

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN - REY BALDUINO DE BÉLGICA**

**ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO
APLICADO AL QUEMADOR BALTUR**

Trabajo de Titulación para optar al
Título de Ingeniero de Ejecución en
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Alumno:

Sr. Sergio Antonio Vidal Granadino

Profesor Guía:

Sr. Guillermo Jorge Augusto Valenzuela

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se realizó con humildad, esfuerzo y sacrificio exponiendo mis conocimientos de la mejor manera, va dedicado a mi familia en especial a mis queridos hijos Javiera y Cristóbal por su apoyo, comprensión y aliento constante.

Lo dedico con mención especial a mi querida y amada esposa Tamara, quien me supo apoyar en los instantes cuando más lo requería para poder salir adelante y culminar felizmente mi carrera.

Agradecimiento especial a la Universidad Técnica Federico Santa María la cual me brindó la oportunidad de forjarme como un profesional en sus aulas, a mis distinguidos profesores, Augusto, Eriz, Vidal, Moraga y Valenzuela, quienes dieron todo de sí para que nuestros conocimientos puedan ser asimilados de la mejor manera.

A Dios que me da la oportunidad de vivir y gozar de una buena salud y así poder hacer felices a todos quienes me apoyaron moral y espiritualmente, para que mi carrera sea una realidad.

SERGIO VIDAL GRANADINO

RESUMEN

El presente trabajo detalla un análisis de averías aplicado al quemador BALTUR de la Escuela Militar del ejército de Chile, que por ser un equipo crítico requiere de una respuesta rápida y oportuna a posibles fallos a presentarse.

El capítulo II trata de los tipos de fallos que pueden ocurrir para producir una avería que afecte la disponibilidad del quemador, es importante tener un registro de un correcto funcionamiento del equipo por lo cual se propone establecer un tiempo medio entre fallos (MTBF) el mismo que ayuda a obtener los índices de gestión de mantenimiento. En el capítulo III se analizan datos técnicos, funcionamiento, accesorios, operaciones y calibraciones que permita al especialista de mantenimiento manipular el equipo sin ninguna dificultad en el menor tiempo posible, para realizar el análisis de averías se propone implementar formatos que ayuden a identificar fallos su origen y la soluciones definitivas, el desarrollo del capítulo IV indica paso a paso la elaboración y llenado de formatos para: identificar averías, 5 pasos para encontrar la raíz de posibles problemas en componentes y sistemas de funcionamiento del equipo, luego obtener una tabla donde indique el problema, causa y solución de averías del quemador.

En el capítulo V presenta una propuesta de plan de mantenimiento indicando: codificación del quemador, tareas, procedimientos de mantenimiento estandarizados, frecuencias de mantenimiento para disminuir los tiempos de paro del equipo que se calcula complementado con la fiabilidad y disponibilidad obteniendo así una guía técnica del quemador garantizando una alta producción al mínimo costo.

ÍNDICE

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
<u>Capítulo 1: JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA</u>	
1.1 Antecedentes	1
1.2 Introducción.....	1
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos	2
1.4.1 Objetivo general.....	2
1.4.2 Objetivos específicos	2
<u>Capítulo 2: MARCO TEÓRICO</u>	
2.1 Fallas y averías	3
2.2 Función densidad de probabilidad de fallos.....	5
2.3 Factores universales	6
2.3.1 Falla funcional	6
2.3.2 Fallas parciales (potenciales).....	7
2.4 Curva de la bañera	7
2.5 Tiempo medio hasta un fallo (MTTF)	8
2.6 Tiempo medio entre fallos (MTBF).....	9
2.7 Diagrama causa-efecto.....	10
2.8 Método lluvia de ideas	11
<u>Capítulo 3: QUEMADOR</u>	
3.1 Concepto	12
3.2 Datos técnicos.....	13
3.2.1 Accesorios	14
3.2.2 Limitación de uso.....	16
3.2.3 Suministro de aire	17
3.2.4 Suministro de combustible	18
3.2.5 Suministro de energía.....	19
3.2.6 Operación del quemador en el proceso	20
3.3 Análisis de instalación del quemador	21

3.4 Regulación del quemador BALTUR.....	23
3.4.1 Regulación del caudal de aire	24
3.4.2 Regulación del caudal de combustible	25
3.4.3 Calibración del sistema de encendido	26
3.5 Parámetros operativos del quemador BALTUR.....	27
3.6 Encendido del quemador BALTUR.....	28
3.7 Controles afines (seguridad)	29

Capítulo 4: ANÁLISIS DE AVERÍAS APLICADO AL QUEMADOR

4.1 Método análisis de averías.....	30
4.2 Determinación de las causas de averías del quemador	31
4.3 Elaboración de soluciones de averías para el quemador	32
4.4 Propuesta y plan de acción de averías para el quemador	32
4.5 Diagrama 5 pasos aplicado al quemador.....	43

Capítulo 5: ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE AVERÍAS APLICADO AL QUEMADOR

5.1 Codificación del quemador.....	62
5.2 Procedimientos de mantenimiento preventivo del quemador.....	63
5.2.1 Revisión mecánica.....	63
5.2.2 Revisión eléctrica	63
5.2.3 Revisión en funcionamiento	64
5.2.4 Reparación pequeña	64
5.2.5 Filtros.....	64
5.3 Programación de mantenimiento preventivo	73
5.4 Vida útil del quemador	75

Capítulo 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.....	79
6.2 Recomendaciones.....	80

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>	<u>PÁGINA</u>
<u>Figura 2-1 Fallos y averías de los sistemas</u>	4
<u>Figura 2-2 Representación grafica general de los parámetros de fiabilidad</u>	5
<u>Figura 2-3 Curva típica de evolución de la tasa de fallos</u>	7
<u>Figura 2-4 Curva de supervivencia</u>	9
<u>Figura 2-5 Diagrama de las 5M</u>	11
<u>Figura 3-3 Accesorios del quemador</u>	15
<u>Figura 3-4 Anclaje del quemador</u>	16
<u>Figura 3-5 Ingreso de aire para la combustión</u>	17
<u>Figura 3-6 Bomba de combustible</u>	18
<u>Figura 3-7 Esquema eléctrico del quemador</u>	19
<u>Figura 3-8 Instalación de las boquillas</u>	21
<u>Figura 3-9 Montaje del quemador</u>	22
<u>Figura 3-10 Cambio de boquillas del quemador</u>	23
<u>Figura 3-11 Servomando</u>	24
<u>Figura 3-13 Aguja reguladora de combustible</u>	25
<u>Figura 3-15 Sistema de encendido del quemador</u>	26
<u>Figura 3-17 Calibración de encendido</u>	27
<u>Figura 3-18 Diagrama de encendido</u>	28
<u>Figura 5-6 Curva de la bañera</u>	77

ÍNDICE DE TABLAS

<u>TABLA</u>	<u>PÁGINA</u>
<u>Tabla 3-1 Marchas de los quemadores</u>	<u>13</u>
<u>Tabla 3-2 Datos de placa.....</u>	<u>13</u>
<u>Tabla 3-12 Calibración apertura de aire.....</u>	<u>25</u>
<u>Tabla 3-14 Bomba de combustible.....</u>	<u>25</u>
<u>Tabla 3-16 Calibración de electrodos</u>	<u>26</u>
<u>Tabla 4-1 Identificación de averías</u>	<u>58</u>
<u>Tabla 5-1 Modelo por códigos por partes del quemador</u>	<u>62</u>
<u>Tabla 5-2 Frecuencias de mantenimiento</u>	<u>73</u>
<u>Tabla 5-3 Ordenes de trabajo</u>	<u>74</u>
<u>Tabla 5-4 Tiempos de paro</u>	<u>75</u>
<u>Tabla 5-5 Tiempos para mantenimiento del quemador</u>	<u>76</u>

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Formato 5 pasos

ANEXO 2. Ficha análisis de averías

ANEXO 3. Ordenes de trabajo

ANEXO 4. Tiempos de paro

ANEXO 5. Despiece del quemador BALTUR

CAPÍTULO 1: JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

El inevitable crecimiento y mejoramiento de empresas nacionales y la inversión cada vez mayor de empresas internacionales ha hecho que la concepción de un producto de calidad y bajo costo sea atendida desde todos los puntos de vista. Todas las empresas desean, por razones obvias, que sus instalaciones, maquinas y equipos se mantengan en buen estado durante todo tiempo como sea posible. Para lograrlo, es necesario ayudar al sistema a mantener su funcionalidad durante la operación.

Los métodos usados para fijar la política de mantenimiento no son insuficientes, por sí mismos, para asegurar la mejora continua en mantenimiento. Será la experiencia quien mostrará desviaciones respecto a los resultados previstos. Por tal motivo, se impone establecer una estrategia que, además de corregir las citadas desviaciones, asegure que todos los involucrados en el proceso de mantenimiento se impliquen en el proceso de mejora continua del mismo, se dispone de las técnicas adecuadas de predicción, que han sido fundamentales para el aseguramiento de la calidad de productos y procesos. En éste ámbito se trata la disponibilidad, operatibilidad y mantenibilidad de los sistemas técnicos.

1.2 INTRODUCCIÓN

El análisis de averías aplicado al quemador fue desarrollado y usado para la intervención oportuna y eficaz a posibles fallos a presentarse durante el funcionamiento del equipo, esto simplifica los tiempos de paro optimizando las tareas y procedimientos de mantenimiento alargando la vida útil del mismo siendo así un equipo fiable a largo plazo al costo mínimo asegurando una alta producción. Desde este punto de vista el análisis de averías se podría definir como: el conjunto de actividades de investigación que, aplicadas sistemáticamente, trata de identificar las causas de las averías y establecer un plan que permita su eliminación.

Se trata, por tanto, de no conformarse con devolver los equipos a su estado de buen funcionamiento tras la avería, sino de identificar la causa raíz para evitar, si es posible, su repetición. Si ello no es posible se tratará de optimizar la frecuencia de la citada avería o la detección oportuna de la misma de manera que las consecuencias sean tolerables o simplemente se pueda mantener controlada.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La escuela Militar Bernardo O'Higgins, Instituto matriz la cual está en proceso de formación de cadetes y soldados conscriptos los cuales se sirven de una logística que contempla el suministro de agua sanitaria caliente para diferentes servicios del establecimiento como cocina, baños, calefacción entre otras. El sistema de aguas sanitarias se basa en una batería de calderas tipo piro tubular modelo Horizontal con una capacidad de 750 kg/hrs de vapor de agua (agua caliente) cubriendo un servicio de 24 horas al día durante los 365 días al año. Los sistemas están bajo un mantenimiento correctivo en su mayoría, la dirección apoya el presente trabajo a fin de establecer paulatinamente un sistema preventivo de mantenimiento a todo el instituto.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar un análisis de averías aplicado al quemador Baltur para la intervención oportuna y eficaz a posibles fallas a presentarse durante el funcionamiento del equipo.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer acciones predictivas e indicadores de confiabilidad para determinar la vida útil del quemador Baltur.
- Optimizar la frecuencia de mantenimiento para el quemador Baltur
- Establecer las acciones de mantenimiento preventivo.
- Estandarizar los procedimientos de mantenimiento preventivo.

CAPÍTULO: 2 MARCO TEÓRICO

2.1 FALLOS Y AVERÍAS¹

El fallo de un sistema se define como la pérdida de aptitud para cumplir una determinada función.

En este sentido se pueden clasificar los fallos atendiendo a distintos criterios:

a) Según se manifiesta el fallo:

- Evidente: progresivo y súbito
- Oculto

b) Según su magnitud:

- Parcial
- Total

c) Según su manifestación y magnitud:

- Cataléptico: súbito y total.
- Por degradación: progresivo y parcial

d) Según el momento de aparición:

Infantil, precoz o de tasa de fallos constante.

- De desgaste o envejecimiento.

e) Según sus efectos:

¹ J. DÍAZ NAVARRO: “Diagnóstico técnico y mantenimiento predictivo, Pág.1 a 3

- Menor.
- Significativo.
- Crítico.
- Catastrófico.

f) Según sus causas:

- Primario: la causa directa está en el propio sistema.
- Secundario: la causa directa está en otro sistema.
- Múltiple: fallo de un sistema tras el fallo de su dispositivo de protección.

El modo de fallo es el efecto observable por el que se constata el fallo del sistema. A cada fallo se le asocian diversos modos de fallo y cada modo de fallo se genera como consecuencia de una o varias causas de fallo; de manera que un modo de fallo representa el efecto por el que se manifiesta la causa de fallo.

La avería es el estado del sistema tras la aparición del fallo

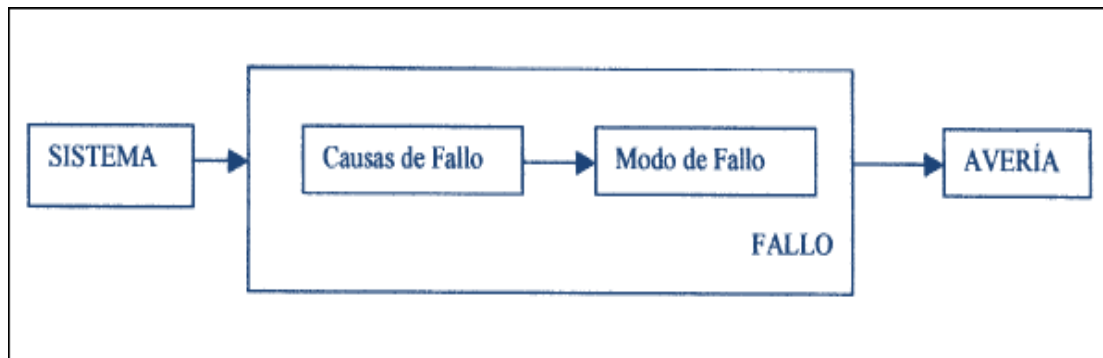


Fig.1-1: Fallos y averías de los sistemas

2.2 FUNCIÓN DENSIDAD DE PROBABILIDAD DE FALLOS²

La función densidad de probabilidad de fallos es la probabilidad de que un dispositivo cualquiera tenga un fallo entre los instantes t y $t + dt$. Se la denomina $f(t)$ y matemáticamente tiene la expresión:

$$\lambda = \frac{\text{Números de fallos}}{\text{Duración}}$$

Relación entre $f(t)$, $\lambda(t)$ y $R(t)$

Se cumple que la probabilidad de producirse una avería en un elemento entre t y $t + dt$ o sea $f(t) dt$ es igual a la probabilidad de que funcione hasta t (fiabilidad) por la probabilidad de que falle entre t y $t + dt$. Puesto de forma matemática se cumplirá:

$$f(t) dt = R(t) \cdot \lambda(t) dt$$

A continuación se puede ver la representación gráfica de los parámetros expuestos para un caso general.

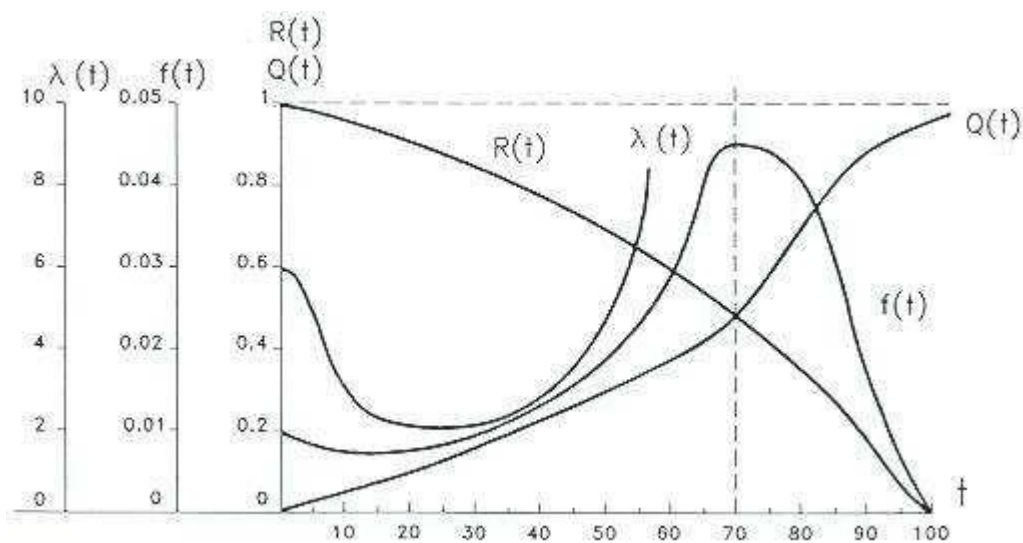


Fig.2-2: Representación gráfica general de los parámetros de fiabilidad

² J. MOTHEs- J. TORRENS-IBERN, “Estadística aplicada a la ingeniería”, Ed. Ariel, pág. 20 a 25

2.3 FACTORES UNIVERSALES³

La disponibilidad de un equipo puede apreciarse por el estado que guardan o el comportamiento que tienen cinco factores llamados universales, estos factores son los siguientes:

1. Edad del equipo.
2. Medio ambiente en donde opera.
3. Carga de trabajo.
4. Apariencia física.
5. Mediciones o pruebas de funcionamiento.

Los diversos estudios del producto se relacionan, vinculan y examinan conjuntamente, para poder determinar la confiabilidad del mismo bajo todas las perspectivas posibles,

Determinando posibles problemas y poder sugerir correcciones, cambios y/o mejoras en productos o elementos. Disminución ó pérdida de la función del componente con respecto a las necesidades de operación que se requieren para un momento determinado.

Es la incapacidad de cualquier elemento físico de satisfacer un criterio de funcionamiento deseado. Esta condición puede interrumpir la continuidad o secuencia ordenada de un proceso, donde ocurren una serie de eventos que tienen más de una causa. Existen dos tipos de falla, las cuales son explicadas a continuación:

2.3.1 FALLA FUNCIONAL

Es la capacidad de cualquier elemento físico de satisfacer un criterio de funcionamiento deseado. Por ejemplo, un equipo deja de funcionar totalmente.

³ JEZDIMIR KNEZEVIC: "Fiabilidad", Pág. 12 a 24

2.32 FALLAS PARCIALES (POTENCIALES)

Se definen como las condiciones físicas identificables que indican que va a ocurrir una falla funcional. Estas fallas están por encima o por debajo de los parámetros identificados para cada función. Por ejemplo, el elemento no cumple un estándar o parámetro establecido de su servicio.

2.4 LA CURVA DE LA BAÑERA

Dado que la tasa de fallos varía respecto al tiempo, su representación típica tiene forma de bañera, debido a que la vida de los dispositivos tiene un comportamiento que viene reflejado por tres etapas diferenciadas:

- Fallos iniciales (Tasa decrece)
- Fallos normales (Tasa constante)
- Fallos de desgaste (Tasa aumenta)
- En la figura 3 se puede ver la representación de la curva típica de la evolución de la tasa de fallos.

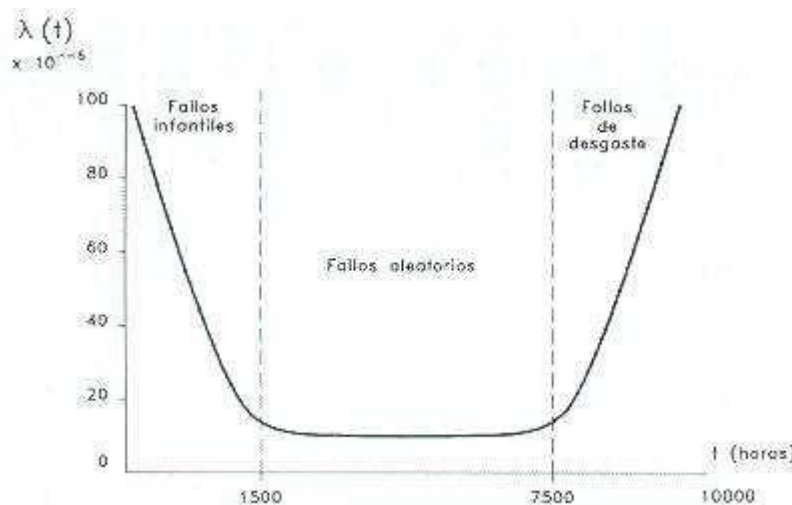


Fig. 2-3: Curva típica de evolución de la tasa de fallos⁴

La primera etapa de fallos iniciales o infantiles corresponde generalmente a la existencia de dispositivos defectuosos o instalados indebidamente con una tasa de fallos superior a la normal. Esta tasa de fallos elevada va disminuyendo con el tiempo hasta alcanzar un valor casi constante.

La segunda etapa de fallos normales, también llamada de fallos aleatorios, es debida principalmente a operaciones con solicitaciones superiores a las proyectadas y se presentan de forma aleatoria e inesperada. El comportamiento de la tasa es constante durante esta etapa y los fallos son debidos a las propias condiciones normales de trabajo de los dispositivos o a solicitaciones ocasionales superiores a las normales.

La tercera etapa de fallos de desgaste, es debida a la superación de la vida prevista del componente cuando empiezan a aparecer fallos de degradación como consecuencia del desgaste. Se caracteriza por un aumento rápido de la tasa de fallos.

Para retardar la aparición de la tercera etapa, puede acudirse a la sustitución inmediata de los componentes del dispositivo o equipo cuando éstos fallen, o a sustituirlos antes de que finalice su vida útil mediante planes de mantenimiento preventivo, para posponer casi indefinidamente la incidencia del desgaste.

2.5 TIEMPO MEDIO HASTA UN FALLO (MTTF)

La calidad de funcionamiento de un cierto elemento vendrá dada, generalmente, por el tiempo que se espera que dicho elemento funcione de manera satisfactoria.

Estadísticamente se puede obtener una expectativa de éste tiempo hasta que se produzca un fallo, que se llama **tiempo medio hasta un fallo (MTTF)**. Alternativamente en sistemas que son reparados continuamente después que se produzcan fallos y continúan funcionando la expectativa se llama **tiempo medio entre fallos (MTBF)**. En cualquiera de los casos el tiempo puede ser tiempo real o tiempo de operación.⁵

Dado que la densidad de fallos es $f(t)$, el tiempo T que se espera que transcurra hasta un fallo viene dado por:

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

⁴GENERAL MOTORS: “Mantenimiento – uso e implementación”, Pág. 10 a 20

2.6 TIEMPO MEDIO ENTRE FALLOS (MTBF)

Se demuestra que para la distribución exponencial el MTBF es igual a la inversa de la tasa de fallos y por lo tanto igual al MTTF o sea:

$$\text{MTBF} = m = 1 / \lambda = \text{MTTF}$$

Al igual que λ , el parámetro m describe completamente la fiabilidad de un dispositivo sujeto a fallos de tipo aleatorio, esto es, la fiabilidad exponencial. La función de fiabilidad, llamada también "probabilidad de supervivencia" se puede escribir por tanto de la forma.⁶

$$R(t) = e^{-\lambda \cdot t}$$

En cambio la in fiabilidad vendrá dado por:

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda \cdot t}$$

Si llevamos a un gráfico esta función, con los valores de $R(t)$ en ordenadas y los valores correspondientes de t en abscisas, se obtiene la " curva de supervivencia".

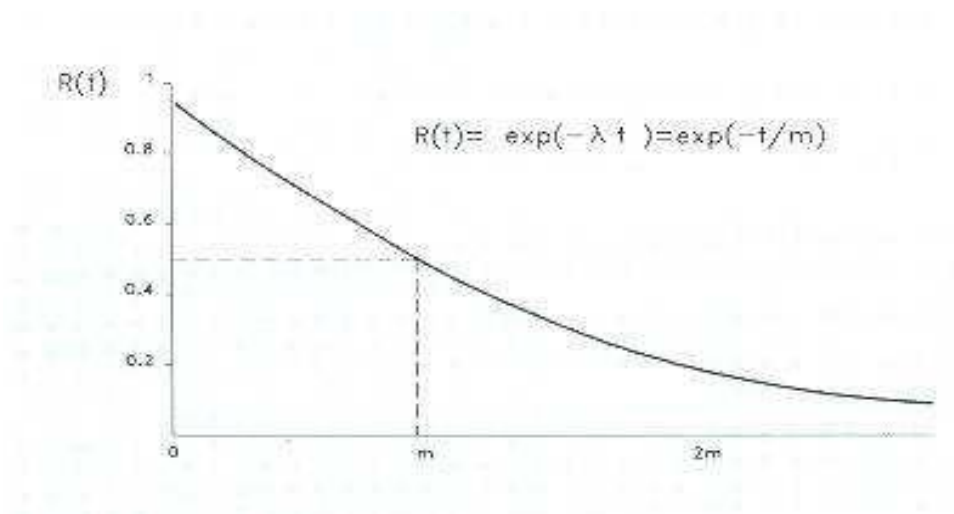


Fig.2-4: Curva de supervivencia

2.7 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

La construcción del diagrama causa-efecto se inicia escribiendo el efecto que se desea estudiar en el lado derecho de una hoja de papel. A ello debe seguir la búsqueda de todas las posibles causas que sobre él influyen.

METODO DE LAS 5M

Conforme al presente método se procede a analizar el problema y a definir las posibles causas, generalmente este proceso se realiza con el grupo de trabajo encargado de la resolución del problema.

Para la aplicación de este método se sigue un orden para considerar las causas de los problemas, están agrupados según cinco criterios y por ello se denomina de las 5 M.

Las M corresponden a:

- Máquinas
- Mano de Obra
- Métodos
- Materiales
- Medio Ambiente

Las 5 M suelen ser generalmente un punto de referencia que abarca casi todas las principales causas de un problema, por lo que constituyen los brazos principales del diagrama causa-efecto.

ESTRUCTURA BÁSICA DE LAS 5 M

A continuación se puede proceder una “Lluvia o Tormenta de Ideas” que consiste en generar tantas ideas como sea posible dejando que el pensamiento creativo de cada persona del grupo las exponga libremente.

Las subdivisiones en base a las 5 M, además de organizar las ideas, estimulan la creatividad. En ésta fase quienes intervienen deben liberarse de preconcepciones, en caso contrario se puede condicionar la búsqueda a las soluciones que ya se han propuesto o probado y que no han aportado la solución.

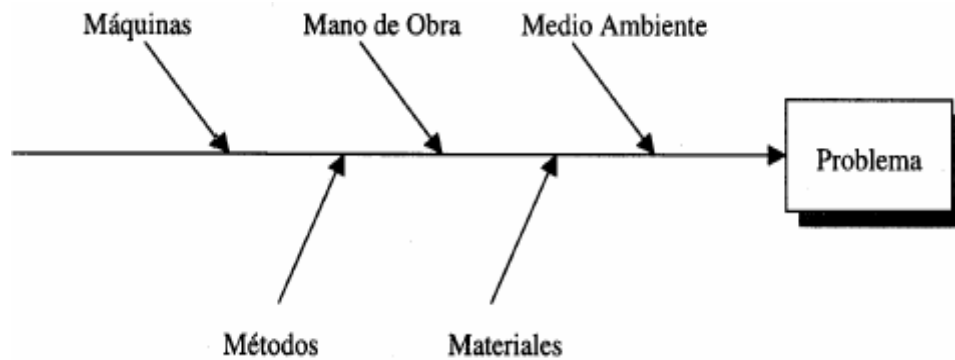


Fig.2-5: Diagrama de las 5M

2.8 METODO LLUVIA DE IDEAS

Este método lluvia de ideas consiste básicamente en que todos los participantes expongan sus ideas, que las mismas sean anotadas, luego comentadas, para finalmente llegar a conclusiones.

Para llevar a cabo ésta actividad es conveniente establecer un orden de prioridades, y seguir los siguientes pasos:

Nombrar a un líder de grupo, quien debe asegurar que todos comprendan el problema, será el encargado de observar que se anoten las ideas que se propongan en un lugar visible, preferentemente construyendo el diagrama.

- Antes de iniciar la propuesta de ideas, dar 5 a 6 minutos en silencio pensando en el problema en forma individual.
- Por turnos, cada miembro enuncia una idea. No se permiten comentarios ni críticas, en ésta etapa sólo pueden intervenir el encargado de anotar las ideas y a quien le corresponde el turno.
- Cuando alguno de los participantes no tenga idea para sugerir, el líder esperará poco tiempo y pasará al turno de quien continua, cuando las ideas hayan comenzado a agotarse - aproximadamente a los 30 minutos, el grupo analiza y discute las ideas anunciadas. Las ideas duplicadas o relacionadas se agrupan. Se pueden descartar las ideas que no tienen fundamento serio, siempre sin realizar críticas.
- De todas las ideas se analizan cuáles pueden ser las más probables. Se puede aplicar el diagrama de causa-efecto.

En algunos casos la causa puede estar en más de alguna categoría, según la decisión del grupo se la dispone por mayoría en las distintas categorías o en la que se considere más indicada.

La revisión directa del diagrama puede impulsar al grupo a decidir una profundización de la investigación en un área determinada.

CAPÍTULO 3: QUEMADOR

3.1 CONCEPTO⁷

Es un mecanismo que introduce la mezcla adecuada de combustible y aire a la cámara de combustión, donde la mezcla es quemada y los productos de la combustión son removidos.

También se denominan como Quemador a sobrepresión; el aire de combustión es introducido mediante un ventilador, existen diversos sistemas para lograr la mezcla del aire con el combustible, el combustible se introduce mediante boquillas o toberas, aprovechando la propia presión de suministro.

En los combustibles líquidos se utilizan diversos sistemas para su pulverización, de modo que se creen micro gotas de combustible que facilitan su mezcla con el aire, el tipo más extendido es el de pulverización mecánica. Estos quemadores se fabrican desde pequeñas hasta muy altas potencias, la combustión puede ajustarse actuando sobre el gasto de combustible, sobre la cantidad de aire a impulsar y sobre los elementos que producen la mezcla; por lo que es posible obtener rendimientos de combustión muy altos.

Por el número de escalones de potencia que producen, se distinguen los siguientes tipos de quemadores:

a) DE UNA MARCHA

Son quemadores que sólo pueden funcionar con la potencia a la que hayan sido regulados, son quemadores de pequeña potencia.

b) DE VARIAS MARCHAS

Son quemadores con dos ó más escalones de potencia (habitualmente dos); es decir, que pueden funcionar produciendo potencias distintas, deben disponer de los elementos necesarios para poder regular la admisión de aire y el gasto de combustible, de modo que en cada escalón de potencia se obtenga el rendimiento de combustión más alto posible, se utilizan para potencias intermedias o altas.

c) MODULANTES

Estos quemadores ajustan continuamente la relación aire - combustible, de manera que pueden trabajar con rendimientos elevados en una amplia gama de potencias; adecuándose de manera continua a las necesidades de producción.

En la siguiente tabla se indica el número de marchas de los quemadores en función de la potencia de los generadores de calor (horno, calderas, etc.).

TABLA 3-1. MARCHAS DE LOS QUEMADORES

Potencia del generador de calor (Kw)	Tipo de regulación del quemador
P < 100	una marcha (todo-nada)
100 < P < 800	dos marchas (todo-poco-nada)
800 < P	Modulante

3.2 DATOS TECNICOS

TABLA 3-2. IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

Quemador (modelo)	TBL 85 P
Marca	BALTUR
Año de fabricación	1995
Capacidad	16,9-71,7 KG/HR
Voltaje	220 V 3F
Ubicación	CALDERA ATA
Combustible	DIESEL
Presión de trabajo	12 BAR
Temperatura	250°C MÁX.
Consumo teórico	3.75 GPH

3.2.1 ACCESORIOS

1. Electrodo de encendido
2. Cabeza de combustión
3. Tornillo regulación cabeza de combustión
4. Foto celda para el control de presencia de llama
5. Tornillo fijación ventilador a la brida.
6. Guía para apertura del quemador e inspección de la cabeza de combustión.
7. Hidráulico para la regulación del aire en 1ª y 2ª etapa. Durante la parada del quemador, el dámper de ingreso de aire está completamente cerrado para reducir al Mínimo las pérdidas del horno por la chimenea debidas al tiro de la misma que atrae aire de la boca de aspiración del ventilador.
8. Electro válvula de seguridad
9. Bomba.
10. Placa con 4 orificios para el paso de de los latiguillos flexibles y de los cables eléctricos.
11. Entrada del aire en el ventilador.
12. Toma de presión ventilador.
13. Brida para la fijación al Horno.
14. Disco estabilizador de llama.
15. Visor de la llama.
16. Lead panel.
17. Contactor motor y relé térmico con pulsador de desbloqueo
18. Condensador motor
19. Caja eléctrica con indicador luminoso de bloqueo y pulsador de desbloqueo.
20. Dos interruptores eléctricos: uno para “encendido - apagado” y otro para “1ª - 2ª etapa”.
21. Regletas para el conexionado eléctrico.
22. Dámper de aire.
23. Regulación presión bomba.
24. Grupo válvulas 1ª y 2ª etapa.
25. Prolongadores para guías

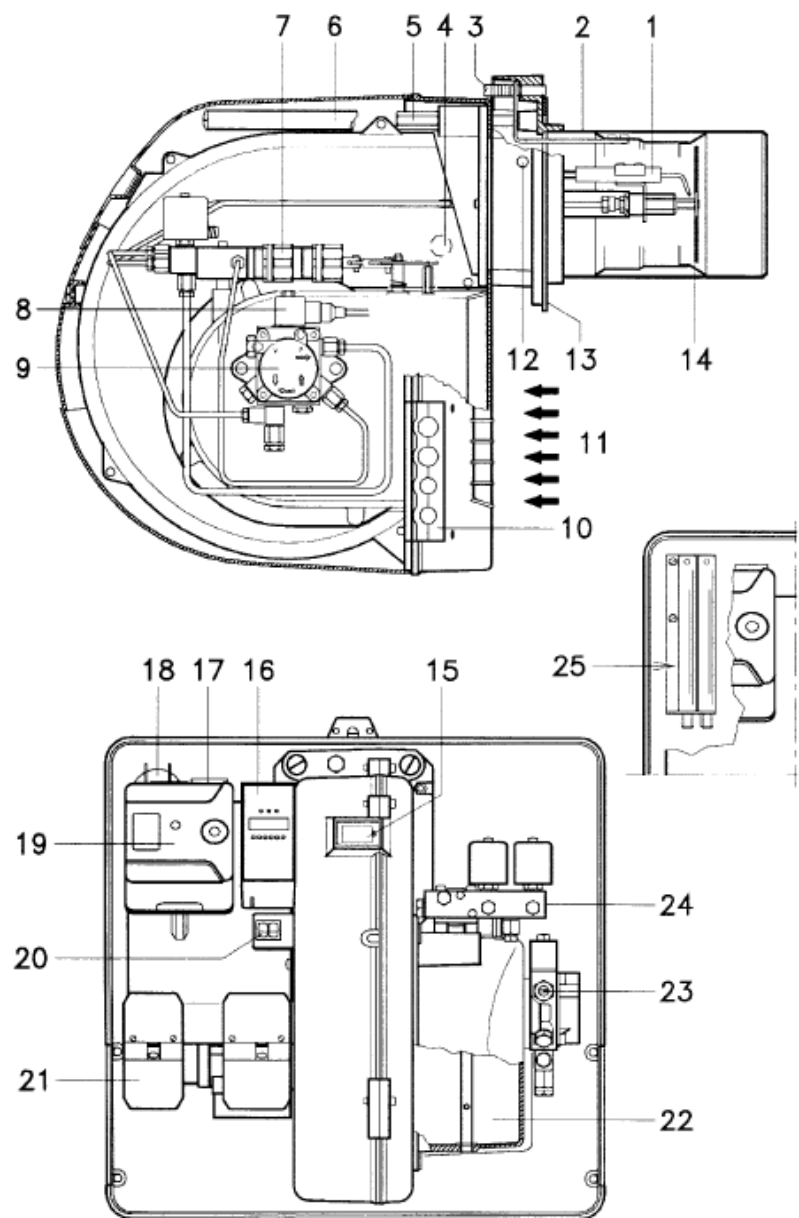


Fig. 3-3: Accesorios del quemador

El quemador Baltur se encuentra instalado en una caldera Modelo ATA, la cual se encuentra ubicada en la sala de calderas de la Escuela Militar, el objetivo es entregar el suministro de agua sanitaria caliente para diferentes servicios del establecimiento como cocina, baños, calefacción entre otras.

El anclaje del quemador a la caldera debe ser eficaz de tal manera que no exista perdidas de calor para un funcionamiento optimo, por lo que detallamos a continuación

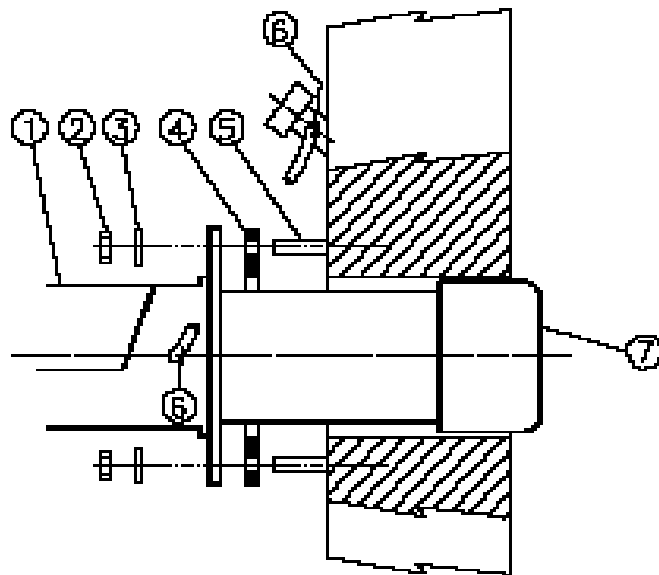


Fig. 3-4: Anclaje del quemador

DESCRIPCIÓN

1. Quemador
2. Anillo de presión
3. Roseta
4. Junta aislante
5. Espárrago roscado
6. Visor de llama
7. Boquilla

3.2.2 LIMITACIÓN DE USO

El quemador es un aparato proyectado y construido solo después de haber estado correctamente acoplado a un generador de calor (horno, calderas, etc) cualquier otra utilización debe considerarse inadecuada y por lo tanto peligrosa. Se tiene que garantizar el correcto montaje del aparato confiando la instalación a personal

calificado, fundamental en este sentido, En conexión eléctrica de los órganos de regulación y seguridad del generador (termostato de trabajo, seguridad, etc.) que garantizan un funcionamiento del quemador correcto y seguro.⁸

3.2.3 SUMINISTRO DE AIRE

El suministro de aire esta proviene mediante la rotación de un ventilador el mismo que es rotado por medio de un motor eléctrico produciendo así el paso de aire por un dámper y a su vez este es regulado por medio de un sistema de levas.

Para controlar el paso de aire para la combustión existen alternativas de acuerdo al Tipo de quemador que se disponga en este caso se controla mediante un servomando el mismo que es regulado de acuerdo a las temperaturas que se requiera alcanzar.

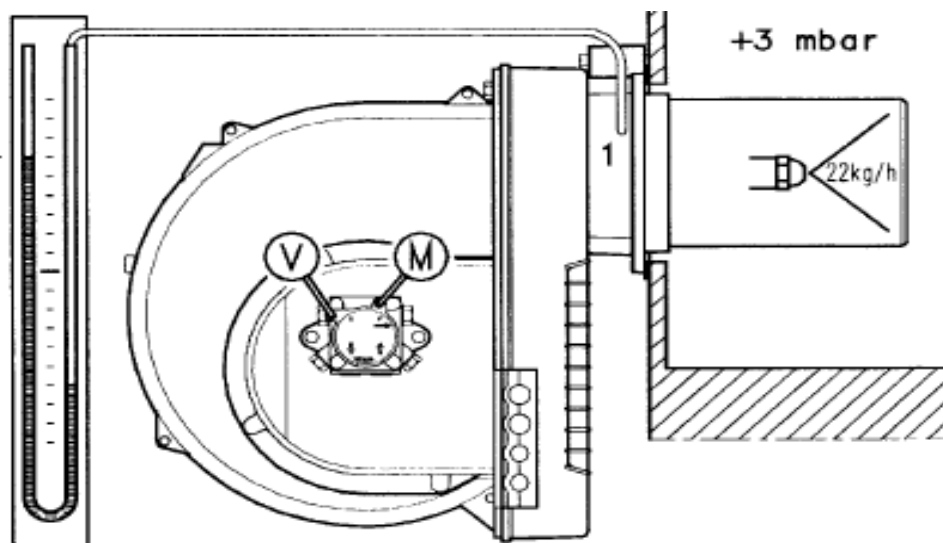


Fig. 3-5: Ingreso de aire para la combustión

⁸ JOSÈ NAVARRO: “Análisis de averías”, pág. 110

3.2.4 SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE

El quemador trabaja a diesel tiene una bomba auto aspirante, con un by-pass que pone en comunicación el retorno con la aspiración. Está instalado sobre el quemador con el by-pass cerrado. Es necesario conectar el retorno al tanque diario de combustible.

Si la bomba se hace funcionar con el retorno cerrado y el tornillo del by-pass colocado, se estropeará inmediatamente (Fig.8).



Fig3-6: Bomba de combustible

El circuito para la inyección de combustible consta de un depósito de combustible, filtro, bomba de combustible, válvulas de cierre, válvula reguladora de presión, tobera de atomización y tuberías. Adicionalmente se instala un manómetro para propósitos de medición, debido a que el diesel tiene una conformación muy variable, presentando algunas veces impurezas, y a los factores nombrados anteriormente, es indispensable no poner en funcionamiento el quemador sin un sistema de filtración.

El sistema de filtración comprende generalmente de un filtro conectado justo antes de la bomba, aunque este dispositivo de seguridad se instalará a la entrada de la bomba de combustible, su principal función es proteger la boquilla de suciedades, que puedan obstruir el orificio o impedir la atomización de combustible y causar una sobrepresión en la bomba.

3.2.5 SUMINISTRO DE ENERGÍA

El quemador es controlado por un circuito a 220 V. al activar el pulsador de inicio, arranca el ventilador durante un tiempo que es definido por el usuario manipulando un temporizador, después de este tiempo arranca al funcionar la bomba de combustible y los electrodos.

Los electrodos se mantienen encendidos durante un tiempo determinado que asegure que la llama se auto sostenga, mediante otro temporizador, al finalizar este tiempo se apagan los electrodos y quedan encendidos ventilador y bomba.

Para apagar el quemador se activa el pulsador de parada (I1) y todos los sistemas salen de operación (Fig. 10)

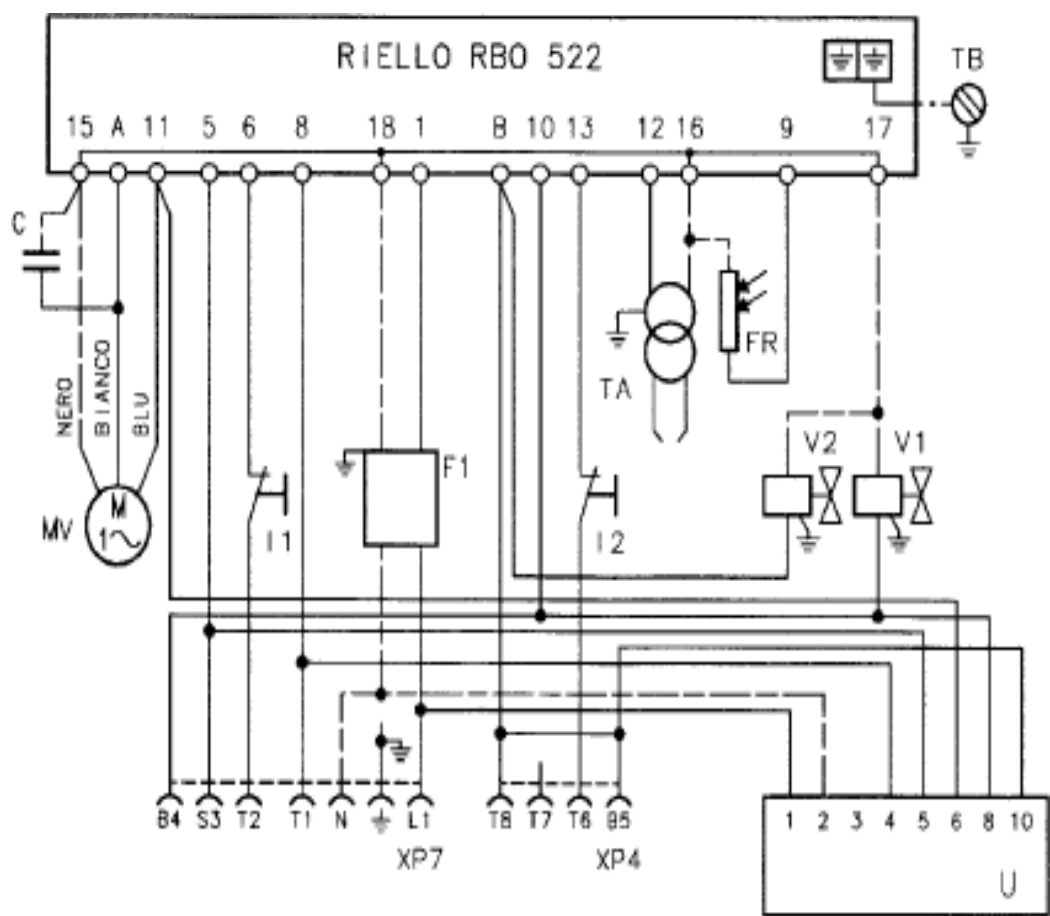


Fig.3-7: Esquema eléctrico del quemador⁹

⁹ Manual De Instrucciones Para La Instalación, “El Uso Y El Mantenimiento quemadores Baltur”

3.2.6 DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO DEL QUEMADOR¹⁰

Cuando el quemador de dos etapas está instalado en una caldera para producir agua caliente para calefacción, tiene que conectarse de manera que trabaje con un régimen normal con ambas llamas, parándose completamente, sin que pase a la primera llama cuando alcanza la temperatura preestablecida.

Para obtener este tipo de funcionamiento no se instala el termostato de la segunda etapa y se realiza un puente (directo) entre los bornes correspondientes del equipo.

De este modo solo se utiliza la capacidad del quemador de encenderse con caudal reducido para garantizar el encendido suave, condición indispensable en las calderas presurizadas y en depresión.

El mando (activación o desactivación) del quemador depende de los termostatos de ejercicios o seguridad.

Apagando el interruptor general y el interruptor ENCENDIDO / APAGADO del cuadro eléctrico, si los termostatos están cerrados, la tensión alcanza el aparato de mando y control que inicia su funcionamiento. de este modo se activa el motor del ventilador y transformador de encendido.

El motor del ventilador pone en rotación el ventilador que efectúa un lavado con aire de la cámara de combustión y al mismo tiempo la bomba determina la circulación del combustible en los conductos expulsando a través del retorno las posibles burbujas de aire.

Esta fase de prelavado termina con la apertura de las electroválvulas de seguridad y de 1ª etapa permitiendo al combustible, a una presión de 12 bar, alcanzar la boquilla de la 1ª etapa a una presión de 12 bar y salir a la cámara de combustión finalmente pulverizado.

El combustible pulverizado por la boquilla es incendiado mediante la descarga presente entre los electrodos en cuanto se pone en funcionamiento el motor.

Durante el encendido de la primera etapa, el suministro de aire de combustión está determinado por la regulación realizada en el gato hidráulico mecánico de mando.

En el caso de que se utilice el servomotor de regulación de aire, si la llama sale normalmente, una vez superado el tiempo de seguridad previsto por el equipo eléctrico, este activa la electroválvula (cerrada en reposo) de la 2ª etapa.

En el caso de que se utilice el servomotor de regulación de aire, la apertura de

¹⁰ Manual De Instrucciones Para La Instalación, El Uso Y El Mantenimiento quemadores Baltur

La válvula de 2ª etapa permite que el combustible alcance la 2ª boquilla. Al mismo tiempo, el pistón de mando del regulador de aire comburente se desplaza hacia abajo abriendo mas el regulador mismo.

La carrera del pistón se puede regular mediante el tornillo con tuerca de bloqueo, el quemador así funciona a pleno régimen. Desde el momento en que aparece la llama en la cámara de combustión el quemador está controlada y gobernada por la foto resistencia y por los termostatos.

El equipo de mando prosigue el programa y desactiva el transformador de encendido. Cuando la temperatura o la presión en la caldera alcanzan el valor al que ha sido calibrado el termostato o presostatos, se produce la parada del quemador. Y viceversa si la temperatura o presión desciende por debajo de los valores de calibrado del termostato o del presostato de la caldera, el quemador se volverá a encender. Si durante su funcionamiento se produce una interrupción de la llama durante al menos un segundo, interviene la fotorresistencia que interrumpirá la alimentación de relé, haciendo cerrarlas electroválvulas de corte del combustible de esta manera se repite la fase de encendido y, si la llama se vuelve a encender normalmente, el quemador vuelve a funcionar, de no ser así el equipo se pone en estado de bloqueo automáticamente.

3.3 ANÁLISIS DE INSTALACIÓN DEL QUEMADOR

Para un normal funcionamiento del quemador la instalación de las boquillas debe ser correcta (Fig.11).

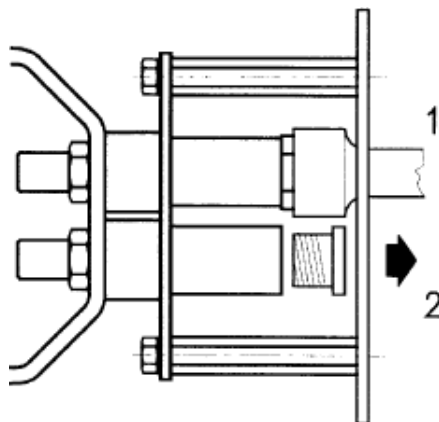


Fig.3-8: Instalación de las boquillas

1. Es necesario que el tubo de llama esté separado del quemador; de este modo es posible montar las dos boquillas con una llave de corona (de 16 mm), después de haber quitado los tapones de plástico.

2. A través de la apertura central del disco estabilizador de llama. No usar productos tales como grasa, teflón o líquidos selladores.

Tener cuidado de no dañar el alojamiento de la boquilla. El apriete de la boquilla debe ser enérgico pero sin sobrepasar el esfuerzo máximo permitido por la llave.

Montar, el quemador (Fig. 12) en las guías 3 y llevarlo hasta la brida 5, manteniéndolo ligeramente levantado para evitar que el disco estabilizador de llama tropiece con el tubo de llama.

Atornillar los tornillos 2 en las guías 3 y el tornillo 1 que fija el quemador a la brida.

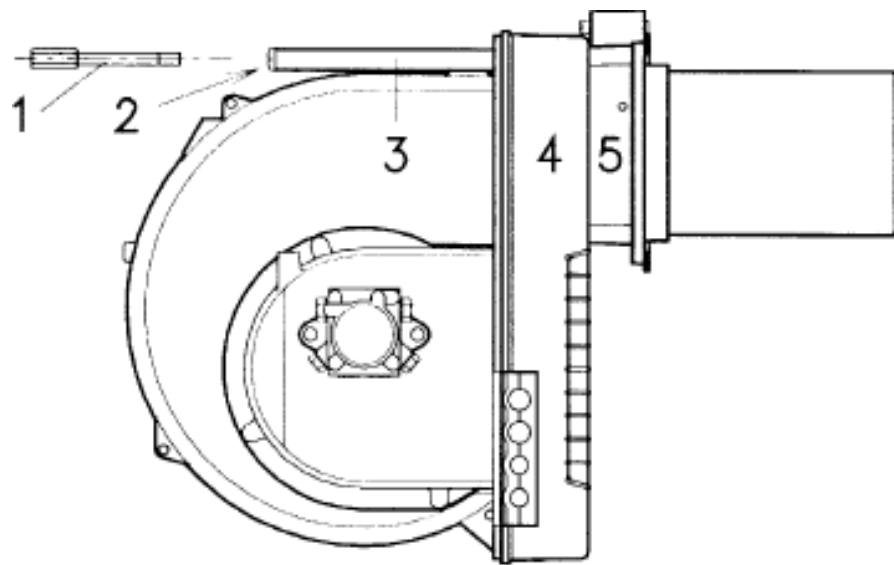


Fig.3-9: Montaje del quemador

Si en algún momento fuese necesario sustituir una boquilla con el quemador ya montado en la caldera, se procederá como sigue (Fig. 13):

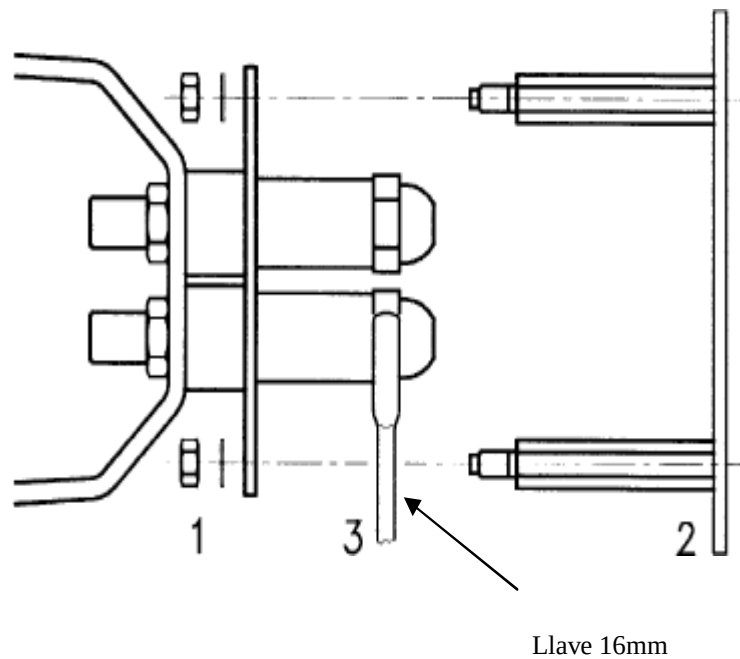


Fig.3-10: Cambio de boquillas del quemador

- Abrir el quemador sobre las guías como se indica en la fig. 12
- Quitar las tuercas 1 y el disco 2
- Sustituir la boquilla con una llave fija de 16mm

3.4 REGULACIÓN DEL QUEMADOR¹¹

Cuando la combustión es incompleta, o el combustible no está correctamente pulverizado, o el quemador está mal regulado, pueden aparecer granos con olor a combustible, o tiznados (hollín), y hasta mojados con combustible. Hay que verificar, entonces, el estado y funcionamiento del quemador, o ver si el combustible está mezclado con suciedades o agua o a su vez el estado de los filtros. Para la regulación se debe tener en cuenta el tipo de quemador en este caso se trata de un quemador Baltur de 2 etapas manipulado por un sistema de levas mecánicas

Para la apertura del aire y de una bomba mecánica con regulador para el combustible; además se debe tener en cuenta la correcta ubicación de los electrodos de encendido.

¹¹ BURNERS: “Manual de uso y mantenimiento de quemadores”, Pág.10 a 15

3.4.1 REGULACIÓN DEL CAUDAL DE AIRE

La regulación del caudal de aire se realiza por medio de las levas del servomando de la corredera.

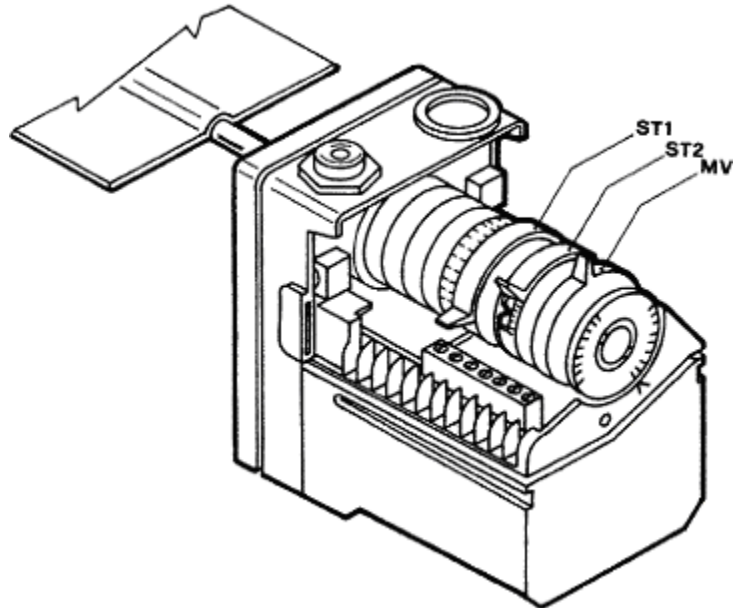


Fig.3-11: Servomando

- a) Remover la tapa del servomando.
- b) Encender el quemador y dejarlo en llama baja.
- c) Accionando la leva oportuna (ver tabla 3) regular el caudal de aire a llama baja.
- d) Llevar el quemador a llama alta.
- e) Accionando la leva oportuna (ver tabla 3) regular el caudal de aire a llama alta.
- f) La tercera leva permite la apertura de la válvula del combustible tiene que ser regulada en posición intermedia entre las otras dos levas.
- g) Volver a colocar la tapa del servomando.

TABLA 3-12.CALIBRACIÓN APERTURA DE AIRE

LEVA 1	(30-35)°	Angulo de ignición
LEVA 2	(20-22)°	1° etapa (fuego Bajo)
LEVA 3	(40-43)	2° etapa (fuego alto)
LEVA 4	(10-15) °	Presión de combustible (boquillas)

3.4.2 REGULACIÓN DEL CAUDAL DE COMBUSTIBLE

La forma de regular el combustible es mediante una aguja reguladora que se encuentra en la misma bomba de combustible.

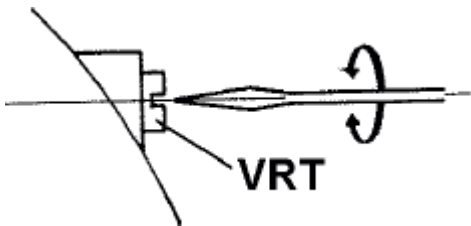


Fig.3-13: Aguja reguladora de combustible

Dependiendo de la potencia que se desea obtener se gira la aguja, es decir en sentido horario si deseamos disminuir y anti-horario si deseamos aumentar con esto logramos alcanzar temperaturas adecuadas regulando a su vez la apertura de aire.

Es necesario conocer la capacidad de la bomba para su calibración, a continuación se detalla la misma.

TABLA 3- 14. BOMBA DE COMBUSTIBLE

MARCA	SUNTEC EKERLE UNIT
MODELO	AE 97 C E2.12L6714-65
CAPACIDAD	60 Psi

3.4.3 CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE ENCENDIDO

Para el sistema de encendido es necesario generar un arco eléctrico, de alrededor de 10000 V, en la mezcla de aire y combustible durante un tiempo suficiente para que el proceso de combustión se auto sostenga. Este arco es generado usando un par de electrodos, marca Westwood de 9/16”X6”, los cuales son alimentados por un transformador de que eleva el voltaje de 120V a 10000V.

En la Fig.16 pueden observarse los electrodos, además de una de las boquillas de combustible.

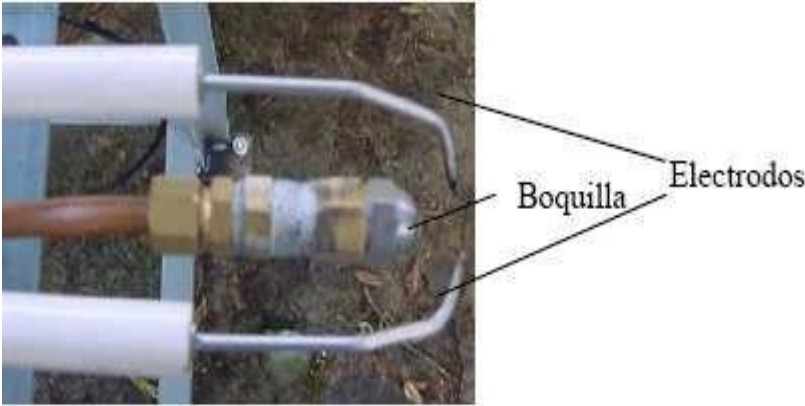


Fig.3-15: Sistema de encendido del quemador

TABLA 5-16. CALIBRACIÓN DE ELECTRODOS

Frontal	(3.5 – 4) mm
boquilla – arriba	(4-6) mm
Boquilla – exterior	5 mm

¹² JOSÉ MANUEL CASAS: “Optimización en la generación de vapor en calderas”, Pág. 10

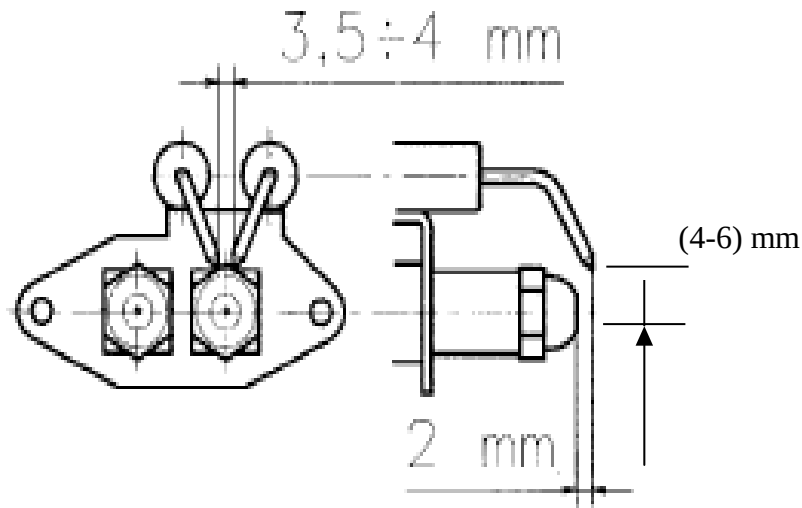


Fig.3-17: Calibración de encendido

3.5 PARÁMETROS OPERATIVOS DEL QUEMADOR BALTUR¹³

Para obtener un producto de óptima calidad se ha procedido a calibraciones de temperaturas siguientes:

SP: (Set Point) Indica la temperatura de seteo, esta en 250 °C; es la temperatura que indica el controlador.

LA1: Indica la temperatura que entra en vigencia la segunda etapa la misma se encuentra en 240 °C

LA2: Indica la potencia máxima a que debe llegar y a su vez la desconexión de la segunda etapa, se encuentra en 255°C.

Es decir se tendrá una temperatura mínima de 240°C y una máxima de 255°C obteniendo una temperatura promedio de 240°C en la cámara de combustión y así mediante el ventilador de impulsión extender una temperatura entre los 180°C y 250 ° C respectivamente a lo largo de la caldera.

¹³ Manual De Instrucciones Para La Instalación, El Uso Y El Mantenimiento quemadores Baltur

3.6 ENCENDIDO DEL QUEMADOR

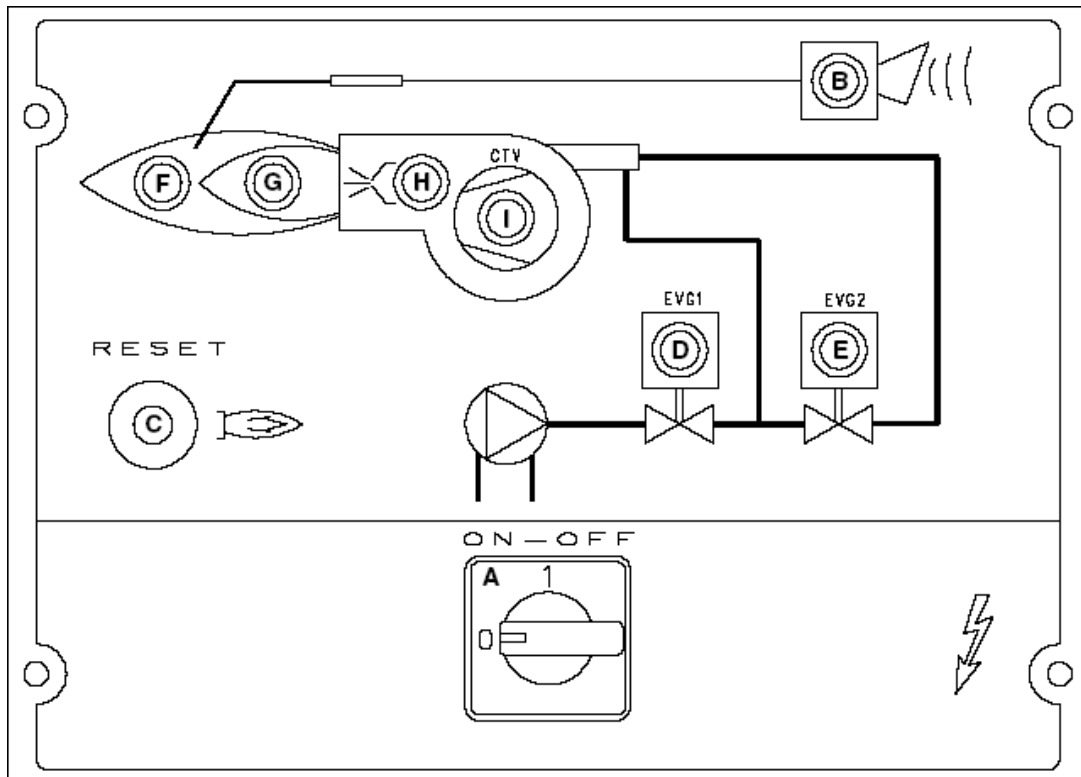


Fig.3-18: Diagrama de encendido

DETALLE

- a. Interruptor general encendido apagado
- b. Indicador señal bloqueo
- c. Botón de desbloqueo equipo mando quemador
- d. Indicador señal apertura electro válvula 1° etapa
- e. Indicador señal apertura electro válvula 2° etapa
- f. Indicador señal funcionamiento a llama alta
- g. Indicador señal funcionamiento a llama baja
- h. Indicador señal funcionamiento transformador de encendido
- i. Indicador señal intervención relé térmico

- a) Girar hacia la posición 1 el interruptor A del cuadro de mando del quemador.
- b) Controlar que el equipo no esté en estado de bloqueo (indicador B encendido), eventualmente desbloquearla por medio del botón de desbloqueo, verificar que la serie de termostatos (o interruptores de presión) habilite el funcionamiento del quemador.
- c) Comienza el ciclo de puesta en marcha del quemador: el equipo pone en marcha el ventilador del quemador y, simultáneamente, introduce el transformador de encendido (señalado por el indicador H del panel frontal); el pre ventilación dura 13 o 25 seg. según el equipo con que cuenta el quemador.
- d) Una vez concluida la pre ventilación se alimenta la electro válvula del gasóleo, señalado por el encendido del indicador D del panel gráfico, y el quemador se enciende.
- e) El transformador de encendido permanece activado por algunos segundos luego del encendido de la llama; al final de este periodo se lo excluye del circuito y el indicador H se apaga.
- f) De esta manera el quemador está encendido a llama baja (indicador G encendido); luego de 5 o 15 seg. (según el equipo instalado) comienza el funcionamiento a 2 etapas y el quemador cambia automáticamente a llama alta, o permanece en llama baja según las necesidades del sistema.

3.7 CONTROLES AFINES (SEGURIDAD)

- Iluminar la fotocélula y cerrar los termostatos: el quemador debe ponerse en marcha y, después de cerca de 10 s, bloquearse.
- Oscurecer la fotocélula con el quemador funcionando en 2ª etapa, sucesivamente debe ocurrir: apagado de la llama dentro de 1 s, ventilación durante 20 s, chispa durante unos 5 s, bloqueo del quemador.
- Abrir el termostato con el quemador funcionando: el quemador debe pararse.

CAPITULO 4 ANÁLISIS DE AVERÍAS APLICADO AL QUEMADOR

4.1 MÉTODO ANÁLISIS DE AVERÍAS

La metodología para análisis y solución de problemas, en general, es muy variada y suele ser adaptada por cada empresa en función de sus peculiaridades.

Haciendo un análisis comparativo de las más habituales, aplicaremos un análisis el cual debe centrarse primero en el problema, segundo en la causa y tercero en la solución.

Este método de análisis se lo conoce como diagrama 5 pasos donde detallamos y realizamos un seguimiento de los problemas producidos y las soluciones tomadas todo en un registro para adicionalmente obtener un índice de mantenimiento del equipo.

DETALLE DEL FORMATO 5 PASOS¹⁴

Paso 1: Apertura del formato 5 Pasos: Este formato se realiza cuando se obtiene un paro de mantenimiento en la planta por más de 30 min. y a su vez a problemas repetitivos para un seguimiento y solución definitiva.

Paso 2: Detalle del problema: lugar, fecha, ubicación, técnico, posibles causas del problema para lo cual se utiliza una lluvia de ideas, diagramas de pareto, diagrama espina de pescado o cualquier método.

Paso 3: Solución del problema: una vez determinada la causa plantearemos la solución en un tiempo establecido.

Paso 4: Seguimiento del cumplimiento de la solución establecida para lo cual el técnico de mantenimiento lleva un estricto seguimiento del funcionamiento del equipo

Paso 5: Cierre del formato 5 pasos: una vez realizado el seguimiento de funcionamiento del equipo se procede a dar por terminado este formato si el problema no se ha repetido en un lapso de 30 días y a su vez este no debe ser repetitivo.

¹⁴ GENERAL MOTORS: “Manuales y documentación”, Pág. 1 a 40

4.2 DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS DE AVERÍAS DEL QUEMADOR BALTUR¹⁵

La causa es el origen inmediato del hecho observado o analizado.

Pensar que una sola causa es el origen del problema es generalmente simplista y preconcebido, se trata de esforzarse para encontrar todas las causas posibles y comprobar que realmente inciden sobre el problema. Se deben contemplar tanto las causas internas como externas del equipo analizado, lo que se podría clasificar como causas físicas y causas latentes o de organización, gestión, etc.

Enumerar las causas supone, por tanto, confeccionar un listado exhaustivo de todas las posibles causas involucradas en el fallo analizado.

a) Clasificar y jerarquizar las causas

El paso siguiente antes de trabajar en la solución, es buscar relaciones entre causas que permita agruparlas y concatenarlas. Ello permitirá dar cuenta de que, tal vez, la solución de una de ellas engloba la solución de algunas de las otras.

b) Cuantificar las causas

La medición, con datos reales o estimados de la incidencia de cada causa sobre el problema nos va a permitir, en un paso posterior, establecer prioridades. Se trata, por tanto, de tener cuantificado el cien por cien de la incidencia acumulada por las diversas causas.

c) Seleccionar una causa

Se trata de establecer prioridades para encontrar la causa o causas a las que buscar soluciones para que desaparezca la mayor parte del problema. Para ello lo que realmente hacemos es asignar probabilidades para identificar las causas de mayor probabilidad (20% de las causas generan el 80% del problema).

¹⁵ J. DÍAZ NAVARRO: “Análisis de averías”, Pág. 1 a 9

4.3 ELABORACIÓN DE SOLUCIONES DE AVERÍAS PARA EL QUEMADOR BALTUR

a) Elaborar la solución

Se trata de profundizar en la búsqueda de todas las soluciones viables, cuantificadas en coste, tiempo y recursos, para que el problema desaparezca, la solución que resuelva el problema de manera más global (efectiva, rápida y barata). Para ello, se compararan las distintas soluciones estudiadas y se completará un plan de acción para aquellas que finalmente se decida llevar a cabo.

b) Presentar la propuesta

A continuación se detalla el análisis de averías del quemador Baltur, el mismo facilita la elaboración de una tabla donde el mantenimiento sea oportuno, veraz con eficacia para una producción óptima al mínimo costo.

4.4 PROPUESTA Y PLAN DE ACCIÓN DE AVERÍAS PARA EL QUEMADOR BALTUR

Se analiza los problemas que afectan directamente al funcionamiento y disponibilidad del quemador baltur llegando a obtener una tabla de identificación de averías que nos ayude a la solución rápida de los problemas con efectividad en los procedimientos mantenimiento evitando paradas prolongadas en la producción para lo cual se basa en un análisis en los componentes del quemador.

- Combustión
- Bomba
- Filtros
- Ventilador
- Válvulas
- Boquillas
- Foto celda
- Sistema de ignición
- Motor
- Modulador
- Sistema eléctrico

FICHA ANÁLISIS DE AVERÍAS			
Fecha:		Realizado por: Sergio Vidal	
IDENTIFICACIÓN:			
Maquina: Quemador Baltur		Código: PEL-Q001-0000	
Elementos asociados: Combustión		Función: CALDERA ATA	
CALIFICACIÓN CRITICIDAD:			
Crítica ☒		Importante ☐	Poco importante ☐
Normal ☐			
AVERIA NATURALEZA:			
Mecánica ☒		Electrónica ☐	Neumática ☐
Eléctrica ☐		Hidráulica ☐	Otros ☐
TIPO DE FALLO			
Progresivo		Parcial ☐	Degradación ☐
Súbito ☐		Total ☒	Cataléptico ☐
Evidente ☐		Oculto ☐	Múltiple ☐
CONSECUENCIAS			
PRODUCCIÓN	INMOVILIZACIÓN	SEGURIDAD MEDIO	AMBIENTE
Sin concec. ☐	Breve ☐	Sin daños pers. ☐	Ninguno ☐
Bajo rendim. ☐	Largo ☐	Posible lesión ☐	Bajo ☐
Parada ☒	Muy largo ☐	Riesgo grave ☐	Alto ☐
COSTO DIRECTO	FRECUENCIA	CALIFICACIÓN	GRAVEDAD
Bajo ☐	Ocasional ☐	Menor ☐	Crítico ☐
Medio ☐	Frecuente ☐	Significativo ☐	Catastrófico ☐
Alto ☒	Muy frecuente ☐		
DIAGNÓSTICO			
CAUSAS INTRÍNSECAS		CAUSAS EXTRÍNSECAS	
FALLO DEL MATERIAL ☐		Mala utilización ☐	
Desgaste ☐		Accidente ☐	
Corrosión ☐		No respetar instrucciones ☒	
Fatiga ☐		Falta procedimientos escritos ☐	
Desajuste ☒		Error procedimientos ☒	
Otras: ☐		Falta de limpieza ☐	
Mal diseño ☐		Coordinación ☐	
Mal montaje ☐		Organización/Gestión ☐	
Mal mantenimiento ☒		Otras causas externas ☐	
SOLUCIÓN:			
Para resolver la avería: Formato 5 pasos			
Para evitar su repetición: Monitoreo de funcionamiento			
APROBADO POR:		CONTROLADO POR:	

FICHA ANÀLISIS DE AVERÍAS			
Fecha:		Realizado por: Sergio Vidal	
IDENTIFICACIÒN			
Maquina: Quemador Baltur		Código: PEL-Q001-BO01	
Elementos asociados: Bomba		Función: CALDERA ATA	
CALIFICACIÒN CRITICIDAD:			
Crítica _X	Importante _	Poco importante _	Normal _
AVERIA NATURALEZA:			
Mecánica _X	Electrónica _	Neumática _	
Eléctrica _	Hidráulica _	Otros _	
TIPO DE FALLO			
Progresivo	Parcial _	Degradación _X	
Súbito _	Total _	Cataléptico _	
Evidente _	Oculto _	Múltiple _	
CONSECUENCIAS			
PRODUCCIÒN	INMOVILIZACION	SEGURIDAD MEDIO	AMBIENTE
Sin concec. _	Breve _	Sin daños pers. _	Ninguno _
Bajo rendim. _	Largo _	Posible lesión _	Bajo _ X
Parada _X	Muy largo _	Riesgo grave _	Alto _
COSTO DIRECTO	FRECUENCIA	CALIFICACIÒN	GRAVEDAD
Bajo _	Ocasional _	Menor _	Crítico _X
Medio _X	Frecuente _	Significativo _	Catastrófico _
Alto _	Muy frecuente _		
DIAGNÒSTICO			
CAUSAS INTRÌNSECAS		CAUSAS EXTRÌNSECAS	
FALLO DEL MATERIAL _		Mala utilización _	
Desgaste _ X		Accidente _	
Corrosión _		No respetar instrucciones _X	
Fatiga _		Falta procedimientos escritos _	
Desajuste _X		Error procedimientos _X	
Otras: _		Falta de limpieza _	
Mal diseño _		Coordinación _	
Mal montaje _		Organización/Gestión _	
Mal mantenimiento _X		Otras causas externas _	
SOLUCIÒN			
Para resolver la avería: Formato 5 pasos			
Para evitar su repetición: Monitoreo de funcionamiento			
APROBADO POR:		CONTROLADO POR:	

FICHA ANÁLISIS DE AVERÍAS			
Fecha:		Realizado por: Sergio Vidal	
IDENTIFICACIÒN			
Maquina: Quemador Baltur		Código: PEL-Q001-FT01	
Elementos asociados: Filtros		Función: CALDERA ATA	
CALIFICACIÒN CRITICIDAD:			
Crítica _X		Importante _	Poco importante _
			Normal _
AVERIA NATURALEZA:			
Mecánica X_		Electrónica _	Neumática _
Eléctrica _		Hidráulica _	Otros _
TIPO DE FALLO			
Progresivo		Parcial _	Degradación _
Súbito _		Total _	Cataléptico _
Evidente _X		Oculto _	Múltiple _
CONSECUENCIAS			
PRODUCCIÒN	INMOVILIZACIÒN	SEGURIDAD MEDIO	AMBIENTE
Sin concec. _	Breve _X	Sin daños pers. _	Ninguno _
Bajo rendim. _	Largo _	Posible lesión _	Bajo _
Parada _X	Muy largo _	Riesgo grave _	Alto _
COSTO DIRECTO	FRECUENCIA	CALIFICACIÒN	GRAVEDAD
Bajo _	Ocasional _X	Menor _	Crítico _
Medio _	Frecuente _	Significativo _	Catastrófico _
Alto _	Muy frecuente _		
DIAGNÒSTICO			
CAUSAS INTRÌNSECAS		CAUSAS EXTRÌNSECAS	
FALLO DEL MATERIAL _X		Mala utilización _X	
Desgaste _		Accidente _	
Corrosión _		No respetar instrucciones _	
Fatiga _		Falta procedimientos escritos _	
Desajuste _X		Error procedimientos _	
Otras: _		Falta de limpieza _	
Mal diseño _		Coordinación _	
Mal montaje _		Organización/Gestión _	
Mal mantenimiento _X		Otras causas externas _	
SOLUCIÒN			
Para resolver la avería: Formato 5 pasos			
Para evitar su repetición: Monitoreo de funcionamiento			
APROBADO POR:		CONTROLADO POR:	

FICHA ANÀLISIS DE AVERÍAS			
Fecha:		Realizado por: Sergio Vidal	
IDENTIFICACIÒN			
Maquina: Quemador Baltur		Código: PEL-Q001-VE01	
Elementos asociados: Ventilador		Función: CALDERA ATA	
CALIFICACIÒN CRITICIDAD:			
Crítica _X		Importante _	Poco importante _
			Normal _
AVERÌA NATURALEZA:			
Mecánica _X		Electrónica _	Neumática _
Eléctrica _ X		Hidráulica _	Otros _
TIPO DE FALLO			
Progresivo _X		Parcial _	Degradación _
Súbito _		Total _	Cataléptico _
Evidente _		Oculto _	Múltiple _
CONSECUENCIAS			
PRODUCCIÒN	INMOVILIZACIÒN	SEGURIDAD MEDIO	AMBIENTE
Sin concec. _	Breve _	Sin daños pers. _	Ninguno _X
Bajo rendim. _	Largo _X	Posible lesión _	Bajo _
Parada _X	Muy largo _	Riesgo grave _	Alto _
COSTO DIRECTO	FRECUENCIA	CALIFICACIÒN	GRAVEDAD
Bajo _	Ocasional _	Menor _	Crítico _
Medio _	Frecuente _	Significativo _	Catastrófico _
Alto _X	Muy frecuente _		
DIAGNÒSTICO			
CAUSAS INTRÌNSECAS		CAUSAS EXTRÌNSECAS	
FALLO DEL MATERIAL _		Mala utilización _	
Desgaste _X		Accidente _	
Corrosión _		No respetar instrucciones _X	
Fatiga _		Falta procedimientos escritos _	
Desajuste _X		Error procedimientos _X	
Otras: _		Falta de limpieza _	
Mal diseño _		Coordinación _	
Mal montaje _		Organización/Gestión _	
Mal mantenimiento _X		Otras causas externas _	
SOLUCIÒN			
Para resolver la avería: Formato 5 pasos			
Para evitar su repetición: Monitoreo de funcionamiento			
APROBADO POR:		CONTROLADO POR:	

FICHA ANÀLISIS DE AVERÍAS			
Fecha:		Realizado por: Sergio Vidal	
IDENTIFICACIÒN			
Maquina: Quemador Baltur		Código: PEL-Q001-0000	
Elementos asociados: Válvulas		Función: CALDRRA ATA	
CALIFICACIÒN CRITICIDAD:			
Crítica _X		Importante _	Poco importante _
			Normal _
AVERIA NATURALEZA:			
Mecánica _		Electrónica _	Neumática _
Eléctrica _X		Hidráulica _	Otros _
TIPO DE FALLO			
Progresivo		Parcial _	Degradación _
Súbito _		Total X_	Cataléptico _
Evidente _		Oculto _	Múltiple _
CONSECUENCIAS			
PRODUCCIÒN	INMOVILIZACIÒN	SEGURIDAD MEDIO	AMBIENTE
Sin concec. _	Breve _	Sin daños pers. _	Ninguno _
Bajo rendim. _	Largo _	Posible lesión _	Bajo _
Parada _X	Muy largo _	Riesgo grave _	Alto _
COSTO DIRECTO	FRECUENCIA	CALIFICACION	GRAVEDAD
Bajo _ X	Ocasional _X	Menor _	Crítico _X
Medio _	Frecuente _	Significativo _	Catastrófico _
Alto _	Muy frecuente _		
DIAGNÒSTICO			
CAUSAS INTRÌNSECAS		CAUSAS EXTRÌNSECAS	
FALLO DEL MATERIAL _		Mala utilización _	
Desgaste _		Accidente _	
Corrosión _		No respetar instrucciones _	
Fatiga _		Falta procedimientos escritos _X	
Desajuste _X		Error procedimientos _X	
Otras: _		Falta de limpieza _	
Mal diseño _		Coordinación _	
Mal montaje _		Organización/Gestión _	
Mal mantenimiento _X		Otras causas externas _	
SOLUCIÒN			
Para resolver la avería: Formato 5 pasos			
Para evitar su repetición: Monitoreo de funcionamiento			
APROBADO POR:		CONTROLADO POR:	

FICHA ANÀLISIS DE AVERÍAS			
Fecha:		Realizado por: Sergio Vidal	
IDENTIFICACIÒN			
Maquina: Quemador Baltur		Código: PEL-Q001-0000	
Elementos asociados: Boquillas		Función: CALDERA ATA	
CALIFICACIÒN CRITICIDAD:			
Crítica _X		Importante _	Poco importante _
			Normal _
AVERÌA NATURALEZA:			
Mecánica X_		Electrónica _	Neumática _
Eléctrica _		Hidráulica _	Otros _
TIPO DE FALLO			
Progresivo		Parcial _	Degradación _
Súbito _		Total X_	Cataléptico _
Evidente _		Oculto _	Múltiple _
CONSECUENCIAS			
PRODUCCIÒN	INMOVILIZACIÒN	SEGURIDAD MEDIO	AMBIENTE
Sin concec. _	Breve _X	Sin daños pers. _	Ninguno _
Bajo rendim. _	Largo _	Posible lesión _	Bajo _
Parada _X	Muy largo _	Riesgo grave _	Alto _
COSTO DIRECTO	FRECUENCIA	CALIFICACIÒN	GRAVEDAD
Bajo _	Ocasional _	Menor _	Crítico _
Medio _	Frecuente _	Significativo _	Catastrófico _
Alto _X	Muy frecuente _		
DIAGNÒSTICO			
CAUSAS INTRÌNSECAS		CAUSAS EXTRÌNSECAS	
FALLO DEL MATERIAL _		Mala utilización _	
Desgaste _		Accidente _	
Corrosión _		No respetar instrucciones _	
Fatiga _		Falta procedimientos escritos _X	
Desajuste _X		Error procedimientos _X	
Otras: _		Falta de limpieza _	
Mal diseño _		Coordinación _	
Mal montaje _		Organización/Gestión _	
Mal mantenimiento _X		Otras causas externas _	
SOLUCIÒN			
Para resolver la avería: Formato 5 pasos			
Para evitar su repetición: Monitoreo de funcionamiento			
APROBADO POR:		CONTROLADO POR	

FICHA ANÁLISIS DE AVERÍAS			
Fecha:		Realizado por: Sergio Vidal	
IDENTIFICACIÒN			
Maquina: Quemador Baltur		Código: PEL-Q001-0000	
Elementos asociados: Fotocélula		Función: CALDERA ATA	
CALIFICACIÒN CRITICIDAD:			
Crítica ☒		Importante ☐	Poco importante ☐
Normal ☐			
AVERIA NATURALEZA:			
Mecánica ☒		Electrónica ☐	Neumática ☐
Eléctrica ☐		Hidráulica ☐	Otros ☐
TIPO DE FALLO			
Progresivo		Parcial ☐	Degradación ☐
Súbito ☐		Total ☒	Cataléptico ☐
Evidente ☐		Oculto ☐	Múltiple ☐
CONSECUENCIAS			
PRODUCCIÒN	INMOVILIZACIÒN	SEGURIDAD MEDIO	AMBIENTE
Sin concec. ☐	Breve ☐	Sin daños pers. ☐	Ninguno ☐
Bajo rendim. ☐	Largo ☐	Posible lesión ☐	Bajo ☐
Parada ☒	Muy largo ☐	Riesgo grave ☐	Alto ☐
COSTO DIRECTO	FRECUENCIA	CALIFICACIÒN	GRAVEDAD
Bajo ☐	Ocasional ☒	Menor ☐	Crítico ☐
Medio ☐	Frecuente ☐	Significativo ☐	Catastrófico ☐
Alto ☒	Muy frecuente ☐		
DIAGNÒSTICO			
CAUSAS INTRÌNSECAS		CAUSAS EXTRÌNSECAS	
FALLO DEL MATERIAL ☐		Mala utilización ☐	
Desgaste ☐		Accidente ☐	
Corrosión ☐		No respetar instrucciones ☐	
Fatiga ☐		Falta procedimientos escritos ☒	
Desajuste ☐		Error procedimientos ☒	
Otras: ☒		Falta de limpieza ☐	
Mal diseño ☐		Coordinación ☐	
Mal montaje ☐		Organización/Gestión ☐	
Mal mantenimiento ☒		Otras causas externas ☐	
SOLUCIÒN			
Para resolver la avería: Formato 5 pasos			
Para evitar su repetición: Monitoreo de funcionamiento			
APROBADO POR:		CONTROLADO POR	

FICHA ANÀLISIS DE AVERÌAS			
Fecha:		Realizado por: Sergio Vidal	
IDENTIFICACIÒN			
Maquina: Quemador Baltur		Código: PEL-Q001-0000	
Elementos asociados: Sistema de Ignición		Función: CALDERA ATA	
CALIFICACIÒN CRITICIDAD:			
Crítica _X		Importante _	Poco importante _
			Normal _
AVERÌA NATURALEZA:			
Mecánica X_		Electrónica _	Neumática _
Eléctrica _		Hidráulica _	Otros _
TIPO DE FALLO			
Progresivo		Parcial _	Degradación _
Súbito _		Total X_	Cataléptico _
Evidente _		Oculto _	Múltiple _
CONSECUENCIAS			
PRODUCCIÒN	INMOVILIZACIÒN	SEGURIDAD MEDIO	AMBIENTE
Sin concec. _	Breve _	Sin daños pers. _	Ninguno _
Bajo rendim. _	Largo _	Posible lesión _	Bajo _
Parada _X	Muy largo _	Riesgo grave _	Alto _
COSTO DIRECTO	FRECUENCIA	CALIFICACIÒN	GRAVEDAD
Bajo _	Ocasional _X	Menor _	Crítico _
Medio _	Frecuente _	Significativo _	Catastrófico _
Alto _X	Muy frecuente _		
DIAGNÒSTICO			
CAUSAS INTRÌNSECAS		CAUSAS EXTRÌNSECAS	
FALLO DEL MATERIAL _		Mala utilización _	
Desgaste _		Accidente _	
Corrosión _		No respetar instrucciones _	
Fatiga _		Falta procedimientos escritos _X	
Desajuste _X		Error procedimientos _X	
Otras: _		Falta de limpieza _	
Mal diseño _		Coordinación _	
Mal montaje _		Organización/Gestión _	
Mal mantenimiento _X		Otras causas externas _	
SOLUCIÒN			
Para resolver la avería: Formato 5 pasos			
Para evitar su repetición: Monitoreo de funcionamiento			
APROBADO POR:		CONTROLADO POR	

FICHA ANÁLISIS DE AVERÍAS			
Fecha:		Realizado por: Sergio Vidal	
IDENTIFICACIÒN			
Maquina: Quemador Baltur		Código: PEL-Q001-0000	
Elementos asociados: Motor		Función: CALDERA ATA	
CALIFICACIÒN CRITICIDAD:			
Crítica ☒		Importante ☐	Poco importante ☐
Normal ☐			
AVERÌA NATURALEZA:			
Mecánica ☒		Electrónica ☐	Neumática ☐
Eléctrica ☒		Hidráulica ☐	Otros ☐
TIPO DE FALLO			
Progresivo		Parcial ☐	Degradación ☐
Súbito ☐		Total ☒	Cataléptico ☐
Evidente ☐		Oculto ☐	Múltiple ☐
CONSECUENCIAS			
PRODUCCIÒN	INMOVILIZACIÒN	SEGURIDAD MEDIO	AMBIENTE
Sin concec. ☐	Breve ☐	Sin daños pers. ☐	Ninguno ☐
Bajo rendim. ☐	Largo ☒	Posible lesión ☐	Bajo ☐
Parada ☒	Muy largo ☐	Riesgo grave ☐	Alto ☐
COSTO DIRECTO	FRECUENCIA	CALIFICACIÒN	GRAVEDAD
Bajo ☐	Ocasional ☐	Menor ☐	Crítico ☐
Medio ☐	Frecuente ☐	Significativo ☐	Catastrófico ☐
Alto ☒	Muy frecuente ☐		
DIAGNÒSTICO			
CAUSAS INTRÌNSECAS		CAUSAS EXTRÌNSECAS	
FALLO DEL MATERIAL ☒		Mala utilización ☐	
Desgaste ☐		Accidente ☐	
Corrosión ☐		No respetar instrucciones ☐	
Fatiga ☒		Falta procedimientos escritos ☒	
Desajuste ☐		Error procedimientos ☒	
Otras: ☐		Falta de limpieza ☐	
Mal diseño ☐		Coordinación ☐	
Mal montaje ☒		Organización/Gestión ☐	
Mal mantenimiento ☐		Otras causas externas ☐	
SOLUCIÒN			
Para resolver la avería: Formato 5 pasos			
Para evitar su repetición: Monitoreo de funcionamiento			
APROBADO POR:		CONTROLADO POR	

FICHA ANÀLISIS DE AVERÍAS			
Fecha:		Realizado por: Sergio Vidal	
IDENTIFICACIÒN			
Maquina: Quemador Baltur		Código: PEL-Q001-0000	
Elementos asociados: Modulador		Función: CALDERA ATA	
CALIFICACIÒN CRITICIDAD:			
Crítica _X		Importante _	Poco importante _
			Normal _
AVERÌA NATURALEZA:			
Mecánica X_		Electrónica _	Neumática _
Eléctrica _		Hidráulica _	Otros _
TIPO DE FALLO			
Progresivo		Parcial _	Degradación _
Súbito _		Total X_	Cataléptico _
Evidente _		Oculto _	Múltiple _
CONSECUENCIAS			
PRODUCCIÒN	INMOVILIZACIÒN	SEGURIDAD MEDIO	AMBIENTE
Sin concec. _	Breve _X	Sin daños pers. _	Ninguno _
Bajo rendim. _	Largo _	Posible lesión _	Bajo _
Parada _X	Muy largo _	Riesgo grave _	Alto _
COSTO DIRECTO	FRECUENCIA	CALIFICACIÒN	GRAVEDAD
Bajo _	Ocasional _X	Menor _	Crítico _
Medio _	Frecuente _	Significativo _	Catastrófico _
Alto _X	Muy frecuente _		
DIAGNÒSTICO			
CAUSAS INTRÌNSECAS		CAUSAS EXTRÌNSECAS	
FALLO DEL MATERIAL _		Mala utilización _	
Desgaste _		Accidente _	
Corrosión _		No respetar instrucciones _	
Fatiga _		Falta procedimientos escritos _X	
Desajuste _X		Error procedimientos _X	
Otras: _		Falta de limpieza _	
Mal diseño _		Coordinación _	
Mal montaje _		Organización/Gestión _	
Mal mantenimiento _X		Otras causas externas _	
SOLUCIÒN			
Para resolver la avería: Formato 5 pasos			
Para evitar su repetición: Monitoreo de funcionamiento			
APROBADO POR:		CONTROLADO POR	

FICHA ANÁLISIS DE AVERÍAS			
Fecha:		Realizado por: Sergio Vidal	
IDENTIFICACIÒN			
Maquina: Quemador Baltur		Código: PEL-Q001-0000	
Elementos asociados: Sistema Eléctrico		Función: CALDERA ATA	
CALIFICACIÒN CRITICIDAD:			
Crítica _X		Importante _	Poco importante _
			Normal _
AVERIA NATURALEZA:			
Mecánica _		Electrónica _	Neumática _
Eléctrica _X		Hidráulica _	Otros _
TIPO DE FALLO			
Progresivo _X		Parcial _	Degradación _
Súbito _		Total _	Cataléptico _
Evidente _		Oculto _	Múltiple _
CONSECUENCIAS			
PRODUCCIÒN	INMOVILIZACIÒN	SEGURIDAD MEDIO	AMBIENTE
Sin concec. _	Breve _	Sin daños pers. _	Ninguno _
Bajo rendim. _	Largo _X	Posible lesión _	Bajo _
Parada _X	Muy largo _	Riesgo grave _	Alto _
COSTE DIRECTO	FRECUENCIA	CALIFICACIÒN	GRAVEDAD
Bajo _	Ocasional _	Menor _	Crítico _
Medio _X	Frecuente _	Significativo _	Catastrófico _
Alto _	Muy frecuente _		
DIAGNÒSTICO			
CAUSAS INTRÌNSECAS		CAUSAS EXTRÌNSECAS	
FALLO DEL MATERIAL _		Mala utilización _	
Desgaste _X		Accidente _	
Corrosión _		No respetar instrucciones _	
Fatiga _		Falta procedimientos escritos _X	
Desajuste _X		Error procedimientos _X	
Otras: _		Falta de limpieza _	
Mal diseño _		Coordinación _	
Mal montaje _		Organización/Gestión _	
Mal mantenimiento _		Otras causas externas _	
SOLUCIÒN			
Para resolver la avería: Formato 5 pasos			
Para evitar su repetición: Monitoreo de funcionamiento			
APROBADO POR:		CONTROLADO POR	

4.5 DIAGRAMA 5 PASOS APLICADO AL QUEMADOR BALTUR

FORMATO 5 PASOS	
Paso 1.	
Problema: Mala Combustión	
Fecha:	Lugar: CALDERA ATA
Responsable: Sergio Vidal	Ubicación: Quemador Baltur
Paso 2.	
Lluvia de ideas	Sistema Porque – Porque?
Mala relación Aire-Combustible	- Porqué existe mala combustión en el quemador?
Electrodos mal calibrados	La llama no es aceptable
Filtros Sucios	- Porqué la llama no es aceptable?
Servomando en mal estado	Hay goteo de combustible en la cámara de combustión
Boquillas sucias	- Porqué hay goteo de combustible en la C.C ?
Transformador de voltaje defectuoso	No hay una buena calibración del quemador
Bomba de combustible averiada	- Porqué no hay buena calibración en el Quemador?
	No existe un manual de calibración
Causa-Efecto	
<pre>graph LR; MATERIAL --> D[Desgaste de Boquillas]; MATERIAL --> MC[Mala Calibración]; EQUIPO --> B[Bomba en mal estado]; EQUIPO --> BS[Boquillas sucias]; D --> E[Electrodos]; B --> E; MC --> E; BS --> E; E --> COMBUSTION; COMBUSTION --- MO[MANO DE OBRA]; COMBUSTION --- T[TRANSPORTE];</pre>	

Paso 3.

Causa del Problema: Mala Calibración por no tener una guía para el Quemador

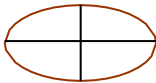
Solución del Problema: Calibración y realizar una guía de mantenimiento del quemador Fecha:

Responsable: Sergio Vidal

Paso 4.

Cumplimiento:

(25,50,75,100)%



Paso 5.

Fecha de cumplimiento:

Aprobado por:

FORMATO 5 PASOS	
Paso 1. Problema: Falta de combustible en la bomba Fecha: Responsable: Sergio Vidal Lugar: CALDERA ATA Ubicación: Quemador Baltur	
Paso 2.	
Lluvia de ideas Filtros Muñón en mal estado Bomba defectuosa Regulador en mal estado Válvulas defectuosas	Sistema Porque – Porque? - Porque falta combustible en el quemador? La bomba no succiona - Porque no succiona la bomba? No tiene la velocidad adecuada para la presión requerida - Porque no tiene la velocidad adecuada la bomba? No hay transmisión de movimiento desde el motor - Porque no hay transmisión de movimiento? El prisionero del matrimonio se encuentra flojo
Causa-Efecto	
<pre>graph LR; MATERIAL[MATERIAL] --- P1[]; EQUIPO[EQUIPO] --- P2[]; COMBUSTIBLE[COMBUSTIBLE] --- P3[]; MANO_DE_OBRA[MANO DE OBRA] --- P4[]; TRANSPORTE[TRANSPORTE] --- P5[]; P1 --- C[]; P2 --- C[]; P3 --- C[]; P4 --- C[]; P5 --- C[]; C --- B[Bomba defectuosa];</pre>	

Paso 3.

Causa del Problema: Falta de transmisión de movimiento por estar flojo el prisionero del matrimonio

Solución del Problema: Ajuste del prisionero del matrimonio y comprobación de funcionamiento

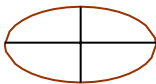
Fecha:

Responsable: Sergio Vidal

Paso 4.

Cumplimiento:

(25,50,75,100)%



Paso 5.

Fecha de cumplimiento:

Aprobado por:

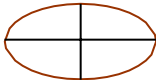
FORMATO 5 PASOS	
Paso 1. Problema: Filtros Saturados Fecha: Responsable: Sergio Vidal Lugar: CALDERA ATA Ubicación: Quemador Baltur	
Paso 2.	
Lluvia de ideas Combustible con agua Filtros no adecuados Frecuencia de mantenimiento larga No aplicación de las ordenes de trabajo	Sistema Porque – Porque? - Porqué los filtros están saturados? No hubo cambio de filtros a tiempo - Porque no hubo cambio de filtros? La frecuencia de mantenimiento es larga
Causa-Efecto <pre>graph LR; EQUIPO --> FS[FILTROS SATURADOS]; MATERIAL -- "Filtros no adecuados" --> FS; MANO_DE_OBRA[MANO DE OBRA] -- "Cambio inadecuado" --> FS; TRANSPORTE -- "Frecuencia de mantenimiento" --> FS;</pre>	

Paso 3.

Causa del Problema: Frecuencia de mantenimiento muy
larga Solución del Problema: Bajar la frecuencia de
mantenimiento Fecha:
Responsable: Sergio Vidal

Paso 4.

Cumplimiento:
(25,50,75,100)%



Paso 5.

Fecha de cumplimiento:

Aprobado por:

Paso 3.

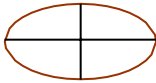
Causa del Problema: Falta de limpieza en las tareas de mantenimiento Solución del Problema:

Concienciación del personal de mantenimiento Fecha:

Responsable: Sergio Vidal

Paso 4.

Cumplimiento:
(25,50,75,100)%



Paso 5.

Fecha de cumplimiento:

Aprobado por:

Paso 3.

Causa del Problema: Falta de programación de cambio de Boquillas

Solución del Problema: Introducir en el software de mantenimiento frecuencia para cambio de boquillas

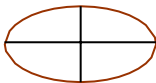
Fecha:

Responsable: Carlos Quinga

Paso 4.

Cumplimiento:

(25,50,75,100)%



Paso 5.

Fecha de cumplimiento:

Aprobado por:

Paso 3.

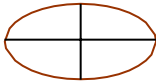
Causa del Problema: Mal acople de acometidas al cambiar la bomba de combustible
Solución del Problema: Señalización de tuberías

Fecha:

Responsable: Sergio Vidal

Paso 4.

Cumplimiento: (25,50,75,100)%



Paso 5.

Fecha de cumplimiento:

Aprobado por:

FORMATO 5 PASOS	
Paso 1. Problema: El quemador se bloquea al estar en marcha Fecha: _____ Lugar: CALDERA ATA Responsable: Sergio Vidal Ubicación: Quemador Baltur	
Paso 2.	
Lluvia de ideas Falta de combustible Filtros sucios Mala calibración en el servomando Fallo en el sistema eléctrico Fotocélula averiada Boquillas sucias	Sistema Porque – Porque? - Porqué el quemador se bloquea al estar en marcha? No hay señal de voltaje en el controlador - Porqué no hay señal en el controlador? La fotocelda no envía señal al controlador - Porqué no envía señal la fotocélula? La fotocelda esta cortocircuitada
Causa-Efecto <pre>graph LR; MATERIAL[MATERIAL] --- J1(()); EQUIPO[EQUIPO] --- J1; J1 --- J2(()); MANO[MANO DE OBRA] --- J2; TRANSPORTE[TRANSPORTE] --- J2; J2 --- EF[Bloqueo del quemador al estar en marcha]; MATERIAL --- F1[Fotocélula Averiada]; EQUIPO --- F2[Fallos en el sistema eléctrico]; EQUIPO --- F3[Filtros Sucios]; MANO --- F4[Mal mantenimiento]; MANO --- F5[Procedimientos de mantenimiento];</pre>	

Paso 3.

Causa del Problema: Fotocélula Cortocircuitada

Solución del Problema: Calibración : Cambio de fotocélula y comprobación de funcionamiento

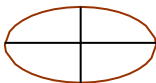
Fecha:

Responsable: Sergio Vidal

Paso 4.

Cumplimiento:

(25,50,75,100)%



Paso 5.

Fecha de cumplimiento:

Aprobado por:

A continuación se detalla una tabla donde se identifican los problemas, causas y soluciones para el quemador baltur.

TABLA 4-1. IDENTIFICACION DE AVERIAS¹⁶

PROBLEMA	POSIBLE CAUSA	SOLUCION
El quemador no se pone en marcha	- Falta energía eléctrica - Un termostato de límite o de seguridad abierto - Bloqueo caja de control - Bloqueo motor - Bomba bloqueada - Conexionados eléctricos erróneos - Caja de control defectuosa - Motor eléctrico defectuoso	Cerrar interruptores - Comprobar fusibles Regularlo o sustituirlo Desbloquear caja control Desbloquear relé térmico Sustituirla Comprobarlos Sustituirla Sustituirlo
El quemador se pone en marcha y se bloquea	- Fotocelda en cortocircuito - Luz externa o simulación de llama - Alimentación eléctrica a dos fases - Intervención del relé térmico	Sustituir fotocelda Eliminar luz o sustituir caja de control Desbloquear relé térmico Comprobar las tres fase

¹⁶ BURNERS: “Gestión del mantenimiento”, Ed.3, pág. 20 a 25.

Superada la pre ventilación y el tiempo de seguridad, el quemador se bloquea sin aparición de llama	- Falta combustible - Regulaciones en el servomando - Electroválvulas gasóleo no abren (1ª etapa o seguridad). - Boquilla 1ª etapa obstruida, sucia o deformada - Electrodo de encendido mal regulados o sucios - Electrodo a masa por aislamiento roto - Cable alta tensión defectuoso o a masa - Cable alta tensión deformado por temperatura alta - Transformador de encendido defectuoso - Conex. Eléctricos válvulas o transf. erróneos - Caja de control defectuosa - Bomba no cebada - Matrimonio motor-bomba rota - Aspiración bomba conectada al tubo de retorno - Válvulas antes de la bomba cerradas - Filtros sucios (de línea - de la bomba - de la boquilla). - Giro contrario del motor	Llenar el tanque Regularlas Comprobar conexiones, sustituir bobina Sustituirla Regularlos o limpiarlos Sustituirlo Sustituirlo Sustituirlo y protegerlo Sustituirlo Comprobarlos Sustituirla Cebarla y ver “bomba que se desceba” Sustituirla Corregir conexión Abrirlas Limpiarlos Cambiar las conexiones eléctricas
---	--	--

La llama se enciende normalmente pero el quemador se bloquea al término del tiempo de seguridad	- Fotocelda o caja de control defectuosa - Fotocelda sucia - 1ª etapa del hidráulico defectuosa	Sustituir fotocelda o caja de control Limpiarla Sustituir hidráulico
Encendido con pulsaciones o con desprendimiento de llama, encendido retardado	- Cabeza mal regulada - Electrodo de encendido mal regulados o sucios - Mala regulación, mucho aire - Boquilla 1ª etapa defectuosa - Presión bomba no adecuada	Regularla Regularlos o limpiarlos Regularla Sustituirla Regularla: entre 10 y 14 bar
El quemador no pasa a 2ª etapa	- Mala calibración de aire - Caja de control defectuosa - Bobina electro válvula de 2ª etapa defectuosa - Servomando defectuoso	Regularla Sustituirla Sustituirla Sustituir
Bloqueo del quemador al pasar de 1ª a 2ª etapa o de 2ª a 1ª etapa. El quemador repite el ciclo de arranque	- Boquilla sucia - Fotocélula sucia - Exceso de aire	Sustituirla Limpiarla Reducirlo
Bomba ruidosa	- Diámetro tubo demasiado pequeño - Filtros sucios - Válvulas cerradas	Aumentarlo Limpiarlos Abrirlas

Llama con humo	- Poco aire - Boquilla sucia o deteriorada - Filtro boquilla sucio - Presión bomba errónea - Aperturas de ventilación insuficientes	Regular Sustituirla Limpiarlo o sustituirlo Regularla: entre 10 y 14 bar. Aumentarlas
Cabeza de combustión sucia	- Filtros Sucios	Sustituirlo

CAPÍTULO 5: ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE
MANTENIMIENTO MEDIANTE EL ANALISIS DE AVERIAS APLICADO
AL QUEMADOR

5.1 CODIFICACIÓN DEL QUEMADOR

TABLA 5-1. MODELO DE CÒDIGOS POR PARTES DEL QUEMADOR¹⁷

Código	Equipo	Descripción	Marca y/o Tipo
PEL-QM01-0000	Principal	Quemador	Baltur 85 P
PEL-QM01-MO01	Subparte	Motor del ventilador	- Modelo: 1LA7 070-4Y -220V,3F,60Hz, 0.4HP(300W),1640 RP M -Factor de potencia: 0.77
PEL-QM01-VT01	Subparte	Ventilador (Dumper)	
PEL-QM01-BO01	Subparte	Bomba de Combustible	Bomba VM2/BVM2
PEL-QM01-SR01	Subparte	Servomando	BERGERSTA6B2.41/6
PEL-QM01-EV01	Subparte	Electro válvulas	3/8” bobina 220 V
PEL-QM01-SO01	Subparte	Fotocelda	Bobina 220V
PEL-QM01-BO01	Subparte	Boquilla	1° etapa: 1.5 GPH 2° etapa: 2 GPH
PEL-QM01-EL01	Subparte	Electrodos	Westwood 9/16”X6”
PEL-QM01-TR01	Subparte	Transformador	220V-10000V
PEL-QM01-CT01	Subparte	Controlador de Temp.	Siemens 220 V
PEL-QM01-TB01	Subparte	Tablero de control y mando	
PEL-QM01-FT01	Subparte	Filtro de Combustible	Cilíndrico tipo racor 1 ½”

¹⁷ Manual De Instrucciones Para La Instalación, El Uso Y El Mantenimiento quemadores Baltur

5.2 **PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL QUEMADOR**¹⁸

5.2.1 REVISIÓN MECÁNICA

- Revisión de la bomba de combustible
- Revisión de toberas (cambio si es necesario)
- Revisión de electrodos (cambio si es necesario)
- Revisión de boquillas (cambio si es necesario)
- Revisión del servomando
- Revisión del ventilador
- Revisión del matrimonio motor-bomba
- Revisión de cañerías (cambio si es necesario)
- Verificar fugas de combustible
- Calibración de encendido
- Pruebas de funcionamiento

5.2.2 REVISIÓN ELÉCTRICA

- Megado del motor
- Ajuste de bornes del motor
- Revisión del controlador de temperatura
- Revisión de electro válvulas
- Revisión de la fotocelda
- Limpieza de tableros de control y mando
- Reajuste de conexiones eléctricas.

¹⁸ MOROCHO M:”Administración del mantenimiento”, Pág. 10 a 35

5.2.3 REVISIÓN EN FUNCIONAMIENTO

- Monitoreo de ruidos y temperatura del motor
- Monitoreo de ruidos de la bomba

5.2.4 REPARACIÓN PEQUEÑA

- Cambio de rodamientos motor
- Cambio de elementos y/o partes (si es necesario)

5.2.5 FILTROS

- Limpieza o cambio de filtros

REVISIÓN MECÁNICA – BOMBA DE COMBUSTIBLE

EQUIPO: Quemador Baltur

Componente: Bomba

Critico: SI __ NO __

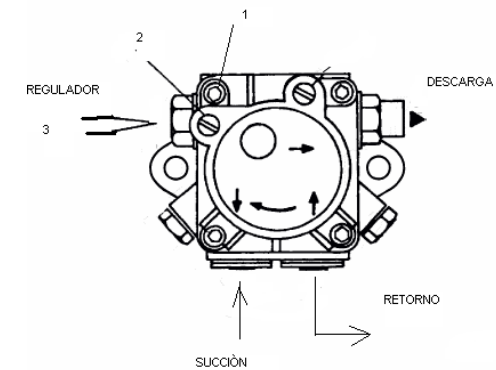
PROCEDIMIENTO:

- Aflojar pernos tipo Allen (1) cuatro en total de anclaje de la bomba al quemador
- Desacoplar el matrimonio motor-bomba, desmontaje de la bomba
- Aflojar pernos (2) de la tapa de la bomba
- Desmontar y limpiar el filtro de combustible interior de la bomba
- Desmontar con un saca bichas el seguro de los engranajes de la bomba
- Desmontar para revisión de fisuras y/o roturas de engranajes de transmisión de movimiento
- Limpieza interior de la bomba. (usar diesel o desengrasante).
- Acople y montaje de engranajes y elementos
- Para calibración de presión de combustible realizar mediante la aguja reguladora (3) hasta obtener 16 Bar.
- Pruebas de funcionamiento

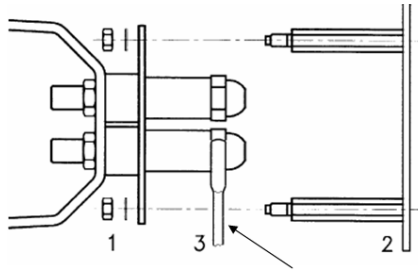
Sentido horario: para subir presión

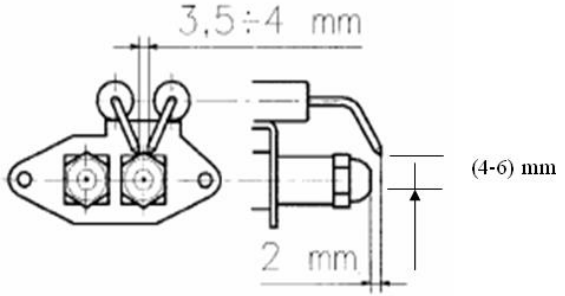
Sentido anti-horario: Para bajar presión

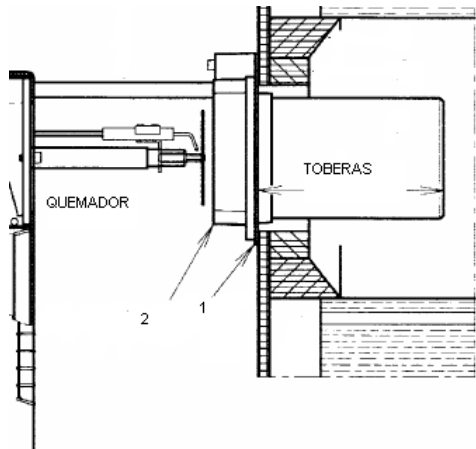
TIEMPO: 1.5 HORAS

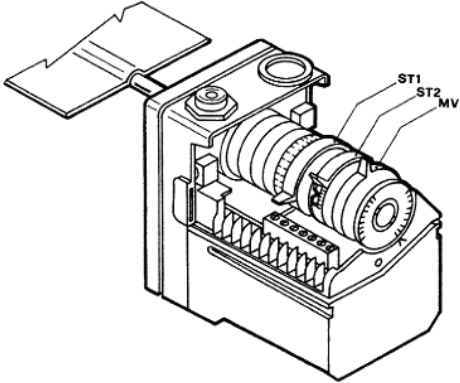


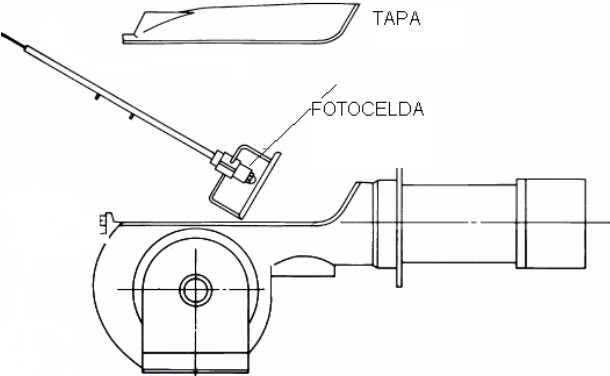
ES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	REGISTRO DE MANTENIMIENTO. FRECUENCIA: Bimensual LOS PROCEDIMIENTOS SE REALIZA CON EL BREAKER ABIERTO
	x		x		x		x		x		x		
Observaciones:													Realizado por: Sergio Vidal Aprobado por: Fecha: __/__/__/

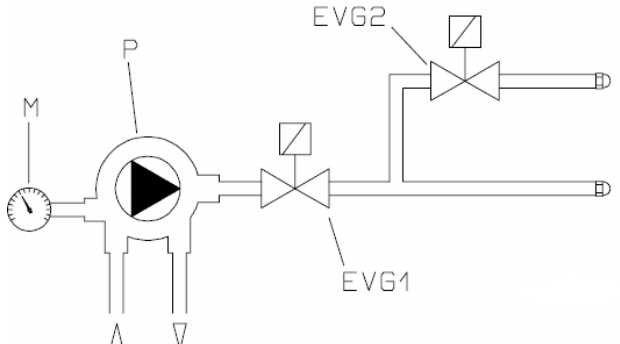
REVISIÓN MECÁNICA – BOQUILLAS													
EQUIPO: Quemador Baltur				Componente: Boquillas					Critico: SI _x_ NO ____				
PROCEDIMIENTO: • Aflojar pernos de sujeción (1) del quemador al horno • Aflojar pernos de la tapa del tubo de llama (cañón) • Aflojar con una llave 16 mm de corona las boquillas • Limpiar los filtros internos de las boquillas, revisar desgaste, en caso de ser necesario cambiar. • Volver a montar las boquillas. No usar productos tales como grasa, teflón o líquidos selladores. Tener cuidado de no dañar el alojamiento de la boquilla. El apriete de la boquilla debe ser enérgico pero sin sobrepasar el esfuerzo máximo permitido por la llave. • Montaje del quemador. • Pruebas de funcionamiento. Boquilla 1º etapa (superior): 1.5 GPH Boquilla 2º etapa (inferior): 2GPH  TIEMPO: 1.5 HORAS													
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	REGISTRO DE MANTENIMIENTO. FRECUENCIA: Bimensual
	x		x		x		x		x		x		LOS PROCEDIMIENTOS SE REALIZA CON EL BREAKER ABIERTO
Observaciones:													Realizado por: Sergio Vidal Aprobado por: Fecha: __/__/__/

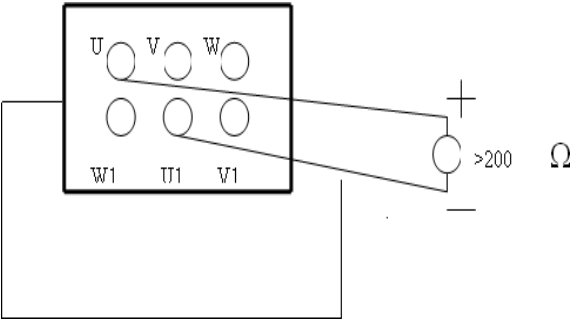
REVISIÓN MECÁNICA – ELECTRODOS														
EQUIPO: Quemador Baltur			Componente: Electrodos						Critico: SI ☒ NO ☐					
PROCEDIMIENTO: • Aflojar pernos de anclaje del quemador a la caldera • Aflojar pernos de la tapa del tubo de llama (cañón) • Desconectar con cuidado las conexiones eléctricas de los electrodos 9/16” * 6 (2 en total) • Aflojar seguros de alojamiento de los electrodos • Revisar aislamientos de los electrodos (revestimiento) • Revisar puntas de los electrodos, calibrar si es necesario • Limpieza de los electrodos usando guaípe y lija 150. NO USAR DESENGRASANTES • Montaje de los electrodos y accesorios del quemador. • Pruebas de funcionamiento PARA CALIBRAR PROCEDER COMO INDICA LA FIGURA 1. TIEMPO: 1.5 HORAS							FIGURA 1. 							
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	REGISTRO DE MANTENIMIENTO. Frecuencia: Bimensual	
	x		x		x		x		x		x		LOS PROCEDIMIENTOS SE REALIZA CON EL BREAKER ABIERTO	
Observaciones:													Realizado por: Sergio Vidal	
													Aprobado por: Fecha: __/__/__/	

REVISIÓN MECÁNICA – TOBERAS													
EQUIPO: Quemador Baltur				Componente: Toberas					Critico: SI _x_ NO ____				
PROCEDIMIENTO: • Aflojar pernos de anclaje del quemador a la caldera (1) • Aflojar pernos de fijación de las toberas (2) • Desmontar el quemador • Desmontar las toberas • Revisar fisuras y/o desgaste del tubo de llama • Limpiar hollín utilizando cepillo de alambre los tubos y alojamientos del quemador • Montaje de los elementos y partes del quemador • Pruebas de funcionamiento. REGISTRAR EN HOJA DE VIDA DEL QUEMADOR TIEMPO: 2 HORAS 													
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	REGISTRO DE MANTENIMIENTO. Frecuencia: Bimensual
	x		x		x		x		x		x		LOS PROCEDIMIENTOS SE REALIZA CON EL BREAKER ABIERTO
Observaciones:													Realizado por: Sergio Vidal Aprobado por: Fecha: ____/____/____/

REVISIÓN MECÁNICA – SERVOMANDO																										
EQUIPO: Quemador Baltur					Componente: Servomando					Critico: SI _x_ NO ____																
PROCEDIMIENTO: - Aflojar pernos de sujeción tipo allen del servomando (4 en total) - Aflojar tapa del servomando - Revisar estado de las levas mecánicas - Manipular manualmente quitando el seguro las levas para verificar engranajes de las mismas. - Volver a montar elementos y partes - Pruebas de funcionamiento LA CALIBRACIÓN SE REALIZA CON EL QUEMADOR ENCENDIDO CON LOS VALORES DE LA TABLA <table><tr><td>LEVA 1</td><td>(30-35)°</td><td>Angulo de ignición</td></tr><tr><td>LEVA 2</td><td>(20-22)°</td><td>1º etapa (fuego Bajo)</td></tr><tr><td>LEVA 3</td><td>(40-43)</td><td>2º etapa (fuego alto)</td></tr><tr><td>LEVA 4</td><td>(10-15) °</td><td>Presión de combustible (boquillas)</td></tr></table>										LEVA 1	(30-35)°	Angulo de ignición	LEVA 2	(20-22)°	1º etapa (fuego Bajo)	LEVA 3	(40-43)	2º etapa (fuego alto)	LEVA 4	(10-15) °	Presión de combustible (boquillas)	 TIEMPO: 1.5 HORAS				
LEVA 1	(30-35)°	Angulo de ignición																								
LEVA 2	(20-22)°	1º etapa (fuego Bajo)																								
LEVA 3	(40-43)	2º etapa (fuego alto)																								
LEVA 4	(10-15) °	Presión de combustible (boquillas)																								
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	REGISTRO DE MANTENIMIENTO. FRECUCENCIA: Bimensual													
	x		x		x		x		x		x		LOS PROCEDIMIENTOS SE REALIZA CON EL BREAKER ABIERTO													
Observaciones:										Realizado por: Sergio Vidal																
										Aprobado por: Fecha:___/___/___/																

REVISIÓN ELÉCTRICA – FOTOCELDA														
EQUIPO: Quemador Baltur				Componente: Foto celda					Critico: SI _x_ NO ____					
PROCEDIMIENTO: • Aflojar pernos de sujeción de la tapa • Aflojar pernos de sujeción del tubo de alojamiento de la fotocelda • Desenroscar lente óptico • Desconectar la fotocelda • Medir continuidad para verificar estado de la fotocelda, en caso de ser necesario cambiar • Revisar conexiones eléctricas • Limpieza general • Montar partes y elementos • Probar funcionamiento: Realizar pruebas durante el encendido del quemador durante 10min, simulando luminosidad con una lámpara. TIEMPO PARA MANTENIMIENTO: 1 HORA														
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	REGISTRO DE MANTENIMIENTO. FRECUENCIA: Bimensual	
	x		x		x		x		x		x		LOS PROCEDIMIENTOS SE REALIZA CON EL BREAKER ABIERTO	
Observaciones:										Realizado por: Sergio Vidal				
										Aprobado por: Fecha: __/__/__/				

REVISIÓN ELÉCTRICA – ELECTROVÁLVULAS													
EQUIPO: Quemador Baltur				Componente: Electroválvula						Critico: SI _x_ NO __			
PROCEDIMIENTO: • Desconectar energía eléctrica del quemador • Aflojar tuerca de la bobina con una llave 19mm de corona • Desconectar cables de alimentación a la bobina • Medir continuidad de la bobina entre los cables de alimentación de la electroválvula, si no existe continuidad se encuentra en mal estado y hay que cambiar. • Limpieza general • Revisar estado de conexiones eléctricas • Montaje de los elementos • Pruebas de funcionamiento: Energizando las bobinas accionar manualmente por 5 ocasiones . 													
TIEMPO PARA MANTENIMIENTO: 1 HORA													
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	REGISTRO DE MANTENIMIENTO. FRECUENCIA: Bimensual
	x		x		x		x		x		x		LOS PROCEDIMIENTOS SE REALIZA CON EL BREAKER ABIERTO
Observaciones:													Realizado por: Sergio Vidal Aprobado por: Fecha: __/__/__/

REVISIÒN ELÈCTRICA – MEGADO DEL MOTOR													
EQUIPO: Quemador Baltur				Componente: Motor					Critico: SI _x_ NO ____				
PROCEDIMIENTO: • Desconectar energía eléctrica del quemador • Aflojar tapa de conexiones del motor • Desconectar bornes de las bobinas del motor • Medir con un meger el aislamiento entre bobinas del motor: (U-U1), (V-V1),(W-W1) debe marcar un valor >200 ohmios, si marca menor a este valor comunicar para programar rebobinado del motor o cambio del mismo. • Medir continuidad entre bobinas y bobinas a tierra • Revisar estado de conexiones y cables del motor • Conectar y montaje de elementos • Limpieza general del motor • Pruebas de funcionamiento durante 10 min. Medir corrientes con un amperímetro de cada bobina debe dar un valor de 8A 													
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	REGISTRO DE MANTENIMIENTO. FRECUENCIA: Bimensual
	x		x		x		x		x		x		LOS PROCEDIMIENTOS SE REALIZA CON EL BREAKER ABIERTO
Observaciones:													Realizado por: Sergio Vidal Aprobado por: Fecha: __/__/__/

5.3 **PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

TABLA 5-2. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO¹⁹

CODIGO	ACTIVIDAD	Frecuencia	Semana de Inicio
PEL-QM01-000	Revisión mecánica. Procedimiento 5.2.1	Bimensual	2
PEL-QM01-000	Revisión eléctrica. Procedimiento 5.2.2	Bimensual	2
PEL-QM01-000	Revisión en funcionamiento. Procedimiento 5.2..3	Trimestral	4
PEL-QM01-000	Reparación pequeña. Procedimiento 5.2.4	Anual	25
PEL-QM01-000	Filtros. Procedimiento 5.2.5	Semanal	1

Las frecuencias son establecidas mediante recomendaciones de los fabricantes a más de un seguimiento estricto de funcionamiento de los elementos del quemador, es importante que el personal de mantenimiento realice de manera optima las actividades de mantenimiento, tener un stock de repuestos en bodega y llevar un registro de vida útil del equipo.

¹⁹ GENERAL MOTORS: “Programa de mantenimiento preventivo”, Pág. 20 a 30

TABLA 5-3. ORDENES DE TRABAJO

CALDERA ATA				
SEMANA: _____ del: _____ al: _____				
Elemento	Mantenimiento	Tiempo	Responsable	Fecha
PEL-QM01-000	Revisión mecánica. Procedimiento 5.2.1	3h	Sergio Vidal	
PEL-QM01-000	Revisión eléctrica. Procedimiento 5.2.2	3h	Sergio Vidal	
PEL-QM01-000	Revisión en funcionamiento. Procedimiento 5.2..3	2h	Sergio Vidal	
PEL-QM01-000	Reparación pequeña. Procedimiento 5.2.4	5h	Sergio Vidal	
PEL-QM01-000	Filtros. Procedimiento 5.2.5	1h	Sergio Vidal	
Observaciones:				
Aprobado Por:				

5.4 VIDA ÚTIL DEL QUEMADOR

Para analizar la vida útil y disponibilidad del equipo es importante un formato de los tiempos de paro del equipo.

TABLA 5-4. TIEMPOS DE PARO²⁰

TIEMPOS DE PARO DEL QUEMADOR BALTUR			
Fecha	Tipo de Falla	Descripción	Total (min)
15-03-2017	Mecánica	Mala calibración	20
30-03-2017	Eléctrica	Fallo en fotocélula	20
20-04-2017	Eléctrica	Fallo en contactor	30
28-04-2017	Mecánica	Filtros Sucios	15
10-05-2017	Mecánica	Filtros Sucios	20
12-06-2017	Mecánica	Mala calibración	20
01-07-2017	Mecánica	Boquillas desgastadas	30
08-07-2017	Eléctrica	Electrodo roto	30
17-08-2017	Eléctrica	Transformador en mal estado	30
18-09-2017	Mecánica	Bomba Averiada	30
27-09-2017	Eléctrica	Fusibles quemados	16
30-10-2017	Mecánica	Falta de combustible	25
11-11-2017	Eléctrica	Fallo Electro válvula	20
12-12-2017	Mecánica	Filtros sucios	15
23-12-2017	Eléctrica	Contactos Flojos	10

²⁰ DECRETO N° 10 MINSAL art. 5: “Libro de vida de la caldera”

TOTAL DE PARO POR AVERIAS: **331 min (5.52h).**

Además se toma en cuenta los tiempos utilizados para mantenimiento:

TABLA 5-5. TIEMPOS PARA MANTENIMIENTO DEL QUEMADOR

TIEMPOS DE PARO PARA MANTENIMIENTO	
Actividad	Tiempo x frecuencia = Total (h)
Revisión Mecánica	3 x 6 = 18
Revisión Eléctrica	3 x 6 = 18
Revisión en funcionamiento	2 x 4 = 8
Reparación Pequeña	5 x 1 = 5
Filtros	1 x 53 = 53

TOTAL DE PARO POR MANTENIMIENTO: **102 h**

Se tiene previsto que el quemador esté disponible las 24h en todo

el año HORAS PREVISTAS: **8760h**

TASA DE FALLOS ANUAL

$$\lambda = \frac{\text{numero de fallos}}{\text{Duración}}$$

$$\lambda = \frac{15}{8760} = 0.00712 \text{ fallos/h}$$

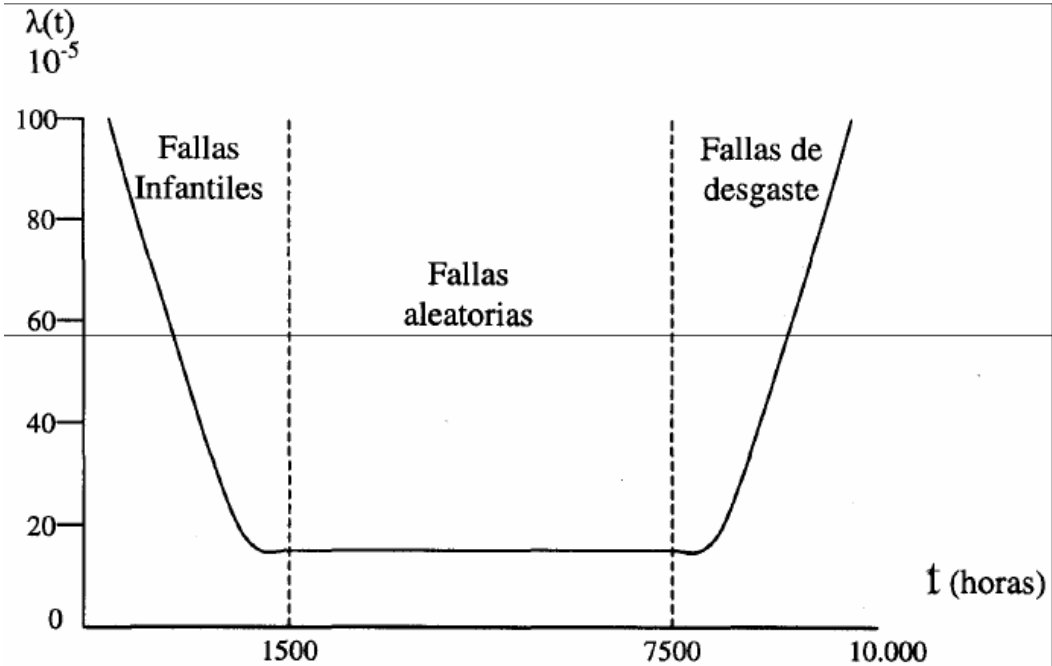


Fig. 5-6. Curva de la bañera del quemador

Podemos observar que la tasa de fallos tiende a cero en los últimos años este se ha mantenido casi constante por lo que las frecuencias de mantenimiento se encuentran bien definidas ya que las averías producidas en su mayoría no es por falta de mantenimiento sino por los procedimientos o desconocimiento de calibraciones por el personal del mantenimiento.

TIEMPO MEDIO ENTRE FALLOS

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

$$MTTF = \frac{1}{0.001712} = 584.12 \text{ h}$$

¿Cuál es la probabilidad de que el quemador falle en el año?

Para este cálculo utilizamos la in fiabilidad.

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda \cdot t}$$

$$F(t) = 1 - e^{-(0.001712)(1)}$$

$$F(t) = 0.0018$$

Es decir que la probabilidad que falle el equipo es de 0.1%

¿Cuál es la fiabilidad del quemador en el año?

$$R(t) = e^{-\lambda \cdot t}$$

$$R(t) = e^{-(0.001712)(1)}$$

$$R(t) = 0.99$$

Es decir que la fiabilidad de equipo es de 99%

¿Cuál es la disponibilidad del quemador?

$$D = \frac{TO - \sum TA}{TO}$$

TO= tiempo requerido

TA= tiempos de paro + tiempos por mantenimiento

$$D = \frac{8760h - 107.52h}{8760h}$$

$$D = 0.98$$

Es decir que la disponibilidad es del 98%

CAPITULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- La programación del mantenimiento preventivo ha sido mejorado en procedimientos y en muchos de los casos en frecuencias incrementando así la disponibilidad de los equipos en este caso el quemador Baltur es un equipo crítico y su mantenimiento exige el cumplimiento de los procedimientos a más de un trabajo eficaz al momento de realizarlos. El incremento de la producción exige tener una disponibilidad de al menos el 90% de ahí la necesidad de realizar un estudio de análisis de averías de los equipos e implementación de índices de gestión de mantenimiento y así a largo plazo aplicar los mismos pasos con todos los equipos existentes en la Sección de mantenimiento de la escuela militar en especial la sala de calderas de este instituto.
- A los cambios propuestos en la programación de mantenimiento se debe realizar continuas capacitaciones al personal de mantenedores para obtener buenos resultados en Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad del quemador.
- El presente trabajo demuestra que realizar un análisis de averías ayuda a la resolución rápida a posibles fallos del quemador
- Con las calibraciones recomendadas para el funcionamiento del quemador se obtiene: buena combustión, temperaturas óptimas de trabajo en un menor tiempo evitando pérdidas de calor en la caldera para obtener un producto de buena calidad. Con las frecuencias y procedimientos de mantenimiento propuestos se alcanza un correcto funcionamiento del quemador, aumenta la vida útil del equipo y reduce los tiempos de paro.
- Al realizar la ficha de averías por cada componente del quemador facilitó un rápido análisis para encontrar las raíces de posibles fallos del equipo.
- Con el formato 5 pasos se elimina problemas repetitivos, además realizado este análisis se encuentra con facilidad el motivo por el cual se presentó la falla y llevar un control de funcionamiento del quemador.
- El plan de mantenimiento preventivo propuesto alarga la vida útil del quemador reduciendo paros imprevistos en la producción, optimiza la fiabilidad y por ende la disponibilidad del equipo.

6.2 RECOMENDACIONES

- Implementar formatos: 5 pasos, análisis de averías, check list, bloqueo y etiquetado de los equipos a más de un historial del quemador.
- Aplicar todos los procedimientos al momento de realizar mantenimiento en el quemador
- Bloquear y etiquetar por seguridad el quemador al momento de realizar mantenimiento.
- Realizar los cálculos fiabilidad, disponibilidad del quemador para planificaciones de producción.
- Mantener la efectividad de mantenimiento para alargar la vida útil del equipo.
- Limpiar y/o cambiar filtros de combustible semanal antes del arranque del quemador para no tener problemas de funcionamiento del quemador.
- Continuar con el plan de mantenimiento preventivo aplicado al quemador.
- Aplicar un análisis de averías en todos los equipos de la sección mantenimiento.
- Realizar índices de gestión de mantenimiento para un control de funcionamiento del equipo.

BIBLIOGRAFÍA

J. Díaz Navarro : “Diagnóstico Técnico Y Mantenimiento Predictivo

J. Mothes- J. Torrens-Ibern, “Estadística Aplicada A La Ingeniería”, Ediciones Ariel

Jezdimir Knezevic: ”Fiabilidad”

GENERAL MOTORS: “ Mantenimiento – Uso E Implementación”

Ed. Marcombo S.A.: “Fiabilidad Y Seguridad”,

Ricardo García: “Quemadores”

J. Díaz Navarro: “Análisis De Averías”,

BURNERS: “Manual De Uso Y Mantenimiento De Quemadores”,

JOSÉ MANUEL CASAS: “Optimización En La Generación De Vapor En Calderas Piro tubulares”,

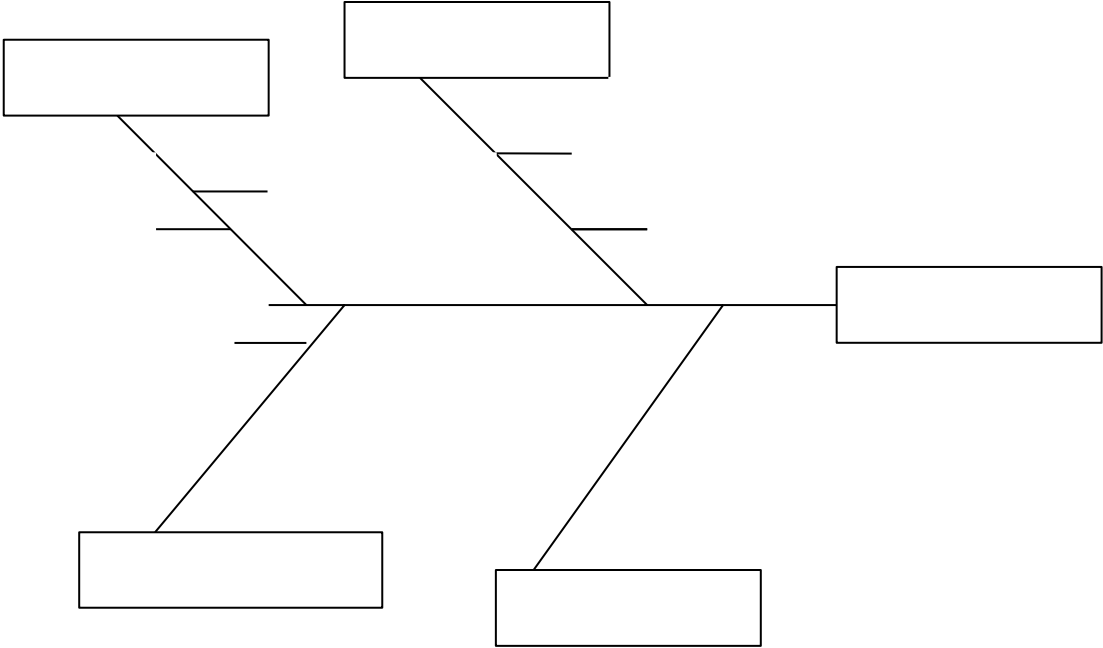
Manual De Instrucciones Para La Instalación, El Uso Y El Mantenimiento quemadores Baltur

Decreto N°10 Ministerio De Salud

Reglamento De Caldera Y Generadores A Vapor Dto 48 Minsal De 1984

ANEXOS

ANEXO 1

FORMATO 5 PASOS	
Paso 1. Problema: Fecha: Responsable	
Lugar: Ubicación:	
Paso 2.	
Lluvia de ideas	Sistema Porque – Porque?
Causa-Efecto 	

Paso 3. Causa del Problema: Solución del Problema: Fecha: Responsable:
Paso 4. Cumplimiento: (25,50,75,100)%
Paso 5. Fecha de cumplimiento: Aprobado por:

ANEXO 2

FICHA ANÀLISIS DE AVERÌAS			
Fecha:		Realizado por:	
IDENTIFICACIÒN			
Maquina:		Código:	
Elementos asociados:		Función:	
CALIFICACIÒN CRITICIDAD:			
Crítica _		Importante _	Poco importante _
Normal _			
AVERÌA NATURALEZA:			
Mecánica _		Electrónica _	Neumática _
Eléctrica _		Hidráulica _	Otros _
TIPO DE FALLO			
Progresivo		Parcial _	Degradación _
Súbito _		Total _	Cataléptico _
Evidente _		Oculto _	Múltiple _
CONSECUENCIAS			
PRODUCCIÒN	INMOVILIZACIÒN	SEGURIDAD MEDIO	AMBIENTE
Sin concec. _	Breve _	Sin daños pers. _	Ninguno _
Bajo rendim. _	Largo _	Posible lesión _	Bajo _
Parada _	Muy largo _	Riesgo grave _	Alto _
COSTO DIRECTO	FRECUENCIA	CALIFICACIÒN	GRAVEDAD
Bajo _	Ocasional _	Menor _	Crítico _
Medio _	Frecuente _	Significativo _	Catastrófico _
Alto _	Muy frecuente _		
DIAGNÒSTICO			
CAUSAS INTRÌNSECAS		CAUSAS EXTRÌNSECAS	
FALLO DEL MATERIAL _		Mala utilización _	
Desgaste _		Accidente _	
Corrosión _		No respetar instrucciones _	
Fatiga _		Falta procedimientos escritos _	
Desajuste _		Error procedimientos _	
Otras: _		Falta de limpieza _	
Mal diseño _		Coordinación _	
Mal montaje _		Organización/Gestión _	
Mal mantenimiento _		Otras causas externas _	
SOLUCIÒN			
Para resolver la avería:			
Para evitar su repetición:			
APROBADO POR:		CONTROLADO POR:	

ANEXO 3

ORDENES DE TRABAJO SEMANA:_____ Del:_____ al:_____				
Elemento	Mantenimiento	Tiempo (h)	Responsable	Fecha
Observaciones: Aprobado Por:				

ANEXO 4

TIEMPOS DE PARO			
Lugar:			
Equipo:			
Fecha	Tipo de Falla	Descripción	Total (min)

.....

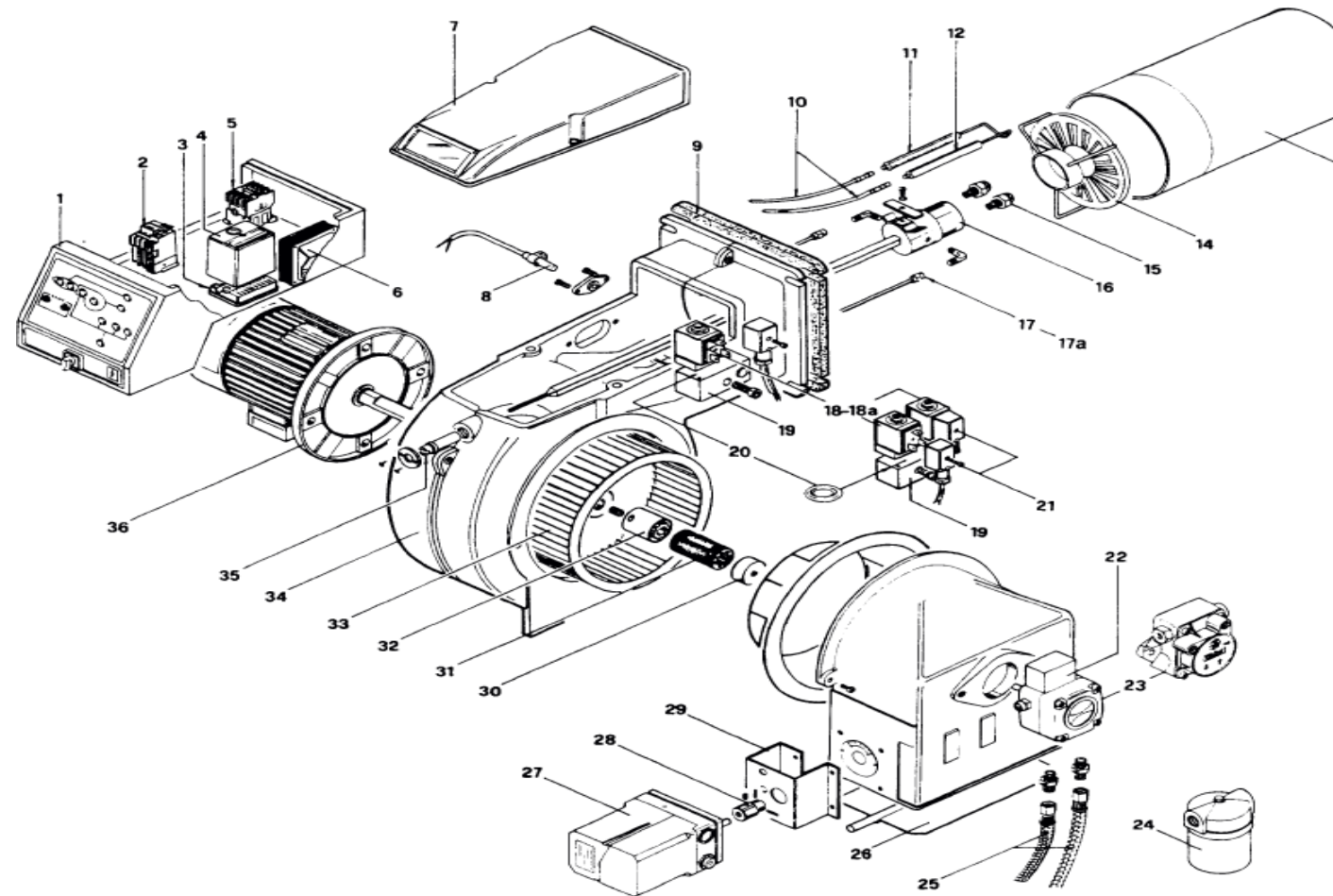
Aprobado por:

.....

Controlado por

ANEXO 5

DESPIECE DEL QUEMADOR BALTUR



POSICION	NOMBRE
1	CENTRALITA
2	TERMICO
3	BASE EQUIPO
4	EQUIPO
5	INTERRUPTOR
6	TRANSFORMADOR DE ENCENDIDO
7	CAPEUZA
8	SENSOR OTICO
9	JUNATA
10	CABLES DE ENCENDIDO
11	ELECTRODO 1
12	ELECTRODO 2
13	BOQUILLA
14	DIFUSOR
15	INYECTOR
16	PORTA INYECTOR
17	TUBO DE GASOLEO 1
17 A	TUBO DE GASOLEO 2
18	ELECTROVALVULA
18 A	BOBINA DE ELECTROVALVULA
19	DISTRIBUIDOR
20	ANILLO
21	ELECTROVALVULA 2
22	BOBINA DE LA BOMBA
23	BOMBA
24	FILTRO
25	TUBOS FLEXIBLES
26	CORREDERA DE AIRE
27	SERVOMANDO
28	UNION
29	LEVAS SERVOMANDO
30	JUNTA LADO BOMBA
31	CUERPO TUBULAR
32	JUNTA LADO VENTILADOR
33	VENTILADOR
34	ROSCA
35	TORNILLO
36	MOTOR ELECTRICO

