

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES



PROYECTO DE GRADO:

IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS PARA UNA CALDERA
PIROTUBULAR

NOMBRES:

BRAYAN STEVEN LÓPEZ SIERRA.
201620034602

JESUS ROBINSON PACHÓN PACHÓN.
202112201602

LEONARDO FABIO JARAMILLO
202019620602

PROGRAMA:

INGENIERÍA. MECÁNICA

DIRECTOR:

PhD. Ing. WILLIAMS STEVE HINCAPIÉ CAMPOS

CODIRECTOR

MScs. Ing. VÍCTOR MANUEL CARRILLO ÁLVAREZ

CIUDAD:

BOGOTA D.C
2023



Los Libertadores

Fundación Universitaria

Brayan Steven López Sierra, Jesús Robinson Pachón &
Leonardo Fabio Jaramillo
octubre de 2023.

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES.

INGENIERÍA & CIENCIAS BÁSICAS

Bogotá D.C

2023

RESUMEN

En este proyecto se implementó la gestión de activos especificando el plan de mantenimiento para la caldera Piro-tubular “Tecnik” de 6 BHP, ubicada en el laboratorio de ciencias térmicas de la Fundación Universitaria Los Libertadores. Esto se consiguió con base en la norma ISO 55000 y los manuales de funcionamiento del equipo entregados por el fabricante. Este plan de mantenimiento será enfocado hacia los componentes electromecánicos incluyendo el tablero eléctrico general, la bomba de suministro de agua y el quemador de ignición. A continuación, se realizó el levantamiento de información técnica y placas características de la caldera como de los equipos auxiliares; el plan de mantenimiento se inició con la redacción del POE (procedimiento operativo estándar) y la puesta a punto del activo. Finalmente se realizó la verificación de la tubería de conducción de agua y vapor con el fin de realizar un diagnóstico del estado de operación.

SELECCIÓN DEL TEMA

Proyecto Gestión de activos “Implementación de la Gestión de Activos para una caldera Piro-tubular”, ubicada en el laboratorio de Ciencias Térmicas de la Fundación Universitaria Los Libertadores sede Bolívar.

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	11
2.	JUSTIFICACIÓN	13
3.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	14
4.	OBJETIVOS	15
4.1.	Objetivo General.....	15
4.2.	Objetivos Específicos	15
5.	MARCO TEÓRICO.....	16
5.1.	Gestión de activos	16
5.1.1.	Beneficios de la Gestión De Activos	16
5.1.2.	Beneficios de la implementación de la Gestión De Activos	16
5.1.3.	Razones para implementar la Gestión De Activos.....	17
5.1.4.	Norma PAS 55.....	17
5.1.5.	Activo fijo	18
5.1.6.	Activo circulante	18
5.1.7.	PAS 55-1:2008	19
5.1.8.	ISO 55000	19
5.1.9.	Que es un activo fijo	19
5.2.	ANÁLISIS GAP.....	23
5.2.1.	Cómo calcular la vida útil de un activo	26
5.3.	DEFINICIONES ELEMENTOS QUE COMPONEN LA CALDERA	26
5.3.1.	Caldera	26
5.3.2.	Caldera Piro tubular.....	27
5.3.3.	Caldera Acuatubular.....	27

5.3.4.	Alarma	27
5.3.5.	Área de calderas	27
5.3.6.	Alteración.....	27
5.3.7.	Aparato auxiliar.....	27
5.3.8.	Boiler Horse Power (BHP).....	27
5.3.9.	Brida	28
5.3.10.	Certificado de fabricación	28
5.3.11.	Compartimiento de Calderas.....	28
5.3.12.	Condición Operativa	28
5.3.13.	Corrosión	28
5.3.14.	Dispositivo de Control y Seguridad	28
5.3.15.	Domo de Vapor	28
5.3.16.	Economizador.....	29
5.3.17.	Eficiencia de Caldera.....	29
5.3.18.	Recipiente a presión.....	29
5.3.19.	Eficiencia de combustión.....	29
5.3.20.	Enclavamiento	29
5.3.21.	Hogar de Combustión.....	29
5.3.22.	Incrustación	29
5.3.23.	Inspección periódica.....	29
5.3.24.	Manómetro	30
5.3.25.	Manual de Operación y Mantenimiento.....	30
5.3.26.	Niple.....	30

5.3.27.	Placa de Identificación de la Caldera	30
5.3.28.	Presión	30
5.3.29.	Presión de Cierre.....	30
5.3.30.	Válvula de Seguridad	31
5.3.31.	Presión de Diseño	31
5.3.32.	Presión de Disparo	31
5.3.33.	Presión Máxima Permisible de Trabajo, (PMPT)	31
5.3.34.	Presión Máxima de Operación	31
5.3.35.	Prueba Hidrostática	31
5.3.36.	Mirilla (Vista indicadores de flujo).....	31
5.3.37.	Válvula globo	32
5.3.38.	Cordón fibra de vidrio	32
5.3.39.	Sistema eléctrico-electromecánico.....	32
5.4.	TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	33
5.4.1.	Mantenimiento eléctrico correctivo.....	33
5.4.2.	Mantenimiento eléctrico preventivo.....	33
6.	METODOLOGÍA.....	34
6.1	Actividades previas.....	34
6.2.	Actividades de encendido y apagado de calderas.....	34
6.3.	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO GENERAL.....	36
6.3.1.	Mantenimiento preventivo y correctivo.....	36
6.3.2.	Plan de mantenimiento conjunto quemador:.....	36
6.3.3.	Plan de mantenimiento cuerpo de la caldera:	37

6.3.4.	Plan de mantenimiento control de nivel de agua:	38
6.3.5.	Plan de mantenimiento tanque de condensado:	39
6.3.6.	Plan mantenimiento tablero eléctrico de control y potencia caldera:	40
6.3.7.	Puesta en servicio y pruebas de seguridad:	40
6.4.	Materiales del mantenimiento general de la caldera.....	41
6.5.	Materiales del mantenimiento general de la tubería.	41
6.6.	Secuencias Del Servicio De Mantenimiento Calderas.....	41
6.7.	PRINCIPALES CAUSAS DE AVERÍAS EN CALDERAS.....	42
6.7.1.	Incrustaciones.	42
6.7.2.	Corrosión interna o del lado de agua y/o vapor.	42
6.7.3.	Falta de agua.....	42
6.7.4.	Daños por mal encendido.	43
7.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	43
8.	Desarrollo del proyecto.	44
9.	CONCLUSIONES.....	53
10.	RECOMENDACIONES	54
11.	Anexos.....	55
11.1.	Anexo 1. Hoja de vida.	55
11.2.	Anexo 2. Empaques de caucho de alta temperatura, cordón aislante en fibra de vidrio, y componentes de la cavidad de inspección (Hand – Hole)	56
11.3.	Anexo 3. Tubos de inspección o Mirillas de inspección de nivel, de agua.	57
11.4.	Anexo 4. Breaker.....	58
	REFERENCIAS.....	59

índice de Figuras

Figura 1 Clasificación de los diferentes tipos de activos que cuenta una empresa	18
Figura 2 Relación de Términos Claves	20
Figura 3 Evolución de la gestión de activos.....	21
Figura 4 Grafica análisis GAP	23
Figura 5 Fases de un activo en su ciclo de vida	25
Figura 6 cronograma de actividades caldera.....	43
Figura 7 a) chimenea sin desmontar. b) chimenea desmontada.....	44
Figura 8. hogar desmontado	45
Figura 9. quemador desmontado	46
Figura 10. tubería interna de la caldera	46
Figura 11. a) Conjunto quemadores. b) Despiece de boquilla. c) Conjunto de accesorios quemador.	47
Figura 12. a) Conjunto contactos eléctricos principales y auxiliares. b) Conjunto de protecciones térmicas	48
Figura 13. a) Flanche hogar. b) Flanche ducto de chimenea.	50
Figura 14. a) Ensamble de componentes caldera. b) Mirilla de nivel accesorios.....	51
Figura 15. Válvula de seguridad.	52

Índice de Tablas

Tabla 1 Rutina de Mantenimiento conjunto Quemador	36
Tabla 2 Rutina de Mantenimiento cuerpo de la caldera.	37
Tabla 3 Rutina de mantenimiento control de nivel de agua.	38
Tabla 4 Rutina de mantenimiento tanque condensado.	39
Tabla 5 Rutina de mantenimiento tablero eléctrico y control de potencia caldera.	40
Tabla 6 Pruebas de funcionamiento y puesta a punto.	41

1. INTRODUCCIÓN

La Fundación Universitaria Los Libertadores, ubicada en la carrera 16 # 63A – 68 de Bogotá D.C es una Institución de educación superior que cuenta actualmente con acreditación de alta calidad y esto se debe a varios factores como la planta docente, la planta física y demás factores que la llevaron a tener tan distinguido galardón. Uno de los aspectos a destacar, es que la instrucción hace esfuerzos por mantener al día y en buen estado para sus estudiantes, colaboradores y visitantes la planta física; este factor se compone de sus edificios, aulas, oficinas y laboratorios. Específicamente la institución tiene varios laboratorios con alta tecnología, dentro de los cuales se simulan procesos reales para que el estudiante cuando vaya a desempeñarse profesionalmente tenga más confianza, y esto se debe a lo que aprendió en su trayecto por la Institución. Uno de estos laboratorios es el de máquinas térmicas y refrigeración donde se encuentran equipos para realizar prácticas de diferentes espacios académicos termodinámica, máquinas térmicas, refrigeración, entre otras. Además, también se usa en proyectos de investigación de la Institución los cuales permean la sociedad. De manera que se hace necesario que este laboratorio implemente un adecuado plan de manejo de gestión de activos. Específicamente en este trabajo se hará sobre la caldera Pirotubular marca Teknik. Por lo que se pretende realizar un mantenimiento general del sistema electromecánico de la caldera. Se ha diseñado el presente Plan de Mantenimiento con el fin de promover una correcta operación de la caldera y prevenir posibles daños y afectaciones que puedan presentarse, así como evitar lesiones o accidentes al personal encargado de su manejo.

Este trabajo contempla la gestión de activos como un modelo a seguir para determinar la vida útil de un equipo, es por eso, que un segmento del presente está

dedicado a este tema y cómo debe entenderse en relación con la caldera propiamente dicha.

2. JUSTIFICACIÓN

La Fundación Universitaria los Libertadores al ser un ente de educación superior cuenta con laboratorios especializados en diferentes ramas, dentro de los cuales esta los laboratorios de Ciencias Térmicas. En estos laboratorios en los últimos años se evidencio la falta de un plan de mantenimiento y un plan de manejo del equipo para un futuro darlo de baja. De manera que se hace necesario que este laboratorio implemente un adecuado plan de manejo de gestión de activos para los trabajos de mantenimiento de equipos que involucran áreas de conocimiento de la Ingeniería Mecánica. Actualmente la gestión de activos se rige por la norma ISO 55000; en este caso, se aplica a la caldera Technik de 6 BHP.

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Se identifica que en la Fundación Universitaria Los Libertadores, posee una caldera Piro-tubular de 6 BHP marca "Tecnik", la cual requiere mantenimiento preventivo y correctivo para su adecuado funcionamiento. Por varios años de uso, su vida útil se ha visto afectada por intervenciones de mantenimiento, pero sin el enfoque en la gestión de activos esto conlleva a estudiar de manera profunda las futuras intervenciones en cuanto al tiempo de vida de los elementos que constituyen la caldera. Ejemplo de esto es el seguimiento que se le debe realizar a la válvula de seguridad de acuerdo con los parámetros de mantenimiento necesarios; estas válvulas, son elementos vitales para evitar accidentes en la operación de las calderas y se deben mantener en óptimas condiciones realizando pruebas de funcionamiento, teniendo en cuenta de colocar los sellos de seguridad en cada intervención. En el laboratorio donde se encuentra ubicada la caldera, existe un factor de riesgo latente para los usuarios que desarrollan sus prácticas, se considera importante mencionar el hecho de que, debido a la expulsión abrupta de vapor de agua, no se cumple con la "NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3649 CONCIDENTE A LA ASME (AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS) CSD-1". Luego de realizar un análisis de funcionamiento del equipo, se diagnostica que, por uso intermitente de la caldera, las válvulas de cierre no son adecuadas para la retención y emisión de vapor y la válvula de seguridad presenta fuga al aplicar el cierre parcial de la misma.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Implementar la política de gestión de activos a un plan de mantenimiento, enfocado a la caldera Piro-tubular Teknik de la Fundación Universitaria Los Libertadores.

4.2. Objetivos Específicos

- Estructurar un plan de mantenimiento periódico a la caldera “Teknik” mediante un cronograma de actividades involucrando la descripción de las tareas a realizar en cada intervención.
- Redactar e Implementar un Manual de operaciones con miras a la verificación de un correcto funcionamiento de los componentes constitutivos del activo.
- Ejecutar el plan de mantenimiento en base a la norma Iso 55000, en la sección correspondiente a gestión de activos para equipos en este caso, para la caldera Piro-tubular vertical.

5. MARCO TEÓRICO

Este marco teórico está dividido en dos grandes secciones, en las cuales encontramos la Gestión de Activos, y la definición de los componentes que integran la caldera.

5.1. Gestión de activos

Son las actividades en conjunto de una organización que entrega resultados y objetivos. Estas actividades pueden ser efectivas y se consideran organizacionales, requieren un compromiso a largo plazo y toma de decisión para ser implementadas.

No es considerado mantenimiento por que la gestión de activos se encarga de conservar y reparar.

Están involucrados en este proceso: el área de diseño, contratos, compras, operaciones. Mantenimiento, marketing. Relaciones públicas, recursos humanos, riesgo, control de datos y documentos, sistemas, salud y seguridad, ambiental, legal, finanzas y otras áreas específicas de la organización que pueden existir.

5.1.1. Beneficios de la Gestión De Activos

- Mejora el desempeño financiero.
- Decisiones de inversión en activos basados en transformación digital.
- Reduce pérdidas financieras, mejora la salud y la seguridad, la imagen.
- Mejor resultado y servicios.
- Responsabilidad social y sostenible.
- Mejora la eficiencia y eficacia.

5.1.2. Beneficios de la implementación de la Gestión De Activos

- Disminuye las barreras internas, brinda más soporte.
- Mejores resultados financieros.
- Mejores servicios y productos.
- Cumplimiento de las regulaciones y requerimientos.
- Mejora la sostenibilidad organizacional.

5.1.3. Razones para implementar la Gestión De Activos

- La gestión de activos sea vista de manera estratégica.
- Mantiene el balance entre costo, oportunidad y riesgo.
- Gestiona el riesgo de los activos, el negocio y la reputación.
- Establece un pensamiento alineado.
- Nutre la colaboración interdepartamental.
- Cambia la cultura de la organización para mejorar.
- Desarrolla y conserva las competencias de gestión de activos.
- Gestiona y protege la información vital de los activos.
- Conoce el desempeño del portafolio de activos.
- Gana futuros contactos.

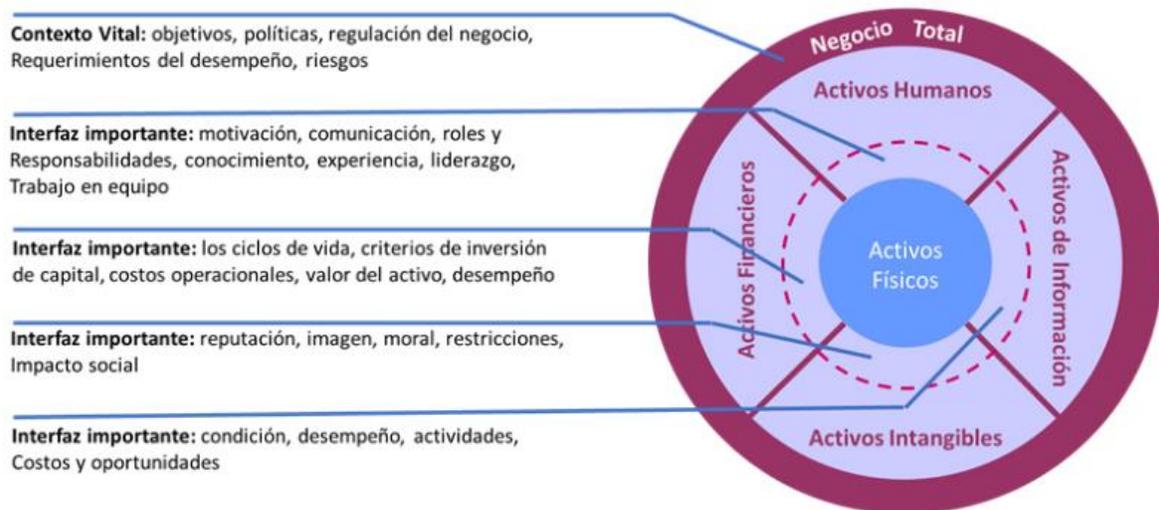
A continuación, se hará una corta línea del tiempo sobre las normas que rigen la gestión de activos.

5.1.4. Norma PAS 55

La norma PAS 55 (Publicly Available Specification), es un documento diseñado por la British Standard Institute, por siglas en inglés BSI, la cual es la precursora de la ISO 55000; en esta se hizo una clasificación de los diferentes tipos de activos que cuenta una empresa. En esta norma se define un activo de la siguiente manera:

Plantas, maquinarias, propiedades, edificios, vehículos y otros elementos que tengan un valor específico para la organización. En la figura 1 se reproduce esta clasificación [3].

Figura 1 Clasificación de los diferentes tipos de activos que cuenta una empresa



Fuente: ISO 55000 2014

Se puede apreciar de la figura 1 que se incluye 5 tipos de activos:

1. Activos Humanos.
2. Activos Financieros.
3. Activos Intangibles.
4. Activos de Información.
5. Activos Físicos.

Además, también hacen la siguiente aclaración sobre activo fijo y circulante:

5.1.5. Activo fijo

Los activos fijos contemplan todo lo relacionado con maquinaria, equipos infraestructura y en general aquellos elementos que se pueden convertir en ingresos para la empresa [5].

5.1.6. Activo circulante

Son aquellos activos que esperan utilizar por un periodo de tiempo inferior a un año. Como por ejemplo las existencias [3].

En conclusión, el objetivo de esta norma PAS 55 fue dejar explícito que hay una interfaz entre el último y los cuatro primeros la cual requiere gestión y en eso se basa su esfuerzo.

5.1.7. PAS 55-1:2008

A medida que se implementó la norma anterior PAS 55, se hace así evidente que esta norma se preocupa exclusivamente por los activos físicos y sus interfaces. Después de esto esta norma migro a la norma ISO 55000.

5.1.8. ISO 55000

Continuando con la norma ISO 55000, en norma es más general y define de la siguiente manera lo que es un activo:

“Un activo es algo que posee valor potencial o real para una organización. El valor puede variar entre diferentes organizaciones y sus partes interesadas y puede ser tangible o intangible, financiero o no financiero.” [4].

5.1.9. Que es un activo fijo

Un Sistema de Gestión de Activos. En esta parte la ISO 55000 lo define como:

“Un sistema de gestión de activos es un conjunto de elementos de una organización interrelacionados y que interactúan cuya función es establecer la política y los objetivos de la gestión de activos y los procesos necesarios para alcanzar dichos objetivos” [4].

Hay que decir también que da un enfoque estructurado para el “desarrollo, coordinación y control” de todas las actividades que una organización realiza sobre sus activos en sus diferentes etapas del ciclo de vida y la alinea con sus objetivos.

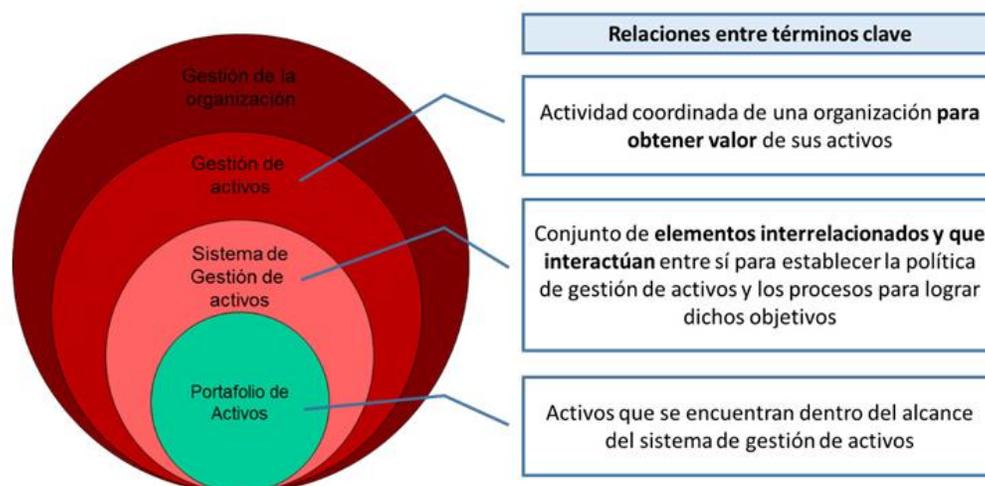
Estos elementos deben estar integrados para asegurar que las actividades de la Gestión de Activos se puedan ejecutar.

La relación y diferenciación entre Gestión de Activos y Sistema de Gestión de Activos se aclara en el parágrafo 2.4.3 de ISO 55000:2014 así como aparece en la figura 2.

“La organización utiliza un sistema de gestión de activos para dirigir, coordinar y controlar las actividades de gestión de activos. Dicho sistema puede proporcionar un mejor control del riesgo y asegurar que los objetivos de gestión de activos se alcanzarán sobre una base coherente. Sin embargo, no todas las actividades de gestión de activos pueden formalizarse a través de un sistema de gestión de activos. Por ejemplo, aspectos que pueden tener una influencia significativa en el logro de los objetivos de la gestión de activos, tales como el liderazgo, la cultura, la motivación, el comportamiento, pueden gestionarse por la organización utilizando acuerdos fuera del sistema de gestión de activos” [4].

Figura 2 Relación de Términos Claves

[4]

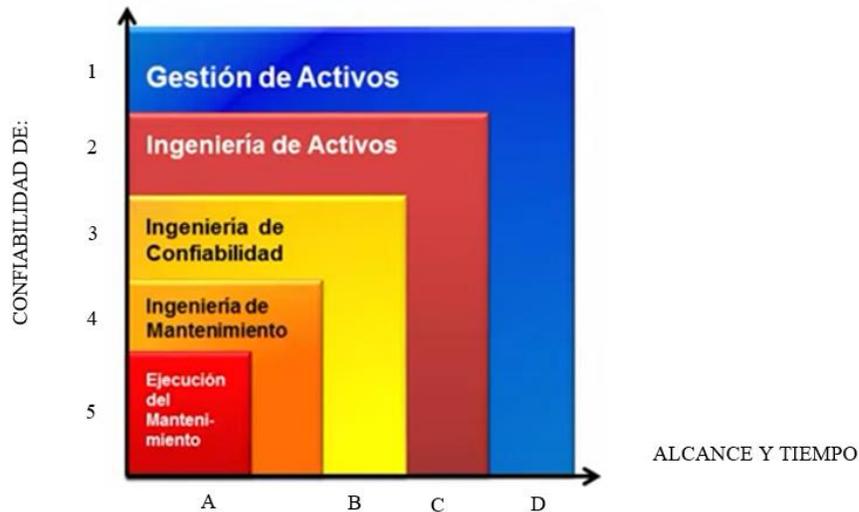


Fuente: ISO 55000 2014

Es primordial enfatizar que la gestión de activos ha revolucionado grandes industrias, pequeñas y medianas empresas encaminando las compañías a sistemas de gestión de activos confiables garantizando así que las inversiones y

adquisiciones de la compañía tengan un ciclo de vida más prolongado y los recursos sean mejor aprovechados por la organización, esta evolución la podemos apreciar en la figura 3 evolución de la gestión de activos.

Figura 3 Evolución de la gestión de activos



Fuente: ISO 55000 2014

En la figura 3 podemos apreciar, que la gestión de activos ahora comprende actividades como (Ing. De activos, Ing. De confiabilidad, Ing. De mantenimiento, y la ejecución del mantenimiento). Esto es un gran avance ya que hace algunos años atrás, "20 años aprox." Solo se tenía en cuenta la parte de mantenimiento en las empresas lo cual es importante pero no es la base fundamental para que la organización y sus activos estén en siempre en su debido funcionamiento.

A continuación, se desglosará la parte de la confiabilidad de la evolución de la gestión de activos que comprende:

CONFIABILIDAD DE:

1. Políticas y estrategias.
2. Ciclo de vida.
3. Función.

4. Técnicas.

5. Intervención.

A continuación, se desglosará la parte de la alcance y tiempo de la evolución de la gestión de activos que comprende:

ALCANCE Y TIEMPO

- A. Mantenimiento.
- B. Mantenimiento + operaciones.
- C. Mantenimiento + operaciones + ingeniería.
- D. Mantenimiento + operaciones + ingeniería + políticas.

Según la Norma Internacional de Contabilidad Objetivo Propiedades, Planta y Equipo.

Las propiedades, planta y equipo son tangibles, que hace referencia a un objeto corpóreo que se puede ver y tocar, posee cuerpo o materia, consistencia y volumen. Estos son bienes que poseen una entidad para su uso en la producción o el suministro de bienes y servicios para arrendarlos a terceros o para propósitos administrativos.

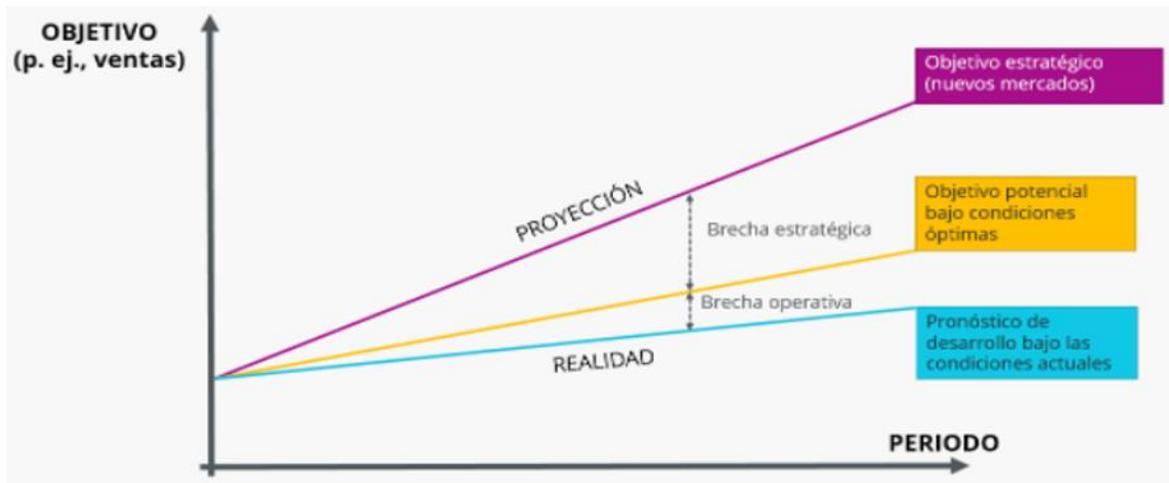
Estos son necesarios para el funcionamiento de la empresa, son bienes que se esperan utilizar más de un periodo, son bienes de larga vida, no son destinados a la venta del corto plazo.

5.2. ANÁLISIS GAP

El Análisis GAP es el proceso por el que se compara la situación actual con la situación futura deseada para crear una serie de acciones que van a ayudar a cubrir la brecha (GAP) [6].

Figura 4 Grafica análisis GAP

[6]



Fuente: ISO 55000 2014

Como se puede observar en la figura 4 la clara discrepancia entre el objetivo estratégico (Curva Superior) y los resultados que se pueden lograr en condiciones óptimas (Curva Intermedia) o sin cambios (Curva Inferior) [6].

En la figura 5 podemos apreciar el valor presente neto del activo en el cual se le denomina CAPEX y en el que está incluido:

Costo de investigación.

- Serán todos aquellos que correspondan a una investigación que pretenda hallar novedades científicas y técnicas [8].

Costo de diseño.

- Se refiere a todos los gastos que ocasionará la puesta en práctica de los resultados obtenidos en la fase de investigación [8].

Costo de compra.

- Incluye el precio neto pagado por los bienes, más todos los gastos necesarios para tener el activo [8].

Costo de construcción.

- Para efectos fiscales, los ingresos y costos de los contratos de construcción deben contabilizarse utilizando el método de grado de realización del contrato. Es importante tener en cuenta que el método dependerá de las posibilidades establecidas en el respectivo marco normativo aplicable a la entidad [8].

De lo cual el activo termina esa etapa e inicia el OPEX, que es la etapa en la cual se encuentra.

Costos por baja confiabilidad, eficiencia y desempeño.

- Estos costos pueden verse afectados por la condición de desgaste o pérdida de integridad del equipo con el tiempo. En el caso referido a la pérdida de desempeño, se enmarca en la disminución de la capacidad de cumplir con los objetivos establecidos del activo en condiciones normales de operación, Cuando establecemos los aspectos de la confiabilidad de un activo, es normal que al pasar el tiempo exista desgaste en cualquiera de sus componentes, este aspecto lo podemos relacionar con la cantidad o tasa de falla, es decir, esta tasa tiende a aumentar a medida que aumenta el desgaste del equipo [4].

Costos de operación y mantenimiento.

- Corresponden a aquellos que demandará el proyecto para su eficiente funcionamiento, puesto que en ellos esta plasmada la gestión del activo desde su mantenimiento, hasta su manutención y operación [4].

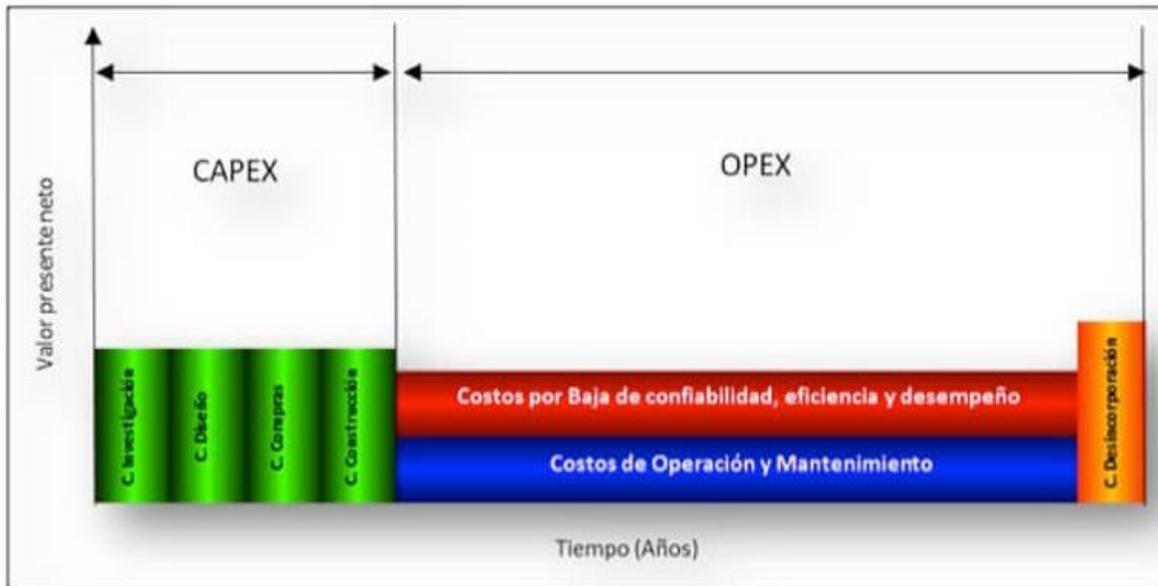
Costo de desincorporación del activo.

- Son todos aquellos costos que se involucran por desmontaje o desincorporar un activo de su ubicación actual. Es importante establecer que dependiendo el estudio o análisis este costo puede aplicar o no, en función al alcance del proyecto de remplazo o modernización [4].

En la figura 5, este confrontado valor presente neto versus el tiempo en años que transcurre para cada etapa.

Figura 5 Fases de un activo en su ciclo de vida

[6], [7]



Fuente: ISO 55000 2014

5.2.1. Cómo calcular la vida útil de un activo

No existe una fórmula o modelo matemático universal para calcular la vida útil de un activo, sobre todo, porque la vida útil del activo depende de la frecuencia de uso, de las condiciones a las que está expuesto (humedad, temperatura, entre otras) y de la calidad del mantenimiento a lo largo de su vida útil.

Las informaciones del fabricante.

Historial de equipos similares.

Ajusta anualmente [8].

Gestión del costo en el ciclo de vida del activo/ estrategia para optimizar el uso de los activos y maximizar su aprovechamiento: ciclo de vida/ vida remanente de un activo.

5.3. DEFINICIONES ELEMENTOS QUE COMPONEN LA CALDERA

5.3.1. Caldera

Se entiende por caldera a un recipiente cerrado, que está diseñado para trabajar con temperaturas mayores a la temperatura ambiente y presiones superiores a la presión atmosférica; estos equipos son de uso alto en la industria, debido a la versatilidad de uso [9].

Una caldera o generador de calor es un equipo capaz de producir calor al quemar un combustible en su interior, transmitiendo ese calor a un fluido que en la mayoría de los casos será agua y que en general se denominará fluido caloportador. Posteriormente ese fluido se empleará para calefactar un local [10].

Recipiente hermético que se utiliza para la generación de vapor de agua, agua caliente o aceite térmico, mediante la absorción del calor liberado en la combustión de un combustible o de elementos eléctricos. Esta puede estar compuesta por una cámara de combustión, quemadores y sistema de combustión e incluir partes y componentes tales como, paredes de agua, sobre calentador recalentador, economizador, calentador de aire o una combinación entre ellos [11].

5.3.2. Caldera Piro tubular

Caldera en la cual los gases de combustión fluyen por dentro de los tubos, los cuales están totalmente sumergidos en agua contenida en el recipiente hermético o vasija de presión de la caldera [12].

5.3.3. Caldera Acu tubular

Caldera en la cual los tubos contienen en su interior mezcla de agua y vapor y el calor es aplicado sobre su superficie exterior. El agua circula al interior de los tubos y los gases de la combustión por el exterior [12].

5.3.4. Alarma

Dispositivo que por medio de un sonido o una luz u otro tipo de advertencia debe dar aviso del mal funcionamiento de la caldera o sus equipos auxiliares o indicar alguna anomalía en el proceso o funcionamiento [13].

5.3.5. Área de calderas

Espacio que forma parte de una construcción y está diseñado y construido específicamente para alojar una o más calderas Categorías II, III y IV, y sus auxiliares [11].

5.3.6. Alteración

Cambio físico o incremento de la temperatura o presión de trabajo máxima permisible a un equipo, con implicaciones que afecten su capacidad para soportar presiones más altas a las establecidas en el diseño [11].

5.3.7. Aparato auxiliar

Accesorio instalado en el generador de vapor o caldera que sirve para supervisar las variables de la operación del equipo. Entre los que podemos encontrar: columnas de agua, indicadores de nivel, controles de presión, entre otros [11].

5.3.8. Boiler Horse Power (BHP)

Evaporación de 34.5lb (15.648kg) de agua por hora, desde una temperatura de 212°F (100°C) en vapor saturado seco a la misma temperatura. Equivalente a 33,472Btu/h (35,291.2 KJ) [10].

5.3.9. Brida

Anillo plano, roscado o soldado, a los extremos de un tubo, que permite el acoplamiento entre dos secciones de tubería [10].

5.3.10. Certificado de fabricación

Es el documento emitido por el fabricante del equipo, en el que se establece, bajo protesta de decir verdad, que los materiales, el diseño, la fabricación, las pruebas y la inspección del equipo, fueron efectuados de acuerdo con lo establecido en el código o norma empleada para su fabricación [14].

5.3.11. Compartimiento de Calderas

Sitio cerrado y cubierto, construido específicamente para instalar en él, una o más calderas de Categoría I y sus auxiliares [10].

5.3.12. Condición Operativa

Estado de funcionamiento de una caldera bajo unos parámetros específicos de operación [13].

5.3.13. Corrosión

Pérdida de metal debida a la acción química sobre una superficie metálica, usualmente causada por la presencia de H_2 , O_2 , CO_2 , en un medio ácido o fuertemente alcalino [15].

5.3.14. Dispositivo de Control y Seguridad

Cualquier dispositivo manual o automático que se utiliza para la regulación de una máquina y poderla mantener en condiciones normales y seguras de operación. Si es automático, el dispositivo actúa por la acción de señales de temperatura, presión, nivel de agua, tiempo, luz, u otra variable de funcionamiento [16].

5.3.15. Domo de Vapor

Receptáculo soldado o remachado en la parte superior del cuerpo de algunos diseños de calderas peritubulares [17].

5.3.16. Economizador

Intercambiador de calor en el cual se precalienta el agua de alimentación, antes de ser introducida a la caldera [13].

5.3.17. Eficiencia de Caldera

Es la relación entre el calor neto absorbido por el fluido de trabajo de la caldera y el calor liberado por cada unidad de masa o de volumen de combustible quemado. Generalmente se expresa como porcentaje (%). La diferencia entre el calor liberado y el absorbido, corresponde a las pérdidas de calor de la caldera [10].

5.3.18. Recipiente a presión

Recipiente cerrado, diseñado para confinar un fluido a una presión por encima de la atmosférica [10].

5.3.19. Eficiencia de combustión

Es una indicación, que mide qué tan bien se han oxidado todos los compuestos de un combustible. Usualmente cuantifica la relación entre el calor que se libera en el proceso de combustión, al máximo que se podría liberar [18].

5.3.20. Enclavamiento

Son dispositivos de protección o bloqueo de la caldera o de algún sistema de ella, cuyo objetivo es minimizar o eliminar riesgos que pongan en peligro la seguridad de las personas y los equipos [18].

5.3.21. Hogar de Combustión

Es la cámara de combustión de la caldera [18].

5.3.22. Incrustación

Sedimentación de sólidos con formación de núcleos cristalinos o amorfos, generalmente de sulfatos, carbonato o silicato de magnesio y calcio, que merman la eficiencia de la caldera [18].

5.3.23. Inspección periódica

Inspección técnica que se debe realizar de acuerdo con los periodos establecidos en este Reglamento para cada tipo de calderas a partir de la inspección inicial o de

la última inspección extraordinaria y se realizará durante toda la vida útil de la caldera con el objetivo de verificar el cumplimiento del presente Reglamento [18].

5.3.24. Manómetro

Instrumento con el cual se mide la presión producida por el vapor de agua u otro fluido contenido en un recipiente cerrado [18].

5.3.25. Manual de Operación y Mantenimiento

Libro expedido por el fabricante, en el cual se detallan todos los procedimientos e instrucciones operativas del equipo que debe seguir el operador en condiciones de operación normal o de emergencia, así como las instrucciones precisas sobre repuestos y procedimientos de reparación que debe seguir el mantenedor [13].

5.3.26. Niple

Pieza corta de tubería o tubo puede ser PVC, SCH al carbono [18].

5.3.27. Placa de Identificación de la Caldera

Registro del nombre del fabricante, tipo de caldera, número de serie y modelo, año de construcción, tipo de combustible [13].

5.3.28. Presión

Se define como el cociente entre la componente normal de la fuerza sobre una superficie y el área de dicha superficie. En el Sistema Internacional de Unidades la presión se mide pascal (Pa) que es equivalente a una fuerza total de un Newton actuando uniformemente en un metro cuadrado. En el Sistema Inglés la presión se mide en libra por pulgada cuadrada (Pound Per Square Inch o PSI) que es equivalente a una fuerza total de una libra actuando en una pulgada cuadrada [10].

5.3.29. Presión de Cierre

Presión a la cual cierra la válvula de seguridad (debe estar máximo un 6% por debajo de la presión de disparo para calderas a vapor y 10% por debajo de la presión de disparo para calderas de agua caliente) [10].

5.3.30. Válvula de Seguridad

Dispositivo automático utilizado para prevenir sobrepresión al interior de la vasija y/o tubería de presión de una caldera [10].

5.3.31. Presión de Diseño

Es la presión utilizada en el diseño de una caldera con el propósito de determinar el espesor mínimo permisible o características físicas de diferentes partes de la caldera [4].

5.3.32. Presión de Disparo

Presión a la cual abre la válvula de seguridad [10].

5.3.33. Presión Máxima Permisible de Trabajo, (PMPT)

Es la presión máxima para la cual un equipo fue diseñado y construido, de acuerdo con los principios establecidos por ASME. Es igual a la presión de diseño (MAWP) [10].

5.3.34. Presión Máxima de Operación

Presión de servicio máxima a la cual opera normalmente la caldera para una operación segura [18].

5.3.35. Prueba Hidrostática

Prueba a que deben ser sometidos los equipos a presión. Es una prueba de hermeticidad y resistencia [10].

5.3.36. Mirilla (Vista indicadores de flujo)

Se utiliza para el control de flujo en tuberías para una amplia gama de aplicaciones. Tianjin U-instrumento ideal Co. la fabricación de la mirilla adecuado para diversas aplicaciones industriales resistentes. Estos indicadores de flujo a la vista son bidireccional tipo y fácil de instalar en cualquier orientación. La mirilla (Vista Indicadores de flujo) proporciona una forma rápida, fiable y económica para comprobar el flujo de líquidos a través del proceso industrial de las tuberías. U-ideal de la mirilla de tipo tubular disponibles con diferentes longitudes de vidrio de 4 (100mm) a 8 (200mm) de largo [18].

5.3.37. Válvula globo

Es adecuada para utilizarse en una amplia variedad de aplicaciones, desde el control de caudal hasta el control abierto-cerrado (On-Off) Cuando el tapón de la válvula está en contacto firme con el asiento, la válvula está cerrada. Cuando el tapón de la válvula está alejado del asiento, la válvula está abierta. Por lo tanto, el control de caudal está determinado no por el tamaño de la abertura en el asiento de la válvula, sino más bien por el levantamiento del tapón de la válvula (la distancia desde el tapón de la válvula al asiento). Una característica de este tipo de válvula es que incluso si se utiliza en la posición parcialmente abierta, hay pocas posibilidades de daños al asiento o al tapón por el fluido. En particular, el principal tipo de válvula de globo utilizada para control de caudal es la válvula de aguja [18].

Cabe señalar, sin embargo, que debido a que la vía de circulación en esta válvula es en forma de 'S', la caída de presión es mayor que el de otros tipos de válvulas. Además, el vástago de la válvula debe ser accionado en numerosas ocasiones con el fin de abrir y cerrar la válvula y, por tanto, hay una tendencia a fugas por la glándula de sello. Además, dado que cerrar la válvula requiere accionar el vástago hasta que el tapón presione firmemente hacia abajo en el asiento, es difícil saber el punto exacto en el que la válvula está totalmente cerrada. Ha habido casos en que accionando accidentalmente la flecha de la válvula demasiado lejos se ha dañado la superficie del asiento. (TLV, 2022)

5.3.38. Cordón fibra de vidrio

El cordón de asbesto posee características de alineamiento térmico, con capacidad de adaptarse a la superficie a sellar [18].

5.3.39. Sistema eléctrico-electromecánico

A medida que los equipos industriales van completando ciclos operativos, aumentan las posibilidades de que presenten fallos o anomalías funcionales. Las consecuencias de estas averías pueden ir desde leves descensos en la producción hasta la detención completa de la cadena [18].

Por consiguiente, el impacto económico que puede sufrir la empresa es potencialmente elevado y compromete su rentabilidad a corto, medio y largo plazo. Además, como consecuencia de estas averías, es probable que se produzcan accidentes que puedan dañar a otros equipos, instalaciones e incluso a las propias personas [18].

El mantenimiento eléctrico consiste en realizar inspecciones en el equipamiento eléctrico de cara a facilitar la detección de estos posibles problemas en su rendimiento, bien mediante acciones correctivas (respuesta a incidencias puntuales), bien preventivas (comprobaciones rutinarias con cierta periodicidad).

También es cierto que no siempre se pueden detectar todos los problemas a tiempo, y es posible que se “cuele” alguna avería inesperada; sin embargo, con un plan de mantenimiento, este margen se reduce a la mínima expresión [18].

5.4. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

5.4.1. Mantenimiento eléctrico correctivo

La idea del mantenimiento correctivo es actuar frente a un problema existente. Ante una avería, fallo de funcionamiento o descenso del rendimiento de un equipo, el SAT acude para realizar un diagnóstico y proponer una resolución. A este tipo de mantenimiento también se le conoce como mantenimiento reactivo. Las pruebas de mantenimiento correctivo se aplican como consecuencia de daños aleatorios, normalmente en equipos cuya criticidad no es significativa, lo que significa que las consecuencias de su mal funcionamiento no son especialmente lesivas para la producción.

Hablamos normalmente de tareas consistentes en reemplazar el equipo averiado, realizar cambios de piezas o reparar los equipos que estén fallando [18].

5.4.2. Mantenimiento eléctrico preventivo

En contraposición, el mantenimiento preventivo se basa en la idea de establecer una serie de puntos de control, que serán revisados periódicamente para reducir las probabilidades de que los equipos eléctricos presenten averías [18].

De esta forma, aunque nos suprima por completo la posibilidad de fallos, sí que se acota sensiblemente su aparición, teniendo en cuenta que estas actuaciones preventivas contribuyen a alargar la vida útil del equipamiento eléctrico [18].

6. METODOLOGÍA.

Inicialmente se realiza el levantamiento de datos técnicos de la caldera y se diseña el formato único de hoja de vida para el activo, Ver anexo 1

6.1 Actividades previas.

- Mantener limpio y con buena iluminación el cuarto de calderas.
- No almacenar combustibles, ni guardar objetos extraños a la caldera.
- Dentro de la inspección se requiere verificar las tuberías de combustibles, vapor, agua, por si hay posibles fugas.
- No permitir el ingreso de personas ajenas al proceso de la caldera.
- En el cuarto de calderas debe estar ubicado un extintor.
- Ingresar al área haciendo uso de los EPP (guantes de carnaza, monogafas, casco y botas antideslizantes).
- Permanecer junto a la caldera durante todo el proceso de encendido evitar la sobre confianza, estar siempre alerta.

6.2. Actividades de encendido y apagado de calderas.

- Verificar que las válvulas del combustible “ACPM” estén cerradas y que no se presenten fugas ni acumulación de gases, después de esta revisión proceda a abrirlas.
- Purgar calderas fondo Mac Donald, registro de presión y tanques.
- Realizar las purgas de fondo de la caldera por lo menos una vez por cada día de prácticas durante 15 segundos.
- No permita que desaparezca el agua del tubo de vidrio visor.
- Colocar el interruptor de encendido de la bomba de agua en posición manual y realice el llenado de la caldera a la mitad del tubo de vidrio visor.

- Purgar la columna de nivel visible para verificar el funcionamiento de corte por bajo nivel, purgar calderas Fondo, Mac Donald, registro de presión y tanques.
- Encender la caldera solo cuando el nivel del agua éste por encima de la marca del tubo de vidrio visor.
- Si al encender el interruptor del quemador en posición de automático no inicia el ciclo, presionar el botón del “relays warrick” y el botón del programador.
- Si detecta que el quemador no enciende, retirar la unidad de ignición y limpiar los electrodos. Colocarla de nuevo e iniciar la fase.
- Verificar que el quemador complete su ciclo de encendido correctamente.
- Si por algún motivo continúa la falla luego de la operación anterior, realizar el reporte y solicitar la revisión, no insistir en realizar la maniobra.
- Si por algún motivo la válvula solenoide de combustible queda abierta por más de tres minutos y se nota la ausencia de llama, se debe apagar el sistema, retirar el quemador de la caldera, reportar el problema y solicitar la revisión.
- La apertura de la válvula principal de salida de vapor se debe abrir lentamente en un tiempo promedio de 10 minutos, repartiendo las vueltas del volante para evitar el golpe de ariete.
- Si después de 90 PSI, presión a que está calibrada la caldera, permanece encendida, se deberá apagar el totalizador eléctrico y revisar los sistemas de corte automático y solicitar la revisión.

NOTA: Abstenerse de adicionar agua a la caldera cuando el nivel de esta no se aprecie en el tubo de vidrio visor y la presión esté por encima de 50 Psi.

Durante la operación de la caldera, verificar que la presión de la bomba de inyección de agua sea mayor que la presión de operación del cuerpo de la caldera.

Si el quemador de la caldera presenta falla por bajo nivel de agua, verificar que la bomba de inyección del agua está funcionando bien.

Si se presenta alguna falla por falta de agua en el tanque de alimentación, por presión o cavitación ordenar la revisión del sistema. Reiniciar el ciclo de encendido del quemador.

Después de finalizada cada practica:

- Desconectar el interruptor del quemador a posición Off o apagado.
- Dejar el interruptor del control de la bomba de agua en posición de “automático” para que opere libremente su reposición de agua de la caldera.
- Verificar que el tanque de alimentación del agua de la caldera este siempre lleno. La temperatura máxima del agua debe ser 70 grados centígrados
- Realizar purgas al fondo del tanque de condensados una vez por práctica.
- Verificar que las columnas de agua del Mac Donell de la caldera queden con agua Cerrar los registros de vapor y combustible del sistema.

6.3. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO GENERAL

6.3.1. Mantenimiento preventivo y correctivo

Según el análisis de los componentes electromecánicos existentes en el sistema se diseña y ejecuta el siguiente plan de mantenimiento dividido en seis grupos específicamente:

6.3.2. Plan de mantenimiento conjunto quemador:

Tabla 1 Rutina de Mantenimiento conjunto Quemador

SUPERVISORES Y RESPONSABLES DE LA RUTINA				
1	DIRECTOR DE LABORATORIOS _____			
2	LABORATORIO _____			
3	REALIZO _____			
4	REVISO _____			
Rutina de Mantenimiento conjunto Quemador				
ITEM	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	CUMPLIMIENTO DE LA ACTIVIDAD		Observaciones
		CUMPLE	NO CUMPLE	
1	Desmontaje y limpieza del quemador y electrodo de ignición.			
2	Revisión del transformador de ignición.			
3	Revisión del cable de alta y terminales de baquelita.			
4	Limpieza de unidad de encendido.			
5	Limpieza de mirilla.			
6	Limpieza de la foto celda.			
7	Limpieza general del conjunto quemador.			
NOTA	Por favor diligenciar y completar este formato responsablemente puesto que de ello depende la correcta gestion del activos	FECHA DE REALIZACION		
		DD	MM	AA

Fuente: Elaboración propia

6.3.3. Plan de mantenimiento cuerpo de la caldera:

Tabla 2 Rutina de Mantenimiento cuerpo de la caldera.

SUPERVISORES Y RESPONSABLES DE LA Rutina						
1	DIRECTOR DE LABORATORIOS					
2	LABORATORIO					
3	REALIZO					
4	REVISO					
Rutina de Mantenimiento Cuerpo Caldera						
ITEM	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	CUMPLIMIENTO DE LA ACTIVIDAD		Observaciones		
		CUMPLE	NO CUMPLE			
1	Cambio de empaquetadura de inspección de mano.					
2	Cambio del empaque del cuello de inspección "handhole".					
3	Revisión de la válvula de seguridad.					
4	Revisión de la válvula de purga del fondo de la caldera.					
5	Revisión del aislamiento de la caldera.					
6	Revisión del cono refractario.					
7	Limpieza de la tubería de gases de combustión					
8	Suministro y cambio del cordón de fibra de vidrio a la tapa superior					
9	Lavado con agua a presión, haciendo remoción de lodos existentes					
10	Prueba hidrostática del vaso de presión a 1,5 veces la presión de trabajo					
NOTA	Por favor diligenciar y completar este formato responsablemente puesto que de ello depende la correcta gestión del activo			FECHA DE REALIZACION		
				DD	MM	AA

Fuente: Elaboración propia

Para el mantenimiento realizado se retira y reemplazan los empaques marca TOPOG-E, Referencia: 2 3/4" x 3 3/4" x 5/8" E para garantizar su correcta hermeticidad. Ver anexos 2

Se realiza el desarme de la chimenea y la tapa superior de la caldera, se procede a utilizar un cepillo de acero y se introduce por cada tubo de la caldera y así desprender el hollín que se haya generado durante la operación de la caldera, este hollín cae a la cámara de combustión y allí es retirado manualmente o con la ayuda de una aspiradora se realiza la verificación visualmente dejando los tubos limpios en la parte interna de la caldera.

6.3.4. Plan de mantenimiento control de nivel de agua:

Tabla 3 Rutina de mantenimiento control de nivel de agua.

SUPERVISORES Y RESPONSABLES DE LA RUTINA				
1	DIRECTOR DE LABORATORIOS _____			
2	LABORATORIO _____			
3	REALIZO _____			
4	REVISO _____			
Rutina de Mantenimiento Control De Nivel De Agua				
ITEM	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	CUMPLIMIENTO DE LA ACTIVIDAD		Observaciones
		CUMPLE	NO CUMPLE	
1	Cambio de empaque del flanche de del control de nivel de agua.			
2	Inspección de ampollitas y/o microswitch de bomba de agua y bajo nivel.			
3	Limpieza mecánica del Interior del control de nivel de agua.			
4	Purga del manifold del control de presión y manómetro.			
5	Mantenimiento al control de presión.			
NOTA	Por favor diligenciar y completar este formato responsablemente puesto que de ello depende la correcta gestión del activos	FECHA DE REALIZACION		
		DD	MM	AA

Fuente: Elaboración propia

Se realizó cambio de empaque del control nivel Marca: McDonnell se retiran los tornillos de 3/8 se retira el cabezote. Para verificar que el flotador no se encuentre roto se lava se retira incrustaciones de oxido si los tiene.

Se retira empaque se lija la base y se coloca el nuevo ajustándolo nuevamente con los tornillos.

En la Parte de control encontramos los micro switch de nivel, se verifica el correcto funcionamiento realizando manualmente el movimiento y con un multímetro se inspecciona los micros tengan continuidad internamente.

Antes de colocar el cabezote se realiza limpieza con agua a presión, esta presión es la suministrada por la hidro lavadora utilizada, esta acción se realiza con la finalidad de eliminar los residuos de oxido o incrustación que se puedan adherir a las paredes del control de nivel.

Para la purga y limpieza Del manifold se realiza con agua a presión, la cual es suministrada por la hidro lavadora.

Cuando se realizó la prueba hidrostática se habrá para sacar la acumulación de oxido que se pueda generar dentro del manifold. Ver anexos 3.

6.3.5. Plan de mantenimiento tanque de condensado:

Tabla 4 Rutina de mantenimiento tanque condensado.

SUPERVISORES Y RESPONSABLES DE LA RUTINA					
1	DIRECTOR DE LABORATORIOS _____				
2	LABORATORIO _____				
3	REALIZO _____				
4	REVISO _____				
Rutina de Mantenimiento Tanque Condensado					
ITEM	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	CUMPLIMIENTO DE LA ACTIVIDAD		Observaciones	
		CUMPLE	NO CUMPLE		
1	Limpieza Mecánica del interior del control de nivel de agua.				
2	Limpieza del filtro en válvulas de Purga.				
3	Revisión de la motobomba de alimentación de agua de la caldera.				
4	Cambio del vidrio visor.				
NOTA	Por favor diligenciar y completar este formato responsablemente puesto que de ello depende la correcta gestión de los activos		FECHA DE REALIZACION		
			DD	MM	AA

Fuente: Elaboración propia

6.3.6. Plan mantenimiento tablero eléctrico de control y potencia caldera:

Tabla 5 Rutina de mantenimiento tablero eléctrico y control de potencia caldera.

SUPERVISORES Y RESPONSABLES DE LA RUTINA														
1	DIRECTOR DE LABORATORIOS _____													
2	LABORATORIO _____													
3	REALIZO _____													
4	REVISO _____													
Rutina de Mantenimiento Tablero Electrico De Control y Potencia														
ITEM	Componente	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	CUMPLIMIENTO DE LA ACTIVIDAD		Observaciones									
			CUMPLE	NO CUMPLE										
1	Circuitos De Potencia Y Control	Revisar, ajustar y limpiar interruptores electromagneticos y termomagneticos.												
2		Revisar cableado sistema de control y potencia.												
3		Revisar pulsadores, testigos, selector principal de encendido "incluir revisión de contactos y ajuste												
4		Revisar y cambiar cables y terminales que presenten desgaste o falta de aislamiento.												
5		Registrar toma de lectura con pinza voltiamperimetrica, con carga y sin carga.			Voltaje registrado _____ Amperaje registrado _____									
6		Realizar pruebas de operación mecánica de interruptores principales.												
7	Estructura General	Realizar ajuste de tornilleria en general, e inspeccionar todos los elementos de sujecion del tablero.												
8		Revisión del estado del cofre y de los componentes del tablero verificando su cierre y ajuste.												
9		Realizar limpieza interna con brocha o aire seco, a los componentes internos y luego al cofre, removiendo residuos de polucion o posibles esquirias.												
10		Verificar desenergizacion total del cofre, y testigos, toma de lectura con pinza voltiamperimetrica			Voltaje registrado _____ Amperaje registrado _____									
NOTA		Por favor diligenciar y completar este formato responsablemente puesto que de ello depende la correcta gestion del activos		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">FECHA DE REALIZACION</th> </tr> <tr> <th>DD</th> <th>MM</th> <th>AA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		FECHA DE REALIZACION			DD	MM	AA			
FECHA DE REALIZACION														
DD	MM	AA												

Fuente: Elaboración propia

Se levanta registro fotográfico del mantenimiento preventivo realizado al sistema eléctrico y sus respectivos componentes. Ver anexos 4.

6.3.7. Puesta en servicio y pruebas de seguridad:

La puesta en servicio y pruebas de seguridad de la caldera se efectuarán con la presencia del encargado del área a quien la compañía encargada de mantenimiento de las calderas entregará las pruebas correspondientes así:

Tabla 6 Pruebas de funcionamiento y puesta a punto.

SUPERVISORES Y RESPONSABLES DE LA RUTINA				
1	DIRECTOR DE LABORATORIOS _____			
2	LABORATORIO _____			
3	REALIZO _____			
4	REVISO _____			
Rutina de Mantenimiento Funcionamiento Y Puesta a Punto				
ITEM	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	CUMPLIMIENTO DE LA ACTIVIDAD		Observaciones
		CUMPLE	NO CUMPLE	
1	Nivel de agua.			
2	Falla de llama.			
3	Apagado por Presión.			
4	Arranque por baja presión.			
5	Puesta en marcha.			
NOTA	Por favor diligenciar y completar este formato responsablemente puesto que de ello depende la correcta gestión del activos	FECHA DE REALIZACION		
		DD	MM	AA

Fuente: Elaboración propia

6.4. Materiales del mantenimiento general de la caldera.

Los materiales básicos para realizar el mantenimiento general y preventivo son: empaques de inspección de mano, cordones de asbesto, churrusco, lijas, Aero pack penetrante, eléctrico, pinturas.

6.5. Materiales del mantenimiento general de la tubería.

Tubería en acero al carbono SCH 40 que es la utilizada y recomendada para conducción de agua caliente y vapor.

Cambio de registro de media vuelta por válvulas tipo cortina para la mejor regulación de la salida de vapor y agua.

6.6. Secuencias Del Servicio De Mantenimiento Calderas.

Los servicios de mantenimiento general se deben realizar una vez al año y el mantenimiento preventivo para la caldera se programa trimestralmente a partir de la fecha del último mantenimiento general.

6.7. PRINCIPALES CAUSAS DE AVERÍAS EN CALDERAS

6.7.1. Incrustaciones.

Depósitos de carbonatos, silicatos y fosfatos de calcio así como óxido de hierro proveniente de la oxidación metálica, la cual va produciendo una capa de incrustación en los tubos y placas imposibilitando la transmisión del calor y generando un calentamiento localizado, lo que declina en una inestabilidad del acero. Como secuela se produce la fractura por falta de maleabilidad. Esto se controla haciendo un procedimiento para disminuir la dureza (contenido de sales) del agua de alimentación.

6.7.2. Corrosión interna o del lado de agua y/o vapor.

Avería que está vinculada con la formación de incrustaciones, otra causa diferente a las incrustaciones es el mandrilado (expansión en frío) de los tubos a la placa tubular, así como de las soldaduras de estanqueidad de los tubos a la placa tubular. Si estas tensiones existen tras el mandrilado se suman el fenómeno de presencia caustica en el agua de alimentación, se produce una corrosión bajo tensión muy acelerada.

6.7.3. Falta de agua.

Esta avería puede ser causada por apatía del operario de la caldera, porque los niveles visuales no se encuentran en buenas condiciones, por el bloqueo del flotador que regula la alimentación de agua o por fallo en la válvula automática que alimenta el agua.

Un sistema de seguridad por falta de agua se debe accionar:

En caso de bajo nivel, la parada de los quemadores, así como una señal luminosa y señal acústica. el resultado más corriente es el colapso del hogar (es donde se quema el combustible).

6.7.4. Daños por mal encendido.

Son frecuentes ya que se siguen instrucciones incorrectas durante el encendido, Esto no ocurrirá en calderas dotadas de quemadores automáticos.

7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Este cronograma de actividades fue diseñado teniendo en cuenta la disponibilidad de la maquina y se realiza sin interrumpir en las actividades normales de los laboratorios para el segundo semestre 2022.

Figura 6 cronograma de actividades caldera.

Cronograma actividades mantenimiento caldera	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Compra de materiales	■	■	■	■	■																											
Alistamiento de materiales y equipos						■	■																									
Desmante de chimenea								■	■																							
Desmante de chimenea y tapa superior y deshollinado de la caldera										■	■																					
Desocupar caldera internamente y lavado con agua a presion retiro de man hall												■	■																			
Desmante y limpieza de quemador y partes moviles														■	■																	
Cambio de tuberia de menor diametro por tuberia de 1" y reubicacion de tuberia existente																■	■	■	■	■	■	■	■									
Pruebas de funcionamiento y entrega final																								■	■	■	■					

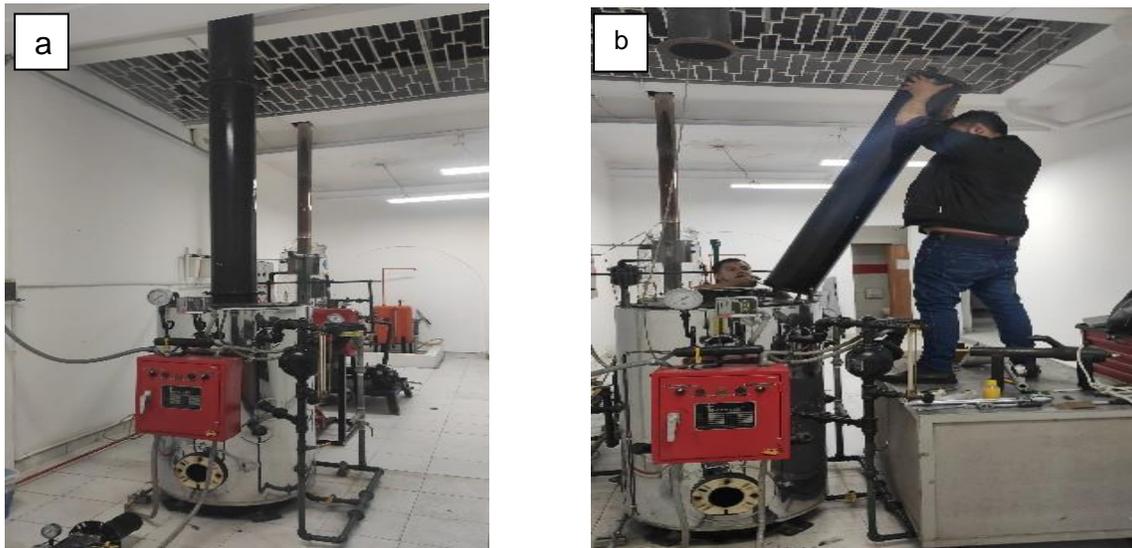
Fuente: Elaboración propia

8. Desarrollo del proyecto.

Para el desarrollo de proyecto se adquieren los materiales en la industria especializada sobre calderas que se encuentran en la ciudad de Bogotá, con estos se realiza el reemplazo de los materiales que presentan desgaste.

En primer paso se realiza el desmonte del ducto de la chimenea, en la figura 7 se aprecia el antes y el después, desmontaje y montaje de la chimenea.

Figura 7 a) chimenea sin desmontar. b) chimenea desmontada.



Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en la figura 7 a), el ducto de chimenea que conduce a la cubierta de la universidad fue necesario amarrar el tramo de ducto para evitar accidente de caídas por liberación del ducto. Luego se procede a desmontar la tapa de la parte superior. En la figura 7 b), se evidencia el acceso al hogar de la caldera, para poder proceder al deshollinado de la tubería interna.

Al desmontar el ducto de la chimenea tenemos acceso al hogar de la caldera apreciado en la en la figura 8.

Figura 8. hogar desmontado



Fuente: Elaboración propia

El círculo azul de la figura 8, se aprecia como el empaque de cordón de asbesto se encuentra desgastado, además por las normas actuales se cambió por uno de fibra de vidrio. En el círculo rojo de la figura 8 se aprecian los tubos del hogar por donde fluye los gases de la combustión.

A continuación, se retira el quemador de ignición figura 9, en el círculo rojo de la gráfica se evidencia que se manipulo el cableado y se dejó desordenado esto posiblemente al trasladó que hubo de la caldera entre las sedes causando un posible corto y problemas de contacto eléctrico, que se dejan corregidos con la realización del mantenimiento.

Figura 9. quemador desmontado



Fuente: Elaboración propia

En la figura 10 se evidencia el estado en el que se encontró la tubería del hogar, y se observa partículas y desgaste en general por corrosión. Se inicia con el deshollinado de la tubería, se realiza uno a uno, introduciendo un churrusco con un extensor en tubería de ½ pulgada en galvanizado (elemento en acero de forma redonda del tamaño de la tubería internamente, después de esto se retira el hollín que sale de esta tarea.

Figura 10. tubería interna de la caldera



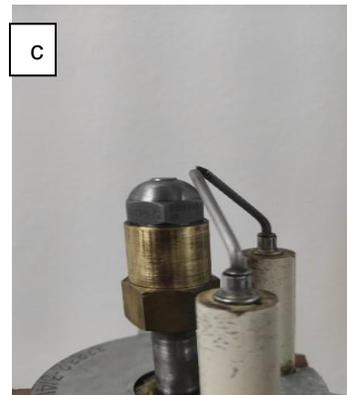
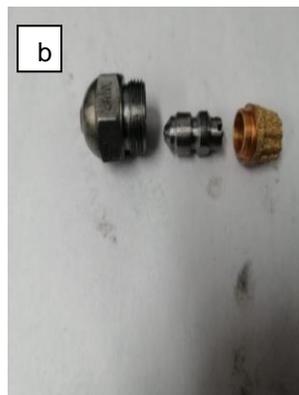
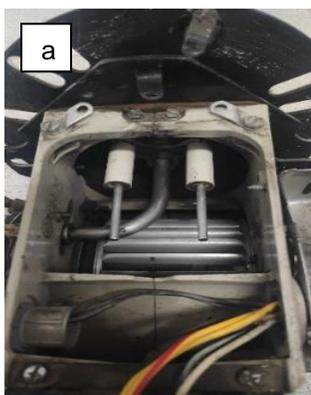
Fuente: Elaboración propia

El paso a paso para esta operación se relata a continuación : se abren las válvulas de purgas de la caldera para desocupar la maquina y así poder retirar los tapones de inspección (Man hall), desarmar el cabezote del sensor de nivel (McDonnell), retirar el vidrio de nivel visible de agua ubicado en el McDonnell, verificando que este desocupado la caldera, retiramos los tapones y los componentes de presión, se procede a lavar internamente con agua a presión la tubería y los componentes de presión para retirar el exceso de oxido e incrustación que se presenta en la caldera.

Por último, se realiza revisión visual de la tubería para determinar su desgaste se evidencia si presenta un deterioro excesivo.

En la figura 11 a), se aprecia los electrodos de ignición del quemador ensamblados, y en la figura 11 b) se evidencia el despiece de la boquilla de aspersión del combustible. Y en la figura 11 c) se muestra el conjunto de accesorios del quemador ensamblados posterior al mantenimiento.

Figura 11. a) Conjunto quemadores. b) Despiece de boquilla. c) Conjunto de accesorios quemador.

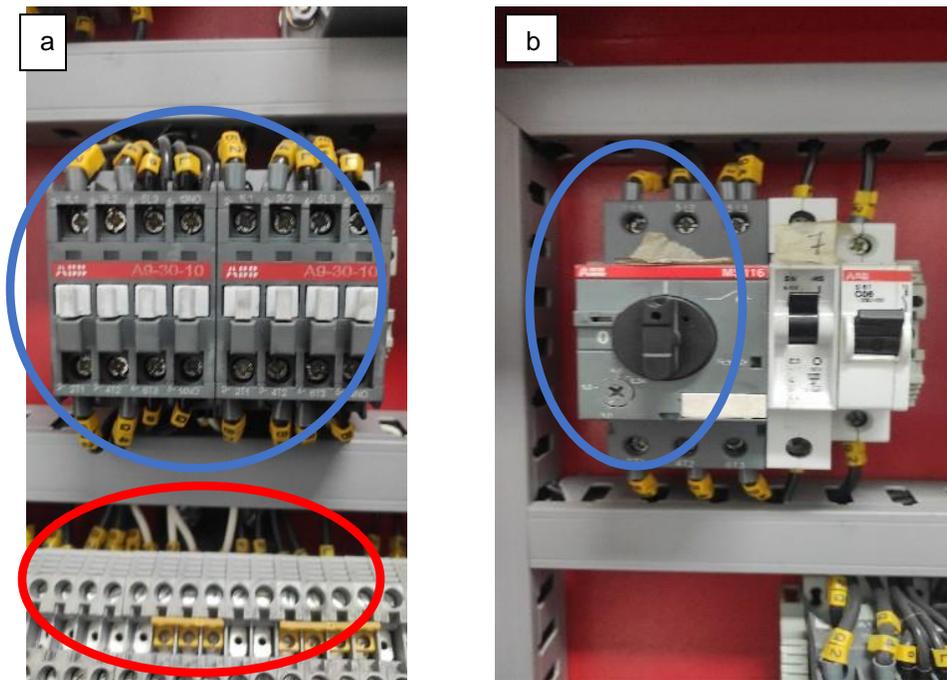


Fuente: Elaboración propia

A continuación, se explican las tareas de mantenimiento realizado. Se realiza un mantenimiento a la unidad de encendido (quemador) figura 11a, en donde se realiza una limpieza general de los electrodos de ignición y se realiza su correcto ajuste. Se ejecuta inspección completa y limpieza de la boquilla de aspersión de acpm con su respectivo despiece evidenciado en la figura 11b. Finalmente se realiza calibración de los electrodos de ignición observado en la figura 11c. Con las tareas mencionadas anteriormente se garantiza el correcto funcionamiento de del quemador.

En la figura 12 a) se aprecia el conjunto de contactos eléctricos que fueron intervenidos, en la figura 12 b) se evidencia el conjunto de protecciones térmicas que presenta ese sistema electromecánico.

Figura 12. a) Conjunto contactos eléctricos principales y auxiliares. b) Conjunto de protecciones térmicas



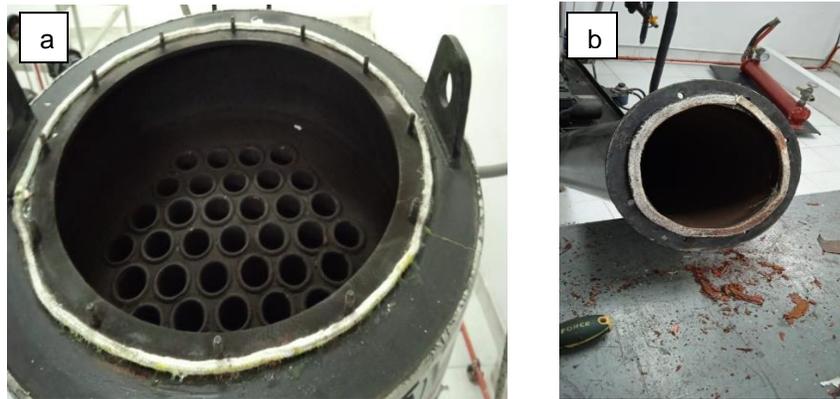
Fuente: Elaboración propia

En la figura 12a, se evidencian las tareas realizadas de limpieza general de los contactos eléctricos principales evidenciados con el círculo azul y los contactos auxiliares evidenciados en el círculo rojo aplicando un desalojador de humedad en aerosol y se ajustaron todos bornes eléctricos del tablero para evitar sobrecalentamiento del cableado y mal contacto eléctrico. Se realiza el mantenimiento de los elementos electromecánicos de protección (breaker) elemento encerrado en el ovalo color azul y (guarda motor) elemento encerrado en con ovalo color rojo en la figura 12 b, en la que se realizan pruebas de accionamiento de estos, ajuste de bornes, limpieza y calibración de guarda motor garantizando así el correcto funcionamiento de todos sus componentes.

Posteriormente a estas actividades realizadas se procede a realizar el ensamble del tramo de chimenea colocando cordón de fibra de vidrio al contorno para evitar la salida de los gases por las dilataciones de los flanches de la tapa y del ducto de la chimenea.

En la figura 13 a, se aprecia el flanche del hogar el cual fue intervenido, en la figura 13 b, se evidencia el flanche del ducto de la chimenea intervenido. A continuación, se explican las actividades realizadas:

Figura 13. a) Flanche hogar. b) Flanche ducto de chimenea.



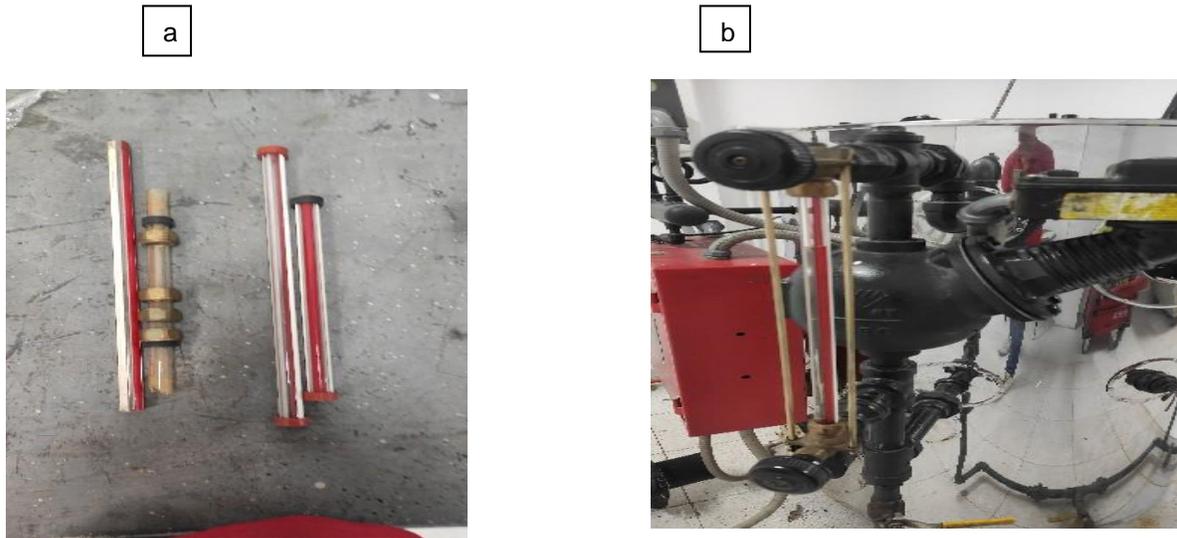
Fuente: Elaboración propia

En la figura 13 a) se evidencia el procedimiento realizado, posterior al retiro del cordón averiado en el flanche del hogar, se realizó limpieza general del flanche y pegado del cordón nuevo el cual es de material fibra de vidrio al contrario del cordón averiado que correspondía a asbesto lo que va en contra a las normas ambientales vigentes. En la figura 13 b) se evidencia el procedimiento realizado en el flanche del ducto de la chimenea, se realizó limpieza general del flanche y pegado del cordón nuevo el cual es de material fibra de vidrio al igual que el cordón del flanche del hogar.

A continuación, se realiza el ensamble de los componentes de la caldera con la finalidad de realizar pruebas de funcionamiento.

En la figura 14 a) se aprecian los componentes ensamblados de la caldera, en la figura 14 b) se evidencia la mirilla de nivel y sus accesorios.

Figura 14. a) Ensamble de componentes caldera. b) Mirilla de nivel accesorios.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 14 b) se evidencia el correcto montaje de todos los componentes del sistema, en la realización de esta tarea se tuvo en cuenta el correcto ajuste de los empaques de las mirillas de nivel, el correcto ensamblaje de cada pieza del sistema y que la mirilla quedara completamente hermética y en general que el sistema no presentara fugas, en la figura 14 a) se evidencia todo el despiece de la mirilla nueva instalada con sus respectivos accesorios, la mirilla que se encontraba instalada se reemplazó debido a que por el tiempo de uso perdió su visibilidad y era imposible corroborar el nivel del sistema correctamente.

En continuación con las tareas realizadas se procede a ensamblar la válvula de seguridad.

En la figura 15 se evidencia la válvula de seguridad del sistema. A continuación, se realiza una descripción de las tareas realizadas:

Figura 15. Válvula de seguridad.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 15 se evidencia la válvula de seguridad del sistema encerrada en un círculo azul, esta válvula fue inicialmente desmontada y revisada físicamente y cambiando sus accesorios de tubería, posteriormente se instala en la tubería y se realizan pruebas de funcionamiento mediante prueba hidrostática subiendo la presión a 517106 Pa (75Psi) (no se pudo a más presión por que la válvula de seguridad del equipo se dispara en esa presión) de esta manera se corrobora el correcto funcionamiento de la misma en el sistema de protección de la caldera.

Finalmente se realiza el llenado del equipo con agua y se realizan pruebas de hermeticidad en el equipo sin presentar ninguna novedad.

Se realizan pruebas de encendido, pruebas de apagado automático por bajo nivel de agua, apagado por presión, el sistema no presenta ninguna novedad y reporta un correcto funcionamiento con el cual se finalizan las tareas de mantenimiento satisfactoriamente.

9. CONCLUSIONES

Se logro implementar un plan de mantenimiento enfocado en la gestión de activos, a la caldera Piro-tubular marca Teknik, ubicada en la sede Bolívar de Fundación Universitaria Los Libertadores. Lo anterior se consiguió implementado la norma ISO 55000 la cual es la norma vigente para la intervención y preservación de un activo.

Se generó el formato adecuado de la hoja de vida del activo incluyendo sus componentes ya que se evidencio durante la realización de las actividades, que el activo no contaba con trazabilidad de mantenimientos y/o intervenciones realizadas anteriores al mantenimiento ejecutado el día 22 de mayo de 2018. Ver Anexo 5

10. RECOMENDACIONES

Finalmente, la caldera se entrega en las condiciones adecuadas para su operación, sin embargo, se dejan las siguientes recomendaciones:

- seguir las rutinas de mantenimiento sugeridas para el activo que se plasmaron en este trabajo y según la normatividad, así mismo plasmarlas en la hoja de vida cualquier manipulación y/o intervención del activo.
- Capacitar al personal involucrado en la operación de la caldera, teniendo presente que cualquier error en las tareas de mantenimiento y operación del activo puede conllevar a impactar en el presupuesto de mantenimiento de esta.
- Es de vital importancia el cambio de la válvula de seguridad del equipo, ya que omitir este cambio, puede generar daños en la maquina y/o accidentes al personal operativo y estudiantil.

11. Anexos

11.1. Anexo 1. Hoja de vida.

 <p>LOS LIBERTADORES FUNDACIÓN UNIVERSITARIA</p>	<h1 style="margin: 0;">HOJA DE VIDA</h1>	PAGINA 1/1 CODIGO VERSION 01 26/01/2022	
1. IDENTIFICACIÓN			
1.1 # ID Interno	<input type="text"/>	1.2 Serie: <input type="text" value="OP-11-047"/>	1.3 Clasificación <input type="text" value="D72 L 150"/>
2. DATOS GENERALES			
2.1 Nombre del equipo:	<input type="text" value="Caldera Automatica Vapor Vertical"/>	2.2 Marca:	<input type="text" value="Tecnik"/>
2.3 Modelo:	<input type="text"/>	2.4 Referencia:	<input type="text" value="771150"/>
2.5 Finalidad:	<input type="text" value="Caldera Didactica"/>	2.6 Ubicación:	<input 10-104")"="" type="text" value="Sede Bolivar (Lab Ciencias termicas "/>
2.7 Equipo:	Fijo <input checked="" type="checkbox"/> Movil <input type="checkbox"/> Mixto <input type="checkbox"/>	2.8 Estado:	Nuevo <input type="checkbox"/> Usado <input checked="" type="checkbox"/>
2.9 Uso:	<input type="text"/>		
3. REGISTRO HISTÓRICO			
3.1 Fecha de compra:	<input type="text"/>	3.2 Acta de recibido:	<input type="text"/>
3.3 Fecha de Instalación:	<input type="text"/>	3.4 Inicio operación:	<input type="text"/>
3.5 Fecha Fabricación:	<input type="text"/>	3.6 Venc. Garantía:	<input type="text"/>
3.7 Vida Util:	<input type="text"/>	3.9 Tipo:	<input type="text" value="CALDERA DIDACTICA"/>
3.10 Proveedor:	<input type="text" value="Tecnik"/>	3.11 Telefono:	<input type="text" value="601-405 44 00"/>
		3.12 Correo:	<input type="text" value="equipos@tecnik.com.co"/>
3.13 Representante:	<input type="text"/>	3.14 Telefono:	<input type="text" value="262 70 09"/>
		3.15 Correo:	<input type="text" value="www.tecnik.com.co"/>
3.16 Fabricante:	<input type="text" value="TECNIK"/>	3.17 Telefono:	<input type="text"/>
		3.18 País:	<input type="text" value="Colombia"/>
4. REGISTRO TÉCNICO DE INSTALACIÓN			
4.1 Fuente Alimentación:	<input type="text" value="AC"/>	4.2 Voltaje Max.:	<input type="text" value="220"/> V AC
4.3 Voltaje Min.:	<input type="text" value="210"/> V AC	4.4 Potencia:	<input type="text" value="6 BHP"/> W
4.5 Corriente Max.:	<input type="text" value="20"/> A	4.6 Corriente Min.:	<input type="text" value="10"/> A
4.7 Frecuencia:	<input type="text"/>	4.8 Presión:	<input type="text" value="0 - 125"/> Psi
4.9 Velocidad:	<input type="text" value="N / A"/>	RPM	<input type="text"/>
4.10 Temperatura:	<input type="text" value="170"/> °c	4.11 Peso:	<input type="text" value="450"/> Kg
4.12 Dimensiones:	AN=	LA=	AL=
4.13 Accesorios:	<input type="text" value="N/A"/>		
4.14 Instalación:	<input type="text" value="verificacion de conductos de salida, prevencion de salida de gases"/>		
4.15 Precauciones:	<input type="text" value="verificacion de tasa de combustible, tuberia vacia, verificacion de sistema de ignición"/>		
5. REGISTRO TÉCNICO DE FUNCIONAMIENTO			
5.1 Precauciones antes:	<input type="text" value="verificacion de tanque de combustible vacio, verificacion de nivel de agua, verificacion de sistema de ignición"/>		
5.2 Recomendaciones Uso:	<input type="text" value="leer procedimiento adjunto en el plan de mantenimiento"/>		
5.3 Advertencias Seguridad:	<input type="text"/>		



FOTO ACCESORIOS

11.2. Anexo 2. Empaques de caucho de alta temperatura, cordón aislante en fibra de vidrio, y componentes de la cavidad de inspección (Hand – Hole)



11.3. Anexo 3. Tubos de inspección o Mirillas de inspección de nivel, de agua.



11.4. Anexo 4. Breaker



REFERENCIAS

- [1] E. V. Cerna, "Gestión de Activos: Gestión de Activos." p. 65.
- [2] P. O. R. Miguel, A. Sonco, T. Ing., V. Hugo, and C. Espinoza, "GUÍA DE MANTENIMIENTO DE CALDERAS PIROTUBULARES," pp. 1–127, 2015.
- [3] "Asset Management-Overview, principles and terminology INTERNATIONAL STANDARD ISO 55000 ISO 55000:2014(E) ii COPYRIGHT PROTECTED DOCUMENT," 2014.
- [4] LUIS ALBERTO FORERO, "ISO 55000 Una Visión General (2014)," *ISO 55000 UNA VISIÓN GENERAL*, 2014. <http://predictiva21.com/iso-55000-gestion-de-activos-una-vision-general/> (accessed May 20, 2014).
- [5] C. Cumbe, A. Vicente, Q. Zambrano, and M. Cristina, "Desarrollo de una propuesta metodológica para la gestión de activos físicos en la planta de Continental Tire Andina (CTA), Cuenca," 2020.
- [6] F. Izquierdo Arias, "ISO 55000- Sistema de Gestión de activos," *Presentación Power Point*, vol. 1, pp. 1–54, Dec. 2021.
- [7] IZQUIERDO ARIAS FERNANDO, "Gestión del costo en el ciclo de vida del activo (PRESENTACION 1 Y 2).," vol. 1, pp. 1–29, Dec. 2021.
- [8] P. Gelvez and C. Franco, "Costeo del ciclo de vida de un activo: proyecto unidad constructiva," 2013.
- [9] P. Abarca, "descripción de caldera y generadores de vapor," 2006, pp. 1–27.

- [10] J. Morales Avendaño, "Descripción de caldera y generadores de vapor."
- [11] L. A. Paz -Bolivia, "UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE TECNOLOGIA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA GUÍA DE MANTENIMIENTO DE CALDERAS PIROTUBULARES Proyecto de grado presentado para la obtención del Grado de Licenciatura POR: MIGUEL ANGEL SONCO CHOQUE TUTOR: ING. VICTOR HUGO CISNEROS ESPINOZA," 2015.
- [12] Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, "Manual De Operación Y Mantenimiento De Calderas Y Sus Sistemas Anexos," p. 33, 2021.
- [13] "MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERAS Y SUS SISTEMAS ANEXOS Código: MNL02GSS Fecha de."
- [14] C. Mario Peláez Hoyos -Carlospelaez and edeqcomco Sebastián Herrera Aristizábal -Sebastianherrera, "Optimización De Los Planes De Mantenimiento Dentro De La Gestión De Activos."
- [15] "Manejo et al. - Unknown - La Corrosión-annotated".
- [16] "Unknown - Unknown - Plan de Reparación y Mejoras en Válvulas de Compuerta de Gran Diámetro Leonardo Mir Mubarráz Complex, Core Area, Sou-annotated".
- [17] J. Morales Avedaño, "Descripción de caldera y generadores de vapor."
- [18] L. A. Paz -Bolivia, "UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE TECNOLOGIA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA GUÍA DE

MANTENIMIENTO DE CALDERAS PIROTUBULARES Proyecto de grado
presentado para la obtención del Grado de Licenciatura POR: MIGUEL
ANGEL SONCO CHOQUE TUTOR: ING. VICTOR HUGO CISNEROS
ESPINOZA," 2015.