

Universidad de La Laguna
Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología



Trabajo Fin de Grado

Plan de mantenimiento de una Sala de Calderas

Alumno: Juan Manuel Guanche Ravelo

Tutor interno: Sergio Elías Hernández Alonso

Tutor externo: Germán C. González Rodríguez

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Septiembre 2016

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍA**

TITULACIÓN:

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y
AUTOMÁTICA.

MEMORIA DESCRIPTIVA

TÍTULO:

PLAN DE MANTENIMIENTO DE UNA SALA DE
CALDERAS.

AUTOR:

JUAN MANUEL GUANCHE RAVELO

INDICE GENERAL

1. RESUMEN	10
1. ABSTRACT	11
2. Aspectos Generales.....	13
2.1. Objeto.....	13
2.1.1. Objetivo técnico.....	13
2.1.2. Objetivo académico	13
2.2. Peticionario	14
2.3. Aportación	14
2.4. Antecedentes Mantenimiento	14
2.4.1. Mantenimiento Predictivo	15
2.4.2. Mantenimiento Preventivo	16
2.4.3. Mantenimiento Correctivo.....	16
2.5. Emplazamiento	16
2.6. Proceso en el que está integrado	18
2.7. Esquemas de principio de funcionamiento de la Sala de calderas.....	18
2.8. Fuentes utilizadas.....	19
2.8.1. Disposiciones legales.....	19
2.8.2. Normas UNE	19
2.8.3. Bibliografía.....	21
3. Descripción técnica de cada elemento.....	23
3.1. Sistema de tratamiento de agua	23
3.1.1. Introducción a los sistemas de agua en calderas.....	23
3.1.2. Descripción general de los sistemas de suministro de agua	24
3.1.3. Características del sistema actual de descalcificación.....	26
3.2. Instalaciones de vapor.....	27
3.2.1. Generación de vapor.....	27
3.2.2. Distribución de vapor.....	32
3.2.2.1 Colector de alta presión	32
3.2.2.2. Colector de baja presión	33
3.2.2.3. Líneas de distribución.....	34

3.2.3 Retorno de condensado	34
3.2.3.1. Descripción general del funcionamiento	34
3.2.3.2. Las líneas de retorno de condensados	35
3.2.3.3. Depósito de condensados en la zona de producción.....	35
3.2.3.4. Depósitos de condensado en la zona de calderas	36
4. Cuadro guía para realización del mantenimiento preventivo	39
5. Operaciones de Mantenimiento Planificadas, Inspecciones Técnico Legales	50
5.1. Breve introducción.....	50
5.2. Descripción de maniobras.....	50
5.2.1. Nivel A: Inspección en servicio. (Anual)	50
5.2.2. Nivel B: Inspección fuera de servicio (3 años).....	53
5.2.3. Nivel C: Inspección fuera de servicio con prueba de presión. (6 años)	54
6. Mantenimiento Tratamiento de Agua.....	57
6.1. Objeto del Tratamiento de Agua.....	57
6.2. Mantenedor	57
6.3. Equipos y herramientas.....	58
6.4. Mantenimiento por Mantenedora Externa	60
6.4.1. Mantenimiento diario	60
6.4.2. Mantenimiento mensual	60
6.5. Mantenimiento por Personal Lavandería	61
6.5.1. Mantenimiento diario	61
7. Mantenimiento Preventivo	65
7.1. Breve introducción.....	65
7.2. Agente	65
7.3. Equipos y herramientas.....	65
7.4. Bitácora de Operación y Mantenimiento	66
7.5. Mantenimiento diario.....	66
7.5.1. Descripción de operaciones	66
7.6. Mantenimiento Semanal	67
7.6.1. Descripción de operaciones	67
7.7. Mantenimiento Quincenal.....	68
7.7.1. Descripción de operaciones	68
7.8. Mantenimiento Mensual	69
7.8.1. Descripción de operaciones	69
7.8. Mantenimiento Anual	70

7.8.1. Descripción de operaciones	70
8. Mantenimiento preventivo de la red de distribución interior de vapor de la Sala de Calderas	74
8.1. Agente	74
8.2. Equipos y herramientas.....	74
8.3. Mantenimiento diario.....	74
8.4. Mantenimiento mensual.....	75
8.5. Mantenimiento trimestral.....	75
8.6. Mantenimiento anual	76
9. Mantenimiento Predictivo Empresa Externa.....	78
9.1. Breve introducción.....	78
9.2. Mantenedor	78
9.3. Mantenimiento Anual Empresa Externa.....	78
9.3.1. Inspecciones boroscópicas.....	78
9.2.2. Análisis de vibraciones.....	79
9.2.3. Análisis de humos de escape	80
9.2.4. Termografías.....	81
9.2.5. Análisis de ultrasonidos.....	82
9.2.6. Análisis de aceites y combustible.....	82
10. Mantenimiento Correctivo.....	85
10.1. Breve introducción.....	85
10.2. Agente	85
10.3. Equipos y herramientas.....	85
10.4. Sistema de agua	85
10.5. Sistema de combustible	88
.....	92
10.6. Sistema eléctrico	93
11. Recursos Humanos	99
11.1. Organización del personal	99
12. CONCLUSIÓN	103
12. CONCLUSION	104
13. Planos.....	114
14. Anexo Manual Mantenimiento Componentes.....	121

INDICE FIGURAS Y TABLAS

Figura I. Distribución Plan de Mantenimiento.....	14
Figura II. Distribución en planta de la Lavandería.....	21
Figura III. Distribución en planta Sala de Calderas.....	22
Figura IV. Esquema funcionamiento.....	23
Figura V. Esquemas del proceso de suministro de agua.....	30
Figura VI. Descalcificador primario.....	31
Figura VII. Descalcificador secundario.....	31
Figura VIII. Funcionamiento caldera acuotubular.....	33
Figura IX. Caldera acuotubular.....	36
Figura X. Generador de vapor CLAYTON.....	36
Figura XI. Colector de vapor situado en la sala de calderas.....	38
Figura XII. Depósito de condensado vertical.....	41
Figura XIII. Descalcificador pequeño.....	42
Figura XIV. Colocación de boquillas en el quemador.....	72
Figura XV. Válvula de purga automática.....	73
Figura XVI. Bitácora 1.....	79
Figura XVII. Bitácora 2.....	80
Figura XVIII. Organigrama de la Lavandería.....	108
Tabla I. Características Agua de las Calderas.....	29
Tabla II. Cuadro con las características de las calderas.....	37

Tabla III. Cuadro guía para la realización del Plan de mantenimiento.....	44-53
Tabla IV. Consumos de agua.....	67
Tabla V. Consumo de sacos, dureza y regeneraciones.....	67
Tabla VI. Analítica Características del Agua.....	68
Tabla VII. Fallos en humos de escape.....	89-90
Tabla VIII. Fallos más comunes en el sistema de agua.....	95-97
Tabla IX. Fallos más comunes en el sistema de combustible.....	97-101
Tabla X. Fallos más comunes en el sistema eléctrico.....	102-106

PLAN DE MANTENIMIENTO

Subcapítulo 1: Resumen

1. RESUMEN

El objetivo del presente Trabajo Fin de Grado ha sido confeccionar un plan de mantenimiento de la principal sala de máquinas de un centro industrial, con la intención de minimizar la indisponibilidad de los elementos de la misma y alargar su vida útil.

Los fabricantes de componentes industriales proporcionan manuales técnicos en los que especifican procedimientos de mantenimiento a aplicar en los elementos que suministran. Pero dichas operaciones siguen criterios estandarizados, que no suelen contemplar las condiciones de implantación, y tampoco las características del usuario (caracteres del equipamiento industrial, régimen de funcionamiento, etc...).

Es por ello, que este documento ha tratado de establecer un procedimiento adecuado al entorno en el que esta la sala de máquinas y a las características de funcionamiento de la industria a la que sirve.

La sala de máquinas sobre la que se ha desarrollado el trabajo aloja el equipamiento para la generación de vapor de una lavandería industrial. El sistema de producción de vapor está compuesto principalmente por los siguientes subsistemas:

- Tratamiento de agua
- Calderas Acuotubulares
- Colectores de distribución
- Colectores de condensado

Cada uno de estos subsistemas dispone de múltiples elementos, por lo que compatibilizar intervenciones de mantenimiento en función de sus características constructivas y funcionales requiere una planificación importante.

Por tanto, el trabajo principalmente ha consistido en elaborar planes de trabajo óptimos que a la vez tengan en cuenta la cobertura productiva del centro industrial.

1. ABSTRACT

The purpose of this Final Project has been drawing up a maintenance plan of the main engine room of an industrial center, intended to minimize the unavailability of the elements of it and extend its life.

Manufacturers of industrial components provide technical manuals that specify maintenance procedures to be applied in the items supplied. But such operations are standardized criteria, which are not contemplate the conditions of implementation, nor the characteristics of the user (characters of industrial equipment, operating system, etc...).

It is for this reason that this document has tried to establish an appropriate procedure to the environment in which this engine room and the operating characteristics of the industry it serves.

The engine room on which work has developed houses the equipment for steam generation an industrial laundry. The steam system is mainly composed of the following subsystems:

- Water treatment
- Watertube Boilers
- Distribution manifolds
- Condensate collectors

Each one of these subsystems has multiple elements, so compatible maintenance interventions based on their constructive and functional characteristics requires significant planning.

Therefore, work has mainly consisted in developing plans optimal work while taking into account the coverage productive industrial center.

PLAN DE MANTENIMIENTO

Subcapítulo 2: Aspectos generales

2. Aspectos Generales

2.1. Objeto

2.1.1. Objetivo técnico

El objeto de este Trabajo Fin de Grado es realizar e implantar un plan de mantenimiento en una sala de calderas de una Lavandería Industrial Hospitalaria. El vapor es el recurso más importante de la industria ya que se utiliza para tareas de lavado, secado y planchado, por ello el equipamiento que lo produce se deberá mantener en buenas condiciones con el fin de mejorar y aumentar la disponibilidad de la instalación y reducir el coste de futuras averías que tenga impacto en la producción.

El plan facilitará poder centrar los recursos disponibles en la mejora de los procesos para actuar más en modo programado y menos en intervenciones correctivas, ello implicara un ahorro significativo pues se minimizaran las perdidas por indisponibilidad de la instalación.

Para la ejecución del Trabajo de Fin de Grado se aplicaran diferentes técnicas de mantenimiento disponibles actualmente en la industria y seleccionando la de mayor interés para la instalación, teniendo en cuenta todos los factores que afecten a la sala de calderas.

No se dispone de un plan de mantenimiento integral del conjunto de elementos de la sala de calderas, por lo que será objeto del trabajo la elaboración de un documento que contemple simultáneamente el mantenimiento de todos los componentes de la sala.

2.1.2. Objetivo académico

Superar la asignatura Trabajo Fin de Grado para la adquisición del título Ingeniero de Grado en Electrónica Industrial y Automática, consiguiendo así la posterior habilitación para el ejercicio de la profesión, cumpliendo con los requisitos establecidos

en el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, y la Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero.

2.2. Peticionario

Datos:

Nombre: Universidad de La Laguna.

Domicilio Social: Av. Astrofísico Fco. Sánchez, s/n.

Municipio: San Cristóbal de La Laguna.

Provincia: Santa Cruz de Tenerife.

2.3. Aportación

En el mercado se dispone de muchos protocolos de mantenimiento industrial, pero éstos en todo caso son estándares que luego es necesario adecuar al entorno sobre el que se van a aplicar. Por ello, he estudiado los procedimientos más eficientes dentro del marco específico de la Sala de Calderas, objeto del presente TFG, Por tanto, el trabajo principalmente ha consistido en elaborar planes de trabajo óptimos que a la vez tengan en cuenta la cobertura productiva del centro industrial utilizando los recursos humanos disponibles, cumpliendo los requisitos mínimos que la legislación industrial exige, y teniendo como referencia básica la normativa de seguridad laboral.

2.4. Antecedentes Mantenimiento

Un plan de mantenimiento es según la definición de la Norma UNE EN 13306:2011 “el conjunto estructurado y documentado de tareas de mantenimiento programado, en el que se realiza a una serie de equipos una planta, que regularmente no son todos y en donde aparecen las actividades, los procedimientos, los recursos y la duración necesaria para realizar el mantenimiento.”

Si bien los fabricantes definen procedimientos estándar de mantenimiento para la máquinas que salen al mercado, la implantación de las mismas en ubicaciones determinadas, con funcionamientos diversos, principales o secundarios, continuos o temporales, con regímenes de actividad altos, medios o bajos, con condiciones del entorno también diferentes (temperatura, humedad, partículas en el ambiente...) generan necesidades distintas desde el punto de vista preventivo. Las intervenciones de mantenimiento se pueden dividir tal y como se indica en la figura I.



Figura I. Distribución Plan de mantenimiento

2.4.1. Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo según la norma UNE-EN 13306:2011 se define como “el mantenimiento basado en condición que incluye una combinación de monitorización de la condición y/o la inspección y/o los ensayos, análisis y las consiguientes acciones de mantenimiento.” Consiste en emplear técnicas que predigan las averías de un elemento: termografías, análisis de vibraciones, etc. Este aspecto es especialmente importante en las instalaciones de fabricación, en las que una hora de funcionamiento de una máquina importante se traduce en unas pérdidas importantes de ingresos.

2.4.2. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo según la norma UNE-EN 13306:2011 se define como “el mantenimiento predeterminado o sistemático que se realiza de acuerdo con intervalos de tiempo establecidos o con un número definido de unidades de funcionamiento, pero sin investigación previa de la condición.” Se trata del mantenimiento preventivo actual se lleva a cabo siguiendo las recomendaciones de los fabricantes y por el obligado cumplimiento de las normativas vigentes de dicha instalación.

2.4.3. Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo según la norma UNE-EN 13306:2011 se define como “el mantenimiento ejecutado después del reconocimiento de una avería y destinado a llevar un elemento a un estado en el que pueda desarrollar una función requerida.”

Dentro del cual se subdivide en dos tipos que se definen como “el mantenimiento inmediato o urgente, que es el mantenimiento correctivo que se realiza sin dilación después de detectarse una avería, a fin de evitar consecuencias inaceptables.” Hoy en día lo llevan a cabo mantenedores especializados, en muchos casos empresas autorizadas por el propio fabricante del equipo.

Y por el segundo tipo se define como “el mantenimiento correctivo diferido o programable, término con el que nos referimos al mantenimiento correctivo que no se realiza inmediatamente después de detectarse una avería, sino que se retrasa de acuerdo con reglas dadas.”

2.5. Emplazamiento

La ubicación del edificio destinado al desarrollo del Trabajo de Fin de Grado donde está la Sala de Calderas se encuentra en la provincia de Santa Cruz de Tenerife, en el Hospital Universitario de Canarias, el cual se especifica el lugar con detalle en el plano de situación que se adjunta en el presente Trabajo Fin de Grado, plano número uno.

La Sala de Calderas objeto de la presente Memoria está ubicada en la parte trasera del Hospital, en un edificio industrial destinado a Lavandería construido en tres alturas, con dos locales anexos para la producción de los suministros de vapor y aire comprimido, que están a nivel de la vía que lo rodea, como vemos en la figura II.

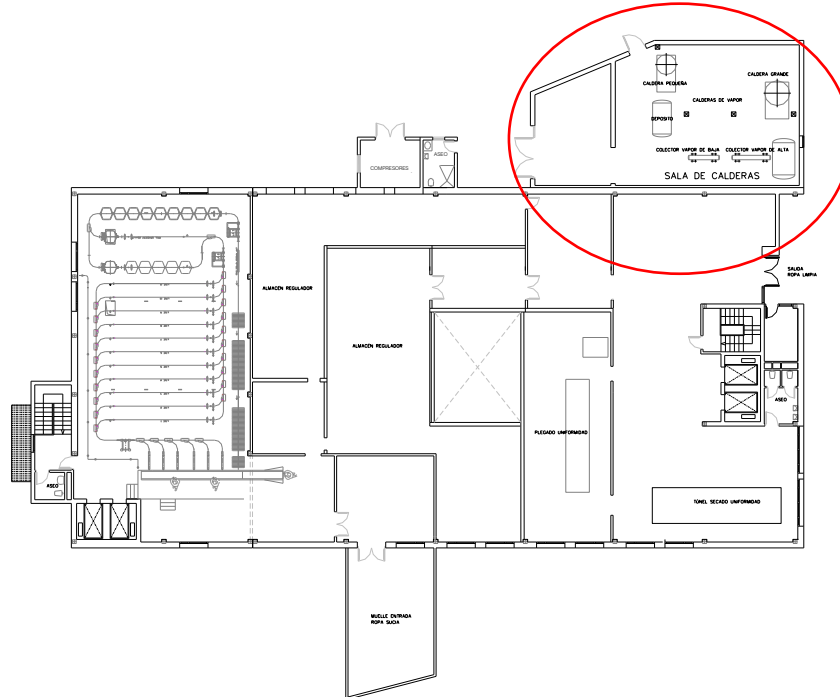


Figura II. Distribución en planta de la Lavandería

La Lavandería Centralizada dispone de una central térmica para la producción de vapor en una sala de uso exclusivo para la misma. Está situada en el edificio de dicho centro industrial, y tiene acceso independiente y directo a la vía exterior. La estructura de la edificación es metálica y los cerramientos están fabricados en hormigón, siendo la cubierta desmontable y liviana. La sala es de forma rectangular tiene una superficie de 18 m², y una altura de 6 metros, está distribuida como se ve en la figura III.

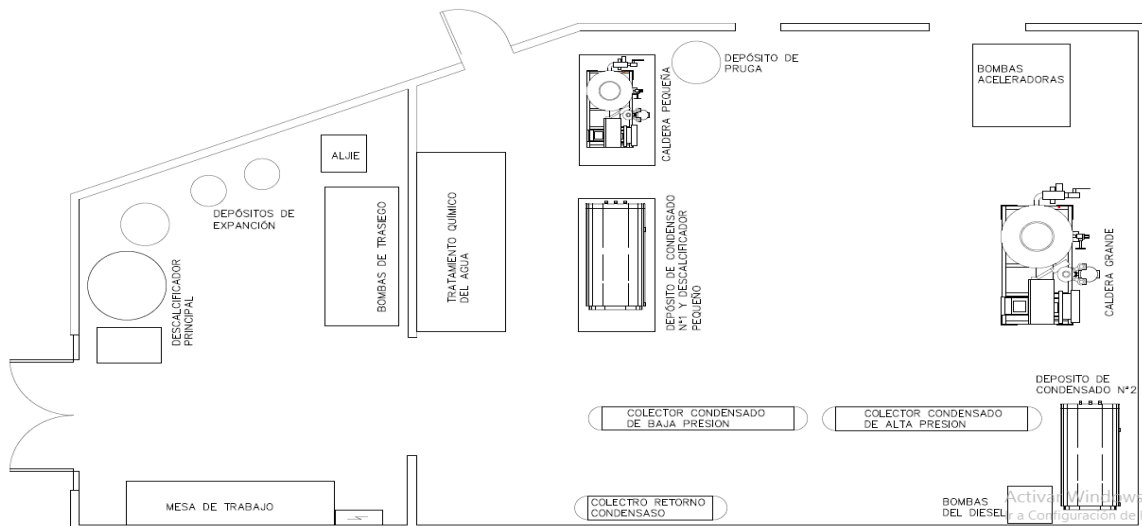


Figura III. Distribución en planta Sala de Calderas

2.6. Proceso en el que está integrado

La sala de calderas objeto del presente trabajo de fin de grado forma parte de una Lavandería Hospitalaria que sirve a los dos hospitales referencia del área de Salud de Tenerife. Debido al volumen de ropa y la importancia de la actividad en el proceso de asistencia sanitaria (lavado, secado y planchado), la sala de calderas debe estar en un estado óptimo el mayor tiempo posible para cumplir con las entregas programadas a los hospitales referidos.

En la industria el uso de las calderas de vapor son indispensables para la mayoría de las tareas, siendo el equipamiento esencial del centro.

Se dispone de cuatro elementos principales para la realización de las labores que son la parte del tratamiento de agua (Descalcificadores), la generación de vapor (Calderas), la distribución del vapor (Colectores) y el retorno de condensado (líneas de retorno y depósitos).

2.7. Esquemas de principio de funcionamiento de la Sala de calderas

El esquema de principio de funcionamiento de las calderas de vapor en la Lavandería se expone en la figura IV:

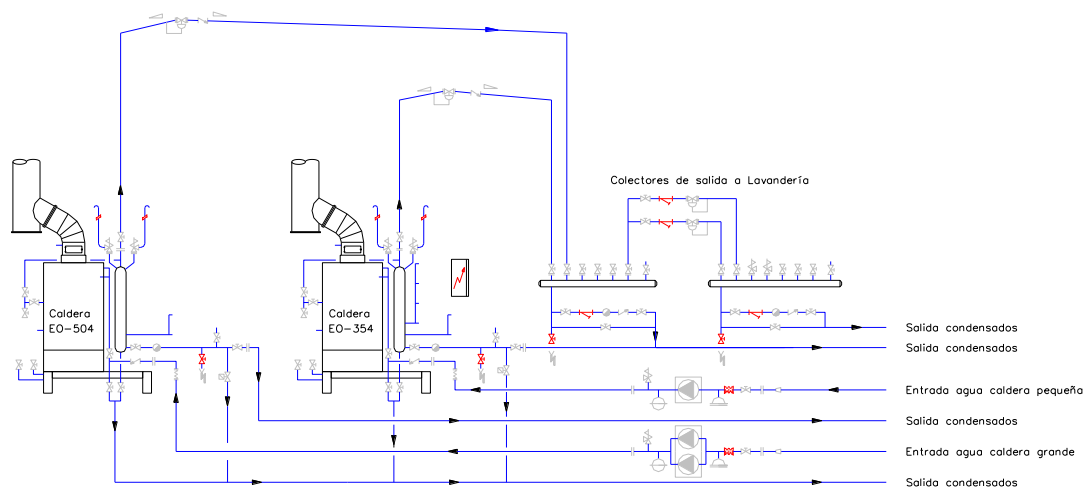


Figura IV. Esquema funcionamiento

En el mismo se puede observar como los dos generadores de vapor pueden servir a todos los circuitos de distribución, pero sólo en modo alternativo, esto quiere decir que la caldera EO-504, que es la principal, la cual trabaja en los periodos de producción ordinarios, pero nunca a la vez que la caldera secundaria EO-354, la cual solo se utiliza cuando los regímenes de trabajo son bastante bajos o cuando la caldera principal le ocurre una avería y/o se encuentra en mantenimiento.

La alimentación de agua a ambas calderas se realiza desde dos depósitos atmosféricos de 3.000 litros cada uno, que recogen los condensados de toda la instalación. Dichos depósitos además de recibir los condensados del retorno de la instalación de distribución, se les suministra agua fría que ha pasado por dos procesos de descalcificación, uno previo de reducción general del nivel de dureza y otro de ajuste fino. Además el agua fría es tratada en continuo por medio de dosificadores de productos químicos para regular el PH y la conductividad.

Por otro lado se dispone en la citada sala de dos colectores de salidas de distribución de vapor, uno a alta presión a 12 bar y otro a baja presión 5 bar.

2.8. Fuentes utilizadas

2.8.1. Disposiciones legales

Real Decreto 2060/2008 de 12 de diciembre, Reglamento de Equipos a presión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. BOE nº31 05/02/2009

Reglamento de Equipos a Presión, RD 2060/2008, 7 de mayo, anexo ETC-EP1

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE nº97 23/04/1997

2.8.2. Normas UNE

UNE-EN 13269:2007 Mantenimiento. Guía para la preparación de contratos de Mantenimiento.

UNE-EN 13306:2011 Mantenimiento. Terminología del mantenimiento.

UNE-EN 13460:2009 Mantenimiento. Documentos para el mantenimiento.

UNE-EN 15341:2008 Mantenimiento. Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento.

UNE-EN 15628:2008 Mantenimiento. Cualificación del personal de mantenimiento.

UNE-EN 151001:2011 Mantenimiento. Indicadores de mantenibilidad de dispositivos industriales. Definición y evaluación.

UNE 9-001: 1987, Calderas. Términos y definiciones.

UNE 9-103: 1985, Calderas. Revisiones periódicas.

UNE 9-310: 1992, Instalaciones transmisoras de calor mediante líquido diferente al agua.

UNE 123001:2005+UNE 12301:2005/1M: 2006, Cálculo y diseño de chimeneas metálicas. Guía de aplicación.

UNE EN 12952-7:2003, Parte 7: Requisitos para los equipos de la caldera.

UNE-EN 12952-8:2003, Parte 8: Requisitos para los sistemas de combustión de los combustibles líquidos y gaseosos de la caldera.

UNE-EN 12952-9:2003, Parte 9: Requisitos para los sistemas de combustión de los combustibles sólidos pulverizados para la caldera.

UNE-EN 12952-12:2004, Parte 12: Requisitos para la calidad del agua de alimentación y del agua de la caldera.

UNE-EN 1293-6:2003, Parte 6: Requisitos para el equipo de la caldera.

UNE-EN 12953-7:2003, Parte 7: Requisitos para los sistemas de combustión de combustibles líquidos y gaseosos para la caldera

UNE-EN 12953-10:2004, Parte 10: Requisitos para la calidad del agua de alimentación y del agua de la caldera.

UNE-EN 12953-12 Agua de alimentación y de caldera

2.8.3. Bibliografía

2.8.3.1 Libros consultados

Ingeniería del mantenimiento: Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial. Santiago García Garrido (2013) Editorial: Renovetec.

Operados de calderas industriales, Ministerio de industria, comercio y turismo. (1992)

2.8.3.2 Páginas web consultadas

<http://ingenieriadelmantenimiento.com>

<http://puingenyindustrial.blogspot.com.es>

<http://www.operacionymantenimiento.com>

PLAN DE MANTENIMIENTO

Subcapítulo 3: Descripción técnica de cada elemento

3. Descripción técnica de cada elemento

3.1. Sistema de tratamiento de agua

3.1.1. Introducción a los sistemas de agua en calderas

El agua que se introduce en la caldera, para ser convertida en vapor, recibe el nombre de agua de alimentación. Si se trata de condensado que es recirculado, habrá pocos o ningún problema con el agua; pero si el agua es cruda, habrá necesidad de liberarla de oxígeno, precipitados, sales disueltas, sustancias incrustantes y demás elementos contaminantes. La presencia de elementos que provocan la formación de incrustaciones, espumas o arrastres de agua con el vapor afectara desfavorablemente el funcionamiento de la caldera.

Las principales características del agua para las calderas son las siguientes:

- **Dureza**
Indica la concentración de sales cálcicas y magnésicas del agua. Se expresa en miligramos por litro del contenido de sales de Ca y Mg expresados como CO_3Ca .
- **Alcalinidad total (m)**
Expresa la concentración de carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos, silicatos y fosfatos disueltos en el agua.
- **Alcalinidad parcial**
Expresa la concentración de hidróxidos y la mitad del contenido de carbonatos disueltos en el agua.
- **Salinidad (TSM)**
Expresa la concentración de sales disueltas en el agua.
- **Turbiedad**
Expresa la concentración de materias en suspensión, coloidal o no, en el agua.
- **Conductividad eléctrica**
Mide la propiedad del agua de conducir la corriente eléctrica entre dos electrodos sumergidos. Expresa la concentración en gases y sales ionizadas.
- **pH**
Expresa el grado de acidez o de alcalinidad del agua.

Los valores límites del agua que deberá circular por las calderas serán, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- a) Características del agua de alimentación disponible
- b) Consecuencias de la salinidad
- c) Características generales del vapor suministrado
- d) Pureza del agua de alimentación

Calderas de circulación forzada						
Presión Kgf/cm ²	Salinidad mg/l	Alcalinidad total mg/l	Sólidos en suspensión mg/l	pH a 20° C	Fosfatos mg/l	Sílice mg/l
≥ 98	0,05	Ausencia	Ausencia	9,5-10,5	3	4

Tabla I. Características del agua de las calderas

Como se ha comentado anteriormente es necesario que el agua introducida en las calderas sea debidamente tratada y acondicionada para que sus características cumplan con las normas vigentes. El tratamiento básico consiste en su descalcificación o desmineralización, desgasificación y regularización del pH.

Los descalcificadores son aparatos que transforman el agua dura en agua blanda, ya que la mayoría de las aguas contienen sales minerales incrustantes que se depositan en el interior de las tuberías o de la maquinaria, disminuyendo considerablemente su eficacia. También regulan el pH añadiendo al agua de alimentación fosfato trisódico en la proporción correspondiente, además tiene la propiedad de eliminar la dureza residual que pudiera tener el agua tras el tratamiento de descalcificación al evitar que las sales se adhieran a las paredes metálicas de la caldera.

3.1.2. Descripción general de los sistemas de suministro de agua

El agua de la Lavandería Industrial Hospitalaria procede de dos empresas distribuidoras distintas, con acometidas diferentes, lo cual garantiza en caso de fallo de una de ellas, el suministro por la otra. Ambos suministros se caracterizan por una dureza elevada para el proceso industrial objeto del Trabajo Fin de Grado.

Los dos distribuidores de agua son: ENMASA (distribuidora en el término municipal de Santa Cruz de Tenerife) y TEIDAGUA (que distribuye en San Cristóbal de La Laguna).

Las dos entradas de agua indicadas anteriormente se utilizan simultáneamente, pero para tareas diferentes. Así el suministro de ENMASA sirve a:

- **Calderas (con descalcificación y tratamiento químico previo).**
- Lavadoras (con descalcificación previa)
- Túnel de lavado de 6 módulos (sin descalcificación ni tratamiento químicos previos)
- Servicios generales (sin descalcificación ni tratamiento químicos previos).

En la figura V que se muestra a continuación se representa de forma esquemática los procesos a los que se somete el agua en esta Lavandería.

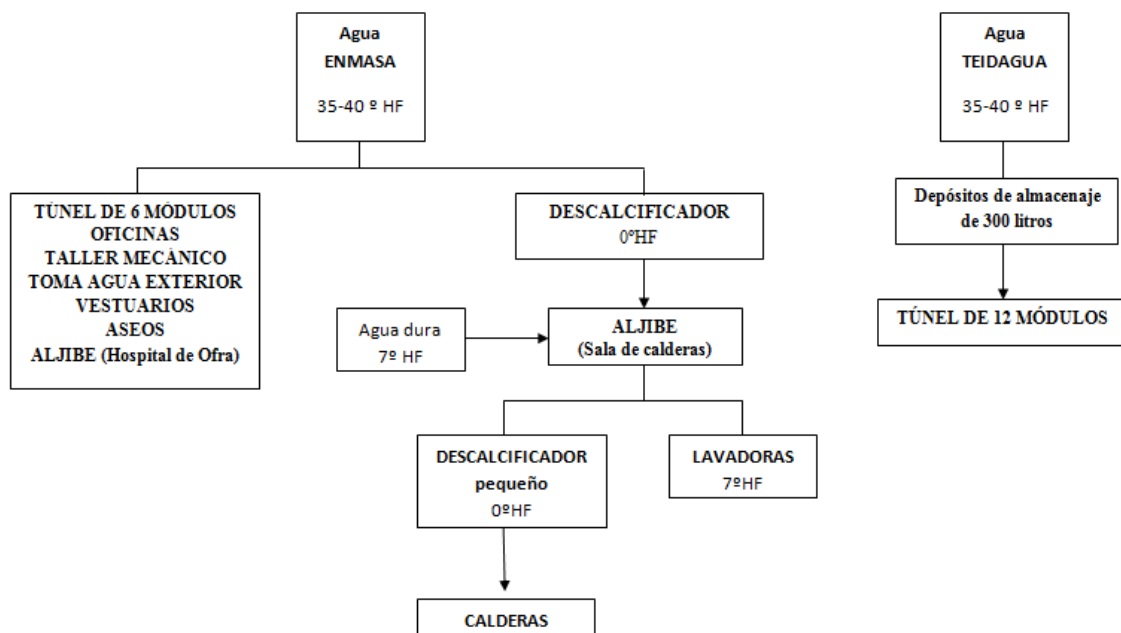


Figura V. Esquemas del proceso de suministro de agua

3.1.3. Características del sistema actual de descalcificación

El sistema actual de descalcificación, está compuesto por un descalcificador primario (ver Figura VI), que trabaja con el agua de aporte proveniente de ENMASA y suministra al Aljibe situado en la sala de calderas, como se muestra en el esquema del proceso de suministro de agua del apartado anterior, y un descalcificador secundario de ajuste fino (ver Figura VII), de menor capacidad, que trata específicamente el agua destinada a la producción de vapor de las Calderas.

El tratamiento de agua se inicia el descalcificador primario, se trata de un equipo volumétrico (regenera por volumen de agua) y sus componentes principales son:

- Botella de 700 l de resina
- Depósito de salmuera , con una capacidad de 1500 litros

El equipo señalado tiene una capacidad de producción de 55 m³ de agua cada seis horas. El agua tratada se almacena en un aljibe tiene una capacidad total de 105 m³. El agua del aljibe que se utiliza para las calderas de vapor tiene un segundo paso de descalcificación para un ajuste fino de la dureza. El descalcificador de ajuste fino tiene las características siguientes:

- Botella de 250 l de resina
- Depósito de salmuera, con capacidad de 1500 litros



Figura VI. Descalcificador primario



Figura VII. Descalcificador secundario

3.2. Instalaciones de vapor

3.2.1. Generación de vapor

3.2.1.1 Descripción general

Para la producción de vapor de la Lavandería objeto del presente Trabajo Fin de Grado se disponen dos calderas acuotubulares marca CLAYTON modelos EO-354 “Caldera pequeña” y EO-504 “Caldera grande”. La sistemática de funcionamiento de las calderas está programada en función del nivel de producción previsto, no estando en servicio de manera simultánea ambas calderas. Durante los turnos de producción denominados HUC, con productividad horaria inferior a 5.500 Kg/h, la caldera que está en servicio será la EO-354 (se describirá posteriormente), mientras que en los turnos de producción denominados HUNSC, con productividad horaria superior a 5.500 Kg/h, la caldera en funcionamiento será la EO-504 (se describirá posteriormente).

3.2.1.2. Funcionamiento y partes principales de una caldera acuotubular

En este tipo de calderas de vapor el agua o vapor pasa por el interior de los tubos mientras que los gases calientes entran en contacto por la parte exterior de estos. Se usan mayormente cuando se requiere conseguir presiones y rendimientos altos debido a que sus elevadas presiones se convierten en energía de tracción en todo su recorrido.

La circulación del agua obtiene altas velocidades por lo que podemos conseguir una transferencia eficiente de calor, por lo tanto, obtenemos una capacidad de producción de vapor elevada. El proceso de limpieza de este tipo calderas es sencillo debido a que la mayoría de incrustaciones se retiran usando dispositivos limpiadores de tubos que son activados por medio del aire o mecánicamente.

A continuación se muestra en la figura VIII una caldera sencilla con solo un tubo de agua. En el circuito de la izquierda, en el cual el calor va calentando el agua para así generar vapor y hacer que este junto con el agua se desplace hacia arriba. La mezcla de agua y vapor entra al colector en donde se intercambia por agua fría en la tubería calentada, esta viene desde la parte inferior donde se encuentra el tubo frío.



Figura VIII. Funcionamiento caldera acuotubular

Con este modo se consigue el movimiento de agua y vapor continuo en la dirección anteriormente mencionada, el recorrido siempre será el mismo en todas las calderas acuotubulares.

Ventajas:

- Genera más potencia por unidad de peso.
- Se puede arrancar rápidamente.
- Dispone de más seguridad con presiones elevadas.
- Más rendimiento.
- No explotan.

Inconvenientes:

- Costes elevados.
- Se debe tratar con agua muy pura para no dejar incrustaciones en el interior de los tubos y causen desperfectos.

Partes principales de una caldera acuotubular:

- Hogar

Es la parte de la caldera que se utiliza para quemar el combustible y de donde salen los productos de la combustión para transferir el máximo calor al agua y vapor de las calderas.

- Haz vaporizador

Se le conoce también por haz de convección, está compuesto por el haz de tubos situado en la zona de convección de la caldera. Su forma o distribución variara en función del número de domos y de la disposición geométrica de estos, así como de la incorporación de sobrecalentadores, recalentadores y economizadores a la caldera.

- Colectores

Pueden ser de sección rectangular o cilíndrica, de sección suficiente para facilitar la circulación del agua o vapor, según sea el número de tubos y diámetros que conecte, llevan agujeros o taladros para la inserción de los tubos a que van acoplados.

- Tambores y domos

Son los elementos principales de las calderas acuotubulares, interconectados por medio de tubos. Tienen la misión de almacenar agua y vapor, como no necesita tener ninguna superficie tubular de calefacción, pueden fabricarse diámetros mucho menores que los cilindros de las calderas de tubos de humo y por lo tanto pueden soportar presiones más altas.

- Fijación de tubos a tambores y colectores

Los tubos podrán fiarse a tambores y colectores mediante mandrilado, soldadura o una combinación de ambos métodos.

- Puerta de registros y expansión de gases

Todas las calderas han de estar provistas de aberturas adecuadas, en tamaño y número, para permitir su acceso para fabricación, limpieza e inspección humana.

- Economizadores.

Es una unidad generadora de vapor, representa una sección independiente de la superficie de intercambio de calor, destinada a recuperar calor de desperdicio de los gases de escape, para retornarlo en forma de calor útil, al agua de alimentación antes de que esta se mezcle con el agua que circula en el interior de la caldera. Este calor recuperado que se añade al del sistema mejora el rendimiento de la unidad.

- Sobrecalentadores

Se trata del elemento en el cual por intercambio de calor, se incrementa la temperatura del vapor saturado que viene de la caldera, se compone de un sistema de tubos interpuestos al paso de los gases.

- Recalentadores

Es un elemento en donde, por intercambio calorífico, se eleva la temperatura del vapor parcialmente expandido, su función es semejante a la del sobrecalentador. Los recalentadores retornan el vapor aproximadamente a la misma temperatura a la que lo suministra el sobrecalentador pero la presión del vapor retornado es mucho más baja.

3.2.1.3. Características principales de las calderas instaladas

Las calderas productoras de vapor de esta Lavandería son del tipo acuotubular. Son de circulación forzada y de producción instantánea. Su funcionamiento es automático, sin nivel de agua definido y de vigilancia indirecta.

Las calderas de vapor se utilizan en la industria para altos rendimientos de vapor o para presiones de trabajo altas.

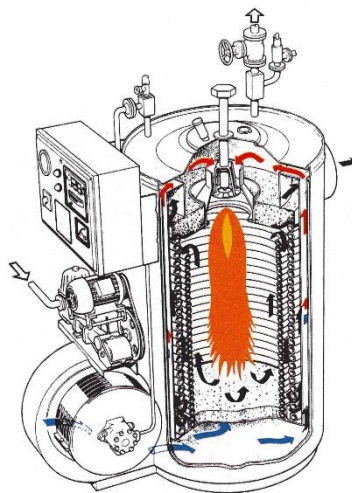


Figura IX. Caldera acuotubular

El control de la caldera se efectúa mediante un PLC con pantalla táctil visualizador de alarmas y parámetros, y la regulación se realiza mediante un transductor de presión electrónico.

3.2.1.4. Características técnicas calderas instaladas

Las caldera EO-354 (en adelante la caldera pequeña) tiene una producción máxima de vapor de 5477Kg/h, y la EO-504 (en adelante la caldera grande) 7825Kg/h de vapor. En la Tabla I se puede ver un cuadro con las características de ambas calderas. Son de regulación progresiva modulante desde el 20 al 100% de carga, siendo proporcional a la misma la cantidad de combustible, aire comburente y agua.



Figura X. Generador de vapor CLAYTON

	CALDERA 1	CALDERA 2
Modelo	EO-504-3	EO-354
Año fabricación/Categoría/Tipo	2000 / B / Acuotubular	2000 / B / Acuotubular
Presión de diseño	24 bar r.	24 bar r.
Presión de trabajo	13 bar r.	13 bar r.
Producción máxima de vapor	7825 kg/h	5477 kg/h
Consumo medio de vapor	3900 Kg/h	
Tipo de combustible	Gasoil	
Consumo de gasoil aproximado	2500 litros	
Purga de sales/Brida lateral	Reactómetro DN20	Reactómetro DN20
Purga de lodos tipo	neumática	Neumática
Enfriador de muestras	No	No
Tamaño tubería de salida de calderas	DN15	DN15
Alineación:	Válvula Manual	Válvula Manual
Pms x VT	23.920 bar/l	18.368 bar/l

Tabla II. Cuadro con las características de las calderas

Las bombas de alimentación de agua van instaladas en una bancada independiente del resto de componentes.

3.2.2. Distribución de vapor

El vapor generado por las calderas se distribuye al resto de la Lavandería partiendo de unos colectores de distribución. En la Lavandería objeto del presente Trabajo Fin de Grado están clasificados según la presión a la que distribuyen el vapor.

Desde estos colectores parte las líneas (de diámetros adecuados al caudal), que dan servicio a las diferentes máquinas de la Lavandería. Además, cuentan con salidas de carácter auxiliar para evacuar vapor a la atmosfera para pruebas o en operaciones de mantenimiento o para el calentamiento del agua de alimentación a las calderas.



Figura XI. Colector de vapor situado en la sala de calderas

3.2.2.1 Colector de alta presión

Este colector denominado de alta tiene una presión de trabajo de 12,5 a 13 bares. Las entradas que tiene el colector son:

- Suministro de vapor procedente de la caldera pequeña
- Suministro de vapor procedente de la caldera grande

Alimenta a las máquinas siguientes:

- Salida n°1
 - Túnel de 12 módulos (510 Kg/h)
 - Secadora DT120 (850 Kg/h)
 - Secadoras MILNOR (500 Kg/h)
- Salida n° 2
 - Calandra N°1 (616 Kg/h)
 - Calandra N°2 (472Kg/h)
 - Calandra N°3 (616Kg/h)
 - Secadora DT90/2004 (650 Kg/h)
 - Secadora DT90/2007 (650 Kg/h)
- Salida Uniformidad de la planta alta
 - 380 Kg/h

Y además tiene las salidas correspondientes a:

- Venteo de las calderas
- Bypass de comunicación con el colector de baja presión.
- Calentamiento agua de entrada con vapor.

3.2.2.2. Colector de baja presión

La presión de trabajo de este colector está en torno a los 4,5–5 bar de vapor.

Las máquinas que alimenta dicho colector son:

- Salida n°1
 - Túnel de 6 módulos (490 Kg/h)
 - Lavadoras Grandes, (300 Kg/h cada una)
- Salida n°2

- Túnel de uniformidad DUCKER, (250 Kg/h)
- Tres Secadoras pequeñas, (200 Kg/h)

Bypass de comunicación con el colector de alta presión.

3.2.2.3. Líneas de distribución

Las líneas de distribución están canalizadas con tuberías de 3 o 4" de acero negro cubiertas con aislante térmico y protección mecánica fabricada en aluminio. Sus trayectorias son paralelas a los paramentos, estando fijadas al forjado, y derivando a cada máquina a través de válvulas de corte.

3.2.3 Retorno de condensado

3.2.3.1. Descripción general del funcionamiento

Tras el intercambio de calor que se produce en las máquinas a las que se suministra vapor, éste último comenzará a condensar, circulando por la parte inferior de la tubería por efecto de la gravedad. El condensado de las líneas de distribución de vapor se drenará evitando con ello arrastres, humedades o golpes de ariete hacia la zona de producción de vapor. Dicho drenaje se realiza a través de un pozo de goteo al que se conecta un purgador.

La línea de retorno de condensado comienza en el purgador de campo que tiene cada máquina. Dicho purgador cuando detecta la presión provocada por exceso de agua de condensado, se abren y mandan ese exceso de vapor al colector de retorno situado en la Sala de Calderas.

El colector de retorno está conectado con dos depósitos atmosférico que los acumulan y aprovechan para el calentamiento y llenado de agua para la alimentación a las calderas.

3.2.3.2. Las líneas de retorno de condensados

Las líneas de retorno de condensados de cada zona se conducirán al depósito de alimentación de agua y recogida a través de un colector. Dicho colector dispone de una salida que va hacia el depósito de condensado y tres entradas:

- Entrada n°1
 - Retorno de Uniformidad de la plata alta (compuesto por un túnel de planchado y una plegadora de uniformes BUTTERFLY),
- Entrada n°2
 - Calandras
- Entrada n°3
 - Retorno de la conocida como línea nueva de condensados, que recoge los correspondientes a las Secadoras grandes a través del depósito de retorno que está ubicado en la zona de producción.

3.2.3.3. Depósito de condensados en la zona de producción

En la zona de producción se dispone, tal y como se indicó en el apartado anterior, de un depósito vertical, al que drenan sus condensados:

- Secadora DT90,
- Las dos Secadoras MILNOR grandes
- Secadora DT120.

La salida hacia el colector de retorno es impulsada por medio de una bomba de aspiración.

Este depósito trabaja a presión atmosférica a través de un tubo de venteo que llega a la cubierta del edificio.



Figura XII. Depósito de condensado vertical

3.2.3.4. Depósitos de condensado en la zona de calderas

Existen dos depósitos de alimentación de recogida de condensados dispuestos en montaje horizontal en la Sala de Calderas.

El depósito N°1 dispone de las entradas siguientes:

- Agua tratada
- Colectores de alta presión, baja presión y retorno
- Separadores caldera grande y pequeña

Las salidas de dicho depósito son:

- Alimentación de calderas
- Conexión entre depósitos de condensado

El depósito N°2 dispone de las entradas siguientes:

- Agua tratada
- Retorno de condensados

Las salidas de dicho depósito son:

- Conexión entre depósitos de condensado
- Circuito aprovechamiento energético agua caliente sanitaria



Figura XIII. Descalcificador pequeño

PLAN DE MANTENIMIENTO

Subcapítulo 4: Cuadro guía para realización del plan de mantenimiento

4. Cuadro guía para realización del mantenimiento preventivo

Es conveniente elaborar un cuadro-guía de todas las operaciones más significativas del mantenimiento preventivo en la que se registre los datos más importantes de cada maniobra. Esto nos permitirá manejar rápidamente todos los datos de los procedimientos de una manera más compacta, de manera que con un vistazo rápido a un documento que tiene muy pocas hojas.

Los datos que figuran en este cuadro-guía, cuyo formato se propone de la manera siguiente:

Tipo de mantenimiento:

Nombre de los diferentes mantenimientos a realizar

Código:

Serie de letras y dígitos ordenados de cada maniobra.

Maniobra y descripción:

Nombre y detalle de cada operación.

Periodicidad:

Frecuencia para la realización de cada maniobra estipulada.

Autorización:

Persona necesaria para autorizar cada operación.

Tipo Mantenimiento	Código	Maniobra y descripción	Periodicidad	Responsable	Ejecución
Inspección Técnica Legal Nivel A	ITLA0000	Comprobación certificado última inspección periódica	Anual	Jefe de mantenimiento	Empresa Externa
	ITLA0001	Comprobación de los registros de mantenimiento y operación de las calderas, y del tratamiento de la calidad del agua			
	ITLA0002	Inspección visual circuito de humos y partes sometidas a presión			
	ITLA0003	Funcionamiento elementos de operación y seguridad de las calderas			
	ITLA0004	Mantenimiento de las condiciones de la sala de calderas			
	ITLA0005	Comprobación estanqueidad del circuito de gases			
	ITLA0006	Inspección visual de tuberías y equipos que utilizan fluidos			

Tipo Mantenimiento	Código	Maniobra y descripción	Periodicidad	Responsable	Ejecución
Inspección Técnica Legal Nivel B	ITLB0000	Inspección de nivel A	Cada 3 años	Jefe de mantenimiento	Empresa Externa
	ITLB0001	Inspección de los elementos de las calderas junto con medición de espesores			
	ITLB0002	Ensayos de funcionamiento junto con regulación y precinto de válvulas de seguridad			
Inspección Técnico Legal Nivel C	ITLC0000	Inspección de nivel B	Cada 6 años		
	ITLC0001	Inspección de los elementos de la caldera			
	ITLC0002	Prueba de presión hidrostática			
	ITLC0003	Ensayos de funcionamiento			
Mantenimiento Tratamiento de Aguas	MTDA0000	Medición de conductividad y pH	Diario		
	MTDA0001	Analizar parámetros Agua alimentación calderas	Mensual		

Tipo Mantenimiento	Código	Maniobra y descripción	Periodicidad	Responsable	Ejecución
Mantenimiento Tratamiento de Aguas	MTDA0002	Analizar parámetros agua de las calderas	Mensual	Jefe de mantenimiento	Empresa Externa
	MTDA0003	Comprobar rejilla desagüe	Diario		Operarios
	MTDA0004	Comprobar sacos de sal y volumen de tanques			
	MTDA0005	Prueba de dureza del agua			
	MTDA0006	Medición constante dureza del agua, consumo de agua y sacos de sal			
Mantenimiento Preventivo Calderas	MPVC0000	Filtro de combustible de hojas	Diario		
	MPVC0001	Anotar lecturas de manómetros			
	MPVC0002	Anotar hora purga y deshollinado			
	MPVC0003	Limpieza del quemador	Semanal		
	MPVC0004	Inspección funcionamiento válvula purga automática			
	MPVC0005	Prueba de control de la llama	Quincenal		

Tipo Mantenimiento	Código	Maniobra y descripción	Periodicidad	Responsable	Ejecución
Mantenimiento Preventivo Calderas	MPVC0006	Limpieza del filtro de agua	Quincenal	Jefe de mantenimiento	Operarios
	MPVC0007	Limpieza del rotor del ventilador			
	MPVC0008	Limpieza de la válvula de purga automática			
	MPVC0009	Prueba de la válvula de seguridad			
	MPVC0010	Corregir las fugas			
	MPVC0011	Limpieza general del equipo			
	MPVC0012	Verificar la operación automática			
	MPVC0013	Revisar estado válvulas solenoides y dispositivos eléctricos			
	MPVC0014	Presión de la voluta del quemador	Mensual		
	MPVC0015	Interruptor del nivel de aceite de la bomba de agua			
MPVC0016	Temperatura de la chimenea				

Tipo Mantenimiento	Código	Maniobra y descripción	Periodicidad	Responsable	Ejecución
Mantenimiento Preventivo Calderas	MPVC0017	Limpiar y rectificar el disco de válvula de retención de la bomba de agua	Mensual	Jefe de mantenimiento	Operarios
	MPVC0018	Válvula de alivio			
	MPVC0019	Revise bandas y poleas			
	MPVC0020	Detección de incrustación			
	MPVC0021	Drenar aceite bomba de agua y reponer	Anual		
	MPVC0022	Cambie resortes discos y asientos de los cabezales de las válvulas de admisión y descarga de la bomba			
	MPVC0023	Cambie asiento disco y resorte de la válvula de contrapresión de la unidad de calentamiento			
	MPVC0024	Cambie diafragmas de la bomba de agua			

Tipo Mantenimiento	Código	Maniobra y descripción	Periodicidad	Responsable	Ejecución
Mantenimiento Preventivo Calderas	MPVC0025	Cambie los platos y resortes de retorno del diafragma de la bomba	Anual	Jefe de mantenimiento	Operarios
	MPVC0026	Desarme y limpie el interior de la trampa de vapor			
	MPVC0027	Agregue aceite o grasa a todos los mecanismos del equipo que estén sujetos a lubricación periódica			
	MPVC0028	Revisar la lubricación de los motores eléctricos			
Mantenimiento Red Distribución Interior de Vapor	MRDV0000	Revisar toda la red de tuberías	Diario		
	MRDV0001	Revisar las juntas de expansión			
	MRDV0002	Revisar aislante térmico			
	MRDV0003	Inspeccionar válvulas de control			
	MRDV0004	Inspeccionar las trampas de vapor			

Tipo Mantenimiento	Código	Maniobra y descripción	Periodicidad	Responsable	Ejecución
Mantenimiento Red Distribución Interior de Vapor	MRDV0005	Inspeccionar estado de anclajes y soportes del sistema de tuberías	Mensual	Jefe de mantenimiento	Operarios
	MRDV0006	Examinar si existen vibraciones			
	MRDV0007	Comprobar los ganchos o soportes			
	MRDV0008	Limpiar parte externa de las tuvieras para examinar forro aislante y reparar			
	MRDV0009	Revisar los tanques de condensado			
	MRDV0010	Revisar las válvulas reductoras de presión			
	MRDV0011	Examinar las entradas y salidas a las válvulas			
	MRDV0012	Limpiar todos los filtros			

Tipo Mantenimiento	Código	Maniobra y descripción	Periodicidad	Responsable	Ejecución
Mantenimiento Red Distribución Interior de Vapor	MRDV0013	Revisar todas las válvulas del sistema de distribución	Trimestral	Jefe de mantenimiento	Operarios
	MRDV0014	Desmontar las trampas de vapor	Anual		
	MRDV0015	Revisar y ajustar los manómetros			
	MRDV0016	Inspeccionar la bisagra y el buje quitando la tapa de las válvula de retención			
	MRDV0017	Cambiar las empaquetaduras			
	MRDV0018	Inspeccionar las válvulas de seguridad			
Mantenimiento Preventivo Calderas	MAPV0000	Inspección boroscópica	Anual		Empresa Externa
	MAPV0001	Análisis de vibraciones			
	MAPV0002	Análisis de humos de escape			
	MAPV0003	Termografía			
	MAPV0004	Análisis de ultrasonidos			

Tipo Mantenimiento	Código	Maniobra y descripción	Periodicidad	Responsable	Ejecución
Mantenimiento Preventivo Calderas	MAPV0005	Análisis de aceites y combustibles	Anual	Jefe de mantenimiento	Empresa Externa

Tabla III. Cuadro guía para la realización del Plan de Mantenimiento

PLAN DE MANTENIMIENTO

Subcapítulo 5: Operaciones de Mantenimiento
Planificadas Inspecciones Técnico Legales

5. Operaciones de Mantenimiento Planificadas, Inspecciones Técnico Legales

5.1. Breve introducción

La Sala de Calderas, objeto de este Trabajo Fin de Grado, se someterá a unas inspecciones técnicas legales según los periodos de tiempo estipulados por el Reglamento de Equipos a Presión, RD 2060/2008, 7 de mayo, anexo ETC-EP1. El objetivo de estas será el de comprobar el correcto estado y funcionamiento de todos los componentes, así como, el cumplimiento de las normas y estatutos exigidos. Las Calderas descritas anteriormente en el apartado 2, están clasificadas en la Categoría I y están divididas en tres tipos, las cuales son, de nivel A (cada año), nivel B (cada tres años) y nivel C (cada seis años).

A continuación, se detallarán todas las comprobaciones que deberán ser realizadas para poder superar satisfactoriamente cada inspección, constará de una descripción sobre las partes que se someten a control tanto de todo el equipo y herramientas necesarias como del usuario que debe realizarlas.

5.2. Descripción de maniobras

5.2.1. Nivel A: Inspección en servicio. (Anual)

5.2.1.1. Agente

Para nuestro caso, la lavandería contrata para las inspecciones a un **OCA (Organismo Control Autorizado) externo** para realizar las comprobaciones.

5.2.1.2. Equipos y herramientas

Como solo se trata de unas inspecciones visuales y algunas comprobaciones de seguridad, solo se necesitara el **material de señalización** adecuado.

5.2.1.3. Descripción inspección

Se realizará, según las instrucciones indicadas en el Reglamento de Equipos a Presión apartado 2.1 del anexo III. Constará simplemente de una comprobación de la documentación, inspección visual y funcionamiento de los siguientes elementos que aparecen posteriormente.

a) **“ITLA0000” Se comprobará la siguiente documentación de los equipos a presión:**

- El último Certificado de la Inspección Periódica realizada.

b) **“ITLA0001” La existencia y actualización de la documentación correspondiente**

a:

- Los registros de **mantenimiento y operación de la caldera**, el documento que posea todo lo relacionado con las maniobras ejecutadas referentes al mantenimiento y reparaciones hechas de cada componente
- Los registros del tratamiento de la **calidad del agua**, el documento donde se tenga constancia de todo lo realizado referente al suministro de agua que suministra a las calderas.

c) **“ITLA0002” Inspección visual preventiva del circuito de humos y de las partes sometidas a presión:**

- Hogar
- Anillo
- Cuerpo (Cámara de agua, cámara de vapor, superficie de calefacción y superficie de vaporización).
- Conducto de humos
- Tiro
- Chimenea
- Conjunto del quemador
- Ventilador
- Compresor
- Sistema de ignición
- Control de llama
- Bomba de combustible

d) **“ITLA0003”** El funcionamiento de los elementos de operación y de las seguridades de la caldera, se tendrá que provocar su intervención:

- Válvula de seguridad
- Indicadores de nivel
- Manómetros
- Alarma
- Encendido por presión de aire
- Regulador de presión de vapor
- Control de llama
- Puertas y tapones de inspección y limpieza
- Disposición de tomas de vapor y de purga

e) **“ITLA0004”** El mantenimiento de las condiciones de emplazamiento de la caldera. Se comprobarán los siguientes puntos:

Se hará una comprobación de la Sala de Calderas para garantizar que continúa cumpliendo con los siguientes requisitos que son:

- Las dimensiones sean suficientes para todas las operaciones de mantenimiento, inspección y control.
- Esté completa y permanentemente ventilada.
- Esté totalmente limpia y libre de polvo, gases o vapores inflamables.
- No se realicen trabajos ajenos con los aparatos contenidos en la misma.
- El manual de mantenimiento se encuentre en un lugar fácilmente visible
- Las condiciones de emplazamiento tanto los muros, las aberturas y el techo continúan cumpliendo con los requisitos establecidos.

f) **“ITLA0005”** Estanqueidad del circuito de gases.

Se introducirá un gas inerte en el interior de la instalación de vapor de las calderas a una presión suficiente que permita comprobar la existencia de fugas.

g) **“ITLA0006” Inspección visual de las tuberías y equipos que utilizan el fluido de la caldera.**

Si al realizar esta inspección resultase que existen motivos razonables que puedan suponer un deterioro de la instalación, se realizará a continuación una inspección de nivel B por un organismo de control autorizado (OCA) o por dicha Empresa instaladora autorizada.

5.2.2. Nivel B: Inspección fuera de servicio (3 años)

5.2.2.1. Agente

Como para las demás inspecciones se contrata a un **OCA (Organismo de Control Autorizado) externo** para realizarlas.

5.2.2.2. Equipos y herramientas

Al igual que para las demás inspecciones se necesitará el **material de señalización** adecuado para el exterior.

5.2.2.3. Descripción inspección

Constará además de los requisitos del nivel A y se realizará la inspección de los elementos de la caldera (incluida **medición de espesores**) y ensayos de funcionamiento (incluido **regulación y precinto de las válvulas de seguridad**) en esta inspección no se requiere la prueba hidrostática.

En el caso de tuberías, la inspección se realizará sin dejar la instalación fuera de servicio, si pueden realizarse las pruebas indicadas.

a) **“ITLB0000” Inspección de nivel A**

b) **“ITLB0001” Inspección de los elementos de la caldera:**

- Inspección visual previa y posterior a la limpieza.
- Ensayos suplementarios.
- Deformaciones.
- Cordones de soldadura.

- Medición de espesores.
- Accesorios y válvulas de seguridad.
- Manómetros y termómetros.
- Hogar y conductos de humos.
- Obra refractaria.
- Circuito eléctrico.
- Estructura y fijaciones de tubos a tambores y colectores.
- Economizadores, sobrecalentadores y recalentadores.
- Haces tubulares o serpentines.

c) **“ITLB0002” Ensayo de funcionamiento:**

- Regulación y precinto de las válvulas de seguridad o de alivio.
- Comprobación de los automatismos de regulación.
- Automatismos de seguridad.

5.2.3. Nivel C: Inspección fuera de servicio con prueba de presión. (6 años)

5.2.3.1. Agente

El **Organismo de Control Autorizado (OCA)** contratado externamente se ocupará de la inspección de nivel C.

5.2.3.2. Equipos y herramientas

El equipo necesario será el material de señalización para alertar que se realizan varias pruebas de seguridad.

5.2.3.3. Descripción inspección

Se ejecutarán **ensayos no destructivos**, líquidos penetrantes o partículas magnéticas de las soldaduras y la **prueba hidrostática**.

a) **“ITLC0000” Inspección nivel B**

b) **“ITLC0001” Inspección de los elementos de las calderas**

En este caso también incluyendo el 100 % de las soldaduras de unión de los haces tubulares a colectores, recalentadores o sobrecalentadores.

c) **“ITLC0002” Prueba de presión hidrostática**

Para evitar fugas o filtración de agua durante la prueba hidrostática, se asentarán previamente las siguientes válvulas.

- a) Válvula principal de vapor.
- b) Válvula de la columna hidrostática.
- c) Válvulas de purga de la columna hidrométrica.
- d) Válvula esférica y de retención de la Línea de alimentación de agua.
- e) Válvula de la línea de purga o descarga principal.

Asimismo, se procurarán previamente juntas o empaquetaduras nuevas para la Boca de Visita, todos los registros de mano o de lodo, y para el cristal indicador del nivel de agua. Si la caldera tiene uno o dos tapones fusibles, éstos se cambiarán por unos nuevos.

d) **“ITLC0003” Ensayo de funcionamiento.**

PLAN DE MANTENIMIENTO

Subcapítulo 6: Mantenimiento Tratamiento de Aguas

6. Mantenimiento Tratamiento de Agua

6.1. Objeto del Tratamiento de Agua

El agua de alimentación de las dos calderas de vapor acuotubulares objeto del TFG debe tener unas características físico-químicas específicas, determinadas por las normativas y reglamentos vigentes, en especial la UNE .EN 12952-12 de Septiembre de 2003 sobre requisitos para la calidad del agua de alimentación y del agua de la caldera en calderas acuotubulares, la UNE 9075 y la ITC MIE AP1 y por los valores establecidos por el fabricante para impedir la corrosión de sus componentes, de las tuberías de distribución y de cualquier elemento por el que hay paso de vapor, para lograr un funcionamiento de acuerdo a su diseño y al mismo tiempo para garantizar al menos el periodo de vida útil programado.

6.2. Mantenedor

Las operaciones de mantenimiento en el tratamiento de aguas serán efectuadas por un Mantenedor Externo que llevará a cabo las labores de tratamiento, comprobaciones, control y monitorización, dirigidas por un Responsable Técnico. Para la realización de los trabajos que son objeto del servicio de la Empresa Mantenedora Externa, el personal que asigne al mismo deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Poseer la suficiente calificación técnica para el servicio.
- Estar uniformado con acreditación visible para su identificación.
- Disponer de las herramientas especiales, aparatos de medida e instrumentos de precisión necesario para el desarrollo de sus funciones.
- Presentar Certificados de aptitud medica de dicho personal.

Siendo obligatorio para la empresa Mantenedora Externa cumplir con las siguientes pautas:

- Poner en conocimiento de los responsables de la Lavandería, las deficiencias observadas en las instalaciones mantenidas, que puedan afectar

a la seguridad de las personas o de los elementos, a fin de que sean subsanadas.

- Cumplimentar con lo establecido en los reglamentos y normativas vigentes que afecten a la calidad del agua de suministro.
- Atender los requerimientos de la Lavandería para prevenir o corregir las averías que se produzcan en las calderas objeto de este contrato, debido a la composición físico-química del agua de aportación, vapor y condensados.
- Solicitar la interrupción del servicio de un equipo total o parcialmente, en los casos que se observe inminente peligro para las personas o elementos.

Con estas pautas se pretende que se logre los siguientes objetivos de calidad para el tratamiento de agua:

- Conseguir en todo momento el estado óptimo de calidad de agua de suministro a las calderas.
- Asegurar el correcto suministro de vapor para un funcionamiento seguro, continuo y eficaz de los receptores de esta instalación.
- El cumplimiento de la normativa vigente de las instalaciones.
- Evitar el deterioro que causan a la instalación una mala calidad de agua y vapor generado.

La Lavandería dispondrá de una estructura técnica de supervisión, suficiente para la coordinación, control e inspección de los trabajos objeto del servicio de la Mantenedora Externa. Al frente de la misma estará el Jefe de Sección responsable de la Lavandería, el cual representará a la dirección del centro a los efectos antes mencionados.

6.3. Equipos y herramientas

La Empresa Mantenedora Externa confeccionará con la documentación técnica que se genera de las actividades objeto del contrato un libro de tratamiento del agua de alimentación de las calderas, donde se incluirán todas las revisiones periódicas que se efectúen, reparaciones y los análisis químicos realizados al agua para garantizar su correcto tratamiento. Se incluirá una descripción técnica de la metodología empleada en

el tratamiento de agua, indicando los dispositivos empleados para ello, sus ajustes de funcionamiento y los fungibles y reactivos utilizados, adjuntando esquema de principio de la instalación y sus modos de funcionamiento.

La empresa mantenedora suministra, monta y mantiene las instalaciones y equipamiento necesarios para la inyección directa de los productos de dosificación para el tratamiento de agua en la tubería del agua de aportación al depósito existente de alimentación de las calderas. Los puntos fronteras que definen las instalaciones con responsabilidad de la Empresa Mantenedora para suministrar, montar y mantener son:

- **Inicio:** Punto muestreo del agua de aportación.
- **Final:** Depósito de alimentación de agua a calderas.

La Empresa Mantenedora no deberá realizar el suministro y montaje, pero si efectuar el mantenimiento al sistema descalcificador de ajuste fino de la dureza del agua. También llevar a cabo el suministro de sal y su reposición en el correspondiente depósito, así como los repuestos que sea necesario sustituir por acciones preventivas o correctivas del sistema descalcificador.

Los dispositivos y equipos a instalar deberán tener la conformidad de los técnicos responsables de la Lavandería.

El consumo de todos los fungibles necesarios para realizar el correcto tratamiento de aguas de las calderas estarán a cargo de la Mantenedora Externa, incluyendo: reactivos químicos, aditivos, sal, filtros, resinas del sistema descalcificador de ajuste fino, etc...

Para el control de los indicadores de calidad, se dispensarán en la sala de calderas los dispositivos de medición y análisis que al menos registren a tiempo real los parámetros mínimos descritos en el apartado 6.4.

La monitorización de los parámetros registrados se realizará bajo supervisión remota del mantenedor, considerándose como una mejora en las condiciones mínimas para la contratación, la inclusión de un sistema de monitorización local duplicado del anterior. La herramienta de monitorización registra de forma periódica (al menos cada 45 minutos) los valores de los dispositivos de medición y análisis que son indicados en el apartado 6.4.

Los elementos materiales y repuestos de las instalaciones de tratamiento, que tengan que ser sustituidos por razón de acciones correctivas, serán aportados por cuenta de la Empresa Mantenedora Externa. Los repuestos y elementos a sustituir tendrán que ser de la misma marca y modelo que los sustituidos. La utilización de materiales o componentes alternativos solo podrá darse con autorización previa y expresa de la Lavandería.

Para realizar los trabajos de mantenimiento será necesario ir equipado con los respectivos Equipos de Protección Individual (EPI): casco, zapatos de seguridad, protección auditiva, guantes. La Empresa Mantenedora queda obligada al más estricto cumplimiento de la normativa de la Seguridad y Salud Laboral, debiendo aportar cuanta documentación les sea requerida para su supervisión.

6.4. Mantenimiento por Mantenedora Externa

6.4.1. Mantenimiento diario

“MTDA0000” Para las operaciones diarias se efectuará la medición en línea con transmisión de datos de las siguientes magnitudes:

- Conductividad directa a 25°C en $\mu\text{S}/\text{cm}$
- pH a 25° C

6.4.2. Mantenimiento mensual

Será necesario efectuar las siguientes comprobaciones con una periodicidad mensual. Los valores deberán estar dentro del rango indicado por la norma UNE 12952-12:2003 y las prescripciones del fabricante de las calderas, se tomarán muestras de diferentes partes del recorrido del agua:

“MTDA0001” Punto de muestreo: Agua de alimentación calderas de vapor

Se analizarán los siguientes parámetros del agua:

- Apariencia
- Conductividad directa a 25° C en $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Conductividad ácida a 25°C en $\mu\text{S}/\text{cm}$

- pH a 25° C
- Dureza Total (Ca+Mg) en mg/l
- Concentración sodio y potasio (Na+K) en mg/l
- Concentración de Hierro en mg/l
- Concentración de Cobre en mg/l
- Concentración de Sílice (SiO₂) en mg/l
- Concentración de Oxígeno (O₂) en mg/l
- Concentración de CO₂ en forma de HCO₃⁻ en mg/l
- Concentración de Aceites/grasa en mg/l
- Materia orgánica valorada en mg/l de KMnO₄ consumido
- Índice de permanganato en mg/l

“MTDA0002” Punto de muestreo: Agua de la caldera de vapor

Se tomará una muestra de cada una de las calderas de vapor en servicio para analizar los siguientes parámetros:

- Apariencia
- Conductividad directa a 25° C en $\mu\text{S/cm}$
- Conductividad ácida a 25° C en $\mu\text{S/cm}$
- Alcalinidad total en mg/l
- Concentración de Fosfatos (PO₄) en mg/l
- Sustancias orgánicas

6.5. Mantenimiento por Personal Lavandería

6.5.1. Mantenimiento diario

Los encargados de la Sala de Calderas de la Lavandería deberán llevar a cabo las siguientes labores de **mantenimiento diarias**:

- **“MTDA0003”** Después del regenerado automático realizado cada 120m³, se deberá comprobar en la rejilla de desagüe si hay restos de la resina.
- **“MTDA0004”** Se comprobarán los sacos de sal y observar el volumen de los tanques de reactivos.

- **“MTDA0005”** Se realizará una prueba de dureza del agua del suavizador con unas tiras reactivas de pH para registrar el dato en la bitácora.
- **“MTDA0006”** Se lleva una medición constante de los datos de consumo de agua, sal y dureza del agua, que va directamente al ordenador a cargo del encargado.

La documentación a completar por el personal de la Lavandería que tiene la función de los mantenimientos y averías serán los siguientes:

Consumos de agua	Suministradores						Derivaciones internas				
	General Enmasa		General Teideagua		TOTAL		Calderas		Descalcificador		
	Lectura	Consumo	Lectura	Consumo	Consumo	Consumo agua/Kg Lavados	Consumo agua/Kg procesado	Lectura	Consumo	Lectura	Consumo
TOTAL											
Media diaria											
Día, Mes, Año											
Día, Mes, Año											
Día, Mes, Año											
Día, Mes, Año											
Día, Mes, Año											
Total 1ª Semana											

Tabla IV. Consumos de agua.

Tratamiento de agua	Sal					Dureza agua						Regeneraciones	
	Sacos sin consumir 20:00	Entrada sacos	Consumo sacos	Consumo (Kg.)	Relacion Sal /Agua descal.	Descalcif. 9:00	Descalcif. 16:00	Aljibe 9:00	Aljibe 16:00	Caldera 9:00	Caldera 16:00	M3 restantes regeneración 9:00	M3 restantes regeneración 16:00
Total mes													
Media diaria													
Día, Mes, Año													
Día, Mes, Año													
Día, Mes, Año													
Día, Mes, Año													
Día, Mes, Año													
Total 1ª Semana													

Tabla V. Consumo de sacos, dureza y regeneraciones.

Un ejemplo de las analíticas realizadas por la Empresa Externa para comprobar las características del agua:



Informe de ensayo

Nº REGISTRO: 2833, 2834, 2835, 2836 y 2837/15
 MUESTRA REMITIDA POR: Teidagua S.A.
 DOMICILIO: C/ San Agustín nº98
 POBLACION: 38.201 San Cristóbal de La Laguna
 DENOMINACION MUESTRA: Aguas del Sistema de Calderas Centro Hospitalario Ntra. Sra. Candelaria (Tórax)
 TIPO DE MUESTRA: Aguas de Caldera
 RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: Personal Teidagua S.A.
 FECHA RECEPCION:26/05/2015

FECHA INICIO:26/05/2015

Parámetros	Método Determinación	PNT	Agua Aporte Resultados	Aguas Descalcificada 1 Resultados	Aguas Descalcificada 2 Resultados	Condensado Resultados	Agua Mezcla Alm. Resultados	Unidad de Medida
Conductividad	Electrométrico	IEE-TL-02	1123	1161	1169	128	1595	microS/cm
pH	Electrométrico	IEE-TL-03	8,30	8,30	8,50	7,50	10,00	Ud pH
Cloro residual	Espectrofotométrico	IEE-TL-09	0,39	0,42	0,3	<0,05		mg/L Cl
Calcio	Volumétrica	IEE-TL-17	40,1	1,8	1,4	1,1	0,8	mg/L Ca
Magnesio	Volumétrica	IEE-TL-17	51,2	2	<0,05	<0,05	2,0	mg/L Mg
Dureza Total	Calculo	IEE-TL-17	31,1	1,3	0,4	0,3	1,0	°F
Oxígeno disuelto	Electrométrico		8,1	8,1	8,1	7,7	7,8	mg/l O2
Sólidos suspendidos	Gravimétrico	IEE-TL-55	2	1	<0,05	<0,05	35,0	mg/l
Alcalinidad-p	Volumétrica	IEE-TL-13	34,8	29,4	30,6	<0,05	238,8	mg/l CO3
Alcalinidad-m	Volumétrica	IEE-TL-13	559,4	556,3	560,6	17,1	685,6	mg/l CO3H-
TAC	Volumétrica	IEE-TL-13	0,98	0,96	0,97	0,03	1,52	mmol/CO3
Silice	Espectrofotométrico	IEE-TL-46	56,1	54,4	55,2	4,2	63,3	1,52
Hierro	Espectrofotométrico	IEE-TL-44	0,01	0,03	0,02	0,03	0,18	mg/l Fe
Fosfatos	Espectrofotométrico	IEE-TL-40	0,55	0,64	0,54	0,08	0,39	mg/l PO4
Cobre	Espectrofotométrico	IEE-TL-41	0,05	0,03	0,02	0,06	0,12	mg/l Cu
CO2 Libre	Volumétrica	IEE-TL-13					<0,05	mg/l CO2
ALCALINIDAD COMPUESTA	Volumétrica	IEE-TL-13					1,96	mmol/CO3
CIFRA DE ALCALINIDAD	Volumétrica	IEE-TL-13					<0,05	mg/l NaOH

OBSERVACIONES: Este informe sólo afecta a la muestra analizada. Sólo podrá reproducirse parcialmente con la autorización por escrito del laboratorio.

Tabla VI. Analítica Características del Agua

PLAN DE MANTENIMIENTO

Subcapítulo 7: Mantenimiento Preventivo

7. Mantenimiento Preventivo

7.1. Breve introducción

Como cualquier otro aparato mecánico, los generadores de vapor tienen que ser revisados realizando un mantenimiento periódico a fin de mantener la efectividad y el servicio para los que han sido concebidos. Se realizarán operaciones que estarán divididas en diarias, semanales, y anuales (o semestrales para funcionamiento continuo 3000 horas). A continuación se detallarán cada una de ellas, éstas no requieren más que unos minutos por día y mantendrán la eficacia del equipo y reducirán el número de reparaciones y cambios.

7.2. Agente

Las operaciones de mantenimiento, (con pocas excepciones) serán efectuadas por el Operario Encargado de la caldera en lo que a mecánica se refiere y por un electricista en la parte eléctrica bajo la supervisión directa del Jefe de Mantenimiento.

7.3. Equipos y herramientas

Se deberá tener a mano todas las herramientas necesarias para cada una de las operaciones de limpieza y comprobación, tales como: cepillos, escobillas, llaves de estrella, de boca, de tubos y ajustables, destornilladores, aceitera, engrasadora de mano a presión, segueta, juego de limas, rebordeador de tubos.

Será necesario ir equipado con los respectivos Equipos de Protección Individual (EPI): casco, zapatos de seguridad, protección auditiva, guantes y ropa ligera también con el material de señalización necesario para alertar de las posibles pruebas de seguridad.

7.4. Bitácora de Operación y Mantenimiento

Se trata de un formato para llevar a cabo un historial de las operaciones y mantenimientos del equipo además actúa como recordatorio diario.

El uso apropiado de la bitácora, permite al Jefe de Mantenimiento programar todas las labores de mantenimiento que deben realizar los operadores, además de realizar paradas programadas para el mantenimiento del equipo.

Todas las operaciones se deberán registrar en la BITÁCORA, apuntando la fecha y hora en que se realizan.

7.5. Mantenimiento diario

7.5.1. Descripción de operaciones

1. **“MPVC0000”** Filtro de combustible: Girar la manija del filtro de combustible 10 veces hacia un lado y 10 veces hacia el otro mientras tanto quitar el tapón de drenaje y abrir un poco la entrada del combustible para dejar que este a su paso vaya limpiando los restos de elementos que estén en el recorrido.
2. **“MPVC0001”** Registrar los datos de los manómetros de presión de vapor, de alimentación al generador, trampa de vapor y combustible, cuando los equipos están en trabajando de manera y condiciones normales.
3. **“MPVC0002”** Inspeccionar y apuntar la fecha y hora en la que se realiza la purga y deshollinado.

Si el equipo trabaja continuamente que normalmente es el caso, se deberá purgar el sistema cada ocho horas de trabajo. Es muy importante realizar la purga diariamente.

7.6. Mantenimiento Semanal

7.6.1. Descripción de operaciones

1. **“MPVC0003”** Limpieza del quemador. Desacoplar la línea de combustible. Desconectar los cables y desatornillar las mariposas que lo sujetan.

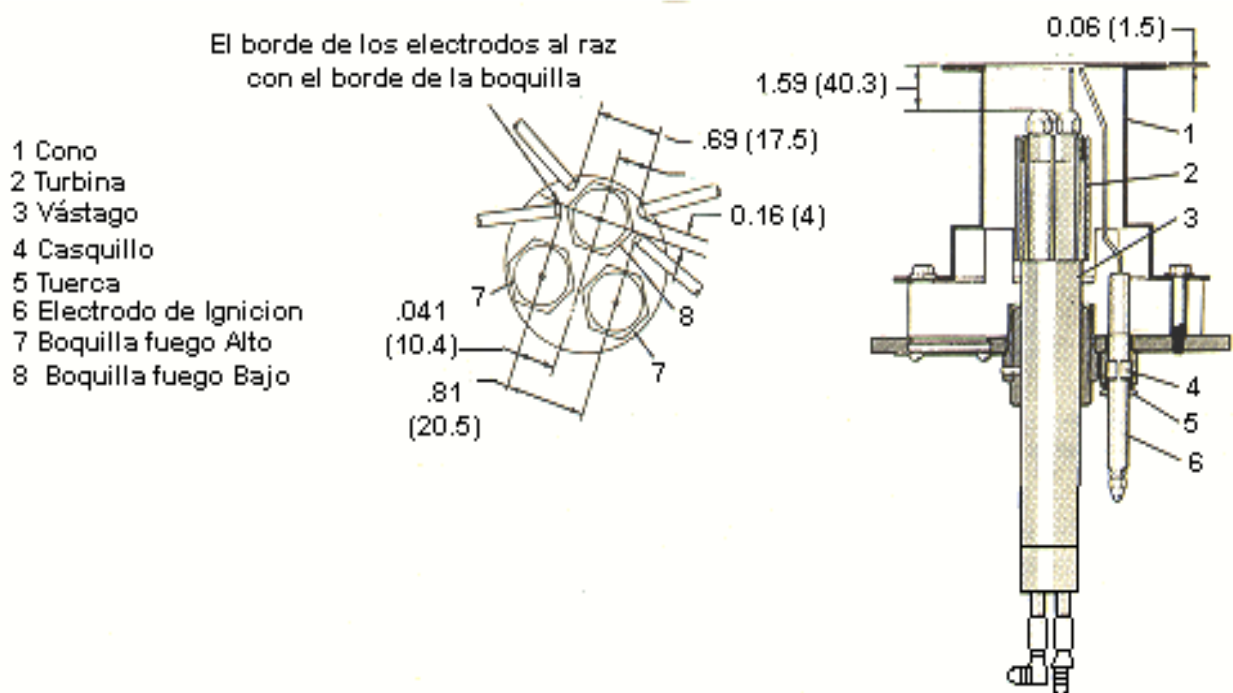


Figura XIV. Colocación de boquillas en el quemador

2. **“MPVC0004”** Funcionamiento de la válvula de purga automática. Abrir la válvula de descarga y anotar el volumen de agua que suelta durante 15 minutos y apuntar los resultados.

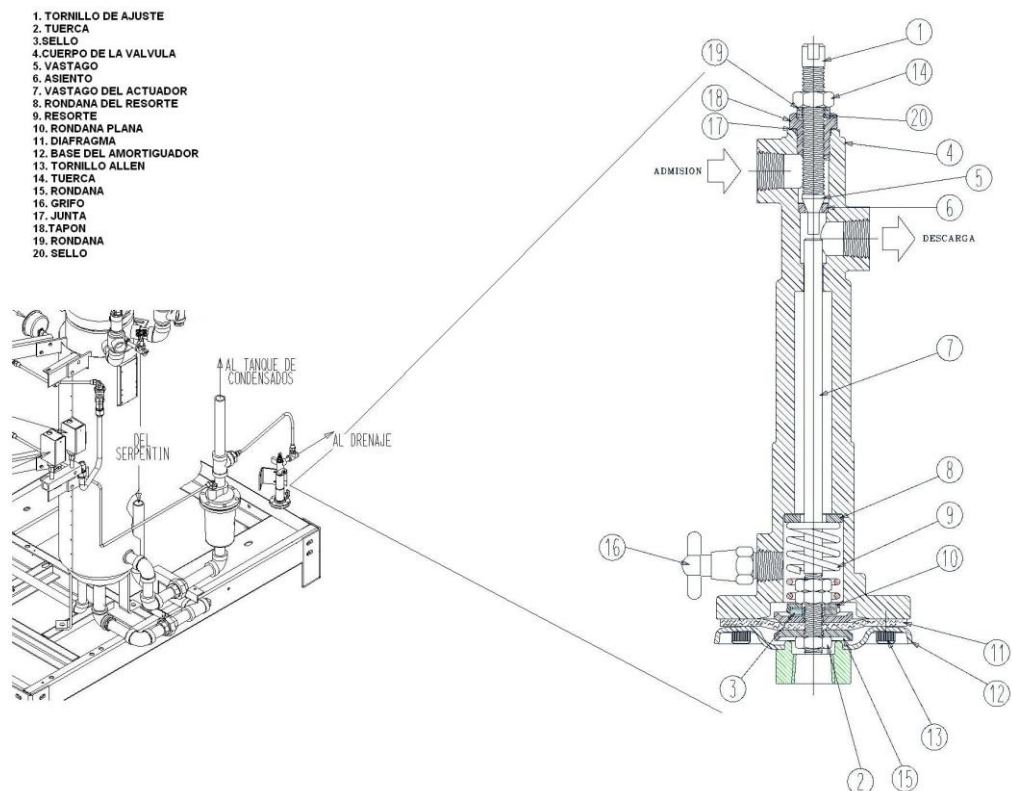


Figura XV. Válvula de purga automática

7.7. Mantenimiento Quincenal

7.7.1. Descripción de operaciones

1. **“MPVC0005”** Prueba del control de llama. Simular el fallo de la llama quitando la fotocelda o quitando el cable de este.
2. **“MPVC0006”** Limpieza del filtro de agua. Cerrar la válvula de alimentación de la bomba, quitar el tapón del filtro y retirar el cedazo. Limpiarlo completamente todo para volver a instalarlo y abrir la válvula de alimentación nuevamente.
3. **“MPVC0007”** Limpieza del rotor del ventilador. Quitaremos la tapa de la caja del ventilador para insertar la herramienta con la parte curva hacia el aspa del ventilador y mediante un movimiento de lado a lado limpiarlo completamente, una vez terminado volver a colocar la tapa.

4. **“MPVC0008”** Limpieza de la válvula de purga automática. Abrirá los grifos de las purgas automáticas para expulsar toda la basura acumulada, si está muy sucia desmontarlas y limpiarlas.
5. **“MPVC0009”** Prueba de la válvula de seguridad.
6. **“MPVC0010”** Corregir las fugas que se observen.
7. **“MPVC0011”** Limpieza general del equipo.
8. **“MPVC0012”** Verificar la operación automática (Cambio de Fuego Bajo y Fuego Alto y Viceversa).
9. **“MPVC0013”** Revisar el estado de las válvulas solenoides y dispositivos eléctricos en general.

7.8. Mantenimiento Mensual

7.8.1. Descripción de operaciones

1. **“MPVC0014”** Presión de la voluta del quemador. Conectar la manguera de una columna de agua y comparar la lectura actual con las lecturas anteriores.
2. **“MPVC0015”** Interruptor del nivel de aceite de la bomba de agua.
3. **“MPVC0016”** Temperatura de la chimenea.
4. **“MPVC0017”** Limpiar y rectificar el disco de válvula de retención de la bomba de agua, bajo el siguiente procedimiento:
5. **“MPVC0018”** Válvula de alivio.

6. **“MPVC0019”** Revisar bandas y poleas.
7. **“MPVC0020”** Detección de incrustación. Comparar las lecturas registradas de las presiones de descarga de vapor y agua de alimentación tomando como punto de referencia las del arranque inicial.

7.8. Mantenimiento Anual

7.8.1. Descripción de operaciones

1. **“MPVC0021”** Drenar el aceite de la bomba de agua y reponerlo por aceite nuevo.
2. **“MPVC0022”** Cambiar resortes discos y asientos de los cabezales de las válvulas de admisión y descarga de la bomba.
3. **“MPVC0023”** Cambiar asiento disco y resorte de la válvula de contrapresión de la unidad de calentamiento.
4. **“MPVC0024”** Cambiar diafragmas de la bomba de agua.
5. **“MPVC0025”** Cambiar los platos y resortes de retorno del diafragma de la bomba.
6. **“MPVC0026”** Desarmar y limpiar el interior de la trampa de vapor.
7. **“MPVC0027”** Agregar aceite o grasa a todos los mecanismos del equipo que estén sujetos a lubricación periódica.
8. **“MPVC0028”** Revisar la lubricación de los motores eléctricos.

A continuación se muestran las dos tablas de la bitácora que los operarios de las calderas deberán rellenar para llevar un historial de todos los datos y operaciones realizadas:

No.1

Generador de Vapor _____ **Modelo:** _____ **Serie:** _____ **Matr. STPS** _____
Ma: _____ **Año:** _____ **Esgonero 1er. Turno:** _____ **2o. Turno:** _____ **3er. Turno:** _____

DIA DE LA SEMANA TURNO DE TRABAJO	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO			DOMINGO			
	1er.	2o.	3er.	1er.	2o.	3er.	1er.	2o.	3er.	1er.	2o.	3er.	1er.	2o.	3er.	1er.	2o.	3er.	1er.	2o.	3er.	
Horario (Entrada y Salida)																						
Presión de Vapor																						
Presión de Alimentación de Agua																						
Presión de Combustible																						
Ciclo de Trampas																						
Temperatura del Domo Separador																						
Dureza del agua del Suavizador (opm)																						
Lectura de pH en el Agua de Alimentación																						
Sudrios Residuales (ppm)																						
Sólidos Disueltos Totales (ppm)																						
Desollinado (Generadores a Diesel)																						
Purga de la Unidad																						

SEMANAL

Limpieza del Quemador _____ (LPM)
 Fiujo Purga Automática _____ (seg.)
 Prueba del Termostato _____ °F
 Prueba del Auxiliario del Termostato _____ °F
 Drene Total del Tanque de Condensados
 Limpieza Filtro de Combustible

ANUAL O SEMESTRAL

Cambio de:

Boquilla del Quemador
 Aceite a la Bomba de Agua
 Bandas de Motores

CAMBIOS DIVERSOS (Fecha)

QUINCENAL

Regenerar Suavizador
 Pato por Falla de Flama _____ seg
 Limpieza Filtro Bomba de Agua
 Limpieza Rotor del Ventilador
 Limpieza Purga Automática

MENSUAL

Presión Volvita del Quemador _____
 Interruptor Nivel Bomba de Agua _____
 Temperatura de Gases de Chimenea _____
 Asentar Discos Bomba de Agua _____
 Prueba Valvula de Seguridad _____
 Prueba de la Valvula de Alivio _____

Valvulas de Retención de la Bomba de Agua
 Diatragmas
 Fotoceida o Varilla detectora
 Trampa de Vapor

Figura XVI. Bitácora 1

<p style="text-align: center;">RECOMENDACIONES SOBRE EL TRATAMIENTO DE AGUA</p> <p>Agregar: _____ ml. cada _____ horas de Agregar: _____ ml. cada _____ horas de Agregar: _____ ml. cada _____ horas de</p> <p style="text-align: center;">AJUSTE DE LA BOMBA DOSIFICADORA</p> <p>Percent Stroke _____ Stroke</p> <p>Temperatura en el Tanque de Condensados _____ % de</p> <p style="text-align: center;">EL AGUA DE ALIMENTACION DEBE CONSERVARSE EN TODO DENTRO DE LOS SIGUIENTE PARAMETROS DE CALIDAD</p> <p>DUREZA ALCALINIDAD DEL AGUA SULFITOS RESIDUALES</p> <p>CERO ppm 10.5 a 11.5 pH 50 a 150 ppm</p> <p style="text-align: center;">REPARACIONES MAYORES AL EQUIPO (Fecha)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>									<p style="text-align: center;">CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES ANALISIS DE HUMOS</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">CO</td> <td style="width: 15%;">CO2</td> <td style="width: 15%;">O2</td> <td style="width: 15%;">NOx</td> <td style="width: 15%;">SO</td> <td style="width: 20%;">FACTOR DE</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">DATOS COMPLEMENTARIOS</p> <p>Dias de operación del equipo a la _____</p> <p>Turnos de operación a la _____</p> <p>Temperatura de los Gases de _____</p> <p>Análisis de los gases de _____</p> <p>Cambio de Aceite Hidráulico (SAE 40) a la Bomba de _____</p> <p>Sopletear Tablero _____ Tensión en _____ (m ensu</p> <p style="text-align: center;">OBSERVACIONES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>	CO	CO2	O2	NOx	SO	FACTOR DE														
CO	CO2	O2	NOx	SO	FACTOR DE																								

Figura XVII. Bitácora 2

PLAN DE MANTENIMIENTO

Subcapítulo 8: Mantenimiento Preventivo de la Red de
distribución de vapor

8. Mantenimiento preventivo de la red de distribución interior de vapor de la Sala de Calderas

8.1. Agente

Las operaciones de mantenimiento preventivo de la red de distribución de vapor estarán a cargo de los calefactores, debidamente supervisado por el jefe de mantenimiento.

8.2. Equipos y herramientas

Se deberán de tener a mano todas las herramientas necesarias para cada una de las operaciones de limpieza y comprobación, tales como: cepillos, escobillas, llaves de estrella, de boca, de tubos y ajustables, destornilladores, aceitera, engrasadora de mano a presión, segueta, juego de limas, rebordeador de tubos.

Además para realizar los trabajos de mantenimiento será necesario ir equipado con los respectivos Equipos de Protección Individual (EPI): casco, zapatos de seguridad, protección auditiva, guantes y ropa ligera también con el material de señalización necesario para alertar de las posibles pruebas de seguridad.

8.3. Mantenimiento diario

1. **“MRDV0000”** Revisar toda la red de distribución de vapor debe para encontrar si hay pérdidas en uniones, tees, codos, válvulas, etc.
2. **“MRDV0001”** Inspeccionar las juntas de expansión ajustando los topes de sujeción y el prensa estopas.
3. **“MRDV0002”** Revisar el aislante térmico por desprendimiento, erosión, etc.

4. **“MRDV0003”** Examinar las válvulas de control que funcionen de manera adecuada.
5. **“MRDV0004”** Revisar que las trampas de vapor funcionen correctamente.

8.4. Mantenimiento mensual

Realizar todas las operaciones del mantenimiento diario, y posteriormente efectuar las siguientes:

1. **“MRDV0005”** Revisar los anclajes y soportes del sistema de tubería.
2. **“MRDV0006”** Analizar en busca de cualquier tipo de vibración.
3. **“MRDV0007”** Revisar los ganchos y/o soportes, además de arreglar cualquier desalineamiento.
4. **“MRDV0008”** Limpiar la superficie exterior de las tuberías.
5. **“MRDV0009”** Examinar los tanques de condensado y sus accesorios.
6. **“MRDV0010”** Examinar el funcionamiento de las válvulas reductoras de presión.
7. **“MRDV0011”** Revisar las tuberías de entrada y salida a las válvulas.
8. **“MRDV0012”** Limpiar los filtros de toda la instalación.

8.5. Mantenimiento trimestral

Realizar todas las operaciones correspondientes al mantenimiento diario y mensual, posteriormente efectuar las siguientes:

1. **“MRDV0013”** Revisar todas las válvulas del sistema de distribución.

8.6. Mantenimiento anual

Además de las operaciones de mantenimiento diario, mensual y trimestral, procedase a ejecutar las siguientes:

1. **“MRDV0014”** Quitar las trampas de vapor y revisar que todo funciona perfectamente, también limpiarlas y si tienen algún fallo repararlo.
2. **“MRDV0015”** Revisar y ajustar todos los manómetros de la instalación.
3. **“MRDV0016”** Desmontar las tapas de las válvulas de retención y revisar que funcione de manera adecuada la bisagra y el buje. Además de limpiar y arreglar cualquier desperfecto.
4. **“MRDV0017”** Cambiar las empaquetaduras de las juntas de expansión.
5. **“MRDV0018”** Inspeccionar y probar las válvulas de seguridad.

PLAN DE MANTENIMIENTO

Subcapítulo 9: Mantenimiento Predictivo Calderas

9. Mantenimiento Predictivo Empresa Externa

9.1. Breve introducción

Son las técnicas usadas que nos ayudan a anticiparnos a los desperfectos que se pueden dar en la Sala de Calderas, éstas son realizadas por una Empresa Externa. Las operaciones más frecuentes a ejecutar son los análisis boroscópicos, análisis de vibraciones, análisis de humos, termografías, análisis de ultrasonidos y análisis de aceites y combustible, todas estas se detallaran a continuación (ver 9.3.).

9.2. Mantenedor

Las operaciones de mantenimiento predictivas serán efectuadas por un Mantenedor Externo que llevará a cabo las labores previamente nombradas, debido a que en la Lavandería no se dispone del personal ni del equipamiento necesario para este tipo de tareas, es más eficiente contratar a una Empresa Externa para que lo realice.

La Lavandería dispondrá de una estructura técnica de supervisión, suficiente para la coordinación, control e inspección de los trabajos objeto del servicio de la Mantenedora Externa. Al frente de la misma estará el Jefe de Mantenimiento, el cual representará a la dirección del centro a los efectos antes mencionados.

9.3. Mantenimiento Anual Empresa Externa

9.3.1. Inspecciones boroscópicas

“MAPV0000” La boroscopia, videoscopia o videoendoscopia es una técnica predictiva basada en el diagnóstico de equipos por imagen. Se utilizará para inspeccionar partes del interior de las calderas, colectores y las tuberías de distribución de vapor, sin desmontarlas.

Los principales defectos más comunes que se suelen identificar en las boroscopias son:

- Erosión.
- Corrosión.
- Deformaciones.
- Piezas sueltas o mal fijadas.
- Fracturas y agrietamientos.
- Obstrucción de orificios

9.2.2. Análisis de vibraciones

“MAPV0001” La maquinaria que interviene en el proceso de generación de vapor, la mayoría genera o sufre algún tipo de vibración que a medida que pasa el tiempo puede aumentar. Esta maquinaria siempre está sometida a varias vibraciones aunque se mantenga en perfecto estado.

El mayor problema reside en que el aumento de estas vibraciones continuadas cause fallos en las maquinas ocasionando pérdidas de energía. Por todo esto se ejecutarán la correspondiente toma de vibraciones en las partes de las bombas para indicarnos el estado de éstas. Los principales fallos que suelen encontrarse en el análisis de las vibraciones son:

- Desequilibrios
- Desalineación
- Problemas en cojinetes
- Problemas de bancada
- Problemas de lubricación

9.2.3. Análisis de humos de escape

“MAPV0002” Se analizarán los humos a la salida de las chimeneas de las calderas para determinar posibles fallos en la cámara de combustión o en las mezclas de combustible y comburente. La tabla siguiente muestra los principales fallos detectados en estas operaciones.

ELEMENTO DETECTADO	CAUSA PRINCIPAL	CAUSAS SECUNDARIAS
CO ₂	Proporción de combustible mayor que la estequiometria (mezcla rica).	Alta concentración de CO ₂ en el combustible.
H ₂ O	El agua de refrigeración está pasando a la cámara de combustión.	Alta concentración de agua en el combustible. Alto contenido de H ₂ en el combustible.
N ₂	Mezcla demasiado pobre.	Alta concentración en el combustible.
NO, NO ₂	Temperatura en cámaras de combustión y/o quemadores muy alta.	
CH ₄	Mezcla rica.	Combustión incompleta por fallo en la combustión.
	Mezcla muy pobre.	
CO	Mezcla rica.	Combustión incompleta por fallos en la combustión.

ELEMENTO DETECTADO	CAUSA PRINCIPAL	CAUSAS SECUNDARIAS
SO ₂ , SO ₃	Combustible con alto contenido en azufre (muy poco habitual).	

Tabla VII. Fallos en humos de escape.

9.2.4. Termografías

“MAPV0003” Se trata de una técnica de mantenimiento predictivo no invasiva para la supervisión y el diagnóstico del estado de componentes e instalaciones eléctricas y mecánicas. Gracias a esta se consigue identificar pequeños fallos de manera prematura, de modo que se puedan apuntar y arreglar antes de que estos ocasionen problemas más graves, resultando en una reparación mucho más costosa.

En la Sala de calderas se utilizará para realizar diferentes inspecciones en varios elementos como son:

- **Cuadros eléctricos:** Se utilizará para analizar todos los cuadros eléctricos e instalación eléctrica.
- **Apartado mecánico de las calderas:** Se analizarán las piezas, etc para detectar de manera precisa los puntos donde existe un sobrecalentamiento.
- **Sistema de tuberías y válvulas:** Gracias a las termografías se puede detectar con facilidad cualquier fuga o pérdida de material aislante.
- **Calderas:** Se detectará reducciones en el grosor de los componentes de las calderas y pérdidas de aislamiento o elementos refractarios.
- **Niveles de los tanques:** Se inspeccionarán el volumen de los tanques gracias a la diferencia de temperatura entre el aire y el agua.

- **Análisis de la llama:** Se analizará debido a que algunos productos no son visibles al ojo humano.

9.2.5. Análisis de ultrasonidos

“MAPV0004” Se trata de una técnica en la cual una onda acústica con una frecuencia por encima de lo que las personas pueden escuchar, con lo que con el analizador de ultrasonidos podremos descubrir sonidos y analizarlos para poder ver las causas que los provocan, detectando partes que no estén funcionando de manera correcta y que nos puedan ocasionar una avería grave.

Se analizarán las bombas para detectar estos posibles fallos que suelen ser los más comunes:

- Fugas internas en válvulas.
- Rodamientos de bombas.

9.2.6. Análisis de aceites y combustible

“MAPV0005” Se deberá reducir la fricción entre dos superficies las cuales se encuentran en movimiento y entran en contacto. Tiene como finalidad refrigerar todas las partes en contacto, tratando de enfriar el calor producido por el roce. También se utiliza para limpiar y arrastrar partículas que se encuentren en contacto con la maquinaria.

Se analizarán los lubricantes para garantizar que se cumplan con las siguientes características:

- **Propiedades de lubricante:** Analizar para determinar si el lubricante continúa teniendo las propiedades establecidas dentro de los límites estipulados.
- **Contaminación del lubricante:** Comprobar que no existe ningún tipo de impureza u objeto que obstaculice la función del lubricante.
- **Desgaste de la maquinaria:** Detectar si existe cualquier mínimo de trazas metálicas que nos avisen de una fricción anómala.

Los principales elementos detectados que afectan negativamente al rendimiento de la maquinaria son los siguientes:

- **Agua**
- **Combustible**
- **Aire**
- **Partículas**

PLAN DE MANTENIMIENTO

Subcapítulo 10: Mantenimiento Correctivo Calderas

10. Mantenimiento Correctivo

10.1. Breve introducción

Se define como aquel que se realiza con el objetivo de reparar fallos o defectos que aparezcan en los equipos y maquinarias, se trata de algo sencillo ya que simplemente supone reparar aquello que se ha roto o fallado. Consiste fundamentalmente en encontrar y reparar las averías o roturas que impidan que la máquina opere de manera normal.

10.2. Agente

Las operaciones de mantenimiento, (con pocas excepciones) serán efectuadas por el Operario Encargado de la caldera en lo que a mecánica se refiere y por un electricista en la parte eléctrica bajo la supervisión directa del Jefe de Mantenimiento.

10.3. Equipos y herramientas

Para realizar los trabajos de reparación más comunes será necesario ir equipado con los respectivos Equipos de Protección Individual (EPI): casco, zapatos de seguridad, protección auditiva, guantes y ropa ligera también con el material de señalización necesario para alertar de las posibles pruebas de seguridad.

Además, de tener a mano todas las herramientas necesarias para cada una de las reparaciones.

10.4. Sistema de agua

A continuación se detallan los síntomas, el diagnóstico y las soluciones más comunes referentes a los fallos ocurridos en el sistema de agua, estos son los más frecuentes.

SÍNTOMA	DIAGNÓSTICO	SOLUCIÓN POSIBLE
La bomba de agua no mantiene el volumen adecuado de agua hacia la caldera causando interrupción termostática.	La válvula de purga de la unidad abierta o fugándose.	Cerrar o cambiar la válvula de purga de la unidad de calentamiento.
	La bomba de agua no está cebada correctamente.	Cebada la bomba de agua.
	Insuficiente caudal de agua hacia la bomba de agua.	Revisar el nivel de agua en el tanque de condensados. Asegurar que la válvula de admisión a la bomba de agua esté abierta totalmente.
	Filtro de la línea de alimentación obstruido.	Desmontar y limpiar la malla del filtro de agua.
	Salida del tanque de condensados obstruida	Revisar y drenar el tanque de condensados.
	Agua de alimentación hirviendo o muy caliente en el tanque de condensados.	Corregir la causa de la excesiva temperatura del retorno de condensados. Inspeccionar la trampa de vapor y la válvula de la trampa de vapor.
	Las válvulas de retención de la bomba de agua no operan adecuadamente.	Limpiar e inspeccionar las válvulas de retención.
	Bajo voltaje causando que el motor opere a menos revoluciones.	Buscar y corregir la causa del bajo voltaje
	Unidad de calentamiento restringida causando excesiva contrapresión en la línea de alimentación.	Observar la presión de alimentación para verificar si hay restricción.

SÍNTOMA	DIAGNÓSTICO	SOLUCIÓN POSIBLE
La bomba de agua no mantiene el volumen adecuado de agua hacia la caldera causando interrupción termostática.	El tanque de condensados no tiene la elevación suficiente.	Consultar sobre la instalación del tanque de condensados.
Operación ruidosa de la unidad de calentamiento.	Amortiguador de admisión o descarga obstruido o dañado.	Limpiar el amortiguador. Cambiarlo si es necesario.
	Baleros de la bomba dañados.	Cambiar los baleros.
	Unidad de calentamiento restringida causando excesiva contrapresión.	Observar la presión de alimentación para verificar si la unidad está incrustada.
	Agua de alimentación hirviendo o muy caliente a causa del retorno de condensados.	Corregir el exceso de temperatura en el retorno. Revisar la trampa de vapor, así como la válvula de la trampa de vapor que esté funcionando correctamente.
Sobrecalentamiento en el tanque de condensados.	Falla el solenoide de la bomba de agua o trampa de vapor abierta permanentemente.	Abrir parcialmente la válvula de drene del separador hasta corregir el fallo.
La lectura del manómetro de la trampa es cero.	Trampa de vapor cerrada, manómetro dañado o línea cerrada (tapada).	Asegurar que la bomba de agua esté operando a capacidad normal.
	La trampa está pegada.	Asegurar que la trampa funcione correctamente.

SÍNTOMA	DIAGNÓSTICO	SOLUCIÓN POSIBLE
La lectura del manómetro de la trampa es fija.	Trampa de vapor abierta en forma permanente.	Asegurar que la bomba de agua esté operando a la capacidad normal. Garantizar que la trampa funcione correctamente.
Nivel de aceite.	El interruptor de nivel de aceite de la bomba de agua ha interrumpido la operación de la caldera, debido a que el nivel de aceite dentro de la bomba de agua no es el adecuado.	Revisar el nivel de aceite dentro de la bomba de agua. Si el nivel de aceite es demasiado alto o muy bajo, revisar si está roto alguno de los diafragmas.

Tabla VIII. Fallos más comunes en el sistema de agua

10.5. Sistema de combustible

A continuación se detallan los síntomas, el diagnóstico y las soluciones más comunes referentes a los fallos ocurridos en el sistema de combustible, estos son los más frecuentes.

SÍNTOMA	DIAGNÓSTICO	SOLUCIÓN POSIBLE
PRESIÓN DE COMBUSTIBLE BAJA O NULA.	Aire en la línea de suministro de combustible causando que la bomba se descebe.	La línea de succión debe estar perfectamente sellada y eliminar las bolsas de aire.
Precaución: Parar la unidad inmediatamente para evitar daños a la bomba de combustible.	Bomba de combustible dañada. Abastecimiento de combustible agotado o línea de suministro de combustible restringida.	Cambiar la bomba de combustible. Revisar el suministro de combustible. Asegurar todas las válvulas de la línea de suministro a la caldera estén abiertas.

SÍNTOMA	DIAGNÓSTICO	SOLUCIÓN POSIBLE
Presión de combustible baja o nula. Parar la unidad inmediatamente para evitar daños a la bomba de combustible.	Aire en la línea de suministro de combustible causando que la bomba se descebe.	La línea de succión debe estar perfectamente sellada y eliminar las bolsas de aire.
	Bomba de combustible dañada. Abastecimiento de combustible agotado o línea de suministro de combustible restringida.	Cambiar la bomba de combustible. Revisar el suministro de combustible. Asegurar que todas las válvulas de la línea de suministro a la caldera estén abiertas.
	Presión de combustible no ajustada adecuadamente.	Ajustar la presión de combustible.
	El combustible se está retornando a través de la válvula de control del quemador.	La válvula de control del quemador debe estar totalmente cerrada para obtener la presión adecuada.
El quemador gotea diésel	Válvula solenoide de combustible no asienta correctamente.	Revisar y limpiar la válvula solenoide de combustible.
	Boquilla del quemador floja o carbonizada.	Desmontar y limpiar las boquillas del quemador.
	Electrodos de ignición mal ajustados dentro del ángulo de atomización.	Desmontar el quemador y revisar el ajuste de los electrodos de ignición.
El quemador falla al encender	Fallo en la ignición.	Ajustar los electrodos de ignición.

SÍNTOMA	DIAGNÓSTICO	SOLUCIÓN POSIBLE
El quemador falla al encender	Fallo en la ignición.	Revisar el transformador y el cable de ignición del quemador.
		Probar el transformador de ignición. La chispa debe ser fuerte y constante a 10 mm de distancia. Buscar la causa de un bajo voltaje temporal o intermitente que pudiera motivar chispa débil del transformador de ignición. Cambiar el Transformador.
	Fallo del interruptor de presión de combustible.	Revisar y ajustar el interruptor de presión de combustible.
	Boquilla no reinstalada en el quemador.	Asegurarse de reinstalar la boquilla en el quemador después de la limpieza.
	Válvula solenoide de fuego bajo no abre.	Revisar si está quemada la bobina de la válvula solenoide.
	Boquilla del quemador obstruida.	Desmontar el quemador para limpiarlo
	Insuficiente presión del combustible.	Baja o falta presión de combustible.

SÍNTOMA	DIAGNÓSTICO	SOLUCIÓN POSIBLE
Operación parcial o inadecuada del quemador causando baja presión de vapor, bajo carga normal.	Baja presión de combustible.	Consultar la baja presión de combustible.
	Mezcla inadecuada de aire-combustible.	Mezcla inadecuada de aire-combustible.
	Unidad de calentamiento hollinada.	Si el hollín no puede eliminarse con el soplador de hollín, lavar dicha unidad.
	Aire insuficiente al cuarto de calderas.	Instalar un ducto de aire del exterior hacia el ventilador.
	Válvula solenoide de fuego alto falla al abrir.	Revisar si las válvulas están dañadas.
	El fuego alto no opera.	Revisar que el interruptor modulador de presión de vapor se encuentre normalmente cerrado si hay baja presión de vapor.
Fuego débil o vacilante.	Ducto de la chimenea restringido u hollinado, causando contrapresión en la cámara de combustión.	Eliminar el hollín o la restricción. Asegurar que el ducto de la chimenea esté instalado correctamente.
	Aire insuficiente al cuarto de calderas.	Instalar un ducto de aire del exterior hacia el ventilador.
	Ajuste inadecuado del aire hacia el quemador.	Revisar el ajuste de la compuerta de aire.
	Boquilla del quemador carbonizada u obstruida.	Desmontar y limpiar las boquillas del quemador.

SÍNTOMA	DIAGNÓSTICO	SOLUCIÓN POSIBLE
Fuego débil o vacilante.	Unidad de calentamiento hollinada.	Si el hollín no puede ser eliminado con el soplador de hollín, lavar la unidad de calentamiento.
Apagado vacilante del quemador durante la operación.	Válvula solenoide de combustible no asienta adecuadamente.	Revisar y limpiar las válvulas solenoides de combustible.
	Boquilla en el quemador floja.	Apretar la boquilla.
	Boquilla del quemador carbonizada.	Desmontar y limpiar las boquillas.
Humo en la salida de la chimenea. Para evitar el hollinamiento de la unidad de calentamiento y del quemador, debe corregirse de inmediato esta condición.	Mezcla inadecuada de aire al quemador	Ajustar la compuerta de aire.
	Presión de combustible no ajustada adecuadamente.	Si el hollín no puede ser eliminado con el soplador de hollín, lavar la unidad de calentamiento.
	Boquillas del quemador carbonizadas, gastadas o flojas.	Limpiar y apretar las boquillas. Cambiar si están gastadas.
	Lodos o impurezas en el combustible, o combustible equivocado.	Asegurar que el quemador esté limpio, y de usar el combustible adecuado.

Tabla IX. Fallos más comunes en el sistema de combustible

10.6. Sistema eléctrico

A continuación se detallan los síntomas, el diagnóstico y las soluciones más comunes referentes a los fallos ocurridos en el sistema eléctrico, estos son los más frecuentes.

SÍNTOMA	DIAGNÓSTICO	SOLUCIÓN POSIBLE
Motor ruidoso o demasiado caliente.	Lubricación insuficiente o baleros en mal estado.	Lubricar los baleros, cambiar si están dañados.
	Banda del motor desalineada, causando que la flecha se forcé.	Alinear la flecha. El motor debe girar libremente impulsándolo con la mano
	El motor funciona en una sola fase.	Buscar si hay algún fusible fundido en la línea de alimentación.
	Acoplamiento del motor a la bomba floja o en mal estado.	Revisar los coples, ver que estén apretados.
Arrancador magnético falla al hacer contacto.	La bobina opera intermitentemente.	Cambiar la bobina, asegurar que se instale una bobina de ciclo y voltaje correcto.
	Fallo del contacto causado por débil presión del contacto o por carbonización e impurezas o bajo voltaje.	Cambiar los contactos.
Arrancador magnético falla al desconectar.	Contactos soldados debido al arqueo eléctrico o distorsión mecánica.	Cambiar los contactos. Corregir la causa de la distorsión.

SÍNTOMA	DIAGNÓSTICO	SOLUCIÓN POSIBLE
Arrancador o contacto magnético ruidoso	Alineamiento pobre, bobina equivocada, distorsión mecánica o superficie de guía dañada o carbonizada.	Revisar y limpiar el arrancador magnético
	Contactos del arrancador están carbonizados.	Cambiar los contactos
	Bandas del motor desalineadas, causando que la flecha se doble	Alinear la flecha del motor y las bandas. El motor debe girar libremente con la mano
Arrancador o contacto electromagnético muy ruidoso.	Alineación del núcleo, bobina inapropiada, distorsión mecánica o superficie de guía dañada o carbonizada.	Revisar y limpiar el arrancador magnético.
	Contactos del arrancador están carbonizados	Cambiar los contactos.
	Bandas del motor desalineadas, causando que la flecha se doble.	Alinear la flecha del motor y las bandas. El motor debe girar libremente con la mano.
Presión de aire	El interruptor de presión de aire ha suspendido la operación del quemador debido al fallo del ventilador o bloqueo en la línea de aire.	Asegurar que el ventilador esté bien sujeto a la flecha del motor, revisar y limpiar la línea de aire del interruptor de presión de aire.
El piloto de gas no enciende	La bobina del piloto no tiene alimentación eléctrica.	Comprobar el suministro de corriente al piloto.
	La bobina del solenoide del piloto está dañada.	Revisar y cambiar la bobina si es necesario.

SÍNTOMA	DIAGNÓSTICO	SOLUCIÓN POSIBLE
El piloto de gas no enciende.	Falla la ignición.	Ver fallo de Ignición.
El quemador enciende pero se apaga en 2 segundos.	Detector de llama o fotocelda sucia o dañada.	Limpiar el detector de llama o fotocelda, probar una salida de corriente de 7 a 8 microamperios.
	Relevador de fuego bajo no opera.	Revisar el relevador de fuego bajo
	El suministro de aire no es el adecuado.	Revisar el ajuste de la compuerta de aire.
	Terminales eléctricas del control electrónico de seguridad flojas o sucias ocasionando falsos contactos.	Revisar que las terminales del control electrónico estén apretadas y limpias.
El quemador no enciende aun cuando existe presión de diésel.	La bobina de la válvula solenoide no se energiza, o no recibe el voltaje adecuado.	Revisar la bobina y comprobar que le llega alimentación eléctrica.
	Falta de alimentación de corriente de 115 V. C.A. al control electrónico de seguridad.	Probar en las terminales 2 y 6 del control electrónico de seguridad al suministro correcto de corriente.
	El interruptor de presión de combustible está abierto.	Revisar la llegada y salida de corriente al interruptor de presión de combustible.

SÍNTOMA	DIAGNÓSTICO	SOLUCIÓN POSIBLE
Fallo en el quemador	El control electrónico de seguridad ha sacado del circuito los controles del quemador debido a un fallo de encendido en dicho quemador.	El control electrónico de seguridad deberá restablecerse manualmente antes de intentar encender el quemador.
El quemador se apaga antes de que se haya alcanzado la máxima presión de vapor.	Interrupción termostática debido a la escasez o falta de agua.	Corregir la causa de la falta de agua y restablezca el interruptor.
	Interrupción termostática debido a un sobrecalentamiento en el tanque de condensados.	Revisar la temperatura en el tanque de condensados.
La caldera se para antes de alcanzar la máxima presión de vapor.	El interruptor auxiliar del termostato ha actuado interrumpiendo la operación de todo el equipo.	Corregir la causa de la falta de agua, revisar el ajuste del interruptor auxiliar del termostato.
El motor falla al arrancar o se para durante la operación.	Falta el suministro de corriente o fusible fundido.	Revisar el fusible de la línea de alimentación a la unidad.
	Paro por seguridad ocasionado por los elementos térmicos.	Esperar de 2 a 3 minutos a que se enfríen los elementos térmicos luego volver a arrancar. Buscar la causa de la sobrecarga. Ver si el motor se Sobrecalentó debido a algún "corto".

SÍNTOMA	DIAGNÓSTICO	SOLUCIÓN POSIBLE
El motor falla al arrancar o se para durante la operación.	Fusibles abiertos.	Comprobar los fusibles, cambiar los listones, si es necesario.
	Nivel inadecuado de aceite en la bomba de agua.	Corregir el nivel de aceite de la bomba de agua.

Tabla X. Fallos más comunes en el sistema eléctrico

PLAN DE MANTENIMIENTO

Subcapítulo 11: Recursos Humanos

11. Recursos Humanos

11.1. Organización del personal

En este punto se tratará de dimensionar los recursos y la organización necesaria para realizar las funciones de mantenimiento objeto del presente TFG, explicando también las competencias de todo el personal que participa en éste. En la siguiente imagen se muestra el organigrama jerárquico de la Lavandería respecto a la Sala de Calderas.

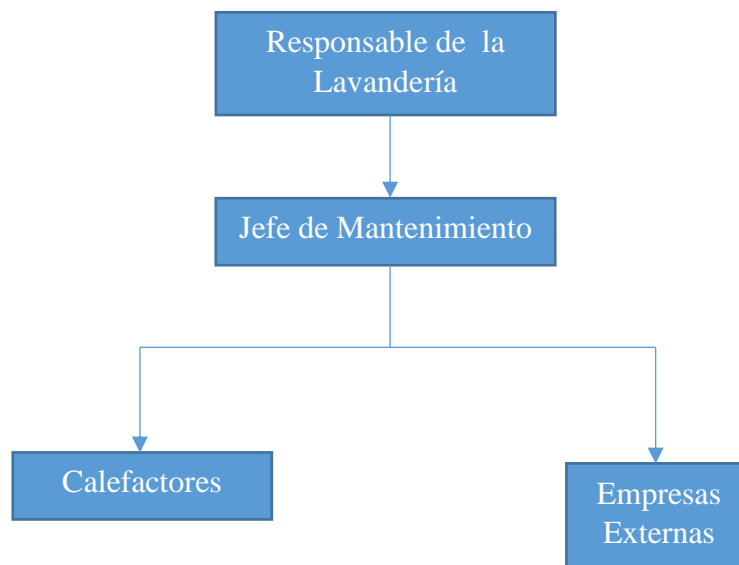


Figura XVIII. Organigrama de la Lavandería

A continuación se procederá a explicar cada uno de los puestos mencionados.

- **Responsable de Mantenimiento**

Es el responsable de gestionar el centro con todas sus tareas y actividades. Tiene la responsabilidad de asegurar el plan de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de todas las instalaciones de la Lavandería, y en este caso de la Sala de Calderas asegurando su correcto funcionamiento e intentando conseguir la ausencia de paradas no planificadas. Se encargará de la mejora continua de métodos y procedimientos.

Las principales tareas de las que se encarga el responsable de la Lavandería son las siguientes:

- Define y planifica la política de mantenimiento, con el objetivo de mejorar el modelo preventivo y establecer metodologías operativas de mantenimiento de manera racional.
- Asegura el correcto funcionamiento de los equipos de trabajo y de las instalaciones de la empresa.
- Planifica los mantenimientos preventivos y predictivos de las líneas de producción, asegurando su funcionamiento.
- Crea y mantiene actualizados los manuales de mantenimiento preventivo y predictivo, verificando su mantenimiento.
- Asigna los trabajos de mantenimiento.
- Dirección y gestión de los equipos de mantenimiento.

- **Jefe de mantenimiento**

Su función es la de organizar al personal y supervisar las operaciones que se realizan en la Sala de Calderas. Como principal encargado del correcto funcionamiento de los grupos, es su obligación el mantener controlado que se realicen todas las tareas de mantenimiento, tanto por las empresas externas como por los calefactores.

También se encarga de ponerse en contacto con todos los distribuidores de piezas de recambios y herramientas para realizar los pedidos y que puedan llevarse a cabo las tareas de mantenimiento y reparación.

- **Operadores de las calderas**

Su principal función es la de realizar las labores de mantenimiento, reparación y encargarse del almacén. La jornada laboral comienza a las 4:00 de la mañana hasta 22:00 de la noche. Se dispondrá de 3 operarios que trabajarán en tres turnos, el primero de (4:00-11:00), el segundo de (08:00-15:00), y el tercero de (15:00-22:00).

4:00-4:30:

Arranque de las Calderas.

21:00:

Parada de funcionamiento de las Calderas.

21:00-22:00:

Realización del cierre y preparación para el día siguiente.

- **Subcontratas para trabajos específicos (Empresas Externas)**

Se depende de subcontratas para realizar trabajos puntuales como son los mantenimiento predictivos, el tratamiento de aguas y las inspecciones técnico legales.

Estas empresas permanecen por periodos de entre unos días, normalmente. Todo su personal está compuesto por expertos, que trabajan sincronizada y rápidamente, ya que tienen una gran experiencia al dedicarse en exclusiva a un sector determinado.

Como en otras instituciones se debe seguir un conducto a la hora de recibir y dar los informes. Esto hace mención a que el jefe de la subcontrata es el único que debe recibir las órdenes del jefe de mantenimiento, así como debe ser el encargado de la empresa el único en reportar cualquier incidencia al jefe de mantenimiento. Todo esto, claro está, a no ser en caso de emergencia.

PLAN DE MANTENIMIENTO

Subcapítulo 12: Conclusión

12. CONCLUSIÓN

Con la realización de este trabajo de fin de grado se ha pretendido conocer y comprender los pasos para la correcta planificación y ejecución de las actividades de mantenimiento en un entorno industrial.

En términos académicos me ha permitido adquirir los conocimientos necesarios y el desarrollo de un trabajo de fin de grado, asimilándose a algo que nos podemos encontrar una vez obtenido el título de Graduado en Ingeniería Electrónica y Automática.

En particular la elaboración de este trabajo, se ha llevado a cabo bajo unas imposiciones estrictas a nivel de legislación sobre los aparatos a presión para cumplir con todas las normativas asimismo llevando a cabo una cuidadosa examinación de los distintos componentes para llevar a cabo un óptimo plan de mantenimiento con respecto a dicha sala de calderas, resolviéndose de manera satisfactoria y solventando todo tipo de problemas que se han ido presentando a lo largo del desarrollo del proyecto.

12. CONCLUSION

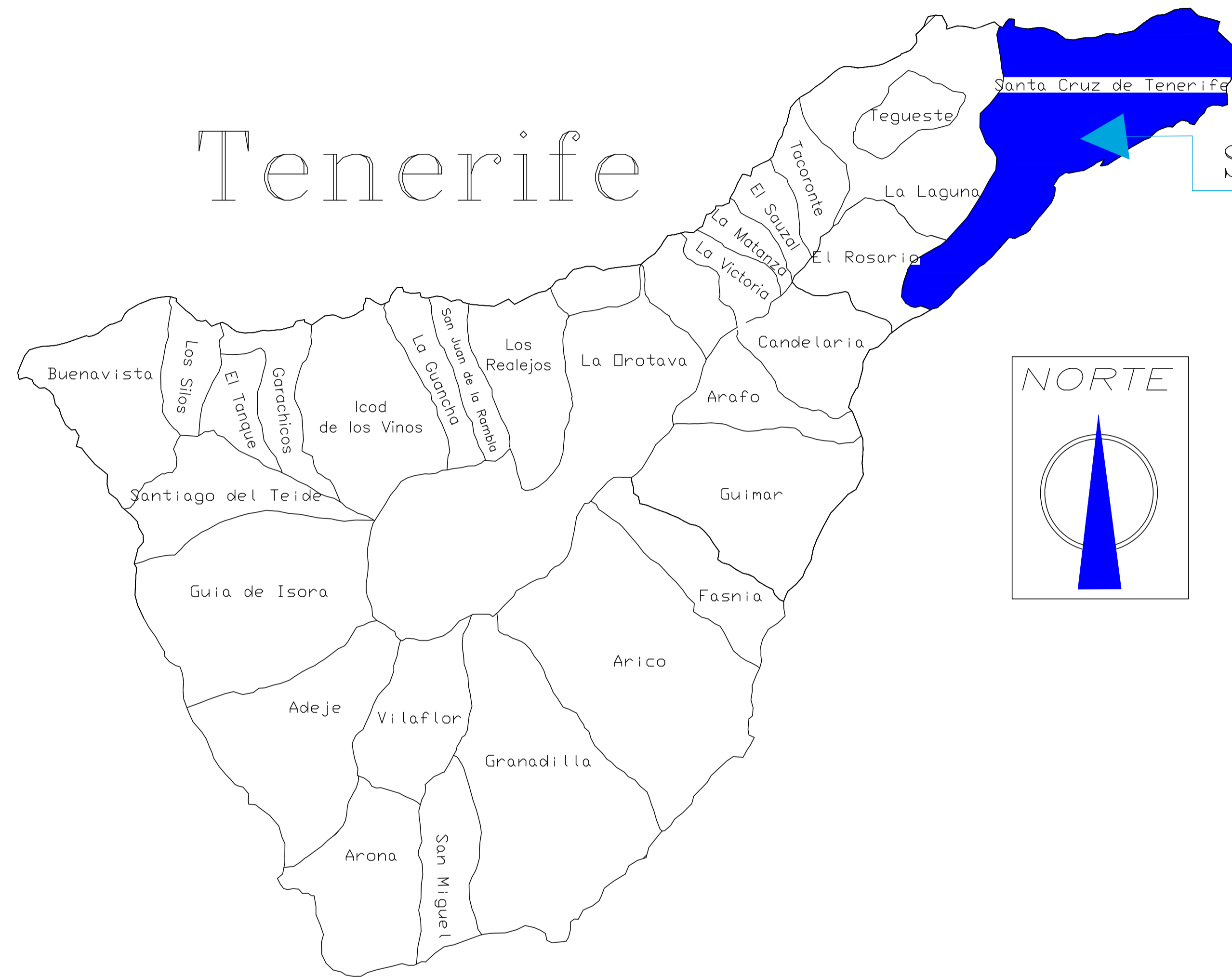
I have tried with the realization of this project has sought to know and understand the steps for proper planning and execution of maintenance activities in an industrial environment.

In academic terms it has enabled me to acquire the necessary knowledge and development, assimilating to something that we can find once obtained the Certificate in Electronics and Automation Engineering.

In particular the preparation of this work has been carried out under strict impositions level legislation on pressure equipment to comply with all regulations also carrying out a thorough examination of the various components to perform an optimal plan maintenance with respect to said boiler, working satisfactorily and by solving all kinds of problems that have been presented throughout the project development.

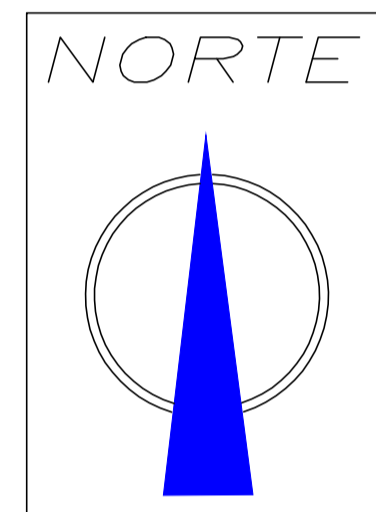
PLAN DE MANTENIMIENTO

Subcapítulo 13: Planos

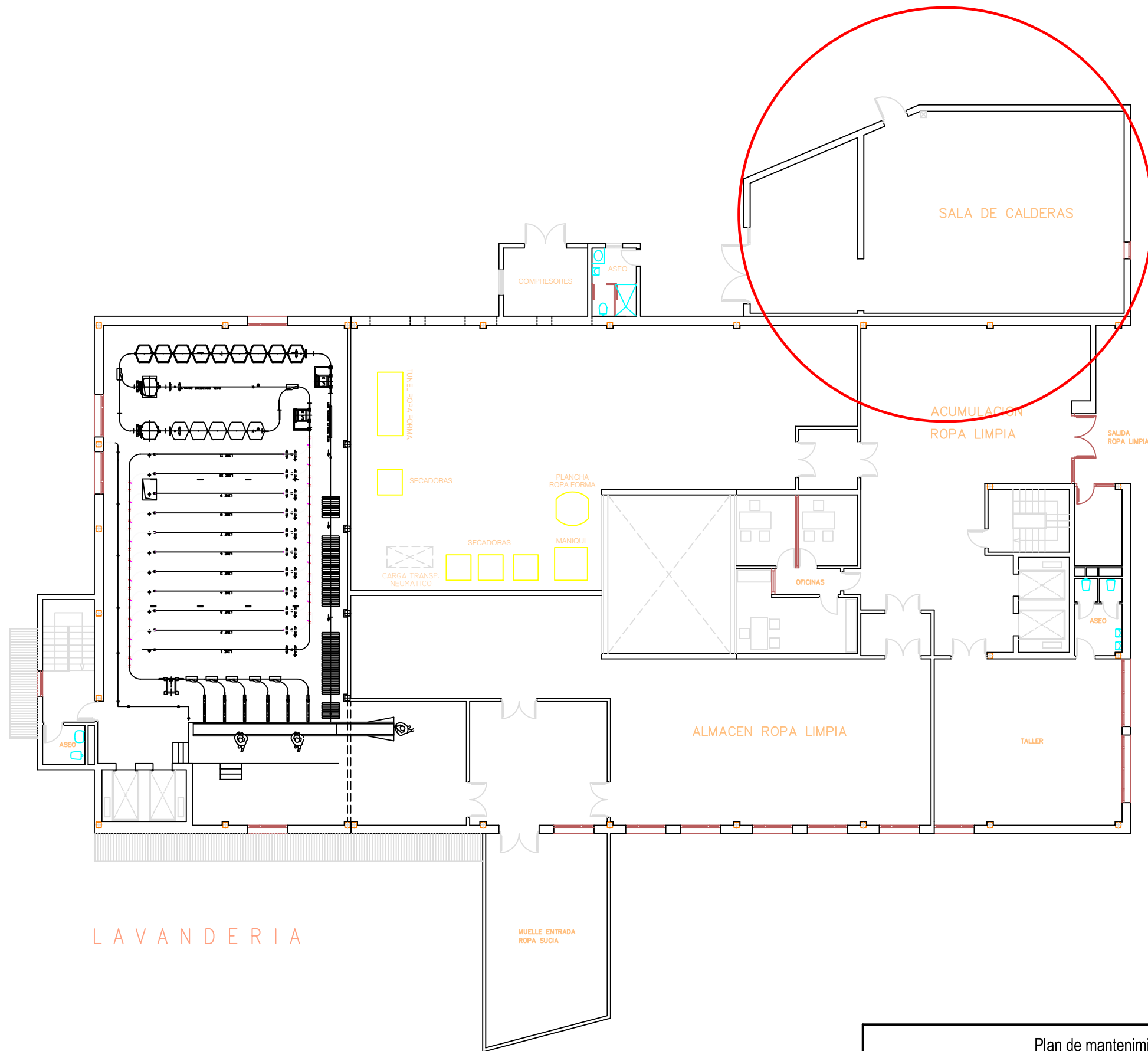


Tenerife

Santa Cruz

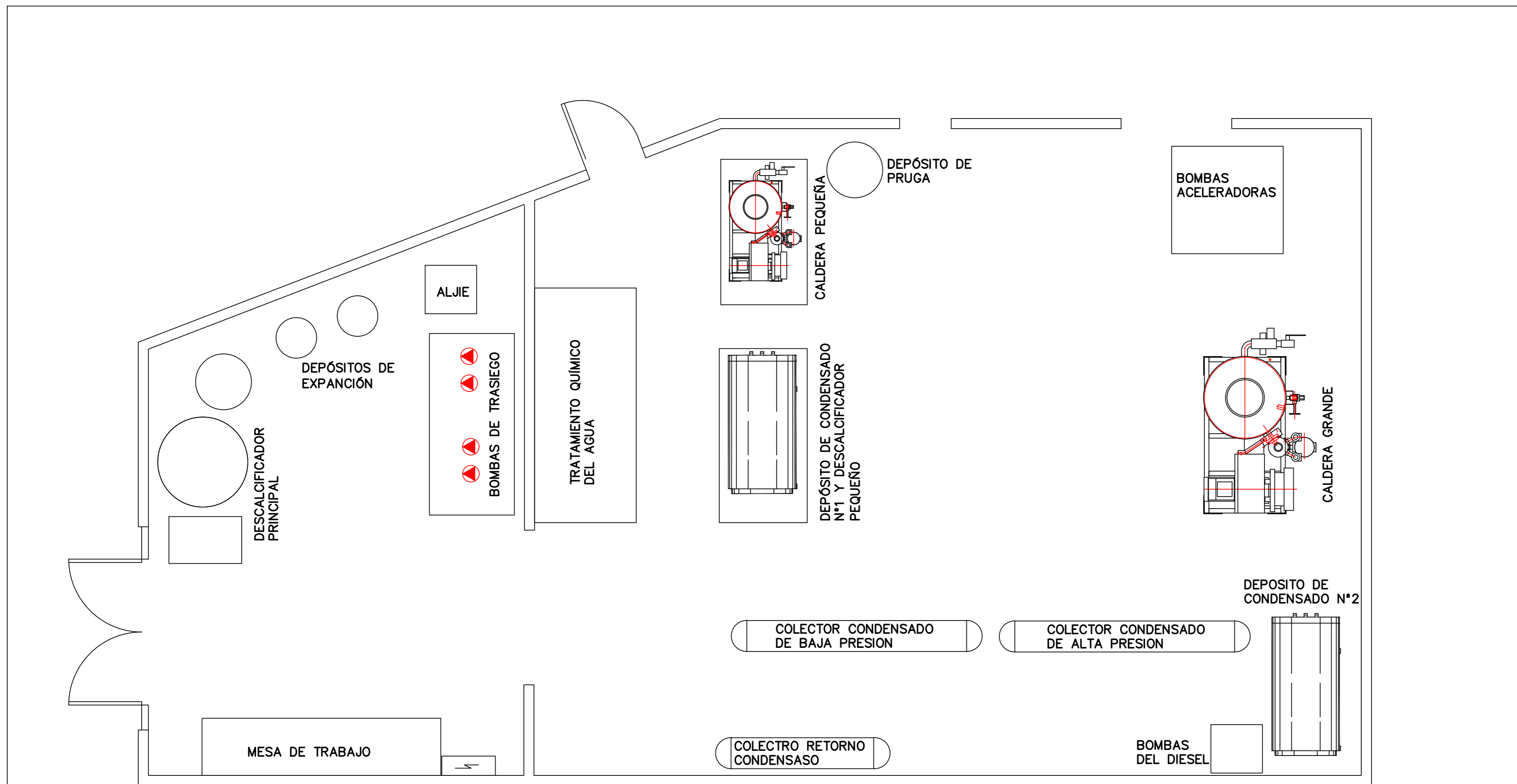


Plan de mantenimiento en una Sala de Calderas			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Técnica Industrial, esp Mecánica Universidad de La Laguna
Dibujado	Jul-2016	Juan Manuel	
Comprobado	Jul-2016	Guanche Ravelo	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	PLANO SITUACIÓN LAVANDERÍA		Nº P.: 01
S/E			Nom.Arch: WWW.dwg

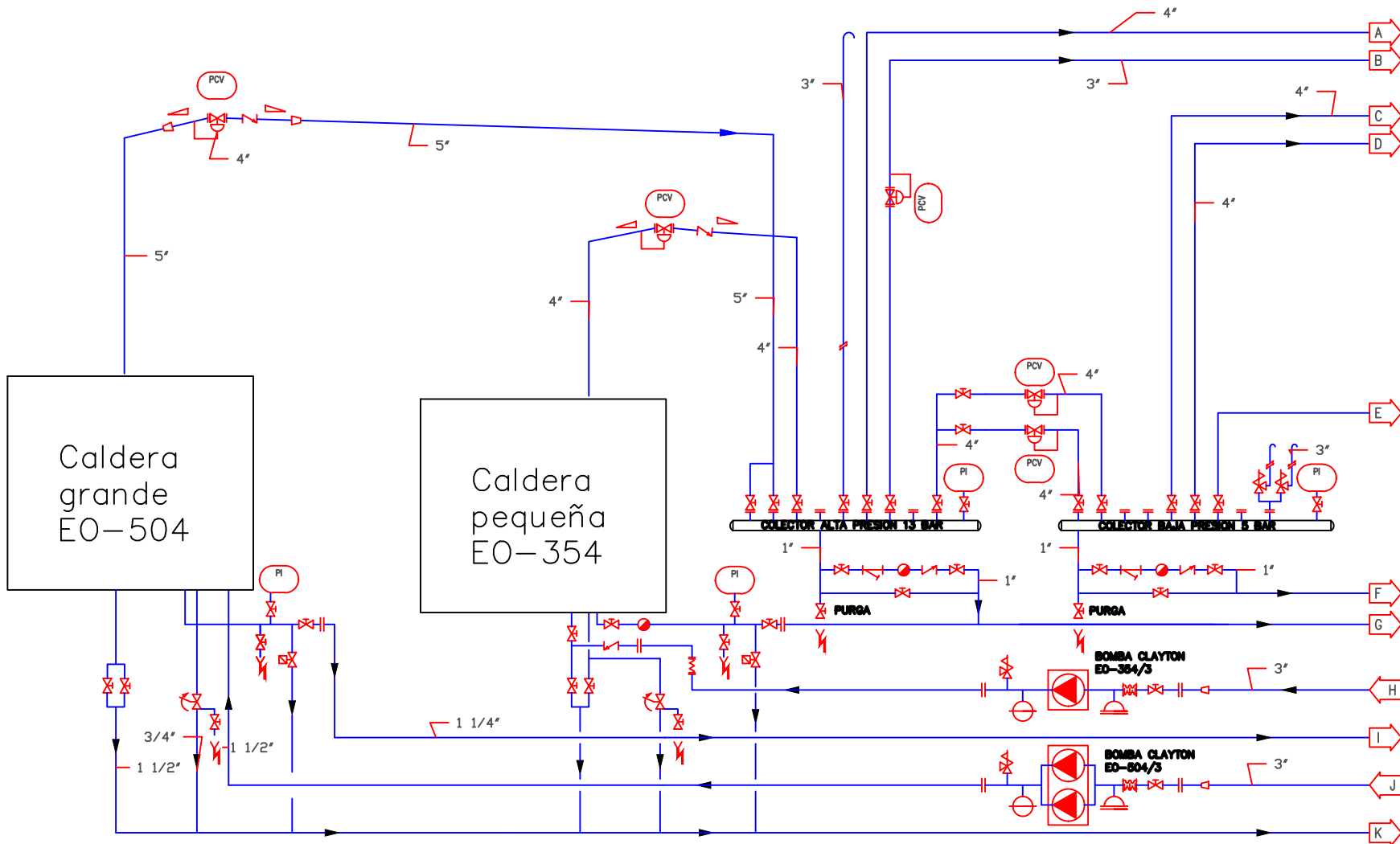


LAVANDERIA

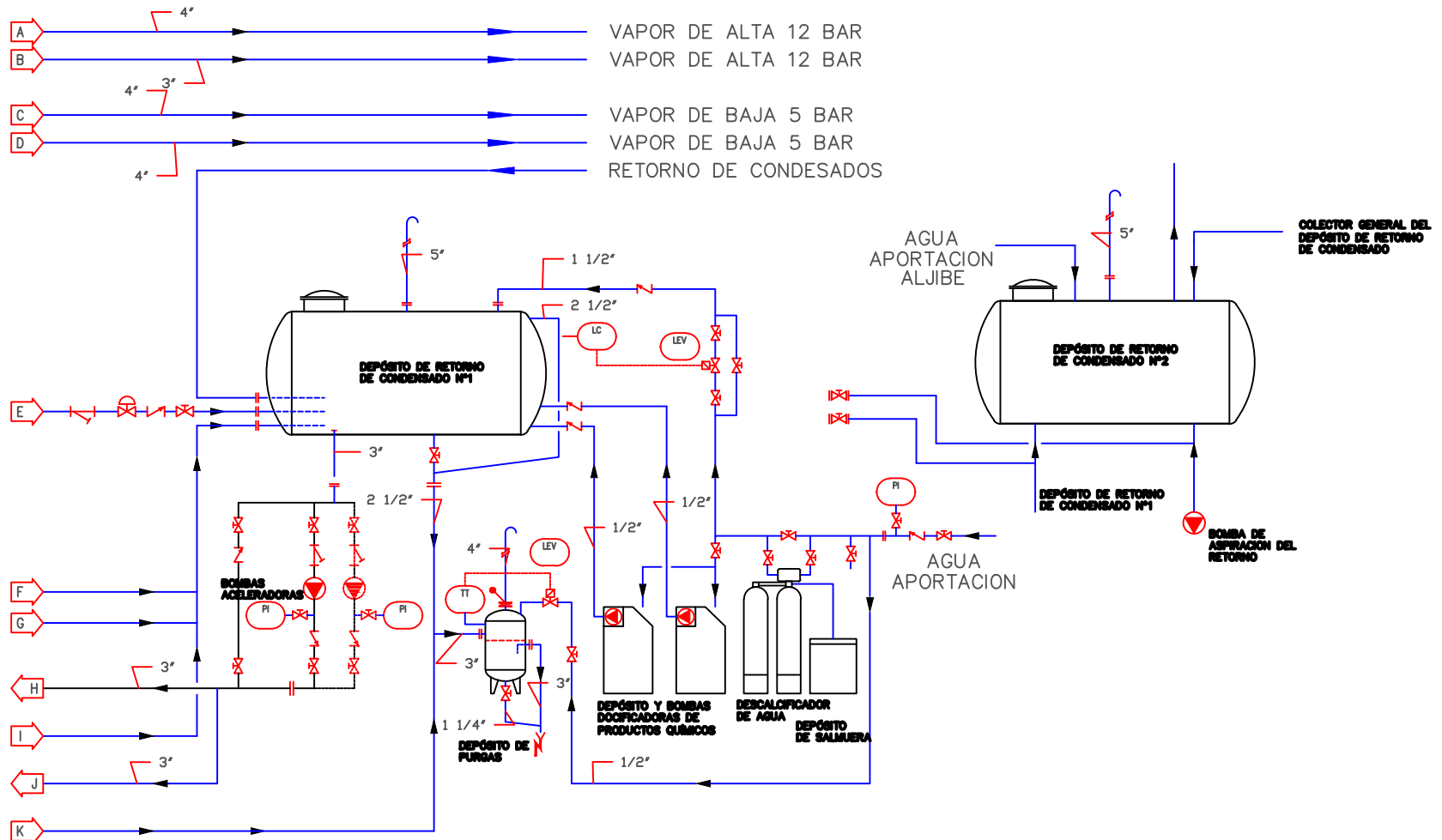
Plan de mantenimiento en una Sala de Calderas			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Técnica Industrial, esp Mecánica Universidad de La Laguna
Dibujado	Jul-2016	Juan Manuel	
Comprobado	Jul-2016	Guanche Ravelo	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	PLANTA DISTRIBUCIÓN LAVANDERÍA		Nº P.: 02
1:100			Nom.Arch: WWW.dwg



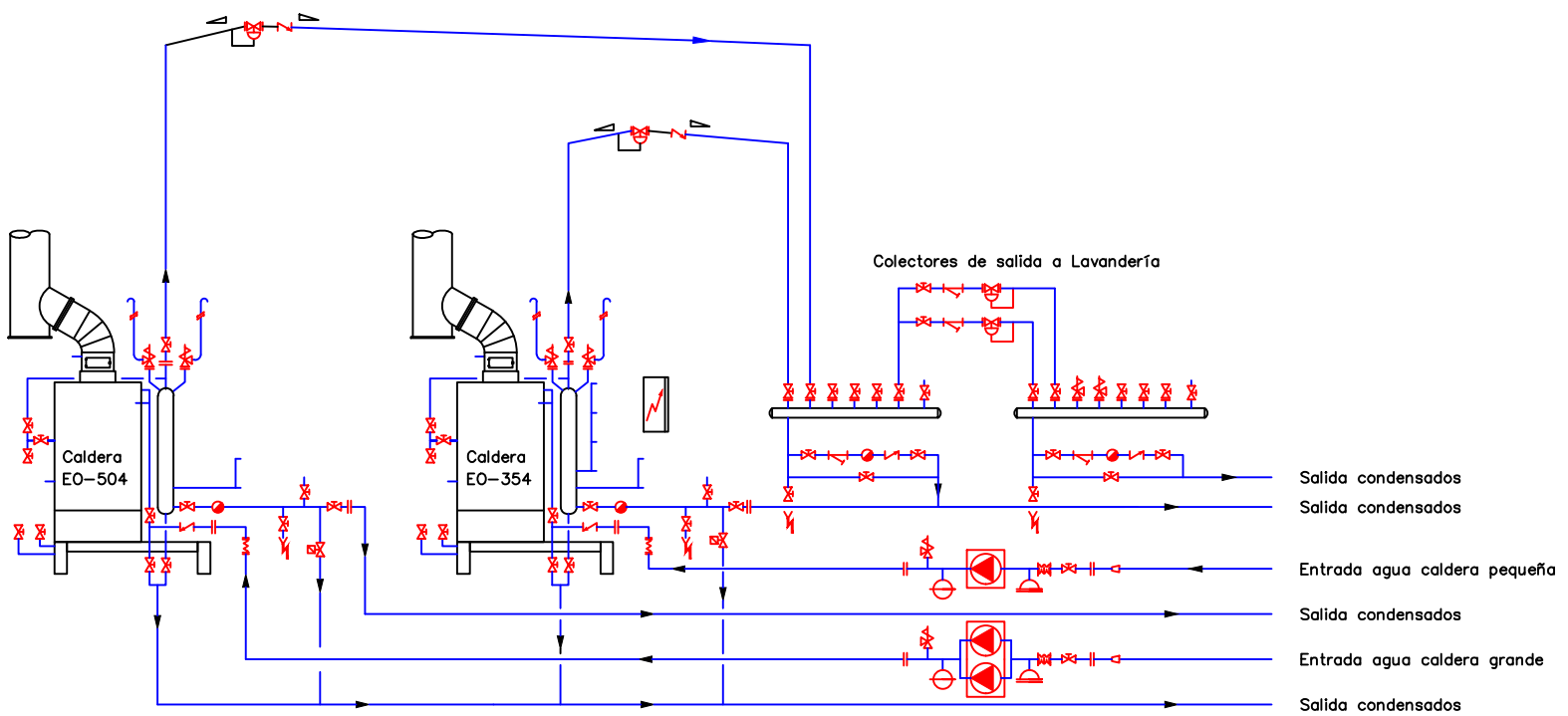
Plan de mantenimiento en una Sala de Calderas			
	Fecha	Autor	
Dibujado	Jul-2016	Juan Manuel	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL <i>Ingeniería Técnica Industrial, esp Mecánica</i> Universidad de La Laguna
Comprobado	Jul-2016	Guanche Ravelo	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	PLANTA DE LA SALA DE CALDERAS		Nº P.: 03
1:50			Nom.Arch: WWW.dwg



Plan de mantenimiento en una Sala de Calderas			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Técnica Industrial, esp Mecánica Universidad de La Laguna
Dibujado	Jul-2016	Juan Manuel	
Comprobado	Jul-2016	Guanche Ravelo	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	ESQUEMA SUMINISTRO DE AGUA 1		Nº P.: 04
S/E			Nom.Arch: WWW.dwg



Plan de mantenimiento en una Sala de Calderas			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Técnica Industrial, esp Mecánica Universidad de La Laguna
	Dibujado	Jul-2016 Juan Manuel	
	Comprobado	Jul-2016 Guanche Ravelo	
	Id. s. normas	UNE-EN-DIN	
ESCALA:	S/E		ESQUEMA SUMINISTRO DE AGUA 2
Nº P.:	05		Nom.Arch: WWW.dwg

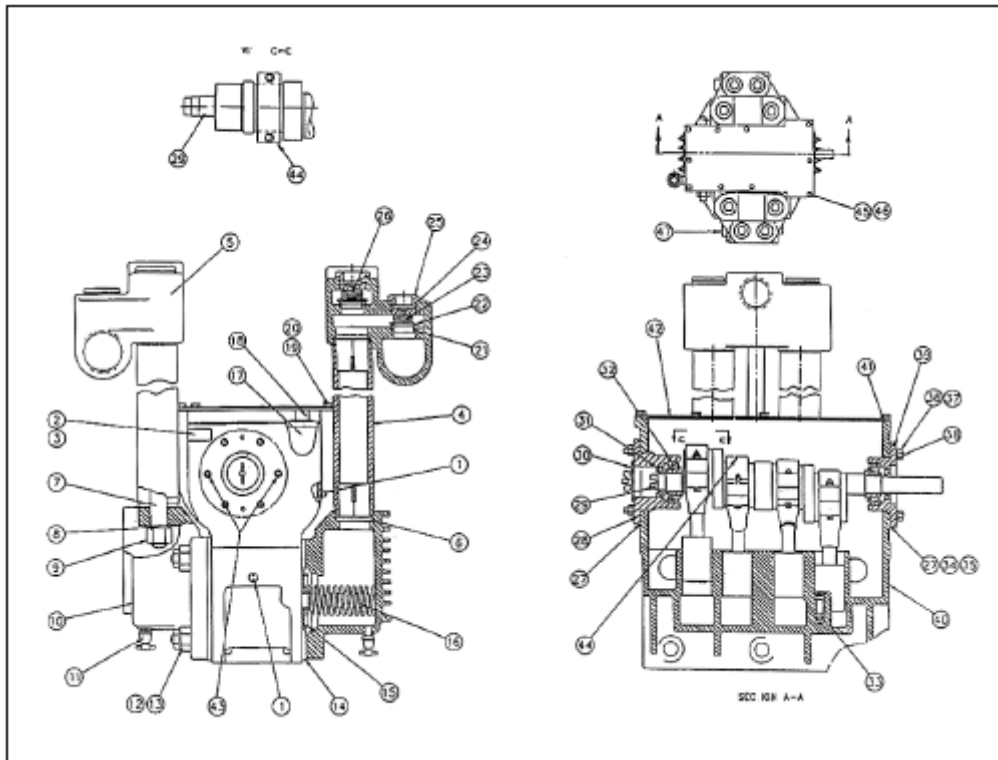


Plan de mantenimiento en una Sala de Calderas			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Técnica Industrial, esp Mecánica Universidad de La Laguna
<i>Dibujado</i>	Jul-2016	Juan Manuel	
<i>Comprobado</i>	Jul-2016	Guanche Ravelo	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DE VAPOR		Nº P.: 06
S/E			Nom.Arch: WWW.dwg

PLAN DE MANTENIMIENTO

Subcapítulo 14: Anexo Manual Mantenimiento
Componentes

Bomba de agua



4 Columna tubular

5 Cabezal válvula retención

10 Cabezal bomba

11 Grifo de purga

14 Membrana

15 Arandela de membrana

16 Muelles de retorno

17 Codo para filtro aceite

21 Asiento válvula

22 Discos de las válvulas

23 Muelle de admisión

25 Tapones de válvulas retención

26 Muelle de descarga

36 Tuerca (sombbrero de apoyo)

38 Pistón de la bomba

40 Cáster

42 Tapa y junta

44 Pistón y acoplamiento

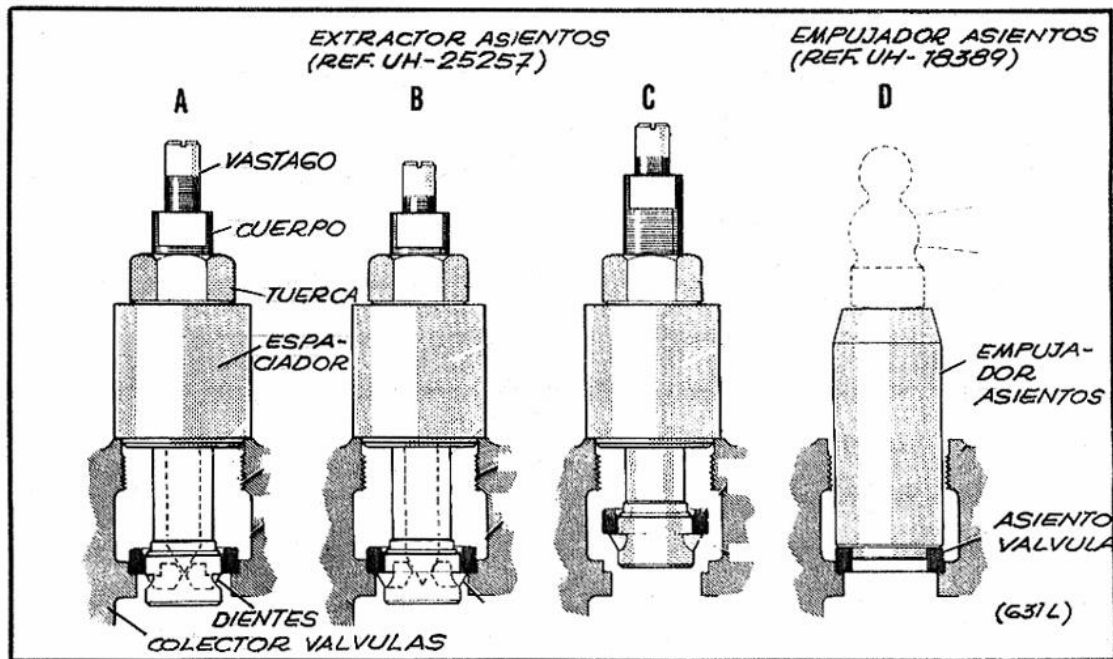
Mantenimiento de las válvulas de retención de la bomba

Aflojar los tapones de las válvulas de retención de los cabezales y desmontar los muelles y los discos de los tapones. Quitar incrustaciones y cascarilla de los discos frotándolos en forma de "8" sobre un papel de lija fina (húmedo o seco Nr. 400 ó más fino) dispuesto en un vidrio plano. Los discos deben estar perfectamente lisos y planos para un funcionamiento correcto de la bomba.

NOTA: Desmontar y tratar las válvulas de retención una a una para evitar cambiar las piezas. Acoplar el muelle al disco y atar el muelle al tapón de la válvula. Esto evitara la distorsión inútil o posible deformación de los muelles.

- A) Comprobar la longitud libre de los muelles y el estado de deterioro. La longitud libre de los muelles de descarga debe ser de 30 mm y la de los muelles de admisión de 25 mm. Si hay una desviación de 1 mm o más, sustituir el muelle. Sustituir también los muelles rotos o retorcidos.
- B) Comprobar el estado de los asientos, que no estén rayados o con picaduras. Sustituir los asientos dañados.
- C) Deben quitarse las incrustaciones de interior del cabezal de las válvulas de retención, llenando dichos cabezales y las columnas de la bomba con una mezcla formada por dos partes de agua y una del producto KLEENKOIL, fabricado por CLAYTON, ó cualquier producto desincrustante de calidad reconocida. Los muelles y los discos pueden limpiarse también sumergiéndolos en la misma solución; una vez libre de incrustaciones aclarar con abundante agua. Abrir el grifo de purga y aclarar las columnas de la bomba.

Sustitución de los asientos de las válvulas de la bomba



Para sustituir los asientos de las válvulas, será necesario que se utilice un extractor especial y una herramienta especial de colocación.

- A) Ajustar el vástago del extractor en el sentido inverso a las agujas de un reloj hasta que las garras queden retraídas contra el cuerpo. Aflojar la tuerca del cuerpo para que las garras retraídas se puedan abrir bajo el asiento de la válvula cuando el extractor se encuentre dentro del cabezal de la válvula de retención.
- B) Introducir el extractor en el cuerpo de la válvula de retención y apretar en el sentido inverso a las agujas de un reloj el vástago en el cuerpo, hasta que las garras entren completamente bajo el asiento de la válvula de retención.
- C) Agarrar el cuerpo con una llave y atornillar la tuerca del cuerpo en el sentido de las agujas de un reloj, hasta que el asiento de la válvula quede libre del cabezal de la válvula de retención.
- D) Colocar el asiento nuevo con la herramienta especial. Maniobrar con esmero para evitar estropear el asiento.

- E) Después de haber instalado correctamente el asiento, unir los muelles a los discos de las válvulas. Instalar los muelles en buen estado y los tapones dentro de los cabezales de las válvulas.

Sustitución del diafragma de la bomba

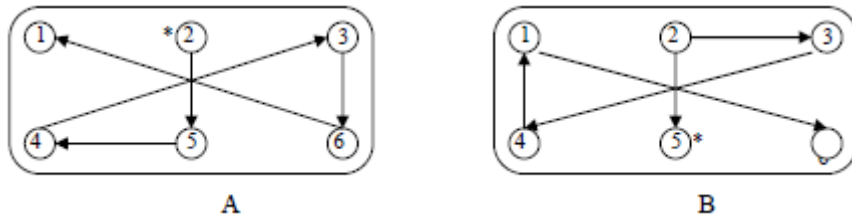
a) Desmontaje

- Abrir el grifo de purga y purgar el agua de la bomba.
- Purgar el aceite del cárter.
- Desconectar los conductos de la bomba. Destornillar las tuercas hexagonales que sujetan los cabezales de la bomba al cárter y quitar los cabezales de las válvulas de retención, los cabezales de la bomba y las columnas tubulares como unidad, a ambos lados del cárter.
- Quitar los muelles de retorno de la membrana, las arandelas de la membrana y las membranas.
- Sustituir las membranas usadas o deterioradas. Cambiar los muelles rotos o deformados. La longitud libre de los muelles debe ser de 132 mm. Si hay una desviación de 1 mm o más, cambiar el muelle.

b) Montaje

- Colocar las membranas, arandelas y muelles dentro del depósito de la bomba e instalar los cabezales de la bomba. Atornillar las tuercas clavija como se indica a continuación. Asegurarse que los muelles y las arandelas de la membrana permanezcan en la posición correcta mientras se hace el apriete.

Secuencia de apriete:



* = Posición de comienzo. Aplicar la presión según se indica en la tabla adjunta, por 7 ciclos utilizando la secuencia expresada para el apriete:

Dibujo	Nº vueltas	APRIETE											
		Localización del pasador (ver ilustración página anterior)											
		1		2		3		4		5		6	
		Ft/lbs	N.m	ft/lbs	N.m	ft/lbs	N.m	Ft/lbs	N.m	Ft/lbs	N.m	Ft/olbs	N.m
A	1			40	54					40	54		
A	2	20	27	40	54	20	27	20	27	40	54	20	27
B	3	40	54	60	81	40	54	40	54	60	81	40	54
A	4	60	81	80	109	60	81	60	81	80	109	60	81
B	5	100	136	100	136	100	136	100	136	100	136	100	136
A	6	150	203	150	203	150	203	150	203	150	203	150	203
B	7	200	271	200	271	200	271	200	271	200	271	200	271

- Llenar el cárter de la bomba con aceite hidráulico hasta el nivel correcto.

IMPORTANTE:

Después de la instalación, trabajar normalmente durante, al menos, 24 horas. Luego, parar la instalación y permitir que la bomba se enfríe completamente. Revisar de nuevo todas las tuercas del cabezal de la bomba mientras está fría para insertar las membranas y prevenir las fugas.

Desmontaje y reparación de la bomba

a) Desmontaje

- Desconectar los conductos y tubos de la bomba por los racores. También los tornillos de fijación y sacar la bomba de su carcasa.

- Retirar los cabezales, los depósitos de las válvulas de retención y las membranas de la bomba. Quitar el contacto del nivel de aceite del depósito de la bomba.
- Aflojar los tornillos del tapón y quitar la tapa y la junta del cárter de la bomba.
- Desatornillar las tuercas que sujetan los tapones de rodamiento de la parte delantera y trasera del cárter. Poner tuercas de 3/8 y 16 en los agujeros taladrados de los tapones de rodamiento y levantar con cuidado mediante un gato los tapones de la carcasa de la bomba.

¡PRECAUCION! Utilizar un protector para salvaguardar los engranajes que lleven aceite.

- Una vez desmontado los tapones de rodamiento, el cigüeñal y las piezas correspondientes, pueden ser desmontados fuera de la carcasa.
- Sacar los rodamientos de cada extremo del cigüeñal.
- Deslizar los pistones y las juntas de la bomba del cigüeñal. Fijarse bien donde va cada pieza para no equivocarse al recolocarlas.
- Retirar los segmentos de fijación de los pistones de la bomba. Desmontar los retenes de los muelles, los muelles y los discos de los pistones.
- Desmontar el soporte del rodamiento y deslizar el árbol del piñón y el engranaje del cárter.

b) Inspección

- Revisar que no haya ningún rodamiento o ninguna superficie que se encuentre en una condición usada o grabada. Idem para los pistones y las paredes de los cilindros.
- Revisar los discos y los asientos de las válvulas sobre unas hendiduras y pequeños orificios. Revisar los muelles que no estén deformados o dañados.

La longitud libre de los muelles de descarga debe ser de 30 mm y la de los muelles de admisión de 25 mm. Si hay una desviación de 1 mm o más, reemplazar el muelle. Cambiar también los que estén rotos o deformados.

- Revisar los retenes de aceite y las juntas por si estuvieran gastadas o deterioradas.

c) Reparación

- Reemplazar todas las membranas de los pistones y las juntas si éstas estuvieran desgastadas o deterioradas. Sustituir un árbol acodado, usado o dañado.

- Los discos que estén rayados pueden ser recuperados frotándolos y haciendo un movimiento en forma de “8” con un papel de lija fina (húmedo o seco Nr 400 ó más fino) sobre una superficie plana.

- Reemplazar todas las demás piezas que estén desgastadas o deterioradas.

d) Montaje

- Instalar el árbol del piñón y el engranaje con los rodamientos juntos dentro del depósito de la bomba y atarlo con el soporte del rodamiento. Controlar el espacio en el extremo del cigüeñal. El espacio en el extremo debe ser de 0,2 mm mínimo a 0,4 milímetros máximo. Añadir o quitar gruesos de juntas a fin de mantener esta tolerancia.

- Enlazar disco, muelle y retén del muelle en el pistón de la bomba y fijarlo con la abrazadera.

- Introducir el pistón de la bomba y la junta al fondo del cigüeñal. El pistón y la biela deben estar colocados con el lado de la máquina frente al lado del engranaje de la bomba.

- Colocar y fijar el engranaje principal en el cigüeñal. Los tornillos deben ser apretados con cuidado. Presionar las secciones cónicas de los rodamientos en los extremos del cigüeñal.

- Presionar las secciones de los cojinetes de los rodamientos en las tapas de apoyo. Situar una junta de aluminio de 0,38 mm en la tapa de apoyo

delantera. Colocar una o más juntas en la tapa de apoyo trasera. Estas juntas se utilizan para conseguir un mínimo de espacio y están disponibles en tres espesores: 0,13 mm, 0,25 mm y 0,38 mm. Como prueba, el primer bloque de juntas debe elevarse, al menos, 0,38 mm de espesor.

- Con sumo cuidado, bajar el cigüeñal y las piezas atadas en el cárter y, al mismo tiempo, situar los pistones en los cilindros.

- Colocar las tapas en su sitio en el cárter y alinear el cigüeñal con las tapas de apoyo; entonces taladrar las tapas en su lugar y fijar las tapas al cárter.

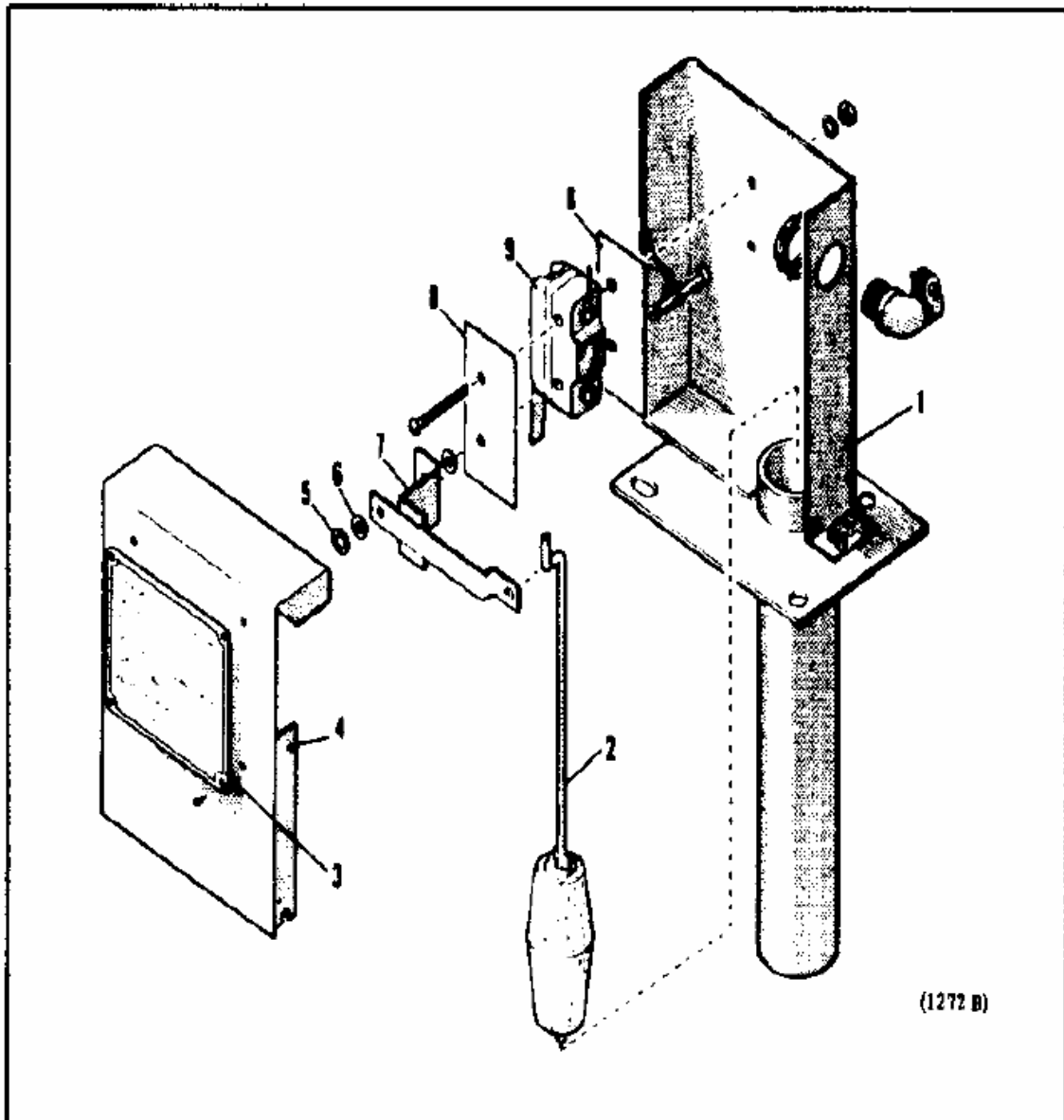
- El espacio en el extremo del cigüeñal se comprueba con un indicador graduado tal y como se describe a continuación: presionar sobre el extremo delantero del cigüeñal para colocar el cono de los rodamientos de la parte trasera en su cojinete. Colocar el indicador en la parte alta del cigüeñal y ajustarlo a cero. Quitar la presión del extremo de la parte delantera y hacer el mismo procedimiento pero a la inversa poniendo presión en el extremo trasero del árbol, para instalar el cono del rodamiento de la parte delantera en su cojinete; y después leer el indicador. El juego del extremo debe ser de 0,08 mm como mínimo y 0,15 mm como máximo. Si el juego no se encuentra en este intervalo, retirar una de las tapas y quitar o añadir juntas para compensar y conseguir el espacio entre los límites de tolerancia.

- Colocar la junta, la tapa y el contacto de nivel de aceite.

- Colocar las membranas y añadir aceite

- Volver a conectar la bomba. Después del arranque, buscar posibles fugas y repararlas si es necesario. Vigilar durante las primeras horas de funcionamiento para asegurarse que la bomba mantiene un régimen del 100%.

Interruptor de nivel de aceite de la bomba



1 Tapa de la caja

2 Interruptor nivel aceite

3 Tornillo montaje superior

4 Brazo de extensión

5 Brazo de palanca

6 Caja

7 Tapa de la bomba

8 Tornillo montaje de la parte inferior

9 Marca de calibrado

10 Posición del brazo con nivel correcto de aceite

11 Marca calibrado

12 Flotador

a) Funcionamiento

Los puntos de arrastre del interruptor deben estar regulados aproximadamente a 20 mm por encima y por debajo del nivel de aceite normal para proteger la bomba. En condiciones de funcionamiento normales, el brazo del interruptor de nivel se encuentra en posición horizontal.

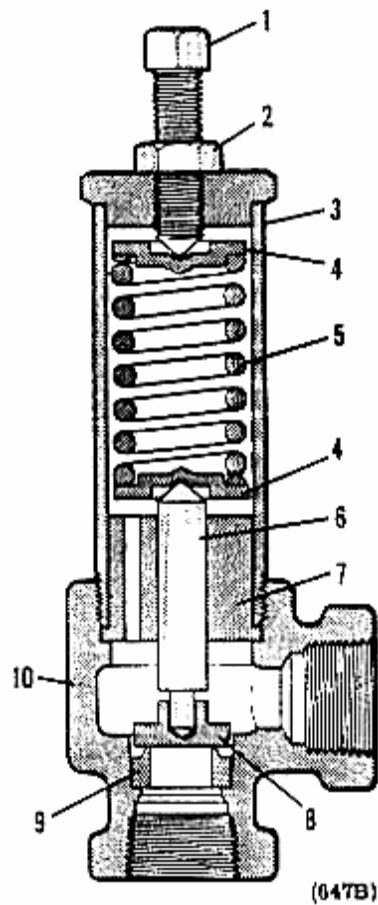
b) Reglaje

- Desconectar la corriente eléctrica principal.
- Retirar la tapa de la carcasa.
- Mover manualmente el brazo de palanca arriba y abajo y comprobar el ajuste escuchando los “clicks” del contacto.
- Ajustar los puntos de arrastre del contacto aflojando los dos tornillos de montaje y mover la parte inferior del contacto hacia la derecha para aumentar los límites de arrastre, o a la izquierda para disminuirlos.
- Tras el reglaje, apretar los tornillos de montaje y controlar de nuevo el arrastre.

¡ATENCIÓN!

No ajustar nunca el contacto doblando el brazo de extensión.

Válvula de seguridad de la bomba de alimentación



1 Tornillo de ajuste	6 Vástago
2 Contratuerca	7 Casquillo guía
3 Carcasa	8 Disco
4 Arandela del muelle	9 Asiento
5 Muelle	10 Cuerpo

a) Reglaje

La válvula de seguridad debe estar ajustada para poder abrir una presión de agua de alimentación de aproximadamente 35 Bar, pero debe permanecer hermética al goteo durante el funcionamiento. Las fugas de

esta válvula causarían falta de agua en la unidad de calentamiento y de sobrecalentamiento.

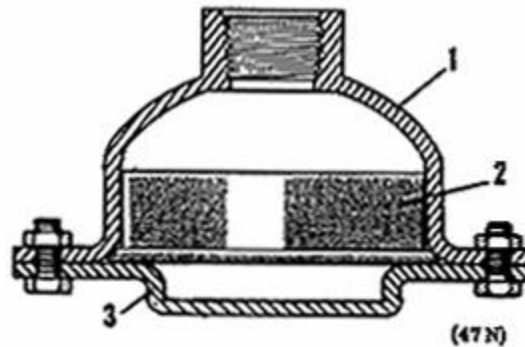
NOTA: Bajo ciertas condiciones, cuando se arranca la unidad, la presión de alimentación puede subir esporádicamente lo suficiente para que la válvula descargue una pequeña cantidad de agua. La presión alcanzará su nivel normal después de que la unidad se haya calentado y todo el sistema se estabilice.

- Poner en marcha la instalación sin encender el quemador y cerrar lentamente la válvula de alimentación del serpentín, hasta que la válvula de seguridad empiece a descargar, comprobando la presión en el manómetro de alimentación en este momento.
- Para aumentar la presión, girar el tornillo en el sentido de las agujas de un reloj. Para disminuir la presión, girar el tornillo en el sentido inverso. Apretar el tornillo de reglaje con la contra-tuerca una vez logrado el ajuste deseado.
- Abrir completamente la válvula de alimentación del serpentín y comprobar durante el funcionamiento normal que no haya fugas.

b) Reparación

- Aflojar el tornillo de ajuste (1) y quitar la carcasa (3) del cuerpo (10). Comprobar el estado de deterioro del disco (8) y el asiento (9). Cambiar este último si está dañado.
- Si el disco está rayado, puede rectificarse lijando en forma de “8” sobre un papel de lija (húmedo o seco Nr 400 ó más fino) colocado sobre una superficie perfectamente plana.
- Cuando se monte la válvula, asegurarse de que las arandelas de los muelles no queden ladeadas en la carcasa.

Amortiguador de aspiración



1 Carcasa

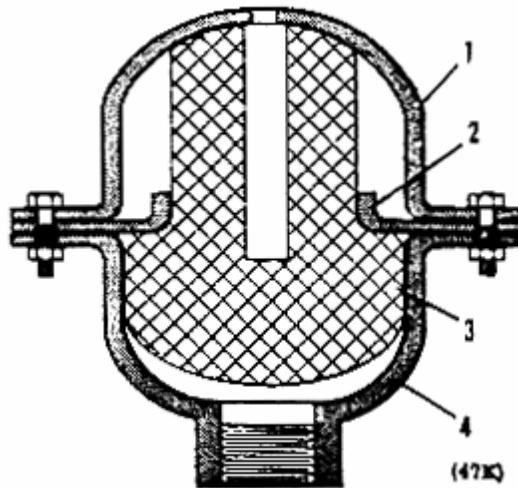
2 Pieza intermedia de goma

3 Soporte pieza intermedia

Esta cámara de aspiración de la bomba de alimentación absorbe las pulsaciones que puedan producirse en la admisión de agua de la bomba, reduciendo la posibilidad de cavitación de la bomba por formación de bolsas de vapor cuando el agua de alimentación esté muy caliente. Este tipo de cámara de aspiración no se puede regular.

Si fuese necesario sustituir la pieza intermedia de goma, la vieja debe ser cortada de su soporte (3). Para facilitar el montaje, se le puede echar un poco de glicerina (jamás aceite). Para permitir que se pueda introducir en el soporte y en la carcasa.

Amortiguador de descarga de la bomba

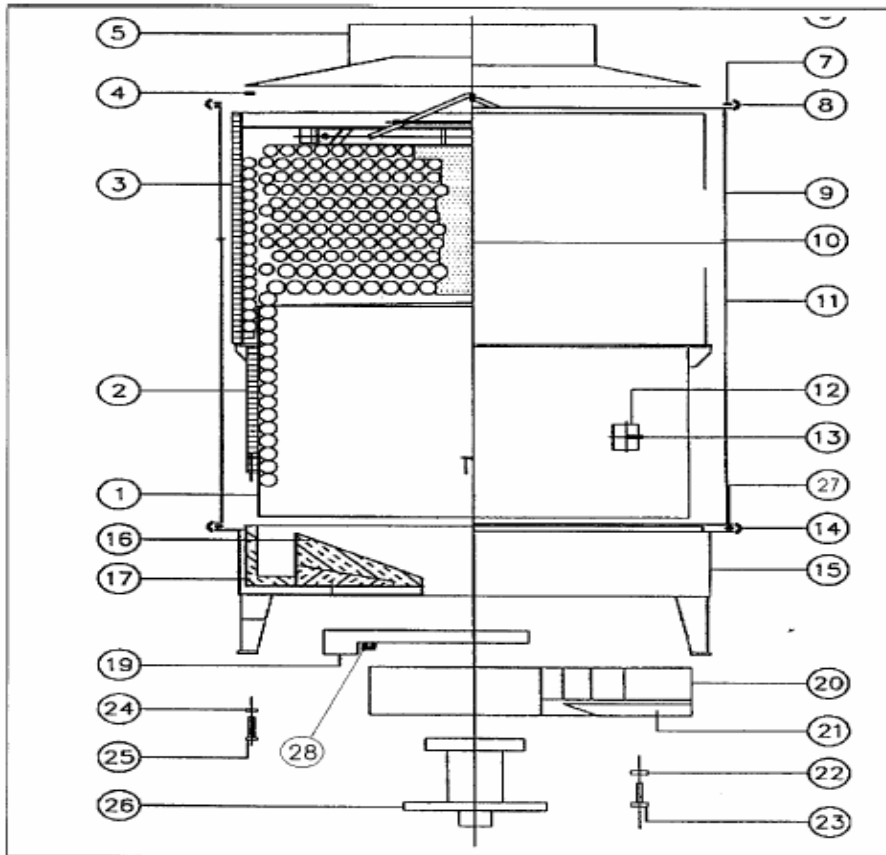


- 1 Carcasa superior
- 2 Tenedor
- 3 Goma embutida
- 4 Carcasa inferior

Pieza intermediaria de goma

Este tipo de amortiguador no es ajustable. Si es necesario cambiar la pieza, la vieja debe ser cortada de su soporte (2). Para facilitar el montaje, se le puede echar un poco de glicerina (jamás aceite) a fin de facilitar su introducción en el soporte y la carcasa.

Serpentín de calentamiento



- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 Tapa exterior | 12 Sección muro de agua inferior |
| 2 Tapa interior | 13 Paso de aire |
| 3 Abrazadera superior | 14 Serpentín de calentamiento |
| 4 Entrada soplador de hollín | 15 Aislamiento del serpentín |
| 5 Cubierta exterior | 16 Gancho para elevación |
| 6 Abrazadera inferior | 17 Garras de sujeción |
| 7 Chasis | 18 Registro de aire principal |
| 8 Colector | 19 Anillo de gas |
| 9 Voluta del quemador | 20 Tubo termostático |
| 10 Sección muro de agua superior | 21 Termoacoplamiento |
| 11 Aislamiento del chasis | |

Eliminación de incrustaciones de un serpentín obstruido

- Sitúe un depósito de unos 200 Lts. (termoresistente y que no sea de chapa galvanizada), junto a la bomba de alimentación. Si es posible, el depósito debe disponer de un manguito DN 50 a 50 mm del fondo para aspiración de ácido; colocar el depósito de forma que quede una altura de descarga superior a los 30 cm. sobre la bomba de agua.

- Cerrar la válvula de salida de vapor. Arrancar la unidad sin encender el quemador y hacer circular el agua hasta que todo el sistema se haya enfriado. Parar la instalación y purgar la bomba de alimentación.

- Desmontar el amortiguador de admisión y acoplar una manguera de succión (resistente al calor y al ácido). Atar el otro extremo de la manguera se conectará al manguito del fondo del depósito. Si no se dispusiera de este manguito, fijar una malla fina al extremo de la manguera e introducirla en el depósito; llenar éste con unos 20 cm. de agua, asegurándose que el extremo de la manguera está por debajo del nivel de agua.

- Conectar otra manguera a la válvula de vaciado del separador de longitud suficiente para descargar en el depósito 200 Lts., sujetando fuertemente el extremo de descarga, ya que la presión considerable que puede generarse en la manguera por la reacción del ácido con las incrustaciones de cal, podría despedir el extremo descarga.

- Cerrar la válvula del purgador de vapor.

- Arrancar la instalación sin encendido del quemador. Añadir ó quitar agua del tanque de forma que pueda mantenerse una circulación estabilizada con 13 cm. de agua remanente en el tanque. Comprobar que ambos cuerpos de la bomba de agua siguen cebados.

- Mezclar una lata de KLEENKOIL con 4 Lts. de ácido clorhídrico hidrogenado y verter esta solución lentamente en el tanque de agua. Asegurarse de que la caja de la bomba de alimentación sea inicializada.

ATENCION!

Vestir trajes de protección.

Al principio verter el ácido muy lentamente, de forma que pueda mantenerse la circulación sin excesivo borboteo en la manguera de descarga; añadir, por ejemplo, 200 cm³ y esperar a que decrezca la reacción; añadir otros 200 cm³ y etc. A medida que siga la operación de limpieza puede añadirse ácido en dosis mayores. En casos extremos si se añade ácido demasiado deprisa podría producirse la obturación del serpentín con las incrustaciones desprendidas; también puede producirse el descebado de la bomba por el paso de burbujas al cuerpo de válvulas y disminuir el arranque de la bomba de alimentación.

- Continuar la circulación de la solución durante 4-6 horas o más si se observan burbujas en la descarga al depósito.

NOTA:

Comprobar durante este periodo, repetidamente, que la bomba permanezca cebada. La única forma de asegurarse que esto sucede, es cerrar lentamente la llave de alimentación del serpentín hasta que el manómetro correspondiente indique un aumento de presión. Abrir la válvula de alimentación del serpentín después de esta comprobación.

- Comprobar el estado del ácido a intervalos regulares, echándole un poco de bicarbonato sódico comercial; si no aparece espuma, indica que el ácido ha sido ya neutralizado y debe añadirse más solución circulante. Puede utilizarse también un indicador de pH. El pH indicado debe estar entre 6,5 a 6,8.

- Parar la bomba, sacar cuidadosamente las mangueras del depósito y ponerlas en un desagüe. Abrir la llave de vaciado del separador y dejar que evacue escurriendo lo más posible; quitar la manguera de aspiración e instalar la manguera de admisión de la bomba.

¡ATENCIÓN!

En ciertos países (por regulaciones locales) no permiten evacuar el agua de aclarado al desagüe. Consulten si hay prescripciones especiales en su país o ciudad y si es así, consultar una firma especializada en la neutralización y evacuación de agua de este tipo.

- Llenar el depósito de alimentación. Con la manguera de aspiración siempre dirigida hacia el desagüe, poner en marcha la instalación sin encendido del

quemador y permitir que funcione más o menos 30 minutos para eliminar los residuos de ácido. Asegurarse que la bomba de alimentación esté siempre cebada. Aclarar las columnas de la bomba abriendo los grifos de purga de la base de la bomba, hasta que salga agua clara.

- Parar la bomba y quitar la manguera de descarga. Revisar y limpiar las válvulas de retención de la bomba de agua y cerrar la válvula de purga del separador (32).

IMPORTANTE:

Poner en marcha y detener la unidad 4 ó 5 veces antes de empezar el funcionamiento regular.

Retirada del hollín excesivo en el serpentín

Si el generador de vapor ha estado funcionando con inadecuado ajuste de aire durante un tiempo y si no se ha realizado el deshollinado por soplado, puede que sea necesario limpiar el serpentín con agua para eliminar la acumulación excesiva de hollín.

- Si el generador ha estado funcionando justo antes de comenzar el lavado del serpentín, accionar el ventilador (quemador “OFF”) durante más o menos 15 minutos a fin de enfriar la unidad antes de comenzar la operación de lavado.

- Desconectar y retirar la sección de chimenea por encima de la cubierta del generador.

- Retirar la caña del quemador.

- Situar un depósito bajo la apertura de la voluta del quemador para evacuar el agua de aclarado del serpentín.

- Utilizar con preferencia una manguera de diámetro 20 mm (manguera que pueda con un caudal de 20 lts por minuto) e introducir la boca de la manguera (no hay surtidor) a través de la apertura de la chimenea y por debajo de la carcasa interior. Mover la boca de la manguera a fin de repartir el agua uniformemente por toda la superficie inferior del serpentín de calentamiento.

- Observando el color del agua que sale hacia el depósito, se puede controlar la limpieza del hollín. Si el agua sale clara, esto indicará que el hollín ha sido eliminado.

- Después de la purga de la unidad de calentamiento, accionar el ventilador durante algunos minutos a fin de eliminar el agua acumulada en la voluta y en el registro de aire.

- Después de la limpieza, es preferible dejar secar la unidad durante una noche antes de volver a encender el quemador. Si es absolutamente necesario encender la unidad nada más hacer la limpieza, es necesario encender el quemador en cortos intervalos varias veces antes de ponerlo a pleno rendimiento. Les sugerimos aplicar cuatro periodos de calentamiento de 30 segundos cada vez (con intervalos de 3 minutos) a fin de secar gradualmente la cámara de combustión y evitar así un deterioro del material refractario.

¡ATENCIÓN!

En ciertos países (por regulaciones locales) no permiten evacuar el agua de aclarado al desagüe. Consulten si hay prescripciones especiales en su país o ciudad y si es así, consultar una firma especializada en la neutralización y evacuación de agua de este tipo.

Desmontaje del serpentín de calentamiento

Se efectuará el desmontaje del serpentín de calentamiento de la base del quemador como se describe a continuación:

- Desconectar las conexiones de entrada y salida del serpentín de calentamiento. Retirar los racores de la conexión de salida situada al fondo del serpentín. En las unidades a fuel, retirar los racores del deshollinador de hollín. Retirar los tornillos que sujetan el separador al serpentín.

- Retirar las tapas de inspección y el termoacoplamiento.

- Desmontar la sección desmontable de la chimenea por debajo de la tapa de calentamiento (1). Retirar el anillo superior e inferior (3 y 6). Retirar la tapa exterior e interior (1 y 2). Desenroscar los tornillos de metal del cuerpo exterior y separar las dos partes.

- Retirar los tornillos de fijación (17) situados al fondo del cuerpo en cada punto de apoyo y levantar completamente el serpentín y la carcasa de la base del quemador.

Reparación e instalación del serpentín

Comprobar hidrostáticamente que no hay fugas de agua en el serpentín. Si el serpentín no puede ser soldado convenientemente, será preciso cambiarlo. Reemplazar el serpentín según se describe a continuación:

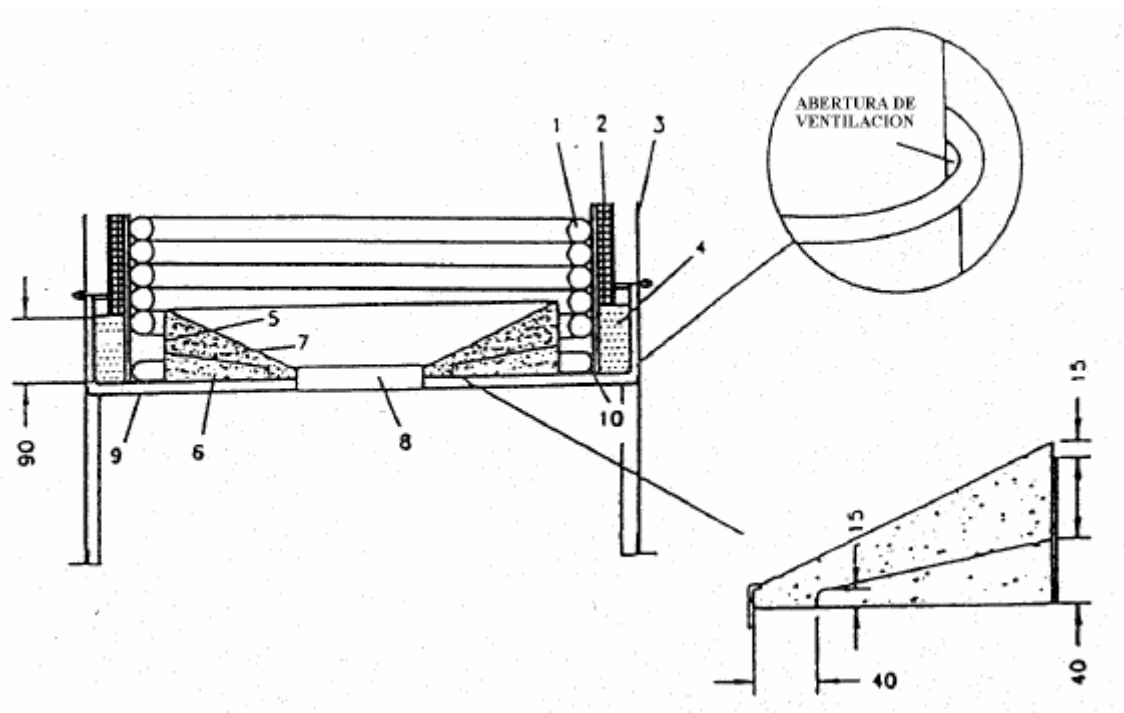
- Cubrir la apertura de des-aeración alrededor de la parte superior de la base del quemador con cinta adhesiva. Esto evitará que el cemento refractario entre en la base por esta apertura.

- Mezclar el cemento refractario con agua hasta que alcance una consistencia espesa. Llenar el orificio del serpentín hasta 90 mm de altura. Se utilizará la línea de descarga del serpentín como un instrumento de localización en la base del quemador en combinación con las otras piezas intermediarias para centrar el serpentín. Elevar y situar el serpentín en la base del quemador y que permitir dicho serpentín se aloje entre el cemento. Sujetar el serpentín a la base del quemador con unos tornillos de fijación. Retirar la cinta adhesiva cuando el cemento esté suficientemente seco.

- Montar de nuevo el termoacoplamiento. Instalar los cuerpos exteriores, las tapas delanteras y traseras y las interiores y exteriores. Montar los anillos de ensamblaje superiores e inferiores. Montar de nuevo la sección desmontable de la chimenea.

- Apretar los tornillos que sujetan el separador al serpentín. En las unidades de fuel ligero, conectar todos los racores del deshollinador de hollín. Conectar todas las conexiones de entrada y salida.

Cambio del aislamiento de la base del quemador



1 Serpentín de calentamiento

6 Aislamiento de vermiculita plástica

2 Aislamiento del serpentín

7 Aislamiento refractario

3 Carcasa del serpentín

8 Segmento de la trampilla de aire

4 Aislamiento de vermiculita plástica

9 Base del quemador

5 Segmento del soporte de aislamiento

10 Pieza intermedia del serpentín

Retirar el serpentín de calentamiento como lo indicado en el párrafo 9.2.3. Reparar las pequeñas fisuras que puedan existir en el aislamiento con una mezcla de cemento refractario y agua. Si es necesario el cambio total del aislamiento, proceder de la siguiente forma:

- Desmontar y retirar el material refractario de la base del quemador. El aislante de vermiculita puede volver a utilizarse si está limpio y en buen estado.
- Mezclar el aislante con bastante agua para obtener una mezcla (no húmeda) moldeable. Llenar la base del quemador con esta pasta y apretar fuertemente a fin de obtener más o menos las dimensiones indicadas en figura del quemador.
- Mezclar cemento refractario con agua hasta conseguir una buena mezcla y extenderla por encima del aislamiento. Colocar el cemento cuidadosamente con una paleta haciendo que la superficie se incline aproximadamente 15 mm por encima de la parte del aislamiento (5) hacia el exterior de la parte de la voluta de aire (8) en el centro.
- Dejar el tiempo suficiente para que el cemento se seque. Después hacer 5 ó 6 cortes de profundidad en la superficie del material refractario, de igual espacio y cortados radiales a la abertura del centro de la base hacia el borde exterior. Abrir o picar unos agujeros de 1/16" en el cemento y a una distancia de aproximadamente 100 mm para permitir la evacuación de la ligera humedad del aislamiento.
- Dejar secar durante 48 horas antes de instalar de nuevo el serpentín de calentamiento.

ATENCIÓN: En la primera puesta en marcha después del cambio del aislamiento de la base del quemador, iniciar el calentamiento a poco régimen y de manera intermitente hasta que el aislamiento se haya endurecido.

El aislamiento puede romperse a causa de un calentamiento demasiado rápido