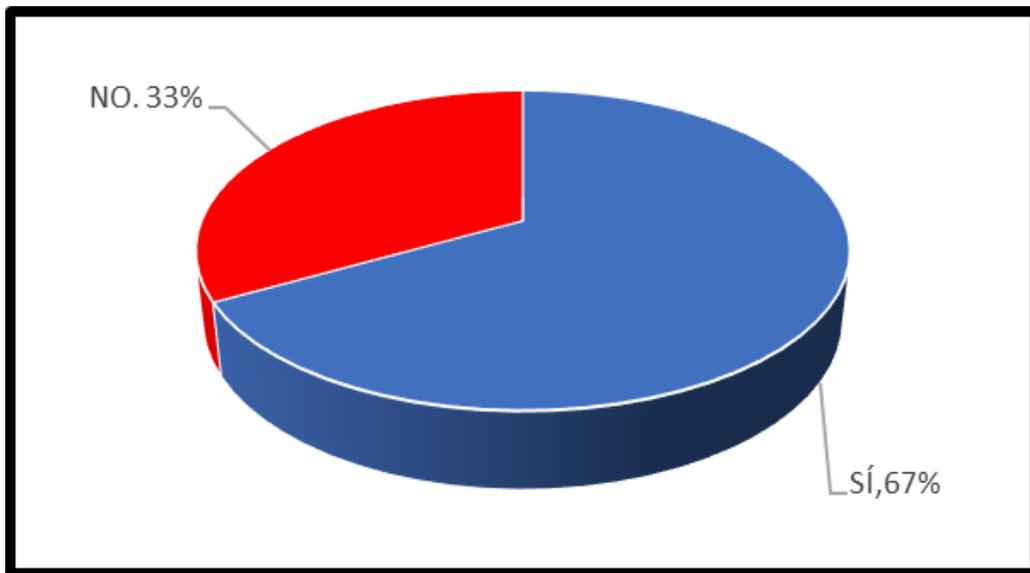
Las pérdidas económicas afectan a los colaboradores

Respuesta	Valor Absoluto	Valor Relativo %
SÍ	2	67
No	1	33
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, censo aplicado al Área Financiera, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019

Gráfica No. 3

Las pérdidas económicas afectan a los colaboradores



Fuente: Elaboración propia, censo aplicado al Área Financiera, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019

Cuadro No. 4

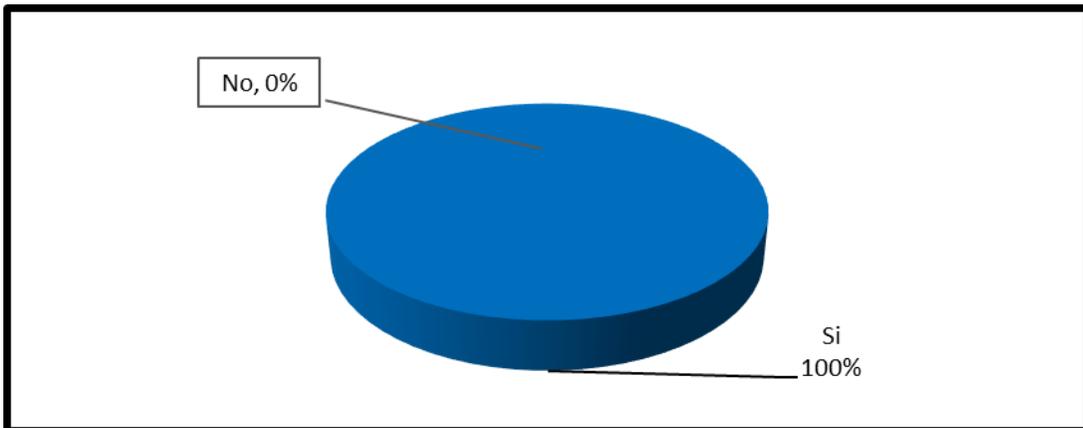
Las pérdidas económicas por Termoeléctrica ponen en riesgo la situación laboral de los colaboradores

Respuesta	Valor Absoluto	Valor Relativo %
SÍ	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, censo aplicado al Área Financiera, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019

Gráfica No. 4

Las pérdidas económicas por Termoeléctrica ponen en riesgo la situación laboral de los colaboradores



Fuente: Elaboración propia, censo aplicado al Área Financiera, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019

Cuadro No. 5

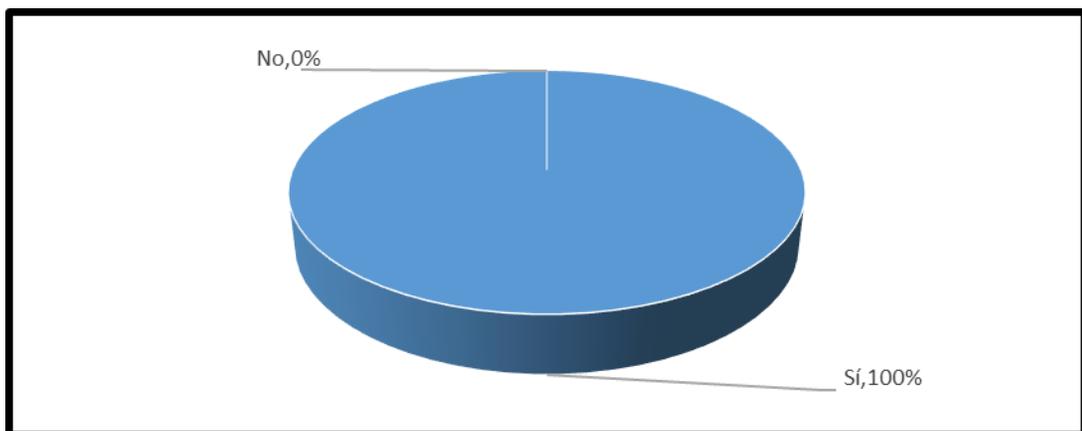
Excluir perdidas económicas estandarizando los procedimientos en calderas

Respuesta	Valor Absoluto	Valor Relativo %
SÍ	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, censo aplicado al Área Financiera, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019

Gráfica No. 5

Excluir perdidas económicas estandarizando los procedimientos en calderas



Fuente: Elaboración propia, censo aplicado al Área Financiera, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019

Cuadro No. 6

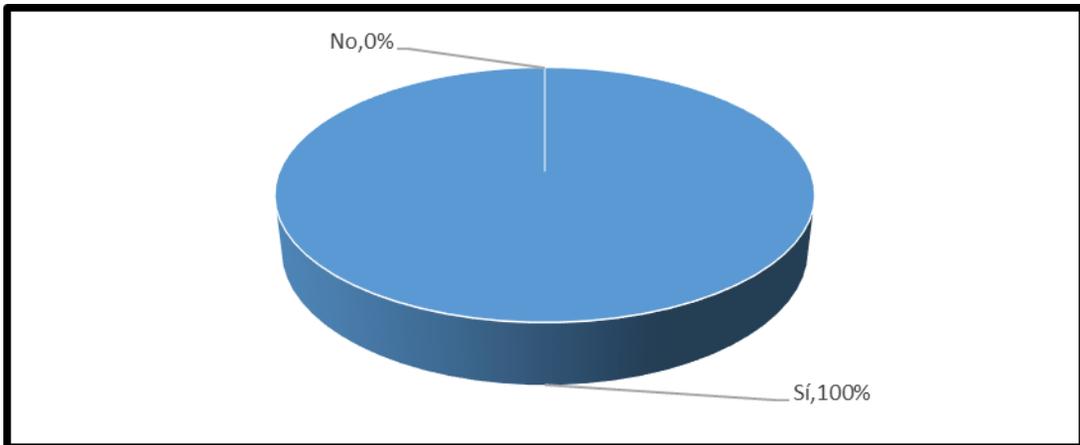
Considera que falta un manual de procedimientos para la operación de una caldera de alta presión.

Respuesta	Valor Absoluto	Valor Relativo %
SÍ	4	100
No	0	0
Total	4	100

Fuente: Elaboración propia, censo aplicado a coordinadores personal operativo, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019.

Gráfica No. 6

Considera que falta un manual de procedimientos para la operación de una caldera de alta presión.



Fuente: Elaboración propia, censo aplicado a coordinadores personal operativo, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019.

Análisis: “Con este cuadro y grafica se comprueba la variable independiente de la hipótesis”

Cuadro No. 7

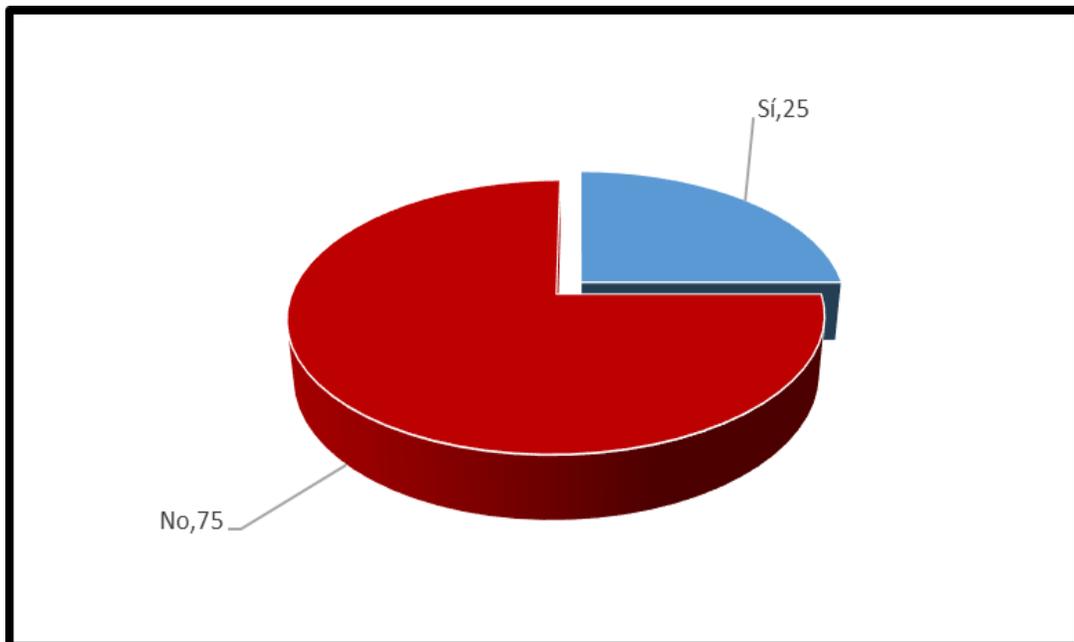
Los procedimientos para operar la caldera de alta presión están estandarizados para su ejecución

Respuesta	Valor Absoluto	Valor Relativo %
SÍ	1	25
No	3	75
Total	4	100

Fuente: Elaboración propia, censo aplicado a coordinadores personal operativo, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019.

Gráfica No. 7

Los procedimientos para operar la caldera de alta presión están estandarizados para su ejecución



Fuente: Elaboración propia, censo aplicado a coordinadores personal operativo, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019.

Cuadro No. 8

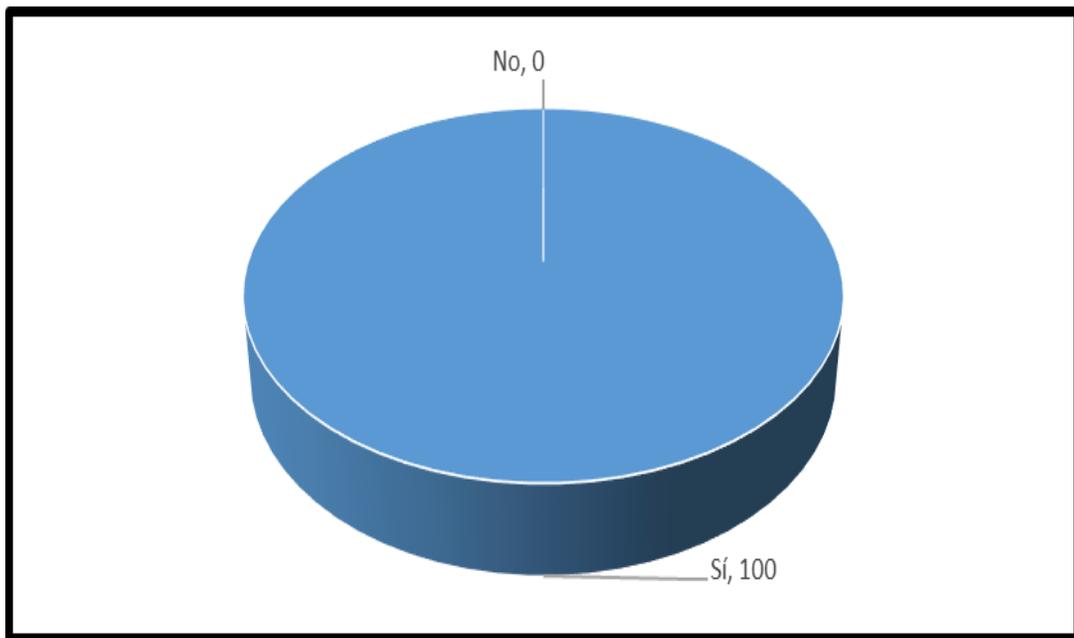
Un manual de procedimientos evitaría paros y demoras en arranque

Respuesta	Valor Absoluto	Valor Relativo %
SÍ	4	100
No	0	0
Total	4	100

Fuente: Elaboración propia, censo aplicado a coordinadores personal operativo, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019

Gráfica No. 8

Un manual de procedimientos evitaría paros y demoras en arranque



Fuente: Elaboración propia, censo aplicado a coordinadores personal operativo, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019

Cuadro No. 9

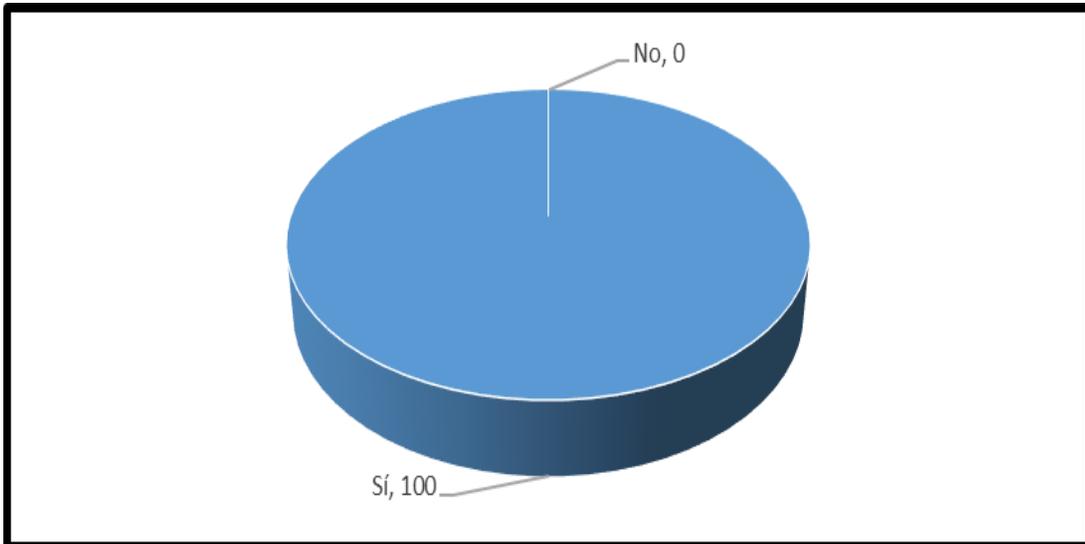
Es necesaria la implementación de un manual de procedimientos para la operación de caldera de alta presión

Respuesta	Valor Absoluto	Valor Relativo %
SÍ	4	100
No	0	0
Total	4	100

Fuente: Elaboración propia, censo aplicado a Coordinadores del personal operativo, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019.

Gráfica No. 9

Es necesaria la implementación de un manual de procedimientos para la operación de caldera de alta presión



Fuente: Elaboración propia, censo aplicado a Coordinadores del personal operativo, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los datos obtenidos por medio de la investigación de campo muestran los factores que indican las deficiencias en la operación de caldera alta presión en ingenio palo gordo, san Antonio Suchitepéquez, se recomienda emplear las sugerencias descritas a continuación.

IV.I Conclusiones

1. Se comprueba la hipótesis: “Las pérdidas económicas en la termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez, Guatemala, en los últimos 5 años, por el paro de caldera de alta presión y proceso de generación de energía eléctrica, es debido al desconocimiento del manejo y operación de ésta”, con el 100% de nivel de confianza.
2. Personal operativo no cuenta con un programa de capacitación para operar caldera de alta presión
3. Falta de un manejo óptimo para la Operación de la caldera
4. Los paros frecuentes provocan perdidas ingresos económicos.
5. El control operativo del DCS, es lento con los lazos de control.
6. Los operadores no tienen muy claro sus funciones esenciales, ya que la ingeniería es la que diagnostica los rendimientos de la caldera.

IV.II Recomendaciones

Para solucionar los problemas encontrados anteriormente se recomienda.

1. Realizar un programa capacitación para personal involucrado en la operación de caldera Alta Presión.
2. Hacer un manejo óptimo de operación en donde se aplique el razonamiento intuitivo y juicio técnico.
3. Evitar paros frecuentes de caldera alta presión.
4. Mejorar el sistema operativo DCS, para evitar accidentes graves en la operación de caldera.
5. Explicar a los Operadores cuáles son sus funciones y objetivos fundamentales.

Bibliografía

http://portal.ipg.com.gt/_frmCorporativo.aspx. (15 de 11 de 2019).

<http://www2.eie.ucr.ac.cr/~jromero/sitio-TCU-oficial/boletines/grupo03/numero-4/INDEX3.html>. (09 de 09 de 2019).

<https://www.lenntech.es/agua-desmineralizada.htm>. (25 de Agosto de 2019).

Abarca Bahamondes, P. (2019). *Descripcion de calderas y generadores de vapor*. México.

Adánez Rubio, I. (2014). *Combustión de carbón con captura de co2 utilizando transportadores sólidos de oxígeno basados en óxido de cobre*. España.

Alderetes, C. (2016). *Proyecto, operación y mantenimiento, Argentina, 2016,111*. Argentina: Primera Edición: 2016.

Bernard J. Nebel, Richard T. Wright, Francisco Jav. (1999). *Ciencias ambientales Pearson Educación*. 6 ta Edición.

Blanco Fernandez, P. (2008). *Analisis del mix optimo futuro de tecnologias de produccion de energia electrica en el sistema español*. Madrid, España.

Bohrt, M. (2000). *Capacitacion y desarrollo de los recursos humanos: reflexiones integradoras*. Brasil.

Borroto Nordelo, A. A. (2007). *Combustión y Generacion de Vapor*. Ecuador.

Chiavenato, I. (2007). *Administracion de Recursos Humanos*. México: 8a Ed.McGraw-Hill.

Diésel , R. (2016). *Ingeniero Alemán, inventor de motor de combustión interna encendido por compresión en 1892*. Biografias y Vidas.

Ecarbon. (1998). *Calderas a carbon*. Medellin, Colombia.

Escobar Ramírez, D. (2014). *Diseño para la implementación de un sistema de abastecimiento de agua desmineralizada para los laboratorios del Ingenio Palo Gordo S.A*. Guatemala.

- <https://aci.com.gt/index.php/2-uncategorised/25-ingenio-palo-gordo>. (s.f).
Recuperado el 15 de Septiembre de 2019, de <https://aci.com.gt/index.php/2-uncategorised/25-ingenio-palo-gordo>
- Infantino, M. (2018). *Beneficios de la capacitación para las empresas*. Argentina.
- Iturriaga de Pablo, J. (2014). *Centrales Termicas de CICLO COMBINADO*. México.
- Lenntech. (2015). *Tratamientos de aguas*. BV.
- Linares Jiménez, S. A. (2018). *Termoelectricas a base de biomasa, con caso práctico*. Madrid, España.
- Lopez, G. (2004). *La capacitación de Recursos Humanos es vital para que una organización cuente con personal calificado, eficiente y productivo, que le permita alcanzar sus objetivos institucionales*.
- LTDA, T. E. (1983). *Providencia 2133, Of. 207*. Santiago, Chile: Fono: 56 – 2 – 3347402.
- Menna. (2018). *Como funciona un motor de combustión externa*. México:
<http://como-funciona.co/author/menna/>.
- Mesa Martinez, J. (2019). *Importancia de la capacitación profesional*. España.
- MSC. (1981). *Comisión de servicios de mano de obra (1981) Glosario de términos de capacitación*. London.
- Nordelo, A., B. (2000). *Ahorro de energía en la generación y distribución del vapor*.
- Parvez, M. (2017). *Departamento de Ingeniería Mecánica Universidad de Al-Falah, Faridabad Facultad invitada en el Instituto de Tecnología G B Pant de Nueva Delhi*. India.
- Pérez Garay, L. (1989). *Generadores de vapor*. ENPES.
- PEXenergy, O. y. (2006). *Termosolares*. Madrid, España.
- Rodríguez de Vicente, A. (2010). *Dimensionamiento y diseño estructural del tanque de almacenamiento de agua desmineralizada para una central*. Madrid, España.

Rodriguez, J. &. (2008). *La Capacitación en las Organizaciones Modernas*. México: UACH.

Sabin, B. (2016). *4 Medidas clave para el control óptimo de la caldera*. EEUU.

Salinas, V. (2012). *Capacitación y adiestramiento de personal: el camino al éxito de la empresa*. Mexico.

Sánchez Dimas , A. (2016). *El impacto de los combustibles en los costos de generación termoelectrica*. México.

Sánchez, F. (2014). “*mejoramiento del sistema de generación de vapor del laboratorio de operaciones unitarias de la escuela de ingeniería química, de la facultad de ciencias matemáticas, físicas y químicas, de la universidad técnica de manabí*”. Ecuador: Tesis de Grado.

Sloman, M. (2005). *Training to learning*. [en línea] disponible en <http://www.cipd.co.uk/NR/rdonlyres/52AF1484-AA29-4325-8964-0A7A1AEE0B8B/0/train2lrn0405.pdf>.

Soto, F. (2012). *Materio y entorno: La materia organica y los combustibles fósiles*. Chile.

Truelove, S. (1992). *Manual de Capacitación y Desarrollo*. Oxford: Blackwell.

Legislación:

1. *Ley General de Electricidad*. Decreto Legislativo No. 93-96. Guatemala: Congreso de la Republica. (1996).
2. *Ley Orgánica de Hidrocarburos*. Decreto Legislativo No. 109-83. Guatemala: Ministerio de Energía y Minas. (1983).

Anexos

Índice de anexos

No.	Contenido	Página
1	Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.....	1
2	Medios para solucionar la problemática	3
3	Boleta de investigación para comprobación del efecto general.	4
4	Boleta de investigación para comprobación de la causa...	5
5	Boleta de investigación para comprobación del problema.....	6
6	Cálculo de la muestra.....	7
7	Cálculo de la correlación.....	7
8	Anexo metodológico de la proyección lineal.....	9
9	Diagnóstico de la problemática.....	12

Anexo 1: Árbol de problemas, hipótesis y Árbol de objetivos

1.1 Árbol de problemas e hipótesis

Tópico: Paro de caldera y proceso de generación energía eléctrica.

De acuerdo con la investigación realizada en Termoeléctrica Ingenio Palo Gordo, San Antonio, Suchitepéquez, Guatemala, sobre Paro de caldera y proceso de generación energía eléctrica.

Efecto (variable dependiente o “Y”)

Pérdidas Económicas por Termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez en los últimos 5 años.

Problema central

Paro de caldera de alta presión y proceso de generación energía Eléctrica.

**Causa principal
(Variable independiente o “X”)**

Desconocimiento del manejo y operación de caldera de alta presión.

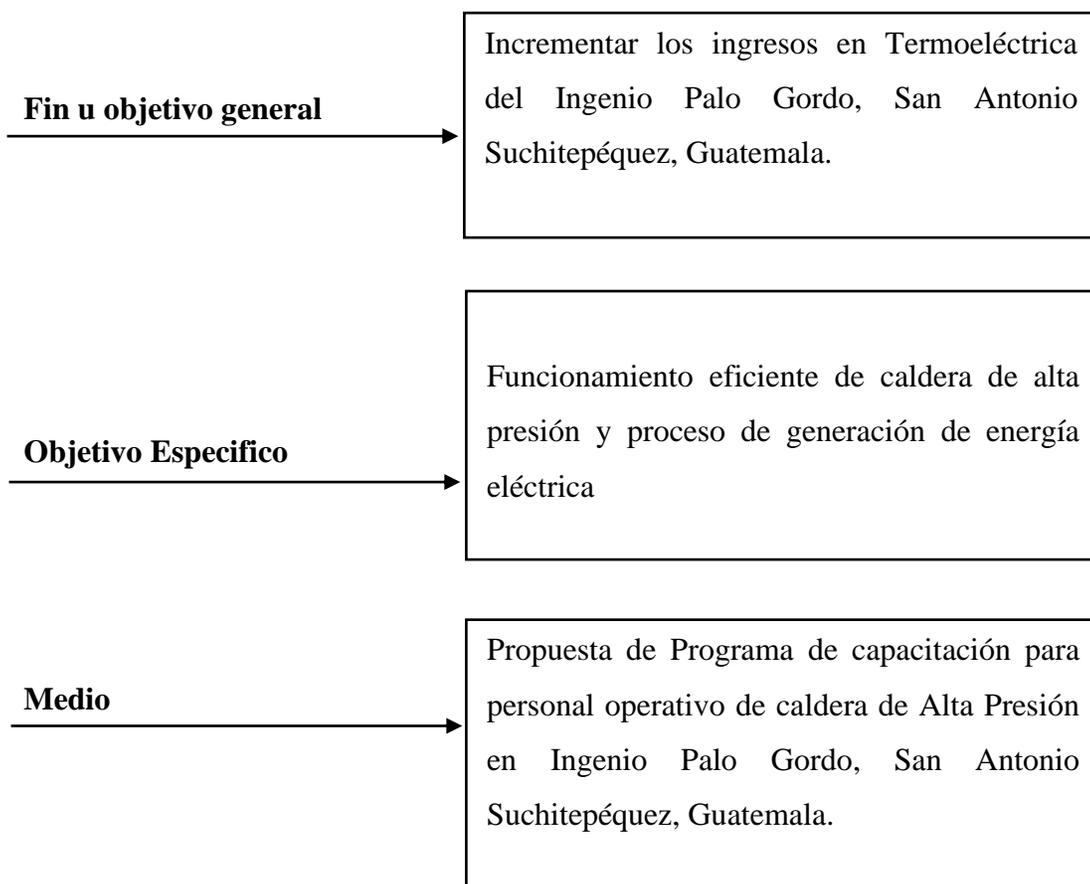
Hipótesis de trabajo:

“Las pérdidas económicas por Termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez, Guatemala, en los últimos 5 años, por el paro de caldera de alta presión y proceso de generación de energía eléctrica, es debido al desconocimiento del manejo y operación de ésta”.

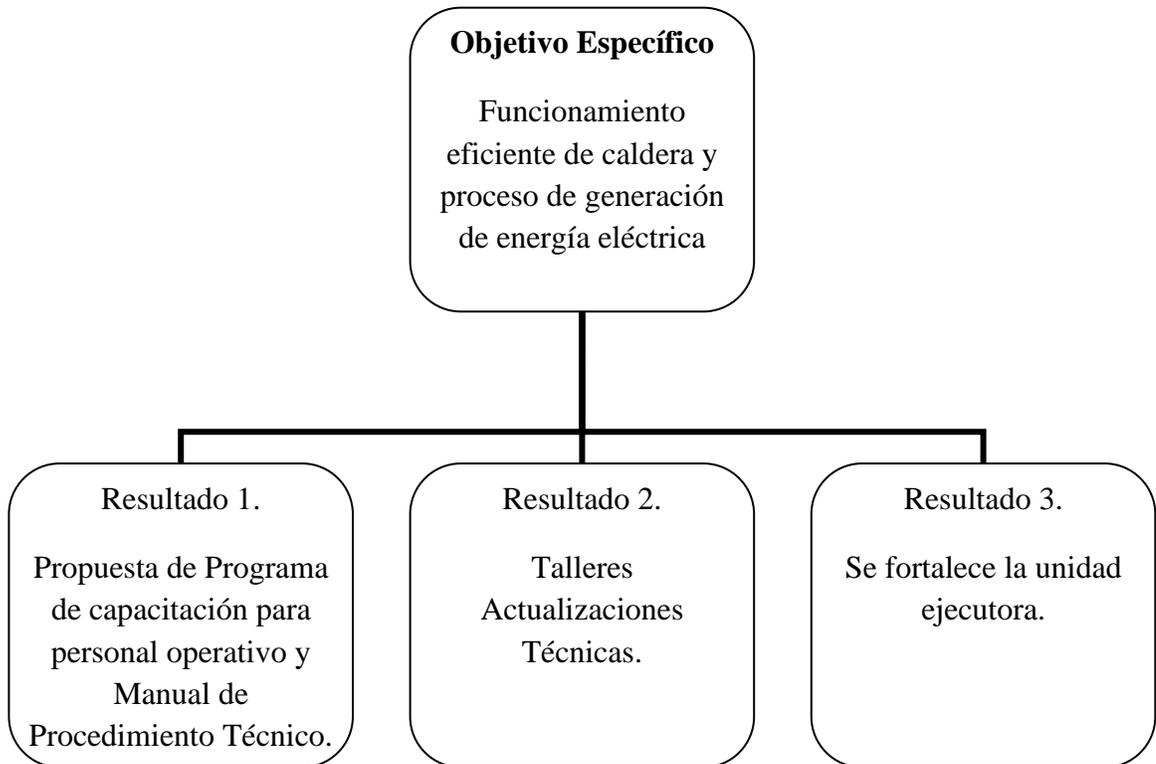
¿Es el desconocimiento del manejo y operación de la caldera de alta presión por el paro de ésta y proceso de generación de energía eléctrica, la causante de las pérdidas económicas en la termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez, Guatemala, ¿en los últimos 5 años?

1.2. Árbol de objetivos

De acuerdo con la problemática, causa y efecto planteados en el árbol de problemas, fue posible la determinación y diagramación de los objetivos del trabajo de graduación.



Anexo 2: Medio para solucionar la problemática



Anexo 3. Boleta de investigación para comprobación del efecto general

Universidad Rural de Guatemala

Boleta de la Investigación

Variable para comprobar: Dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto la comprobación de la variable dependiente siguiente: Pérdidas económicas por la termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo san Antonio Suchitepéquez en los últimos 5 años.

Esta boleta censal está dirigida al: Departamento Financiero.

1. Existen Pérdidas económicas por Termoeléctrica en la compañía

Sí

No

2. Las pérdidas económicas por Termoeléctrica afectan la solides de la empresa

Sí

No

3. Las pérdidas económicas por Termoeléctrica afectan a los colaboradores

Sí

No

4. Las pérdidas económicas por Termoeléctrica ponen en riesgo la situación laboral de los colaboradores

Sí

No

5. Las pérdidas económicas por Termoeléctrica se pueden eliminar estandarizando los procedimientos en calderas

Sí

No

Anexo 4. Boleta de investigación para comprobación de la causa

Universidad Rural de Guatemala

Boleta de la Investigación

Variable para comprobar: Variable Independiente

Objetivo: Desconocimiento del manejo y operación de caldera alta presión

Esta boleta censal está dirigida a: Coordinadores del personal operativo.

1. Es de su conocimiento la falta de un manual de procedimiento para la operación de una caldera de alta presión

Sí

No

2. Sabe usted si los procedimientos para operar la caldera de alta presión están estandarizados para su ejecución

Sí

No

3. Cree usted que un manual de procedimientos evitaría paros y demoras en arranque

Sí

No

4. Cree usted necesaria la implementación de un manual de procedimientos para la operación de una caldera alta presión

Sí

No

Anexo 5. Boleta de investigación para comprobación del problema

Universidad Rural de Guatemala

Boleta de la Investigación

Variable para comprobar: Problema Central o Variable Intermedia.

Objetivo: Paro de caldera y proceso de generación energía Eléctrica.

Esta boleta censal está dirigida a: Operarios.

1. Tiene usted conocimiento sobre si por paro de caldera y proceso de generación energía eléctrica impacta en el aumento de costo operativo
Sí No

2. Considera usted si por paro de caldera y proceso de generación energía eléctrica, es necesario un programa de capacitación para personal operativo
Sí No

3. Con que frecuencia se da el paro de caldera y el proceso de generación energía eléctrica en la compañía
Mensual
Trimestral
Semestral

4. Tiene conocimiento si por el paro de la caldera y proceso de generación energía eléctrica, afecta a las comunidades cercanas
Sí No

5. Considera que por el paro de caldera y proceso de generación energía eléctrica, aumenta el porcentaje de indisponibilidad de la termoeléctrica
Sí No

Anexo 6: Cálculo de la muestra

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Posgrado

Anexo metodológico para el cálculo de la muestra

Variable Dependiente

Se realizó un censo porque la población es menor a 35 personas y fue dirigido al Área Financiera, del Ingenio Palo Gordo Suchitepéquez, Guatemala.

Anexo metodológico para el cálculo de la muestra

Variable Independiente

Se realizó un censo porque la población es menor a 35 personas y fue dirigido a Coordinadores de personal operativo, del Ingenio Palo Gordo Suchitepéquez, Guatemala.

Anexo metodológico para el cálculo de la muestra

Problema Central o Variable Intermedia

Se realizó un censo porque la población es menor a 35 personas y fue dirigido al Personal Operativo, del Ingenio Palo Gordo Suchitepéquez, Guatemala.

Anexo 7: Calculo de la correlación

Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación.

Este coeficiente es un indicador estadístico que permite determinar el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables. En este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.6268, lo que indica que el comportamiento de estas variables no obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula simplificada es la siguiente:

$$Y = a+bx$$

La variable Y obedece a pérdidas económicas; mientras que la variable X a la cantidad de años estudiados.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de + - 0.80 a + - 1.

A continuación, se presentan los cálculos y fórmula utilizada para obtener dicho coeficiente.

AÑO	X (años)	Y (Pérdidas económicas)	XY	X ²	Y ²
2014	1	2471786	2471786.00	1	6109726029796.00
2015	2	5124684	10249368.00	4	26262386099856.00
2016	3	4215246	12645738.00	9	17768298840516.00
2017	4	3451846	13807384.00	16	11915240807716.00
2018	5	6124681	30623405.00	25	37511717351761.00
Totales	15	21388243	69797681.00	55	99567369129645.00

n=	5
ΣX=	15
ΣXY=	69797681
ΣX ² =	55
ΣY ² =	99567369129645.00
ΣY=	21388243
nΣXY=	348988405
ΣX*ΣY=	320823645
NUMERADOR=	28164760

FORMULA:

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2) * (n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

nΣX ² =	275
(ΣX) ² =	225
nΣY ² =	497836845648225.00
(ΣY) ² =	457456938627049.00

$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
$n\sum Y^2 - (\sum Y)^2 =$	4.03799E+13
$(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2) =$	2018995351058800.00
Denominador:	44933232.15
r=	0.626813578

Anexo 8. Anexo metodológico de la proyección lineal

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se procedió a utilizar la proyección lineal del fenómeno estudiado.

Previo a ello se procedió a determinar el comportamiento de la variable tiempo, pérdidas económicas generadas en la termoeléctrica del Ingenio, conforme a una serie histórica dada, la que no se encuentra aproximado a los parámetros aceptables para considerarse como un comportamiento lineal, que se resume con la ecuación siguiente: $Y=a+bx$.

Análisis: De acuerdo con las dos variables investigadas los datos no se correlacionan debido a que en este periodo de tiempo se ha operado con diferentes máquinas generadoras de energía eléctrica y de diferente capacidad en potencia, por lo tanto, aunque se tomara un periodo mayor de años la dispersión sería la misma.

Anexo 9. Diagnóstico de la problemática

Cuadro No. 1

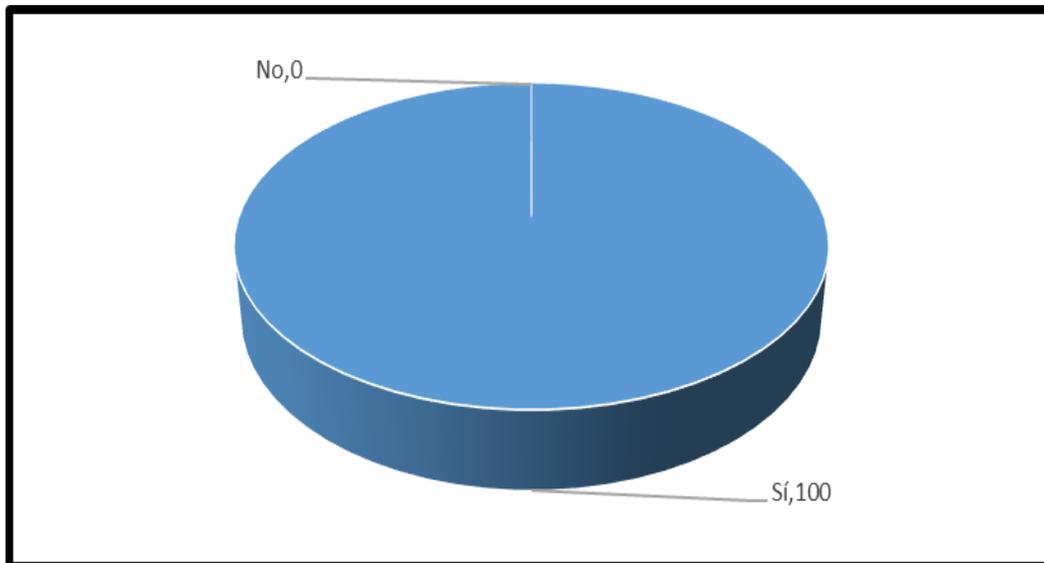
Por paro de caldera y proceso de generación energía eléctrica, impacta en el aumento costo operativo

Respuesta	Valor Absoluto	Valor Relativo %
SÍ	12	100
No	0	0
Total	12	100

Fuente: Elaboración propia, censo aplicado a operadores, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019.

Gráfica No. 1

Por paro de caldera y proceso de generación energía eléctrica, impacta en el aumento costo operativo



Fuente: Elaboración propia, censo aplicado a operadores, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019

Análisis: “Con este cuadro y grafica se comprueba la variable intermedia de la Problemática”

Cuadro No. 2

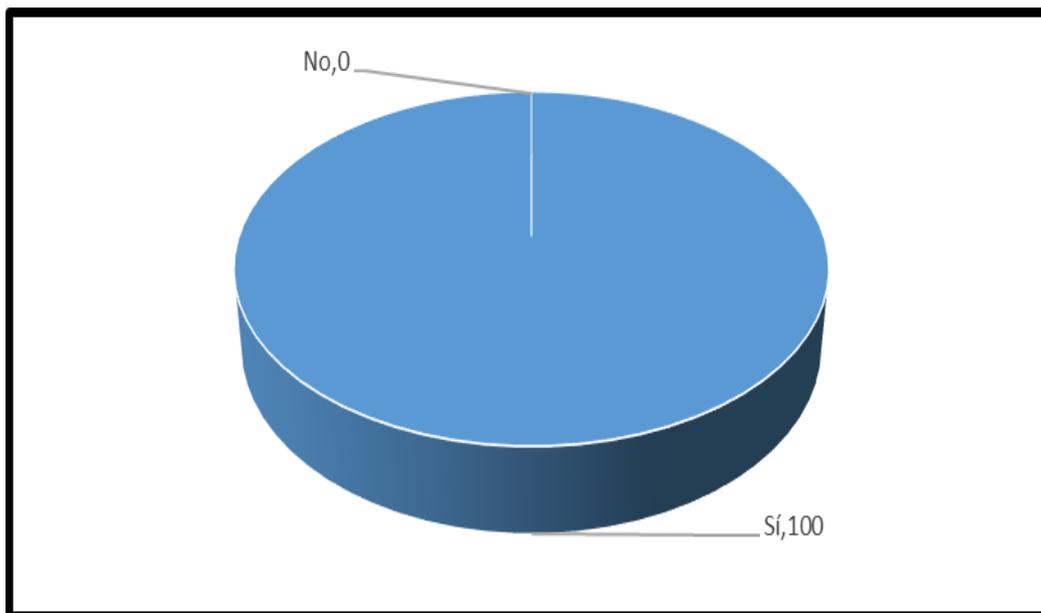
Por paro de caldera y proceso de generación energía eléctrica, es necesario un programa de capacitación para personal operativo

Respuesta	Valor Absoluto	Valor Relativo %
SÍ	12	100
No	0	0
Total	12	100

Fuente: Elaboración propia, censo aplicado a operadores, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019.

Gráfica No. 2

Por paro de caldera y proceso de generación energía eléctrica, es necesario un programa de capacitación para personal operativo



Fuente: Elaboración propia, censo aplicado a operadores, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019.

Cuadro No. 3

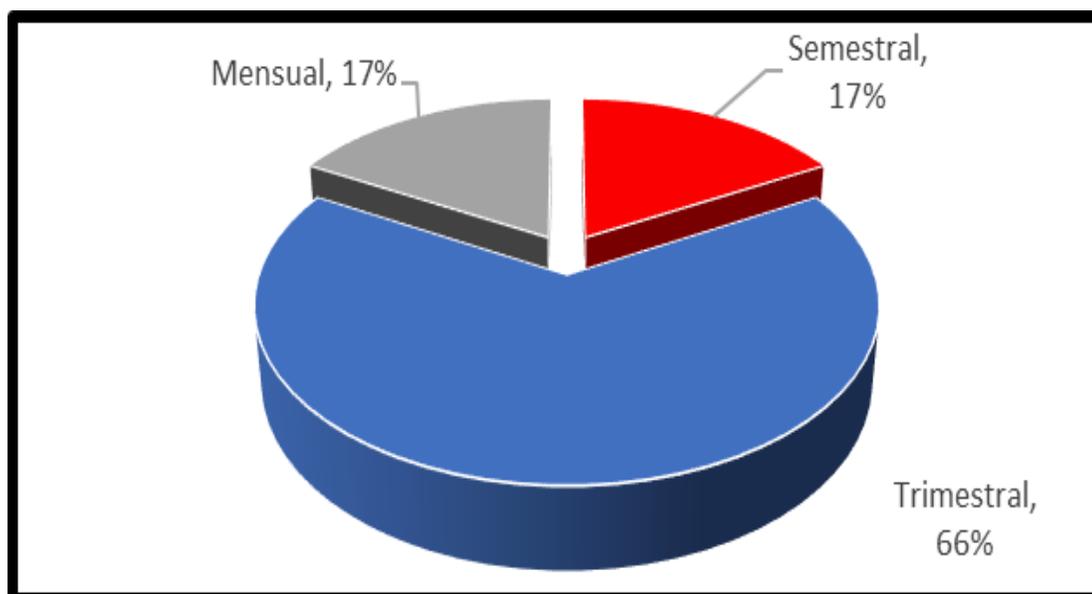
Qué frecuencia se da paro de caldera y el proceso de generación energía eléctrica en la compañía

Respuesta	Valor Absoluto	Valor Relativo %
mensual	2	17
Trimestral	8	66
semestral	2	17
Total	12	100

Fuente: Elaboración propia, censo aplicado a operadores, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019.

Gráfica No. 3

Qué frecuencia se da paro de caldera y el proceso de generación energía eléctrica en la compañía



Fuente: Elaboración propia, censo aplicado a operadores, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019.

Cuadro No. 4

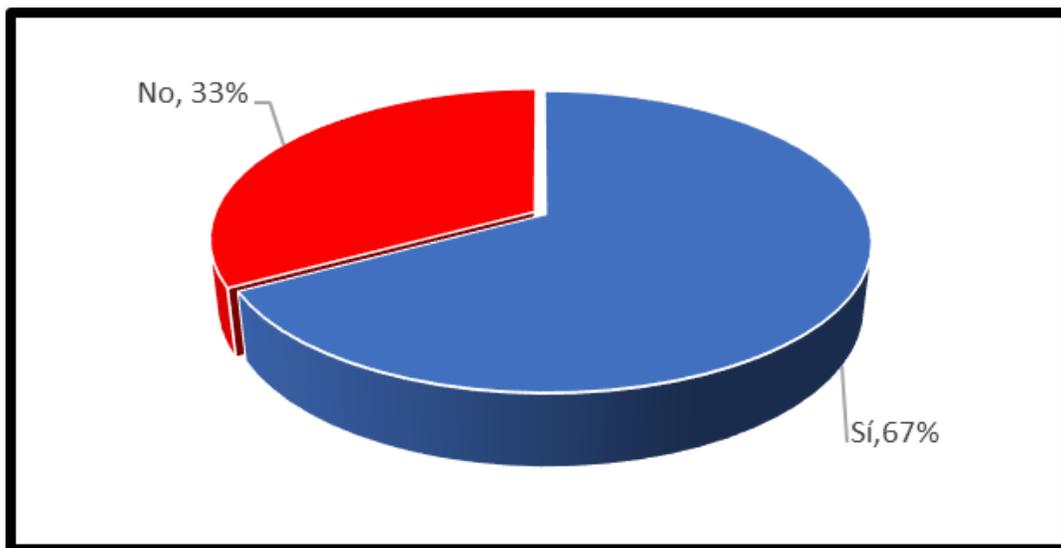
Por paro de la caldera y proceso de generación energía eléctrica, afecta a las comunidades cercanas

Respuesta	Valor Absoluto	Valor Relativo %
SÍ	8	67
No	4	33
Total	12	100

Fuente: Elaboración propia, censo aplicado a operadores, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019.

Gráfica No. 4

Por paro de la caldera y proceso de generación energía eléctrica, afecta a las comunidades cercanas



Fuente: Elaboración propia, censo aplicado a operadores, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019.

Cuadro No. 5

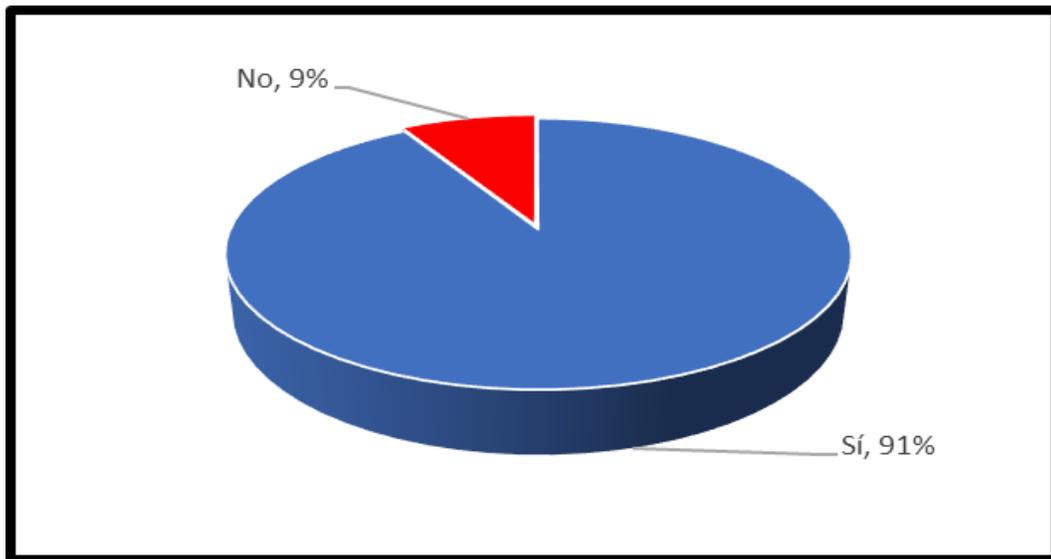
Por paro de caldera y proceso de generación energía eléctrica, aumenta el porcentaje de indisponibilidad de la termoeléctrica

Respuesta	Valor Absoluto	Valor Relativo %
SÍ	11	91
No	1	9
Total	12	100

Fuente: Elaboración propia, censo aplicado a operadores, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019.

Gráfica No. 5

Por paro de caldera y proceso de generación energía eléctrica, aumenta el porcentaje de indisponibilidad de la termoeléctrica



Fuente: Elaboración propia, censo aplicado a operadores, Palo Gordo Suchitepéquez, marzo 2019.

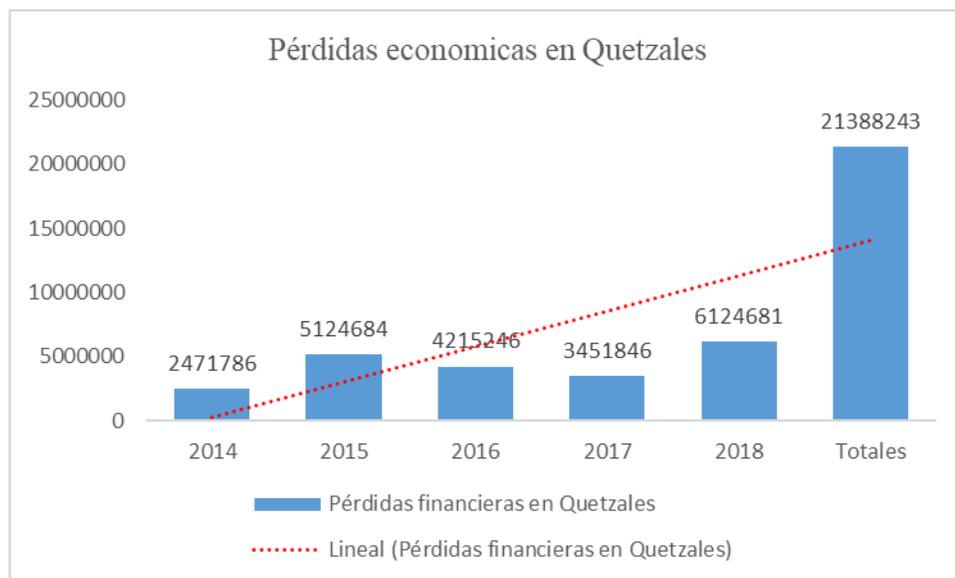
Para realizar el cálculo, se consultaron los datos de archivo y se determinó el monto de pérdidas económicas para los últimos cinco años, tomando en cuenta los costos de reparación por paros de caldera y tiempo perdido en arranque.

Los datos del historial de pérdidas económicas son:

Cuadro No.: Historial de pérdidas económicas en quetzales.

Año	Pérdidas económicas en Quetzales
2014	2471786
2015	5124684
2016	4215246
2017	3451846
2018	6124681
Totales	21388243

Gráfica No.: Historial de pérdidas económicas



Fuente: Elaborada por el autor

TOMO II

José Alberto Turcios González

PROPUESTA DE PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA PERSONAL
OPERATIVO DE CALDERA DE ALTA PRESIÓN EN INGENIO PALO
GORDO, SAN ANTONIO SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA



Asesor General Metodológica: M.A. Sonia Leticia Caal Chiquin.

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala enero de 2021

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener los títulos universitarios de Ingeniería Industrial, con énfasis en Recursos Naturales Renovables y Maestría en Proyectos con Énfasis en Investigación

Índice

No.	Contenido	Página
	Presentación	
	Prólogo	
I	RESUMEN.....	1
II	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	9
	Anexos	

Prólogo

Para incrementar los ingresos en Termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez Guatemala, se necesita transformar de forma positiva la electricidad segura, eficiente, fiable a medida que surjan soluciones energéticas más sostenibles, inteligentes y personalizables, se abrirán oportunidades de crecimiento económico y la calidad de vida para el personal operativo que labora en la caldera.

En ese sentido generalmente en el Ingenio Palo Gordo azucarero la generación de vapor representa el proceso donde se inician las transformaciones y transferencia de la energía, y por lo tanto los conceptos vertidos sobre el proceso de generación eléctrica y una adecuada capacitación para el manejo de las operaciones.

Es necesario implementar y dotar de herramientas específicas que contenga alternativas de solución a los problemas suscitados por las pérdidas económicas del ingenio, a efecto de lograr los objetivos y alcanzar la sostenibilidad financiera, propuesta en la presente investigación que será de utilidad para los estudiantes y otras empresas que lo requieran consultar.

Presentación

En cumplimiento a lo estipulado por la Universidad Rural de Guatemala, previo a su graduación de los títulos como Ingeniero Industrial, en el grado académico de Magister en Proyectos con énfasis en Investigación, se elaboró el “Propuesta de Programa de capacitación para personal operativo de caldera de alta presión en Ingenio Palo Gordo, San Antonio, Suchitepéquez, Guatemala”. Por lo consiguiente el desarrollo se realizó de manera adecuada a través de la síntesis de sus causas, sus efectos y posibles soluciones para que asegure el cumplimiento de los objetivos en bienestar de la empresa y los empleados del Ingenio Palo Gordo.

I. RESUMEN

El presente estudio cumple los requisitos establecidos por la Universidad Rural de Guatemala, previo a su graduación de los títulos como Ingeniero Industrial, en el grado académico de Magister en Proyectos con énfasis en Investigación, “Propuesta de Programa de capacitación para personal operativo de caldera de alta presión en Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez, Guatemala”.

Es importante mencionar que primeramente se identificó la problemática existente, la cual consiste en la falta de conocimiento del manejo y operación que realiza el personal operativo de caldera Alta Presión en el Ingenio Palo Gordo, y debido a ello se encuentra generando pérdidas económicas durante los últimos 5 años.

Al haber terminado el trabajo de graduación, se comprobó la hipótesis: “Las pérdidas económicas por Termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez, Guatemala, en los últimos 5 años, por el paro de caldera de alta presión y proceso de generación de energía eléctrica, es debido al desconocimiento del manejo y operación de ésta”.

¿Es el desconocimiento del manejo y operación de la caldera de alta presión por el paro de ésta y proceso de generación de energía eléctrica, la causante de las pérdidas económicas en la termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez, Guatemala, ¿en los últimos 5 años?

El informe final de graduación o tesis está integrado de la siguiente forma: Prólogo y Presentación, además los siguientes capítulos:

I: Compuesto por: Introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivo general y objetivos específicos, justificación, metodología conformada por métodos y técnicas tanto para la formulación como para la comprobación de la hipótesis.

II: Compuesto por: Marco teórico, que comprende aspectos conceptuales formados por aspectos doctrinarios y legales.

III: Compuesto por: Comprobación de la hipótesis. Formado por cuadros y gráficas de los resultados obtenidos de las encuestas relacionadas a la variable dependiente “Y” e independiente “X” con su respectivo análisis.

IV: Compuesto por: Conclusiones y recomendaciones, luego bibliografía y anexos principales.

Tomo II, estructurado por prólogo y presentación además de los siguientes capítulos:

I: Resumen que describe brevemente de que se trata el trabajo de investigación.

II: Conclusiones, recomendaciones y anexos donde se describe el desarrollo de actividades.

La propuesta la conforman tres resultados que se detalla a continuación:

Resultado uno: Establece Propuesta de programa capacitación para personal operativo y Manual de procedimiento técnico. Mientras que el resultado dos: Se encuentra definido a través de las políticas, Talleres Actualizaciones Técnicas. Y por último se encuentra el resultado tres: En donde se fortalece la unidad ejecutora en la operación de caldera para el personal que labora en el Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez Guatemala. Por tanto, este estudio se realizó durante el mes de febrero a diciembre del año dos mil diecinueve.

I.1 Planteamiento del problema

Las múltiples operaciones que desarrolla el personal que labora en la Caldera de alta presión en Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez Guatemala, y las exigencias técnicas y prácticas que se deben cumplir, en la actualidad no se ajustan a la realidad debido al desconocimiento que desafortunadamente existe en el personal

que opera la caldera. El bajo rendimiento de su trabajo tiende a que cometan errores lo cual se traduce en pérdidas económicas para el Ingenio Palo Gordo durante los últimos 5 años.

En virtud de lo anterior el Ingenio Palo Gordo, no reúne las garantías en cuanto a solidez, seguridad, economía, funcionamiento y personal acreditado que responda a las necesidades de la empresa.

Es por ello por lo que, como profesional mediante este proyecto de investigación, buscó encarar los problemas y adecuar la industria del Ingenio Palo Gordo, por lo que requieren soluciones eficientes y de alta calidad. Por lo consiguiente a través de capacitaciones el personal realizará buenas prácticas y será líder en la industria en las operaciones de la caldera de vapor para la generación de energía eléctrica con eficiencia.

En ese contexto nos encontramos con un desafío que es inevitable para la empresa y para mantenerse al día con los estándares de la industria, en la presente investigación se pretende solucionar mediante programas de capacitación para el personal operativo en donde se enumerará una serie de recomendaciones que permita incrementar los ingresos económicos mediante el uso adecuado en Termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez Guatemala.

I.2 Hipótesis

“Las pérdidas económicas por Termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez, Guatemala, en los últimos 5 años, por el paro de caldera de alta presión y proceso de generación de energía eléctrica, es debido al desconocimiento del manejo y operación de ésta”.

¿Es el desconocimiento del manejo y operación de la caldera de alta presión por el paro de ésta y proceso de generación de energía eléctrica, la causante de las pérdidas

económicas en la termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez, Guatemala, ¿en los últimos 5 años?

I.3 Objetivos

Con la finalidad de poder darle una solución a la problemática estudiada y contribuir a la solución de los problemas encontrados, se trazaron los siguientes objetivos:

I.3.1 Objetivo general

Incrementar los ingresos en Termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez Guatemala.

I.3.2 Objetivo específico

Funcionamiento eficiente de caldera de alta presión y proceso de generación energía eléctrica.

I.4 Justificación

Ante la falta de conocimiento en el personal que labora en el Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez Guatemala, se ha traducido en pérdidas económicas durante los últimos 5 años para el Ingenio, por ello surge la necesidad de implementar medidas que puedan lograr la eficiencia y eficacia en la operación de calderas para la generación de energía eléctrica.

La capacitación y el desarrollo brindan a los empleados y a las organizaciones en general beneficios que hacen que el costo y el tiempo sean una inversión que valga la pena. El retorno de la inversión de la capacitación y el desarrollo de los

empleados es realmente beneficioso, porque este ayudará al empleado una mayor comprensión de sus responsabilidades dentro de su rol y, a su vez, aumentará su confianza. Esta confianza mejorará su rendimiento general y esto solo puede beneficiar al Ingenio Palo Gordo.

Por lo consiguiente la capacitación para los trabajadores se presenta como una excelente oportunidad para ampliar la base de conocimientos de todos. Muchos empleadores actualmente consideran que las oportunidades de desarrollo son caras. Además, aducen que los empleados que asisten a las sesiones de capacitación también pierden tiempo de trabajo, lo que puede demorar la finalización de los proyectos.

En ese contexto mediante el presente trabajo de investigación la propuesta de capacitación para los empleados del Ingenio Palo Gordo, mejorará la reputación y el perfil de la empresa se constituirá de manera sólida y exitosa y podría provocar una demanda potencial para el mantenimiento y la operación de las calderas como parte clave para el éxito del ingenio que ayudará a maximizar la seguridad, la confiabilidad y la eficiencia, extendiendo así la vida útil de la caldera, mejorando la eficiencia de la caldera, ahorrando costos de energía para el empleador y estableciendo una cultura de prácticas de trabajo que sean seguras entre los trabajadores.

I.5. Metodología

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se utilizaron diversos métodos y técnicas. Asimismo, para la formulación de la hipótesis y comprobación de esta.

Por tanto, a continuación, se detallan lo siguiente:

I.5.1 Métodos

Los métodos aplicados para la recolección de información y el procesamiento de los datos establecidos mediante los procedimientos utilizados, se empleó el método científico y el método del marco lógico. Por tanto, la forma del empleo de los métodos citados se describe a continuación:

I.5.1.1 Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis

Método científico

Para la formulación de la hipótesis fue fundamental observar este método el cual está integrado por juicios o razones independientes de la falta de conocimiento de los trabajadores del Ingenio Palo Gordo, el cual permitió al investigador; asociar conceptos con leyes lógicas, generar nuevos conceptos y ordenarlos para tratar en su conjunto este problema.

Método marco lógico

A través del análisis realizado, se alcanzó un conocimiento más claro de los problemas de la falta capacitación que implica la incorrecta operación y mantenimiento de la caldera se encuentra ante un riesgo por fallos, incidentes y accidentes durante el proceso de generación eléctrica para el Ingenio Palo Gordo.

I.5.1.2 Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis

Método científico

Para la comprobación de la hipótesis se observó la falta de capacitación del personal que opera en las calderas y las exigencias técnicas y prácticas que se deben cumplir,

en la actualidad no se ajustan a la realidad debido al desconocimiento que desafortunadamente existe. Lo cual se traduce en pérdidas económicas.

Para ello se experimentó realizando un censo a personal involucrado en la operación de caldera alta presión. Utilizando variable dependiente y la variable independiente, así como cuadro y graficas obtenidas en el trabajo de campo realizado.

Se concluye que los datos obtenidos por medio de la investigación de campo muestran los factores que indican las deficiencias en la operación de caldera Alta presión en ingenio palo gordo, san Antonio Suchitepéquez, Guatemala

Método inductivo

Se estudian fenómenos particulares, que darán soluciones generales.

Con este método se obtuvieron los resultados de la problemática, se utilizó para realizar encuestas y para diseñar conclusiones, de esta forma poder llegar a la hipótesis planteada.

Social – contable

Se solicitó a la gerencia del Ingenio Palo Gordo los estados financieros de los años 2014 al 2018, y se realizó un análisis vertical y se estableció de los ingresos, que corresponden a la generación termoeléctricas que por definición, queman algún combustible, para observar cuales son los costos de generación de la electricidad por tipo, a efecto de comparar resultados e identificar oportunidades de capacitación en los trabajadores para tener base para orientar desde la planeación, la conveniencia de promover alguna tecnología de generación. Por lo consiguiente se detectó un déficit de ingresos, por concepto operatividad.

Matemático – Estadístico

Se realizó una encuesta a los integrantes de la junta directiva, se estableció el porcentaje de conocimiento, análisis e interpretación de información financiera, como herramienta fundamental para la administración, por lo mismo no hay planes de contingencia financiera.

I.5.2 Técnicas

I.5.2.1 Técnicas empleadas para la formulación y comprobación de la hipótesis

Las técnicas utilizadas para la realización de la formulación y comprobación de la hipótesis se detallan a continuación:

Observación directa

Por medio de esta técnica, se entró en contacto directo con las instalaciones, el personal, la junta directiva. Sin embargo, se observó la falta de capacitación del personal que opera en las calderas, el mantenimiento de la documentación apropiada a las instrucciones del ingenio, el control de las funciones del manómetro, válvulas de seguridad, las mediciones del nivel de agua, bombas de base y de respaldo, accesorios, equipos tecnológicos herméticos, así como el control de los parámetros del trabajo de las calderas, no se lleva un registro organizado.

Lluvia de ideas

El uso de esta técnica de grupo proporciona principalmente la obtención de ideas sobre el tema objeto de estudio, enfocada en la mejora de la calidad profesional de

los operadores de la caldera para que tome medidas de seguridad de prevención sobre las lesiones causadas por tocar accidentalmente el parte que son eléctricas, es decir, por golpe eléctrico, así como para familiarizar a los estudiantes con el peligro de incendio, ruido y vibraciones. Así mismo asegurarse de que las habilidades y el conocimiento de los trabajadores estén actualizados para hacer crecer el negocio y aumentar su competitividad del Ingenio Palo Gordo.

Entrevista

En esta técnica se entrevistó, principalmente a los trabajadores que operan la caldera y a los integrantes de la junta directiva, se estableció el nivel de conocimiento con relación a la operación de la caldera y la administración financiera del ingenio.

Cuestionario

Se realizó un cuestionario, al área financiera, Coordinadores de personal operativo y personal operativo de la caldera, el cual midió el nivel de conocimiento científico de la operación de la caldera y la administración financiera, para que se estableciera, si cuentan con planes de capacitación, por tanto, se estableció que se carece del mismo.

Investigación documental

La investigación documental se realizó por medio de los instrumentos con que cuenta el Ingenio Palo Gordo.

Así misma información recolectada a través de libros, revistas y otras experiencias desarrolladas a través de documentos de operación de calderas, que fueron importantes para detectar las deficiencias producidas en la superficie de

transferencia de calor que dejarán en la caldera ligeramente sobrecalentada o se enfriarán a la temperatura de saturación del agua a medida que se eleva a través del agua. En condiciones normales, las burbujas de vapor tienden a enfriarse a la temperatura de saturación a medida que se elevan a través del agua.

El problema de la supresión de la velocidad de producción de vapor. La adición de una gran cantidad de agua más fría reduce la producción de vapor hasta que el agua alcanza la temperatura de saturación. Dado que la alimentación modulada agrega agua a una tasa muy baja en comparación con una alimentación de encendido y apagado, el agua en la caldera permanecerá relativamente isotérmica y no se formará ninguna nube.

En ese mismo orden de ideas el establecimiento de los controles y procedimientos desarrollados para la operación de la caldera de generación de energía eléctrica, para el efecto de determinar las pérdidas económicas se solicitaron los estados financieros históricos, conciliaciones bancarias, estados de cuenta bancarios, actas de constitución, recibos de caja movimientos contables de las cuentas principales, listado de usuarios, listado de cuotas establecidas, organigrama de la Gerencia. Para las conclusiones, auxiliados del método científico (análisis, síntesis, inductivo, deductivo).

Los Anexos Son:

Anexo1. Árbol de problemas e hipótesis y Árbol de objetivos

El diagrama del problema, el efecto (variable o dependiente Y) la causa (variable independiente "X") y propuesta de solución. Así como la hipótesis identificada u objetivo de la investigación con el diagnóstico esquematizado para su posterior comprobación. En el diagrama de los objetivos de trabajo de acuerdo con la

problemática causa y efecto incluidos en el árbol de problemas. Siendo el objetivo general, el objetivo específico y el medio de solución o nombre del trabajo.

Anexo 2. Medios para solucionar la problemática,

El que corresponde al objetivo específico “Funcionamiento eficiente de caldera y proceso de generación energía eléctrica.

Anexo 3. Boleta de investigación para comprobar el efecto

Variable dependiente “Y”; Pérdidas Económicas por Termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez en los últimos 5 años.

Esta boleta censal está dirigida al: Departamento Financiero, su objetivo es determinar si existen pérdidas económicas en Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez, en los últimos 5 años.

Anexo 4. Boleta de investigación para comprobar la causa.

Variable independiente “X”: “Desconocimiento del manejo y operación de caldera de alta presión.

Su objetivo es determinar si existe desconocimiento del manejo y operación de caldera alta presión.

Esta boleta censal está dirigida a: Coordinadores del personal operativo.

Anexo 5. Variable para comprobar: Problema Central o Variable Intermedia.

“Paro de caldera de alta presión y proceso de generación energía Eléctrica”, esta boleta censal está dirigida a: Operarios.

Objetivo: verificar el nivel de conocimiento de la existencia del problema.

Anexo 6: Cálculo de la muestra

Anexo metodológico para el cálculo de la muestra

Variable Dependiente:

Se realizó un censo porque la población es menor a 35 personas y fue dirigido al Área Financiera, del Ingenio Palo Gordo Suchitepéquez, Guatemala.

Variable Independiente

Se realizó un censo porque la población es menor a 35 personas y fue dirigido a Coordinadores de personal operativo, del Ingenio Palo Gordo Suchitepéquez, Guatemala.

Problema Central o Variable Intermedia

Se realizó un censo porque la población es menor a 35 personas y fue dirigido al Personal Operativo, del Ingenio Palo Gordo Suchitepéquez, Guatemala.

Anexo 7: Calculo de la correlación

Este coeficiente es un indicador estadístico que permite determinar el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables. En este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.6268, lo que indica que el comportamiento de estas variables no obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula simplificada es la siguiente:

$$Y = a+bx$$

La variable Y obedece a pérdidas económicas; mientras que la variable X a la cantidad de años estudiados.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de + - 0.80 a + - 1.

Anexo 8. Anexo metodológico de la proyección lineal

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se procedió a utilizar la proyección lineal del fenómeno estudiado.

Previo a ello se procedió a determinar el comportamiento de la variable tiempo, pérdidas económicas generadas en la termoeléctrica del Ingenio, conforme a una serie histórica dada, la que no se encuentra aproximado a los parámetros aceptables para considerarse como un comportamiento lineal, que se resume con la ecuación siguiente: $Y=a+bx$.

Análisis: De acuerdo con las dos variables investigadas los datos no se correlacionan debido a que en este periodo de tiempo se ha operado con diferentes máquinas generadoras de energía eléctrica y de diferente capacidad en potencia, por lo tanto, aunque se tomara un periodo mayor de años la dispersión sería la misma.

Anexo 9. Diagnóstico de la problemática.

Para realizar el cálculo, se consultaron los datos de archivo y se determinó el monto de pérdidas económicas para los últimos cinco años, tomando en cuenta los costos de reparación por paros de caldera y tiempo perdido en arranque.

Se determinó el paro de caldera y proceso de generación de energía eléctrica en ingenio palo gordo, tomándose como muestra a 12 personas, reflejado en gráficas.

- Propuesta de solución.

La propuesta pretende que en la termoeléctrica de ingenio palo gordo San Antonio Suchitepéquez, por medio de un Funcionamiento eficiente de caldera y proceso de generación energía eléctrica, se logre Incrementar los ingresos económicos y está integrada por tres resultados.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusión

1. Se comprueba la hipótesis: “Las pérdidas económicas por Termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez, Guatemala, en los últimos 5 años, por el paro de caldera de alta presión y proceso de generación de energía eléctrica, es debido al desconocimiento del manejo y operación de ésta”, Con el 100% de nivel de confianza ya que se realizó un censo a la población.

¿Es el desconocimiento del manejo y operación de la caldera de alta presión por el paro de ésta y proceso de generación de energía eléctrica, la causante de las pérdidas económicas en la termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez, Guatemala, ¿en los últimos 5 años?

Dirigido a: Departamento Financiero, Coordinadores del personal operativo y operarios.

Recomendación

2. Implementar la propuesta: programa de capacitación para personal operativo de caldera alta presión en ingenio palo gordo san Antonio Suchitepéquez Guatemala.

Anexos

Índice resultado

No.	Contenido	Página
	Descripción general de la Propuesta	
I	Introducción.....	1
I.1	Objetivo.....	1
I.2	Área de acción.....	1
II	Descripción de resultados.....	2
II.1	Resultado 1: Propuesta de programa capacitación para personal operativo y Manual de procedimiento técnico.....	2
II.2	Resultado 2: Talleres de actualizaciones técnicas.....	2
II.3	Resultado 3: Se fortalece la Unidad Ejecutora.....	2
1	Ajuste de costes y tiempos.....	30
2	Plan de trabajo.....	32
3	Presupuesto.....	33

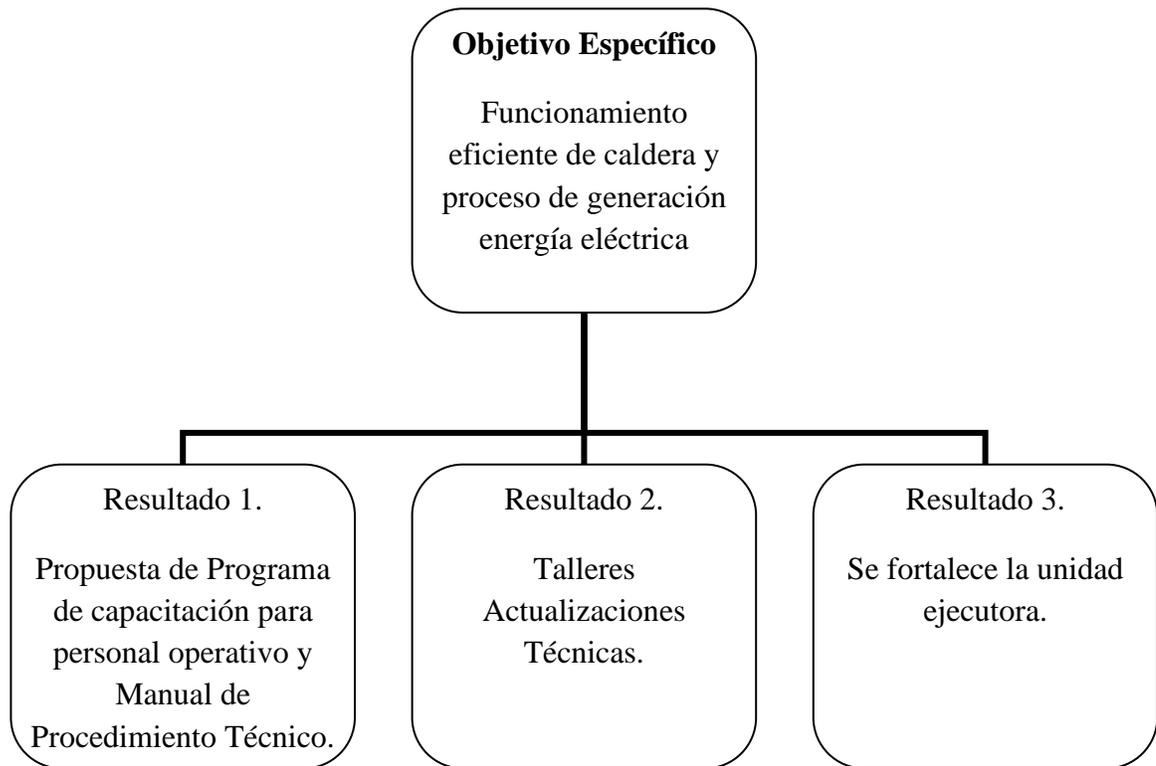
Anexo 1: PROPUESTA DE PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA PERSONAL OPERATIVO

I. INTRODUCCIÓN

El problema de la investigación es Paro de caldera y proceso de generación energía eléctrica, en Ingenio Palo Gordo Suchitepéquez Guatemala lo anterior tiene como efecto pérdidas económicas en la termoeléctrica en los últimos 5. La causa del problema es desconocimiento del manejo y operación de la caldera de alta presión.

La hipótesis que se comprobó fue: Las pérdidas económicas en termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo, Sana Antonio Suchitepéquez Guatemala, en los últimos 5 años, por el paro de caldera y proceso de energía eléctrica, es debido al desconocimiento del manejo y operación de esta. Se deben a la falta de un programa capacitación”.

El objetivo general es Incrementar los ingresos en termoeléctrica, el objetivo específico son las pérdidas económicas por termoeléctrica, debido al desconocimiento del manejo y operación de caldera alta presión. El medio de solución está formado por la Propuesta del Programa de capacitación para personal operativo y consta de tres resultados que son: Manual de procedimiento técnico, taller de actualizaciones técnicas y fortalecimiento de la unidad ejecutora.



11. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS

Se postula la siguiente propuesta de Programa de capacitación en la termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo Suchitepéquez Guatemala, la cual cuenta con un manual de procedimiento técnico, taller de actualización técnica para el personal operativo de caldera alta presión para incrementar los ingresos en termoeléctrica, integrada por tres resultados, que se desprenden a continuación:

RESULTADO 1. Propuesta de Programa de capacitación para personal operativo y Manual de procedimiento técnico

El manual de procedimiento técnico está formado por procesos de arranque en frío, un encendido del sistema cenizas y un inicio de levantamiento de presión en la

caldera. Se opera la caldera con un coordinador de turno un operador de Sistema D.C.S. un operador de caldera de campo, un auxiliar de campo y un operador del sistema de cenizas que son los responsables de operar caldera alta presión, para realizar el trabajo de una forma segura y cumplir con los procedimientos operativos de caldera alta presión en la termoeléctrica.

Actividad No. 1: Establecer las políticas. Establecer las políticas adecuadas para que empleados de empresa fluya directamente en los procesos técnicos y se logren los objetivos.

Actividad No. 2: Facilitar material del manual técnico. Con esta actividad se busca realizar impresiones del manual procedimiento técnico, convocar y proporcionar el material impreso al personal operativo. Asimismo, con el apoyo de un Ingeniero de Automatización, dar la explicación del sistema operativo del programa instalado en las computadoras que se utilizan para operar caldera de alta presión.

Actividad No. 3: Gestión de mobiliario y equipo. Para impartir el taller de actualización técnica, se gestiona el permiso del salón, computadoras, alquiler proyector y sillas para poder llevar a cabo la capacitación que impartirá el ingeniero de automatización. Se hará entrega de un leitz a cada persona donde va el manual procedimiento técnico. Para que se orienten a través de la guía conforme se va impartiendo la capacitación y se les entregará una por persona para que desarrolle mejores habilidades y destreza operativas.

Actividad No. 4: Responsabilidades y vigencia. El personal responsable para difundir el manual técnico tendrá bajo su responsabilidad lo siguiente:

1. Capacitar al personal operativo sobre los procedimientos.
2. Cumplir con los lineamientos establecidos en el manual.
3. Auditar los procedimientos.

RESULTADO 2. Talleres Actualizaciones Técnicas

En los talleres de actualizaciones técnicas, se definen las fechas y horarios en el cronograma para el personal que opera caldera alta presión en la termoeléctrica del ingenio palo gordo Suchitepéquez Guatemala.

Actividad No. 1: Definir el salón de capacitación. Alquilar un salón para impartir los talleres de actualización.

Sin en caso no se cuenta con un salón se pueden crear cursos en línea para que el personal operativo interactúe con los profesionales.

Actividad No. 2: Promocionar los talleres de actualización. Elaborar afiches que contengan la descripción de los talleres y los beneficios que estos pueden dejar al personal operativo que necesita capacitarse, realizarlo ya sea por un grupo de whatsapp, o impresione.

Actividad No. 3: Notificar inscripciones. Definir el tipo de metodología para el personal operativo que desea inscribirse al taller de actualización, y si se debe pagar o no el curso.

Gestionar el transporte para el personal operativo participante para que puedan tener acceso al taller de manera fácil.

Actividad 4: Otorgar Diplomas. Elaborar y otorgar los diplomas al personal operativo participante en los talleres de actualización.

Proporcionar material de consulta de los talleres de actualización técnica.

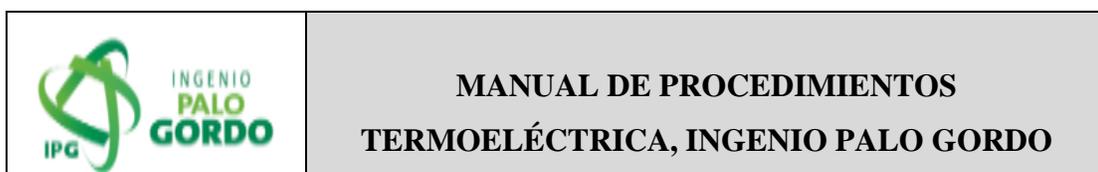
RESULTADO 3. fortalecimiento de la unidad ejecutora

Actividad No. 1: Acciones. Seleccionar, evaluar y presentar programas de financiamiento para los talleres técnicos de actualización que se apliquen al personal operativo

Actividad No. 2: Búsqueda de cursos: Realizar convenios con otras empresas con similares actividades para fortalecer el intercambio de conocimientos.

Actividad No. 3: Supervisar y coordinar. La ejecución de los talleres de actualización para el personal operativo del Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez, Guatemala.

Actividad No. 4: Monitoreo y evaluación. Esta actividad está a cargo de la Unidad Ejecutora se encargará de fiscalizar que el personal operativo se constituya a recibir los talleres de actualización para adquirir eficiencia, efectividad, eficacia y economía en todos los procesos de empresa.



Objetivo

Incrementar los ingresos en termoeléctrica ingenio palo gordo Suchitepéquez Guatemala. y lograr los lineamientos necesarios para la ejecución de las actividades de operación de la caldera de una forma eficiente y segura.

Alcance

El alcance de este procedimiento abarca para todo colaborador que opere caldera de alta presión en termoeléctrica en ingenio palo gordo Suchitepéquez Guatemala.

Política

Todo personal operativo del área caldera, que se encuentra en las instalaciones de termoeléctrica, deberá cumplir los siguientes procedimientos de programa capacitación para personal operativo de caldera alta presión que a continuación se presenta.

Base legal

El marco regulatorio lo conforma el ordenamiento jurídico que rige las actividades del subsector eléctrico que lo integran: la Ley General de Electricidad y el Código de Trabajo vigente de Guatemala.

Procedimiento para el arranque en frio de la caldera Alta Presión

Objetivo

El objetivo principal es la puesta en marcha la caldera de Alta Presión la protección de la propiedad, medio ambiente e infraestructura y la minimización de los impactos ambientales.

Alcance

Este plan se aplica a las instalaciones del Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez, Guatemala.

Responsabilidades

El Operador de pantallas (sistemas) apoyado por el operador de campo, de velar por el cumplimiento del presente procedimiento, asegurándose de que todo el personal involucrado lo conoce perfectamente y está debidamente instruido para realizar las tareas encomendadas, contando con la autorización pertinente.

Para la puesta en marcha de la caldera Alta Presión el Operador de pantallas (sistemas) apoyado por el operador de campo Caldera bajo la Supervisión del Coordinador de Turno debe:

Definiciones

Emergencia: Es un estado anormal provocado por un evento no deseado ni programado que requiere de una acción inmediata para prevenir lesiones a las personas y/o minimizar daños a la propiedad, a la comunidad y al medio ambiente.

	ARRANQUE EN FRIO DE LA CALDERA ALTA PRESIÓN.	Código: 001
		Página 1/24
Propósito y alcance	Poner en marcha de la caldera Alta Presión	
Descripción		
Este documento describe el procedimiento que se debe realizar para el arranque en frío de la caldera alta presión.		
No.	Descripción de las actividades	Responsable
01	Verificar el suministro de energía eléctrica para los equipos auxiliares de caldera.	Operador de pantallas apoyado por Supervisión del Coordinador de Turno
02	Hay que confirmar que el nivel del Tanque agua desmineralizada sea mayor a 1.50 metros	
03	Verificar el correcto funcionamiento de la parrilla viajera.	
04	Verificar el correcto funcionamiento del sistema de alimentación de combustible.	
05	Encender los motores ventiladores al 40% de capacidad durante 5 minutos para purgar gases, suciedad de dentro del horno y ductos de flujo de gas.	
06	Se debe cerrar los Dampers manuales principales en los ductos de aire para evitar que el aire frío ingrese al calentador de aire y abrir los By Pass al 100%.	
07	Verificar los bloqueos de caldera en la secuencia correcta: (Inducidos, primario y secundarios). Alimentadores combustibles y bombas agua alimentación hacia caldera.	
08	Verificar en las pantallas de los sistemas que todos los parámetros de medición se estén transmitiendo correctamente.	
09	Cargar de leña el horno haciendo una cama de por lo menos 60 cm considerando diámetros adecuados de la leña para la buena combustión ocupando el centro del piso de parrilla viajera. Rociar la cama de leña con Diesel en el momento que se vaya a iniciar el encendido.	

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

	ARRANQUE EN FRIO DE LA CALDERA ALTA PRESIÓN.	Código: 001
		Página 1.1/24
Propósito y alcance	Poner en marcha de la caldera Alta Presión	
Descripción		
Este documento describe el procedimiento que se debe realizar para el arranque en frio de la caldera alta presión.		
No.	Descripción de las actividades	Responsable
10	Abrir válvulas de venteo del evaporador, paredes de agua, cabezal común de pared frontal y trasera, línea de vapor saturado, línea principal de vapor línea principal y del domo.	Operador de pantallas apoyado por Supervisión del Coordinador de Turno
11	Abrir las válvulas de todos los drenajes de cabezales del Super calentador, línea principal de vapor, línea inicio Venteo. y de los atemperadores del Super calentador.	
12	Introducir dentro de cada una de las ventanas de inspección (izquierda y derecha), de 4 a 5 antorchas de wype mojado en Diesel y encendidas para iniciar el fuego en la leña, incrementando la temperatura lentamente hasta 175 ó 200°C, durante un tiempo aproximado de 4 horas.	
13	Cerrar todas las válvulas de venteos del evaporador, paredes de agua laterales y economizador, frontal y trasera, y el cabezal común, cuando la presión del domo este a 0.5 kg/cm ² .	

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

						RESPONSABLE: Operador de pantallas apoyado por el Supervisión del Coordinador de Turno.		PROCEDIMIENTO: Arranque en frio de la caldera Alta Presión.					
						Tiempo (Min.)							
No. de Archivo						Descripción						Tiempo	
01				<input checked="" type="checkbox"/>		Verificar el suministro de energía eléctrica para los equipos auxiliares de caldera.						0	
02			<input checked="" type="checkbox"/>			Opera la Planta de Emergencia de 1.75 MW o redes externas existentes.							
03				<input checked="" type="checkbox"/>		Hay que confirmar que el nivel del Tanque agua desmineralizada sea mayor.		150				150	
04				<input checked="" type="checkbox"/>		Verificar el correcto funcionamiento de la parrilla viajera.							
05				<input checked="" type="checkbox"/>		Verificar el correcto funcionamiento del sistema de alimentación de combustible.							
06				<input checked="" type="checkbox"/>		Chequear que estén cerradas las purgas de fondo y la purga continua.							
TOTAL													

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

		RESPONSABLE: Operador de pantallas apoyado por el Supervisión del Coordinador de Turno.	PROCEDIMIENTO: Arranque en frío de la caldera Alta Presión.										
							Tiempo (Min.)						
No. de Archivo						Descripción						Tiempo	
07						Encender los motores ventiladores al 40% de capacidad durante 5 minutos para purgar gases, suciedad de dentro del horno y ductos de flujo de gas. (Inducidos, primario y secundarios).						0	
08						Se debe cerrar los Dampers manuales principales en los ductos de aire para evitar que el aire frío ingrese al calentador de aire y abrir los By Pass al 100%. Combustible.			1		8 Bás cula s enc end idas		
09						Verificar los bloqueos de caldera en la secuencia correcta: (Inducidos, primario y secundarios). Alimentadores combustibles y bombas agua alimentación hacia caldera.							
TOTAL													

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

						RESPONSABLE:		PROCEDIMIENTO:				
						Operador de pantallas apoyado por el Supervisor del Coordinador de Turno.		Arranque en frío de la caldera Alta Presión.				
						Tiempo (Min.)						
No. de Archivo						Descripción						Tiempo
10				<input checked="" type="checkbox"/>		Verificar en las pantallas de los sistemas que todos los parámetros de medición se estén transmitiendo correctamente Combustible.						
11		<input checked="" type="checkbox"/>				Llenar de agua el nivel del domo de la caldera al 40%.						
12					<input checked="" type="checkbox"/>	Cargar de leña el horno haciendo una cama de por lo menos 60 cm considerando diámetros adecuados de la leña para la buena combustión ocupando el centro del piso de parrilla viajera						
13			<input checked="" type="checkbox"/>			Rociar la cama de leña con Diesel en el momento que se vaya a iniciar el encendido.						
TOTAL												

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

						RESPONSABLE: Operador de pantallas apoyado por el Supervisión del Coordinador de Turno.		PROCEDIMIENTO: Arranque en frio de la caldera Alta Presión.					
						Tiempo (Min.)							
No. de Archivo						Descripción						Tiempo	
14			●			Se debe tener una cantidad de leña similar a la colocada en la cama de leña para poder mantener el fuego hasta que se obtengan las condiciones de temperatura en el horno (175 – 200 °C), lentamente con la combustión adecuada.							
15			●			También es necesario tener preparado 1 tonel lleno con Diesel y 100 libras de wype, para lograr este propósito.							
16			●			Abrir válvulas de venteo del evaporador, paredes de agua, cabezal común de pared frontal y trasera, línea de vapor saturado, línea principal de vapor línea principal y del domo.							
TOTAL													

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

						RESPONSABLE: Operador de pantallas apoyado por el Supervisión del Coordinador de Turno.					PROCEDIMIENTO: Arranque en frío de la caldera Alta Presión.				
						Tiempo (Min.)									
No. de Archivo						Descripción						Tiempo			
17						Abrir las válvulas de todos los drenajes de cabezales del Super calentador, línea principal de vapor, línea inicio Venteo. y de los atemperadores del Super calentador.									
18						Introducir dentro de cada una de las ventanas de inspección (izquierda y derecha), de 4 a 5 antorchas de wype mojado en Diesel y encendidas para iniciar el fuego en la leña, incrementando la temperatura lentamente hasta 175 ó 200°C, durante un tiempo aproximado de 4 horas.									
19						Cerrar todas las válvulas de venteos del evaporador, paredes de agua laterales y economizador, frontal y trasera, y el cabezal común, cuando la presión del domo este a 0.5 kg/cm ² .									
TOTAL															

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

Procedimiento para encender el sistema de cenizas

Objetivo

El objetivo principal captar una gran cantidad de ceniza que rechaza la caldera en las operaciones ya que tiene un valor elevado para la empresa si separan tendrá un buen funcionamiento la caldera.

Alcance

Aprovechar un 70% del material desechado para la generación de energía eléctrica en las instalaciones del Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez, Guatemala.

Responsabilidades

El Operador de las calderas, de velar por el cumplimiento del presente procedimiento, asegurándose de que todo el personal involucrado lo conoce perfectamente y está debidamente instruido para realizar las tareas encomendadas, contando con la autorización pertinente.

Definiciones

Ceniza: Representan la fracción no combustible de todo material combustible, sea este carbón mineral, carbón vegetal, leña., y donde los principales componentes son la sílice, la albúmina, el trióxido férrico, la cal u óxido cálcico, la magnesia y en menor proporción pequeñas concentraciones de azufre y trazas de metales pesados.

Debido a la gran finura de sus partículas, las cenizas pueden ser fácilmente levantadas y transportadas por el viento, pudiendo acarrear serios problemas respiratorios a las poblaciones cercanas, razón por lo cual es usual humedecer estas cenizas para que se aglutinen con las partículas vecinas, y al tener mayor peso sea imposible que el viento las levante y transporte.

	ENCENDER EL SISTEMA DE CENIZAS	Código: 002
		Página 2/24
Propósito y alcance	Poner en marcha de la caldera Alta Presión	
Descripción		
Este documento describe el procedimiento que se debe realizar para el arranque en frío de la caldera alta presión.		
No.	Descripción de las actividades	Responsable
01	Arrancar el conductor de banda sumergida (asegurarse que tenga agua).	Operador de pantallas apoyado por Supervisión del Coordinador de Turno
02	Arrancar los transportadores de tornillo 1, 2 y 3.	
03	Arrancar las válvulas rotativas 1, 2 y 3.	
04	Arrancar el sistema cenizas en modo automático desde las pantallas.	
05	Arrancar los vibradores de las tolvas de cenizas por secciones de caldera (evaporador, economizador y sección aire caliente con la secuencia programada desde las pantallas. Arrancar el precipitador electrostático al tener una temperatura de 130°C en la entrada de gases.	

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

		RESPONSABLE: Operador de pantallas apoyado por el Supervisión del Coordinador de Turno.			PROCEDIMIENTO: Encender el sistema ceniza.							
					Tiempo (Min.)							
No. de Archivo						Descripción						Tiempo
01			<input checked="" type="radio"/>			Arrancar el conductor de banda sumergida (asegurarse que tenga agua).						
02			<input checked="" type="radio"/>			Arrancar los transportadores de tornillo 1, 2 y 3.						
03			<input checked="" type="radio"/>			Arrancar las válvulas rotativas 1, 2 y 3.						
04			<input checked="" type="radio"/>			Arrancar el sistema cenizas en modo automático desde las pantallas.						
05			<input checked="" type="radio"/>			Arrancar los vibradores de las tolvas de cenizas por secciones de caldera (evaporador, economizador y sección aire caliente con la secuencia programada desde las pantallas. Arrancar el precipitador electrostático al tener una temperatura de 130°C en la entrada de gases.						
TOTAL												

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

Procedimiento para el Inicio levantamiento de presión en la caldera

Objetivo

El objetivo es que las calderas tengan un adecuado funcionamiento y en esta fase se debe verificar las condiciones de expansión térmica de la caldera para evitar tensiones térmicas peligrosas.

Alcance

Este plan se aplica a las instalaciones del Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez, Guatemala.

Responsabilidades

El Operador debe velar por el cumplimiento del presente procedimiento, asegurándose de que todo el personal involucrado lo conoce perfectamente y está debidamente instruido para realizar las tareas encomendadas, contando con la autorización pertinente.

Definiciones

Son recipientes que trabajan a presión, para transferir calor de la combustión, a un fluido, siendo la más común la conversión del agua a vapor.

Por lo tanto, las fuentes de calor más usadas son:

- a) Carbón, combustibles líquidos gaseosos.
- b) Papel, madera, etc.
- c) Gases calientes de procesos industriales

	INICIO LEVANTAMIENTO DE PRESIÓN EN LA CALDERA	Código: 003
		Página 3/24
Propósito y alcance	Poner en marcha de la caldera Alta Presión	
Descripción		
Este documento describe el procedimiento que se debe realizar para el arranque en frío de la caldera alta presión.		
No.	Descripción de las actividades	Responsable
01	Verificar que en los calentadores de alta presión estén cerradas las extracciones de vapor de la turbina hacia el calentador.	Operador
02	Verificar que las válvulas motorizadas de by pasos entre calentadores estén cerradas y que estén abiertas las válvulas motorizadas de paso del calentador 3 al calentador 2 y al calentador 1.	
03	La válvula inicio de venteo es sumamente importante tenerla bajo control, por lo que una vez haya fuego en el horno deberá abrirse lo necesario hasta que muestre flujo de vapor saliendo a través de ella. Dependiendo de la presión, durante el arranque el flujo debe ser mayor a 60 ton/h, y cuando la presión se encuentre arriba de 50 Kg/ cm ² el flujo debe ser mayor a 60 ton/h.	
04	Todos los ventiladores deben estar en modo manual externa comandados por el lazo de control del sistema operativo.	
05	Cerrar los Dampers ventiladores inducidos 1 y 2. Arrancar ambos a la velocidad mínima del 10%, luego abrir los Dampers nuevamente y ajustar la carga a un 30% mientras se arrancan los demás ventiladores.	
06	Cerrar los Dampers de los ventiladores aire forzado 1 y 2. Arrancar ambos a la velocidad mínima del 10%. Luego se abrir nuevamente los Dampers y ajustar la carga entre los FD Fan al 35% y los ID Fan para que se mantenga una presión en el horno entre - 2 y -5 milímetros columna agua (mmcw).	
07	Cerrar las compuertas de los ventiladores aire secundario 1 y 2. Arrancar ambos a la velocidad mínima, abrir nuevamente los Dampers de succión y se debe incrementar la carga de ambos lentamente entre 5 y 10% cada incremento en un tiempo no más de 10 minutos hasta que haya alcanzado los 400 milímetros columna agua (mmcw).	

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

	INICIO LEVANTAMIENTO DE PRESIÓN EN LA CALDERA	Código: 003
		Página 3.1/24
Propósito y alcance	Poner en marcha de la caldera Alta Presión	
Descripción		
Este documento describe el procedimiento que se debe realizar para el arranque en frío de la caldera alta presión.		
No.	Descripción de las actividades	Responsable
08	Arrancar los esparcidos de aire para dispersar el combustible.	Operador
09	Arrancar parrilla viajera a un 30% de velocidad, verificar primero que ya no tenga residuos grandes de leña.	
10	Verificar que estén cerradas todas las compuertas de combustibles.	
11	Controlar el nivel del deareador entre el 75% y 80% de su nivel, con las bombas de agua de relleno	
12	Arrancar los primeros 4 alimentadores combustible alternadamente	
13	Abrir las compuertas combustibles correspondiente a los 4 primeros puestos en operación y consultar con el auxiliar de caldera (fogonero) sobre la evolución de la llama en el hogar, para incrementar la alimentación evitando que se produzcan acumulaciones de combustible en la parrilla viajera.	
14	Incrementar la velocidad de los alimentadores combustible ya trabajando, de 2 en 2% para ir incrementando la temperatura del horno, y bajar el nivel del oxígeno hasta el 3.5%.	
15	Elevar la carga en los ventiladores en línea, para ir incrementando la temperatura en el horno de 250°C a 500°C en un tiempo estimado de 3 horas, y de igual manera controlar el flujo de vapor y la temperatura en el Supercalentador a través de la válvula inicio de venteo, para no recalentar el Supercalentador.	
16	Cerrar venteos del domo y cerrar todos los venteos que se abrieron al inicio de acuerdo con la secuencia en que fueron abiertos, cuando la presión del domo llegue a 3.0 kg/cm ² .	

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

	INICIO LEVANTAMIENTO DE PRESIÓN EN LA CALDERA	Código: 004
		Página 4/24
Propósito y alcance	Poner en marcha de la caldera Alta Presión	
Descripción		
Este documento describe el procedimiento que se debe realizar para el arranque en frío de la caldera alta presión.		
No.	Descripción de las actividades	Responsable
17	Cerrar todas las válvulas de drenaje, al tener una presión de entre 5 y 7 kg/cm ² en el domo, en la siguiente secuencia.	Operador
	a) Supercalentador vapor primario 1 entrada.	
	b) Supercalentador primario 1 salida	
	c) Atemperador 1 tubo de vapor.	
	d) Supercalentador primario 2 entrada	
	e) Supercalentador primario 2 salida.	
	f) Atemperador 2 tubo de vapor.	
	g) Supercalentador secundario entrada.	
	h) Supercalentador secundario salida	
	i) Línea principal de vapor.	
	j) válvula inicio de venteo después de la válvula motorizada.	

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

Observación: No cerrar el drenaje de inicio venteo después de la válvula de control. Arrancar los 4 alimentadores combustibles restantes, siempre a mínima capacidad e incrementar al mismo régimen de los que estaban inicialmente hasta igualarlos, y abrir totalmente las compuertas combustibles restantes, cuando se tenga una temperatura de 350 a 400°C en el horno, y físicamente se observe internamente que no hay acumulaciones de combustible.

		RESPONSABLE: Operador de pantallas apoyado por el Supervisión del Coordinador de Turno.	PROCEDIMIENTO: Inicio levantamiento de presión en la caldera.									
		Tiempo (Min.)										
No. de Archivo						Descripción						Tiempo
01				<input checked="" type="checkbox"/>		Verificar que en los calentadores de alta presión estén cerradas las extracciones de vapor de la turbina hacia el calentador.						
02				<input checked="" type="checkbox"/>		Verificar que las válvulas motorizadas de pasos entre calentadores estén cerradas y que estén abiertas las válvulas motorizadas de paso del calentador 3 al calentador 2 y al calentador 1.						
03			<input checked="" type="checkbox"/>			La válvula inicio de venteo es sumamente importante tenerla bajo control, por lo que una vez haya fuego en el horno deberá abrirse lo necesario hasta que muestre flujo de vapor saliendo a través de ella. Dependiendo de la presión, durante el arranque el flujo debe ser mayor a 60 ton/h, y cuando la presión se encuentre arriba de 50 Kg/ cm ² el flujo debe ser mayor a 60 ton/h.						
TOTAL												

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

		RESPONSABLE: Operador de pantallas apoyado por el Supervisión del Coordinador de Turno.			PROCEDIMIENTO: Inicio levantamiento de presión en la caldera							
					Tiempo (Min.)							
No. de Archivo						Descripción						Tiempo
04				<input checked="" type="checkbox"/>		Todos los ventiladores deben estar en modo manual externa comandados por el lazo de control del sistema operativo.						
05			<input checked="" type="checkbox"/>			Cerrar los Dampers ventiladores inducidos 1 y 2. Arrancar ambos a la velocidad mínima del 10%, luego abrir los Dampers nuevamente y ajustar la carga a un 30% mientras se arrancan los demás ventiladores.						
06			<input checked="" type="checkbox"/>			Cerrar los Dampers de los ventiladores aire forzado 1 y 2. Arrancar ambos a la velocidad mínima del 10%. Luego se abrir nuevamente los Dampers y ajustar la carga entre los FD Fan al 35% y los ID Fan para que se mantenga una presión en el horno entre - 2 y -5 milímetros columna agua (mmcw).						
TOTAL												

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

		RESPONSABLE: Operador de pantallas apoyado por el Supervisión del Coordinador de Turno.	PROCEDIMIENTO: Inicio levantamiento de presión en la caldera									
		Tiempo (Min.)										
No. de Archivo						Descripción						Tiempo
07			<input checked="" type="radio"/>			Cerrar las compuertas de los ventiladores aire secundario 1 y 2. Arrancar ambos a la velocidad mínima, abrir nuevamente los Dampers de succión y se debe incrementar la carga de ambos lentamente entre 5 y 10% cada incremento en un tiempo no más de 10 minutos hasta que haya alcanzado los 400 milímetros columna agua (mmcw).						
08			<input checked="" type="radio"/>			Arrancar los esparcidos de aire para dispersar el combustible.						
09			<input checked="" type="radio"/>			Arrancar parrilla viajera a un 30% de velocidad, verificar primero que ya no tenga residuos grandes de leña.						
10				<input checked="" type="radio"/>		Verificar que estén cerradas todas las compuertas de combustibles.						
TOTAL												

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

		RESPONSABLE: Operador de pantallas apoyado por el Supervisión del Coordinador de Turno.			PROCEDIMIENTO: Inicio levantamiento de presión en la caldera							
					Tiempo (Min.)							
No. de Archivo						Descripción						Tiempo
11				<input checked="" type="checkbox"/>		Todos los ventiladores deben estar en modo manual externa comandados por el lazo de control del sistema operativo.						
12			<input checked="" type="checkbox"/>			Cerrar los Dampers ventiladores inducidos 1 y 2. Arrancar ambos a la velocidad mínima del 10%, luego abrir los Dampers nuevamente y ajustar la carga a un 30% mientras se arrancan los demás ventiladores.						
13			<input checked="" type="checkbox"/>			Cerrar los Dampers de los ventiladores aire forzado 1 y 2. Arrancar ambos a la velocidad mínima del 10%. Luego se abrir nuevamente los Dampers y ajustar la carga entre los FD Fan al 35% y los ID Fan para que se mantenga una presión en el horno entre - 2 y -5 milímetros columna agua (mmcw).						
TOTAL												

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

		RESPONSABLE: Operador de pantallas apoyado por el Supervisión del Coordinador de Turno.	PROCEDIMIENTO: Inicio levantamiento de presión en la caldera										
							Tiempo (Min.)						
No. de Archivo						Descripción						Tiempo	
14						Controlar el nivel del deareador entre el 75% y 80% de su nivel, con las bombas de agua de relleno							
15						Arrancar los primeros 4 alimentadores combustible alternadamente							
16						Abrir las compuertas combustibles correspondientes a los 4 primeros puestos en operación y consultar con el auxiliar de caldera (fogonero) sobre la evolución de la llama en el hogar, para incrementar la alimentación evitando que se produzcan acumulaciones de combustible en la parrilla viajera.							
17						Incrementar la velocidad de los alimentadores combustible ya trabajando, de 2 en 2% para ir incrementando la temperatura del horno, y bajar el nivel del oxígeno hasta el 3.5%.							
TOTAL													

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

		RESPONSABLE: Operador de pantallas apoyado por el Supervisión del Coordinador de Turno.	PROCEDIMIENTO: Inicio levantamiento de presión en la caldera										
							Tiempo (Min.)						
No. de Archivo						Descripción						Tiempo	
18				<input checked="" type="checkbox"/>		Todos los ventiladores deben estar en modo manual externa comandados por el lazo de control del sistema operativo.							
19			<input checked="" type="checkbox"/>			Cerrar los Dampers ventiladores inducidos 1 y 2. Arrancar ambos a la velocidad mínima del 10%, luego abrir los Dampers nuevamente y ajustar la carga a un 30% mientras se arrancan los demás ventiladores.							
20			<input checked="" type="checkbox"/>			Cerrar los Dampers de los ventiladores aire forzado 1 y 2. Arrancar ambos a la velocidad mínima del 10%. Luego se abrir nuevamente los Dampers y ajustar la carga entre los FD Fan al 35% y los ID Fan para que se mantenga una presión en el horno entre - 2 y -5 milímetros columna agua (mmcw).							
TOTAL													

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

		RESPONSABLE: Operador de pantallas apoyado por el Supervisión del Coordinador de Turno.	PROCEDIMIENTO: Inicio levantamiento de presión en la caldera									
		Tiempo (Min.)										
No. de Archivo						Descripción						Tiempo
21						Elevar la carga en los ventiladores en línea, para ir incrementando la temperatura en el horno de 250°C a 500°C en un tiempo estimado de 3 horas, y de igual manera controlar el flujo de vapor y la temperatura en el Supercalentador a través de la válvula inicio de venteo, para no recalentar el Supercalentador.						
22						Cerrar venteos del domo y cerrar todos los venteos que se abrieron al inicio de acuerdo con la secuencia en que fueron abiertos, cuando la presión del domo llegue a 3.0 kg/cm ² .						
23						Cerrar todas las válvulas de drenaje, al tener una presión de entre 5 y 7 kg/cm ² en el domo, en la siguiente secuencia.						
TOTAL												

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

		RESPONSABLE: Operador de pantallas apoyado por el Supervisión del Coordinador de Turno.	PROCEDIMIENTO: Inicio levantamiento de presión en la caldera									
		Tiempo (Min.)										
No. de Archivo						Descripción						Tiempo
24			●			Supercalentador vapor primario 1 entrada.						
			●			Supercalentador primario 1 salida						
			●			Atemperador 1 tubo de vapor.						
			●			Supercalentador primario 2 entrada						
			●			Supercalentador primario 2 salida						
			●			Atemperador 2 tubo de vapor.						
			●			Supercalentador secundario entrada						
			●			Supercalentador secundario salida						
			●			Línea principal de vapor.						
			●			Válvula inicio de venteo después de la válvula motorizada.						
TOTAL												

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

Anexo 2. MATRIZ DE LA ESTRUCTURA LÓGICA

COMPONENTES	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
<p>Objetivo general</p> <p>Incrementar los ingresos en Termoeléctrica del Ingenio Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez Guate mala.</p>	<p>Para el tercer año las pérdidas económicas se han reducido en un 45%, a Razón de 75% por año sobre la base anual.</p>	<p>El incremento financiero para la empresa, medido a través de los Estados Financieros.</p>	<p>La demanda de generación de energía eléctrica aumenta.</p>
<p>Objetivo específico</p> <p>Funcionamiento eficiente de caldera de alta presión y proceso de generación energía eléctrica.</p>	<p>Para el segundo año mejorado en un 95% el manejo de la caldera de alta presión de la empresa.</p>	<p>Informes que se brinde semanalmente en la empresa.</p>	<p>El proyecto recibe apoyo financiero para implementar los talleres de actualización.</p>
<p>Resultado 1:</p> <p>Propuesta de Programa de Capacitación y Manual de procedimiento técnico.</p>	<p>Para el año primer año el personal operativo trabaja de acuerdo con lo establecido los procedimientos.</p>	<p>A través de indicadores de evaluación.</p>	
<p>Resultado 2:</p> <p>Talleres de actualización.</p>	<p>Para el primer año los talleres de actualización se han implementado al personal.</p>	<p>Listado de asistencia de las capacitaciones del personal participante.</p>	
<p>Resultado 3:</p> <p>Fortalecimiento de la unidad ejecutora</p>	<p>Para el primer año la unidad ejecutora se encuentra fortalecida.</p>	<p>Renovación del equipo tecnológico.</p>	

Anexo 3. AJUSTE DE COSTES Y TIEMPOS

No.	Resultados y actividades	Insumos requeridos			Código presupuestario	Tiempo
		Número y descripción de los insumos	Precio Unitario	Total, en Quetzales		
1	R1. Manual de Procedimiento Técnico.					
	A.1. Actividad No. 1: Establecer las políticas.	Asesor	4500	4500	CCU. 6001	M10, T4, A1
	A.2. Actividad No. 2: Facilitar material del manual técnico.	Impresiones	Q 150.00	Q 150	CCU. 6001	M10, T4, A2
	A.3. Actividad No. 3: Gestión de mobiliario y equipo.	-3 cartuchos para impresora	Q 80.00	Q 240.00	CCU. 6001	M10, T4, A3
		-150 hojas de papel	Q 0.15	Q 22.50	CCU. 6001	M10, T4,A3
		15 bolígrafos	Q 2.00	Q 30.00	CCU. 6001	M10, T4,A3
		6 Computadoras	Q 4000.00	Q 24000.00	CCU. 6001	M10, T4,A3
	A.4. Responsabilidades y vigencia.					
			Subtotal	Q 28943.00		
2	R2: Taller Actualización Técnica.					
	A.1. Definir el salón de capacitación.		Q 800.00	Q 800.00	CCU. 6001	M10, T4, A1
	A.2. Promocionar los talleres de actualización.		Q 500.00	Q 500.00	CCU. 6001	M10, T4, A2
	A.3. Notificar inscripciones.					
	A.4. Otorgar Diplomas.		Q 600.00	Q 600.00	CCU. 6001	M10, T4, A4
			Subtotal	Q 1900.00		
			VAN	Q 30,843.00		

No.	Resultados y actividades	Número y descripción de los insumos	Precio Unitario	Total, en Quetzales	Código presupuestario	Tiempo
			VIENEN	Q 30843.00		
3	R3: Se fortalece la Unidad Ejecutora.					
	Actividad No. 1: Acciones.	Asesor	Q 4500 .00	Q 4500.00	CCU. 6001	M10, T4, A1
	Actividad No. 2: Búsqueda de cursos.					
	Actividad No. 3: Supervisar y coordinar.					
	Actividad No. 4: Monitoreo y evaluación.					
			Subtotal	Q4500.00		
			Total	Q 35,343.00		

Anexo 4. PLAN TRABAJO

Taller Central			Año 2019											
No. Cursos	Descripción	Horas	Octubre	Noviembre					Diciembre					
			29	5	12	19	26	3	7	10	14	17	26	
1.1	Curso: Arranque en frío de la caldera Alta Presión.	2												
1.2	Curso: Encendido del sistema de cenizas.	2												
1.3	Curso: Inicio levantamiento de presión en la caldera.	2												
Total, horas de capacitación		8												

Fuente: Elaboración propia, julio 2019.

Se realiza la socialización del taller de actualización técnica para la aplicación del manual de procedimientos, cumpliendo con las fechas y cursos establecidos en el cronograma se proporciona material didáctico.

Anexo 5. PRESUPUESTO

Grupo de Gasto y Renglón	Componentes presupuestarios	SEIS MESES	TOTAL
001	Resultado 1: Manual de procedimiento técnico.	Q. 28943.00	Q. 28943.00
001	Resultado 2: Talleres de actualizaciones técnicas.	Q. 1900.00	Q. 1900.00
001	Resultado 3: Unidad Ejecutora.	Q. 4500.00	Q. 4500.00
	Total, General	Q. 35343.00	Q. 35343.00