



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales

Realización del Manual de Procedimiento de Mantenimiento de la caldera de biomasa de TRADEMA en la parada de verano

Autor: Méndez Gutiérrez, Alberto

Tutor:

Julio Francisco San José Alonso,
Departamento de Ingeniería
Energética y Fluidomecánica

Co-Tutor:

Miguel García Díez

Valladolid, Julio 2014.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de todo corazón a todas las personas que me han ayudado a hacer posible el desarrollo de este trabajo de fin de grado.

En primer lugar quiero hacer mención a mis padres y hermana, por estar siempre pendientes y hacer todo lo que han podido porque esto siguiera adelante, y sin los cuales no hubiera llegado tan lejos.

En segundo lugar a la empresa TRADEMA S.L. que ha mostrado una total disponibilidad en todo momento, y me han enseñado todo lo que sé de la vida laboral en el tiempo que he trabajado con ellos.

A mi tutor Julio San José, por haberme guiado en esta nueva experiencia y haberse interesado tanto porque este trabajo siguiera adelante.

Por último, quiero agradecer a mis amigos, que son las personas que más me han podido sufrir en los momentos en los que no sabía por dónde tirar y los que me han acompañado en estos años de carrera.

RESUMEN

El presente trabajo de fin de grado tiene por objeto la realización de un procedimiento de mantenimiento de la Parada de Verano 2013 de la empresa Tradema S.L. Esto surge a raíz de la necesidad de tener una mayor organización en la empresa y una optimización de recursos y costes por medio de un mantenimiento preventivo exhaustivo, que propicia una disminución en el tiempo de parada de las instalaciones, haciendo así que la producción esté detenida lo menos posible.

La empresa Tradema, dedicada a la fabricación de tableros a partir de recursos forestales, utiliza para generar energía térmica una caldera de biomasa de 5 MW. Dada la magnitud de la instalación y las temperaturas con las que se trabaja, el mantenimiento es un factor de gran importancia y difícil ejecución, ya que una parada en dicha instalación repercute a las líneas de fabricación.

PALABRAS CLAVE: Manual de Procedimiento, mantenimiento, caldera, parada de verano.

ABSTRACT

This work “End of Degree” aims to performing maintenance procedures of the Summer 2013 in the company called Tradema SL. This arises from the need of a greater organization in the company and an optimization of resources and costs through a comprehensive preventive maintenance, which results in a decrease in downtime of facilities, thus making the production is stopped minimum.

Tradema company, which is dedicated to the manufacture of boards from forest resources, uses to generate thermal energy a biomass boiler of 5 MW. Given the size of the facility and the high temperatures that they are working with, maintenance is a factor of great importance and difficult to execute, and the stop at the facility affects the operation of other equipment.

KEY WORDS: Procedural Manual, maintenance, boiler, summer stop.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1	Introducción.....	9
1.2	Objetivos	9

CAPÍTULO 2: LA INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO

2.1	Introducción.....	11
2.2	Estrategias de Mantenimiento:	15
2.2.1	Mantenimiento Correctivo:	16
2.2.2	Mantenimiento Preventivo:.....	18
2.2.3	Mantenimiento predictivo:.....	20
2.2.4	Mantenimiento Proactivo:.....	22

CAPÍTULO 3: MANTENIMIENTO EN TRADEMA S.L. Valladolid

3.1	Introducción.....	25
3.2	Plan de los diferentes tipos de Mantenimiento	28
3.2.1	Mantenimiento correctivo.....	28
3.2.2	Mantenimiento preventivo.....	32
3.2.3	Mantenimiento predictivo.....	35
3.2.4	Mantenimiento proactivo.....	39
3.2.5	Paradas programadas.....	42

CAPÍTULO 4: MANTENIMIENTO CALDERA DE BIOMASA

4.1	Introducción.....	47
4.2	Desarrollo del Plan de Mantenimiento.	52
4.2.1	Ruta de inspección periódica.	52
4.2.2	Rutas de Lubricación	53
4.2.3	Rutas de Mantenimiento	54
4.2.4	Mantenimiento durante la Parada de Verano.....	58

CAPÍTULO 5: DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO PARADA DE VERANO TRADEMA

5.1	Desarrollo de la Planificación de la Parada.....	61
5.2	Desarrollo durante la Parada	72

CAPÍTULO 6: ESTUDIO ECONÓMICO PARADA DE VERANO TRADEMA

6.1	Introducción.....	81
6.2	Costes de Mano de Obra	81
6.3	Costes de Servicios	85

6.4	Costes de Repuestos.....	87
6.5	Costes Globales.....	89
	CONCLUSIONES.....	93
	BIBLIOGRAFÍA.....	95
	ANEXOS.....	97

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

La empresa TRADEMA, dedicada a la fabricación de tableros de madera a partir de recursos forestales, aprovecha los desechos forestales, no usables en producción (cortezas y desechos), para generar la energía térmica de la planta en una caldera de biomasa de 5MW, que se utiliza para el calentamiento de aceite térmico.

Durante los meses de julio, agosto y septiembre se ha estado realizando unas prácticas en dicha empresa teniendo como principal responsabilidad la planificación, ejecución y seguimiento del mantenimiento que se lleva a cabo en la planta en general en una Parada de 15 días, haciendo especial hincapié y desarrollando las tareas referidas a la Caldera de biomasa.

Durante esta parada se realizan todos los mantenimientos que no se pueden ejecutar durante el año debido a que es necesario un tiempo determinado en el que la línea esté sin funcionar, por lo que se necesita mucha planificación para que el coste de todo este mantenimiento sea mínimo y no repercuta en los plazos de entrega de pedidos pendientes.

1.2 Objetivos

1. Tener conocimiento del funcionamiento de los diferentes tipos de mantenimiento que se utilizan en la empresa y cuáles son los motivos que han llevado a incorporarlos.
2. Crear un nuevo Procedimiento de mantenimiento para la Parada de Verano 2013.
3. Planificar todas las tareas que se van a ejecutar durante la Parada de Verano, creando toda la documentación pertinente para un posterior uso de la misma en años posteriores.
4. Instruir a las personas que van a trabajar durante la Parada del nuevo funcionamiento de la misma y de las responsabilidades y normas de actuación que se van a pedir.
5. Seguimiento durante el período de Parada de cada una de las tareas que se van a realizar cada día y de los imprevistos y urgencias que puedan suceder.

6. Realización de un seguimiento de los costes generados en la Parada de Verano.

CAPITULO 2: LA INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO

2.1 Introducción

El desarrollo industrial vivido desde finales del siglo XIX, hizo que la función del mantenimiento haya pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial, los propios operarios se encargaban de las reparaciones de equipos, pero cuando las máquinas fueron evolucionando a un nivel más complejo y el tiempo empleado en la reparación aumentaba, se empezaron a crear los primeros departamentos de mantenimiento, diferenciando la actividad de los operarios de producción. Durante estas dos épocas dichas tareas eran correctivas principalmente, centrando toda la atención en solucionar los fallos que surgían en los equipos.¹

A partir de la grave crisis energética del 73, se concibe el concepto de fiabilidad, con la industria automovilística y aviación como pioneras. Empiezan a desarrollarse nuevos métodos de trabajo que hacen progresar las técnicas de mantenimiento en varias vertientes:

- Un diseño más robusto, a prueba de fallos y que minimice las actuaciones de mantenimiento.
- Convertir el mantenimiento de forma sistemática a un mantenimiento por condición (mantenimiento predictivo).
- En el análisis de fallos, tanto los que ya han ocurrido como los que es probable que se desarrollen. Se desarrolla un mantenimiento basado en la Fiabilidad, o Reliability-Centered Maintenance RCM, que se basa en el estudio de los equipos, en análisis de los modos de fallo y en la aplicación de técnicas estadísticas y tecnología de detección.

La evolución del mantenimiento se estructura en las cuatro siguientes generaciones:²

- ✓ **Primera Generación:** Mantenimiento correctivo total: Se espera a que se produzca la avería para reparar. Este periodo comprende, aproximadamente entre 1930 y 1950 o la Segunda Guerra Mundial, en la que las actividades

¹ Santiago García Garrido, Ingeniería del mantenimiento: Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial. Editorial: Renovetec, 2013.

² Iván José Turmero Astros, www.monografias.com, Mantenimiento predictivo. 05/05/2014

de mantenimiento se ceñían a reparar lo que se averiaba, y a periódicos reengrases, lubricaciones y limpiezas.³

- ✓ **Segunda Generación:** Se empiezan a realizar tareas de mantenimiento para prevenir averías. Trabajos cíclicos y repetitivos con una frecuencia determinada. Se define asimismo como objetivo el que los equipos duren lo máximo posible en condiciones operativas idóneas y todo ello con los costes más bajos posibles. La enorme competencia industrial que hubo entre 1950 y finales de los años 70, con la incorporación de los fabricantes orientales al mundo competitivo occidental, es uno de los desencadenantes de una continua búsqueda de mejores resultados. La optimización de este mantenimiento de Segunda Generación, basado por tanto en mantenimientos preventivos rutinarios y mantenimiento correctivo, se fundamenta en avanzados sistemas de planificación de actividades y de control de los trabajos realizados; entendiendo por control tanto el lanzamiento de órdenes de trabajo como la retroalimentación y verificación de los datos habidos en esas órdenes de trabajo.

- ✓ **Tercera Generación:** Se implanta el mantenimiento a condición, es decir, se realizan monitorizaciones de parámetros en función de los cuales se efectuarán los trabajos propios de sustitución o reacondicionamiento de los elementos. A medida que a partir de los años 70 se generalizó el uso de herramientas informáticas, todos los sistemas de planificación y todas las actividades de control se han ido implementando en bases de datos informatizadas, cuyo tratamiento ha optimizado los sistemas de toma de decisiones. Asimismo, asociado a este auge de la informática, aparecieron en el mercado herramientas de software para facilitar a los responsables de Mantenimiento todos estos trabajos de planificación y control. El Mantenimiento de Tercera Generación fundamenta sus objetivos en disponibilidad, fiabilidad y costes, pero aborda complementariamente otros aspectos relativamente poco analizados y perseguidos en etapas anteriores; la seguridad en los últimos veinte años del siglo XX pasó a ser prioritaria, con una gran tendencia a la emisión de normativas, reglamentaciones, leyes, órdenes, etc. La calidad de los servicios de mantenimiento también empezó a tomar auge. Ya no era solo importante que el sistema, instalación o equipo fuera fiable y mantenible, era necesario que su coste total de ciclo de vida, entendiendo como tal la primera inversión, los costes financieros y los costes de operación, mantenimiento y reemplazo, fueran los menores posibles, o contenidos cuando menos.⁴

³ Francisco Javier González Fernández. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. Editorial: Fundación Confemetal. Madrid 2002

⁴ Francisco Javier González Fernández. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. Editorial: Fundación Confemetal. Madrid 2002

Por último, en este mantenimiento de Tercera Generación, la observancia de normativa adquiere una importancia primordial. Son muchas las Administraciones estatales, autonómicas y locales que abordan reglamentaciones específicas de mantenimiento; así pues, aparecen reglamentos de aparatos a presión, equipos de manutención y transporte, ascensores y escaleras mecánicas, etc. Este aspecto toma también relevancia y define lo que se ha convenido en llamar, dentro de los mantenimientos preventivos, mantenimientos legales o reglamentarios.

- ✓ **Cuarta Generación:** Se implantan sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento preventivo y predictivo, de la organización y ejecución del mantenimiento. Se establecen los grupos de mejora y seguimiento de las acciones. Sistemas de tipo TPM (Total Productive Maintenance). Se refleja la necesidad de integrar todos los nuevos conceptos de mantenimiento que en los últimos decenios del siglo XX se han planteado de forma excesivamente aislada. Así pues, los nuevos conceptos de RCM (Reliability-Centered Maintenance) o los de TPM son mantecnologías organizativas que pueden ser y son válidas, pero sólo para un determinado aspecto de nuestro mantenimiento.

Las razones por las que una instalación industrial debe plantearse cuál es el mantenimiento óptimo, es decir, el que evite que los técnicos de mantenimiento tengan que realizar intervenciones no programadas, son las siguientes:

- El alto coste que puede llegar a suponer la pérdida de producción. Esto puede ser en ocasiones muy superior al coste de reparación o reposición de lo dañado.
- La fiabilidad que deben tener la mayoría de las instalaciones. Supone que deben realizarse previsiones sobre la producción y que estas deben ser cumplidas, ya que si no podría llegar a desembocar en penalizaciones y sobrecostes.
- La seguridad y las interrelaciones con el medio ambiente. Estos dos aspectos han tomado una gran importancia en la gestión industrial, por lo que hay que deben ser incluidos en las formas de trabajo de los departamentos de mantenimiento

Por estas razones es necesario definir objetivos y valorar su cumplimiento, e identificar oportunidades de mejora. En definitiva, es necesario gestionar el mantenimiento, dirigir el departamento con políticas que permitan pensar que se tiene el control de la instalación, y que no es la propia instalación la que impone los

resultados, sino que estos se ajustan a unos valores previamente definidos por la dirección de la empresa y de la instalación.⁵

Es preciso disponer de un sistema de mejora continua para tratar de distanciarse de los competidores y así mejorar nuestra posición en el mercado. En cuanto a mantenimiento se refiere, las únicas estrategias válidas hoy en día son las encaminadas tanto a aumentar la disponibilidad y eficacia de los equipos productivos, como a reducir los costes de mantenimiento, siempre dentro del marco de la seguridad y el medio ambiente.

Los medidores fundamentales de la gestión de mantenimiento son la disponibilidad y la eficacia, que van a indicarnos la fracción de tiempo en que los equipos están en condiciones de servicio y la fracción de tiempo en que su servicio resulta efectivo para la producción.⁶

Por todo esto, podemos decir que una buena definición general del Mantenimiento es la siguiente:

“Conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.”

⁵ Santiago García Garrido, Ingeniería del mantenimiento: Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial. Editorial: Renovetec, 2013.

⁶ Iván José Turmero Astros, www.monografias.com, Mantenimiento predictivo. Fecha de consulta: 01/05/2014.

2.2 Estrategias de Mantenimiento:

Las estrategias de mantenimiento son los diferentes tipos de mantenimiento que se utilizan para realizar los diferentes tipos de tareas según la naturaleza de dichas tareas. En esta empresa en concreto se realiza Mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo y proactivo.

Cada equipo de planta cuenta con características importantes a la hora de valorar su estrategia de mantenimiento óptima, la cual estará orientada a obtener la mejor disponibilidad, calidad y seguridad operativa del proceso y deberá considerar los siguientes factores:

- Criticidad en el Proceso.
- Características constructivas.
- Condiciones operativas.

En función de estos factores se aplica una determinada estrategia de mantenimiento a cada máquina de la planta:

- Mantenimiento correctivo:

Es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos. Se realiza luego que ocurra un fallo o avería en el equipo que por su naturaleza no pueden planificarse con tiempo, pues implica el cambio de algunas piezas del equipo.⁷

- Mantenimiento preventivo o planificado:

Se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento. Su primer objetivo es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo. Logrando prevenir las incidencias antes de que ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc.⁸

- Mantenimiento predictivo o basado en la condición:

Está basado en la determinación del estado de la máquina de operación. El concepto se basa en que las máquinas darán un tipo de aviso antes de que fallen y este mantenimiento trata de percibir los síntomas para después tomar acciones o decisiones antes de que ocurra el fallo.⁹

⁷ http://www.construmatica.com/construpedia/Mantenimiento_Correctivo. Fecha de consulta: 04/05/2014

⁸ http://www.solomantenimiento.com/m_preventivo.htm. Fecha de consulta: 04/05/2014

⁹ <http://www.slideshare.net/vmanriquez62/gestion-del-mantenimiento-predictivo>. Fecha de consulta: 04/05/2014

- Mantenimiento proactivo o de precisión:

Es un proceso de gestión de riesgos que permite mejorar continuamente estrategias de mantenimiento y rendimiento de maquinaria y su objetivo es eliminar los fallos repetitivos o posibles problemas recurrentes. Una buena implantación y ejecución del proceso de Mantenimiento Proactivo puede asegurar una mejor amortización de los activos al gestionar claramente el riesgo potencial sobre ellos. La gestión total incluye los equipos (hardware) y los programas (software) y todos los recursos técnicos requeridos.¹⁰

2.2.1 Mantenimiento Correctivo¹¹:

Definición:

En este tipo de mantenimiento, también llamado Mantenimiento “a rotura”, sólo se interviene en los equipos cuando el fallo ya se ha producido. Se trata, por tanto, de una actitud pasiva, frente a la evolución del estado de los equipos, a la espera de la avería o fallo.

Características:

1. Es el único tipo de Mantenimiento que se practica en una gran cantidad de industrias, y en muchas ocasiones esto está plenamente justificado, especialmente en aquellos casos en los que existe un bajo coste de los componentes afectados, y donde los equipos son de naturalezas auxiliares y no directamente relacionadas a la producción.
2. Las reparaciones pueden ser llevadas a cabo sin perjuicio de la capacidad productiva cuando el fallo de los equipos no supone la interrupción de la producción. En estos casos, el coste derivado de la aparición de un fallo imprevisto en el equipo es, sin lugar a dudas, inferior a la inversión necesaria para poner en práctica otro tipo de mantenimiento más complejo.
3. Existe generalmente un porcentaje de equipos en los que se realiza exclusivamente este tipo de mantenimiento, incluso en aquellas instalaciones industriales que disponen de sofisticados planes de

¹⁰ <http://www.mecanicaymantenimiento.com/2014/04/QUE-ES-MANTENIMIENTO.html> Fecha de consulta: 04/05/2014

¹¹ Félix Cesáreo Gómez de León. Tecnología del mantenimiento industrial. Universidad de Murcia. Servicio de publicaciones. 1998

mantenimiento, debido a que, según la experiencia, es el más adecuado tanto a nivel de costes, como de complejidad de ejecución.

Ventajas:

Algunas de las ventajas que este tipo de mantenimiento produce, son las siguientes:

- No se generan gastos fijos.
- No es necesario programar ni prever ninguna actividad.
- Sólo se gasta dinero cuando está claro que se necesita hacerlo.
- A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico.
- Hay equipos en los que el mantenimiento preventivo no tiene ningún efecto, como los dispositivos electrónicos.

Esta filosofía de mantenimiento no requiera ninguna planificación sistemática, por tanto no se trata de un planteamiento organizado de tareas. En el mejor de los casos puede conjugarse con un entrenamiento básico de los equipos (limpieza y engrase generalmente) y con una cierta previsión de elementos de repuesto, especialmente aquellos que sistemáticamente deben ser sustituidos. Sin embargo, adoptar esta forma de mantenimiento supone asumir algunos inconvenientes respecto de las máquinas y equipos afectados.

Inconvenientes:

- Las averías se producen generalmente de forma imprevista, lo que puede ocasionar trastornos en la producción, que pueden ir desde ligeras pérdidas de tiempo, por reposición de equipo o cambio de tarea, hasta la parada de la producción, en tanto no se repare o sustituya el equipo averiado.
- Las averías, al ser imprevistas, suelen ser graves para el equipo, con lo que su reparación puede ser costosa.
- Las averías son siempre –en mayor o menor medida- inoportunas, por lo que la reparación de los equipos averiados puede llevar más tiempo de lo previsto, ya sea por la ausencia de personal necesario para su reparación, o por la falta de los repuestos necesarios.
- Impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan el fallo, pues se ignora si falló por el mal trato, por el abandono, por el desconocimiento del manejo, por desgaste natural, etc. Por ello, la avería puede repetirse una y otra vez.

- Basar el mantenimiento en la corrección de fallos supone contar con técnicos muy cualificados, con un stock de repuestos importante, con medios técnicos muy variados, etc.¹²

2.2.2 Mantenimiento Preventivo:

Definición:

Este mantenimiento también denominado “mantenimiento planificado” tiene lugar antes de que ocurra un fallo o avería. Se efectúa bajo condiciones controladas sin existencia de algún error del sistema y se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento exacto para llevar a cabo dicho procedimiento. El fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos.

Características:

1. Se lleva a cabo siguiendo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios a mano.
2. Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de fin preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
3. Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente, aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
4. Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además de brindar la posibilidad de actualizar la información técnica de éstos.
5. Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza... que deben llevarse a cabo de forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario, es conocido como Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP).

¹² Félix Cesáreo Gómez de León. Tecnología del mantenimiento industrial. Universidad de Murcia. Servicio de publicaciones. 1998

Su propósito es prever los fallos manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar los fallos en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Con un buen Mantenimiento Preventivo, se obtienen experiencias en la determinación de causas de los fallos repetitivos o del tiempo de operación de un equipo, así como definir los puntos débiles de las instalaciones.

Ventajas:

- Mayor seguridad para los trabajadores y mejor protección para la planta.
- Disminuye los pagos por tiempo extra de los trabajadores de mantenimiento en ajustes ordinarios y en reparaciones en paros imprevistos.
- Disminuye los costos de reparaciones de los defectos sencillos realizados antes de los paros imprevistos.
- Habrá menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor calidad y por lo tanto el prestigio de la empresa crecerá.
- Habrá menor necesidad de equipo en operación, reduciendo con ello la inversión de capital y aumentando la vida útil de los existentes.
- Disminuye el tiempo ocioso, hay menos paros imprevistos.
- Cumplimiento de cupos y plazos de producción comprometida.
- Conocer anticipadamente el presupuesto de costos de mantenimiento.
- Conocer los índices de productividad por sector.¹³
- Accionar armónico del servicio de mantenimiento para atender la producción.¹⁴

¹³ http://www.bdigital.unal.edu.co/794/3/163_-_2_Capi_1.pdf Fecha de consulta: 10/05/2014

¹⁴ <http://oscarbuap.blogspot.com.es/2008/08/mantenimiento-correctivo-y-preventivo.html> Fecha de consulta: 10/05/2014

Inconvenientes:¹⁵

- Se requiere tanto de experiencia del personal de mantenimiento como de las recomendaciones del fabricante para hacer el programa de mantenimiento a los equipos.
- No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los equipos.
- Tiene un costo muy elevado, debido a que se necesita mayor mano de obra y por los repuestos que deben instalarse, para lo que se requiere disponer de las piezas al momento de parar la máquina.

2.2.3 Mantenimiento predictivo:

Definición:

Es un tipo de mantenimiento que relaciona una variable física con el desgaste o estado de una máquina. El mantenimiento predictivo se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación. A tal efecto, se definen y gestionan valores de pre-alarma y de actuación de todos aquellos parámetros que se considera necesario medir y gestionar.

Características:

Desde el punto de vista técnico, una actividad de mantenimiento será considerada como predictiva siempre que se den ciertos requisitos:

1. La medida sea no intrusiva, es decir, que se realice con el equipo en condición normal de operación (en marcha).
1. El resultado de la medida pueda expresarse en unidades físicas, o también en índices adimensionales correlacionados.
2. La variable medida ofrezca una buena repetibilidad.
3. La variable predictiva puede ser analizada y/o parametrizada para que represente algún modo típico de fallo del equipo, es decir, ofrezca alguna capacidad de diagnóstico.

Desde el punto de vista organizativo, un sistema de gestión de mantenimiento será predictivo siempre que:^{16 17}

¹⁵ <http://senapreventocorrect.blogspot.com.es/p/ventajas-y-desventajas-del.html> Fecha de consulta: 10/05/2014

1. La medida de las variables se realice de forma periódica como rutina.
2. El sistema permita la coordinación entre el servicio de verificación predictiva y la planificación del mantenimiento.
3. La organización de mantenimiento (planificación, taller) y la de producción (operación) esté preparada para reaccionar ante la eventualidad de un diagnóstico crítico.

Las técnicas predictivas más habituales en instalaciones industriales son las siguientes:

- Análisis de vibraciones.
- Termografías.
- Boroscopias.
- Análisis de aceites.
- Análisis de ultrasonidos.
- Análisis de humos de combustión.
- Etc.

Ventajas:

- Nos permite calcular o prever, con cierto margen de error, cuando un equipo fallará, con ayuda de la tendencia de los valores calculados en el seguimiento de los equipos.
- Frente al mantenimiento sistemático por horas de funcionamiento o por tiempo transcurrido desde la última revisión, el mantenimiento predictivo tiene la ventaja indudable de que en la mayoría de las ocasiones no es necesario realizar grandes desmontajes, y en muchos casos ni siquiera es necesario parar la máquina.
- Generalmente son técnicas poco invasivas. Si tras la inspección se aprecia algo irregular se propone o se programa una intervención.
- Además de prever el fallo catastrófico de una pieza, y por tanto, anticiparse a éste, las técnicas de mantenimiento predictivo ofrecen una ventaja adicional, la compra de repuestos se realiza cuando se necesita, eliminando pues stocks.

¹⁶ Santiago García Garrido, Ingeniería del mantenimiento: Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial. Editorial: Renovetec, 2013

¹⁷ Iván José Turmero Astros, www.monografias.com , Mantenimiento predictivo. Fecha de consulta: 12/05/2014

- La aplicación de los sistemas de adquisición y proceso de datos en continuo representa una serie de ventajas frente a la tradicional recogida de datos manual.

Inconvenientes:¹⁸

- Siempre que hay un daño, necesita programación. Si al dueño le urge que se repare, es posible que tenga que esperar hasta la fecha que se defina como segunda revisión, por lo que las urgencias también deben darse mediante programaciones.
- Requiere equipos especiales y costosos. Al buscarse medir todo con precisión, los equipos y aparatos suelen ser de alto costo, por lo que necesitan buscarse las mejores opciones para adquirirse.
- Es importante contar con personal cualificado. Éste debe contar con conocimientos más calificados, lo que eleva a su vez el costo y dependiendo del área, disminuyan las opciones.
- Por todo ello, la implantación de este sistema se justifica en máquinas o instalaciones donde los paros intempestivos ocasionan grandes pérdidas o donde las paradas innecesarias ocasionen grandes costos.¹⁹

2.2.4 Mantenimiento Proactivo²⁰:

Definición:

El Mantenimiento Proactivo es una filosofía de mantenimiento dirigida a la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que conducen al fallo de la maquinaria. Una vez que las causas que generan el desgaste han sido localizadas, no se debe permitir que éstas continúen presentes en la maquinaria, ya que de hacerlo, su vida y desempeño se verán reducidas.

El Mantenimiento Proactivo engloba las acciones encaminadas a mejoras, como son la mantenibilidad, eficiencia, seguridad, impacto medioambiental,

¹⁸ http://www.kurodabombas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=137%3Aventajas-y-desventajas-del-mantenimiento-predictivo&catid=2%3Anoticias&Itemid=15&lang= Fecha de consulta: 15/05/2014

¹⁹ <http://mantenimientoindustrial17.blogspot.com.es/2008/09/mantenimiento-predictivo-y-proactivo.html> Fecha de consulta: 15/05/2014

²⁰ <http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml> Fecha de consulta: 15/05/2014

http://fing.uncu.edu.ar/catedras/archivos/planeamiento/mant_intro_07.pdf
<http://www.tmv.com.mx/mante-proac.html> Fecha de consulta: 15/05/2014

fiabilidad y disposición de la máquina, a la vez que tiene en cuenta también la carga de trabajo temporal y el rediseño o reprogramación de la máquina

Características:

1. Utilizando la práctica de “detección y corrección” de las desviaciones, se mantienen las causas de fallo dentro de unos límites aceptables, lo que hace que los componentes del sistema tengan mayor longevidad. Límites aceptables significa que dichos parámetros de causas de fallo estén dentro del rango de severidad operacional que conduce a una vida aceptable del componente de servicio.
2. En sistemas mecánicos operados bajo la protección de lubricantes líquidos, controlar cinco causas de fallo plenamente reconocidas, lleva a la prolongación de la vida de los componentes hasta de 10 veces con respecto a las condiciones de operación actuales. Estas cinco causas críticas a controlar son:
 - Partículas.
 - Agua.
 - Temperatura.
 - Aire.
 - Combustible o compuestos químicos.
3. El Mantenimiento Proactivo utiliza técnicas especializadas para monitorear la condición de los equipos basándose fundamentalmente en el análisis de aceite para establecer el control de los parámetros de causa de fallo. Establece una técnica de detección temprana, monitoreando el cambio en la tendencia de los parámetros considerados como causa de fallo, para tomar acciones que permitan al equipo regresar a las condiciones establecidas que le permitan desempeñarse adecuadamente por más tiempo.
4. Es una técnica enfocada a la identificación y corrección de las causas que originan los fallos en equipos, componentes e instalaciones industriales. Esta técnica implementa soluciones que atacan la causa de los problemas, no los efectos.

Ventajas:²¹

- Mejora los Procedimientos antes de que causen fallos.
- Evita paradas del equipo para mantenimiento correctivo.

²¹ <http://mantenimientoindustrial17.blogspot.com.es/2008/09/mantenimiento-predictivo-y-proactivo.html> Fecha de consulta: 15/05/2014

- Aumenta el intervalo entre intervalos para mantenimiento preventivo.
- La productividad aumentará en la medida que los fallos en las máquinas disminuyan de una forma sustentable en el tiempo.
- Mejora continua.

Inconvenientes:²²

- Se requiere un cambio en la estructura general, para que tenga éxito no puede ser introducido como imposición, requiere el convencimiento por parte de todos los componentes de la organización de que es un beneficio para todos.
- La inversión en formación y cambios generales en la organización es costosa. El proceso de implementación requiere de varios años.
- Carga de trabajo mayor a los empleados.

²² <http://www.slideshare.net/dora-relax/mantenimiento-proactivo-8991027> Fecha de consulta:
15/05/2014

CAPÍTULO 3: MANTENIMIENTO EN TRADEMA S.L. Valladolid.

3.1 Introducción.

El mantenimiento en la empresa de fabricación de tableros de madera TRADEMA S.L. se basa en una política de lograr con la máxima seguridad para el personal y el mínimo coste posible, las instalaciones y el medio ambiente, el mayor tiempo posible de funcionamiento correcto y eficiente de dichas instalaciones.

Los objetivos de mantenimiento en la empresa son:

1. Seguridad personas e instalaciones.

Como objetivo primordial para la empresa está la seguridad de los empleados, puesto que la vida de una persona es lo más importante. Se evitan los accidentes, aumentando así la seguridad de las personas e instalaciones.

2. Disponibilidad.

Se evitan las paradas de máquinas que son imprescindibles para la producción.

3. Mínimo coste.

El coste se reduce notablemente, al tener un plan elaborado que hace que los imprevistos y paradas sean mínimos.

El coste del mantenimiento se divide en dos partes, el coste de acción directa, en el que se incluyen la mano de obra directa, los materiales y los servicios, y el coste del fallo, que son los rechazos, la producción no recuperada, los retrasos a clientes y los salarios de mano de obra de producción.

4. Evitar el envejecimiento prematuro.

Al estar en constante observación, la vida útil de la maquinaria se prolonga, obteniendo un aprovechamiento máximo de la instalación.

5. Normativa actual vigente.

Se plantea también el objetivo de que todas las instalaciones estén dentro del marco legal siguiendo la normativa actual vigente.

6. Respeto del medio ambiente.

Se hace especial hincapié en reducir todo lo posible el impacto ambiental que pueda ocasionar la empresa, no sólo por cumplir la ley, sino también por concienciar a todos los trabajadores de la importancia de cuidar lo que nos rodea.

Antes de explicar con detalle el Plan de los diferentes tipos de Mantenimiento que se lleva a cabo en TRADEMA, es necesario hacer un breve resumen de la estructura de la mano de obra interna que tienen que ver con el mantenimiento, con el fin de una mayor comprensión a la hora de entender quién se encarga de las distintas tareas y la responsabilidad que desempeñan dentro de cada tipo de mantenimiento.

En la figura 3.1 se puede ver el organigrama donde se observa que el responsable del mantenimiento general de la empresa es el Jefe de Mantenimiento, quien tiene que coordinar a un equipo formado por el Jefe de Mantenimiento Eléctrico, Mecánico, Personal de la Oficina Técnica y Personal del Almacén.

A su vez los Jefes de Mantenimiento Eléctrico y Mecánico, se responsabilizan de cada una de las instalaciones eléctrica y mecánica respectivamente, contando con los encargados de taller y mecánicos y eléctricos de turno para hacer que el mantenimiento siga un orden y una evolución favorable.

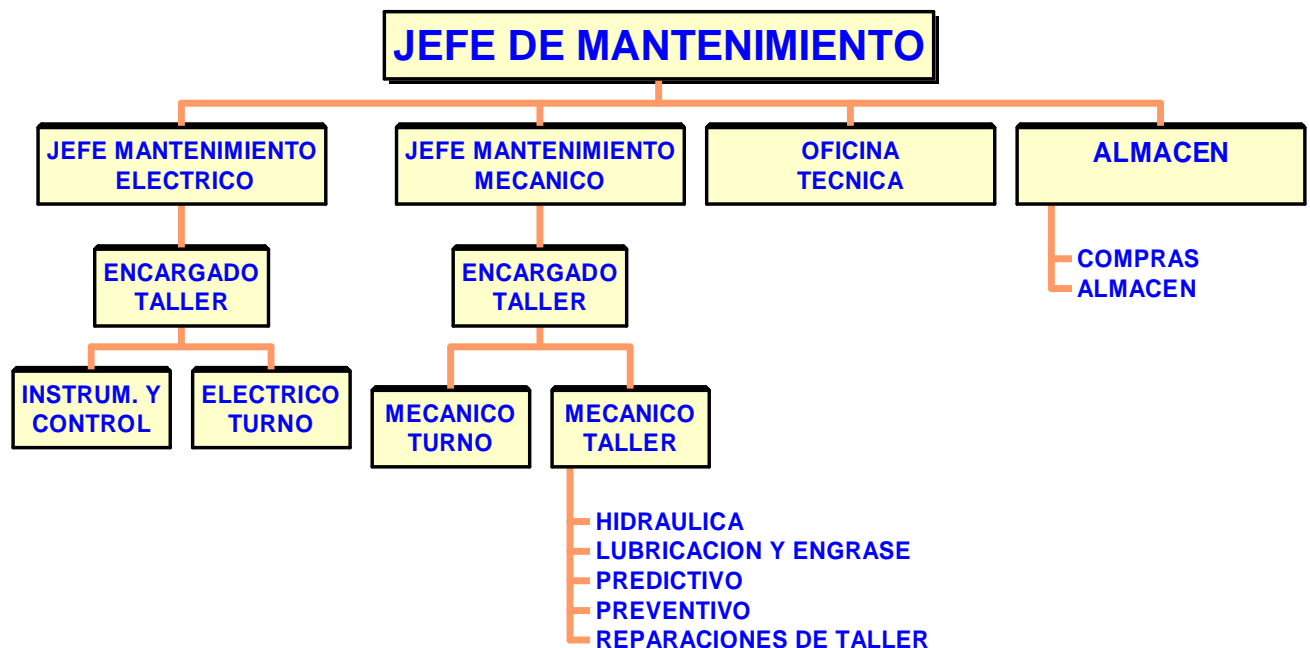


Figura 3.1 Organigrama del Mantenimiento de la empresa TRADEMA

A continuación se describen las funciones específicas que tienen cada uno de los miembros del organigrama:

- **Jefe de mantenimiento:**

Dirige y gestiona las políticas de mantenimiento dictaminadas por la Dirección y define las estrategias y propone acciones para cumplir objetivos.
- **Jefe de mantenimiento mecánico:**

Es el responsable de todas las instalaciones mecánicas de la planta, y se encarga de planificar, supervisar y coordinar el mantenimiento mecánico de toda la planta. Ejecuta el mantenimiento correctivo, predictivo, preventivo y proactivo y el seguimiento de la normativa de seguridad y medio ambiente.

También controla los costes mecánicos, la contratación de mano de obra externa y servicios y hace un seguimiento de los ratios de producción.
- **Jefe de mantenimiento eléctrico:**

Es el responsable de todas las instalaciones eléctricas de la planta, y se encarga de planificar, supervisar y coordinar el mantenimiento eléctrico. Ejecuta el mantenimiento correctivo, predictivo, preventivo y proactivo. Controla los costes eléctricos, la contratación de mano de obra externa y servicios y hace un seguimiento de los ratios de producción.
- **Responsable de instrumentación y control:**

Sus principales responsabilidades son el control de los PLC's (Controladores Lógicos Programables), SCADA's (Supervisión, Control y Adquisición de datos), instrumentación de campo, cableado, calibraciones y formación de los eléctricos de turno.
- **Oficina Técnica:**

Se encarga del archivo técnico de la planta, que incluye la información del proyecto, la puesta en marcha, los certificados y las modificaciones posteriores.

También se encarga de proyectos de pequeñas modificaciones y actualización de planos, apoyo al mantenimiento mecánico y eléctrico y codificación de equipos.
- **Almacenes:**

Engloba la gestión de repuestos según los criterios marcados por dirección, el control de stocks mínimos, el análisis de rotaciones, valor de los almacenes y la gestión de las compras.

A continuación, una vez explicado el funcionamiento de la mano de obra interna, se ahonda en los distintos tipos de mantenimiento realizado en la empresa.

3.2 Plan de los diferentes tipos de Mantenimiento

La empresa TRADEMA S.L. trabaja con los siguientes planes de mantenimiento:

- Plan de Mantenimiento Correctivo.
- Plan de Mantenimiento Preventivo.
- Plan de Mantenimiento Predictivo.
- Plan de Mantenimiento Proactivo.
- Plan de Mantenimiento Paradas Programadas.

Este último tipo de Mantenimiento es complejo y característico de esta empresa, por lo que aún clasificándose dentro de Mantenimiento Preventivo, es el fin de este Trabajo de Fin de Grado, explicar más detalladamente el trabajo realizado durante dichas Paradas Programadas dedicando un capítulo específicamente a una explicación exhaustiva.

3.2.1 Mantenimiento correctivo

Tiene lugar cuando la avería se ha producido, lo que conlleva a una dificultad a la hora de organizar la reparación. La consecuencia que puede tener es una pérdida en la producción y un coste de mano de obra, por lo que solo es aceptable si puede asumirse el coste del fallo. El diagrama de flujo del mantenimiento correctivo se presenta en la figura 3.2.

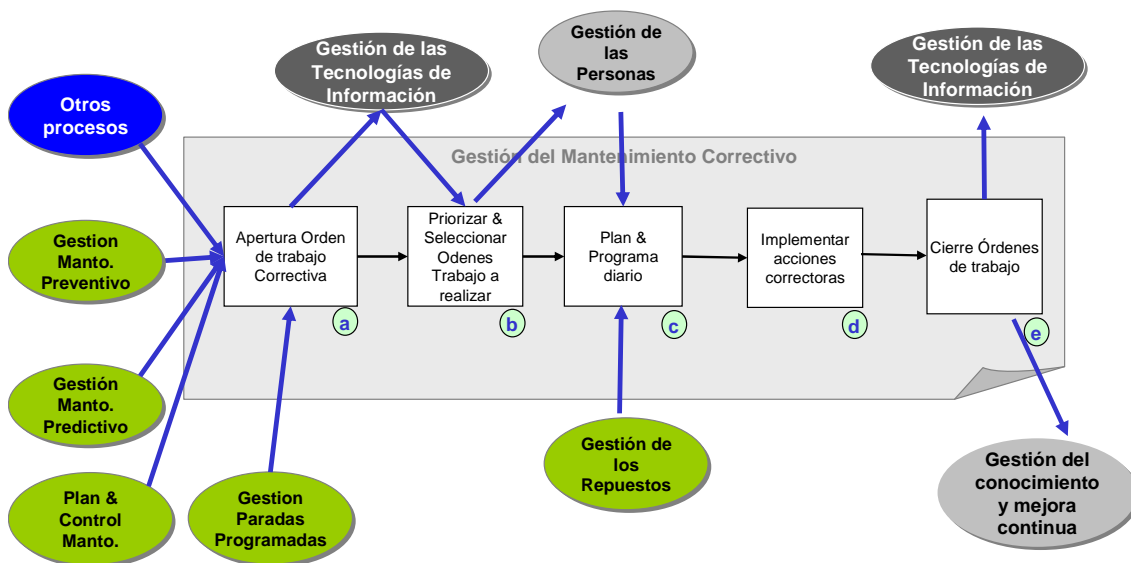


Figura 3.2: Diagrama de flujo del Mantenimiento Correctivo

Descripción del proceso:

a. Apertura de orden de trabajo correctiva (OT's).

- ✓ Todo el personal puede abrir una orden de trabajo, ya sea de mantenimiento o de producción.
- ✓ Durante las noches y fines de semana, el eléctrico y mecánico de turno hacen los trabajos urgentes demandados por el encargado de producción y posteriormente ellos abren la correspondiente orden de trabajo.
- ✓ Cada persona que abre una orden de trabajo tiene que clasificarla:
 - Por tipo de mantenimiento (correctivo, preventivo, predictivo, mejora...).
 - Por urgencia (urgente, parada de línea, parada de verano...).
 - Por área (desfibrador, prensa...).
 - Por tipo de taller (eléctrico, mecánico).
- ✓ Cualquier anomalía grave después de una ruta preventiva o predictiva puede originar la apertura de una orden de trabajo correctiva, incluso durante la intervención de una parada programada.

b. Priorizar / Seleccionar órdenes de trabajo a realizar.

El Jefe de Mantenimiento / Supervisor analiza las órdenes de trabajo solicitadas y revisa la clasificación de prioridades (urgente, parada < 4 horas, parada > 4 horas...). Las urgentes las envían al taller, el resto se harán con una parada de línea.

c. Plan/Programa diario:

- ✓ Los supervisores de cada área son los responsables de la planificación del trabajo diario en base a los recursos humanos y materiales disponibles. Es por ello que diariamente se reúnen en los talleres y en base a las prioridades que pudieran haber surgido como consecuencia de la lectura de los partes de los turnos anteriores, reparten el trabajo entre el equipo disponible y las órdenes de trabajo clasificadas como urgentes o aquellas que no requieren la parada de la línea de fabricación
- ✓ Cualquier material necesitado se solicita al almacén, en caso de que no hubiera en stock, se lanzará una solicitud de pedido al departamento de compras. Lo mismo ocurre si se necesita algún servicio auxiliar.

- ✓ Posteriormente son los responsables de almacén los que cargan los materiales al centro de coste correspondiente a través de SAP.

d. Implementar acciones correctoras:

- ✓ Los mecánicos/eléctricos externos e internos son los que desarrollan los trabajos en base a las directrices marcadas por los supervisores de área.
- ✓ Si necesitan materiales, irán al almacén y recogerán todo lo que necesiten indicando la línea y el área donde van dirigidos. Los responsables de almacén son los que buscan las piezas y las dan al consumo al centro de coste correspondiente.

e. Cierre y archivado de las órdenes de trabajo:

- ✓ El cierre de las órdenes de trabajo las realiza el supervisor de cada área. El jefe del departamento/Supervisor revisa todas, una vez a la semana, para verificar la calidad de los trabajos y que no haya errores de redacción.
- ✓ EL Jefe de Mantenimiento/Supervisor analiza la estadística de órdenes de trabajo, una vez al mes, tratando de identificar necesidades de personal o cambios de estrategia en la planificación de las paradas programadas.
- ✓ Los costes asociados a una sección determinada vienen especificados por SAP y son accesibles al Jefe de Mantenimiento y Supervisores.
- ✓ Las órdenes de trabajo soportadas por “papel” se archivan al menos durante cinco días.

La elaboración de OT's aparte de tener un método de ejecución manual, tiene una aplicación informática que sirve para tener un registro de todas las OT's realizadas y que funciona exactamente de la misma manera que si se hace en papel.

En la primera pantalla del programa (Figura 3.3), se tiene que rellenar los siguientes apartados que aparecen: Número de la OT, Sección donde se trabaja, Fecha de solicitud, Solicitante de la OT, Taller encargado de realizar la tarea, Urgencia, Equipo disponible para la ejecución, Fecha de inicio de la tarea, Descripción breve del trabajo o avería, Datos útiles para la realización del trabajo, e Información del historial de la máquina.

Figura 3.3: Aplicación informática OT

Una vez completada la OT tiene que tener un aspecto similar a la Figura 3.4:

Figura 3.4: OT completa

Si se desea buscar una OT anterior, en archivo se puede realizar una búsqueda, ya sea por urgencia, por taller, por sección, por el número de OT, o por fecha de emisión o finalización. Mostrado en la Figura 3.5

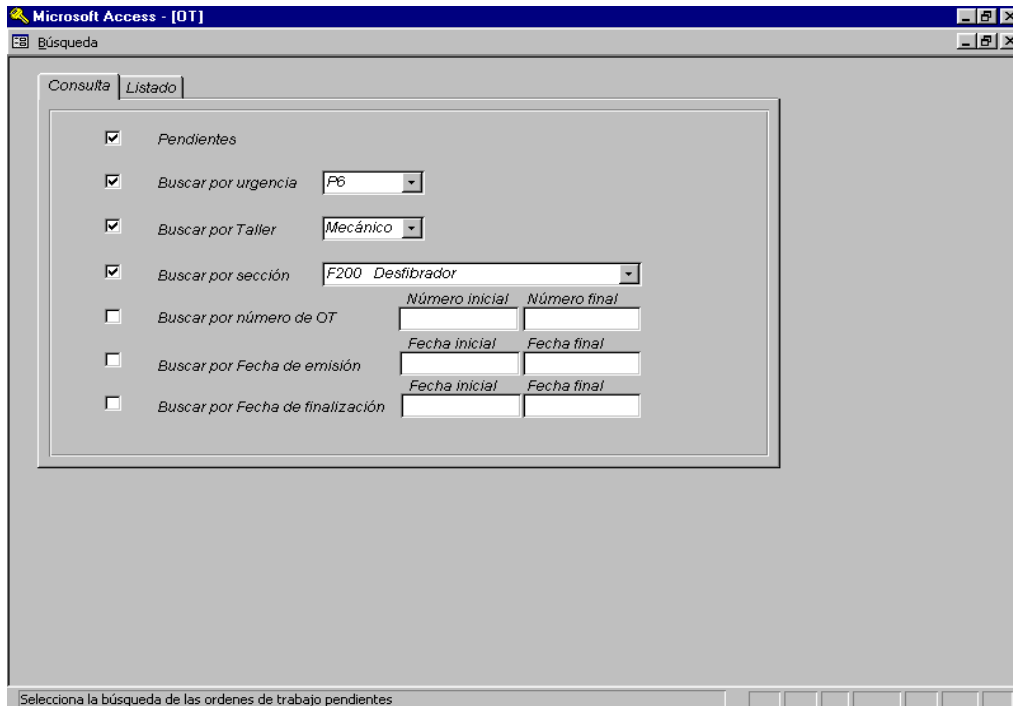


Figura 3.5: Búsqueda de OT

3.2.2 Mantenimiento preventivo

En este tipo de mantenimiento, lo que se realiza en dicha empresa son las tareas de inspección, sustitución de piezas a intervalos de tiempo constante, rutas de engrase y limpieza y análisis de criticidad. Las tareas más importantes, que conlleven un mayor tiempo de parada se realizarán en la parada de verano, mientras que otras que no requieran tanto tiempo de parada (8 horas máximo), serán realizadas en paradas programadas cada 2 meses. El diagrama de flujo del mantenimiento preventivo se presenta en la figura 3.6.

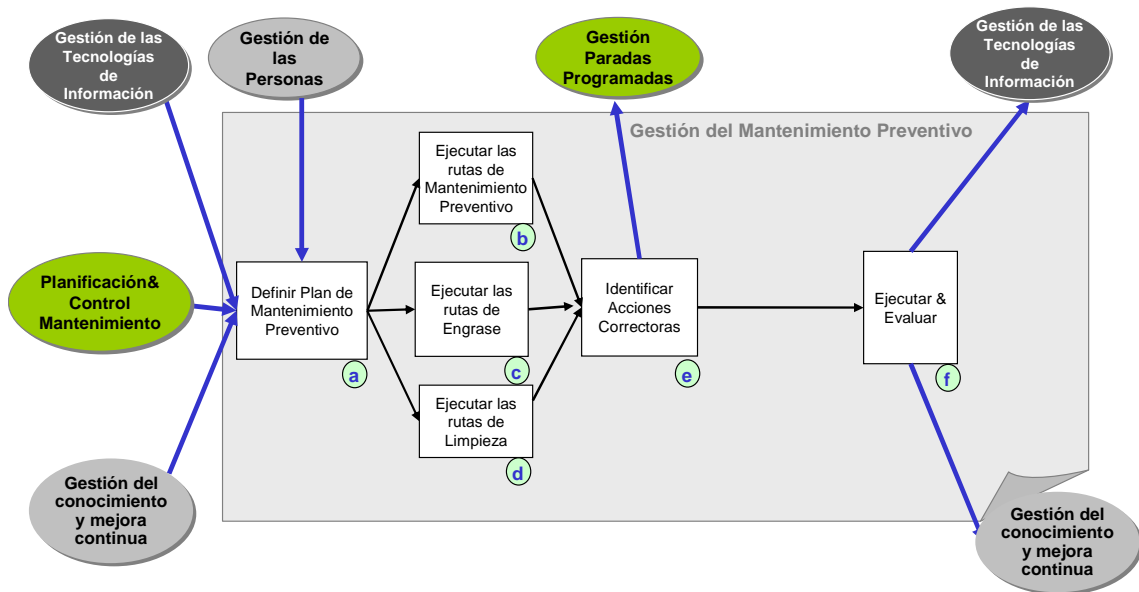


Figura 3.6: Diagrama de flujo del Mantenimiento Preventivo

Descripción del Proceso:

I. Definir el Plan de Mantenimiento Preventivo:

- ✓ Existe un Plan detallado de las rutas a realizar en el año eléctricas, mecánicas y de limpieza, basado en:
 - Rutas de limpieza basadas en la experiencia.
 - Rutas de engrase adaptadas a las necesidades del momento.
 - Rutas de inspección definidas en base a la experiencia.
 - Otras, recogidas a lo largo de los años y que mantenimiento considera que son importantes.
- ✓ La definición del plan preventivo es realizado por el Jefe de Mantenimiento de la plante y por sus colaboradores.
- ✓ Las rutas definidas se clasifican por tipo de línea y por área.
- ✓ La definición de las rutas y su posterior revisión generan que:
 - Tanto el responsable del taller eléctrico como el responsable del taller mecánico analicen las rutas realizadas y abran las acciones correctoras correspondientes (órdenes de trabajo clasificadas como “preventivas”).

- Los supervisores, junto con el Jefe de Mantenimiento, deciden si un nuevo equipo necesita el diseño de una nueva ruta de mantenimiento preventivo.
- ✓ Las órdenes de trabajo de engrase tienen un centro específico para asignar el coste.
- ✓ Las rutas de limpieza son realizadas por personal externo y son supervisadas en todo momento por el departamento de Mantenimiento.

II. Ejecutar las Rutas.

- ✓ Las rutas las realizan personal interno suficientemente cualificado.
- ✓ Los operadores de exteriores también realizan rutas de inspección de máquinas definidas por el Jefe de Fabricación, en coordinación con el Jefe de Mantenimiento.
- ✓ Los Encargados de taller son los que se encargan de gestionar la carga de trabajo diario y asignar las rutas de mantenimiento en función de ésta.
- ✓ Los Jefes de las diferentes líneas también realizan rutas de inspección sin seguir un procedimiento escrito y en caso de detectar una anomalía abren la orden de trabajo correspondiente.
- ✓ Los informes de las rutas son guardados en carpetas y archivados durante 5 años.
- ✓ La inspección de las rutas a realizar se realiza:
 - Cada día y en cada área por el Jefe de Departamento correspondiente.
 - Diariamente por los encargados de Producción.

III. Identificar las Acciones Correctoras:

- ✓ Las rutas de mantenimiento preventivo finalizadas son analizadas por el Jefe o Supervisor de cada área y con la apertura de nuevas órdenes de trabajo, en caso de que sean necesarias, se archivan en una carpeta en el departamento correspondiente.
- ✓ Las órdenes de trabajo se abren en la Base de Datos utilizada en Mantenimiento y son cerradas por el Jefe de Mantenimiento.

- ✓ Una vez que se hayan realizado los trabajos asociados a una orden de trabajo preventiva, se actualiza la base de datos del mantenimiento preventivo, insertando la nueva fecha de cambio o reparación.
- ✓ En caso de que la orden de trabajo se clasifique como mejora, los supervisores junto con los eléctricos y mecánicos identifican las líneas de acción a desarrollar y el momento en que se llevarán a cabo.
- ✓ Los Jefes de Mantenimiento, así como el Jefe de Producción, analiza la prioridad de cada línea de acción y:
 - Si es urgente y es necesaria la parada de máquina, se busca la mejor fecha para efectuarla.
 - Si no lo es, se incluye el trabajo en la siguiente parada programada.
- ✓ Las nuevas órdenes de trabajo son ejecutadas por personal interno o externo y cargados en el centro de coste correspondiente.

IV. Ejecutar y Evaluar.

- ✓ Semanalmente los centros de costes son analizados por el Jefe de Mantenimiento y una vez al mes, por el Director Financiero.

Este apartado está más desarrollado en el Anexo 1 de Mantenimiento Preventivo, en cual abarca las rutas de mantenimiento, ruta de engrase, ruta de limpieza, análisis de incidencias, inspecciones periódicas e histograma.

3.2.3 Mantenimiento predictivo

Dentro de esta técnica se hacen análisis de vibraciones en las máquinas rotativas una vez al mes, estudios termográficos, análisis de aceites y medición del aislamiento en los motores eléctricos. Este mantenimiento permite optimizar los intervalos entre paradas preventivas y no necesita que la máquina esté necesariamente parada. El diagrama de flujo del mantenimiento predictivo se presenta en la figura 3.7.

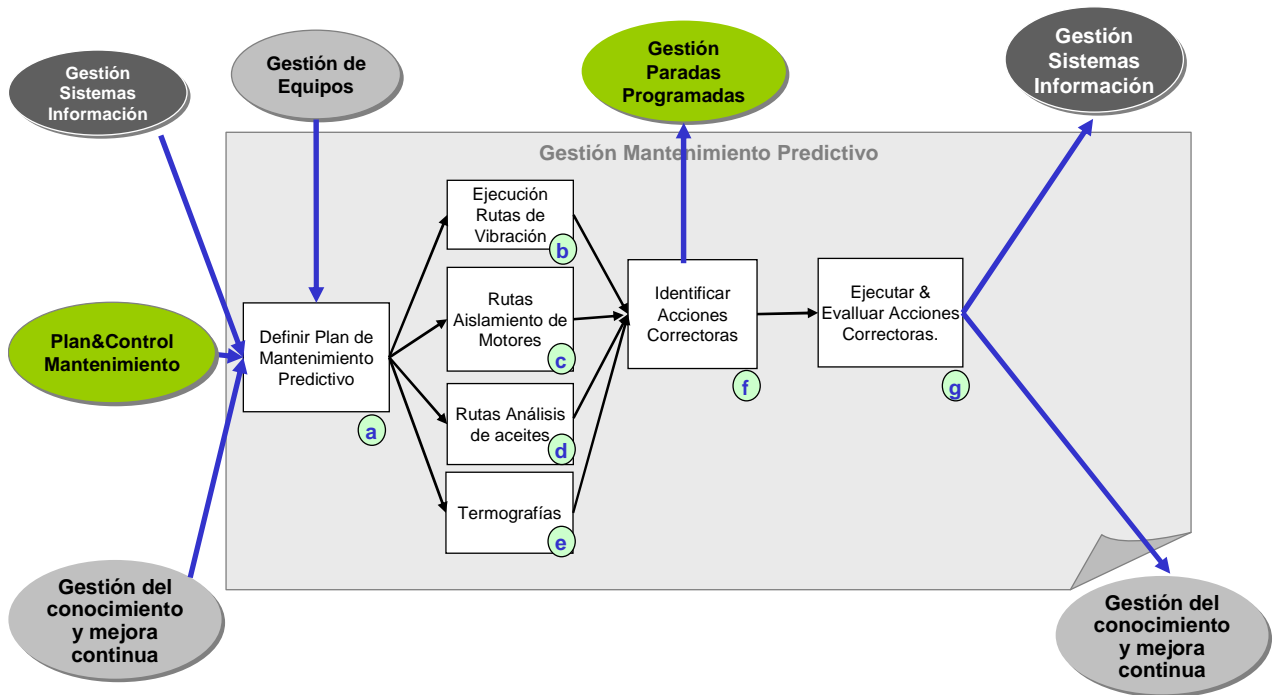


Figura 3.7: Diagrama de flujo del Mantenimiento Predictivo

Descripción del proceso:

I. Definir Plan de Mantenimiento Predictivo:

- ✓ El plan de mantenimiento predictivo es gestionado por el Jefe de Mantenimiento. Se utiliza un formato Excel para la elaboración del Plan Anual de revisión de aceites, Plan Anual de termografías, Plan Anual de Aislamiento de motores, Plan Anual de vibraciones ventiladores y para las rutas que se elaboran internamente. Las rutas se imprimen en papel y una vez finalizadas se archivan en carpetas con las incidencias anotadas por las personas de departamento que las ejecutan.
- ✓ Las termografías se subcontratan a una empresa externa, los análisis de aceites se envían a un laboratorio y las rutas de vibraciones son hechas por personal interno, así como la medición de aislamiento e motores.
- ✓ Cualquier anomalía detectada genera una orden de trabajo predictiva, introducida en la Base de Datos por el supervisor del departamento correspondiente o por el Jefe de Área. Con estas órdenes de trabajo se planifican las acciones correspondientes en la siguiente parada programada o en la parada de verano. Si no es necesario parada de máquina se planifica su trabajo en base a una prioridad asignada por los supervisores.

II. Técnicas Utilizadas Mantenimiento Predictivo:

1. Análisis de Aceites:

- ✓ Aceite térmico, reductores principales y centrales hidráulicas son analizados en base a unas muestras enviadas a un laboratorio autorizado según planificación anual. Las muestras las obtiene el engrasador y las lleva al almacén para su posterior envío.

Posteriormente el laboratorio envía los informes de cada uno y son analizados por el equipo de mantenimiento. Los informes se archivan en carpetas y en el PC del Jefe de Mantenimiento Mecánico.

- ✓ Las revisiones de los transformadores eléctricos son realizadas por una compañía externa. Las muestras las recogen durante el mes de junio y antes de la parada de verano se reciben los informes correspondientes, de cara a planificar posibles acciones durante ésta.

La misma compañía realiza la revisión general obligatoria durante la parada de verano. Cada dos años los aceites son filtrados en caso de que sea posible hacerlo con la línea funcionando y si no se cambia el aceite que esté deteriorado.

- ✓ Se observa con este tipo de análisis es el estado del lubricante, siendo los parámetros más importantes la viscosidad, la oxidación y el porcentaje de agua, los metales de desgaste que contiene (aluminio, cromo, hierro, cobre, níquel y plomo) y el número de partículas por cada 100 ml de lubricante.

2. Análisis de vibraciones:

- ✓ El supervisor de mantenimiento mecánico se responsabiliza de imprimir las rutas de vibraciones a realizar por el personal interno y de analizar los informes posteriores de cada una de ellas por si fuera necesario abrir órdenes de trabajo predictivas.

Las rutas se ejecutan dos días después de haber realizado el engrase, para que las medidas sean más fiables.

Hay definidas rutas por áreas y rutas específicas como la de los ventiladores principales que se ejecutan todas las semanas.

- ✓ El equipo utilizado para la revisión de las vibraciones es un CMVL 3600 de SKF. También tiene la posibilidad de transmitir todos los datos obtenidos en campo a un PC y en éste observar las tendencias de cada equipo, sin embargo, hasta la fecha los datos son almacenados manualmente en nuestra base de datos. Los datos anotados son:

- Velocidad de vibración (mm/s)

- Temperatura (°C)
 - Aceleración (gE)
- ✓ Un mínimo de cuatro lecturas son tomadas en el plano vertical comenzando por el lado del motor, lado contrario al accionamiento.
- ✓ Las lecturas tomadas son un perfecto diagnóstico para predecir un fallo. Se suele tener en cuenta la evolución en el tiempo, sin embargo, cuando la medida de velocidad o aceleración es superior a 10, se empiezan a tomar algunas acciones preventivas, como reaprietes, revisiones de rodetes, niveles de aceite, etc.
- ✓ Una vez al año, durante la parada de verano, se contrata un especialista para las lijadoras de la línea y se realiza un equilibrado de la máquina.
- ✓ Si los valores detectados en las rutas de vibraciones son altos y no se consiguen disminuir en una primera revisión, Mantenimiento subcontrata el equilibrado a una empresa externa especializada.

3. Termografías (Externas)

- ✓ Un proveedor externo es el encargado de realizar la termografía eléctrica y mecánica de la planta una vez al año.
- ✓ Se sigue el plan anual elaborado por el Jefe de Mantenimiento en el que se ha definido que equipos eléctricos y mecánicos son susceptibles de una revisión termográfica.
- ✓ Una vez realizada la revisión, el proveedor redactará un informe que será revisado por el equipo de mantenimiento. Se abrirán órdenes de trabajo predictivas de todas las acciones correctoras detectadas y se insertarán en las sucesivas paradas programadas.
- ✓ Ventajas:
 1. La distribución de temperaturas en base a niveles de radiación dentro del espectro infrarrojo.
 2. La inspección se realiza a distancia.
 3. Se tiene una identificación precisa del elemento defectuoso.
 4. Es muy útil para el seguimiento “cuasi real” del defecto.
 5. Permite una reducción de riesgos al personal.
- ✓ Desventajas:
 1. La limitación a equipos a la intemperie o abiertos.
 2. Su capacidad limitada en la detección de defectos internos.

4. Aislamiento Motores

- ✓ El Jefe de Mantenimiento y el Supervisor eléctrico de Mantenimiento se responsabilizan de imprimir las rutas de aislamiento de motores a realizar por el personal interno y de analizar los informes posteriores de cada una de ellas por si fuera necesario abrir órdenes de trabajo predictivas.
- ✓ Las rutas se ejecutan siguiendo el plan definido por el Jefe de Mantenimiento, habiendo definidas rutas por áreas y por línea.
- ✓ El objetivo es detectar de forma prematura deterioros en los devanados del motor, así como problemas en los cables de alimentación a los mismos.

III. Identificar acciones correctoras

- ✓ EL Jefe de Mantenimiento y los Supervisores redactan órdenes de trabajo predictivas en base a los informes recibidos y planifican las intervenciones en paradas programadas o en el momento que se decida como el más oportuno.

IV. Ejecutar y Evaluar las acciones correctoras

- ✓ Las órdenes de trabajo se ejecutan siguiendo criterios de priorización establecidos en ese momento, coste-beneficio, criticidad del equipo, plan de fabricación...
- ✓ La revisión de los informes la realiza el Jefe de Mantenimiento y los Supervisores y son éstos los responsables de cerrar las órdenes de trabajo y de archivar los informes en lugar accesible para todos.

3.2.4 Mantenimiento proactivo

El mantenimiento proactivo engloba las acciones encaminadas a mejoras, como son la mantenibilidad, eficiencia, seguridad, impacto medioambiental, fiabilidad y disposición de la máquina, a la vez que tiene en cuenta también la carga de trabajo temporal y el rediseño o reprogramación de la máquina. El diagrama de flujo del mantenimiento proactivo se presenta en la figura 3.8.

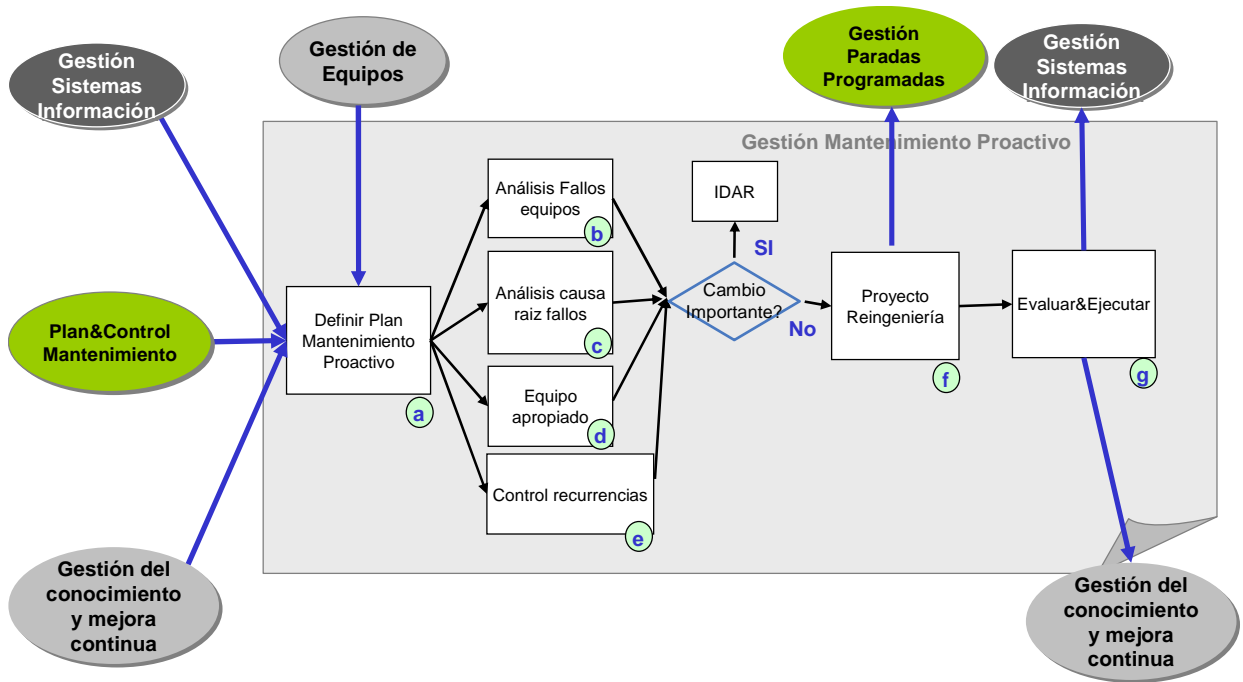


Figura 3.8: Diagrama de flujo del Mantenimiento Proactivo

Descripción del Proceso:

I. Definir el Plan de Mantenimiento Proactivo

- ✓ Análisis de fallos por todo el equipo de mantenimiento de las incidencias que ocurren en las líneas de fabricación, así como la revisión de aquellas que son recurrentes.
- ✓ Proceso de mejora continua basada en el análisis de un informe mensual y anual realizado por el Jefe de Mantenimiento y que consiste en la planificación de unas líneas de acción a corto plazo eléctricas, mecánicas y de seguridad y a una serie de inversiones que se solicitan a través del IDAR (Investment/Divestment Authorization Request).
- ✓ Análisis de cuellos de botella y Master Plan.

II. Análisis Fallos equipos

- ✓ Periódicamente los supervisores de mantenimiento reciben la distribución de paradas de la línea con el objetivo de que se reúnan con su equipo e identifiquen líneas de acción que eviten de nuevo el fallo. A través de una reunión mensual del departamento se analizan todas y se prioriza su ejecución.

III. Análisis causa raíz

- ✓ A través de la hoja de incidencias y de reuniones con el Jefe de Fabricación, se analizan las causas raíz de los problemas específicos, reclamaciones de clientes, fallos repetitivos de algún equipo... Las acciones correctoras detectadas se tramitan a través del IDAR.

IV. Equipo apropiado

- ✓ El Jefe de Producción, junto con el Jefe de Mantenimiento, analiza posibles cuellos de botella y se estudia si el equipo es apropiado a los requerimientos actuales, en caso negativo, se realiza un estudio (a veces en colaboración con el proveedor) para su transformación.

V. Control apropiado

- ✓ Mensualmente se analizan averías repetitivas y se presenta un fichero con una serie de líneas de acción para evitar que se produzcan de nuevo, tanto desde el área eléctrica, mecánica como de seguridad.

VI. IDAR

- ✓ El IDAR, Investment Divestment Authorization Request, es un proceso por el cual se solicita autorización a la Dirección de Fábrica o a la Dirección de Sonae de una inversión en activo fijo de una cierta entidad. Existe un procedimiento estandarizado dentro del Grupo Sonae e integrado en la red Intranet para facilitar el acceso a todo el equipo Directivo de la Planta. Por tanto, inversiones a partir de un cierto volumen, necesitan un proceso de aprobación antes de poder ser ejecutadas.

VII. Proyecto reingeniería

- ✓ Cuando el proceso de mejora exige un proceso de reingeniería, existen dos opciones: Proyecto interno (en caso de proyectos de pequeña entidad) o Subcontratación (cuando los recursos humanos que se requieren son mayores que los existentes).

VIII. Evaluar/Ejecutar

- ✓ Los proyectos previstos a través de inversión son evaluados por el Controller, realizando una previsión de "Pay back", flujos de caja, rentabilidad... Los proyectos que tienen cabida en el presupuesto de mantenimiento son supervisados y ejecutados por el Jefe de

Mantenimiento y el Responsable de la Oficina Técnica y aprobados por el Director de la Fábrica.

3.2.5 Paradas programadas

El propósito de este proceso se basa en gestionar de una manera eficiente todos los recursos, humanos y materiales, con el fin de minimizar el impacto producido por las paradas de las líneas de fabricación. La siguiente descripción integra tanto las paradas mensuales, como la parada que se produce durante el mes de agosto.

La frecuencia estimada para las líneas actuales es:

Mensual:

- MDF (Medium Density Fiberboard): Cada tres semanas 8-10 horas y semanalmente 1 hora para limpiezas.
- Líneas de Melamina: Cuando la línea para.
- LIP (línea de impresión) y corte a medida: Cuando la línea de fabricación para.

Anualmente:

- MDF (Medium Density Fiberboard): De 15 a 21 días durante el mes de agosto.
- Resto: Agosto.

Esta parada será explicada de una forma más extensa más adelante, ya que ha sido el principal objeto de trabajo para la realización de este Trabajo de Fin de Grado.

El diagrama de flujo del mantenimiento realizado durante una parada programada se presenta en la figura 3.9.

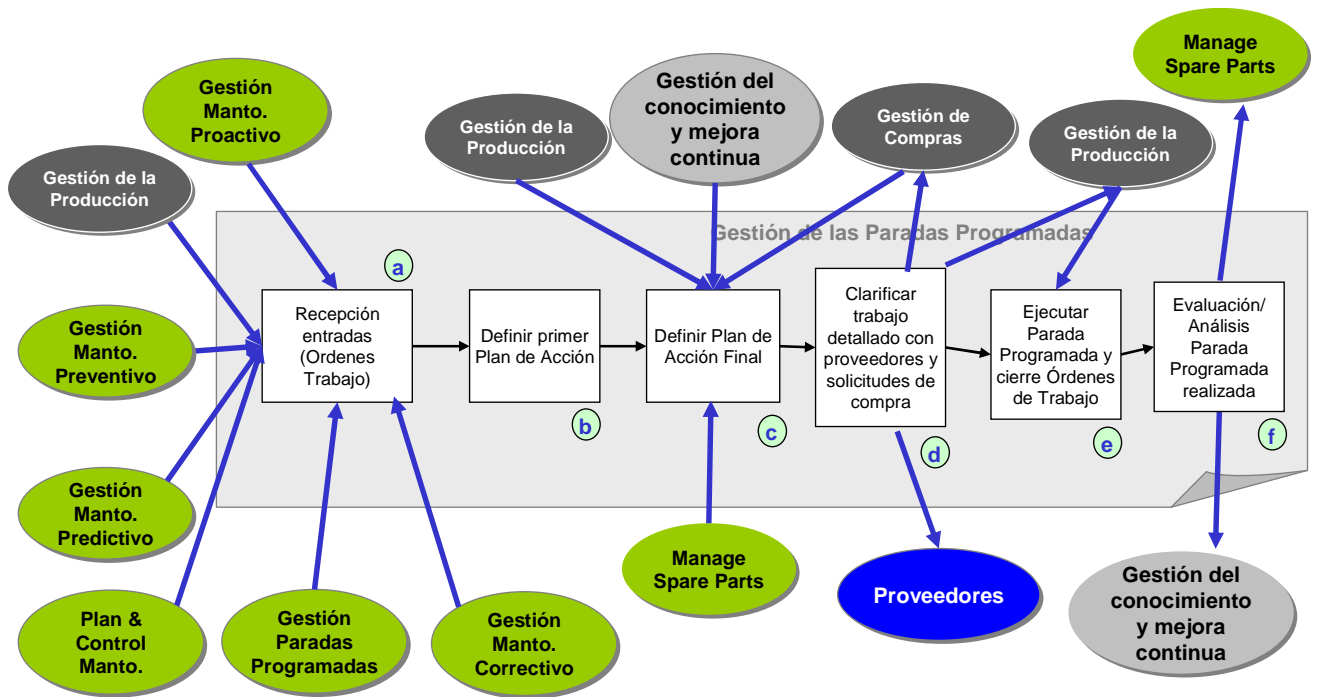


Figura 3.9: Diagrama de flujo del Mantenimiento en Paradas Programadas

Descripción del proceso de parada de forma general:

I. Definir primer Plan de Acción (borrador)

- ✓ Con toda la información recibida, el Jefe de Mantenimiento y los Supervisores de cada área preparan un primer borrador. Este se realiza en un formato Excel y siempre está accesible para todo el equipo de mantenimiento por si hubiera que añadir más tareas.
- ✓ Este borrador es alimentado diariamente hasta un día antes de la parada programada.
- ✓ La información para la preparación de las paradas procede de reuniones con:
 - Jefe de Producción.
 - Director de Planta.
 - Jefe de Seguridad y Medioambiente.
 - Equipo de Mantenimiento.
 - Responsable de Compras.
- ✓ Los objetivos que se persiguen con estas reuniones son:
 - Comunicar todas las acciones previstas a realizar en la siguiente parada.
 - Incluir sugerencias transmitidas por todos ellos.

- Informar del tiempo previsto de parada para que el departamento de Producción organice determinados trabajos de limpieza y adapte mejor la producción durante la arrancada.

II. Definir el Plan de Acción Final

- ✓ Todas las tareas definidas programadas un día antes de la parada, así como todo el personal necesario para realizarlas.
- ✓ Día de la parada:
 - La política de mantenimiento consiste en realizar una parada cada tres semanas y una pequeña parada semanal para realizar algunas tareas de limpieza. Sin embargo, mantenimiento de adapta a las necesidades de fabricación y puede desplazar ligeramente la fecha si producción así lo requiere.
- ✓ El Jefe de Mantenimiento y los Supervisores preparan la parada en un formato en Excel que incluye:
 - Tiempo de duración estimado de las tareas.
 - Fecha prevista de la parada.
 - Tiempo de parada.
 - Descripción de las tareas.
 - Sección.
 - Distribución del Personal externo e interno.
 - Comentarios.
 - Permisos.
 - Instrucciones de trabajo o de seguridad.

III. Clarificar trabajo detallado con proveedores y solicitudes de compra.

- ✓ Una vez que se ha definido el plan de Acción, los Supervisores contactan con los proveedores para definir las personas que estarán en la parada programada y para clarificar todas las tareas a llevar a cabo. También se les informa de la evaluación de riesgos del área donde van a desarrollar la actividad y los medios de protección que tienen que utilizar.
- ✓ Los responsables del taller eléctrico y mecánico verifican, con los responsables del almacén, la disponibilidad de las piezas de repuesto que se van a utilizar durante la parada, realizan las solicitudes de piezas que no se encuentren en el almacén y los servicios que sean necesarios (grúas, camión grúa, elevadoras...).

- ✓ El Supervisor Mecánico se reúne con el Jefe de Fabricación y planifica las tareas de limpieza y de producción que se llevarán a cabo tanto por el personal de producción como por personal externo, priorizando aquellas tareas que necesitan ser realizadas en primer lugar, para que no se produzcan interferencias durante el momento del arranque.
- ✓ El Jefe de Mantenimiento junto con el jefe de Fabricación definen el momento en que se detendrá la producción y el instante en que todo el personal debería estar preparado con todo lo necesario para la realización de las tareas que se hayan programado.
- ✓ La base de datos del sistema de mantenimiento preventivo proporciona información acerca de los componentes de las diferentes máquinas de las líneas y es utilizada con frecuencia para preparar todo el material necesario, así como para verificar qué se encuentra en el almacén.

IV. Ejecutar la Parada Programada y cerrar las Órdenes de Trabajo

- ✓ Los mecánicos, eléctricos y personal de limpieza realizan las tareas planificadas siguiendo las directrices de los Supervisores. Las personas suelen ser siempre las mismas, de tal forma que un responsable de un área en una parada programada mensual se convierte en Jefe de Equipo de 8 o 10 personas durante la parada de verano. Esto facilita el control de todas las tareas a realizar y permite optimizar los recursos necesarios.
- ✓ Todo el material necesario se recoge en el almacén de repuestos, para ello, durante la parada, los responsables se encargan de satisfacer las necesidades del personal de mantenimiento y de introducir en SAP todo el material que sale y que se necesite para la parada.
- ✓ La mano de obra externa es controlada por los encargados de los proveedores externos y por el responsable de la Oficina Técnica, siendo éste último el que introduce el número de horas en SAP.
- ✓ Una vez finalizados todos los trabajos, los supervisores se encargan de dar las órdenes de arranque al equipo de producción y chequear el funcionamiento en vacío de todos los equipos en línea.
- ✓ Los supervisores cierran las órdenes de trabajo, ajustan el documento final de la parada con las tareas realizadas e introducen las nuevas fechas de los equipos intervenidos en el sistema de mantenimiento preventivo. También introducen los comentarios asociados a cada intervención en el histórico destinado para ello.

- ✓ Seguidamente se prepara un nuevo borrador de parada que será alimentado diariamente por los supervisores hasta que se formalice definitivamente la siguiente.

V. Evaluación y Análisis de la Parada Programada:

- ✓ El Jefe de Mantenimiento y los Supervisores de Área analizan:
 - La calidad de los trabajos realizados.
 - Las desviaciones de los trabajos realizados frente a los planificados.
 - Las incidencias ocurridas durante la intervención, ya sean fallos de equipos no detectados, problemas en la puesta en marcha, accidentes...
 - El nivel de cumplimiento de los protocolos de seguridad.
 - El procedimiento a seguir con las piezas defectuosas que se han cambiado si se procede a su reparación o por el contrario se dan como chatarra.
 - El nivel de satisfacción del personal de producción.
 - Cambios, si fueran necesarios, en las frecuencias de inspección de los equipos que se han revisado en la parada.
 - Solicitudes de compra si fueran necesarias, o revisión del nivel máximo y mínimo de stock de alguno de los componentes.
 - La actualización del sistema preventivo con todos los trabajos que se han ejecutado.
 - La disponibilidad de aquellas instrucciones de trabajo que se hubieran necesitado durante la parada.
 - Trabajos nuevos a realizar a raíz de lo visto.
 - Sugerencias de otros departamentos de cara a próximas paradas.

Más adelante se desarrollarán todas las tareas y documentos realizados durante la Parada de Verano, centrado específicamente en la Caldera de biomasa, puesto que este tipo de Mantenimiento es complejo y característico de esta empresa, por lo que aún clasificándose dentro de Mantenimiento Preventivo, es el fin de este Trabajo de Fin de Grado explicar más detalladamente el trabajo realizado durante dicha Paradas Programada de Verano dedicando un capítulo a su explicación exhaustiva.

Antes de entrar con detalle en las tareas realizadas durante la Parada de Verano en la Caldera, se van a explicar los diferentes Mantenimientos que se llevan a cabo a lo largo de todo el año en dicha Caldera de biomasa objeto de estudio.

CAPITULO 4: MANTENIMIENTO CALDERA DE BIOMASA.

4.1 Introducción

La caldera industrial de biomasa de la empresa TRADEMA S.L. es una caldera de fluido térmico de 5MW de potencia y, por lo tanto, con muchos componentes a tener en cuenta en el mantenimiento de la misma.

Una caldera de biomasa es una caldera que utiliza como combustible materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma. En el caso de TRADEMA, la biomasa es un residuo de su materia prima, compuesto de astillas y cortezas sobrantes de la misma.

Se divide fundamentalmente en tres grandes partes, que hacen posible un estudio más organizativo y fácil:

1. **Cámaras de combustión:** es la parte de la caldera donde tiene lugar la combustión de la biomasa. Convierte la energía química obtenida en la biomasa en energía calorífica que se desprende por una reacción de oxidación exotérmica. (Plano 1)

En la cámara de combustión existe una entrada por donde se introduce la corteza al interior de la cámara mediante unas parrillas móviles que van empujando la corteza a través de ella a medida que ésta se va quemando, llegando a un punto donde se dejan caer los restos al redler de recogida de cenizas. Por debajo de las parrillas se encuentran las entradas de aire primario, por las cuales entra aire para favorecer la combustión.

El gas caliente asciende por la chimenea, donde hay una segunda entrada de aire secundario, y llega a la cámara de combustión de polvo, en la cual se puede introducir polvo, proveniente de los restos de la línea de producción, con el fin de aumentar la temperatura en caso de necesidad.

Existen cuatro salidas de dicha cámara, una al Calentador 1, otra al Calentador 2, otra a un By-pass y una última al Superheater.

2. **Calentadores de aceite térmico:** se trata de un intercambiador de calor que permite transferir la energía calorífica obtenida en la cámara de combustión a un fluido caloportador, en este caso aceite térmico, que incrementa su temperatura desde la temperatura de entrada hasta la temperatura de salida, que coincide con la temperatura del proceso.(Plano 2)

El gas proveniente de la cámara de combustión llega a cada uno de los calentadores donde es utilizado para calentar un circuito que contiene

aceite térmico (acuotubular), el cual se utiliza, por un lado, para tener provisión de aceite térmico caliente en el proceso de prensa de MDF (Medium Density Fibreboard) y, por otro lado, para calentar en el generador de vapor unos tubos que contienen agua (pirotubular), la cual es utilizada como vapor en el proceso de desfibrado.

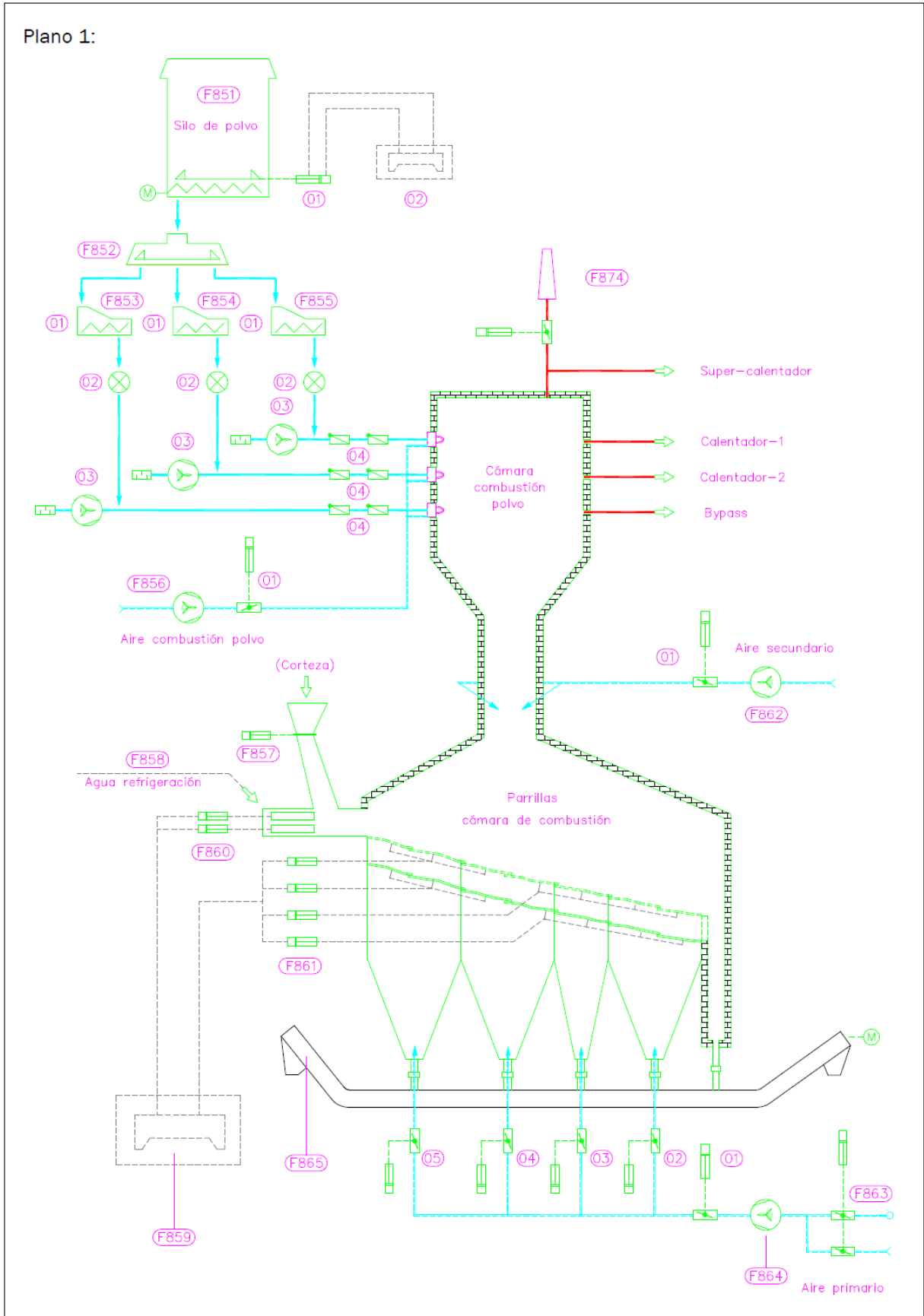
El gas resultante del calentador es llevado a los multiciclones, con el fin de quitar toda la ceniza que contiene y convertirlo así en un gas limpio que no deje restos en los tableros de madera.

Los multiciclones están divididos en cuatro secciones de entre 50 y 60 ciclones o botijos cada sección. En ellos el gas entra por una rendija y sigue un recorrido en espiral que hace que las fuerzas centrífugas separen las partículas de mayor peso (cenizas) del gas, cayendo por la acción de la gravedad a través del fondo del ciclón al redler de cenizas.

El gas resultante es conducido al área de secadero para su debida utilización en la línea de fabricación.

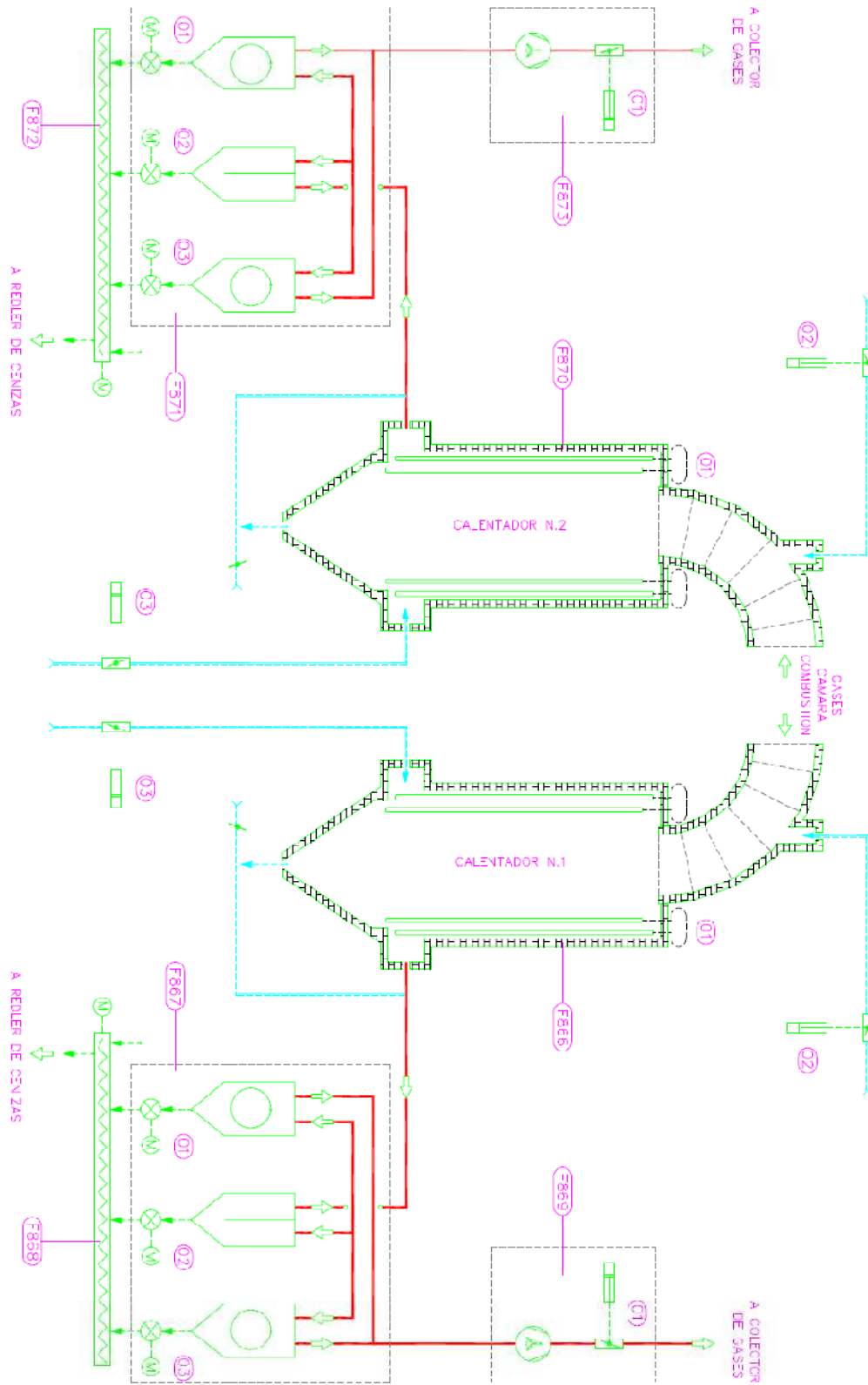
3. **Sobrecalentador de vapor (Superheater):** la caldera cuenta con otro circuito de fluido caloportador, en este caso vapor de agua, que sufre un sobrecalentamiento elevando la temperatura del vapor por encima del punto de saturación. Las ventajas del vapor sobrecalentado son, un aumento de la eficiencia total de la unidad, una ganancia termodinámica del vapor y la obtención de vapor más seco. (Plano 3).

Este calentador de menor tamaño que los anteriores, servía para alimentar una turbina que en la actualidad está en desuso, por lo que está actualmente parado.



	<p>RUTAS DE INSPECCION MECANICA</p>		<p>RUTA: F850</p>
	<p>DEPARTAMENTO: CAMARAS DE COMBUSTION</p>		<p>1/3</p>

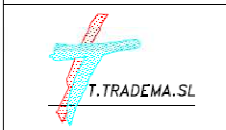
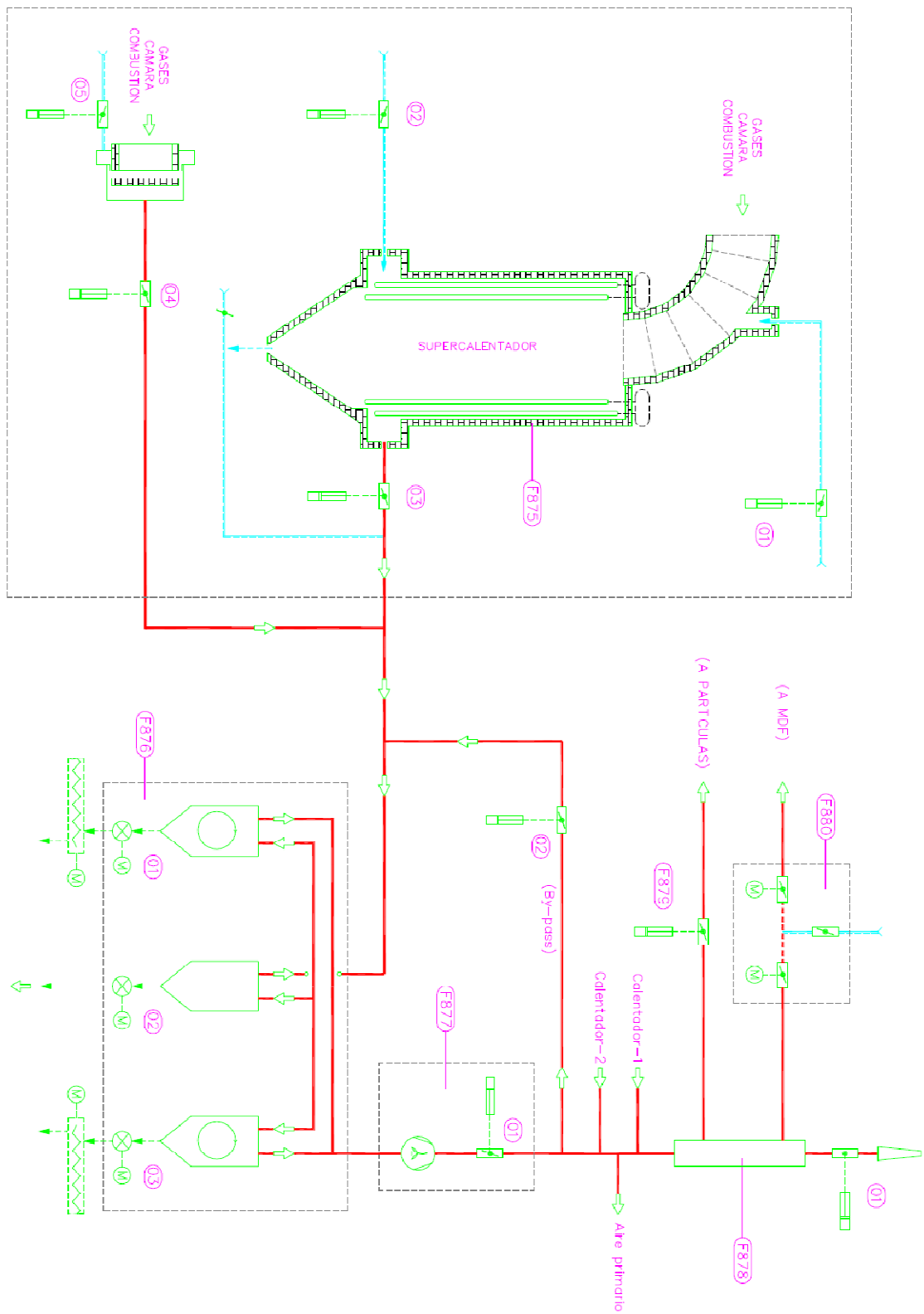
Plano 2:



RUTAS DE INSPECCION MECANICA
 DEPARTAMENTO: CALENTADORES DE ACEITE TERMICO

RUTA: F850
 2/3

Plano 3:



RUIAS DE INSPECCION MECANICA		RUTA: F850
DEPARTAMENTO:	SUPERCALENTADOR DE VAPOR	3/3

4.2 Desarrollo del Plan de Mantenimiento.

Para el desarrollo de un eficaz Mantenimiento de la Caldera, se cuentan con una serie de procesos que se realizan a lo largo del año y que tienen unos documentos base que sirven de guía, a la vez que de historial de la instalación para futuras tareas de Mantenimiento.

Las distintas operaciones que se realizan son:

1. Mantenimiento durante el funcionamiento de la planta:

1.1 Rutas de inspección periódica: Se van realizando durante todo el año y, por lo general, se efectúan a elementos que no necesitan estar detenidos, por lo que no afecta su inspección a la producción.

1.2 Rutas de Lubricación: Periódicamente se hace una revisión o sustitución del aceite y la grasa necesaria en cada equipo.

1.3 Rutas de Mantenimiento: Se efectúa una especie de “calendario” en el que se recoge todo el Mantenimiento que se tiene que hacer a lo largo del año de los componentes de la Caldera.

2. Mantenimiento durante la Parada de Verano: En el mes de agosto, la Caldera se para totalmente y se efectúa el mantenimiento de los componentes que necesitan estar sin funcionar o fríos para ser revisado, reparados o sustituidos. Es donde se produce el Mantenimiento a mayor escala, debido a que las altas temperaturas impiden el acceso a muchas zonas del interior de la caldera.

4.2.1 Ruta de inspección periódica.

Lo primero que se realiza es un índice con todas las partes que necesitan de inspección periódica, con la ayuda del encargado de la sección de caldera y los documentos técnicos y planos de ésta.

Tras esto, se estudia cada una de esas partes, desglosándolas en los componentes que las forman, como bombas, poleas, protecciones etc. Esto hace que la persona responsable de hacer la inspección sepa exactamente los puntos a tener en cuenta, reduciendo así el tiempo de dedicación a esta tarea y llevando un historial preciso de dicha parte. (Anexo 2)

Esta hoja de ruta de inspección tiene la finalidad de llevar a cabo un mantenimiento preventivo mediante la recogida de datos y conocimiento del estado de los diferentes componentes para planificar con antelación el cambio o reparación de los mismos.

Una vez recogida toda la información referente al mantenimiento de los componentes de la caldera, se traslada toda la información a una base de datos creada de una manera simple y eficaz.

El programa utilizado es el Microsoft Office Excel, un programa cuyo manejo es rápido de aprender y, generalmente, conocido por los trabajadores.

Se realizan dos tipos de tablas:

- Rutas de Lubricación.
- Rutas de Mantenimiento.

4.2.2 Rutas de Lubricación

Estas rutas, parte del mantenimiento preventivo mecánico, recogen todas las unidades que necesitan un cambio o revisión periódico de aceite o grasa. Sirven para tener un control exhaustivo del estado en el que se encuentra el aceite en las máquinas, previniendo así alguna posible tara en la producción por culpa de un mal engrase. Estos datos son un aviso para realizar la revisión, no queriendo decir que haya que engrasar o cambiar obligatoriamente a pesar de que se encuentre en buen estado.

En este documento están incluidas:

1. POS: posición de la máquina en el plano.
2. Máquina a engrasar.
3. Elemento de dicha máquina.
4. P.T: Puntos de engrase sobre los que hay que trabajar dentro del elemento.
5. F.C. ENGR: Frecuencia con la que hay que engrasar (días).
6. F.C.CAM: Frecuencia de cambio de aceite (días).
7. F.CH.CAM: Fecha en la que se realizó el último cambio de aceite.
8. CAM: Días que quedan para el próximo cambio de aceite.
9. ENGR: Días que quedan para el próximo engrase de la máquina.
- 10.FAB: Fabricante del lubricante que se tiene que utilizar para cada máquina.
- 11.DENOMINACIÓN: Especificación del tipo de lubricante.
- 12.Q: Cantidad aproximada que se tiene que utilizar.
- 13.F.CH.ENGR: Fecha del último engrase.
- 14.OP: Observaciones pertinentes.
- 15.Prox. Engr: Fecha en la que se tiene que hacer el próximo engrase.

Gracias a esta tabla, se puede tener previsto el trabajo a realizar en este sector durante el año y tener un registro donde acudir cuando se tenga alguna duda sobre qué tipo de lubricante utiliza o si el fallo surgido puede tener algo que ver con una falta de cambio de aceite o engrase.

Cuando a un componente de una máquina le llega la fecha de ser engrasado, el programa nos pone de color rojo el elemento, máquina y fecha, con el fin de llamar la atención y realizar dicha tarea lo antes posible. Una vez realizada todo vuelve a su color habitual, menos la fecha en la que se realizó el último cambio, que pasa a color verde para dar a entender que la tarea ha sido realizada con éxito.

En la Tabla 4.2 se puede ver una parte de la aplicación donde se registran los trabajos de lubricación y engrase de la caldera.

Tabla 4.2: Ruta de lubricación

F850 / F880 - CALDERA ITI Y SILO DE CORTEZA															
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MECÁNICO (RUTAS DE LUBRICACIÓN CADA 8 SEMANAS)															
PRINCIPAL	POS	MAQUINA	ELEMENTO	P.T	F.C.ENGR	F.C.CAM	F.CH.CAM	CAM	ENGR.	FAB.	DENOMINACIÓN	Q.	F.CH.ENGR	OP.	prox. Engr.
	F851.01	SILO POLVO. TORIL. REV. EXTRACCIÓN	Motoreductor	1	56	365	29/12/2013	173	-51	B P	Energol GRXP 220		24/03/2014		19/05/2014
	F851.01	SILO POLVO. TORIL. REV. EXTRACCIÓN	Rod eje sinfin	2	56	365	29/12/2013	173	-51	B P	Energr EP2	30g	24/03/2014		19/05/2014
	F851.01	SILO POLVO. TORIL. REV. EXTRACCIÓN	Piñones y cadenas	1	56				-51		Renold		24/03/2014		19/05/2014
	F851.01	SILO POLVO. TORIL. REV. EXTRACCIÓN	Unidades de Mto. Neumático	1	56				-51	CEP	HM 68		24/03/2014		19/05/2014
	F851.02	SILO DE POLVO. C.H.	Central hidráulica	1	56	365	15/01/2014	190	-51	CEP	HM 68		24/03/2014		19/05/2014
	F851.02	SILO DE POLVO. C.H.	Puntos de engrase	1	56				-51	B P	Energr EP2		24/03/2014		19/05/2014
	F848.01	TOLVA ALIMENTACION POLVO. TAMIZ	Puntos de engrase	2	56				-51	B P	Energr EP2	10g	24/03/2014		19/05/2014
	F848.02	TOLVA ALIM. POLVO. FONDO MÓVIL	Central hidráulica	1	56	365	15/01/2014	190	-51	CEP	HM 68		24/03/2014		19/05/2014
	F848.02	TOLVA ALIM. POLVO. FONDO MÓVIL	Puntos de engrase	2	56				-51	B P	Energr EP2	10g	24/03/2014		19/05/2014
	F848.03	TOLVA POLVO. SOPLADOR DE AIRE	Unidades de Mto. Neumático	1	56				-51	CEP	HM 68		24/03/2014		19/05/2014
	F853.01	TORNILLO EXACTRACIÓN POLVO Nº 1	Motoreductor	4	56	365	23/05/2013	-47	-51	B P	Energol GRXP 220	2 L.	24/03/2014		19/05/2014
	F853.01	TORNILLO EXACTRACIÓN POLVO Nº 1	Puntos de engrase	2	56				-51	B P	Energr EP2	10g	24/03/2014		19/05/2014
	F853.01	TORNILLO EXACTRACIÓN POLVO Nº 1	Piñones y cadenas	1	56				-51		Renold		24/03/2014		19/05/2014
	F853.02	INYEC. POLVO. VÁLV. ROTATIVA Nº 1	Motoreductor	4	56	365	23/05/2013	-47	-51	B P	Energol GRXP 220	2 L.	24/03/2014		19/05/2014
	F853.02	INYEC. POLVO. VÁLV. ROTATIVA Nº 1	Rod eje rotativa	2	56				-51	B P	Energr EP2	10g	24/03/2014		19/05/2014
	F853.02	INYEC. POLVO. VÁLV. ROTATIVA Nº 1	Piñones y cadenas	1	56				-51		Renold		24/03/2014		19/05/2014
	F853.03	INYEC. POLVO. VENT. IMPULSIÓN Nº 1	Rod eje ventilador	2	56				-51	B P	Energr EP2	10g	24/03/2014		19/05/2014
	F853.03	INYEC. POLVO. VENT. IMPULSIÓN Nº 1	Unidades de Mto. Neumático	1	56				-51	CEP	HM 68		24/03/2014		19/05/2014
	F853.04	INYEC. POLVO. ANTIRRETORNOS	Puntos de engrase	2	56				-51	B P	Energr EP2	10g	24/03/2014		19/05/2014
	F854.01	TORNILLO EXACTRACIÓN POLVO Nº 2	Motoreductor	1	56	365	23/05/2013	-47	-51	B P	Energol GRXP 220	2 L.	24/03/2014		19/05/2014

4.2.3 Rutas de Mantenimiento

Consta de dos archivos relacionados entre sí, que tienen como objetivo el cumplimiento de un plan de trabajos a realizar para el correcto funcionamiento de la caldera, basado en la experiencia previa de las personas encargadas de esta sección y en las fichas técnicas.

El primer documento muestra un dibujo de la caldera insertado en Excel donde se observan los diferentes componentes a analizar, los cuales tienen asignados unos botones con una identificación específica y la fecha en la que debe hacerse el mantenimiento de la pieza en cuestión. Esto se puede observar en la Figura 4.3.

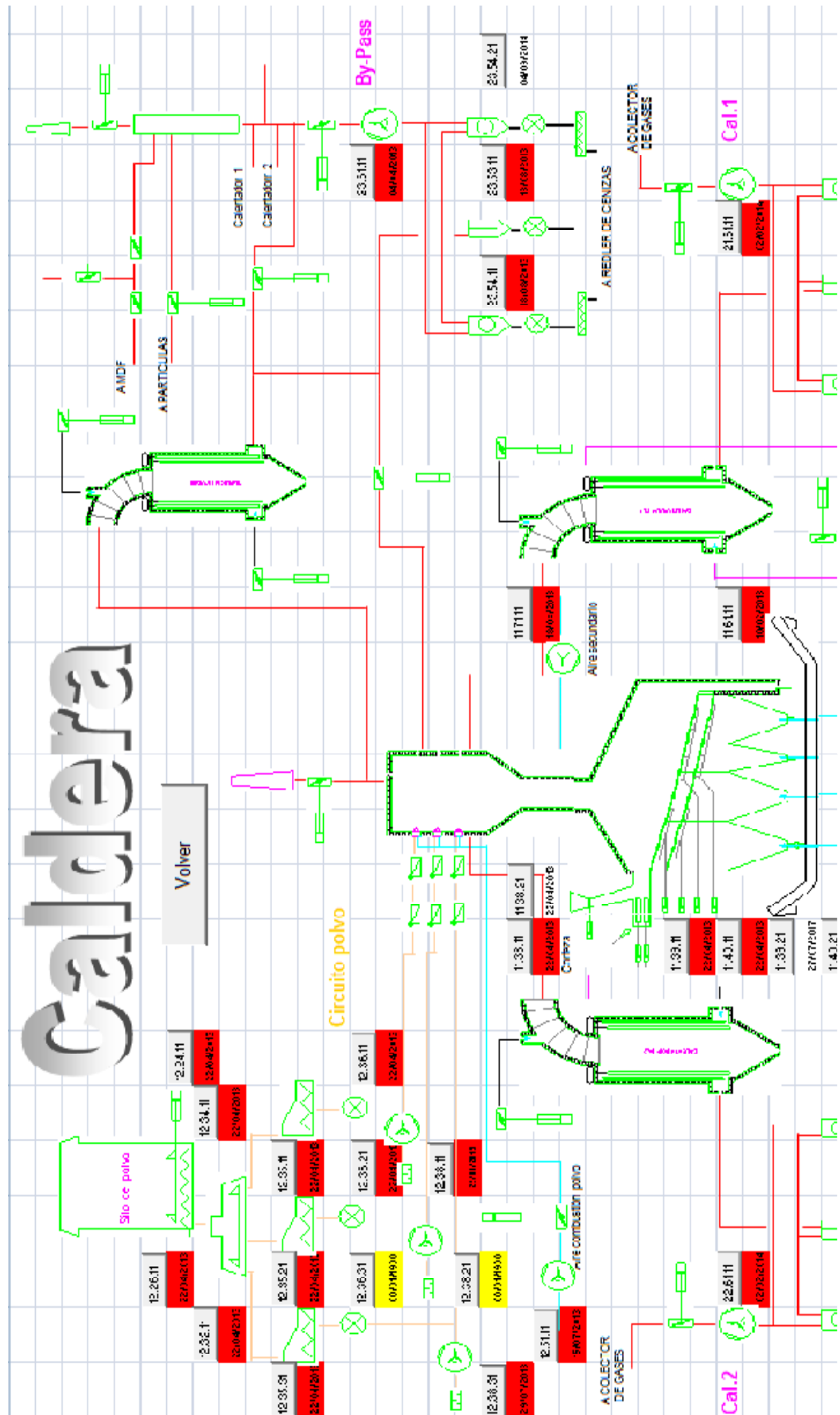


Figura 4.3: Esquema Caldera

Al pulsar en cada uno de esos botones, accedemos a un informe detallado de las tareas que hay que realizar, criticidad, coste etc.

El segundo documento, al cual hemos accedido a través de los hipervínculos del primero, muestra lo siguiente:

1. Tareas que hay que realizar en la sección escogida.
2. Frecuencia con la que hay que realizar dichas tareas (días).
3. Tiempo que resta para que se haga efectiva la realización de las tareas (días).
4. Fecha de la última revisión.
5. Coste de la tarea de mantenimiento.
 - 1) Si el coste es menor de 600 euros.
 - 2) Si oscila entre 600 y 1200 euros.
 - 3) Si oscila entre 1200 y 4000 euros.
 - 4) Si oscila entre 4000 y 10000 euros.
 - 5) Si el coste es mayor de 10000 euros.
6. Criticidad: es una medida ponderada que considera los siguientes aspectos:
 - I. El efecto que provocaría un fallo del módulo funcional o equipo dentro del proceso.
 - II. La velocidad de reparación de la fallo.
 - III. La frecuencia de ocurrencia de la fallo.

Lo que más se ha tenido en cuenta para la asignación de un nivel de criticidad es la velocidad de reparación en este caso, pudiendo ser de nivel 1 si el tiempo de reparación está entre 0 y 2 horas, nivel 2 entre 2 y 6 horas, nivel 3 entre 6 y 12 horas, nivel 4 entre 12 y 24 horas y nivel 4 que se tarde más de 24 horas.

7. La tarea se clasifica dependiendo del coste y criticidad en:
 - **Estratégica:** Si el coste es mayor de 4000 euros y la criticidad tiene un nivel mayor o igual a 3, (Coste alto, criticidad alta).
Cuando la tarea se considera estratégica se plantea:
 - Monitorizar el cumplimiento de la actividad.
 - Analizar fallos no planificados.
 - Optimizar la realización de la tarea para reducir costes.

- **Excesivo:** Si el coste es mayor de 2000 euros y la criticidad tiene un nivel menor que 3, (Coste alto, criticidad baja).
Cuando la tarea se considera excesiva se plantea:
 - Considerar la eliminación de la tarea basada en aspectos económicos.
 - Considerar el incremento del intervalo de inspección.

- **Crítico:** Si el coste es menor que 4000 euros y la criticidad tiene un nivel mayor o igual que 3, (Coste bajo, criticidad alta).
Cuando la tarea se considera crítica se plantea:
 - Monitorizar el cumplimiento de esa actividad.
 - Analizar fallos no planificados.
 - Optimizar la realización de la tarea para reducir costes.
 - Considerar técnicas basadas en el riesgo.

- **Trivial:** Si el coste es menor que 2000 euros y la criticidad tiene un nivel menor que 3, (Coste bajo, criticidad baja).
Cuando la tarea se considera trivial se plantea:
 - Llevar a cabo estas actividades.
 - Prestarlas poca atención.
 - Considerar el rediseño o eliminación en el caso de que se tenga que realizar en paradas.
 - Delegar estas actividades al mecánico de turno.

8. El riesgo engloba desde el peligro que puede conllevar realizar esa actividad para las personas involucradas en ella, hasta ataques que pueda sufrir el medioambiente. Se clasifica en riesgo alto, medio o bajo.

9. Por último hay tres apartados informativos: Referencia, Fabricante y Características Técnicas, que son rellenados por los responsables de zona.

En la Tabla 4.4 se puede ver una parte de la aplicación donde se registran dichos trabajos.

Tabla 4.4: Trabajos en Caldera

CALDERA		Frec	Fecha ultima revisión	Coste 1)<800 euros ; 2) 800-2000 ; 3) 2000-4000 ; 4) 4000-10.000 ; 5)>10.000 euros	Criticidad 1) 0-2 horas 2) 2-6 horas ;3) 6-12 h 4) >12 horas					Riesgo: Alto Medio Bajo	Categoria : Trivial (Coste bajo- Criticidad baja); Excesivo (Coste alto-	Ref	fabricar	Características técnicas	
volver	Caldera														
M12.24.11	Central hidráulica silo polvo	-443	22/04/2013												
	Cambio motor	4000	-443	10/05/2002	2	1	0	0	0	Trivial	Bajo	Trivial			
	Cambio bomba	6000	1557	10/05/2002	2	1	0	0	0	Trivial	Bajo	Trivial			
	Cambio aceite central	700	160	15/01/2013	1	2	0	0	0	Trivial	Bajo	Trivial			Energol HLP-HM 68
	Revisión fugas	180	8	18/01/2014	1	1	0	0	0	Trivial	Bajo	Trivial			
	Revisión fondo móvil	365	42	20/08/2013	1	4	0	0	0	Critico	0	Medio	Critico		
M12.35.11	Cambio de electroválvula	4000	760	25/08/2005	1	1	0	0	0	Trivial	Bajo	Trivial			
	Tornillo extracción silo polvo	-443	22/04/2013												
	Cambio motor	4000	-443	10/05/2002	2	1	0	0	0	Trivial	Bajo	Trivial			
	Cambio grasa rodamientos	365	-192	29/12/2012	1	1	0	0	0	Trivial	Bajo	Trivial			
	Revisión cadenas	30	-301	12/08/2013	1	1	0	0	0	Trivial	Bajo	Trivial			Con carretilla elevadora
	Revisión tornillo	90	-241	12/08/2013	1	4	0	0	0	Critico	0	Bajo	Critico		
M12.34.11	Cambio de electroválvula	4000	-443	10/05/2002	1	1	0	0	0	Trivial	Bajo	Trivial			
	hidráulica distribuidor de polvo	-443	22/04/2013												
	Cambio motor	4000	-443	10/05/2002	2	1	0	0	0	Trivial	Bajo	Trivial			
	Cambio bomba	4000	-443	10/05/2002	2	1	0	0	0	Trivial	Bajo	Trivial			
	Revisión de presostato	2000	31	16/02/2009		1	0	0	0	Trivial	Bajo	Trivial			
	Revisión fugas	365	35	13/08/2013	1	1	0	0	0	Trivial	Bajo	Trivial			
M12.32.11	cambio de electroválvula	4000	760	25/08/2005	1	1	0	0	0	Trivial	Bajo	Trivial			
	Tornillo distribuidor de polvo	-443	22/04/2013												
	Cambio motor	4000	-443	10/05/2002	2	1	0	0	0	Trivial	Bajo	Trivial			
M12.32.11	Cambio grasa rodamientos	365	-412	23/05/2012	1	1	0	0	0	Trivial	Bajo	Trivial			
	Revisión cadenas	365	36	14/08/2013	1	1	0	0	0	Trivial	Bajo	Trivial			

4.2.4 Mantenimiento durante la Parada de Verano

Es un periodo de Mantenimiento comprendido entre 15 y 21 días durante el mes de agosto en el que se detiene completamente la maquinaria de la planta y se llevan a cabo una serie de trabajos previamente distribuidos.

Se clasifica como Mantenimiento preventivo, aunque esta Parada en particular constituye un esfuerzo extra en las tareas habituales debido al elevado número de semanas de preparación que requiere por parte de la mayoría de trabajadores y a la contratación de un gran número de personal como mano de obra externa.

Su principal función es realizar operaciones de mantenimiento a las instalaciones que no se pueden detener durante otro periodo debido a sus dimensiones y su difícil arrancada una vez paradas. Un ejemplo es la Caldera de biomasa, la cual será tratada en el siguiente capítulo.

A continuación se muestra un esquema general del procedimiento que se realiza en la planificación de la parada de verano, con los distintos documentos que van a ser llevados a cabo durante la misma, y que serán explicados detalladamente en los apartados posteriores.

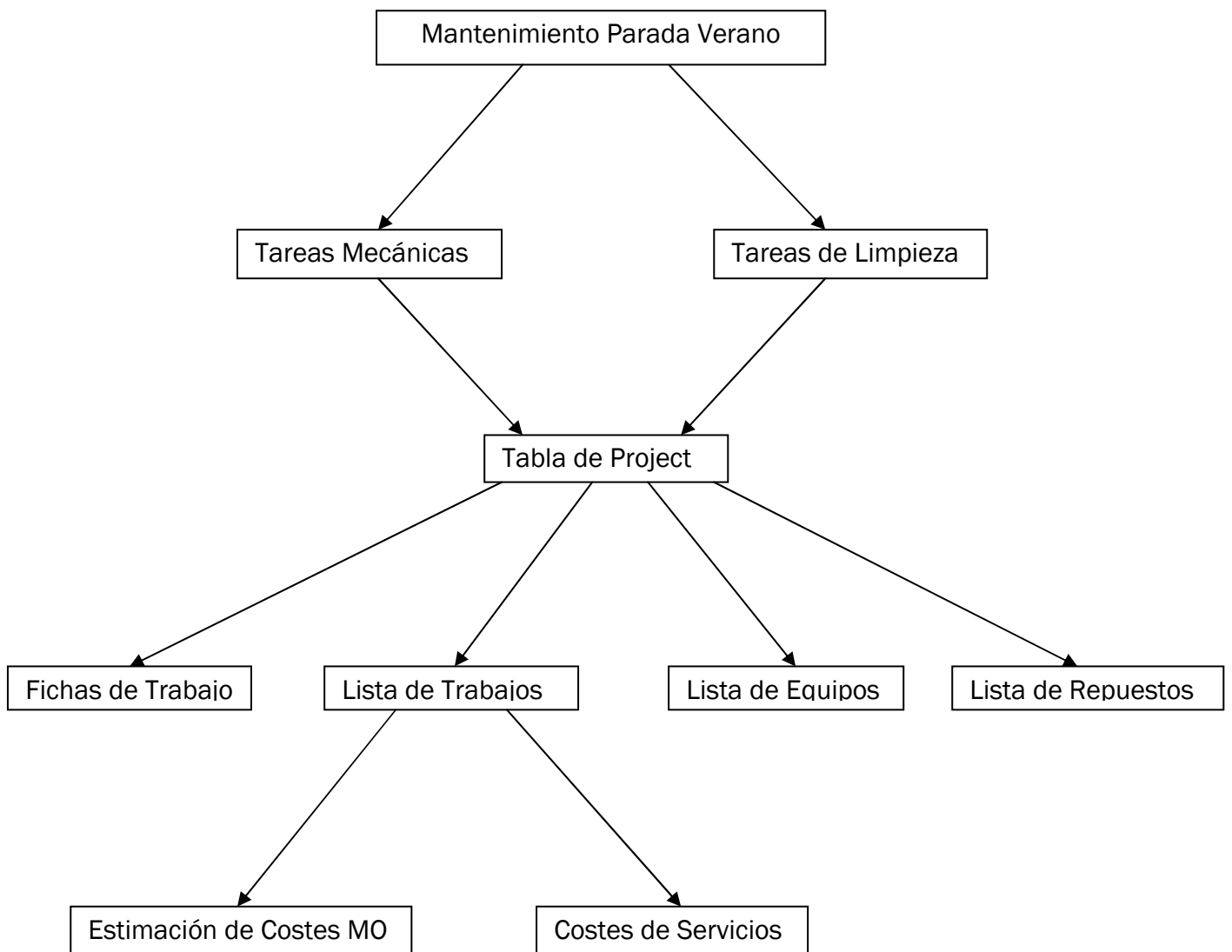


Figura 4.5: Esquema Parada de Verano

Los documentos que componen la planificación de la Parada de Verano, y que serán explicados más adelante son:

1. **Tabla de Project:** Documento principal de la parada donde va a estar recogida toda la información referente a la Parada y va a servir como guía para los equipos de trabajo al mismo tiempo que de seguimiento de las tareas.
2. **Fichas de trabajo:** Estos archivos sirven para explicar con plenitud los trabajos que se van a realizar, siendo muy útil como base de datos para paradas futuras.

3. **Lista de trabajos:** Recogen todos los trabajos por área, y su principal función es hacer una previsión de los costes por mano de obra por tarea.
4. **Estimación de Costes por Mano de Obra:** Toda la información recogida en la Lista de trabajos se lleva a este documento con el fin de saber el Coste total de la Mano de Obra y para una posterior comparación con el Coste de Mano de Obra Real.
5. **Costes de Servicios:** Las tareas encargadas a empresas concretas entran dentro de estos costes. En este documento se recogen todos esos costes.
6. **Lista de Repuestos/Consumibles/Herramientas:** En este documento se contabilizan todos los repuestos, consumibles y herramientas que se van a necesitar durante la parada en cada trabajo de cada área. Gracias a este documento, el personal de Almacén y Compras pueden tener todo lo necesario para la parada, evitando posibles retrasos por falta de estos materiales.
7. **Lista de Equipos:** En ella aparecen cada uno de los equipos que van a trabajar en cada una de las actividades, con la empresa que los ha contratado. Esto sirve para tener un control del número de personas por equipos y del trabajo que ha realizado cada equipo.
8. **Lista de Abreviaturas:** Es un índice que contiene todas las expresiones utilizadas en los documentos de la parada de verano, explicando su significado concreto.

CAPITULO 5. DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO PARADA DE VERANO TRADEMA S.L.

5.1 Desarrollo de la Planificación de la Parada

En primer lugar se comienza con una reunión entre los Supervisores de cada área y Jefes de Mantenimiento Eléctrico, Mecánico y de Producción y se hace un recuento de las tareas que es necesario realizar teniendo en cuenta el estado y funcionamiento de la maquinaria durante el año. Esto es un trabajo que lleva una cantidad de tiempo elevada, ya que hay que suponer en algunos casos el estado en el que se va a encontrar, debido al imposible acceso cuando la Caldera esta en funcionamiento. La tabla 5.1 muestra las tareas mecánicas que se realizan en la Caldera durante la Parada de Verano, mientras que en la tabla 5.2 aparecen las tareas de limpieza.

Tabla 5.1: Tareas Mecánicas en Caldera

Desmontar inyectores de polvo
Abrir registros de caldera
Revisión/cambio de parrillas y estructura
Reparación fondo empujadores y paila
Reparación caracoles calentadores
Limpieza CH parrillas
Revisión fondo móvil silo de corteza
Revisión chimenea de emergencia
Revisión clapetas neumáticas
Revisión fondo móvil y tornillo silo de polvo
Revisiones tolvas y tolvines silo polvo
Revisión tornillos descarga y rotativa silo polvo
Cambio de guías al redler M20
Cambio soportes intercambiador superheater
Montar andamios para refractario
Echar refractario
Desmontar andamio para refractario
Reparación tolvas entrada de aire primario
Refuerzo estructura multiciclones calentador 1
Cambio coronas redler húmedo
Revisión/repación antirretornos
Revisión bombas diesel aceite
Revisión bombas diesel contraincendios
Cambio arenas
Obra civil para purgas
Sacar purgas generadores de vapor

Cambio juntas boca de hombre tanque almacenamiento
Montar andamio para ISQ
Revisión curva de funcionamiento bombas contraincendios
Hacer By-Pass bombas alimentación al desgasificador de turbina
Cambio válvula automática GVT
Cambio nivel óptico
Cambio fuelle válvula manual aceite
Revisión tubos caudalímetros
Preparar material botijos
Cambio botijos multiciclones calentador 2
Limpieza de filtros aceite y agua (primario y secundario)
Cambio de grasa a rodamientos redlers
Cambiar válvula vaciado agua industrial
Cambiar bomba 53.11.31
Cambio tramo tubería Sump-tank
Reparar puerta cenicero caldera
Reparar protección correas ventilador 1
Modificar protección correas ventilador By-pass

Tabla 5.2: Tareas Limpieza en Caldera

Soplado multiciclones
Limpieza general caldera
Limpieza zona generadores vapor
Limpieza tanque expansión
Limpieza zona tanques de agua
Limpieza aire primario y chimenea
Rascado tuberías aceite para ISQ
Limpieza piscina de agua industrial

Dichas tareas se recogen mediante la creación, con la ayuda del programa Microsoft Office Project, de un índice en el que se clasifican estos trabajos en las diferentes áreas, asignando una OT específica para cada trabajo. Se dividen en tareas mecánicas y de limpieza, como se observa en la Tabla 5.3, de la sección Caldera.

Tabla 5.3 Project Caldera

	Caldera
	Tareas mecánicas
47369	Desmontar inyectores de polvo
	Abrir registros caldera
45198	Revisión/cambio de parrillas y estructura (3 turnos de 4
43675	Reparación fondo empujadores y paila
43673	Reparación caracoles calentadores
43671	Limpieza CH parrillas
42801	Revisión fondo móvil silo corteza
47370	Revisión chimenea emergencia
43672	Revisión clapetas neumáticas
43665-	Revisión fondo móvil y tornillo silo polvo
47371	Revisión tolvas y tolvines silo polvo
43668	Revisión tornillos descarga y rotativa silo polvo
47372	Cambio de guías al redler M20
45199	Cambio soportes intercambiador superheater
47373	Montar andamios para refractario
47374	Echar refractario
	Desmontar andamio para refractario
45196	Reparación tolvas entrada aire primario
43652	Refuerzo estructura multiciclones calentador1
45195	Cambio coronas redler húmedo
43666	Revisión/repáralción antirretornos
47375	Revisión bombas diesel aceite
47376	Revisión bombas diesel contraincendios
43678	Cambio arenas

	Trabajos de Limpieza
	Soplado multiciclones
	Limpieza general caldera
	Limpieza zona generadores vapor
43661	Limpieza tanque expansión
	Limpieza zona tanques agua
43655	Limpieza aire primario y chimenea
	Rascado tuberías aceite para ISQ
	Limpieza piscina agua industrial

Al añadir un trabajo a la plantilla del Project, se crea también una Hoja de Excel en la que se especifica detalladamente el trabajo a realizar y OT, el equipo sobre el que se va a trabajar, el área, la duración de dicha actividad, los repuestos que van a ser necesarios, una descripción detallada de la tarea, los medios auxiliares o herramientas que hay que tener listos antes de que comience la parada, una descripción de las interferencias o dependencias de otro trabajo que puede estar realizándose o es necesario realizar, los test de prueba necesarios y los ejecutantes del trabajo.

Tabla 5.5: Project

Validación Técnico	Progreso Supervisor	OT	Nombre de tarea	Duración	Nº personas	Permiso
			Caldera	10,5 días		
			Tareas mecanicas	10,5 días	12/14+6	
		47369	Desmontar inyectores de polvo	0,1 días		
			Abrir registros caldera	1 día		
		45198	Revisión/cambio de parrillas y estructura (3 turnos de 4 pers	4 días	12	F,A
		43675	Reparación fondo empujadores y paila	1 día	2	F
		43673	Reparación caracoles calentadores	1 día	2	F
		43671	Limpieza CH parrillas	2 días	2	
		42801	Revisión fondo móvil silo corteza	0,1 días	1	
		47370	Revisión chimenea emergencia	0,15 días	1	
		43672	Revisión clapetas neumáticas	0,25 días	1	
		43665-	Revisión fondo móvil y tornillo silo polvo	0,25 días	1	A,C
		47371	Revisión tolvas y tolvinos silo polvo	0,25 días	1	A
		43668	Revisión tornillos descarga y rotativa silo polvo	0,25 días	2	
		47372	Cambio de guías al redler M20	2,25 días	2	F,A
		45199	Cambio soportes intercambiador superheater	4 días	2	C,F
		47373	Montar andamios para refractario	1 día		
		47374	Echar refractario	5 días	2	
			Desmontar andamio para refractario	0,5 días		
		45196	Reparación tolvas entrada aire primario	2 días	2	F,A
		43652	Refuerzo estructura multiciclones calentador1	2 días	2	F,A
		45195	Cambio coronas redler humedo	1 día	2	F,A
		43666	Revisión/repación antirretornos	1 día	2	F
		47375	Revisión bombas diesel aceite	1,5 días		
		47376	Revisión bombas diesel conraincendios	1,5 días		
		43678	Cambio arenas	2 días	2	

Añadido todo esto, y con la mayoría de las tareas a realizar insertadas, se comienza a estudiar con detenimiento el orden en el cual se van a ejecutar las tareas, seleccionando para cada una sucesoras, predecesoras y la fecha en la que es mejor llevarlas a cabo, teniendo en cuenta la disponibilidad de empleados, y las necesidades específicas de dichas tareas. (Tabla 5.6).

Tabla 5.6: Project con días y duraciones

Duración	Comienzo	Fin	Predecesor	Nº personas	Nombres de los recursos	Permiso	Sucesor
17 días	dom 04/08/13	mar 27/08/13					
10 días	lun 05/08/13	lun 19/08/13					
9 días	lun 05/08/13	vie 16/08/13					
9 días	lun 05/08/13	vie 16/08/13		2			
0,5 días	lun 05/08/13	lun 05/08/13		2	Camion grua;Mec4		52;53
1,5 días	lun 05/08/13	mar 06/08/13	51		Anta		58
0,5 días	lun 05/08/13	lun 05/08/13	51	2	Mec4	A	54
1 día	mar 06/08/13	mar 06/08/13	53	2	Mec4		55
0,25 días	mié 07/08/13	mié 07/08/13	54	2	Mec4		56
0,75 días	mié 07/08/13	mié 07/08/13	55	2	Mec4		57
0,25 días	jue 08/08/13	jue 08/08/13	56	2	Mec4		58
0,5 días	jue 08/08/13	jue 08/08/13	52;57	2	Mec4;Camion grua		59
1 día	jue 08/08/13	vie 09/08/13	58	2	Mec4		60
1 día	vie 09/08/13	lun 12/08/13	59	2	Mec4	F	61
2 días	lun 12/08/13	mié 14/08/13	60	2	Mec4	F	62
1,25 días	mié 14/08/13	vie 16/08/13	61	2	Mec4	F,A	
7,9 días	lun 05/08/13	mié 14/08/13					
1,4 días	jue 08/08/13	lun 12/08/13					
0,1 días	lun 12/08/13	lun 12/08/13	68	2	Jesús de la Madrid;Luis Larren	NO	150
2,4 días	lun 05/08/13	mié 07/08/13					
0.5 días	mié 14/08/13	mié 14/08/13	33	2	Imeva1:Imeva2	NO	410:370

Junto a todo esto, se hace una Lista de los trabajos Mecánicos y de Limpieza, como se observa en la Tabla 5.7, en la que figuran las OT's a realizar divididas por áreas, y dónde se reúne la siguiente información sobre las actividades:

1. Actividades realizadas o pendientes.
2. Tareas mensuales o anuales.
3. Número de personas necesarias.
4. Tiempo útil.
5. Si es necesario o no contar con repuestos.
6. Medios auxiliares (G-Grúa, CE-Cesta, CA-Carretilla)
7. Permisos necesarios
8. Requerimiento de test de prueba.
9. Revisión o sustitución
10. Categoría de Servicios o Mano de Obra.
11. Coste de Mano de Obra.

El Coste de Mano de Obra (previsto) se calcula multiplicando el número de personas que van a ejecutar la tarea, el tiempo útil de ejecución, el número de horas trabajadas por día, y la media que suelen cobrar la empresa de los trabajadores subcontratada por hora (22 euros)

Tabla 5.7: Lista de Tareas

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	DESCRIPCIÓN	Parada de Verano 2013 (SI - se hace; No - no se hace; ? - pendiente de Inversiones; P - se hace en mensual; E - bución; F - Finalizado)	1. otros-0	Jal / Mensual?	mero de personas	Tpo útil	Puestos	Tramietas	Medios Auxiliares (G - GRUA; CE - CESTA; CA - CARRETLA)	H8, S (F- FUEGO; A -ALATURA; C - CONFIRMADOS)	Quiere Test Prueba	VISION / SUSTITUCION	Servicios= 0(Mano obra=1			Coste MD
32	Hacer By-Pass bombas alimentación al Desgasificador de Turbina	SI			2	1,00			N	N			1			396
33	Cambio válvula automática GWT	SI			2	0,50			N	N			1			198
34	Cambio nivel optico	SI		M	2	0,75	S	N	N	N	S	S	1			297
35	Cambio fuelle valvula manual aceite	SI		A	2	1,00	S	S	CA	N	N	S	1			396
36	Revisión tubos caudalímetros	SI		A	2	1,00	N	N	N	N	S	R	1			396
37	Preparar material botijos	SI			6	1,00			N	N			1			1188
38	Cambio botijos multiciclones calentador2	SI		A	6	9,00	S	S	CG, CA	F, A	N	S	1			10692
39	Limpieza filtros aceite y agua (primario y secundario)	SI		A		8,00	S	N	N	N	N		0			0
40	Cambio de grasa a rodamientos redlers	SI			4	1,00			N	N			1			792
41	Cambiar valvula vaciado agua industrial	SI			2	0,50			N	N			1			198
42	Cambiar bomba 53.11.31	SI			2	0,50			N	N			1			198
43	Cambiar tramo tubería Sump-tank	SI			2	0,50			N	N			1			198
44	Reparar puerta cenicero caldera	SI			2	0,50			N	F			1			198
45	Reparar protección correas ventilador 1	SI			1	0,20			N	F			1			39,6
46	Modificar protección correas ventilador Bypass	SI			2	0,30			N	F			1			118,8
47																
48	COSTE TOTAL MANO DE OBRA															35897

A partir de este documento, se hace una estimación del coste por Mano de Obra (Tabla 5.8), donde se puede observar el coste diario por sección de cada uno de los tipos de tareas (Mecánico y limpieza), y de Servicios (Tabla 5.9), en este último aparecen el coste del Servicio por área y por trabajo, indicando la empresa encargada, y la duración de la tarea.

Tabla 5.8: Estimación de Costes Mano de Obra

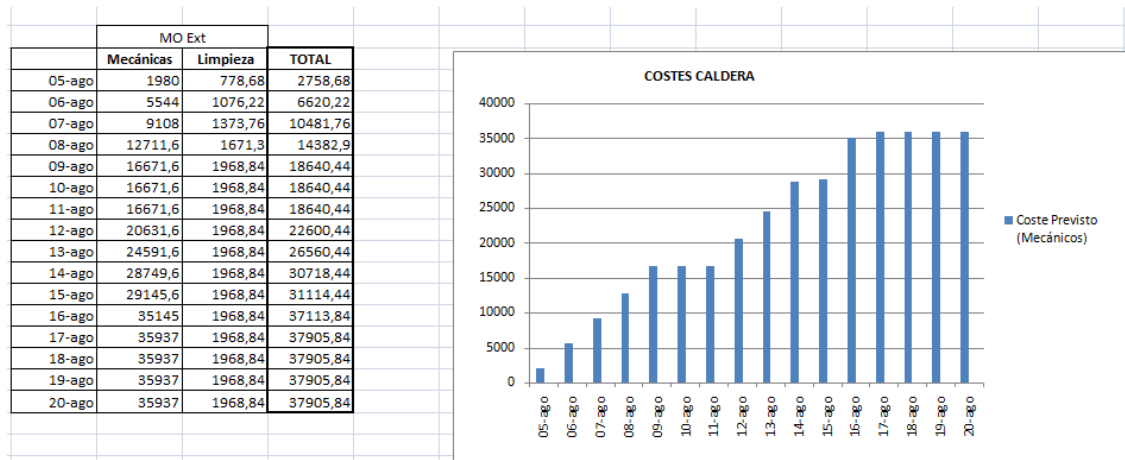


Tabla 5.9: Costes Servicios

	TAREAS	EMPRESA ENCARGADA	DURACIÓN (días)	COSTE
CALDERA	Echar refractario	Tecresa	5	14000,00
	Revision bombas diesel aceite	Gonzalvez	1,5	2490,00
	Revision bombas diesel contraincendios	Gonzalvez	1,5	
	Medida espesor calentadores aceite	ISQ	3	5610,00
	Montar andamio para ISQ	Meccano	0,5	2164,00
	Desmontar andamio ISQ	Meccano	0,5	
	Montar andamios para refractario	Meccano	1	1970,00
	Desmontar andamio para refractario	Meccano	0,5	
	Obra civil para las purgas	Sanyser	1	500,00
	Revision curva funcionamiento bombas contraincendios	Tesein	0,5	8970,93
	Revision sala bombas y puestos control almacenes	Tesein	1	
	Revision RCI Prensa Trafos MDF	Tesein	1	
	Limpieza piscina agua industrial	FCC	1	1000,00

El paso siguiente es crear un inventario de repuestos, consumibles y herramientas aproximados que se van a utilizar durante la parada, teniendo una misión muy importante a la hora de prever los costes de la parada en cada sector y siendo de gran valor para el personal de Almacén y Compras a la hora de tener todo listo antes de la parada con el fin de evitar retrasos por falta de material. En las Tabla 5.10, 5.11 y 5.12 se observa que para cada elemento se detalla la cantidad y tarea para la que va a ser utilizado.

Tabla 5.10: Repuestos

ZONA	OT	DESCRIPCION TAREA	REPUESTOS	CANTIDAD
Repuestos				
	45198	Cambio de parrillas	Parrillas móviles inferiores	1 palet
			Parrillas fijas inferiores	1 palet
			Parrillas móviles superiores	1 palet
			Parrillas fijas superiores	1 palet
			Soporte parrillas inferior	1 palet
			Soporte parrillas superior	1 palet
			Tornillos 8x40 hex. Todo rosca sin lubricaci	250
			Tornillos 8x70 hex. Todo rosca sin lubricaci	250
			Tuercas M8 ?????	250
			Tuercas M8 ?????	250
	43671	Limpieza Central hidráulica de parrillas	Aceite BP HM68	1000 L
			Filtros	2
	42801	Revisión de fondo móvil en silo de corteza.	Guías 40x40 maciza	2 de 6m
			Cuñas (arrastradores)	2
	45195	Cambio de coronas del Redler húmedo	Corona Z37 D82	1
			Piñon Z13 D60	1
			Cadena 1"1/2	1,5 m
	43649	Limpieza de quemadores de polvo	Corden de fibra de vidrio 10	6 m

Tabla 5.11: Consumibles

96	Consumibles					
97		45198	Cambio de parillas	Discos de corte fino	25	
98				Discos de esmerilar radial pequeña	2	
99				Electrodos basicos 2,5	1	Paquetes
100				Bombillas portatil	5	
101						
102		43671	Limpieza Central hidráulica de parillas	Trapos	2	Paquetes
103						
104		42801	Revisión de fondo movil en silo de corteza.	Discos de corte fino	10	
105				Discos de esmerilar radial pequeña	5	
106				Electrodos basicos 3,25	1	Paquetes
107						
108		43675	Reparación de paila y fondo de empujadores.	Electrodos 308	1	Paquetes
109				Discos de corte fino	15	
110				Discos de esmerilar radial pequeña	1	
111						
112		43673	Reparación de caracoles de los calentadores	Discos de corte fino	2	
113				Discos de esmerilar radial pequeña	2	
114				Electrodos basicos 2,5	0.1	10 electrodos
115						
116		43651	Cambiar botijos de los multiciclones	Discos de corte fino	25	
117				Discos de esmerilar radial pequeña	25	
118				Aportacion MIG MAG	2	Pollos
119						
120		45199	Cambio soportes del intercambiador del super-heater	Discos de corte fino	20	
121				Discos de esmerilar radial pequeña	15	
122				Electrodos Innox310 3,25	1	Paquetes
123						
124		43666	Reparación de antirretornos del polvo	Discos de corte fino	2	
125				Discos de esmerilar radial pequeña	2	
126				Electrodos basicos 2,5	0.1	10 electrodos
127						
128		45196	Reparación de estructura de parillas y entradas de aire prim	Discos de corte fino	25	
129				Discos de esmerilar radial pequeña	15	
130				Electrodos basicos 2,5	1	Paquete
131						

Tabla 5.12: Herramientas

157	Herramientas					
158		45198	Cambio de parillas	Soplete	1	con manguera larga
159				Barra de uña	2	
160				Linea de vida	2	Revisar estado
161				Pretensores arnes	4	Revisar estado
162				Radial pequeña	1	
163				Grupo soldadura	1	
164				Focos	2	
165				Alargadera	1	
166						
167		43671	Limpieza Central hidráulica de parillas	Pulies	2	Revisar si hay o no boca de hombre
168				Eslingas	4	
169				GRG	1	
170						
171		42801	Revisión de fondo movil en silo de corteza.	Grupo soldadura	1	
172				Radial pequeña	1	
173				Alargadera	1	
174						
175		43675	Reparación de paila y fondo de empujadores.	Radial pequeña		
176				Grupo soldadura		
177				Alargadera	1	
178						
179		45195	Cambio coronas redler húmedo	Gatos hidraulicos	2	
180				Soplete	1	
181						
182		43673	Reparación de caracoles de los calentadores	Grupo soldadura	1	
183				Radial pequeña	1	
184				Alargadera	1	
185						
186		43651	Cambiar botijos de los multiciclones	Sopletes	2	
187				Radial pequeña	2	
188				Grupos MIG-MAG	2	
189				Manqueras	2	
190				Alargadera	1	
191						

Una vez conocido el número de personas necesarias para los distintos trabajos, se realiza una Tabla de Excel, Tabla 5.13, detallando de cada equipo, la empresa contratada, el número de personas que lo forman, la zona donde van a trabajar y algún detalle importante de la maquinaria o pieza con la que van a tratar.

Tabla 5.13: Lista de Equipos

EQUIPO	Empresa	Nº personas	Zona	Detalle
Mec1	Indusmec	2	Parque	
Mec1a	Indusmec	2	Parque	
Mec2	Indusmec	2	Parque	
Mec3	Indusmec	3	Parque	
Redondo	Redondo	4	Encolado	
Mec4	Hivisan	2	Lavadero	
Mec5	Hivisan	1	Desfibrador/Raumatic	
Mec5b	Hivisan	1	Desfibrador/Raumatic	
Mec6	Hivisan	2	Desfibrador/Caldera	
Mec7	Hivisan	2	Secadero	
Mec8	Hivisan	2	T. neumatico/Formacion/SCM/Embalaje	
Mec9	Hivisan	2	Formacion	
Mec10	Hivisan	2	Prensa	Cinta intermedia y Centradores
Mec11	Hivisan	2	Prensa	Centradores, Limpieza barras, Revisiones
Mec12	Hivisan	4	Prensa	Guías prensa
Mec13	Hivisan	4	Prensa	Guías prensa y Desviadores
Mec14	Hivisan	2	Ferro/Taller	
Mec15	Hivisan	2	Caldera	Parrillas, Paila, CH parrillas
Mec16	Hivisan	1	Caldera	Parrillas, Silo Polvo, M20, Tolvas aire 1º
Mec16b	Hivisan	1	Caldera	Parrillas, Silo Polvo, M20, Tolvas aire 1º
Mec17	Hivisan	2	Caldera	Parrillas, Superheater
Mec18	Hivisan	2	Caldera	Parrillas, Tecresa
Mec19	Hivisan	2	Caldera	Parrillas, Estruc Multiciclones, Redler humedo
Mec20	Hivisan	2	Caldera	Parrillas, Filtro arenas, Purgas
Mec22	Hivisan	6	Caldera	Botijos
Mec25	Hivisan	3	Embalaje/Lijadora	
Mec26	Hivisan	2	SCM	
LIP1	Hivisan	2	LIP	
LIP2	Hivisan	2	LIP	
LIP3	Hivisan	2	LIP	

Una semana antes de empezar la parada, ya se tiene toda la información sobre las personas que van a formar cada equipo, teniendo en cuenta sus habilidades y su experiencia en el sector.

Por último, los dos días previos a la parada, se hace una ficha que contenga cada una de las abreviaturas utilizadas en los distintos documentos (Tabla 5.14). Esto ayudará mucho a las personas encargadas de la ejecución de las tareas que no han estado presentes en la planificación de la parada.

Tabla 5.14: Abreviaturas Parada

Abreviatura	Descripción
Carretilla3	Carretilla Hyster 3 asignada a línea MDF
Carretilla4	Carretilla Hyster 4 asignada a prensa
Carretilla5	Carretilla Hyster 5 asignada a caldera y LIP
Carretilla7	Carretilla Hyster 7 asignada a raumatic
Camión grúa	Camión grúa de Hivisan
Grúa	Grúa 40 toneladas
Cesta	Plataforma elevadora 14 metros
Cesta2	Plataforma elevadora 14 metros
Cesta grande	Plataforma elevadora 28 metros

Abreviatura	Descripción
Escalera	Escalera de mano
2Escaleras	2 Escaleras de tijera
Kärcher	Equipo de limpieza por agua a presión
Cabestrante	Equipo de elevación EDAR
Aspirador1	Aspirador para limpieza de cuadros eléctricos
Compresor1	Compresor para limpieza de cuadros eléctricos
Borriqueta	Soportes para cinta intermedia de prensa
Carro barras	Soporte para depositar barras durante las operaciones en prensa
Zambomba	Extractor de pernos para retirar las barras de la cadena
Andamio	Andamio para acceder a la soldadura del aro del descortezador
Anta	Taller mecanizado piezas
Vallejo	Empresa de reparación de motores
Sanyser	Empresa de obra civil
Proambiente	Empresa supervisora del cambio de arenas del filtro
ISQ	Empresa que realiza la medición del espesor de los tubos de aceite térmico
CPI	Empresa de pintura
Tecresa	Empresa de material refractario para caldera
Meccano	Empresa de montaje de andamios
Locasa	Empresa de aislamiento térmico
IASA	Empresa de calibrado de equipos
ST&M	Empresa de revisión de alta tensión
FCC	Empresa de limpieza de pozos y conducciones
Aguambiente	Empresa especializada en estaciones depuradoras
Radiadores Valladolid	Empresa de limpieza de intercambiadores de placas
Firefly	Empresa de revisión de sistemas de extinción en transporte neumático
Metso	Fabricantes de equipos del desfibrador
Técnico IMAL	Técnico de calibración de báscula y medidor de espesores
Técnico Weko	Técnico de equipos de esprayado superficial
Gonzalvez	Técnicos para revisión bombas Diesel
Tesein	Técnicos para revisión RCI
Equipo PLC's	Equipo eléctrico encargado de los PLC´s
Jorge	Electricista
Agustin	Electricista
Jesús de la Madrid	Electricista
Luis Larren	Electricista
Antonio	Electricista
JCB	Electricista
eléctrico	Electricista
Andres	Encargado mecánico
Redondo	Empresa de servicios de mantenimiento para zona de encolado
Mec1	Equipo mecánico compuesto por 2 personas
Mec1a	Equipo mecánico compuesto por 2 personas
Mec2	Equipo mecánico compuesto por 2 personas

Abreviatura	Descripción
Mec3	Equipo mecánico compuesto por 3 personas
Mec4	Equipo mecánico compuesto por 2 personas
Mec5	Equipo mecánico compuesto por 2 personas
Mec6	Equipo mecánico compuesto por 2 personas
Mec7	Equipo mecánico compuesto por 2 personas
Mec8	Equipo mecánico compuesto por 2 personas
Mec9	Equipo mecánico compuesto por 2 personas
Mec10	Equipo mecánico compuesto por 2 personas
Mec11	Equipo mecánico compuesto por 2 personas
Mec12	Equipo mecánico compuesto por 4 personas
Mec13	Equipo mecánico compuesto por 4 personas
Mec14	Equipo mecánico compuesto por 2 personas
Mec15	Equipo mecánico compuesto por 2 personas
Mec16	Equipo mecánico compuesto por 1 persona
Mec16b	Equipo mecánico compuesto por 1 persona
Mec17	Equipo mecánico compuesto por 2 personas
Mec18	Equipo mecánico compuesto por 2 personas
Mec19	Equipo mecánico compuesto por 2 personas
Mec20	Equipo mecánico compuesto por 2 personas
Mec22	Equipo mecánico compuesto por 6 personas
Mec26	Equipo mecánico compuesto por 2 personas
Mec27	Equipo mecánico compuesto por 2 personas
Mecánico turno	Mecánico del último turno de noche previo a la parada
Producción	Personal polivalente de producción presente durante la parada
Autónomos	Equipo de limpieza compuesto por 3 personas
Lim1	Equipo de limpieza compuesto por 2 personas
Lim2	Equipo de limpieza compuesto por 2 personas
Lim3	Equipo de limpieza compuesto por 2 personas
Lim4	Equipo de limpieza compuesto por 2 personas
Lim5	Equipo de limpieza compuesto por 4 personas
Lim6	Equipo de limpieza compuesto por 2 personas

Cuando quedan solo tres días para empezar, se cierra el Project y todas las tareas nuevas que puedan surgir, son asignadas al fichero “imprevistos”, al igual que todas las que surjan durante la misma.

5.2 Desarrollo durante la Parada

Lo primero que se hace es habilitar un lugar de reunión donde todos los días se convoca a los Supervisores de área y Jefes de Mantenimiento, Producción etc. y se actualizan una serie de paneles de seguimiento a nivel general de la parada en formato papel, que sirven únicamente de guía para que las personas que están dentro del equipo, tengan conciencia de la realidad de todo el proceso.

Estos paneles son:

- Seguimiento del Project:** Una vez impreso la Tabla del Project de todos los sectores de la parada y colocada en formato papel en la sala de reuniones, se va repasando con rotulador el tanto por ciento de tarea que se ha realizado el día anterior en el diagrama Gantt de la derecha. Tomando así conciencia todos los asistentes a la reunión del ritmo al que está yendo todo y el personal o material que puede estar a disposición de otros en caso de necesidad. Véase en la Tabla 5.2.1.

Tabla 5.2.1: Seguimiento del Project

Tarea	Días	Día	Progreso
Caldera	10,9 días	di	39%
Tareas mecanicas	10,5 días	di	41%
Desmontar inyectores de polvo	0,1 días	di	100%
Abrir registros caldera	1 día	lu	100%
Revision/cambio de parrillas y estructura (3 turnos de 4	4 días	m	100%
Reparacion fondo empujadores y paila	1 día	lu	100%
Reparacion caracoles calentadores	1 día	m	100%
Limpieza CH parrillas	2 días	m	100%
Revision fondo movil silo corteza	0,1 días	lu	100%
Revision chimenea emergencia	0,15 días	lu	100%
Revision clapetas neumaticas	0,25 días	lu	100%
Revision fondo movil y tornillo silo polvo	0,25 días	lu	100%
Revisiones tolvas y tolvinas silo polvo	0,25 días	lu	100%
Revision tornillos descarga y rotativa silo polvo	0,25 días	lu	100%
Cambio de guias al redler M20	2,25 días	lu	100%
Cambio soportes intercambiador superheater	4 días	lu	100%
Montar andamios para refractario	1 día	lu	100%
Echar refractario	5 días	lu	100%
Desmontar andamio para refractario	0,5 días	lu	100%
Reparacion tolvas entrada aire primario	2 días	vi	100%
Refuerzo estructura multiciclones calentador1	2 días	lu	100%
Cambio coronas redler humedo	1 día	m	100%
Revision/repacion antirretornos	1 día	vi	0%
Revision bombas diesel aceite	1,5 días	lu	0%

- Ejecución de trabajos:** Una vez hecha la ruta por todas las áreas de la planta y recogidas las actualizaciones de las tareas del día anterior, se contabilizan los trabajos previstos, hechos, no hechos e imprevistos surgidos ese día. SU utilidad es concienciar a los encargados de la planificación de la Parada sobre la exactitud o falta de previsión elaborada, con el fin de modificar si fuera necesario las Fichas de Trabajo para las próximas Paradas.(Figura 5.2.2)

AREAS	NUMERO DE TRABAJOS			
	PREV.	HECHOS	NO HECHOS	IMPREV
PARQUE DE MADERA				
LAVADERO				
DESFIBRADOR				
SECADERO				
TRANSPORTE NEUMATICO				
FORMACION				
PRENSA				
FERROCONTROL				
CLASIFICACION				
SCM				
CALDERA				
LIP				
MELAMINA				
EDAR				

Figura 5.2.2: Ejecución de trabajos

- Medios Auxiliares:** Con este panel se puede saber en todo momento en dónde se encuentran cada uno de los medios auxiliares, con el fin de poder echar mano de lo que esté disponible rápidamente si surge algún imprevisto. (Tabla 5.2.3).

Tabla 5.2.3: Medios Auxiliares

DÍAS	04-AGO	05-AGO	06-AGO	07-AGO	08-AGO	09-AGO	10-AGO	11-AGO	12-AGO
MEDIOS AUXILIARES									
MEDIOS PERMANENTES									
Carretilla3		DESFIBRADOR FORMACION	DESFIBRADOR	DESFIBRADOR	MDF	MDF	MDF	MDF	FORMACION
Carretilla4		PRENSA	PRENSA	PRENSA	PRENSA	PRENSA	PRENSA	PRENSA	PRENSA
Carretilla5		CALDERA	CALDERA	CALDERA	CALDERA	CALDERA	CALDERA	CALDERA	CALDERA
Carretilla7		SCM	SCM	SCM	SCM	SCM	SCM	SCM	SCM
Cesta	MDF (noche)	-	-	-	-	DESFIBRADOR	-	-	DESFIBRADOR

- **Normas de actualización de Cuadro de Planificación por Área.** Son las instrucciones que tienen que seguir las personas encargadas de actualizar los paneles en cada área. Estas normas han sido desarrolladas por consenso por los Jefes de Mantenimiento y las personas encargadas de planificación y gestión de la Parada. (Figura 5.2.4).

Norma Actualización Cuadro Planificación

Norma:

□ **Actualización de cada tarea:**

1. Trabajo que no se ha empezado – No se pone nada:

--	--	--	--	--
2. Trabajo empezado retrasado – se pone una x roja

		X		
--	--	---	--	--
3. Trabajo empezado según el plan pero va retrasado – se pone una x roja

X				
---	--	--	--	--
4. Trabajo que va de acuerdo con el plan-se pone una x verde

X				
---	--	--	--	--
5. Trabajo empezado adelantado – se pone una x verde

X				
---	--	--	--	--
6. Tarea Finalizada – se pone un visto bueno

--	--	--	--	--

rojo – finalizada fuera de plazo
verde – finalizada dentro de plazo

MECÁNICO **Ejemplo**

LIMPIEZA PAREDES CÁMARA COMBUSTIÓN	✓
REVISIÓN SOPORTES EJES PARRILLAS	✓
REFUERZO SOPORTES EJES PARRILLAS	✓

7. Tarea Imprevista – se pone una x roja

	X			
--	---	--	--	--
8. Día finalización de Tarea – se pone una x verde (dentro y fuera plazo)

X	X			
X	X	X	X	X

KAIZEN INSTITUTE

Figura 4.2.4: Normas de Actuación

- **Rendimiento por área:** Cada día se calcula el cociente entre las tareas terminadas y las tareas previstas e imprevistas. Es una evaluación del trabajado hecho por día, tanto de los trabajadores como de las personas responsables (Figura 5.2.5).

AREAS	RENDIMIENTO (%)
	$\frac{\text{Tareas terminadas}}{\text{Tareas previstas} + \text{Tareas imprevistas}}$
PARQUE DE MADERA	
LAVADERO	
DESFIBRADOR	
SECADERO	
TRANSPORTE NEUMATICO	
FORMACION	
PRENSA	
FERROCONTROL	
CLASIFICACION	
SCM	
CALDERA	
LIP	
MELAMINA	
EDAR	

Figura 5.2.5: Panel rendimiento (%)

- **Costes por Mano de Obra:** Cada día se realiza un estudio sobre los costes de Mano de Obra Real, que se compara con el previsto en la etapa de planificación. (Figura 5.2.6).

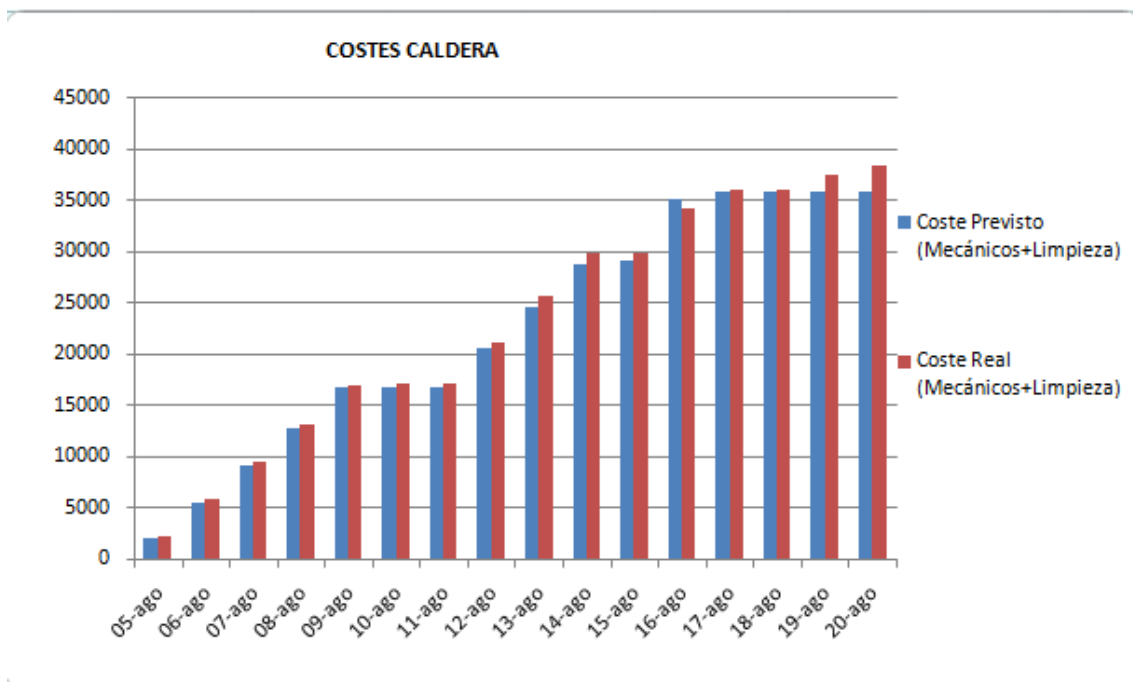


Figura 5.2.6: Panel Costes de Mano de Obra

- **Retrasos por áreas:** Indica los retrasos inesperados que han surgido al realizar alguno de los trabajos y que conlleva tanto a un aumento del número de días, como a la distribución del personal. (Figura 5.2.7).

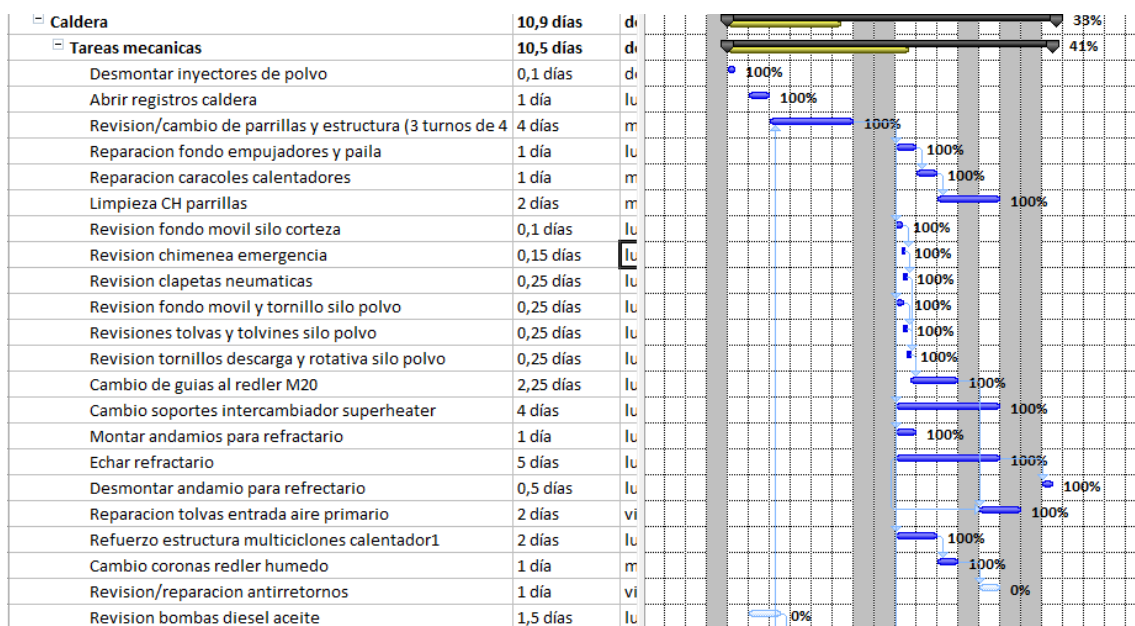
AREAS	RETRASO CAMINO CRÍTICO (DIAS)	TAREA(S) CRÍTICA(S)
PARQUE DE MADERA		
LAVADERO		
DESFIBRADOR		
SECADERO		
TRANSPORTE NEUMATICO		
FORMACION		
PRENSA		
FERROCONTROL		
CLASIFICACION		
SCM		
CALDERA		
LIP		
MELAMINA		
EDAR		

Figura 5.2.7: Panel de retrasos

Por otro lado, en cada área de trabajo, se fijan unos paneles en los que los Supervisores de Área tienen que actualizar cada día, el trabajo realizado el día anterior:

- **Project de su área en cuestión:** donde tendrán que subrayar en el Gantt el porcentaje de trabajo realizado el día anterior y apuntar imprevistos que hayan surgido, con su respectiva duración y número de personas que han sido necesarias. (Tabla 5.2.8).

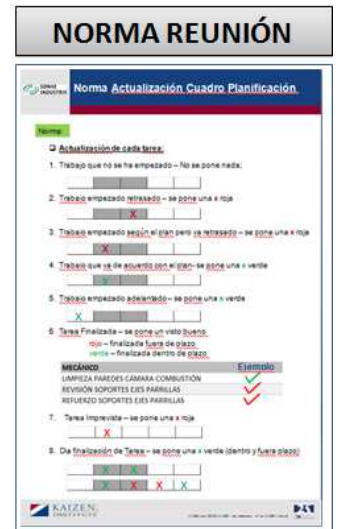
Tabla 5.2.8: Project específico por área



- **Panel de asistencia de la Mano de Obra Externa:** será relleno por el Supervisor de Área al iniciar el día. Su función es tener un control de la asistencia con el fin de que los costes de Mano de Obra sean exactos. (Tabla 5.2.9).

Tabla 5.2.9: Panel de asistencia

EQUIPO	PERSONAS	PRESENCIAS																							
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
		M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T		



- **Un archivador con todas las fichas necesarias separadas por días:** para que las cumplimenten con todo lo que falte con el objetivo de actualizar las fichas previstas y que el año siguiente estén todos los archivos más completos.
- **Inventario:** contiene un índice de todos los componentes que se encuentran en el armario de herramientas que se encuentra en cada una de las áreas de trabajo y que están bajo la responsabilidad del Supervisor de Área:

Tabla 5.2.10: Inventario Herramientas.

Herramientas	
Llaves planas 6 a 32	Destornillador plano grande
Llaves estrella 6 a 32	Destornillador plano pequeño
Juego llaves Allen	Destornillador estrella grande
Llave inglesa grande	Destornillador estrella pequeño
Llave inglesa pequeña	Flexómetro 3 metros
Martillo	Pie de rey
Martillo teflón	Juego de botadores
Alicates	Cortafríos con corte
Llave grifa	Cortafríos sin corte

- **EPI's:** Sirve para recordar los accesorios que son obligatorios llevar por normas de seguridad.

Tabla 5.2.11: EPI's.

EPIs	
Calzado de seguridad	Casco
Guantes	Arnés
Gafas	Careta (Soldadores)

CAPÍTULO 6: ESTUDIO ECONÓMICO PARADA DE VERANO TRADEMA

6.1 Introducción

En este capítulo se va a realizar un estudio de los costes directos ocasionados por las tareas realizadas en la Caldera de biomasa durante la Parada de Verano de 2013.

Estos costes son los siguientes:

1. Costes de Mano de Obra.
2. Costes de Servicios.
3. Costes de Repuestos.

6.2 Costes de Mano de Obra

Los Costes de Mano de Obra son los aquellos ocasionados por la subcontratación de empresas que ponen al servicio de Tradema trabajadores especializados en diferentes ámbitos de la industria y que son contratados de manera extraordinaria para que la Parada de Verano dure el menor tiempo posible con el fin de que la Planta se ponga en funcionamiento lo antes posible.

Primero se han calculado los costes de Mano de Obra Previstos de la siguiente manera:

Costes (Mecánicos) = $n^{\circ} \text{ personas} * n^{\circ} \text{ Días} * 9 \text{ horas/día} * 22 \text{ euros/hora}$

Costes (Limpieza) = $n^{\circ} \text{ personas} * n^{\circ} \text{ Días} * 9 \text{ horas/día} * 16.53 \text{ euros/día}$

Y como resultado obtenemos la siguiente Tabla 6.2.1 de previsión, acumulando lo gastado el día anterior:

Tabla 6.2.1: Costes Mano de Obra Previstos

MO Ext			
	Mecánicas	Limpieza	TOTAL
05-ago	1980,0	778,68	2758,68
06-ago	5544,0	1076,22	6620,22
07-ago	9108,0	1373,76	10481,76
08-ago	12711,6	1671,30	14382,90
09-ago	16671,6	1968,84	18640,44
10-ago	16671,6	1968,84	18640,44
11-ago	16671,6	1968,84	18640,44
12-ago	20631,6	1968,84	22600,44
13-ago	24591,6	1968,84	26560,44
14-ago	28749,6	1968,84	30718,44
15-ago	29145,6	1968,84	31114,44
16-ago	35145,0	1968,84	37113,84
17-ago	35937,0	1968,84	37905,84
18-ago	35937,0	1968,84	37905,84
19-ago	35937,0	1968,84	37905,84
20-ago	35937,0	1968,84	37905,84

Una vez que comienza la Parada de Verano, se empieza a hacer un inventario de los Costes Reales de Mano de Obra por día, y eso se lleva a cabo recogiendo la información actualizada de los paneles de cada área cada día y pasando toda la información a la Tabla 6.2.2, que posteriormente será comparada con los costes previstos. Dicha información se refiere a las horas trabajadas, al número de trabajadores que han estado trabajando en cada Área, la empresa a la que pertenecen y en qué franja horaria lo han ejecutado.

Los trabajadores contratados por Tradema para la Caldera de biomasa durante la Parada han sido de las empresas HIVISAN, teniendo que pagar por hora una cantidad de 21.8 euros durante la semana y 28.59 en festivos o turnos de noche. El motivo de la contratación de HIVISAN es que colaboran durante el año para distintos imprevistos o mantenimientos que surgen y las personas contratadas tienen ya experiencia en este ámbito y con las instalaciones de la planta.

Un ejemplo: el primer día el Coste Real de Mano de Obra sería:

$$\text{Coste} = 11 \text{ horas} * 28,59 \text{ euros/hora} + 54 \text{ horas} * 21,8 \text{ euros/hora} + 36 \text{ horas} * 21,8 \text{ euros/hora} = 2276,49 \text{ euros}$$

Tabla 6.2.2: Costes de Mano de Obra Real

Mano de Obra Real (Mecánicos)	
05-ago	2276,49
06-ago	5780,57
07-ago	9393,65
08-ago	13121,09
09-ago	16937,16
10-ago	17165,88
11-ago	17165,88
12-ago	21213,53
13-ago	25624,99
14-ago	29949,25
15-ago	29949,25
16-ago	34273,51
17-ago	36039,31
18-ago	36039,31
19-ago	37472,39
20-ago	38461,25
21-ago	38747,15
22-ago	38747,15

Por lo que al hacer una comparativa entre los Costes de Mano de Obra Previstos y los Reales, observamos que los Costes Previstos han sido muy ajustados y parecidos a los Costes Reales de Mano de Obra. (Figura 6.2.3):

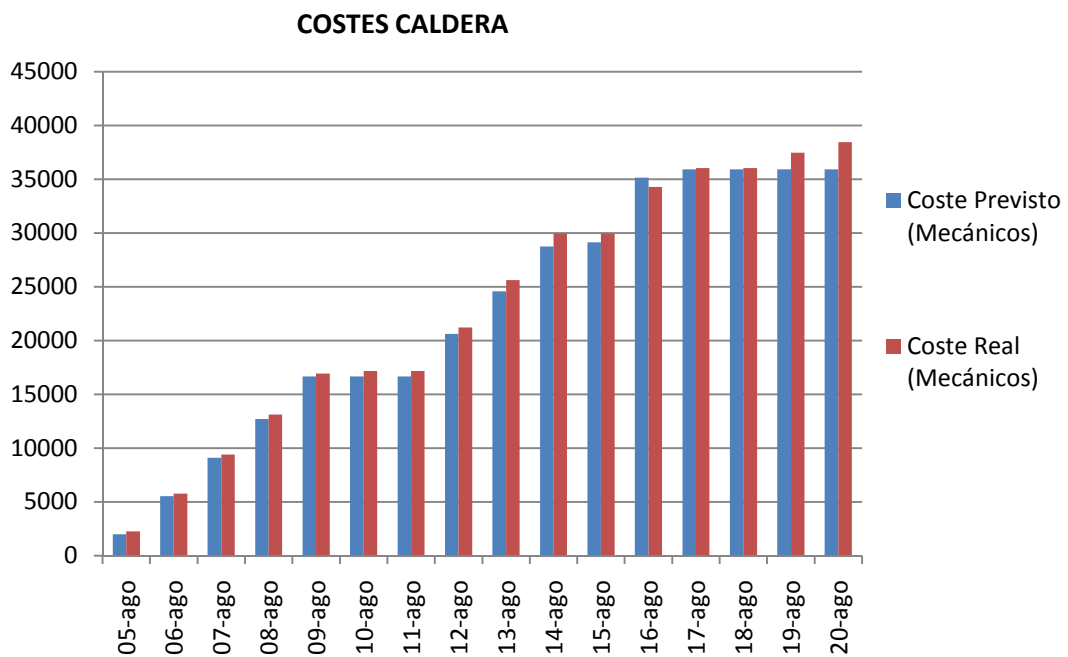


Figura 6.2.4: Costes Previstos vs Costes Reales

Esto mismo se realiza con todas las áreas de la planta, creando la Tabla 6.2.5, dónde se recogen todos los Costes de Mano de Obra Previstos y Reales y se comparan entre sí mediante la Figura 6.2.:

Tabla 6.2.5: Costes Globales de Mano de Obra

	M.O. TOTAL PREVISTO (MEC+LIM)	M.O. REAL TOTAL
05-ago	13457,32	10799,325
06-ago	26922,30	22255,770
07-ago	40854,28	33747,765
08-ago	54378,66	46584,120
09-ago	68239,64	58828,505
10-ago	68239,64	59727,525
11-ago	68239,64	59727,525
12-ago	83091,70	73269,665
13-ago	97002,18	86529,015
14-ago	110396,96	100986,965
15-ago	110396,96	100986,965
16-ago	123989,74	110394,315
17-ago	123989,74	111364,115
18-ago	123989,74	111364,115
19-ago	126353,22	119009,385
20-ago	127541,22	123220,575
21-ago	128729,22	126728,805
22-ago	129521,22	130636,855
23-ago	130234,02	134037,105
24-ago	130234,02	134037,105
25-ago	130234,02	134037,105
26-ago	130234,02	134037,105
TOTALES	130234,02	134037,105

COSTE GLOBAL POR DÍA

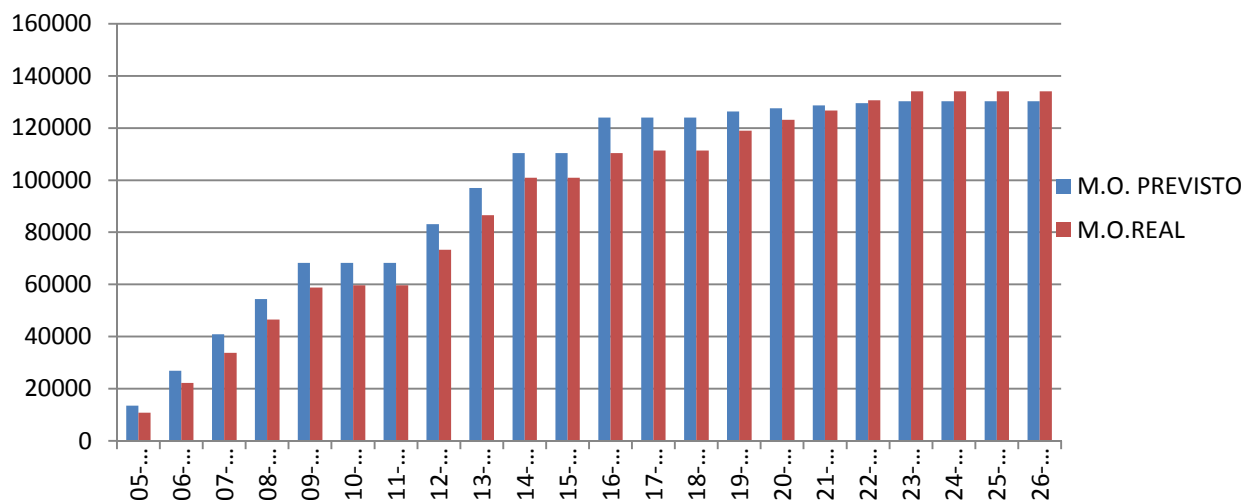


Figura 6.2.6: Costes Globales Mano de Obra

Por lo tanto la diferencia entre el Coste Previsto y el Real es de 3803.08 euros, debido a los imprevistos que han ido surgiendo a lo largo de la Parada.

6.3 Costes de Servicios

Los Costes por Servicios son aquellos ocasionados por las tareas que se han tenido que ordenar ejecutar a empresas externas especializadas, como es el caso de las siguientes tareas en la Caldera (Figura 6.3.1):

	TAREA	EMPRESA	DÍAS	COSTE
CALDERA	Echar refractario	Tecresa	5	14000,00
	Revision bombas diesel aceite	Gonzalvez	1,5	2490,00
	Revision bombas diesel contraincendios	Gonzalvez	1,5	
	Medida espesor calentadores aceite	ISQ	3	5610,00
	Montar andamio para ISQ	Meccano	0,5	2164,00
	Desmontar andamio ISQ	Meccano	0,5	
	Montar andamios para refractario	Meccano	1	1970,00
	Desmontar andamio para refractario	Meccano	0,5	
	Obra civil para las purgas	Sanyser	1	500,00
	Revision curva funcionamiento bombas contraincendios	Tesein	0,5	8970,93
	Revision sala bombas y puestos control almacenes	Tesein	1	
	Revision RCI Prensa Trafos MDF	Tesein	1	
	Limpieza piscina agua industrial	FCC	1	1000,00

Figura 6.3.1: Costes de Servicios en Caldera

Aparte de esto, entra dentro de este apartado el alquiler de cestas, grúas y camiones grúa que sirven como ayuda a los trabajadores para acceder a sitios que de otra manera sería imposible, teniendo los siguientes precios por contratación (Figura 6.3.2):

MÁQUINA	TARIFA	TRANSPORTE	DÍAS	COSTE
CESTA ELÉCTRICOS 14m	48 euros/día	60 euros/salida	9	492,00
CESTA MECÁNICOS 14m	48 euros/día	60 euros/salida	9	492,00
CESTA GRANDE 28m	300 euros/día	240 euros/salida	3	1140,00
GRÚA	96 euros/hora	66 euros/salida	18 horas	1926,00
CAMIÓN GRÚA	54,03 euros/hora	0 euros/hora	81 horas	4376,43

Figura 6.3.2: Costes de maquinaria

Todo esto, junto con los costes de Servicios del resto de las áreas de la planta, hace un total de 110319,36 euros, a lo que has que sumar el importe ocasionado por realizar tareas previas o posteriores a los días que son exclusivamente de Parada, en los cuales se contratan los Servicios de las empresas y se añaden como PENDIENTE, tal y como se muestra en la Tabla 6.3.3:

Tabla 6.3.3: Costes de Servicios Totales.

	RECEPCIONADO	PENDIENTE	COSTE TOTAL
05-ago	17355,59	125250,83	142606,42
06-ago	17355,59	125250,83	142606,42
07-ago	25162,55	125250,83	150413,38
08-ago	33088,27	125250,83	158339,10
09-ago	45048,48	110191,62	155240,10
10-ago	45048,48	110191,62	155240,10
11-ago	45048,48	110191,62	155240,10
12-ago	49907,21	140970,98	190878,19
13-ago	52808,54	134381,78	187190,32
14-ago	59507,13	141081,78	200588,91
15-ago	59507,13	141081,78	200588,91
16-ago	66770,27	148341,78	215112,05
17-ago	66770,27	148341,78	215112,05
18-ago	66770,27	148341,78	215112,05
19-ago	71102,11	131713,61	202815,72
20-ago	74004,43	86958,69	160963,12
21-ago	79474,05	86958,69	166432,74
22-ago	86362,29	84796,70	171158,99
23-ago	102432,12	64807,50	167239,62
24-ago	102432,12	64807,50	167239,62
25-ago	102432,12	64807,50	167239,62
26-ago	104523,59	62716,26	167239,85
TOTALES	104523,59	62716,26	167239,85

6.4 Costes de Repuestos.

Los Costes de Repuestos son aquellos que surgen de la sustitución de piezas en las tareas realizadas.

Desde el Departamento de Compras, llega cada día la información de todos los repuestos que han sido adquiridos en ese día, clasificados por áreas. Se detalla el número de unidades y el precio del pedido, del mismo modo que la persona que ha efectuado el pedido, en este caso el Jefe de Mantenimiento, como se observa en la Tabla 6.4.1.

Una vez recibido este documento, se transfieren los datos de cada día a un Tabla de Excel (Tabla 6.4.2) en la que se va a ir haciendo un inventario de los Costes por Repuestos por día acumulados.

Tabla 6.4.2: Costes de Repuestos por día

	COSTE TOTAL
05-ago	4134,04
06-ago	5045,91
07-ago	8948,34
08-ago	9900,84
09-ago	12989,94
10-ago	12989,94
11-ago	12989,94
12-ago	15857,88
13-ago	17406,32
14-ago	27160,34
15-ago	27160,34
16-ago	28820,36
17-ago	28820,36
18-ago	28820,36
19-ago	30886,45
20-ago	31666,06
21-ago	33620,42
22-ago	34777,93
23-ago	36035,16
24-ago	36035,16
25-ago	36035,16
26-ago	36604,56
TOTAL	36604,56

6.5 Costes Globales

Una vez hallados todos los costes durante la Parada de Verano de 2013, se lleva a cabo la Tabla 6.5.1 y Figura 6.5.2 donde se recoge el Coste Global de la Parada que se compone de los Costes de Mano de Obra, Costes de Servicios y Costes de Repuestos:

Tabla 6.5.1: Coste Global Parada

COSTE TOTAL (MANO DE OBRA+REPUESTOS+SERVICIOS)	
05-ago	157539,785
06-ago	169908,100
07-ago	193109,485
08-ago	214824,060
09-ago	227058,545
10-ago	227957,565
11-ago	227957,565
12-ago	280005,735
13-ago	291125,655
14-ago	328736,215
15-ago	328736,215
16-ago	354326,725
17-ago	355296,525
18-ago	355296,525
19-ago	352711,555
20-ago	315849,755
21-ago	326781,965
22-ago	336573,775
23-ago	337311,885
24-ago	337311,885
25-ago	337311,885
26-ago	337881,515

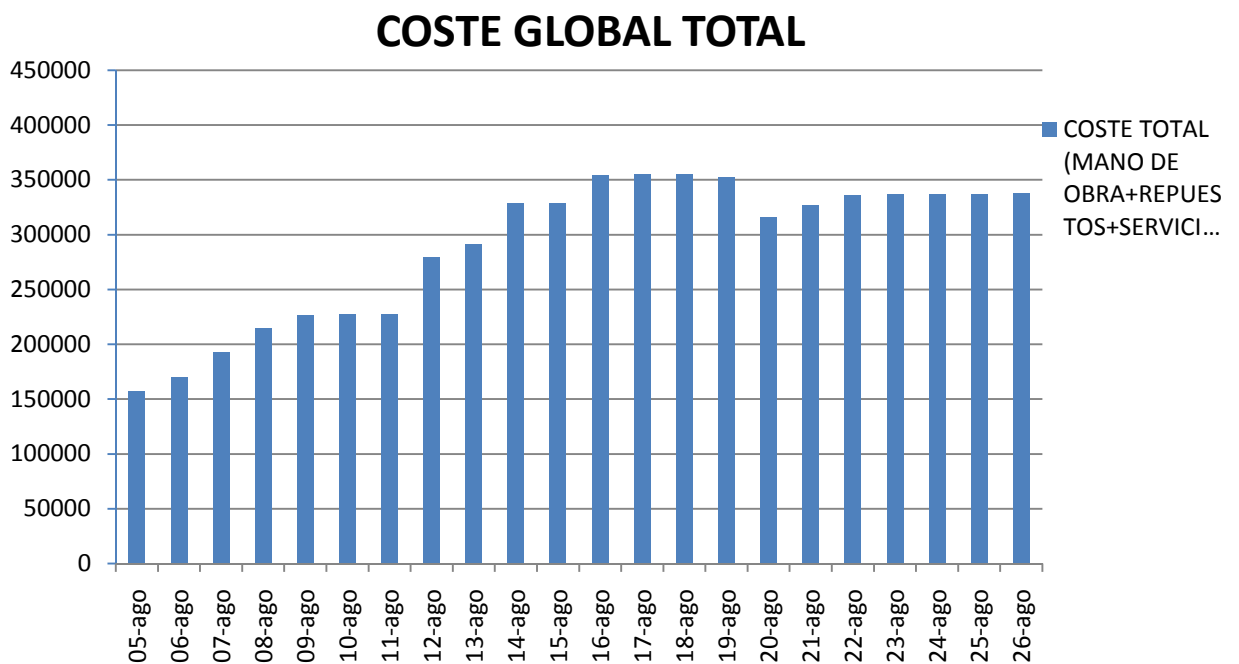


Figura 6.5.2: Costes Globales

El presupuesto de la empresa Tradema S.L. disponible para la Parada de Verano 2013 era de 400000 euros, una cifra que los últimos años se ha venido sobrepasando con creces, y el Coste Total ha sido de 337881,515. A esto se le debe sumar el coste de las Prácticas de los dos becarios que estábamos que eran de 500 euros cada uno, por lo que hace un Coste Total de 338881,515 euros.

Por lo que, gracias a este Procedimiento de Mantenimiento, Tradema S.L. se ha ahorrado 61118.485 euros y ha disminuido el dinero invertido en la Parada un 15,28%.

Como resumen de los costes directos de la Parada de Verano se observa en la Figura 6.5.3 que un 49% del presupuesto es destinado a los Servicios, un 40% a la contratación de Mano de Obra externa y un 11% a los Repuestos utilizados durante la Parada.

Título del gráfico

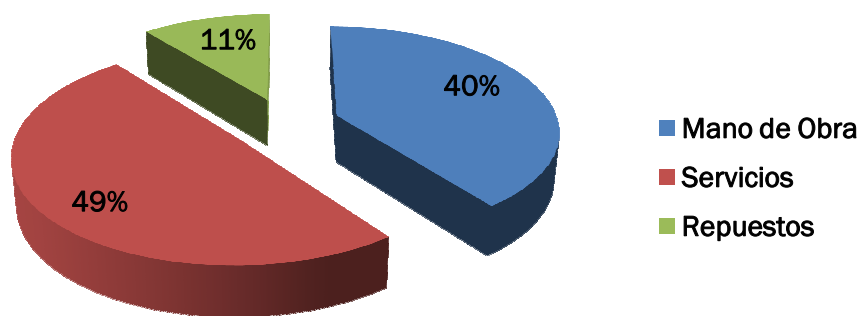


Figura 6.5.3: Resumen Costes

A todo esto debemos tener en cuenta el ahorro obtenido por la contratación de dos becarios en vez de dos Ingenieros Industriales titulados.

El número de horas que realizaron en total los dos becarios asciende a 600 horas, siendo el salario de un Ingeniero contratado específicamente para esta tarea de 90 euros la hora. Por lo que la empresa TRADEMA tuvo un ahorro a mayores de 54000 euros por el servicio prestado por los becarios.

CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas de este Trabajo de Fin de Grado son:

- El Mantenimiento Industrial constituye un ejercicio esencial para alcanzar altos grados de eficacia en sistemas productivos de la empresa y así garantizar la ventaja competitiva tanto en los productos como en los servicios ofrecidos.
- La premisa más importante a la hora de realizar los procedimientos de mantenimiento es la seguridad laboral, debido a que un alto porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos.
- Los procedimientos de mantenimiento pretenden mantener las áreas y ambientes de mantenimiento con adecuado orden, limpieza, iluminación, etc. es una parte fundamental a la hora de ejecutar un buen mantenimiento del lugar de trabajo.
- El departamento de mantenimiento no es el único que tiene que estar involucrado en el mismo, sino también el resto de trabajadores de la empresa, debido a las consecuencias económicas y de producción que derivan de ello.
- El Método utilizado por TRADEMA para llevar a cabo el mantenimiento de la Parada de Verano permite optimizar en forma económica la utilización y disponibilidad de los equipos e instalaciones de los servicios.
- He comprendido y elaborado los procedimientos necesarios de mantenimiento de la caldera de biomasa.
- Los paneles de seguimiento utilizados durante la parada, que dan toda la información que se ha ido recogiendo durante la misma, comparándolos con las Paradas de Verano de años anteriores, ponen de manifiesto una gran disminución del tiempo de parada, un aumento de las tareas realizadas y una disminución del presupuesto utilizado para este fin, que la empresa a valorado en un 20%.
- Esta forma de trabajo tan ordenada y preventiva, ha resultado muy positivo de cara a la actitud mostrada por los trabajadores de la empresa, quienes han valorado muy positivamente tanta planificación, la cual ha servido para tener todo bajo control. Al mismo se han visto mucho menos agobiados con la carga de trabajo debido al trabajo previo realizado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Santiago García Garrido (2013) *Ingeniería del mantenimiento: Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial*. Editorial: Renovetec.
2. Iván José Turmero Astros, www.monografias.com , Mantenimiento predictivo. 05/05/2014
3. Francisco Javier González Fernández (2002). *Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado*. Editorial: Fundación Confemetal. Madrid.
4. Félix Cesáreo Gómez de León (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial*. Universidad de Murcia. Servicio de publicaciones.
5. Luis A. Molina Igartua y Jesús M^a. Alonso Girón (1996). *Calderas de vapor en la industria*. Editor: Ente Vasco de la Energía.
6. Centro de estudios de la energía. *Manuales técnicos y de instrucción para conservación de energía: 3. Redes de distribución de fluidos térmicos*. Ministerio de industria y energía
7. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2007). *Guía técnica de mantenimiento de instalaciones térmicas*. Madrid.
8. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2012). *Guía técnica de ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización*. Madrid.
9. Victoria Lara García (2004). *Planta térmica de biomasa en una industria de transformación de la madera*. Valladolid.
10. http://www.construmatica.com/construpedia/Mantenimiento_Correctivo. Fecha de consulta: 04/05/2014
11. http://www.solomantenimiento.com/m_preventivo.htm. Fecha de consulta: 04/05/2014
12. <http://www.slideshare.net/vmanriquez62/gestion-del-mantenimiento-predictivo>. Fecha de consulta: 04/05/2014
13. <http://www.mecanicaymantenimiento.com/2014/04/QUE-ES-MANTENIMIENTO.html> Fecha de consulta: 04/05/2014

14. [http://www.bdigital.unal.edu.co/794/3/163 - 2 Capi 1.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/794/3/163_-_2_Capi_1.pdf) Fecha de consulta: 10/05/2014
15. <http://oscarbuap.blogspot.com.es/2008/08/mantenimiento-correctivo-y-preventivo.html> Fecha de consulta: 10/05/2014
16. <http://senapreventocorrect.blogspot.com.es/p/ventajas-y-desventajas-del.html> Fecha de consulta: 10/05/2014
17. http://www.kurodabombas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=137%3Aventajas-y-desventajas-del-mantenimiento-predictivo&catid=2%3Anoticias&Itemid=15&lang= Fecha de consulta: 15/05/2014
18. <http://mantenimientoindustrial17.blogspot.com.es/2008/09/mantenimiento-predictivo-y-proactivo.html> Fecha de consulta: 15/05/2014
19. <http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml> Fecha de consulta: 15/05/2014
20. <http://www.tmv.com.mx/mante-proac.html> Fecha de consulta: 15/05/2014
21. <http://www.slideshare.net/dora-relax/mantenimiento-proactivo-8991027> Fecha de consulta: 15/05/2014
22. Documentos propiedad de TRADEMA S.L.

ANEXOS

ANEXO 1: MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En este Anexo, profundizamos más en los diferentes procesos de Mantenimiento Preventivo que se realizan en la empresa:

1. Rutas de Mantenimiento.
2. Rutas de Engrase
3. Rutas de Limpieza.
4. Análisis de Incidencias.
5. Inspecciones Periódicas.
6. Histograma.


1. Rutas de mantenimiento:

Las rutas de mantenimiento sirven para avisar a los encargados de cuando hay que hacer una labor de mantenimiento a un equipo o máquina debido a que, por experiencia, exigencias del fabricante o por inspecciones previas, se sabe el tiempo de duración de los componentes que la forman, y cuando necesitan ser revisados o sustituidos.

En primer lugar se tiene un documento en el que están recogidas todas las OT's o labores de mantenimiento que tienen que realizarse a lo largo de todo el año, sin contar con imprevistos.

En dicho documento cada ruta está dividida por zonas, para una mayor comodidad a la hora de ejecutarlas, y por semanas. Se puede observar el número de componentes que necesitan inspección por área y semana que es necesario realizar a lo largo de todo el año. (Tabla 1)

Tabla 1: Ruta de Mantenimiento Mecánico

		MANTENIMIENTO PREVENTIVO																														
		PLAN DE FRECUENCIA DE RUTAS DE MANTE.																														
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	SEMANAS DEL AÑO																							
Nº	DENOMINACIÓN RUTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
000	PARQUE DE MADERA	8				4						20						24		16									4			
100	PREPARACIÓN DE VIRUTA Y SERRÍN			23							5	21						24			28							5				
200	SECADERO Y CLASIFICACIÓN			14					25								15	25			29							1				
280	FILTRO "EWK"			22													18			29								5				
300	PREPARACIÓN DE LA COLA			21				25	12								26			29	7						5					
400	FORMACIÓN Y PENSADO		10					25	12								26			29		10						9				
500	LÍNEA DE ACABADO			28				25									29				5							10				
600	CENTRAL DE ENERGÍA TÉRMICA			28						5											4											
700	INSTALACIONES AUXILIARES			28																	4			28								
800	MELAMINA A			31																			11									
850	MELAMINA B					1																	12									
900	LJP			31																												
F100	SILO DE ASTILLAS	2							18								10		6				13							31		
F150	LAVADO DE ASTILLAS	2	16						18							2			6				13							31		
F200	DESFIBRADOR	2	16						28							1			7			3	13							31		
F300	PREPARACIÓN DE COLA Y ENDURECEDOR	2							18								10		6				14							31		
F380	SECADERO DE FIBRA			7					22								10					3										
F400	TRANSPORTE NEUMÁTICO Y ASPIRACIONES		9						22									18			16						17			31		
F450	LÍNEA DE FORMACION			9					22								2			7							17					
F500	PRESA CONTIROLL		10						22								10			7							18					
F550	SIERRA EN LINEA			15			6												30	8							18			29		
F600	CLASIFICACION			16			6												30	8							18			29		
F660	ALMACEN (LUKI)			17					22								3			9							19			29		
F700	SIERRAS DE CORTE A MEDIDA			21					22										8		14						19			29		
F750	LÍNEA DE EMBALAJE			21					22								10			14							19					
F800	LÍNEA DE LIJADO			21															17		14						19					
F850	PLANTA DE ENERGIA			22						4									17		16						21			31		
F880	SILO DE CORTEZA			22						4									17		16						21			31		

En segundo lugar existen unos documentos llamados **rutas de inspección** de cada uno de los diferentes espacios en los que se divide la planta, y en los cuales aparece detallado cada uno de los componentes que forman cada una de las máquinas de ese espacio concreto.

El análisis se realiza diferenciando el estado de cada componente y anotando las observaciones pertinentes al nivel de deterioro de las piezas en cuestión. El estado puede ser de nivel I (de máxima urgencia y realización inmediata), A (a realizar cuanto antes), B (no es urgente) y C (a realizar en paro de la máquina).

Tabla 2: Hoja de Ruta de Inspección

TRADEMA VALLADOLID	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION	N. RUTA 000.	MECANICO ELECTRICO	HOJA N.13	
DEPARTAMENTO: PARQUE DE MADERA			FRECUENCIA DE REVISIÓN		
INSTALACIÓN: SILO DE ASTILLAS CINTAS DE SALIDA			FECHA DE REVISIÓN		
			FECHA PRÓXIMA REVISIÓN		
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
056 - CINTA EXTRACCION SILO (POS-18)					
- Motoreductor / SEW - 7,5 Cv					
- Tambor motriz					
- Tambor tensor					
- Husillos de tensado					
- Tambores de reenvío					
- Tambores de tensado por gravedad					
- Rodillos estaciones superiores					
- Rodillos estaciones inferiores					
- Banda					
- Desviadores de banda					

2. Rutas de engrase:

De la misma manera que en las rutas de mantenimiento, se utiliza una plantilla general que nos dice en qué momento es conveniente hacer un engrase en las diferentes partes de la planta.

Cuando es necesario hacer un cambio, el programa envía un aviso y la persona encargada podrá apoyarse de la plantilla correspondiente a la zona en cuestión y ver el tipo de aceite, fabricante y la cantidad el mismo que hay que utilizar.

La ficha nos ofrece una información detallada de las distintas partes del componente que necesitan engrase, así como la operación a efectuar, ya sea engrase, cambio de aceite o inspección.

Tabla 3: Ruta de engrase

TRADEMA		MANTENIMIENTO PREVENTIVO MECÁNICO (RUTAS DE LUBRICACIÓN)						REALIZADO POR:		
VALLADOLID		PLAN DE FRECUENCIA DE RUTAS AÑO 2003						FECHA DE EMISIÓN:		
RUTA N° F200		DENOMINACIÓN: DESFIBRADOR			DEPTO.: MDF			9/1/03 9/01/03		
POS	COMPONENTE	ELEMENTO	OPERACIÓN				LUBRICANTE		Q. F. OPERAC.	PR. REAL
			R.N	EN.	C.A.	M.	FAB.	DENOMINACIÓN		
F201	TOLVA DE ASTILLAS									
F202	TORNILLO ALIMENT PRECALENTADOR									
F202.01	TORN ALIM PRECA. ACCIONAMIENTO	Motor accionamiento		4				DIN 1825 KL3K	40 g.	
F202.01	TORN ALIM PRECA. ACCIONAMIENTO	Reductor accionamiento	4		48		MOE	Mobilgear 634	72 L.	
F202.01	TORN ALIM PRECA. ACCIONAMIENTO	Puntos de engrase (reductor)		4			MOE	Mobilux EP 2		
F202.02	TORN ALIM PRECA. MOTOR REFRIG	Motor refrigeración		4			MOE	Mobilux EP 2		
F202.03	TORN ALIM PRECA. TORNILLO ALIMENT	Caja rodamientos	4		48		MOE	Mobilgear 630		
F202.04	TORN ALIM PRECA. SETA	Unidades de Mto. Neumático		4			MOE	DT 26		

3. Rutas de limpieza:

Se organizan las diferentes tareas de limpieza a realizar en cada semana del año por área:

Tabla 4: Ruta de Limpieza

ELEMENTO	ENERO		FEBRERO					MARZO					ABRIL					MAYO					JUNIO					JULIO				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
LIMPIEZAS ESCORIAS Y CENIZAS (CALDERA) (DIARIO)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
CINTA RECHAZO MDF (DIARIO)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
LAVADERO (2 SEMANA)			X			X			X			X			X			X			X			X			0		0			
TUBERIAS DE COLA (SEMANAL)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
SOPLADO TORNILLOS VIAJEROS (SEM)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
BALSAS LIMPIEZA PALOS (SEMANAL)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
ALMACENES TABLERO (SEMANAL)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
LIMPIEZA ARBOL CENTRAL ELECTRIC.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
SUELO CALDERA (SEMANAL)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
TODA LA CALDERA (SEMANAL)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
CINTAS CALDERA 17 19 (QUINCENAL)	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X			
CASETA PORTERIA (QUINCENAL)	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X			
ZONA DESFIBRADOR (QUINCENAL)	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X			
VENTILADORES SONA (QUINCENAL)	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X			
LIMPIEZA CUARTOS FUEL/GASOLEO Y SALA BOMBAS AGUA CANAL (MENSUAL)			X			X		X		X					X				X					X				X				
SALA DE BOMBAS CONTRA INCENDIOS (MENSUAL)			X			X		X		X					X				X					X				X				
LIMPIEZA BASCULA (MENSUAL)	X			X			X			X			X			X			X			X				X						
LIMPIEZA PASILLO TRIPPER (MENSUAL)	X			X			X			X			X			X			X			X				X						
TUBOS SECADERO SONA (MENSUAL)	X			X			X			X			X			X			X			X				X						
LIMPIEZA CICLON PPAL SECADERO	X			X			X			X			X			X			X			X				X						

4. Análisis de incidencias:

Se recogen diariamente todas las incidencias ocurridas, anotando las horas que han necesitado para ser reparadas y así hacer un histórico del porcentaje de tiempo perdido. Se suele poner información adicional para tener en cuenta qué componentes son los que han sido afectados por dicha incidencia y controlar cuando es la última vez que han sido cambiados y la causa de su mal funcionamiento.

Figura 8: Análisis de Incidencias

	1-od	2-od	3-od	4-od	5-od	6-od	7-od	8-od	9-od	10-od	11-od	12-od
Caida tensión												
Monitorización												
Astilladora												
Silo astillas												
Lavado de astillas												
Desfibrador			35					98				
Encolado						6						
Secadero												
Transporte neumático												
Formación												
Scalper												
Peso			5					1				
Cinta perforada												
Línea de formación												
Preprensa + barrera	2											
Spray												
Metales		1		3	2	1	1	2				
Circuito rechazos								38				
Prensa								98	3			
Pernos + Barras												
Transp. salida prensa												
Ferrocontrol				8	2			130		20	4	25
Enfriador				25								
Apilado	5		3					11				3
Mesa de rechazos												
Medidor de espesores												
Lukky												
Stock int. Lleno												
Caldera												
Cambios producción	23	31		3			2	20	4	65		3
Pala Volvo												
Redes de agua y elec.												
TIEMPO TOTAL	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440
PARADAS POR CAL.												2 fisura
PARADAS PROG.			345									3 abajo
TIEMPO DISPONIBLE	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440
TIEMPO PERDIDO	30	32	43	39	4	103	6	300	4	85	19	37
TIEMPO EFECTIVO	1410	1408	1052	1401	1436	1337	1434	1140	1436	1355	1421	1403
IND. UTILIZ. ACUM.	97.9%	97.8%	89.6%	91.5%	93.2%	93.1%	94.0%	92.2%	93.0%	93.1%	93.6%	93.9%
REND. TOTAL ACUM.	97.9%	97.8%	89.6%	91.5%	93.2%	93.1%	94.0%	92.2%	93.0%	93.1%	93.6%	93.9%
REND. REL. ACUM.	97.9%	97.8%	97.4%	97.3%	97.8%	97.0%	97.4%	95.0%	95.6%	95.4%	95.7%	95.9%

5. Inspecciones periódicas:

En este apartado se tiene una plantilla detallada, en la que están recogidas todas las inspecciones hechas a cada una de las piezas que componen cada máquina, especificando la frecuencia de cambio, la fecha de próxima revisión, la fecha de última revisión, la referencia de la pieza, el fabricante y las características técnicas.

Figura 9: Inspecciones periódicas

Desfibrador		Frec		Fecha última revisión	Ref	Fabricante	Características técnicas
MB03	Tomillo alimentador precalentador	24	2/02/03				
	Cambio tomillo, carrete cónico y tejas.	730	584	16/08/02		Sunds	AX293
	Cambio rodamientos caja de rodamientos	730	465	19/04/02		Sunds	23236
	Cambio rodamientos reductor	730	584	16/08/02		SantaSalv	23234
	Revisión acoplamiento	120	103	23/12/02		Sunds	eje có
	Cambio aceite reductor	180	34	16/08/02			Separ
	Apriete tomillería	140	132	1/01/03			
	Cambio aceite caja de rodamientos	180	34	16/08/02			
Limpieza tejas y desmontar seta	170	24	16/08/02				
MB04	Agitador precalentador	54	4/03/03		Cavex	Flender	
	Cambio agitador	365	219	16/08/02		114,8/1	
	Revisión correas y poleas	135	127	1/01/03			
	Cambio aceite y apriete tomillería	200	54	16/08/02			
MB05	Tomillo descarga precalentador	7	16/01/03		PVA 1207	Sunds	
	Desmontar eje y revisión rodamientos	730	209	6/08/01			
	Cambio reductor	1080	967	18/09/02		20,11/1	
	Revisión empaquetadura	200	177	17/12/02			
	Revisión poleas y correas	120	7	18/09/02			
	Apriete tomillería	120	7	18/09/02			


6. Histograma:


Se realiza anualmente un resumen de todas las órdenes realizadas en cada parte de la línea y se completa el histograma de la empresa.


Figura 10: Histograma


M303	Tornillo alimentador precalentador		
Fecha	Trabajo	Comentarios	Tiempo
Año 2000			
28/02/00	Limpieza tejas		
Parada verano			
	Cambio sinfin		
	Cambio carrete cónico y tejas		
	Cambio acoplamiento entrada a caja de rodamientos		
	Cambio aceite caja de rodamientos y reductor		
	Cambio de empaquetaduras		
Año 2001			
19/01/01	Cambio empaquetadura seta		
15/03/01	Limpieza tejas		
6/06/01	Cambio rodamientos caja rodamientos. Pendiente separador. Hay repuesto		2 días
Parada verano	Limpieza tejas y cambio aceite caja de rodamientos y reductor		
	Empaquetar seta		
20/09/01	Cambio rodamientos entrada al reductor-motor		
18/10/01	Cambio acoplamiento entrada a la caja de rodamientos		
22/11/01	Atranque en seta precalentador. Picar con martillo parte superior		9 horas
Año 2002			
	Atranque carrete cónico		5 horas
20/02/02	Cambio aceite caja de rodamientos y reductor		
	Reparación tubería retorno precalentador		
	Limpieza de tejas		


ANEXO 2: HOJAS DE RUTA DE INSPECCIÓN:


	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION		N. RUTA F850		MECANICO HOJA N. 1 ELECTRICO
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA			FRECUENCIA DE REVISIÓN	
INSTALACIÓN: CAMARA COMBUSTION DE POLVO			FECHA DE REVISIÓN		
			FECHA PRÓXIMA REVISIÓN		
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
F851 - SILO DE POLVO					
01 - Tornillo reversible de extracción					
Moto-reductor					
Piñones y cadenas					
Protecciones					
Sinfín					
Carcasa (fugas de polvo)					
Cilindros neumáticos (tajaderas)					
Bulones					
Tuberías y fugas de aire					
02 - Central hidráulica					
Motor					
Bomba de engranajes					
Cilindros hidráulicos (2 Uds)					
Bulones					
Latiguillos					
Tuberías y fugas de aceite					
F852 - TOLVA ALIMENTACION DE POLVO					
01 - Tamiz (tolva)					
Motor					
Poleas y correas					
Biela					
Protecciones					
Fugas de polvo					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA				INSPECCIÓN REALIZADA POR:	


	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION		N. RUTA F850		MECANICO HOJA N. 2 ELÉCTRICO
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA			FRECUENCIA DE REVISIÓN	
INSTALACIÓN: CAMARA COMBUSTION DE POLVO			FECHA DE REVISIÓN		FECHA PRÓXIMA REVISIÓN
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
02 - Fondo móvil (tolva)					
Cilindro hidráulico					
Bulones					
Latiguillos					
03 - Sopladores de aire					
Válvulas					
Tuberías y fugas de aire					
F853 - CIRCUITO N°1 (Inyección de polvo a quemador n°1)					
01 - Tornillo de extracción n°1					
Moto-reductor					
Piñones y cadenas					
Protecciones					
Tensores					
02 - Válvula rotativa n°1					
Moto-reductor					
Piñones y cadenas					
Protecciones					
03 - Ventilador de impulsión n°1					(F850VE01)
Motor					
Poleas y correas					
Protecciones					
Vibraciones					
Clapeta de regulación					
04 - Antirretornos (2 Uds)					
Contrapesos					
Finales de carrera					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA					INSPECCIÓN REALIZADA POR:


	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION		N. RUTA F850		MECANICO HOJA N. 3 ELÉCTRICO
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA			FRECUENCIA DE REVISIÓN	
INSTALACIÓN: CAMARA COMBUSTIÓN DE POLVO				FECHA DE REVISIÓN	
				FECHA PRÓXIMA REVISIÓN	
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
F854 - CIRCUITO N°2 (Inyección de polvo a quemador n°2)					
01 - Tornillo de extracción n°2					
Moto-reductor					
Piñones y cadenas					
Protecciones					
Tensores					
02 - Válvula rotativa n°2					
Moto-reductor					
Piñones y cadenas					
Protecciones					
03 - Ventilador de impulsión n°2					(F850VE02)
Motor					
Poleas y correas					
Protecciones					
Vibraciones					
Clapeta de regulación					
04 - Antirretornos (2 Uds)					
Contrapesos					
Finales de carrera					
F855 - CIRCUITO N°3 (Inyección de polvo a quemador n°3)					
01 - Tornillo de extracción n°3					
Moto-reductor					
Piñones y cadenas					
Protecciones					
Tensores					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA					INSPECCIÓN REALIZADA POR:


	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION	N. RUTA F850	MECANICO HOJA N. 4 ELÉCTRICO		
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA	FRECUENCIA DE REVISIÓN			
INSTALACIÓN: CAMARA COMBUSTIÓN DE POLVO		FECHA DE REVISIÓN			
		FECHA PRÓXIMA REVISIÓN			
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
02 - Válvula rotativa nº3					
Moto-reductor					
Piñones y cadenas					
Protecciones					
03 - Ventilador de impulsión nº3					(F850VE03)
Motor					
Poleas y correas					
Protecciones					
Vibraciones					
Clapeta de regulación					
04 - Antirretornos (2 Uds)					
Contrapesos					
Finales de carrera					
F856 - VENTILADOR DE AIRE A QUEMADORES DE POLVO					(F850VE04)
Motor					
Poleas y correas					
Regilla (oído)					
Vibraciones					
Silembloc					
01 - Válvula de regulación					
Junta de expansión					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberías y fugas de aire					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA					INSPECCIÓN REALIZADA POR:


 T (MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION	N. RUTA F850	MECANICO HOJA N. 5 ELECTRICO		
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA	FRECUENCIA DE REVISIÓN			
INSTALACIÓN: PARRILLAS CAMARA DE COMBUSTION		FECHA DE REVISIÓN			
		FECHA PRÓXIMA REVISIÓN			
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
F857 - CLAPETA DE CIERRE (Tolva de alimentación)					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Bielas					
Tuberías y fugas de aire					
F858 - CIRCUITO AGUA DE REFRIGERACIÓN					
Latiguillos					
Válvulas					
Tuberías y fugas de agua					
F859 - CENTRAL HIDRAULICA					
Electro-válvulas					
Nivel de aceite					
Filtros					
Tuberías y fugas de aceite					
Presiones					
Moto-bomba (F850BO10) (tolva inyectores de polvo)					
F860 - EMPUJADORES (Central hidráulica)					
Moto-bomba (F850BO04)					
Moto-bomba (F850BO05)					
Cilindros hidráulicos (2 Uds)					
Latiguillos					
Tuberías y fugas de aceite					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA					INSPECCIÓN REALIZADA POR:

 T (MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION		N. RUTA F850		MECANICO HOJA N. 6 ELECTRICO
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA				FRECUENCIA DE REVISIÓN
INSTALACIÓN: PARRILLAS CAMARA DE COMBUSTION					FECHA DE REVISIÓN
					FECHA PRÓXIMA REVISIÓN
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
F861 - MOVIMIENTO PARRILLAS (Central hidráulica)					
Moto-bomba (F850BO06)					
Moto-bomba (F850BO07)					
Moto-bomba (F850BO08)					
Moto-bomba (F850BO09)					
Cilindros hidráulicos (4 Uds)					
Latiguillos					
Tuberías y fugas de aceite					
Bulones					
Palancas FC					
F862 - VENTILADOR DE AIRE SECUNDARIO					(F850VE05)
Motor					
Poleas y correas					
Regilla (oído)					
Vibraciones					
Silembloc					
01 - Válvula de regulación					
Junta de expansión					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberías y fugas de aire					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA					INSPECCIÓN REALIZADA POR:


	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION		N. RUTA F850		MECANICO HOJA N. 7 ELECTRICO
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA			FRECUENCIA DE REVISIÓN	
INSTALACIÓN: PARRILLAS CAMARA DE COMBUSTION			FECHA DE REVISIÓN		FECHA PRÓXIMA REVISIÓN
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
F863 - VALVULAS DE REGULACION. AIRE PRIMARIO					
(Entrada de aire frio + aire del colector)					
Junta de expansión					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Palancas de enclavamiento					
Tuberias y fugas de aire					
F864 - VENTILADOR DE AIRE PRIMARIO					
(F850VE09)					
Motor					
Poleas y correas					
Protecciones					
Vibraciones					
Silembloc					
01 - Válvula de regulación (Salida ventilador)					
Junta de expansión					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
02 - Válvula de regulación nº1 (Parrillas)					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberias y fugas de aire					
03 - Válvula de regulación nº2 (Parrillas)					
Cilindros neumáticos					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA					INSPECCIÓN REALIZADA POR:


	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION		N. RUTA F850		MECANICO HOJA N. 8 ELECTRICO
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA			FRECUENCIA DE REVISIÓN	
INSTALACIÓN: PARRILLAS CAMARA DE COMBUSTION			FECHA DE REVISIÓN		FECHA PRÓXIMA REVISIÓN
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberias y fugas de aire					
04 - Válvula de regulación nº3 (Parrillas)					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberias y fugas de aire					
05 - Válvula de regulación nº4 (Parrillas)					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberias y fugas de aire					
F865 - REDLER RECOGIDA DE CENIZAS					
Moto-reductor					
Piñones y cadenas					
Tensores (motor)					
Husillos de tensado					
Protecciones					
Válvulas					
Tuberias y fugas de agua					
Conductos de limpieza (fugas)					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA					INSPECCIÓN REALIZADA POR:


	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION		N. RUTA F850		MECANICO HOJA N.9 ELÉCTRICO
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA			FRECUENCIA DE REVISIÓN	
INSTALACIÓN: CALENTADOR DE AT N°1			FECHA DE REVISIÓN		
			FECHA PRÓXIMA REVISIÓN		
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
F866 - CALENTADOR DE AT. N°1					
Puertas de inspección					
Juntas de expansión					
Cuñas (tapa superior)					
01 - Colectores de AT (entrada y salida)					
Manómetros (6 Uds)					
Válvulas					
Tuberías y fugas de aceite					
02 - Válvula de regulación (Aire codo)					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberías y fugas de aire					
03 - Válvula de regulación (Aire cono)					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberías y fugas de aire					
F867 - MULTICICLONES CALENTADOR N°1					
01 - Válvula rotativa n°1					
Moto-reductor					
Junta de expansión					
02 - Válvula rotativa n°2					
Moto-reductor					
Junta de expansión					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA					INSPECCIÓN REALIZADA POR:


	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION	N. RUTA F850	MECANICO HOJA N. 10 ELÉCTRICO		
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA	FRECUENCIA DE REVISIÓN			
INSTALACIÓN: CALENTADOR DE AT N°1		FECHA DE REVISIÓN			
		FECHA PRÓXIMA REVISIÓN			
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
03 - Válvula rotativa nº3					
Moto-reductor					
Junta de expansión					
F868 - TORNILLO DE EXTRACCION (Calentador nº1)					
Moto-reductor					
Acoplamiento					
Protecciones					
F869 - VENTILADOR DE TIRO CALENTADOR N°1					(F850VE06)
Motor					
Poleas y correas					
Protecciones					
Vibraciones					
Silembloc					
Juntas de expansión (oído)					
01 - Válvula de regulación					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberías y fugas de aire					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA					INSPECCIÓN REALIZADA POR:


	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION	N. RUTA F850	MECANICO HOJA N.11 ELECTRICO		
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA	FRECUENCIA DE REVISIÓN			
INSTALACIÓN: CALENTADOR DE AT N°2		FECHA DE REVISIÓN			
		FECHA PRÓXIMA REVISIÓN			
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
F870 - CALENTADOR DE AT. N°2					
Puertas de inspección					
Juntas de expansión					
Cuñas (tapa superior)					
01 - Colectores de AT (entrada y salida)					
Manómetros (6 Uds)					
Válvulas					
Tuberías y fugas de aceite					
02 - Válvula de regulación (Aire codo)					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberías y fugas de aire					
03 - Válvula de regulación (Aire cono)					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberías y fugas de aire					
F871 - MULTICICLONES CALENTADOR N°2					
01 - Válvula rotativa nº1					
Moto-reductor					
Junta de expansión					
02 - Válvula rotativa nº2					
Moto-reductor					
Junta de expansión					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA					INSPECCIÓN REALIZADA POR:


	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION	N. RUTA F850	MECANICO HOJA N. 12 ELECTRICO		
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA	FRECUENCIA DE REVISIÓN			
INSTALACIÓN: CALENTADOR DE AT N°2		FECHA DE REVISIÓN			
		FECHA PRÓXIMA REVISIÓN			
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
03 - Válvula rotativa nº3					
Moto-reductor					
Junta de expansión					
F872 - TORNILLO DE EXTRACCION (Calentador nº2)					
Moto-reductor					
Acoplamiento					
Protecciones					
F873 - VENTILADOR DE TIRO CALENTADOR N°2					(F850VE08)
Motor					
Poleas y correas					
Protecciones					
Vibraciones					
Silembloc					
Juntas de expansión (oído)					
01 - Válvula de regulación					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberías y fugas de aire					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA					INSPECCIÓN REALIZADA POR:

	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION	N. RUTA F850	MECANICO HOJA N. 13 ELECTRICO		
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA	FRECUENCIA DE REVISIÓN			
INSTALACIÓN: SUPERCALENTADOR DE VAPOR		FECHA DE REVISIÓN			
		FECHA PRÓXIMA REVISIÓN			
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
F874 - CHIMENEA DE EMERGENCIA					
Cilindros neumáticos					
Bulones (contrapesos)					
Palancas de accionamiento					
Tuberías y fugas de aire					
F875 - SUPERCALENTADOR DE VAPOR					
01 - Válvula de regulación (Aire codo)					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberías y fugas de aire					
02 - Válvula de regulación (Aire cono)					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberías y fugas de aire					
03 - Válvula de regulación (Aire de salida)					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberías y fugas de aire					
Junta de expansión					
04 - Válvula de regulación. Gases de la cámara					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA					INSPECCIÓN REALIZADA POR:


	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION		N. RUTA F850		MECANICO HOJA N. 14 ELECTRICO
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA			FRECUENCIA DE REVISIÓN	
INSTALACIÓN: SUPERCALENTADOR DE VAPOR				FECHA DE REVISIÓN	
				FECHA PRÓXIMA REVISIÓN	
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
Tuberías y fugas de aire					
Junta de expansión					
05 - Válvula de regulación. Aire fresco a conducto de gases					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberías y fugas de aire					
F876 - MULTICICLONES SUPERCALENTADOR					
01 - Válvula rotativa nº1					
Moto-reductor					
Junta de expansión					
02 - Válvula rotativa nº2					
Moto-reductor					
Junta de expansión					
03 - Válvula rotativa nº3					
Moto-reductor					
Junta de expansión					
F877 - VENTILADOR DE TIRO BY-PASS					
					(F850VE07)
Motor					
Poleas y correas					
Protecciones					
Vibraciones					
Silembloc					
Juntas de expansión (oído)					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA				INSPECCIÓN REALIZADA POR:	


	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION		N. RUTA F850		MECANICO HOJA N. 15 ELECTRICO
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA			FRECUENCIA DE REVISIÓN	
INSTALACIÓN: SUPERCALENTADOR DE VAPOR			FECHA DE REVISIÓN		FECHA PRÓXIMA REVISIÓN
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
01 - Válvula de regulación					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberías y fugas de aire					
02 - Válvula de regulación by-pass					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberías y fugas de aire					
F878 - DISTRIBUIDOR DE GASES (CHIMENEA)					
01 - Válvula de regulación (Chimenea)					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberías y fugas de aire					
02 - Válvula de regulación (Gases a partículas)					
Cilindros neumáticos					
Bulones					
Palancas de accionamiento					
Tuberías y fugas de aire					
03 - Cámara de mezcla (Gases a MDF)					
Variador aire caliente					
Palancas de accionamiento (aire caliente)					
Variador aire caliente					
Palancas de accionamiento (aire caliente)					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA				INSPECCIÓN REALIZADA POR:	


	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION		N. RUTA F850		MECANICO HOJA N. 16 ELÉCTRICO	
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA				FRECUENCIA DE REVISIÓN	
INSTALACIÓN: DISTRIBUIDOR DE GASES					FECHA DE REVISIÓN	
					FECHA PRÓXIMA REVISIÓN	
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES	
	I	A	B	C		
Variador aire caliente						
Palancas de accionamiento (aire caliente)						
F879- TANQUES DE ACEITE						
Válvulas drenaje de cubeto						
01 - Tanque de aceite nº1						
Tanque						
Válvulas de llenado						
Fugas de aceite						
Bomba M-31.15.21						
Motobomba						
Válvulas						
Compresiones						
02 - Tanque de aceite nº2						
Tanque						
Válvulas de llenado						
Fugas de aceite						
Bomba M-31.15.11						
Motobomba						
Válvulas						
Compresiones						
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA					INSPECCIÓN REALIZADA POR:	


	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION		N. RUTA F850	MECANICO HOJA N. 17 ELECTRICO	
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA			FRECUENCIA DE REVISIÓN	
INSTALACIÓN: CIRCUITO DE A.T. Nº1			FECHA DE REVISIÓN		
			FECHA PRÓXIMA REVISIÓN		
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
F880- TANQUE DE EXPANSION					
Tuberías y fugas de aceite					
Válvulas					
F881- CIRCUITO DE A.T. Nº1					
01 - Bomba de A.T. Nº1 (P- 31.31.11)					
Motor					
Acoplamiento					
Bomba					
Válvulas manuales (entrada y salida)					
Filtros					
Dilatadores					
Fugas de aceite					
Calorifugados					
Protecciones					
02 - Bomba de A.T. nº2 (P- 31.31.21)					
Motor					
Acoplamiento					
Bomba					
Válvulas manuales (entrada y salida)					
Filtros					
Dilatadores					
Fugas de aceite					
Calorifugados					
Protecciones					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA				INSPECCIÓN REALIZADA POR:	


	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION		N. RUTA F850		MECANICO HOJA N. 18 ELECTRICO		
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA				FRECUENCIA DE REVISIÓN		
INSTALACIÓN: CIRCUITO DE A.T. Nº1					FECHA DE REVISIÓN		
					FECHA PRÓXIMA REVISIÓN		
COMPONENTE Y OPERACIÓN			ESTADO				OBSERVACIONES
			I	A	B	C	
03 - Bomba de A.T. nº3 (P- 31.31.31)							
Motor							
Acoplamiento							
Bomba							
Válvulas manuales (entrada y salida)							
Filtros							
Dilatadores							
Fugas de aceite							
Calorifugados							
Protecciones							
04 - Bomba diesel emergencia(P- 31.51.11)							
Motor diesel							
Nivel de aceite							
Filtro de aceite							
Filtro de aire							
Filtro gasoil							
Estado de batería							
Puesta en marcha							
Bomba							
Acoplamientos							
Filtros							
Dilatadores							
Protecciones							
Fugas de aceite							
05 - Bomba de reserva (P- 31.31.41)							
Motor							
Acoplamiento							
Bomba							
Válvulas manuales (entrada y salida)							
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA					INSPECCIÓN REALIZADA POR:		


	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION		N. RUTA F850		MECANICO HOJA N. 19 ELECTRICO
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA			FRECUENCIA DE REVISIÓN	
INSTALACIÓN: CIRCUITO DE A.T. N°2				FECHA DE REVISIÓN	
				FECHA PRÓXIMA REVISIÓN	
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
Filtros					
Dilatadores					
Fugas de aceite					
Calorifugados					
Protecciones					
F882- CIRCUITO DE A.T. N°2					
01 - Bomba de A.T. N°1(P- 32.31.11)					
Motor					
Acoplamiento					
Bomba					
Válvulas manuales (entrada y salida)					
Filtros					
Dilatadores					
Fugas de aceite					
Calorifugados					
Protecciones					
02 - Bomba de A.T. N°2.(P- 32.31.21)					
Motor					
Acoplamiento					
Bomba					
Válvulas manuales / Presión (entrada y salida)					
Filtros					
Dilatadores					
Fugas de aceite					
Calorifugados					
Protecciones					
03 - Bomba de A.T. N°3.(P- 32.31.31)					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA				INSPECCIÓN REALIZADA POR:	

	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION		N. RUTA F850		MECANICO HOJA N. 20 ELECTRICO
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA			FRECUENCIA DE REVISIÓN	
INSTALACIÓN: CIRCUITO DE A.T. Nº2			FECHA DE REVISIÓN		FECHA PRÓXIMA REVISIÓN
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
Motor					
Acoplamiento					
Bomba					
Válvulas manuales (entrada y salida)					
Filtros					
Dilatadores					
Fugas de aceite					
Calorifugados					
Protecciones					
04- BOMBA DIESEL DE EMERGENCIA (P- 32.31.21)					
Motor diesel					
Nivel de aceite					
Filtro de aceite					
Filtro de aire					
Filtro gasoil					
Estado de batería					
Puesta en marcha					
Bomba					
Acoplamientos					
Filtros					
Dilatadores					
Protecciones					
Fugas de aceite					
F883- BOMBA DE A.T. PRENSA MDF (P- 41.11.11)					
Motor					
Acoplamiento					
Bomba					
Valvulas manuales / Presión (entrada y salida)					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA				INSPECCIÓN REALIZADA POR:	

	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION		N. RUTA F850		MECANICO HOJA N. 21 ELECTRICO
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA			FRECUENCIA DE REVISIÓN	
INSTALACIÓN: BOMBAS DE A.T.			FECHA DE REVISIÓN		FECHA PRÓXIMA REVISIÓN
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
Filtros					
Dilatadores					
Fugas de aceite					
Calorifugados					
Protecciones					
F884- BOMBA DE A.T. COLECTOR GEKA					
Motor					
Acoplamiento					
Bomba					
Valvulas manuales / Presión (entrada y salida)					
Filtros					
Dilatadores					
Fugas de aceite					
Calorifugados					
Protecciones					
F885- COLECTOR SALA (GEKA)					
Válvulas					
Temperatura entrada					
Valvulas de melaminas					
Calorifugado					
F886- CALENTADOR DE AGUA , PROCESO (DEAERATOR)					
Válvulas					
Calorifugados					
Presiones y temperaturas					
Válvulas automaticas					
Tuberias cierre					
Protecciones					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA				INSPECCIÓN REALIZADA POR:	

	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION		N. RUTA F850		MECANICO HOJA N. 22 ELECTRICO
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA			FRECUENCIA DE REVISIÓN	
INSTALACIÓN: BOMBAS DE A.T.			FECHA DE REVISIÓN		FECHA PRÓXIMA REVISIÓN
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
F887- GENERADOR DE VAPOR , PROCESO					
Válvulas manuales					
Tuberías y calorifugados					
Presiones y temperaturas					
Válvulas automaticas					
Tuberías aire					
Válvulas de purga					
#Equipos neumaticos					
Electrovalvula					
Válvulas					
Conexiones					
Tuberías (fugas de aire)					
F888- CALENTADOR DE AGUA , TURBINA (DEAEREATOR)					
Válvulas					
Calorifugados					
Presiones y temperaturas					
Válvulas automaticas					
Tuberías cierre					
Protecciones					
F889- GENERADOR DE VAPOR , PROCESO					
Válvulas manuales					
Tuberías y calorifugados					
Presiones y temperaturas					
Válvulas automaticas					
Tuberías aire					
Válvulas de purga					
#Equipos neumaticos					
Electrovalvula					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA				INSPECCIÓN REALIZADA POR:	

	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION				N. RUTA F850	MECANICO HOJA N. 23 ELECTRICO	
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA					FRECUENCIA DE REVISIÓN	
INSTALACIÓN: BOMBAS DE A.T.					FECHA DE REVISIÓN		
					FECHA PRÓXIMA REVISIÓN		
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES		
	I	A	B	C			
Válvulas							
Conexiones							
Tuberías (fugas de aire)							
F890- BOMBAS ALIMENTACION TANQUE CALENTADOR (PROCESO)							
01 - BOMBA M- 52.41.21							
Motor diesel							
Acoplamiento							
Bomba							
Protecciones							
Válvulas							
Tuberías calorifugados							
Presiones de entrada y salida							
02 - BOMBA M- 52.41.11							
Motor diesel							
Acoplamiento							
Bomba							
Protecciones							
Válvulas							
Tuberías calorifugados							
Presiones de entrada y salida							
F891- BOMBAS ALIMENTACION TANQUE CALENTADOR (TURBINA)							
01 - BOMBA M- 53.41.11							
Motor diesel							
Acoplamiento							
Bomba							
Protecciones							
Válvulas							
Tuberías calorifugados							
Presiones de entrada y salida							
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA					INSPECCIÓN REALIZADA POR:		

	MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE RUTA DE INSPECCION		N. RUTA F850		MECANICO HOJA N. 24 ELÉCTRICO
	DEPARTAMENTO: PLANTA DE ENERGIA			FRECUENCIA DE REVISIÓN	
INSTALACIÓ.: BOMBAS DE A.T.			FECHA DE REVISIÓN		
			FECHA PRÓXIMA REVISIÓN		
COMPONENTE Y OPERACIÓN	ESTADO				OBSERVACIONES
	I	A	B	C	
02 - BOMBA M- 53.41.21					
Motor diesel					
Bomba					
Tuberias calorifugados					
Presiones de entrada y salida					
Protecciones					
Acoplamiento					
Válvulas					
I - DE MAXIMA URGENCIA Y REALIZACION INMEDIATA A - A REALIZAR CUANTO ANTES B - NO ES URGENTE C - A REALIZAR EN PARO DE LA MAQUINA					INSPECCIÓN REALIZADA POR: