



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

AGRADECIMIENTOS

Quiero aprovechar la ocasión para agradecer a José Manuel Martínez Acosta, director de fábrica “San Martín PYL de Saint Gobain Placo Ibérica” la oportunidad de haberme permitido realizar prácticas de empresa allí y haberme ofrecido realizar este proyecto para poder presentarlo como Trabajo Final de Grado.

También a José Ramón Argüeso Izquierdo, Jorge Martínez, al resto de ingenieros y técnicos de mantenimiento y a todos los compañeros de la fábrica por su implicación en mi aprendizaje y la colaboración que me han prestado a realizar el proyecto.

Además quiero mostrar especial agradecimiento a Juan José Martínez Pérez, profesor del departamento de ingeniería electrónica, por todo lo que me ha ayudado a la hora de que mi proyecto pudiera convertirse en TFG y por lograr encontrar un tutor para poder realizarlo.

Lo que me lleva a agradecerle también a Pablo Aragonés Beltrán el haberse ofrecido a ser mi tutor del Trabajo, por toda la ayuda, apoyo y herramientas que me ha facilitado.

Sin olvidarme de mi familia y amigos por todo el soporte que me han dado durante el desarrollo del proyecto.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es desarrollar un plan de mantenimiento de una báscula dosificadora de fibra de vidrio aplicando la estrategia “World Class Manufacturing”. Esta máquina, ubicada en la fábrica de “San Martín Pyl” de Saint-Gobain Placo Ibérica (San Martín de la Vega, Madrid), es crítica en el proceso de fabricación de placas de yeso laminado con gran resistencia a los impactos (modelo Habito).

Para cumplir el objetivo se empleará la estrategia de mantenimiento preventivo “Paso 3 MP” (pasos 0, 1, 2 y 3 de Mantenimiento Profesional) como herramienta del programa de mejora continua “World Class Manufacturing”. Con él se pretende evitar que la máquina falle por falta de establecimiento de condiciones básicas y que provoque un paro en el proceso productivo.

Siguiendo la estrategia mencionada, en el Paso 0 del proyecto se establecerán los objetivos del mismo, se creará el equipo de trabajo y además se realizará una Estructura de Descomposición del proyecto (EDP) y una programación de la ejecución del mismo.

En el Paso 1 se analizarán los subsistemas, componentes y partes de la máquina. En el paso 2 se estudiará el histórico de averías que ha sufrido la máquina desde su instalación.

El Paso 3 está dedicado a establecer los estándares de mantenimiento de la máquina. Esto incluirá: tareas mecánicas, eléctricas y de lubricación. Se explicarán en detalle esas tareas, se realizará una programación de las mismas. A su vez, se explican cuáles son las tareas que se transfieren a mantenimiento autónomo (operarios de la fábrica).

También se incluirá en el proyecto un presupuesto del trabajo realizado, quedando excluido del mismo, por no formar parte de su alcance, el estudio económico.

Palabras clave: World Class Manufacturing, báscula-dosificadora, fibra de vidrio, mantenimiento preventivo, mantenimiento profesional, pasos de mantenimiento, placa de yeso laminado, Habito.

RESUM

L'objectiu d'aquest treball és desenvolupar un pla de manteniment d'una bàscula dosificadora de fibra de vidre aplicant l'estratègia "World Class Manufacturing". Aquesta màquina, situada a la fàbrica de "Sant Martí Pyl" de Saint-Gobain Placo Ibèrica (Sant Martín de la Vega, Madrid), és crítica en el procés de fabricació de plaques de guix laminat amb gran resistència als impactes (model Habito).

Per complir l'objectiu s'emprarà l'estratègia de manteniment preventiu "Pas 3 MP" (passos 0, 1, 2 i 3 de Manteniment Professional) com a eina del programa de millora contínua "World Class Manufacturing". Amb ell es pretén evitar que la màquina falle per falta d'establiment de condicions bàsiques i que provoqui una aturada en el procés productiu.

Seguint l'estratègia esmentada, al Pas 0 del projecte s'establiran els objectius del mateix, es crearà l'equip de treball i a més es realitzarà una Estructura de Descomposició del projecte (EDP) i una programació de l'execució del mateix.

Al Pas 1 s'analitzaran els subsistemes, components i parts de la màquina. Al pas 2 s'estudiarà l'històric d'avaries que ha patit la màquina des de la seua instal·lació.

El Pas 3 està dedicat a establir els estàndards de manteniment de la màquina. Això inclourà: tasques mecàniques, elèctriques i de lubricació. S'explicaran en detall aquestes tasques, es realitzarà una programació de les mateixes. Al seu torn, s'expliquen quines són les tasques que es transfereixen a manteniment autònom (operaris de la fàbrica).

També s'inclourà en el projecte un pressupost de la feina feta, i queda exclòs, per no formar part del seu abast, l'estudi econòmic.

Paraules clau: World Class Manufacturing, bàscula-dosificadora, fibra de vidre, manteniment preventiu, manteniment professional, passos de manteniment, placa de guix laminat, Habito.

ABSTRACT

The aim of this project is to develop a maintenance plan for a fiberglass weighing and dosing machine applying the “World Class Manufacturing” strategy. This machine, placed in the “San Martín Pyl” factory of Saint-Gobain Placo Iberica (San Martín de la Vega, Madrid), is critical in the production process of high-resistance-to-impact gypsum plasterboards (Habito model).

The preventive maintenance strategy “Step 3 PM” (steps 0, 1, 2 and 3 of Professional Maintenance), as a tool of the continuous improvement program “World Class Manufacturing”, will be used to reach the goal. With it, we want to avoid a failure of the machine due to a failure to establish its basic conditions of it, causing a stoppage in the manufacturing process.

Following the previously mentioned strategy, the goals of the project will be developed in Step 0, the work team will be set up and also, a Work Breakdown Structure (WBS) will be carried out and a schedule of execution of it too.

The subassemblies, components and parts of the machine will be analyzed in Step 1. The breakdown record of the machine since it was placed in the factory will be studied during Step 2.

Step 3 is dedicated to settling the machine’s maintenance standards. This will contain: mechanic, electrical and lubrication works. At the same time, those tasks which are transferred to autonomous maintenance (factory workers) are explained in this part of the project.

A budget of the work done will be included in the project, though there will be no economic study, due to it not being part of its range.

Key words: World Class Manufacturing, dosing-weighing machine, fiberglass, preventive maintenance, professional maintenance, maintenance steps, gypsum plasterboard.

ÍNDICE GENERAL DEL TRABAJO FINAL DE GRADO

MEMORIA DESCRIPTIVA

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes y justificación	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Alcance	2
1.4. Estructura de descomposición del proyecto (EDT)	4
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	6
CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA DENTRO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLACA DE YESO LAMINADO MODELO HABITO	9
CAPÍTULO 4: APLICACIÓN DE WORLD CLASS MANUFACTURING AL MANTENIMIENTO DE LA BÁSCULA	13
4.1. Paso 0: Preparación para el mantenimiento profesional	13
4.1.1. Visión y requisitos	13
4.1.2. Equipo de mantenimiento.....	14
4.1.3. Cronograma del proyecto	15
4.1.4. Evaluación de la máquina.....	17
4.1.4.1. Prioridad de la máquina	17
4.1.4.2. Evaluación del funcionamiento de la máquina	19
4.1.5. Indicadores clave de desempeño (KPIs).....	23
4.2. Paso 1: Análisis de la máquina. Elaboración del libro mayor	24
4.2.1. Hoja de registro	24
4.2.2. Identificación de subconjuntos	25
4.2.3. Identificación de componentes.....	25
4.2.4. Listado de componentes	26
4.2.5. Primer estándar de lubricación	34
4.3. Paso 2: Análisis de averías	36
4.3.1. Información de averías.....	36

4.3.2.	Estratificación de averías.....	38
4.3.2.1.	Averías por subconjunto	38
4.3.2.2.	Averías por componente	40
4.3.3.	Puntos clave y recomendaciones.....	41
4.4.	Paso 3: Creación de estándares de mantenimiento	42
4.4.1.	Estándares de mantenimiento	42
4.4.1.1.	Estándar mecánico	43
4.4.1.2.	Estándar eléctrico.....	45
4.4.1.3.	Estándar de lubricación	46
4.4.2.	Calendario	47
4.4.3.	Elementos para mantenimiento autónomo.....	47
4.4.4.	SMPs.....	48
4.4.5.	OPLs.....	52
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS		55
5.1.	Conclusiones.....	55
5.2.	Desarrollos futuros	55
CAPÍTULO 6: PRESUPUESTO		56
6.1.	Introducción	56
6.2.	Cuadro de precios N°2	57
6.3.	Mediciones y presupuesto	58
6.4.	Resumen de capítulos	59
CAPÍTULO 7: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		60
7.1.	Libros	60
7.2.	Artículos.....	60
7.3.	Páginas web	60

ANEXOS A LA MEMORIA

ANEXO 1: PLAN DE PROYECTO

ANEXO 2: PUNTUACIÓN DE CRITICIDAD

ANEXO 3: IDENTIFICACIÓN DE SUBCONJUNTOS

ANEXO 4: IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES ALIMENTADOR

ANEXO 5: IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES DOSIFICADOR

ANEXO 6: LISTADO DE COMPONENTES ALIMENTADOR

ANEXO 7: LISTADO DE COMPONENTES DOSIFICADOR

ANEXO 8: PRIMER ESTÁNDAR DE LUBRICACIÓN

ANEXO 9: MAPA DE AVERÍAS

ANEXO 10: ESTÁNDAR MECÁNICO

ANEXO 11: ESTÁNDAR ELÉCTRICO

ANEXO 12: ESTÁNDAR DE LUBRICACIÓN

ANEXO 13: CALENDARIO

ANEXO 14: TAREAS MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

ANEXO 15: SMP AS_065

ANEXO 16: SMP AS_066

ANEXO 17: OPL_023

ANEXO 18: OPL_025

MEMORIA DESCRIPTIVA

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes y justificación

La báscula dosificadora de fibra de vidrio sobre la que se va a establecer un programa de mantenimiento a lo largo de este proyecto, cuyo fabricante es la empresa española Vidmar, está enmarcada en la zona de aditivos sólidos de la fábrica de placa de yeso laminado “San Martín PYL”, situada en la localidad de San Martín de la Vega (Madrid). Esta planta pertenece a la compañía Saint-Gobain Placo Ibérica S.A., dedicada a la producción de yeso, placa de yeso laminado y otros productos relacionados con este material.

En la fábrica se elaboran varios modelos de placa: estándar (sin propiedades especiales), resistente al agua, al fuego, a los Rayos X, con propiedades de aislamiento acústico y una placa innovadora, Habito, con gran resistencia a los impactos y alta capacidad de carga.

Uno de los aditivos de la placa Habito que le proporciona las propiedades citadas es la fibra de vidrio que dosifica la báscula sobre la que se va a realizar el mantenimiento objeto de este proyecto. La máquina ha sido recientemente instalada en la fábrica, y debido a la importancia de la correcta dosificación de fibra de vidrio para obtener una placa con sus características óptimas, la criticidad que tiene es alta. Por eso es vital realizar un plan de mantenimiento preventivo de la báscula para así evitar que durante el proceso de fabricación falle y produzca una parada de producción, lo que llevaría a importantes pérdidas de tiempo (retrasos de producción y entregas) y económicas (tanto de reparación como por no fabricar producto).

1.2. Objetivos

El objetivo general de este Trabajo Final de Grado es crear un plan de mantenimiento preventivo para una báscula dosificadora de fibra de vidrio, que es crítica en el proceso de fabricación de la placa de yeso laminado, modelo Habito. Este plan se llevará a cabo durante cinco años. Este objetivo se va a llevar a cabo mediante la utilización del método “Paso 3 PM (Professional Maintenance -Mantenimiento Profesional-)” como herramienta del programa de mejora continua denominado en inglés “World Class Manufacturing (WCM)”.

Los objetivos específicos que se pretenden alcanzar con este trabajo serán:

- Que la máquina no sufra ninguna avería durante su funcionamiento.
- Que no haya ninguna parada del proceso de fabricación de placa por la existencia de averías en la máquina.
- Que no se tenga que rechazar ningún metro cuadrado de placa porque se haya producido una avería en la báscula.
- Que las horas de funcionamiento de la báscula sean exactamente las mismas que las horas planificadas. Es decir, que si está previsto que en una producción la máquina esté funcionando durante 10 horas, que no haya un fallo haga que estas horas se reduzcan.
- Que los costes de mantenimiento correctivo sean 0€. Esto es, que no tengamos que aplicar un mantenimiento a la báscula, o un componente de ella, una vez que ya ha aparecido un problema; no dejar que se produzca un deterioro, aplicar el mantenimiento antes.

Para lograr estos objetivos se desarrollará la estrategia y tipo de mantenimiento adecuado a cada componente de la báscula y así conseguiremos que no fallen antes del fin de su periodo de vida (por falta de establecimiento de condiciones básicas) y provoquen paradas en la máquina, y por lo tanto en el proceso de producción de placa de yeso laminado.

1.3. Alcance

Los proyectos de Mantenimiento Profesional de World Class Manufacturing pueden llegar a tener hasta 7 pasos.

En el Paso 0 se lleva a cabo la preparación para el Mantenimiento Profesional. El Paso 1 está dedicado a realizar una evaluación de la máquina. El Paso 2 sirve para analizar las averías ocurridas a lo largo de la vida de la máquina. El Paso 3 establece los estándares de mantenimiento componente a componente. El Paso 4 es para establecer contramedidas en los puntos débiles de las máquinas e incrementar la vida del equipo. El Paso 5 gestiona la tendencia de las incidencias en las máquinas. El Paso 6 gestiona los costes de mantenimiento. El Paso 7 sirve para establecer sistemas de mantenimiento.

Para llegar a los 7 pasos es necesario que la máquina lleve muchos años instalada y funcionando. De hecho, en la fábrica objeto de este trabajo no hay ninguna máquina que haya pasado del Paso 4, dado que la fábrica tiene diez años de antigüedad. Los Pasos 4, 5, 6 y 7 son para proyectos muy avanzados, y realmente, los más importantes y en los que hay que centrarse son del 0 al 3.

Por tanto, el alcance de este trabajo va a cubrir los Pasos 0 al 3 de Mantenimiento Profesional en WCM. Estos Pasos se van a describir a continuación.

- PASO 0

Lo primero que se hace al iniciar un proyecto de este tipo es justificar el por qué de su realización. Luego, se define cuál es el equipo del proyecto y sus funciones dentro de él. Seguidamente se elabora un plan de proyecto con su duración (dos meses aproximadamente). Después se realiza una evaluación de la máquina en base a su criticidad, y en función a la puntuación que obtenga, se clasifica junto con el resto de máquinas de la planta; también se hace un análisis de averías en función de los tiempos de funcionamiento, entre fallos y de reparación. Para acabar el Paso 0, se enumeran los indicadores clave de desempeño del proyecto y se mide su nivel de cumplimiento.

- PASO 1

Al inicio del paso 1 se elabora una Hoja de registro de la máquina. Y a continuación se elabora el Libro Mayor, que está formado por un conjunto de documentos centrados en los componentes de la máquina: identificación de subconjuntos de la báscula; componentes de cada uno de ellos; características principales de cada componente...

Para acabar con el Paso 1, se elabora un primer documento estándar de lubricación, donde se indican cuáles son los componentes de la báscula que necesitan engrase o cambio de aceite y dónde se localizan.

- PASO 2

En este paso se hace un análisis de las averías que ha sufrido la máquina. Primero se recopila información de EWO's, unos documentos que se rellenan cuando se produce una avería y luego se recopilan evidencias de las averías con fotos y se realiza un mapa y un registro de éstas.

- PASO 3

El último paso del proyecto está dedicado a establecer los estándares de mantenimiento. Se trata de tres fichas en las que se reflejan las tareas mecánicas, eléctricas y de lubricación, componente a componente, que hay que realizar para mantener la báscula. A continuación, con el estándar de lubricación completado, se elabora una hoja de lubricación. En ella aparece un mapa con los puntos a lubricar y una lista con los componentes que necesitan lubricación, el tipo de aceite o grasa que hay que ponerle a cada uno, las herramientas necesarias, la cantidad de aceite/grasa, la frecuencia de lubricación, el tiempo necesario aproximado para realizar la tarea y el responsable.

Lo siguiente que se realiza es un calendario de mantenimiento a 5 años, que se trata de una tabla en la que se establecen por orden de tareas mecánicas, eléctricas y de lubricación y luego por subconjunto, las tareas de mantenimiento que se habían establecido en los estándares.

El siguiente documento que se crea es el de Transferencia de tareas a Mantenimiento Autónomo.

Para finalizar el proyecto se crean dos tipos de documentos explicativos:

1. OPL's (One Point Lesson): transmiten conocimientos básicos sobre la báscula, útiles para su manejo o entendimiento.
2. SMP's (Standard Maintenance Procedure): documentos que explican por pasos y con imágenes los procedimientos de mantenimiento

El contenido de este Trabajo Fin de Grado comprende:

Un primer capítulo introductorio, donde se explican los antecedentes y justificación del proyecto, los objetivos del mismo, y el alcance del TFG. También incluye una estructura de descomposición del proyecto.

En el segundo capítulo se desarrollará un Marco Teórico donde se explicará brevemente la filosofía de "World Class Manufacturing" y su aplicación al mantenimiento, principalmente al profesional.

A continuación se expondrá cómo es el proceso de fabricación de placa de yeso laminado, las características de la placa Habito y la intervención de la báscula dosificadora de fibra de vidrio en su fabricación.

El capítulo 4 del trabajo está dedicado a la aplicación de WCM al mantenimiento de la báscula. En él se desarrollarán los Pasos del 0 al 3 de mantenimiento profesional.

Al final del TFG se incluirá un presupuesto con el fin de valorar económicamente el trabajo realizado por los distintos componentes del proyecto a lo largo de su desarrollo. Incluirá las unidades de obra, mediciones y presupuesto final con el coste total de las horas trabajadas durante los dos meses de duración del proyecto (desarrollo en fábrica).

En el apartado "Anexos" del TFG se incluirán gran parte de los documentos del proyecto con el formato utilizado en Placo con el fin de que se pueda entender con claridad la manera en la que se ha realizado. Pero todos los pasos y documentos quedarán bien explicados a lo largo del "Capítulo 4".

Quedará excluido del trabajo, un estudio económico. En él se plantearía la diferencia de costes entre realizar el mantenimiento planificado y no realizar ningún mantenimiento: dejar que el equipo fallara, provocara paradas de producción y rechazo de producto y/o falta de abastecimiento al cliente.

En la figura 1.1.se muestra las fases de desarrollo del proyecto Paso 3 de Mantenimiento Profesional.

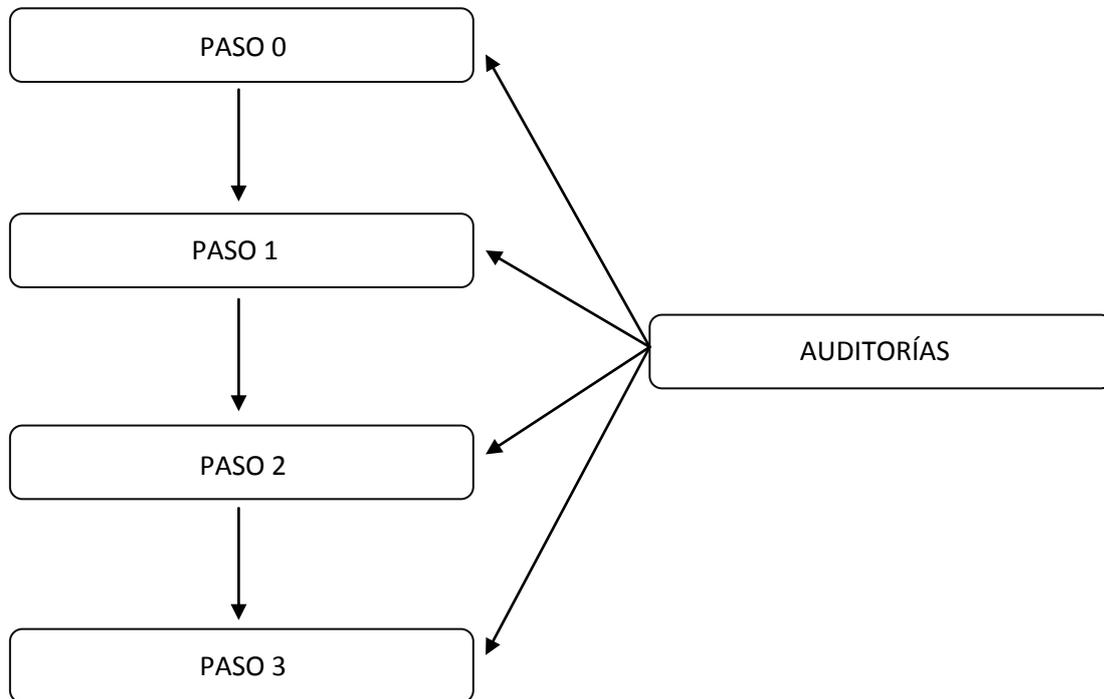


Figura 1.1. Fases de desarrollo de un proyecto Paso 3 de MP. Fuente: elaboración propia.

1.4. Estructura de descomposición del proyecto (EDT)

Todas las actividades del proyecto que comprenden los Pasos 0, 1, 2 y 3 han sido llevados a cabo por la autora del Trabajo Final de Grado, sin embargo, las auditorías han sido realizadas por un equipo de la empresa Placo externo al proyecto y que es experto en World Class Manufacturing.

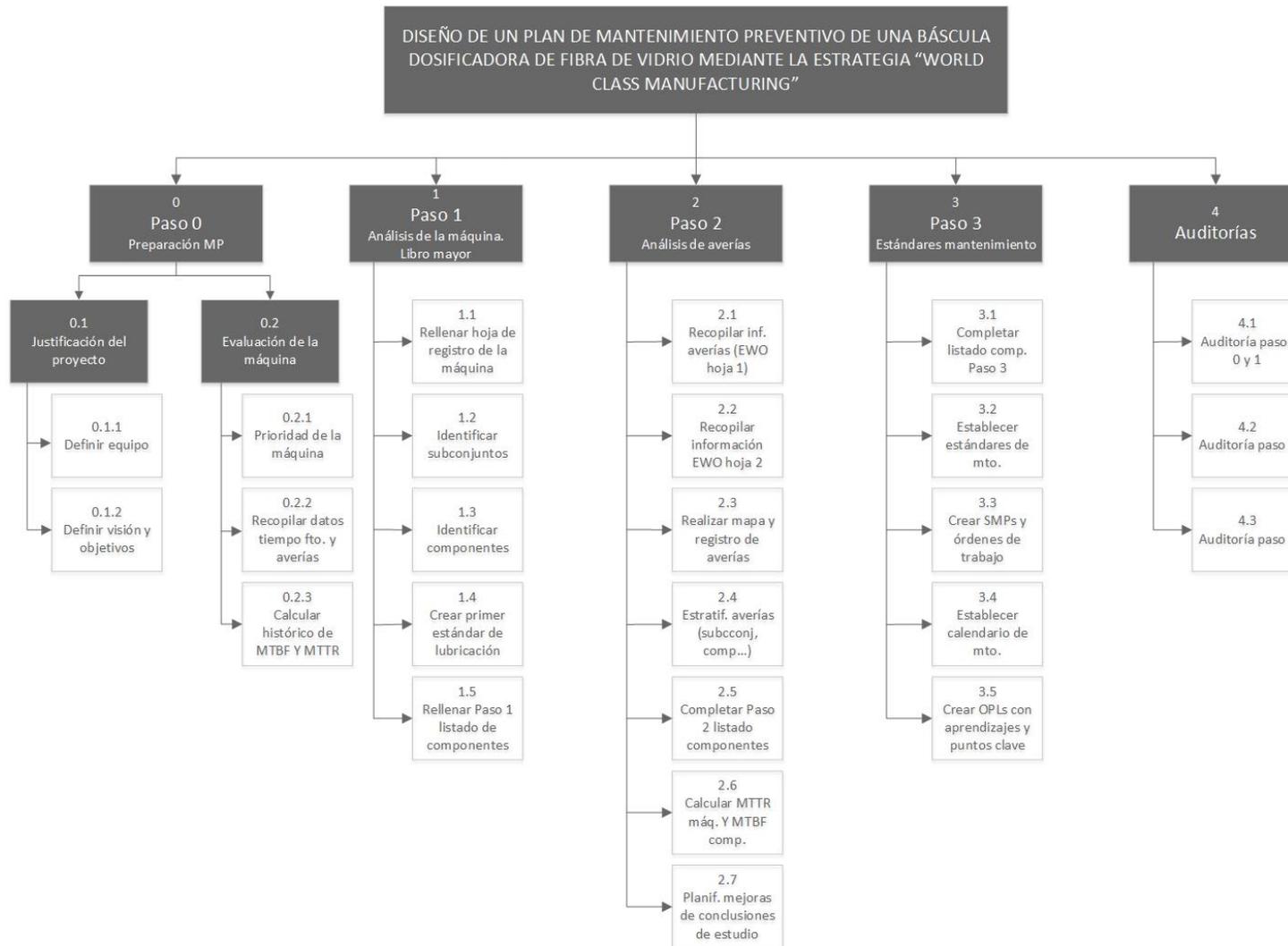


Figura 1.2. Estructura de descomposición del proyecto. Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

World Class Manufacturing (WCM) es una estrategia de mejora continua. Nació en Estados Unidos pero fue en Japón, concretamente en la fábrica Toyota, donde fue implantado, como evolución del término TPM (Total Productive Maintenance –Mantenimiento Total Productivo), a principios de los años 80. Debido a la necesidad de hacer resurgir la industria del país que atravesaba un periodo de decadencia desde la Segunda Guerra Mundial. El término WCM fue usado por primera vez en 1984. (Rubrich & Watson, 2004; Schonberger, 1996; Todorovil et al., 2013).

Algunas de las empresas fabricantes más importantes del mundo tienen implementado el sistema de World Class Manufacturing, ya que WCM es sinónimo de excelencia mundial: con esta estrategia se busca ser los mejores del mundo, estar por encima de la competencia.

Con la aplicación de WCM, las empresas pretenden conseguir ser la opción preferida de los clientes ofreciendo precios competitivos con costes competitivos. *Una fábrica exitosa es una fábrica que mantiene como esencial mantenerse cerca del cliente* (Rubrich & Watson, 2004). Por eso WCM se basa en priorizar la satisfacción del cliente ante el producto o el servicio dado, y esto se consigue a través del refuerzo del trabajo en equipo, y cuando todos en él se centran en la satisfacción del cliente. (Rubrich & Watson, 2004).

Además de ser la opción preferida, World Class Manufacturing tiene cuatro metas principales:

- Que en las fábricas haya cero accidentes. La seguridad es el objetivo primordial, ninguna persona debe sufrir ningún daño. También es importante que no ocurran accidentes ambientales. (Cero Accidentes).
- Que no ocurra ninguna avería en los equipos. (Cero Averías).
- El producto fabricado o vendido por la empresa no puede tener ningún defecto. (Cero Defectos).
- Las mermas o pérdidas de producto han de ser nulas. (Cero Mermas).
- El stock almacenado debe ser cero. Es decir, ha de fabricarse lo que se va a vender, ni más ni menos. (Cero Stock).

Con el cumplimiento de estos objetivos, se logrará eliminar pérdidas económicas asociadas a paros, calidad y costes. (Sisson, 2009).

Este sistema de mejora continua no sólo se centra en el perfeccionamiento del proceso y la maquinaria, sino que involucra a todos los empleados de la compañía, desde los operarios hasta el más alto director, a la vez que todos los sectores y los departamentos que la componen. Promueve la formación ininterrumpida de los empleados, con el fin de mejorar sus conocimientos y entrenamiento lo máximo posible. Con ello pretende cambiar la cultura de la empresa, consiguiendo así una plantilla que constantemente aspire a “saber más” y así conseguir la mejora de la eficiencia de toda la fábrica. (Rubrich & Watson, 2004).

Como se ha mencionado anteriormente, World Class Manufacturing es una evolución del Mantenimiento Productivo Total (TPM), que se basa en cuatro pilares:

- Mejora Focalizada
- Mantenimiento Autónomo
- Mantenimiento Profesional
- Mantenimiento en la Concepción

Con el desarrollo del WCM a estos cuatro se incluyeron otros seis más, dando lugar a diez pilares fundamentales:

- Seguridad, Higiene y entorno de trabajo
- Medioambiente (prevención de riesgos)
- Orientación al cliente
- Calidad y Control de Proceso
- Desarrollo del Personal
- Reducción de Costes

Todos estos pilares se sustentan con la implicación del personal, la medida, comunicación, estandarización y documentación.

De estos diez pilares, por encima de la reducción de costes y averías por ejemplo, que podrían ser a priori los objetivos principales de cualquier fábrica, el más importante de todos es la seguridad. Las personas están por encima de cualquier otra meta. (www.saint-gobain.com).

Otro de los pilares más importantes es el mantenimiento, y en concreto Mantenimiento Profesional. Se centra en su aplicación a la maquinaria que compromete la seguridad de los trabajadores, la que afecta al flujo continuo de la producción y la que compromete la eficiencia energética de la planta o el proceso.

Los objetivos del mantenimiento son:

- Seguridad.
- Fiabilidad: la máquina debe arrancar cuando se le dé la orden de arranque y no para hasta que se le da la orden de paro.
- Rendimiento: la máquina produce la cantidad de producto bueno a la primera.
- Disponibilidad: la máquina está parada el mínimo tiempo posible para mantenimiento.
- Optimización del coste.

Hay dos tipos de mantenimiento: planificado y reactivo no planificado (actúa cuando ya ha ocurrido la avería, en realidad no es mantenimiento en sí).

Dentro del mantenimiento planificado se encuentra: preventivo, hasta rotura, centrado en la mejora de la vida útil (predictivo). El mantenimiento preventivo puede ser:

- 1) Mantenimiento Autónomo. Consiste en prevenir que la maquinaria no opere fuera de las condiciones básicas. Realizarán tareas simples de limpieza, ajuste y lubricación transferidas a rutinas diarias del personal que opera en la máquina.
- 2) Mantenimiento Basado en el Tiempo (TBM -Time Based Maintenance-). Se llevarán a cabo tareas de comprobación, inspección, lubricación, cambio... programadas en un calendario.
- 3) Mantenimiento Basado en la Condición (CBM -Condition Based Maintenance-). Mantenimiento centrado en la monitorización de variables o información, las acciones se llevan a cabo cuando hay evidencia de comportamientos anormales.

(Sisson, 2009).

En el proyecto que se va a desarrollar a lo largo de este Trabajo Final de Grado se planearán tareas tanto de Mantenimiento Autónomo, como Basado en el Tiempo y algunas de Basado en la Condición.

CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA DENTRO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLACA DE YESO LAMINADO MODELO HABITO

La placa de yeso laminado se utiliza para sustituir los tabiques de ladrillo, aunque también tiene otros usos, como por ejemplo para techos. Las ventajas de la placa frente al ladrillo son las mayores prestaciones acústicas y frente al fuego que ofrece, la mayor velocidad con la que se construye, y que son más ligeras y sostenibles, ya que se pueden reciclar.

El proceso de producción de placa de yeso laminado es el siguiente:

- Extracción del yeso, como materia prima de la cantera.
- Transporte a molienda donde se reduce considerablemente el tamaño de la roca extraída.
- Transporte hasta un horno-molino que se encarga de reducir el yeso a polvo a la vez que lo calcina.
- El yeso pasa al mezclador (“mixer”) donde se le añade agua y el resto de los aditivos, tanto sólidos como líquidos, (dependiendo del tipo de placa que se esté fabricando serán unos u otros: fibra de vidrio, fluidificante, polímero, almidón, barita, retardante del fraguado...).
- A la salida del mezclador se obtiene la pasta, que se coloca entre dos láminas de papel dando lugar a la placa de yeso laminado.
- La placa avanza sobre una banda durante un recorrido de 250 metros en el que se produce su fraguado.
- Introducción de la placa en el secadero donde se le elimina la humedad restante para obtener las características finales de la placa.
- Corte a la medida requerida, apilado de las placas, paletizado y embalaje de los paquetes. Se obtiene la placa lista para ser comercializada.

La Figura 3.2. muestra el diagrama del proceso.

La báscula dosificadora de fibra de vidrio objeto del proyecto interviene únicamente en el proceso de producción de un tipo de placa llamada Habito.

La placa Habito es un nuevo producto de Placo y es considerada como una gran revolución dentro del mundo de la placa de yeso laminado. Supone una innovación debido a que mejora las prestaciones de otros tipos de placa, puesto que es muy resistente a los impactos, tiene una gran capacidad de carga y un fuerte aislamiento acústico. Además presta alto aislamiento térmico y elevada resistencia al fuego.

El campo de aplicaciones de la placa Habito es muy amplio: tabiquería, trasdosados y techos en interiores de viviendas, colegios, hospitales, edificios comerciales e industriales, oficinas...

Otras ventajas que ofrece Habito son las siguientes:

- Presenta un acabado listo para pintar.
- Se puede atornillar directamente sobre la placa sin necesidad de usar un taco para anclar muebles, colgar cuadros, etc.
- A pesar de sus prestaciones, se puede cortar simplemente con un cutter y además su instalación es sencilla, se realiza igual que cualquier otra placa de yeso laminado estándar: atornillada a perfiles metálicos y con tratamiento de juntas (entre placa y placa) con cinta de papel microperforado y pasta de juntas.

Algunos ejemplos de las prestaciones mecánicas que ofrece Habito son las siguientes:

- Peso de 12,2 kg/m², bastante ligero para las prestaciones que ofrece, puesto que una placa estándar sin características adicionales solamente pesa un poco menos.
- Capacidad de carga rasante de hasta 90 kg y carga excéntrica de hasta 70 kg.
- Carga de rotura a flexión longitudinal de 1000N y transversal de 400 N.

La fibra de vidrio que dosifica la báscula sobre la que se va a realizar el plan de mantenimiento a lo largo del proyecto es utilizada únicamente para fabricar la placa Habito (es un aditivo exclusivo de ella), de ahí que la máquina se use nada más que para su elaboración. Y puesto que Habito es un producto nuevo en el mercado, aún no se han alcanzado niveles de producción altos; solamente se realiza una fabricación de 50.000 m² cada mes y medio, aproximadamente, y se trabaja entre ocho y diez horas seguidas.

La máquina se encuentra instalada en la zona de aditivos sólidos de la fábrica y está situada entre dos pisos. En la planta de arriba podemos encontrar una gran tolva, donde se descargan los sacos ("big bags") con la fibra de vidrio, y el resto de la máquina se encuentra en la planta de abajo. De la tolva superior, la fibra pasa a una tolva (o tolván) más pequeña y de ahí a una cinta transportadora situada sobre una célula de carga que se encarga de pesar la cantidad de material que está pasando por ella. En función de la consigna que se le establece a la máquina mediante el programa informático de la planta y la cifra calculada por la célula de carga, la cinta transportadora gira a una velocidad determinada para dosificar la cantidad de fibra requerida hacia otra cinta transportadora, que la llevará a la que se encarga de transportar los aditivos sólidos hasta el mezclador ("mixer"). La máquina cuenta con dos motores, más células de carga además de la que pesa la fibra sobre la banda, sensores inductivos y capacitivos y otros componentes que se explicarán con mayor detalle en los siguientes capítulos.



Figura 3.1. Báscula dosificadora de fibra de vidrio. . Fuente: Saint Gobain Placo Ibérica.

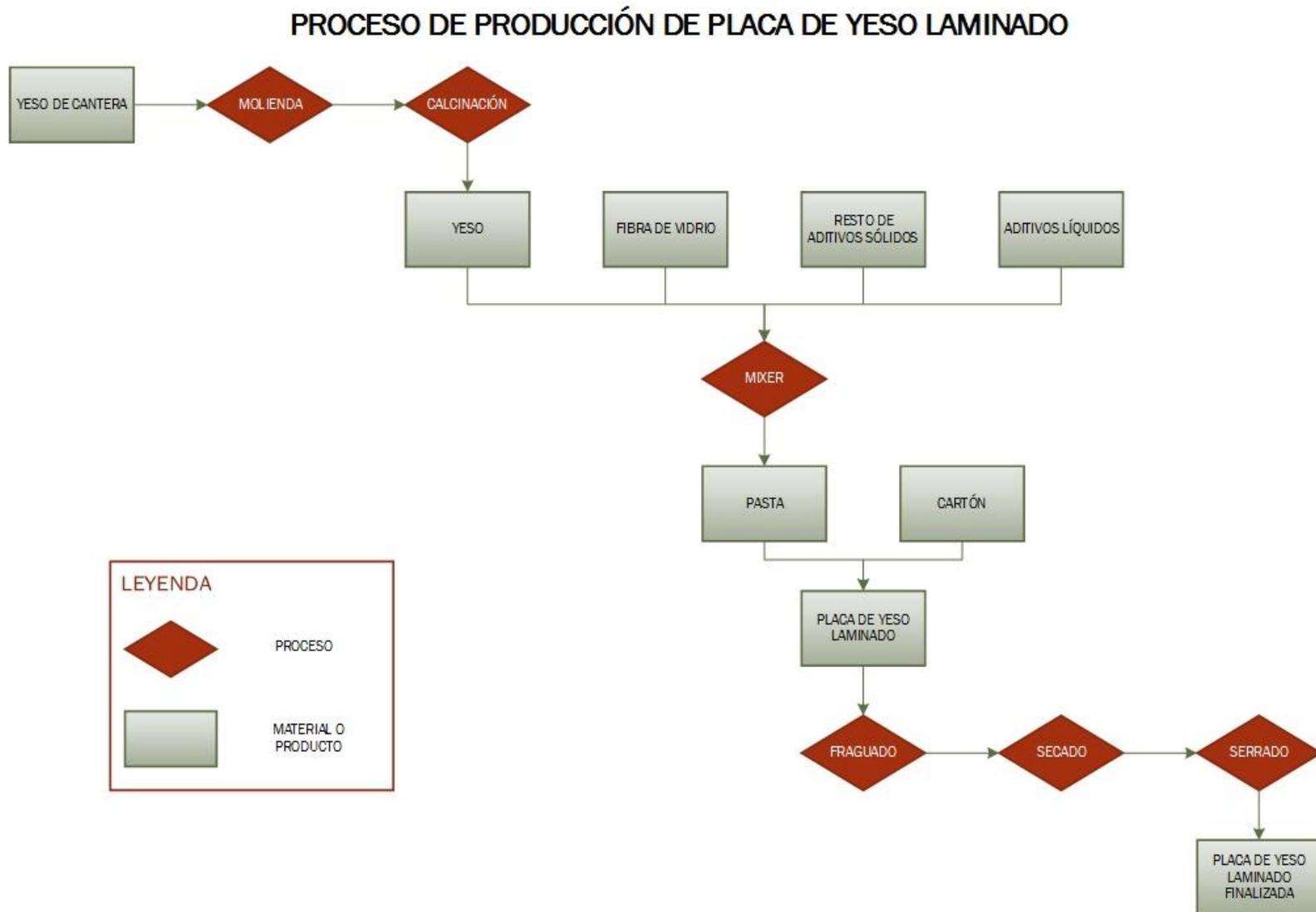


Figura 3.2. Proceso de producción de placa de yeso laminado. Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO 4: APLICACIÓN DE WORLD CLASS MANUFACTURING AL MANTENIMIENTO DE LA BÁSCULA

4.1. Paso 0: Preparación para el mantenimiento profesional

El Paso 0 está dedicado a la preparación del equipo de mantenimiento para llevar a cabo el Mantenimiento Profesional.

En él se establece el equipo de personas que participarán en las tareas del proyecto, de qué actividades se encargará cada uno y cuándo las realizarán. También se realiza un análisis global de la máquina para conocer cuál es la importancia del mantenimiento de la máquina en relación con el resto de las que hay en la fábrica. Después se hace un análisis de tiempos de funcionamiento, de averías y de reparación de la máquina. Por último se mide en qué nivel se están cumpliendo los objetivos del proyecto.

4.1.1. Visión y requisitos

a) VISIÓN

Desde el punto de vista del departamento de mantenimiento la finalidad del proyecto es: establecer unos procedimientos de mantenimiento que eliminen y prevengan el deterioro forzado de la máquina incrementando la vida de la misma con el mínimo coste posible. El deterioro forzado es deterioro provocado, ocurre de una forma más rápida que el deterioro natural del equipo o componente, y se puede producir por su inadecuada utilización, por falta de establecimiento de las condiciones básicas (limpieza, lubricación...) y por la falta de corrección del deterioro natural.

b) REQUISITOS

Podemos distinguir dos tipos de requisitos: durante la realización del proyecto y durante el mantenimiento que se lleve a cabo a lo largo de los 5 años de aplicación del mismo.

- Requisitos del proyecto

Los requisitos que se pretenden alcanzar durante la realización del proyecto son los siguientes:

- 0 accidentes y 0 incidentes. Según World Class Manufacturing lo más importante es la seguridad de las personas, por lo que la ausencia de daños a las personas que participen en el proyecto es primordial. También es importante evitar, en la medida de lo posible, los sucesos que alteren el transcurso del proyecto.
- Precisión $\pm 0,5\%$ del caudal nominal de la máquina. Las desviaciones del caudal que se le pide en consigna a la máquina y el que dosifica debe variar como máximo (y mínimo) tan solo un $0,5\%$. Así se podrá asegurar una cantidad de fibra de vidrio en la placa acorde con la necesaria.
- 2 meses para la realización del proyecto. El plan del proyecto de mantenimiento profesional se establecerá en 2 meses, es decir, en ese tiempo se deben haber completado todos los pasos del proyecto. No obstante, las revisiones del mismo deben ser periódicas para poder asegurar que esté actualizado.

- Requisitos del mantenimiento

Los objetivos del mantenimiento durante el periodo en el que se llevan a cabo los trabajos están enfocados al ahorro económico.

- Evitar que no haya ningún rechazo de placa por avería de la báscula. Es decir, que los metros cuadrados de producto que se desechen sean nulos.

Lograr que no haya ninguna parada del proceso durante la fabricación de placa Habito por avería, ya que es la única en la que interviene la máquina.

4.1.2. Equipo de mantenimiento

En este apartado se establece quiénes son los componentes que forman el equipo del proyecto, cuál es su puesto en la empresa, qué papel desempeñan en el proyecto; y cuáles son las normas que se establecen entre ellos.

EQUIPO DEL PROYECTO

- Celia Sánchez: Ingeniera becaria de mantenimiento. Directora del proyecto: se encarga de elaborar la planificación y los documentos que componen el trabajo.
- José Ramón Argüeso: Ingeniero responsable de mantenimiento. Responsable de que se cumplan los plazos del proyecto y de la asignación de recursos.
- Jorge Martín: Ingeniero eléctrico de mantenimiento. Su función dentro del equipo será la supervisión de la documentación del proyecto.
- Diego Budria: Técnico de mantenimiento. Presta apoyo en la elaboración del libro mayor (conjunto de documentos de análisis de la máquina por subconjuntos y componentes) y en los estándares de mantenimiento.
- Rafael Calderón: Multiexperto. Líder del proyecto de Mantenimiento Autónomo (MA): se encarga de transferir conocimientos y las tareas de MA a los operarios que trabajan en la zona de la máquina.

NORMAS DEL EQUIPO DEL PROYECTO

Establecidas por consenso entre todos los miembros del equipo.

Son las siguientes:

- a) Revisión del plan de proyecto semanalmente.
- b) Realizar semanalmente reuniones de equipo.
- c) Ayudar a los otros miembros del equipo cuando será necesario.
- d) Escuchar las ideas de todos para obtener la mejor.
- e) Realizar al menos una auditoría por cada paso del proyecto. La auditoría es la herramienta clave para asegurar los resultados del proyecto, ya que en ella los documentos son revisados por expertos.

4.1.3. Cronograma del proyecto

El cronograma del proyecto es una representación de las actividades del proyecto que hay que ir realizando para cada Paso de MP, relacionadas con fechas planificadas, duraciones, hitos y recursos. Comprende desde el día once de Julio de 2016 al cuatro de Septiembre de 2016, y también la semana del tres al siete de Abril de 2017, semana en la que se realizó una revisión del Paso 2 del mantenimiento de la báscula.

Cabe destacar que en la semana del quince al veintiuno de Agosto no hay planificación de avance de este proyecto debido a que la fábrica se encuentra en parada de mantenimiento y todo el equipo está trabajando en ello. La semana siguiente también corresponde a parada de mantenimiento pero sí que se ha podido avanzar en el proyecto.

En la parte superior del plan aparecen los componentes del equipo y los días en los que se ha llevado a cabo el proyecto, marcados con una "V" si son días libres o vacacionales para cada uno de los componentes. Con esto se pretende llevar un registro de los días en los que los integrantes del grupo tienen acceso a la máquina y al proyecto, y a partir de ahí saber si se puede o no contar con ellos para la participación en las actividades que lo forman.

En la parte izquierda del cronograma se establece el listado de tareas o actividades que componen el proyecto ordenadas por Pasos (del 0 al 3), así como las auditorías.

Para cada actividad se marcarán las casillas en dos filas del calendario (fila "Plan" y fila "Actual"). Las casillas de la fila "Plan" que están marcadas son de color gris para indicar que está planeado realizar la actividad (o parte de ella) ese día; y las de la fila "Actual", en color azul, si la actividad se ha realizado a tiempo, es decir, en el día planificado (estará debajo de una casilla gris) o antes de lo planificado, o en color rojo si la actividad se ha completado posteriormente a lo planificado. También se incluye un recuento, junto al nombre de la actividad, de casillas coloreadas, es decir, número de días en los que se ha planeado realizar una actividad, y número de días en los que se ha realizado. Al final de cada paso se ha añadido la suma total de días planificados y de días completados.

Es importante tener en cuenta que este calendario no recoge las horas al día que se está trabajando en una actividad, por eso puede ser que haya actividades más largas de hacer que tengan menos días establecidos. Esto será porque habrá días que se esté trabajando más horas que otros en elaborar un documento.

A continuación se detallarán todas las actividades que componen el proyecto, separadas por Pasos, además de las auditorías que hay que realizar al final de cada Paso. La explicación de en qué consiste cada actividad se realizará en capítulos posteriores.

a) PASO 0

1. Justificación del proyecto

- Definir equipo: se ha planeado realizar la tarea en un día y se ha completado ese mismo día.
- Definir visión y objetivos: se ha planeado hacerlo en un día, pero se ha completado en tres debido a revisiones con otros integrantes del equipo y después de una auditoría.
- Planificar pasos y recursos: es la elaboración del propio plan de proyecto. Se ha establecido su realización en dos días. No se cumple porque a lo largo del proyecto se hacen replanificaciones.

2. Evaluación de la máquina

- Prioridad de máquina: se ha planeado elaborarla en dos días (uno de ellos después de la auditoría para consultar a los expertos) y se ha cumplido.
- Recopilar datos de tiempo de funcionamiento y averías: se planea realizar la tarea en tres días, dos de ellos en la revisión del proyecto de Abril de 2017 porque en el primer día se comprueba que no ha habido ninguna avería aún. Los plazos se han cumplido correctamente.
- Calcular histórico de MTBF y MTTR: se ha planeado realizarla en cuatro días al principio del proyecto, pero de ellos sólo se cumple uno porque, al igual que ocurre con la actividad anterior, no hay datos disponibles debido a la ausencia de averías. Se establecen dos días más en abril de 2017 para poder realizara, cumpliéndose el nuevo plazo.

b) PASO 1

1. Crear el libro mayor

- Rellenar hoja de registro de la máquina: al ser una actividad simple y corta, se ha planeado llevarla a cabo en un día, ese día se cumple, pero se añade otro más de trabajo en ella debido a un dato sugerido en la auditoría del Paso que se incluye en ella.
- Identificar subconjuntos: se establece un plazo de cinco días para su realización y se cumple a tiempo.
- Identificar componentes: tarea larga y complicada, por eso se planea realizar durante doce días los cuales se cumplen pero hay una modificación después de la auditoría del Paso.
- Crear primer estándar de lubricación: planeado para realizarlo en 8 días que se cumplen correctamente.
- Rellenar listado de componentes Paso 1: probablemente la actividad más larga de todo el proyecto. Se establecen, primero diez días para su elaboración (se cumplen) y luego otro día después de la auditoría que se retrasa y se lleva a cabo durante dos días (debido a la parada de mantenimiento de la fábrica).

c) PASO 2

Para las actividades de este Paso (análisis de averías) se planean varios días de trabajo en el mes de Agosto de 2016, pero al comenzar con la primera, se descubre que no ha habido ninguna avería o parada en la máquina, por lo que no se cumple ningún día de esta planificación. En Abril de 2017, en la revisión del proyecto, se vuelven a planificar dos días para el Paso, y ya sí se cumplen.

- Recopilar información de averías (EWOs hoja 1).
- Recopilar información EWOs hoja 2.
- Realizar mapa y registro de averías.
- Estratificar averías (subconjunto, componente, causa...).
- Completar Paso 2 de listado de componentes.
- Calcular MTTR máquina y MTBF componente.
- Planificar mejoras de las conclusiones del estudio.

d) PASO 3

- Completar listado de componentes Paso 3 (tipo de mantenimiento): se planifican tres días al principio de la segunda semana de parada de mantenimiento, sin embargo no se consigue avanzar esos días pero sí dos días de la semana anterior a la parada y también dos días posteriores a la planificación.
- Establecer estándares de mantenimiento: se han planificado diez días para llevar a cabo la tarea y se ha completado a tiempo.
- Crear SMPs y órdenes de trabajo: se han establecido siete días para llevar a cabo la actividad (los cinco laborables de la segunda semana de parada y dos días de la siguiente semana). Sólo se ha trabajado (y completado a tiempo) los dos días posteriores a la parada.
- Establecer calendario de mantenimiento: se ha planificado realizar la actividad en ocho días y finalmente se ha completado en menos, cinco días, y cumpliendo plazos.
- Crear OPLs con aprendizajes y puntos clave: se han establecido cuatro días para elaborar los documentos y finalmente se han hecho en los dos días últimos.

e) AUDITORÍAS

- Auditoría Pasos 0 y 1: para el Paso 0, al ser corto y con poca información relevante se decide auditarlo junto con el Paso 1. Se planea la auditoría para el día doce de Agosto de 2016 y se cumple.
- Auditoría Paso 2: se planifica para el día veintiséis de Agosto, pero debido a la ausencia de información en el Paso 2, se lleva a cabo el siete de Abril de 2017.
- Auditoría Paso 3: se establece y realiza el día treinta y uno de Agosto de 2016.

Este documento corresponde al Anexo I.

4.1.4. Evaluación de la máquina

4.1.4.1. Prioridad de la máquina

Con la elaboración de este documento se calcula una puntuación de criticidad de la báscula y así se clasifica entre el resto de las máquinas de la fábrica según su prioridad de mantenimiento. Esto sirve para hacer un buen uso de los recursos de mantenimiento, ya que son limitados; además con ello conseguimos alinear los objetivos de mantenimiento con los de la planta. A mayor puntuación obtenida, mayor grado de criticidad de la máquina. Lo que significa que un fallo en ella tendría una influencia alta en el transcurso del proceso de fabricación de placa de yeso laminado, incluso lo más probable es que produjera su parada; por lo que a mayor prioridad, mayor importancia de mantenimiento.

La clasificación de las máquinas se hace en cuatro grupos, de mayor a menor criticidad: AA, A, B y C. Sin embargo, esta clasificación por grupos de los equipos de la fábrica no entra dentro del alcance de este proyecto.

El método para calcular esta puntuación se llama "TDPC" debido a que tiene en cuenta cuatro conceptos: Tiempo de reparación (T), Grado de influencia (D), Probabilidad de fallo (P), Criticidad del equipo (C). Estos conceptos incluyen varios criterios para hacer el cálculo.

1. Tiempo de reparación (T)

- *Tiempo medio de reparación (MTTR -“Mean Time To Repair”-)*. Es un cálculo aproximado, que se hace antes de analizar las averías de la máquina, de cuál sería el tiempo medio que se tardaría en arreglar una avería de la báscula ocurrida durante su funcionamiento. La puntuación puede ir de 5 (menos de media hora de reparación) a 35 (más de veinticuatro horas de reparación). La puntuación que se le ha asignado es 8, porque se calcula que el tiempo medio de reparación sería unas tres horas aproximadamente.

2. Grado de influencia (D)

- *Carga de la máquina*. Es el porcentaje de tiempo que hay producción de placa de yeso laminado en general (no sólo Habito) en que la máquina tiene que estar en marcha. Va de 1 (menos del 60% del tiempo funcionando) al 5 (100% del tiempo funcionando). Como es una máquina que trabaja alrededor de diez horas cada mes y medio y la fábrica está en marcha las veinticuatro horas de todos los días de la semana, la puntuación que recibe para este criterio es un 1.
- *Efecto calidad producto (Índice de Calidad)*. Evalúa si la placa es buena en caso de que haya un fallo en la máquina. Si no produce ningún efecto en el producto se puntúa con un 1 y con un 5 si el defecto de calidad puede ser mayor del 10%. La puntuación que se le ha dado es un 5, debido a que la fibra de vidrio es un aditivo esencial para garantizar las características especiales de la placa Habito.
- *Coste de fallo de calidad (reclamación del cliente)*. Valora la cantidad económica que pueda ser reclamada por el cliente en caso de que se produzca un fallo en la báscula. Si la reclamación es superior a doscientos cincuenta mil euros, la puntuación será un 5, y si es menor de doscientos cincuenta euros, será un 1. La puntuación asignada corresponde a un 5 puesto que, como se ha mencionado anteriormente, un fallo en la máquina y por consiguiente, una incorrecta dosificación de fibra de vidrio provocará grandes defectos de calidad de la placa, y esto podría llevar a la devolución por parte del cliente.
- *Pérdidas energéticas*. Puntúa hasta qué punto un fallo o mal funcionamiento de la máquina provoca pérdidas de gas o electricidad (económicas). Si las pérdidas son mayores a cuatro mil euros la puntuación será de 5, y si son menores de doscientos cincuenta euros, de 1. Se le ha asignado un 1 a este criterio puesto que no es una máquina que consuma gas y que el gasto de energía eléctrica en caso de fallo no sería alto.
- *Impacto en el rendimiento*. Corresponde al porcentaje de placa que habría que desechar en caso de que hubiera fallo en la báscula. Si la pérdida de la línea de producción es mayor del 0,1%, la puntuación será 5, y si es menor al 0,01%, se le asignará un 1. Una incorrecta dosificación de fibra de vidrio podría provocar el rechazo de toda la tirada de placa Habito que se esté fabricando, por lo que la puntuación asignada es de 5.
- *Efecto en la seguridad*. Evalúa si un fallo de la máquina pone en riesgo la seguridad de las personas. Una puntuación de 5 corresponde a un riesgo elevado, y una puntuación de 1 se asigna si no hay riesgo. Puesto que es una máquina que está muy bien protegida y es prácticamente imposible acceder al mecanismo sin ser desmontada, un

fallo en ella no pondría en riesgo la seguridad de las personas, por eso la puntuación obtenida es un 1.

- *Efecto ambiental.* Valora si un fallo en la máquina implica repercusiones medioambientales por fugas de polvo, aceite, exceso de CO₂... Si la repercusión es elevada se puntúa con 5 y si es nula, con 1. La báscula se ha puntuado con un 1 en este criterio porque un fallo en ella y fuga de material o aceite de los motores no repercute seriamente en el medioambiente.

3. Probabilidad de fallo (P)

- *Frecuencia de parada (MTBF -“Mean Time Between Failure”-).* Mide la cantidad de veces al mes en que se produce paradas de la máquina por fallo. La puntuación puede ir de 5, si es menos de una vez al mes, a 35 si el número de paradas es mayor a cuatro veces por mes. Se le ha puntuado con un 5 ya que al elaborar este documento no había ocurrido ninguna parada por avería aún de la máquina, pero después de realizar el Paso 2 no ha sido necesario modificarlo porque solamente ha habido una parada (como se verá en capítulos posteriores) en el año transcurrido desde la puesta en funcionamiento de la báscula.

4. Criticidad del equipo (C)

- *Criticidad respecto de parada de la línea.* El último criterio evalúa en qué zonas de la planta provocaría paradas un fallo de funcionamiento de la báscula. Si no hay impacto la puntuación será 0; si el impacto es en la línea de producción de placa y menor a veinticuatro horas la puntuación es 40, y 60 si es mayor a veinticuatro horas; si el impacto va más allá de la línea (molienda, reciclaje, oficinas...) y menor a veinticuatro horas se puntúa con 80, y mayor a veinticuatro horas, 100. La puntuación que se le ha dado es de 40.

PUNTUACIÓN TOTAL

Sumando las puntuaciones anteriores se obtiene una totalidad de setenta y dos puntos. Esta puntuación sitúa a la báscula en el grupo “B” de resultados de priorización de la máquina. A pesar de ser una máquina muy importante, como trabaja muy pocas horas al mes porque sólo participa en la fabricación de Habito, la puntuación obtenida no es tan alta como cabría esperar. En futuras revisiones del proyecto, cuando haya más producciones al mes de este tipo de placa, la máquina ascenderá en la lista de priorización hasta el grupo “A” o “AA”.

El documento puntuación de criticidad de la máquina se adjunta en el Anexo II.

4.1.4.2. Evaluación del funcionamiento de la máquina

En este documento se hace una recopilación de los tiempos de funcionamiento de la máquina, las averías que ha sufrido y cuánto tiempo de parada ha supuesto cada una de ellas. Además se analiza y calcula el tiempo medio entre averías (MTBF -Mean Time Between Failure-) y el

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo de una báscula dosificadora de fibra de vidrio mediante la estrategia World Class Manufacturing

tiempo medio de reparación (MTTR –Mean Time to Repair-) correspondiente a cada mes en que ha habido producción de placa Habito. Estos datos se recogen en la Tabla 4.1.

Fecha	Tiempo real de marcha de la máquina (horas)	Nº Averías	Tiempo de Averías (horas)	MTBF 12m (horas)	MTTR 12m (horas)	MTBF 12m obj. (horas)
Inicio abr-16	8	0	0,0	8,0	0,0	8,0
may-16	9	0	0,0	9,0	0,0	9,0
jul-16	10	0	0,0	10,0	0,0	10,0
sep-16	10	0	0,0	10,0	0,0	10,0
oct-16	10	0	0,0	10,0	0,0	10,0
dic-16	10	0	0,0	10,0	0,0	10,0
ene-17	10	0	0,0	10,0	0,0	10,0
mar-17	8	1	2,0	8,0	2,0	10,0
abr-17	8	1	2,0	8,0	2,0	10,0

Tabla 4.1. Evaluación del funcionamiento de la máquina. Fuente: elaboración propia.

- *Tiempos de funcionamiento de la máquina*

Desde la puesta en marcha de la máquina en el mes de Abril de dos mil dieciséis hasta la fecha de la última revisión del proyecto (Abril de dos mil diecisiete), se han realizado nueve producciones de placa Habito: en Abril, Mayo, Julio, Septiembre, Octubre y Diciembre de dos mil dieciséis y en Enero, Marzo y Abril de dos mil diecisiete (una producción por cada mes de los mencionados).

En Abril y Mayo, como eran las dos primeras fabricaciones que se hacían el tiempo de marcha de la máquina fue de ocho y nueve horas respectivamente. Las siguientes cinco producciones han sido de diez horas; y en las de Marzo y Abril de dos mil diecisiete, no se han podido completar las diez horas y sólo se ha trabajado ocho en cada una debido a que estos meses se han producido averías.

- *Número y tiempo de averías de la máquina*

Los dos meses en los que han ocurrido averías han sido Marzo y Abril de dos mil diecisiete y ha sido una en cada mes. En ambas averías la máquina ha estado dos horas parada.

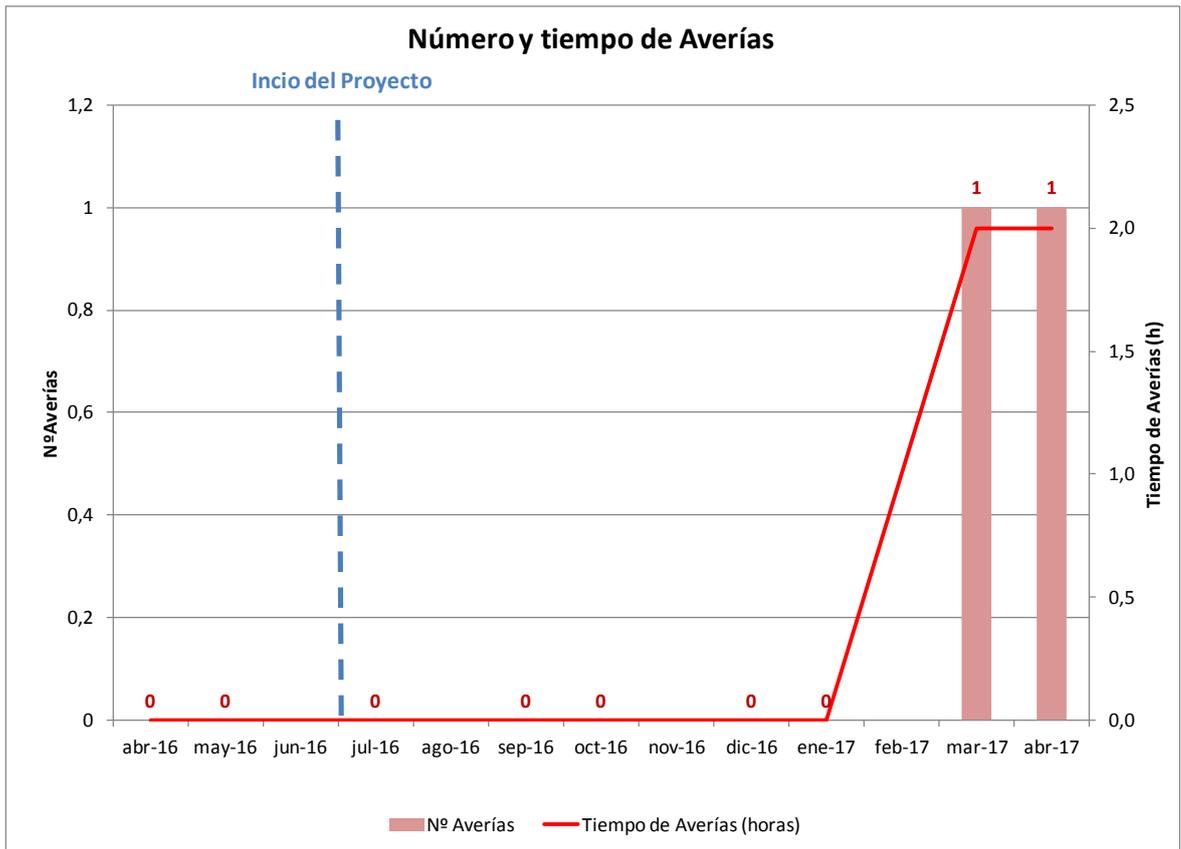


Figura 4.1. Número y tiempo de averías de la máquina. Fuente: elaboración propia.

- **Tiempo medio entre averías (MTBF)**

El tiempo medio entre averías se calcula como el tiempo real de marcha de la máquina cada mes de producción entre el número de averías totales registradas ese mes. El MTBF objetivo siempre será el tiempo de funcionamiento previsto de la máquina. Como se puede comprobar tanto en la Tabla 4.1. como en la Figura 4.2. se cumple el objetivo en los siete primeros meses de producción, ya que no hay ninguna avería; pero en Marzo y Abril de dos mil diecisiete no lo hace porque al producirse averías, el MTBT pasa de las diez horas objetivo a ocho horas.

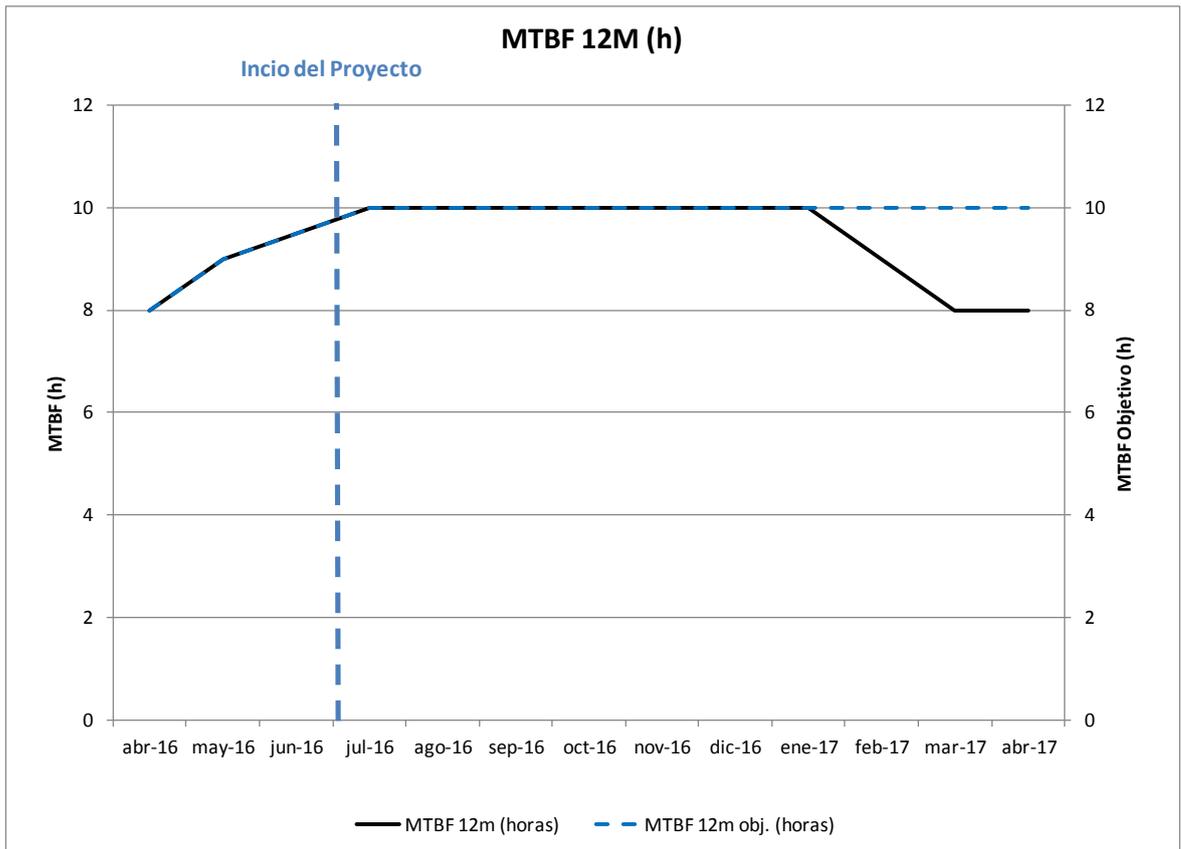


Figura 4.2. Tiempo medio entre averías. Fuente: elaboración propia.

- **Tiempo medio de reparación (MTTR)**

El tiempo medio de reparación se calcula como el tiempo total de reparación (o duración de las averías) en el mes de producción entre el número de averías registradas ese mes.

En las siete primeras producciones el tiempo medio de reparación es cero porque no se ha producido ninguna avería, y tanto en Marzo como en Abril de dos mil diecisiete, el MTTR es de dos horas (dos horas totales de reparación dividido de una avería).

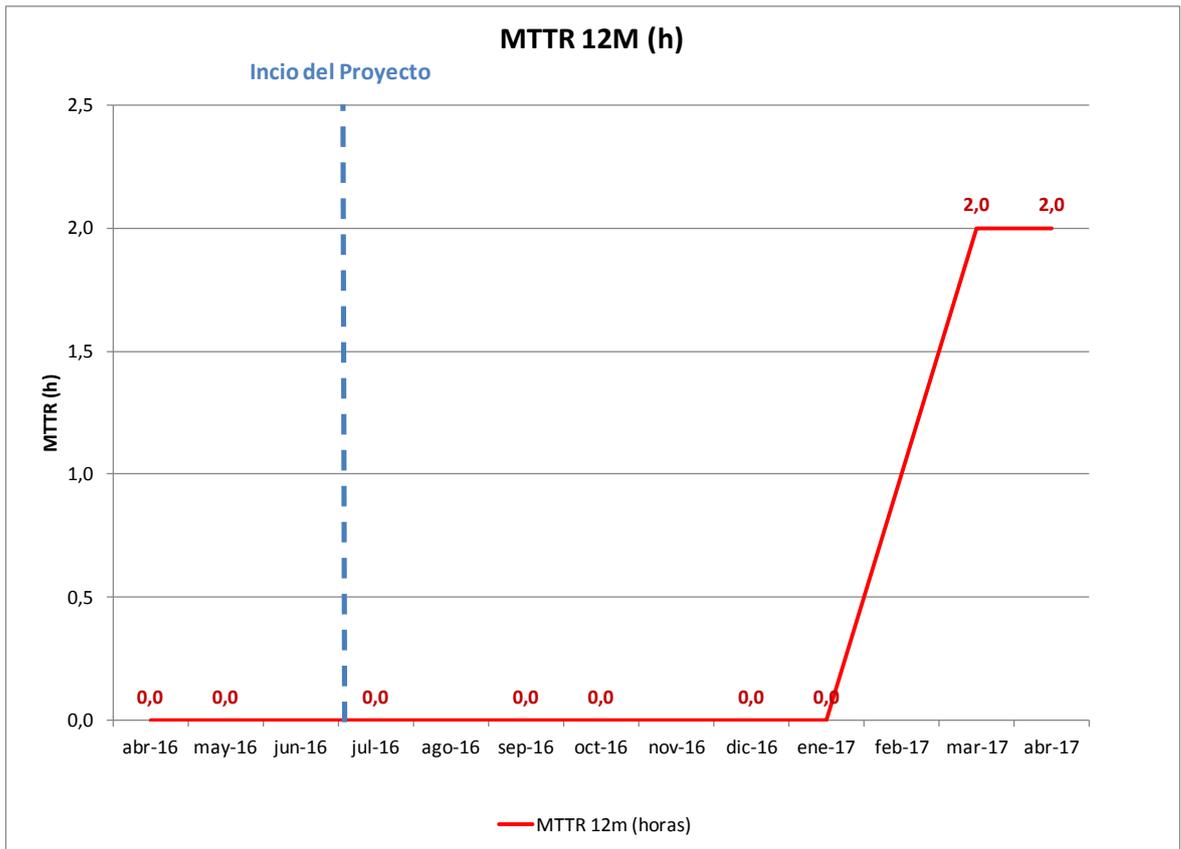


Figura 4.3. Tiempo medio de reparación. Fuente: elaboración propia.

4.1.5. Indicadores clave de desempeño (KPIs)

Los KPIs (Key Performance Indicators) son indicadores que miden el nivel de cumplimiento de los objetivos del proyecto. Evalúan si el proyecto de mantenimiento elaborado se está aplicando correctamente a la máquina y por consiguiente, que los objetivos establecidos se estén alcanzando.

Para este proyecto los KPI que se han establecido son los siguientes:

- ✓ Que las horas en las que la máquina esté funcionando coincidan con las horas planificadas. Esto es, que la máquina haya estado funcionando las diez horas aproximadamente en las que se produce placa Habito sin que haya paradas.
- ✓ Que el número de averías en la máquina sea nulo.
- ✓ Que no haya habido ningún coste de mantenimiento correctivo. Es decir, que no haya habido que aplicar mantenimiento a algún componente de la máquina porque se haya detectado un problema en él.

Hasta la fecha de finalización de este Trabajo Final de Grado han ocurrido dos paradas en la máquina por problemas que han surgido en sus componentes (más adelante se analizarán) y se ha tenido que aplicar mantenimiento correctivo para solucionarlos en ambos.

Se ha llevado a cabo una monitorización del seguimiento de KPIs que se muestra en la siguiente figura.

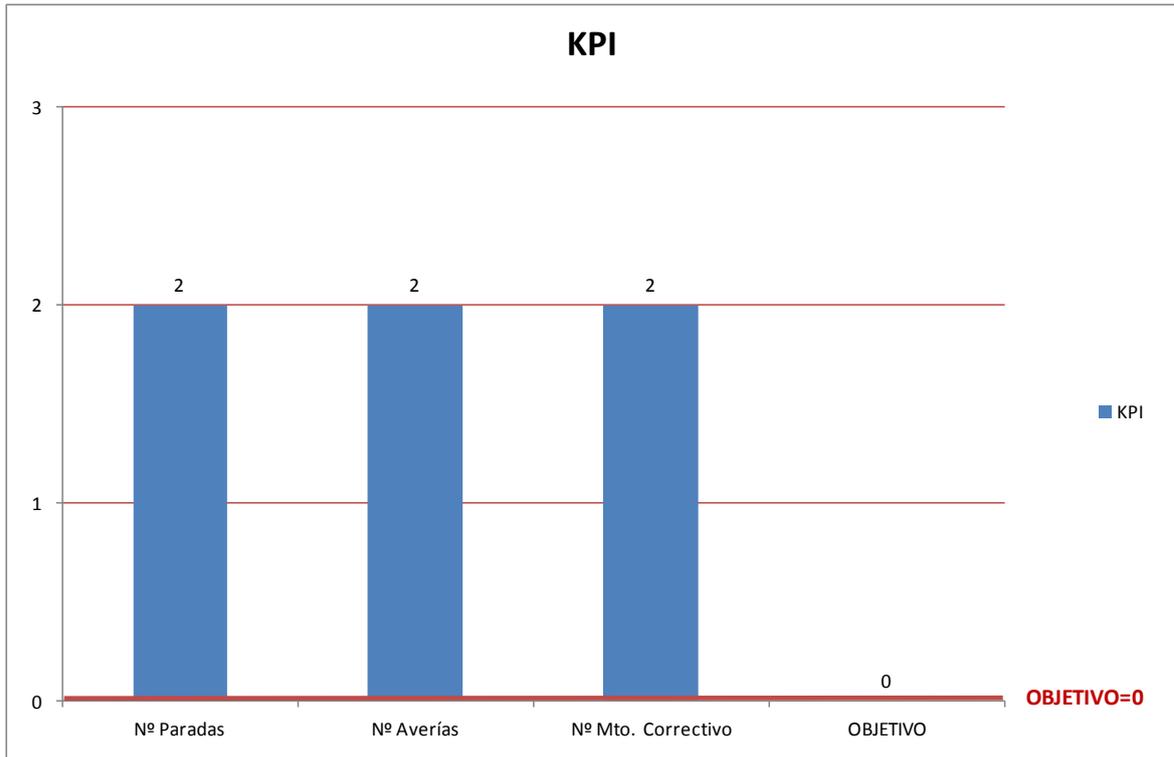


Figura 4.4. Seguimiento de KPIs. Fuente: elaboración propia.

Se puede comprobar que ha habido dos paradas, consecuencia de dos averías, además de dos aplicaciones de mantenimiento correctivo. Por lo que aunque no está en el objetivo, que es que todas las KPIs sean cero, sí que se aproximan a él.

4.2. Paso 1: Análisis de la máquina. Elaboración del libro mayor

El Paso 1 se elabora para identificar las características de la máquina, cuáles son las partes que tiene, y qué componentes constituyen cada una de ellas. También se crea una introducción a la lubricación necesaria en la báscula.

El libro mayor es un conjunto de documentos en el que se recoge la información y se registran los datos de la máquina. Tener esta información y poder acceder a ella fácilmente es básico para poder llevar a cabo un mantenimiento apropiado.

4.2.1. Hoja de registro

La hoja de registro es el punto de partida de un buen inventario del mantenimiento necesario. Recoge los datos técnicos de la máquina, además de información importante sobre ella. Son los siguientes:

- 1) *Nombre del equipo*: Báscula dosificadora de fibra de vidrio.
- 2) *Número del equipo*: BMG.0400.02.E (establecido por el fabricante).
- 3) *Número de serie*: 15.190.01 (establecido por el fabricante).

- 4) *Lugar en planta:* Aditivos sólidos. Es la zona en que se encuentra situada la máquina.
- 5) *Función principal:* Dosificación de fibra de vidrio mediante control de velocidad de la cinta.
- 6) *Fabricante:* Vidmar.
- 7) *Fecha de fabricación:* 2015.
- 8) *Fecha de instalación en planta:* Abril de 2016.
- 9) *Fecha de puesta en servicio:* Abril de 2016.
- 10) *Fecha de entrega a producción:* Abril de 2016.
- 11) *Fecha de comienzo de producción:* Abril de 2016.
- 12) *Registro de cambios en especificaciones:* Ningún cambio hasta el momento.
- 13) *Sumario de operaciones importantes de mantenimiento:* Tareas mecánicas, eléctricas y de lubricación detalladas en los estándares de mantenimiento.
- 14) *Información adicional:* Máquina nueva. Registradas pocas horas de funcionamiento.

4.2.2. Identificación de subconjuntos

Un subconjunto es un grupo de componentes que realiza una función específica y diferenciada dentro de la máquina.

Este documento, que se incluye en el Anexo III, se prepara con una ficha que contiene una fotografía en la que se pueda ver la máquina entera (en la medida de lo posible), y sobre ella se marcan los subconjuntos con un área coloreada y del que sale una flecha hacia un cuadro de texto donde se indica el número y el nombre del subconjunto.

Para la báscula dosificadora de fibra se han identificado dos subconjuntos:

1. Alimentador. Este formado con los componentes que facilitan la entrada de fibra de vidrio al interior de la máquina.
2. Dosificador. Los componentes que constituyen este subconjunto se ocupan de suministrar la cantidad de material requerido (mediante el sistema informático de la planta) al proceso de fabricación de placa Habito.

4.2.3. Identificación de componentes

En la identificación de componentes se preparan diagramas y esquemas de los subconjuntos y se identifican los componentes de cada uno de ellos que sufren desgaste. Esta información será útil para el posterior análisis de averías de la máquina.

Se elabora un documento por cada subconjunto en el que aparece una imagen en detalle del mismo y se marcan con flechas los componentes consumibles, a la vez que se van numerando.

A cada componente corresponde una casilla donde se indica qué número de componente es del total de todos los que hay en el subconjunto (por ejemplo: 2/9, componente dos, de nueve que forman el subconjunto).

En este capítulo solamente se va a explicar cuántos componentes forman cada subconjunto, en el siguiente se indicará cuáles son y se explicarán sus características.

En el subconjunto "1. Alimentador" se han identificado once componentes que sufren desgaste con el uso de la máquina y que por lo tanto es importante llevar a cabo un mantenimiento de ellos. Se adjunta el documento en el Anexo IV.

El “Dosificador” (subconjunto 2) está formado por veintidós componentes que necesitan ser mantenidos periódicamente para evitar su deterioro. La identificación de componentes del dosificador corresponde con el Anexo V.

El documento que recoge los componentes del segundo subconjunto está formado por tres páginas debido a que la visualización de los componentes es complicada, ya que la máquina contiene muchas protecciones y la mayoría de ellos están ocultos. Por eso, en la primera página se ha incluido un plano de la máquina en el que se ha marcado la posición de los componentes, y en las siguientes dos páginas aparecen imágenes de partes de la máquina donde sí que se pueden ver. La identificación de componentes del alimentador sí que se ha podido realizar en una sola página porque están visibles todos.

4.2.4. Listado de componentes

Se han elaborado dos documentos de listado de componentes, uno por cada subconjunto de la máquina (alimentador y dosificador).

Cada documento contiene información que corresponde a los Pasos 1, 2 y 3 de Mantenimiento Profesional. A continuación se va a explicar cuál es la información que contienen los documentos por Pasos y más adelante se aplicará a cada componente.

1) MP Paso 1

- Detalles de los componentes

-Nombre del componente.

-Número del componente en la identificación de componentes.

-Descripción del componente.

-Número de serie del componente: se lo da el proveedor (fabricante) al componente.

-Nombre del proveedor.

-Cantidad en la máquina: número de componentes como este que hay en la máquina.

-Ubicación en el almacén. Todas las ubicaciones seguirán el mismo código: las primeras dos cifras corresponden a la fábrica y será siempre 29; a continuación se enumera la estantería, con la letra “E” delante; después va la balda “B”; y por último la posición “P”.

Por ejemplo: 29E37B2P2, el componente se encuentra en la fábrica de San Martín Pyl, en la estantería treinta y siete, en la balda dos y en la posición dos. La numeración va a ser correlativa porque los repuestos de la báscula están todos juntos en el almacén. No todos los componentes cuentan con repuesto en el almacén.

-Lubricación requerida: si el componente requiere de lubricación o no. Se completa con “Sí” o “No”.

-Clasificación de MA o MP, o MA y MP: si el mantenimiento necesario lo debe llevar a cabo mantenimiento autónomo, mantenimiento profesional o ambos.

- Detalles de las tareas de MA

Esta parte solamente estará rellena si hay que transferir alguna tarea a mantenimiento autónomo (MA).

-Tipo de tarea: limpieza, inspección o lubricación.

-Frecuencia de la tarea.

-Formación/modificaciones requeridas para dar soporte a MA: si es necesaria alguna información o modificación para que MA realice la tarea. Se llevará a cabo según los procedimientos estándar (SMP, OPL, SOP -explicados más adelante-).

-Referencia estándar: OPL, Estándar AM, Estándar PM. Qué documento, si hay, explica el procedimiento o información clave para realizar la tarea. En capítulos posteriores se explicará en qué consiste cada uno.

-Equipo de MA dado soporte por: quién ayudará en las tareas y/o explicaciones a MA.

-Duración de la tarea: en minutos. Tiempo aproximado necesario para realizar la tarea.

2) MP Paso 2

- Frecuencia de fallo del componente

-Número de veces que se ha reemplazado el componente.

-Frecuencia de avería.

3) MP Paso 3

- MP Clasificación del componente

En este apartado se va a llevar a cabo una clasificación de criticidad de los componentes similar a la que se ha hecho en el capítulo 4.1.4. Aquí se calcula una puntuación de criticidad de los componentes de la báscula y así se clasifican entre ellos según su prioridad de mantenimiento.

Su clasificación se ha hecho en función de la experiencia que se tiene en la fábrica con otras máquinas que tienen algunos de estos componentes, o según lo aprendido de su funcionamiento, para los que son nuevos.

Los criterios de clasificación son:

-Tiempo de reparación/Facilidad de detección (T). La puntuación puede ir del 1 al 10 en función del tiempo de reparación aproximado que tiene el componente. La facilidad de detectar fallo en el componente no se ha tenido en cuenta. Esta puntuación es muy subjetiva.

-Grado de influencia (D). La puntuación se clasificará según el riesgo de que un fallo del componente provoque parada en la máquina. Riesgo alto: 5, riesgo medio: 3, riesgo bajo: 1. Es un cálculo subjetivo.

-Probabilidad de fallo (P). Mide la frecuencia con la que el componente puede fallar. La probabilidad de fallo se puntuará teniendo en cuenta MTBF (tiempo medio entre fallos) del componente o según la intuición, en caso de que no haya histórico de fallos del componente. Puede ir del 1 al 10.

-Criticidad (C). Se puntuará en función del impacto que la rotura del componente genere en la máquina y en la línea. Sin impacto: 20; impacto en la línea menor de veinticuatro horas: 40; impacto en la línea mayor de veinticuatro horas: 60; impacto más allá de la línea menor de veinticuatro horas: 80; impacto más allá de la línea mayor de veinticuatro horas: 100.

-Evaluación global (T+D+P+C). Es la suma total de las puntuaciones de tiempo de reparación, grado de influencia, probabilidad de fallo y criticidad.

-Clasificación del componente. Según la puntuación obtenida en el apartado anterior se clasifica el componente por clases. A menor clase, mayor criticidad del componente. Según la puntuación obtenida, las clases serán: Mayor que setenta y seis: clase 1, el componente es muy crítico y necesita mucho mantenimiento; entre sesenta y setenta y cinco: clase 2, el

componente sigue siendo crítico pero tiene menos importancia; menor que cincuenta y nueve: clase 3, el componente requiere de un mantenimiento normal.

Ahora se va a detallar cuáles son las características anteriormente explicadas para cada componente de la máquina. Para algunos componentes hay campos que no están rellenos, por lo que no aparecerán mencionados.

1. Alimentador (Anexo VI).

- *Sensor de llenado*

Nº componente en identificación de componentes: 1/11. Descripción: VEGAWAVE61. Sensor de nivel vibratorio: detecta cuando la cantidad de material dentro de la tolva es demasiado grande. Alimentación: 10-36 VDC. Nº serie: WAVE61EXX2RA. Proveedor: *Vega*. Cantidad en la máquina: 1. Ubicación en almacén: 29E37B2P2. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 3. D: 5. P: 4. C: 40. T+D+P+C: 52. Clasificación del componente: 3.

- *Células de carga*

Nº componente en identificación de componentes: 2/11. Descripción: Detectan cuándo el nivel de material es bajo y hay que rellenar la tolva. Carga máxima: 100 kg. Alimentación: 10 VDC. Sensibilidad: 2mV/V. Nº de serie: Z6FC3. Proveedor: *HBM*. Cantidad en la máquina: 3. Ubicación en almacén: 29E37B2P3. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP y MA. Tipo de tarea: Limpieza. Frecuencia de la tarea: Antes de la producción. Referencia estándar: SOP HR_010 Limpieza de las células de carga. Equipo de MA dado soporte por: Técnico de mantenimiento. Duración de la tarea: diez minutos. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 5. D: 5. P: 4. C: 60. T+D+P+C: 74. Clasificación del componente: 2.

- *Vibrador tolva pulmón*

Nº componente en identificación de componentes: 3/11. Descripción: Vibrador neumático de turbina. Hace vibrar la pared de la tolva para evitar que se formen bóvedas en el interior, consiguiendo un buen flujo del material. Alimentación 220 VAC. Nº de serie: OT16. Proveedor: *VibraFER*. Cantidad en la máquina: 1. Ubicación en almacén: 29E37B2P4. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 3. D: 5. P: 5. C: 40. T+D+P+C: 53. Clasificación del componente: 3.

- *Tajadera*

Nº componente en identificación de componentes: 4/11. Descripción: Permite una distribución homogénea de la fibra de vidrio sobre la banda de transporte. Nº de serie: M15PC190124. Proveedor: *Vidmar*. Cantidad en la máquina: 1. Ubicación en almacén: No hay repuesto. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP y MA. Tipo de tarea: Inspección. Frecuencia de la tarea: Antes de la producción. Referencia estándar: AS_023 Altura tajadera. Equipo de MA dado soporte por: Técnico de mantenimiento. Duración de la tarea: Un minuto. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna.

Frecuencia de avería: Ninguna. T: 2. D: 5. P: 2. C: 40. T+D+P+C: 49. Clasificación del componente: 3.

- *Caja suma 4 células*

Nº componente en identificación de componentes: 5/11. Descripción: Recoge la información proporcionada por las células de carga y el sensor de nivel de la tolva y la envía al software de la fábrica. Nº de serie: ---. Proveedor: *HBM*. Cantidad en la máquina: 1. Ubicación en almacén: No hay repuesto. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 2. D: 5. P: 3. C: 40. T+D+P+C: 50. Clasificación del componente: 3.

- *Electroválvula vibrador*

Nº componente en identificación de componentes: 6/11. Descripción: Suministra aire comprimido al vibrador de la tolva. Presión 0,2 - 0,7 MPa. Alimentación: 24 VDC. Potencia: 1,5 W. Nº de serie: VP342 - 5YD1 - 02FA. Proveedor: *SMC*. Cantidad en la máquina: 1. Ubicación en almacén: 29E37B2P5. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 2. D: 3. P: 4. C: 40. T+D+P+C: 49. Clasificación del componente: 3.

- *Silentbloc células de carga*

Nº componente en identificación de componentes: 7/11. Descripción: Caucho. Carga máxima 200 kg. Nº de serie: 1-Z6/200KG/ZEL. Proveedor: *HBM*. Cantidad en la máquina: 3. Ubicación en almacén: 29E37B2P6. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 2. D: 3. P: 4. C: 40. T+D+P+C: 49. Clasificación del componente: 3.

- *Células de carga tolva superior*

Nº componente en identificación de componentes: 8/11. Descripción: Detectan cuándo el nivel de material es bajo y hay que rellenar la tolva superior. Carga máxima: 10 T. Nº de serie: PR6011/30S. Proveedor: *Sartorius*. Cantidad en la máquina: 3. Ubicación en almacén: 29E37B2P7. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP y MA. Tipo de tarea: Limpieza. Frecuencia de la tarea: Antes de la producción. Referencia estándar: SOP HR_010 Limpieza de las células de carga. Equipo de MA dado soporte por: Técnico de mantenimiento. Duración de la tarea: Diez minutos. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 5. D: 5. P: 4. C: 60. T+D+P+C: 74. Clasificación del componente: 2.

- *Controlador de peso*

Nº componente en identificación de componentes: 9/11. Descripción: Controla y muestra en la pantalla el peso proporcionado por las células de carga de la tolva superior. Nº de serie: PR5230. Proveedor: *Sartorius*. Cantidad en la máquina: Uno. Ubicación en almacén: No hay repuesto. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 5. D: 5. P: 4. C: 60. T+D+P+C: 74. Clasificación del componente: 2.

- *Sensor de nivel tolva superior*

Nº componente en identificación de componentes: 10/11. Descripción: Detecta cuándo la cantidad de material en la tolva superior es baja y hay que llenarla. Nº de serie: SOLIPHANT.T FTM20-AA22A. Proveedor: Endress+Hauser. Cantidad en la máquina: Uno. Ubicación en almacén: 29E37B2P8. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 3. D: 5. P: 4. C: 40. T+D+P+C: 52. Clasificación del componente: 3.

- *Alimentador vibrante superior*

Nº componente en identificación de componentes: 11/11. Descripción: Bandeja vibrante. Vibrador electromagnético. Hace caer la fibra de vidrio desde la tolva superior a la tolva pulmón. Alimentación: 200 VAC. Frecuencia de vibración: 50 Hz. Consumo: 3A. Nº de serie: HEA 300X800. Proveedor: Vibrotech. Cantidad en la máquina: Uno. Ubicación en almacén: No hay repuesto. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 5. D: 3. P: 3. C: 40. T+D+P+C: 51. Clasificación del componente: 3.

2. Dosificador (Anexo VII)

- *Banda de transporte*

Nº componente en identificación de componentes: 1/22. Descripción: Banda transportadora de la fibra de vidrio. Longitud de banda: 4800mm. Ancho de banda: 400 mm. Nº de serie: E 20 CC. Proveedor: Vidmar. Cantidad en la máquina: Una. Ubicación en almacén: 29E37B2P9. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 8. D: 5. P: 2. C: 60. T+D+P+C: 75. Clasificación del componente: 2.

- *Tambor de mando*

Nº componente en identificación de componentes: 2/22. Descripción: Engomado. Material: Acero. Peso: 21 kg. Diámetro: 166 mm. Acoplado al motor con una chaveta de 8x7x150. Distancia entre centro de tambores: 2150 mm. Nº de serie: BM.08.0400.034.0. Proveedor: Vidmar. Cantidad en la máquina: Uno. Ubicación en almacén: No hay repuesto. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 8. D: 5. P: 2. C: 60. T+D+P+C: 75. Clasificación del componente: 2.

- *Tambor de retorno*

Nº componente en identificación de componentes: 3/22. Descripción: Sin engomar. Material: Acero. Peso: 19,73 kg. Diámetro: 164,5 mm. Distancia entre centro de tambores: 2150 mm. Nº de serie: BM.08.0400.012.0. Proveedor: Vidmar. Cantidad en la máquina: Uno. Ubicación en almacén: No hay repuesto. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 8. D: 5. P: 2. C: 60. T+D+P+C: 75. Clasificación del componente: 2.

- *Motor cinta*

Nº componente en identificación de componentes: 4/22. Descripción: Motor 0,37 kW. Frecuencia 50 Hz. Velocidad nominal: 2455,15 rpm. Tres fases. Nº de serie: 1La7073-4AB11.Z A11. Proveedor: Siemens. Cantidad en la máquina: Uno. Ubicación en almacén: 29E37B3P1. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 5. D: 5. P: 2. C: 40. T+D+P+C: 52. Clasificación del componente: 3.

- *Motor rompecapa*

Nº componente en identificación de componentes: 5/22. Descripción: Motor 0,25 kW. Frecuencia 50 Hz. Velocidad nominal 1450 rpm. Tres fases. Nº de serie: DRS71M4. Proveedor: Siemens. Cantidad en la máquina: Uno. Ubicación en almacén: 29E37B3P2. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 5. D: 3. P: 2. C: 40. T+D+P+C: 50. Clasificación del componente: 3.

- *Reductor 1 banda*

Nº componente en identificación de componentes: 6/22. Descripción: Reductor primera etapa. Nº de serie: RF37/A. Proveedor: SEW-EURODRIVE. Cantidad en la máquina: Uno. Ubicación en almacén: 29E37B3P3. Lubricación requerida: Sí. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 5. D: 5. P: 2. C: 40. T+D+P+C: 52. Clasificación del componente: 3.

- *Reductor 2 banda*

Nº componente en identificación de componentes: 7/22. Descripción: Reductor. Reducción: 1586. Velocidad nominal de salida: 1,55 rpm. Nº de serie: KA47R37 AM72. Proveedor: SEW-EURODRIVE. Cantidad en la máquina: Uno. Ubicación en almacén: 29E37B3P4. Lubricación requerida: Sí. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 5. D: 5. P: 2. C: 40. T+D+P+C: 52. Clasificación del componente: 3.

- *Reductor rompecapa*

Nº componente en identificación de componentes: 8/22. Descripción: Reductor. Reducción: 106,38. Nº de serie: KA37 AM63. Proveedor: SEW-EURODRIVE. Cantidad en la máquina: Uno. Ubicación en almacén: 29E37B3P5. Lubricación requerida: Sí. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 5. D: 3. P: 2. C: 40. T+D+P+C: 50. Clasificación del componente: 3.

- *Rompecapa*

Nº componente en identificación de componentes: 9/22. Descripción: Formado por cinco paletas rotatorias que evitan que la fibra caiga de la cinta en paquetes, suavizando la caída para que sea de manera continua. Diámetro de la rueda: 440 mm. Nº de serie: M15PC190122_00. Proveedor: Vidmar. Cantidad en la máquina: Uno. Ubicación en almacén: No hay repuesto. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP.

Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 5. D: 3. P: 2. C: 40. T+D+P+C: 50. Clasificación del componente: 3.

- *Célula de carga puente de pesada*

Nº componente en identificación de componentes: 10/22. Descripción: Célula de carga de pesaje dinámico. Define la velocidad de la cinta para mantener un caudal constante. Carga máxima: 10 kg. Alimentación: 10 VDC. Sensibilidad: 2 mV/V. Nº de serie: UTILCELL 260. Proveedor: Vidmar. Cantidad en la máquina: Una. Ubicación en almacén: 29E37B3P6. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 8. D: 5. P: 2. C: 60. T+D+P+C: 75. Clasificación del componente: 2.

- *Detector de capa*

Nº componente en identificación de componentes: 11/22. Descripción: Sensor capacitivo detector de capa de fibra sobre la banda. Alimentación: 12-24 VDC. Alcance: 15 mm. Nº de serie: E2K-X15MF1. Proveedor: Omron. Cantidad en la máquina: Uno. Ubicación en almacén: 29E37B3P7. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 4. D: 3. P: 2. C: 40. T+D+P+C: 49. Clasificación del componente: 3.

- *Detector giro de banda*

Nº componente en identificación de componentes: 12/22. Descripción: Sensor inductivo detector del giro en el tambor de retorno de la banda. También sirve para detectar la rotura de la banda. Alimentación: 24 VAC. Alcance: 5 mm. Nº de serie: IFM- IG0348. Proveedor: IFM Electronic. Cantidad en la máquina: Uno. Ubicación en almacén: 29E37B3P8. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 4. D: 3. P: 2. C: 40. T+D+P+C: 49. Clasificación del componente: 3.

- *Detector giro rompecapa*

Nº componente en identificación de componentes: 13/22. Descripción: Sensor inductivo detector del giro del eje del rompecapa. Alimentación: 24 VAC. Alcance: 5 mm. Nº de serie: IG0348. Proveedor: IFM Electronic. Cantidad en la máquina: Uno. Ubicación en almacén: 29E37B3P9. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 4. D: 3. P: 2. C: 40. T+D+P+C: 49. Clasificación del componente: 3.

- *Detector de banda*

Nº componente en identificación de componentes: 14/22. Descripción: Sensor inductivo. Detecta una pieza metálica contenida en la banda de transporte para contar una vuelta completa. Junto con la medida del encóder destara el trozo de la banda que pasa en ese momento por el puente de pesada. Alimentación: 10 – 30 VDC. Distancia de detección: 40 mm. Frecuencia de detección: 150 Hz. Consumo: 20 mA máximo. Estado LEDs: Verde (tensión), amarillo (detección). Conector M12 4 hilos. Nº de serie: E2Q5-N40MF3-M1. Proveedor: Omron. Cantidad en la máquina: Uno. Ubicación en almacén: 29E37B4P1. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se

ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 6. D: 3. P: 2. C: 40. T+D+P+C: 51. Clasificación del componente: 3.

- *Detector desplazamiento de banda*

Nº componente en identificación de componentes: 15/22. Descripción: Soporte + Patilla. Final de carrera. Detiene la banda si se desliza hacia un lateral. Nº de serie: ZCKJ1+ZCKE08. Proveedor: Telemecanique. Cantidad en la máquina: Dos. Ubicación en almacén: 29E37B4P2 + 29E37B4P3. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 5. D: 3. P: 4. C: 40. T+D+P+C: 52. Clasificación del componente: 3.

- *Silentbloc motores*

Nº componente en identificación de componentes: 16/22. Descripción: Caucho. Diámetro exterior: 35 mm. Nº de serie: ---. Proveedor: Vidmar. Cantidad en la máquina: Dos. Ubicación en almacén: 29E37B4P4. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 4. D: 3. P: 3. C: 40. T+D+P+C: 50. Clasificación del componente: 3.

- *Rascador*

Nº componente en identificación de componentes: 17/22. Descripción: Despega y retira la fibra de la banda en el retorno. Nº de serie: ---. Proveedor: Vidmar. Cantidad en la máquina: Dos. Ubicación en almacén: No hay repuesto. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 7. D: 3. P: 3. C: 40. T+D+P+C: 53. Clasificación del componente: 3.

- *Encoder*

Nº componente en identificación de componentes: 18/22. Descripción: Da la velocidad de giro del motor de la banda. Nº de serie: MN 160-14-0100 7. Proveedor: LEINE&LINDE. Cantidad en la máquina: Uno. Ubicación en almacén: 29E37B4P5. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 6. D: 5. P: 3. C: 40. T+D+P+C: 54. Clasificación del componente: 3.

- *Puente de pesada*

Nº componente en identificación de componentes: 19/22. Descripción: Siete soportes metálicos sobre los que se desliza la banda (no giran). Nº de serie: ---. Proveedor: Vidmar. Cantidad en la máquina: uno (siete soportes). Ubicación en almacén: No hay repuesto. Lubricación requerida: No. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 7. D: 5. P: 3. C: 40. T+D+P+C: 55. Clasificación del componente: 3.

- *Conjunto soporte rodamiento de transmisión*

Nº componente en identificación de componentes: 20/22. Descripción: Y-bearing take-up units. Nº de serie: TU30FM. Proveedor: SKF. Cantidad en la máquina: Dos. Ubicación en almacén: 29E37B4P6. Lubricación requerida: Sí. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP.

Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 5. D: 5. P: 5. C: 40. T+D+P+C: 55. Clasificación del componente: 3.

- *Conjunto soporte rodamiento de retorno*

Nº componente en identificación de componentes: 21/22. Descripción: Y-bearing plummer block units. Nº de serie: SY30FM. Proveedor: SKF. Cantidad en la máquina: Dos. Ubicación en almacén: 29E37B4P7. Lubricación requerida: Sí. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 5. D: 5. P: 5. C: 40. T+D+P+C: 55. Clasificación del componente: 3.

- *Conjunto soporte rodamiento de rompecapa*

Nº componente en identificación de componentes: 22/22. Descripción: Y-bearing take-up units. Nº de serie: FYTB30FM. Proveedor: SKF. Cantidad en la máquina: Dos. Ubicación en almacén: 29E37B4P8. Lubricación requerida: Sí. Clasificación MA/MP/MA y MP: MP. Número de veces que se ha reemplazado: Ninguna. Frecuencia de avería: Ninguna. T: 5. D: 5. P: 5. C: 40. T+D+P+C: 55. Clasificación del componente: 3.

4.2.5. Primer estándar de lubricación

Dentro del Paso 1 se crea un primer estándar de lubricación, que luego se va a ampliar en el Paso 3 y se van a explicar más detalles acerca de la lubricación de los componentes que la necesitan.

Se ha creado un mapa en el que en una imagen de la máquina han sido marcados cuáles son los puntos de lubricación, se han numerado los componentes a lubricar en casillas en función de los puntos totales de lubricación (ej.: 3/6) y estas casillas se han coloreado en función del tipo de lubricante: azul para aceite y naranja para grasa.

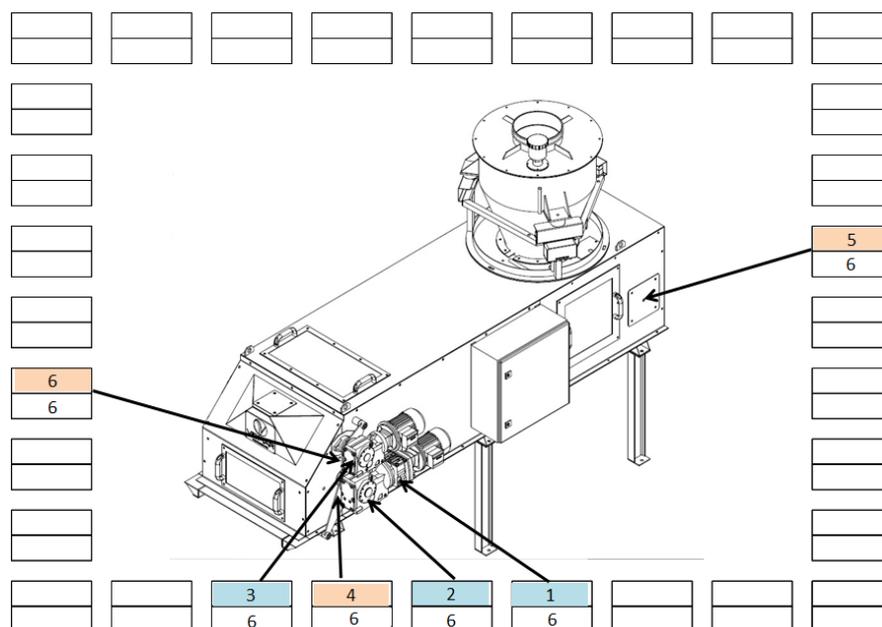


Figura 4.5. Mapa de lubricación. Fuente: elaboración propia.

A continuación se ha elaborado una hoja de lubricación. Esta hoja incluye el mapa de lubricación anteriormente explicado y además se indica: cada punto a qué componente corresponde, cuál es el tipo de aceite o grasa que necesita (coloreado también), cuál es el método de lubricación, qué herramientas son necesarias, la cantidad de lubricante que hay que poner, la frecuencia de lubricación, el tiempo aproximado para llevarla a cabo y el responsable de realizarla. La hoja de lubricación se adjunta en el Anexo VIII.

Los puntos de lubricación que se han determinado son los siguientes:

- *Punto de lubricación nº 1*
 - Componente: Reductor 1 cinta.
 - Lubricante: Aceite Syntgear LO 220.
 - Método: Baño de aceite (se vacía y se rellena el reductor de aceite nuevo).
 - Herramientas: Llave Allen.
 - Cantidad: 0,35 litros
 - Frecuencia: Cada veinticuatro meses.
 - Tiempo de lubricación: Treinta minutos.
 - Responsable de la lubricación: Mantenimiento profesional (equipo de mantenimiento).

- *Punto de lubricación nº 2*
 - Componente: Reductor 2 cinta.
 - Lubricante: Aceite Syntgear LO 220.
 - Método: Baño de aceite (se vacía y se rellena el reductor de aceite nuevo).
 - Herramientas: Llave Allen.
 - Cantidad: 0,8 litros.
 - Frecuencia: Cada veinticuatro meses.
 - Tiempo de lubricación: Treinta minutos.
 - Responsable de la lubricación: Mantenimiento profesional.

- *Punto de lubricación nº 3*
 - Componente: Reductor rompecapa.
 - Lubricante: Aceite Syntgear LO 220.
 - Método: Baño de aceite (se vacía y se rellena el reductor de aceite nuevo).
 - Herramientas: Llave Allen.
 - Cantidad: 0,5 litros.
 - Frecuencia: Cada veinticuatro meses.
 - Tiempo de lubricación: Treinta minutos.
 - Responsable de lubricación: Mantenimiento profesional.

- *Punto de lubricación nº 4*
 - Componente: Rodamiento transmisión.
 - Lubricante: Grasa Tadal EP 2L.
 - Método: Pistola de engrase.
 - Herramientas: No requiere.
 - Cantidad: Cinco gramos.
 - Frecuencia: Cada tres meses.
 - Tiempo de lubricación: Cinco minutos.
 - Responsable de lubricación: Mantenimiento profesional.

- *Punto de lubricación nº 5*
 - Componente: Rodamiento retorno.
 - Lubricante: Grasa Tadal EP 2L.
 - Método: Pistola de engrase.
 - Herramientas: No requiere.
 - Cantidad: Cinco gramos.
 - Frecuencia: Cada tres meses.
 - Tiempo de lubricación: Cinco minutos.
 - Responsable de lubricación: Mantenimiento profesional.
- *Punto de lubricación nº 6*
 - Componente: Rodamiento rompecapa.
 - Lubricante: Grasa Tadal EP 2L.
 - Método: Pistola de engrase.
 - Herramientas: No requiere.
 - Cantidad: Cinco gramos.
 - Frecuencia: Cada tres meses.
 - Tiempo de lubricación: Cinco minutos.
 - Responsable de lubricación: Mantenimiento profesional.

4.3. Paso 2: Análisis de averías

El análisis de averías del Paso 2 se elabora para poder controlar la recurrencia de fallos y prevenir futuros problemas similares, además de para mejorar el rendimiento del proceso de producción de placa Habito mediante la prevención de averías.

4.3.1. Información de averías

Cuando se produce una avería en la máquina, el técnico de mantenimiento que la resuelve rellena la primera hoja de una EWO. La EWO (Emergency Work Order -Orden de trabajo ampliada-) es un documento en el que se realiza un primer análisis de la avería con la descripción de la misma y cómo se ha solucionado. Como ya se ha mencionado en el Paso 0, hasta la fecha de la última revisión del proyecto habían ocurrido dos averías en la máquina, por lo que hay dos EWO.

- *EWO 3282*

Descripción del problema: La avería ocurre el veintitrés de Marzo de dos mil diecisiete a las once menos cuarto de la noche. La báscula está en fallo y rearmándola no funciona, cuando van a ver qué pasa se encuentran que está sin fibra tanto la banda como la tolva. Golpean el alimentador vibrante superior para ver si consiguen hacer caer la fibra pero no lo logran, entonces encuentran que hay un trozo de “big bag” que lo está obstruyendo y no deja pasar la fibra.

Definición del problema: Cuando ocurre la avería está trabajando el equipo del turno de trabajo cuatro, se está fabricando placa Habito de dimensiones 13x2500 en una producción normal, informan de que en el turno anterior también tuvieron el mismo problema y que no hay ninguna dosificación de fibra de vidrio.

Análisis de la causa raíz: se proponen tres posibles causas raíz de la avería. Primero, la avería puede haber sucedido por una pérdida momentánea de caudal, pero se comprueba que esta no es la causa porque rearmando la máquina sigue sin funcionar. La segunda causa raíz que se propone es que se haya atascado la banda pero está sin material, así que esta tampoco es la causa. Por último se analiza la posibilidad de que se haya atascado el alimentador vibrante y finalmente se demuestra que esto es lo que ha sucedido porque se encuentra un trozo de big bag dentro de él.

Contramedidas inmediatas: se para la línea. Abren la goma que separa el alimentador vibrante superior y la tolva. Comprueban que no cae material. Intentan empujar con una barra desde la boca de la tolva superior y golpean el vibrador. Como no sale nada y se llena la tolva, arrancan la línea. Al ponerse en marcha el vibrador aparece un trozo de big bag.

- *EWO 3322*

Descripción del problema: La avería ocurre el cuatro de Abril de dos mil diecisiete a la una y media de la madrugada. La línea para porque no hay dosificación de fibra de vidrio. El sensor de llenado de la tolva está detectando que hay fibra dentro pero la tolva está vacía, y esto provoca que no se active el llenado de la misma. El problema vuelve a ocurrir a las cuatro y a las cinco y veinte de la madrugada.

Definición del problema: Cuando ocurre la avería está trabajando el equipo del turno uno, se está fabricando placa Habito de dimensiones 13x2500 en una producción normal.

Análisis de la causa raíz: se proponen tres posibles causas raíz de la avería. Primero, la avería puede haber sucedido por falta de fibra en la tolva superior, pero se demuestra que esta no es la causa porque es lo primero que se comprueba y tiene material a más de la mitad. La segunda causa raíz que se propone es que se haya atascado la tolva pero está vacía, así que esta tampoco es la causa. Por último se analiza la posibilidad de que se haya un fallo en el sensor de llenado y finalmente se cree que esto es lo que ha sucedido ya que el sensor está activo pero no hay material dentro de la tolva.

Contramedidas inmediatas: se dan pequeños golpes para que el nivel se “suelte”, vuelva a detectar la falta de fibra y active el llenado. Se arranca la línea.

Más tarde, revisando los ingenieros la instalación y el fallo del sensor de llenado, se comprueba que la avería no estaba en este componente, sino en el alimentador vibrante superior. Lo ocurrido es que en la anterior avería (EWO 3282) se habían olvidado de volver a poner la tajadera que tiene y esto provocaba que la fibra no se encontraba con un freno físico y entraba de golpe llenando por completo la tolva. Al tener mucho peso, se compactaba y generaba una bóveda que no caía a la banda y cubría el sensor de llenado. El suceso de esta avería ha llevado a la elaboración de una lección puntual (OPL AS_029), que

se va a explicar en el capítulo 4.4.5., con el fin de aclarar cuál es la posición que tiene que tener la tajadera y así prevenir que en el futuro se vuelva a repetir.

En el Anexo IX se incluye un mapa de averías donde se marcan en qué componente de la máquina han ocurrido.

4.3.2. Estratificación de averías

En este capítulo se van a descomponer las averías de la máquina según el subconjunto y componente en los que hayan ocurrido y según la causa raíz que las haya provocado. Las posibles causas raíz que se contemplan en los estándares de análisis de averías de Placo se clasifican en: condiciones básicas no respetadas, condiciones de operación no respetadas, deterioro, error humano, diseño inadecuado o influencia externa.

4.3.2.1. Averías por subconjunto

En la figura 4.6. se muestra el número de averías ocurridas en cada mes de producción y clasificadas según el subconjunto en el que hayan sido: una avería en el mes de Marzo de dos mil diecisiete en el “Alimentador” y otra en el mismo subconjunto en el mes de Abril. Y en la figura 4.7. se estratifican las averías según el subconjunto donde hayan ocurrido, cuántas sean en cada mes y cuál sea su causa raíz: ambas averías han sucedido por error humano.

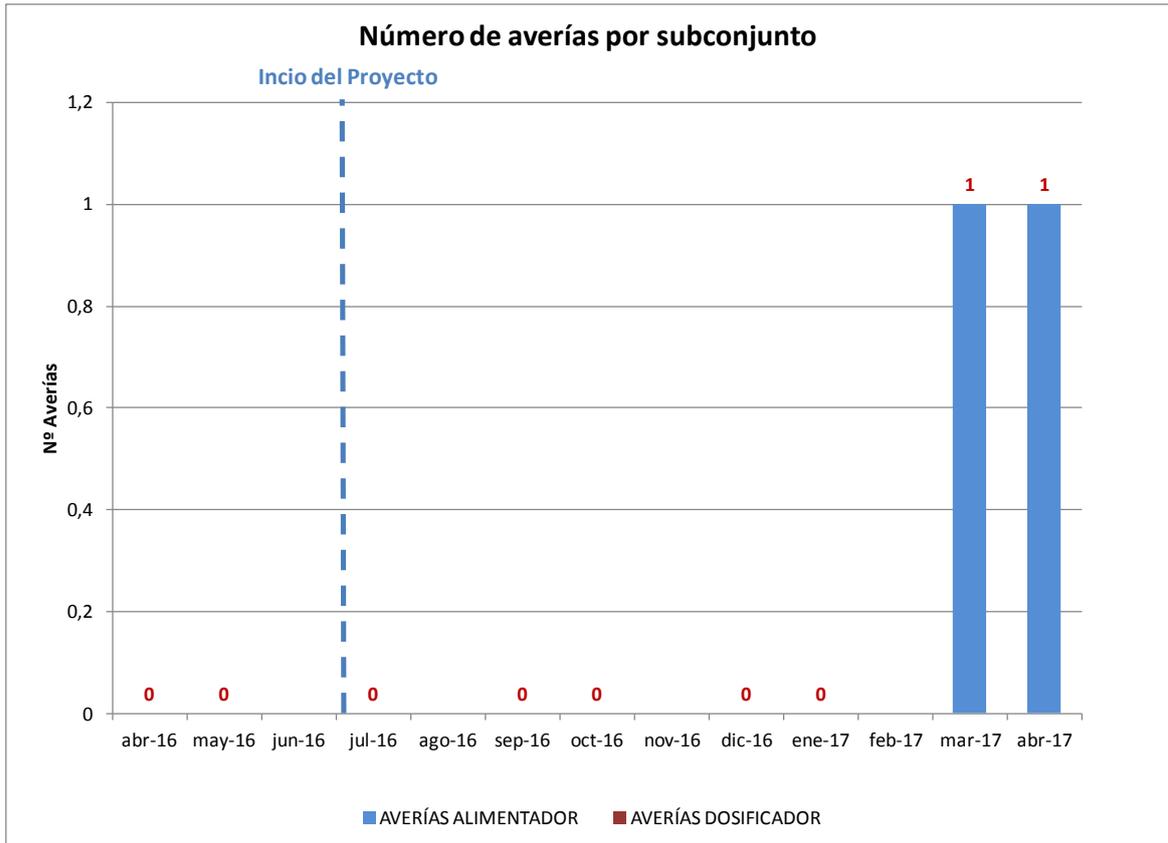


Figura 4.6. Número de averías por subconjunto. Fuente: elaboración propia.

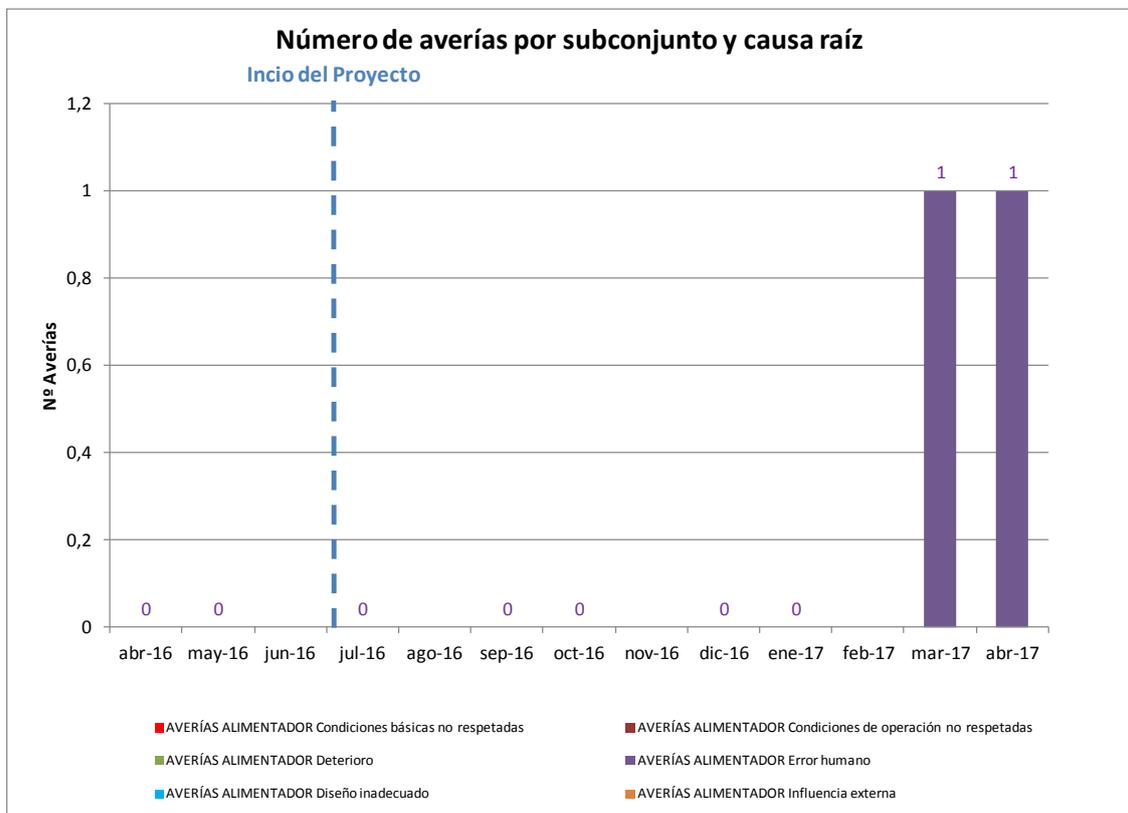


Figura 4.7. Número de averías por subconjunto y causa raíz. Fuente: elaboración propia.

4.3.2.2. Averías por componente

En la figura 4.8. se indica que entre varios componentes del Alimentador (no se ponen todos, sino algunos a modo de ejemplo), el que ha sufrido una avería en Marzo de dos mil diecisiete y otra en Abril del mismo año es el alimentador vibrante superior. En la figura 4.9. se clasifican las dos averías de este componente según su causa raíz. Como se ha explicado anteriormente la causa de ambas fue un error humano: en la primera porque al llenar la tolva superior con el material, el operario no detectó que estaba cayendo dentro un trozo de big bag; y en la segunda, porque se habían dejado la tajadera del alimentador vibrante sin colocar después de la reparación de Marzo.

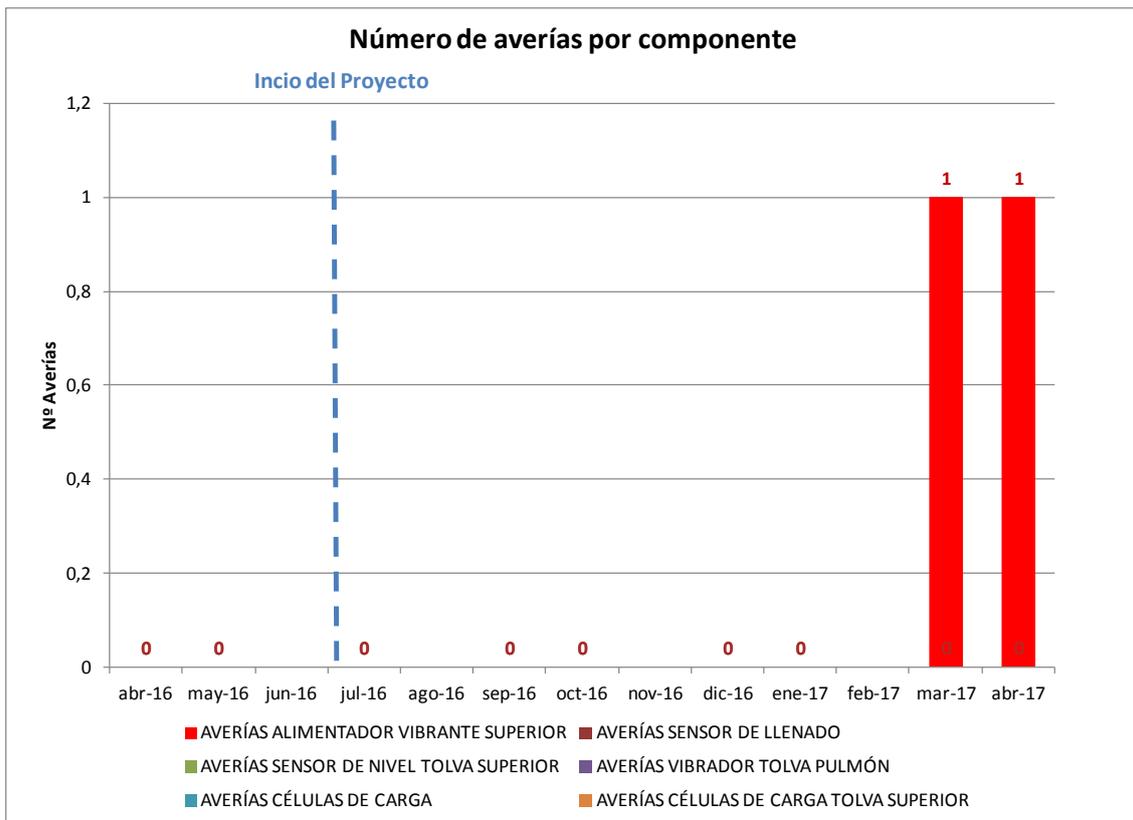


Figura 4.8. Número de averías por componente. Fuente: elaboración propia.

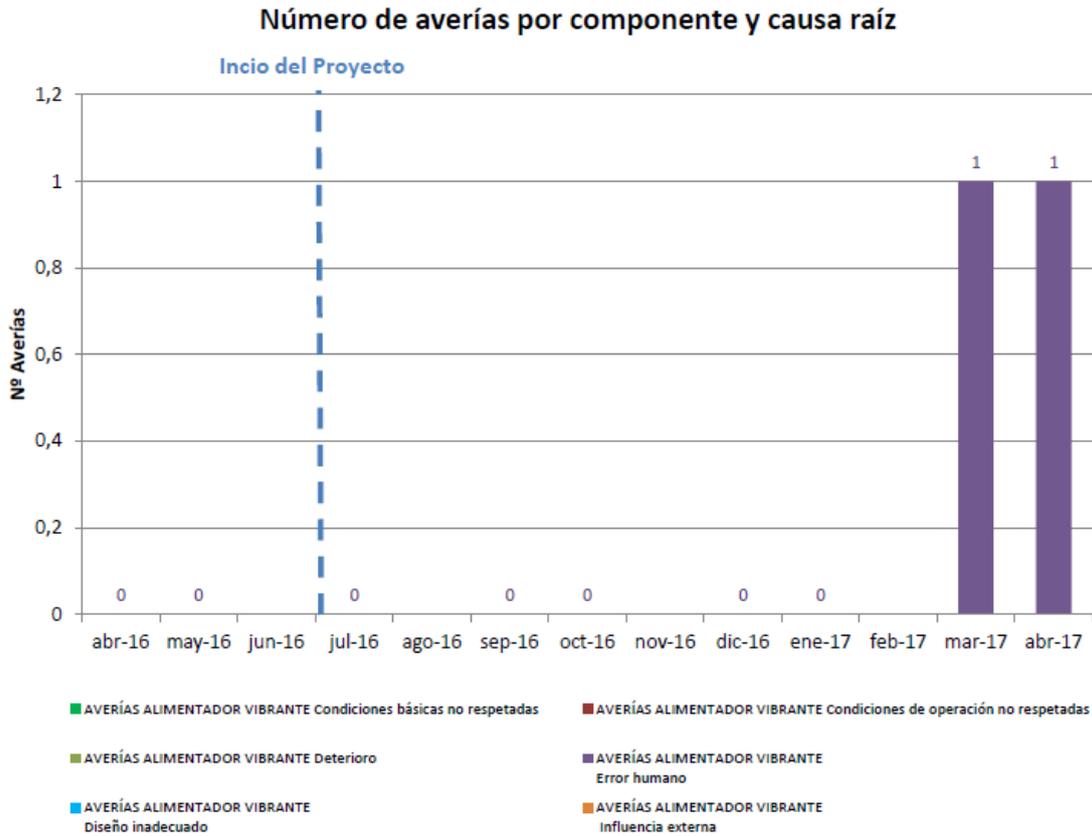


Figura 4.9. Número de averías por componente y causa raíz. Fuente: elaboración propia.

4.3.3. Puntos clave y recomendaciones

Tras finalizar la descomposición de la máquina en el Paso 1 y después de analizar las averías ocurridas en ella se redactan una serie de puntos clave y recomendaciones que servirán para evitar que se repitan averías y prevenir futuras de diferente naturaleza.

Puntos clave

- A pesar de que el subconjunto “DOSIFICADOR” es fundamental para la producción, es el alimentador vibrante superior (del subconjunto “ALIMENTADOR”) el elemento que más ha dado problemas de toda la instalación debido a la facilidad con que se obstruye o se puede quedar en mal estado después de una manipulación. Un funcionamiento correcto de este componente es vital para garantizar que se dosifique la cantidad correcta de fibra de vidrio a la placa y que no haya rechazo.
- Las células de carga son unos elementos que deben limpiarse antes de cada producción para que las medidas del sistema sean reales.
- Es importante limpiar periódicamente los tambores para evitar que la fibra se acumule entre ellos y la banda y esto provoque su desviación.
- Es necesario revisar periódicamente la idoneidad de los componentes críticos ya que el modo de funcionamiento unido al diseño pueden hacer que funcionen de manera imprevista (incluso siendo nuevos) pudiendo ocasionar problemas de rechazo.

Recomendaciones

- Realizar formaciones sobre el funcionamiento de la máquina y sus componentes más críticos.
- Realizar formaciones periódicas en análisis de averías.
- Comunicar tanto a operarios como a equipo de mantenimiento, con el mayor detalle posible, las incidencias en máquina. Las fotografías ayudan mucho.
- Observar el comportamiento de los elementos críticos.
- Detectar las desviaciones en el funcionamiento de los componentes. Comprobar si cambia qué componentes son los críticos.

4.4. Paso 3: Creación de estándares de mantenimiento

En este último capítulo de aplicación de WCM al mantenimiento de la báscula dosificadora de fibra de vidrio, se van a recoger cuáles son las tareas de mantenimiento profesional que hay que realizar a los componentes consumibles del libro mayor y con qué frecuencia. Estas tareas están divididas en tres estándares de mantenimiento: mecánico, eléctrico y de lubricación. Después se recogerán en un calendario en el que se indicará las fechas en las que hay que llevarlas a cabo. También se va a incluir un apartado en el que se detallan cuáles son las tareas de mantenimiento que se transfieren a mantenimiento autónomo (operarios de la planta). Por último se incluirán unos documentos en los que se explicarán los pasos a seguir para llevar a cabo algunas tareas de mantenimiento (SMPs), y otros que transmiten conocimientos básicos sobre la báscula, útiles para su manejo o entendimiento (OPLs).

4.4.1. Estándares de mantenimiento

La estrategia de mantenimiento que se va a seguir en la elaboración de los estándares va a consistir en el mantenimiento periódico o basado en el tiempo, que junto con el restablecimiento de las condiciones básicas de los componentes de la máquina, va a ser la estrategia óptima para evitar un fallo de la báscula inesperado.

Se van a crear tres tipos de estándares: mecánico, eléctrico y de lubricación, y cada uno de ellos va a agrupar las tareas de mantenimiento de ese campo.

Para elaborar los estándares de mantenimiento se van a tener en cuenta varias fuentes de información: la experiencia de los operarios, y los ingenieros y técnicos del departamento de mantenimiento; las recomendaciones de los fabricantes de los componentes; los registros e historial de mantenimiento de componentes parecidos que ya se encuentran en la fábrica y el registro de averías de los mismos.

En los estándares de mantenimiento se va a definir *qué* tareas de mantenimiento se necesitan, *cuándo* se llevarán a cabo, los *criterios* para cada tarea y *cómo* y *quién* realiza cada una.

Con la finalidad de saber qué tareas es necesario realizar y cuál es su justificación se han listado todos los componentes consumibles (libro mayor) y se ha determinado cuáles son los componentes y ajustes que afectan a la calidad del producto.

Los tres estándares siguen el mismo formato. Están divididos en cuatro apartados:

- *Qué.* Contiene el número de tarea, el número y nombre del subconjunto, número y nombre del componente en identificación de componentes, descripción de la tarea y tipo de tarea (inspección, comprobación, reemplazo, limpieza...).
- *Cuándo.* Tiene dos apartados: la frecuencia requerida y la propuesta. En todas las tareas de los tres estándares van a coincidir, por lo tanto solamente se mencionará “frecuencia” en la explicación.
- *Criterio* a seguir para realizar las tareas. En los casos que sea necesario seguir un criterio se indicará que es según el procedimiento a empelar.
- *Cómo y quién.* Consta de tres apartados: el código del procedimiento estándar a seguir (SMP), que sólo se indicará si existe alguno, el responsable de realizar la tarea y el tiempo necesario para llevarla a cabo.

En los tres estándares, las tareas se van a ordenar por subconjunto y por número de tarea. Se van a desarrollar en los siguientes subcapítulos.

4.4.1.1. Estándar mecánico

Hay diecinueve tareas mecánicas de mantenimiento necesarias. En todas ellas, el responsable de realizar la tarea debe ser un técnico de mantenimiento, por lo que no se va a volver a indicar. Son las siguientes:

- Tarea número 1. Subconjunto: Alimentador. Se llevará a cabo en la electroválvula, que corresponde al componente número seis de once. La tarea a realizar es de comprobación: comprobar ausencia de fugas (de aire). La frecuencia es de dos años. El criterio a seguir será según el procedimiento: SMP AS_014. El tiempo requerido es de cinco minutos.
- Tarea número 2. Subconjunto: Alimentador. Se llevará a cabo en los silentbloc de las células de carga, que corresponden con el componente número siete de once. La tarea a realizar es de inspección: revisar el desgaste. La frecuencia es anual. El tiempo requerido es de cinco minutos.
- Tarea número 3. Subconjunto: Alimentador. Se llevará a cabo en el alimentador vibrante superior, que corresponde al componente número once de once. La tarea a realizar es de comprobación del apriete de los tornillos. La frecuencia es anual. El tiempo requerido es de cinco minutos.
- Tarea número 4. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en la banda de transporte, que corresponde al componente número uno de veintidós. La tarea a realizar es de inspección: revisar tensión y estado de la banda. La frecuencia es anual. El criterio a seguir será según el procedimiento: SMP AS_065. El tiempo requerido es de cinco minutos.
- Tarea número 5. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en los tambores, que corresponden a los componentes número dos y tres de veintidós. La tarea a realizar es de limpieza: retirar la fibra que tengan pegada. La frecuencia es de seis meses. El criterio a seguir será según el procedimiento: SMP AS_069. El tiempo requerido es de treinta minutos.
- Tarea número 6. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en el motor de la banda, que corresponde al componente número cuatro de veintidós. La tarea a realizar es de inspección del ruido y la temperatura. La frecuencia es de dos años. El tiempo requerido es de cinco minutos.

- Tarea número 7. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en el motor de la banda, que corresponde al componente número cuatro de veintidós. La tarea a realizar es de reemplazo de los rodamientos que hay en su interior. La frecuencia es de cuatro años. El criterio a seguir será según los procedimientos: SMP PEXT_043 y AS_018. El tiempo requerido es de sesenta minutos.
- Tarea número 8. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en el motor del rompecapa, que corresponde al componente número cinco de veintidós. La tarea a realizar es de inspección del ruido y la temperatura. La frecuencia es de dos años. El tiempo requerido, cinco minutos.
- Tarea número 9. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en el motor del rompecapa, que corresponde al componente número cinco de veintidós. La tarea a realizar es de reemplazo de los rodamientos que hay en su interior. La frecuencia es de cuatro años. El criterio a seguir será según los procedimientos: SMP PEXT_043 y AS_018. El tiempo requerido es de sesenta minutos.
- Tareas número 10, 11 y 12. Subconjunto: Dosificador. Se llevarán a cabo en los reductores 1 y 2 de la banda y en el del rompecapa, que corresponden a los componentes número seis, siete y ocho de veintidós. Las tareas a realizar son de inspección del nivel de aceite, fugas, ruido y temperatura. La frecuencia es de dos años. El tiempo requerido es de cinco minutos para cada una.
- Tarea número 13. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en el rompecapa, que corresponde al componente número nueve de veintidós. La tarea a realizar es de comprobación del estado de las paletas y que no falte ninguna. La frecuencia es anual. El tiempo requerido es de cinco minutos.
- Tarea número 14. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en los silentbloc de los motores, que corresponden al componente número dieciséis de veintidós. La tarea a realizar es de inspección: revisar el desgaste. La frecuencia es anual. El tiempo requerido es de cinco minutos.
- Tarea número 15. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en el rascador, que corresponde al componente número diecisiete de veintidós. La tarea a realizar es de comprobación del desgaste y la posición. La frecuencia es anual. El criterio a seguir será según el procedimiento: SMP AS_066. El tiempo requerido es de cinco minutos.
- Tarea número 16. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en el puente de pesada, que corresponde al componente número diecinueve de veintidós. La tarea a realizar es de comprobación de su alineación. La frecuencia es anual. El criterio a seguir será según el procedimiento: SMP AS_046. El tiempo requerido es de noventa minutos.
- Tareas número 17, 18 y 19. Subconjunto: Dosificador. Se llevarán a cabo en los conjuntos de soporte-rodamiento de transmisión, retorno y rompecapa, que corresponden a los componentes número veinte, veintiuno y veintidós de veintidós. Las tareas a realizar son de inspección del rodamiento, ruidos anormales, holguras y fijación al eje. La frecuencia es anual. El tiempo requerido es de cinco minutos para cada una.

Por razones de espacio, en el Anexo X se incluye solamente la primera página del estándar mecánico.

4.4.1.2. Estándar eléctrico

Hay diecinueve tareas eléctricas de mantenimiento necesarias. Todas ellas son de frecuencia anual y el responsable un técnico de mantenimiento, por lo que no se va a volver a indicar. Son las siguientes:

- Tarea número 1. Subconjunto: Alimentador. Se llevará a cabo en el sensor de llenado, que corresponde al componente número uno de once. La tarea a realizar es de comprobación: activarlo y comprobar que para el llenado y que funciona la alarma. El tiempo requerido es de veinte minutos.
- Tarea número 2. Subconjunto: Alimentador. Se llevará a cabo en las células de carga, que corresponden al componente número dos de once. La tarea a realizar es de comprobación del funcionamiento. El tiempo requerido es de diez minutos.
- Tarea número 3. Subconjunto: Alimentador. Se llevará a cabo en la caja de suma de las cuatro células de carga, que corresponde al componente número cinco de once. La tarea a realizar es de comprobación del apriete de conexiones. El tiempo requerido es de diez minutos.
- Tarea número 4. Subconjunto: Alimentador. Se llevará a cabo en la electroválvula, que corresponde al componente número seis de once. La tarea a realizar es de comprobación del estado de la bobina que hay en su interior. El tiempo requerido es de cinco minutos.
- Tarea número 5. Subconjunto: Alimentador. Se llevará a cabo en las células de carga de la tolva superior, que corresponden al componente número ocho de once. La tarea a realizar es de la comprobación del funcionamiento. El tiempo requerido es de diez minutos.
- Tarea número 6. Subconjunto: Alimentador. Se llevará a cabo en el controlador de peso, que corresponde al componente número nueve de once. La tarea a realizar es de la comprobación del funcionamiento. El tiempo requerido es de cinco minutos.
- Tarea número 7. Subconjunto: Alimentador. Se llevará a cabo en el sensor de nivel de la tolva superior, que corresponde con el componente número diez de once. La tarea a realizar es de comprobación: activarlo y comprobar que activa el llenado y que funciona la alarma. El tiempo requerido es de veinte minutos.
- Tarea número 8. Subconjunto: Alimentador. Se llevará a cabo en el alimentador vibrante superior, que corresponde al componente número once de once. La tarea a realizar es de inspección: revisar el consumo del vibrador. El criterio a seguir será según el procedimiento: SMP CA_014. El tiempo requerido es de quince minutos.
- Tarea número 9. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en el motor de la banda, componente número cuatro de veintidós. La tarea a realizar es de inspección: revisar el consumo del motor. El criterio a seguir será según el procedimiento: SMP CA_014. El tiempo requerido es de quince minutos.
- Tarea número 10. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en el motor de la banda, componente número cuatro de veintidós. La tarea a realizar es de comprobación del aislamiento y el bobinado. El criterio a seguir será según el procedimiento: SMP AS_034. El tiempo requerido es de cuarenta minutos.
- Tarea número 11. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en el motor del rompecapa, componente número cinco de veintidós. La tarea a realizar es de inspección: revisar el consumo del motor. El criterio a seguir será según el procedimiento: SMP CA_014. El tiempo requerido es de quince minutos.

- Tarea número 12. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en el motor de la del rompecapa, componente número cinco de veintidós. La tarea a realizar es de comprobación del aislamiento y el bobinado. El criterio a seguir será según el procedimiento: SMP AS_034. El tiempo requerido es de cuarenta minutos.
- Tarea número 13. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en la célula de carga del puente de pesada, componente número diez de veintidós. La tarea a realizar es de comprobación del funcionamiento. El tiempo requerido es de diez minutos.
- Tarea número 14. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en el detector de capa, componente número once de veintidós. La tarea a realizar es de comprobación de la distancia de detección y de su funcionamiento. El tiempo requerido es de cinco minutos.
- Tarea número 15. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en el detector de giro de la banda, componente número doce de veintidós. La tarea a realizar es de comprobación de la distancia de detección y sujeción. El tiempo requerido es de cinco minutos.
- Tarea número 16. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en el detector de giro del rompecapa, componente número trece de veintidós. La tarea a realizar es de comprobación de la distancia de detección y sujeción. El tiempo requerido es de cinco minutos.
- Tarea número 17. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en el detector de banda, componente número catorce de veintidós. La tarea a realizar es de comprobación de la distancia de detección y de su funcionamiento. El tiempo requerido es de quince minutos.
- Tarea número 18. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en el detector de desplazamiento de la banda, componente número quince de veintidós. La tarea a realizar es de comprobación del funcionamiento. El tiempo requerido es de quince minutos.
- Tarea número 19. Subconjunto: Dosificador. Se llevará a cabo en el encóder, componente número diecinueve de veintidós. La tarea a realizar es de comprobación del estado del cable y las conexiones. El tiempo requerido es de cinco minutos.

Por razones de espacio, en el Anexo XI se incluye solamente la primera página del estándar eléctrico.

4.4.1.3. Estándar de lubricación

Las tareas de lubricación que son necesarias llevar a cabo en la báscula dosificadora de fibra de vidrio son todas para componentes del subconjunto dos, dosificador; también el tipo de tarea es lubricación, como es lógico; y las debe realizar un técnico de mantenimiento en todos los casos. Corresponden con los seis puntos de lubricación que se habían determinado en el Paso 1. Son los siguientes:

- Tareas número 1, 2 y 3. Se llevará a cabo en el reductor 1 y 2 de la banda y en el del rompecapa, componentes número seis, siete y ocho de veintidós. Las tareas a realizar son el cambio del aceite que contienen en el interior. El tiempo requerido para realizarlas es de treinta minutos para cada reductor.
- Tareas número 4, 5 y 6. conjuntos de soporte-rodamiento de transmisión, retorno y rompecapa, que corresponden a los componentes número veinte, veintiuno y veintidós de veintidós. Las tareas a realizar son el engrase en marcha. El tiempo requerido para realizarla es de cinco minutos para cada uno.

En el Anexo XII se adjunta el estándar de lubricación.

4.4.2. Calendario

El calendario de mantenimiento es una tabla en la que se recogen por subconjunto y por orden las tareas mecánicas, eléctricas y de lubricación de los estándares de mantenimiento expuestos anteriormente. Se trata de un calendario a cinco años. En él se pone el número del componente y el nombre, el tipo de tarea y su descripción, la frecuencia con la que hay que realizarla y además, el número que se le ha dado a la tarea en la base de datos empleada por Placo ("Datastream").

A continuación se añaden los meses de los cinco años que abarca el calendario y se rellenan con un código: unas casillas divididas en cuatro triángulos, cada uno de un color; amarillo para tarea programada, negro para tarea realizada, azul para trabajo extra realizado y rojo para avería registrada. Al inicio de la elaboración del proyecto solo se colocaron los de color amarillo y a lo largo de los cinco años, se van a ir añadiendo el resto.

En la parte inferior del calendario se realiza la monitorización del porcentaje (%) de las tareas completadas con un gráfico de barras.

Para llevar a cabo una eficiente gestión del tiempo, en la medida de lo posible, las tareas van a estar agrupadas para ser realizadas en paradas de producción programadas, así se va a reducir el tiempo de producción que se podría perder anualmente si hubiera que parar a posta para realizar el mantenimiento.

Hasta la fecha de realización de este trabajo final de grado, las casillas estarán rellenas por ordenador para que la presentación sea mejor, pero este calendario se encuentra junto a la máquina en la fábrica y se rellena a mano.

En el Anexo XIII se adjunta el calendario.

4.4.3. Elementos para mantenimiento autónomo

En este apartado se va a elaborar un documento en el que se recojan las diferentes tareas de mantenimiento de los componentes que se transfieren a los operarios de la planta.

Estas tareas se han determinado en el Paso 1, Listado de componentes (capítulo 4.2.1.4.).

Se incluirá el nombre y número del subconjunto, el número del componente (según el dibujo de identificación de componentes); el nombre del componente; el número de serie del fabricante; el tipo de tarea que se transfiere: limpiar, inspeccionar o engrasar; la frecuencia con la que hay que realizarla; el tiempo requerido para llevarla a cabo; si se necesita alguna formación o cambios para apoyar al equipo de mantenimiento autónomo en la realización de la tarea; cuál es la OPL, estándar de operación o mantenimiento que hay que seguir para mantener el componente; y quién apoya al equipo de mantenimiento.

Como ya se ha visto anteriormente, solamente hay tres componentes que necesitan tareas de mantenimiento transferidas a MA. Todos ellos pertenecen al subconjunto uno: Alimentador. Ninguna de ellas necesita formación ni cambios para apoyar al equipo de mantenimiento autónomo y en todas ellas MA va a estar apoyado por un técnico de mantenimiento.

Los componentes de la báscula dosificadora de fibra de vidrio a los que se le van a realizar tareas de mantenimiento por parte de los operarios de la planta son:

- *Células de carga*, que corresponden al componente número dos de once. Con número de serie: Z6FC3. La tarea que debe realizar mantenimiento autónomo es su limpieza antes de la producción de placa Habito y tardará unos diez minutos en llevarla a cabo. El procedimiento estándar de operación (SOP -Standard Operation Procedure-) que se debe seguir para limpiar las células correctamente es HR_010 (este estándar no es objeto de este proyecto porque se ha aprovechado uno que ya había realizado para otra máquina de la fábrica).
Un SOP es un documento en el que se explica paso a paso y con imágenes cómo se debe realizar un procedimiento, en este caso, la limpieza de las células de carga. Los procedimientos pueden ser de calidad, seguridad, de MA (como en este caso), control de proceso...
- *Tajadera*, que corresponde con el componente número cuatro de once. El número de serie es: M15PC190124. Mantenimiento autónomo debe inspeccionar que su posición sea la correcta antes de cada producción de Habito y solamente se tardará un minuto. La lección puntual que se debe seguir para saber cómo identificar la posición correcta de la tajadera es la OPL AS_023.
- *Células de carga de la tolva superior*, que corresponden al componente número ocho de once y cuyo número de serie es: PR6011/30S. Mantenimiento autónomo se va a encargar de limpiarlas antes de cada producción y tardará unos diez minutos. El procedimiento estándar a seguir es el mismo que para las otras células de carga.

A partir de este documento, mantenimiento autónomo se encargará de realizar su propio proyecto de mantenimiento e incluirá las tareas en su calendario. Se incluye en el apartado anexos, Anexo XIV.

4.4.4. SMPs

En capítulos anteriores de este trabajo se ha hablado de las SMPs, y en este capítulo se va a explicar en qué consisten y se van a detallar las realizadas a lo largo de la elaboración de este proyecto.

Las SMPs, del inglés “Standard Maintenance Procedures” (Procedimientos Estándar de Mantenimiento) son unos documentos que explican de forma breve, detallada y con imágenes los pasos que hay que seguir para realizar una tarea de mantenimiento o de manipulación de la máquina. Las SMPs son similares a las SOPs, pero la diferencia entre ellas es que las primeras solamente se utilizan para detallar cómo realizar una tarea de mantenimiento, y las SOPs explican la secuencia de una acción cualquiera.

La referencia de las SMPs se le da según un código alfanumérico que depende del taller y línea (zona de la fábrica) a los que pertenezca la máquina. Es decir, se numeran por zonas de la fábrica, no por máquina o por SMPs en general que hay en toda ella. Por ejemplo, las SMPs que pertenezcan a la zona de aditivos sólidos, como es el caso de la báscula objeto de este trabajo, comenzarán por las letras AS y estarán numeradas desde de cero.

Las SMPs referidas a la báscula dosificadora de fibra de vidrio están referenciadas desde AS_063 a AS_069. Sin embargo, para explicar procedimientos iguales o parecidos a los necesarios de aplicar en ella se utilizan otros existentes de la misma zona (AS) u otra de la

fábrica; esto ya se ha visto en los estándares de mantenimiento que se hace referencia a procedimientos que tienen numeración menor de 063 o letras diferentes a AS (por ejemplo: AS_018 “Revisión y sustitución de rodamientos de motores” o BF_006 “Engrase de rodamientos”, que pertenece a la zona de banda de formación de placa de yeso).

En este capítulo solamente se explicarán las SMPs creadas específicamente para la báscula dosificadora de fibra de vidrio, ya que el resto de las que se hace referencia en este proyecto no han sido elaboradas por la autora del mismo. También se incluirán dos a modo de ejemplo en el capítulo de anexos, pero no todas, por razones de espacio.

En el encabezado de los Procedimientos Estándar de Mantenimiento aparece la referencia; el nombre; a que taller y línea pertenecen (aditivos sólidos en todos los casos); paso de proceso: dosificación de fibra de vidrio; el nombre del equipo: Báscula de fibra Vidmar; la fecha de realización de la SMP; el número del equipo: BMG.0400.02.E; quién ha aprobado la SMP (José Ramón Argüeso en todos estas SMPs); el tipo de mantenimiento que se explica: inspección, lubricación, seguridad y medioambiente, pruebas, calibración, cambio u otro; la frecuencia: diaria, semanal, quincenal, mensual, anual, etc.; y el autor: Celia Sánchez, en todas ellas. Debajo se enumeran las herramientas necesarias. Y a continuación se explica el método con pasos e imágenes.

Las SMPs de la báscula dosificadora de fibra de vidrio son:

- *AS_063*

Esta SMP explica la forma de realizar el procedimiento LoTo (Lock out, Take out) en la máquina: un proceso de bloqueo y consignación con el que se garantiza que la máquina que vamos a manipular no tiene ningún tipo de energía.

Nombre de la SMP: “Encandado de la báscula”. Fecha de realización: veintinueve de Agosto de dos mil dieciséis. Tipo de mantenimiento: seguridad y medioambiente. No tiene frecuencia de ejecución. Herramientas necesarias: tres candados por cada persona que vaya a manipular la máquina. Método:

Para realizar cualquier operación en la báscula es necesario haber encandado previamente.

1. Encandar el seccionador de la báscula. Comprobar que no puede ponerse en funcionamiento.
2. Encandar el seccionador del rompecapa. Comprobar que no puede ponerse en funcionamiento.
3. Encandar el seccionador de la alimentación. Comprobar que no puede ponerse en funcionamiento.
4. Una vez finalizado el trabajo, desencandar los tres seccionadores.

- *AS_064*

Nombre de la SMP: “Sustitución banda de transporte”. Fecha de realización: veintinueve de Agosto de dos mil dieciséis. Tipo de mantenimiento: cambio. No tiene frecuencia de ejecución, ya que sólo habría que sustituirla en caso de deterioro o rotura. Método:

1. Para realizar esta operación es imprescindible tener la báscula parada y asegurarse de no se podrá poner en marcha bajo ningún concepto. Ver SMP AS_063 para encandar la báscula.
 2. La banda siempre se quitará por el lado contrario al grupo motriz.
 3. Quitar los capotajes superiores y las tapas laterales. Quitar las protecciones laterales.
 4. Vaciar de fibra toda la banda.
 5. Destensar la rasqueta externa (ver SMP AS_066) y las internas.
 6. Destensar la banda por completo.
 7. Quitar los capotajes traseros.
 8. Quitar los soportes de la tolva del lado que se extraerá la banda.
 9. Quitar los pies del lado que se va a quitar la banda. El chasis de la báscula se autosoporta sobre estos pies siempre y cuando no se le añada ningún tipo de peso externo.
 10. Sacar la banda antigua.
 11. Limpiar la báscula de la suciedad que pueda haber (sobre todo en los tambores de transmisión y retorno -SMP AS_069-).
 12. Colocar la nueva banda.
 13. Realizar las operaciones anteriores de forma inversa.
- *AS_065*

Nombre de la SMP: “Inspección del tensor de la banda”. Fecha de realización: treinta de Agosto de dos mil dieciséis. Tipo de mantenimiento: inspección. Frecuencia: anual. Método:

 1. Para realizar esta operación es imprescindible tener el dosificador parado y asegurarse de que no se podrá poner en marcha bajo ningún concepto. Ver SMP AS_063 para encandar la báscula.
 2. Quitar las protecciones laterales de la báscula.
 3. Comprobar la tensión de la banda. No debe estar ni demasiado tensa, para no dañarla, ni demasiado destensada para que no oscile al estar en marcha (podría distorsionar la medida cuando está en marcha). En el soporte del rodamiento del tambor de retorno hay unas marcas que indican cuál es la posición correcta para un tensado adecuado de la banda.
 4. Mirar el estado del tornillo tensor y comprobar que no está gripado.
 5. Comprobar el paralelismo de la banda, asegurarse de que no se desvía a los lados. Si es el caso, arreglar el paralelismo. Si la banda se desvía por la derecha, destensar por la izquierda o tensar por la derecha. Si la banda se desvía por la izquierda, destensar por la derecha o tensar por la izquierda.
 6. Volver a poner las protecciones laterales y desencandar.
 - *AS_066*

Nombre de la SMP: “Revisión y ajuste del rascador externo”. Fecha de realización: treinta de Agosto de dos mil dieciséis. Tipo de mantenimiento: Inspección. Frecuencia: anual. Método:

1. Para realizar esta operación es imprescindible tener la báscula parada y asegurarse de que no se podrá poner en marcha bajo ningún concepto. Ver SMP AS_063.
 2. Quitar las tapas y protecciones delanteras.
 3. El rascador lleva montada una junta de caucho cuya posición se puede regular. Aflojando los tornillos que la sujeta se puede cambiar su posición. Comprobar que no está muy desgastada. Si es necesario, sustituirla.
 4. La presión que ejerce sobre la banda se puede variar mediante los tensores elásticos de los laterales. Comprobar que las juntas apoyen en la banda en toda su longitud por igual pero sin presionar demasiado, o podría dañarla.
- *AS_067*

Nombre de la SMP: “Sustitución del tambor de transmisión”. Fecha de realización: treinta de Agosto de dos mil dieciséis. Tipo de mantenimiento: cambio. No tiene frecuencia de ejecución. Método:

 1. Para realizar esta operación es imprescindible tener la báscula parada y asegurarse de que no se podrá poner en marcha bajo ningún concepto. Ver SMP_063 para encandar la báscula.
 2. Quitar la banda de transporte (ver SMP AS_064).
 3. Sujetar el tambor con un polipasto para evitar que por su propio peso pueda caer al suelo.
 4. Quitar los tornillos que sujetan los soportes de los rodamientos.
 5. Aflojar el tornillo de cabeza allen que lleva el rodamiento en la parte superior para poder quitarlo del eje del tambor.
 6. Realizar las operaciones de forma inversa para colocar el tambor nuevo.
 - *AS_068*

Nombre de la SMP: “Sustitución del tambor de retorno”. Fecha de realización: treinta de Agosto de dos mil dieciséis. Tipo de mantenimiento: cambio. No tiene frecuencia ejecución. Método:

 1. Para realizar esta operación es imprescindible tener la báscula parada y asegurarse de que no se podrá poner en marcha bajo ningún concepto. Ver SMP AS_063 para encandar la báscula.
 2. Quitar la banda de transporte. Ver SMP AS_064.
 3. Sujetar el tambor con un polipasto para evitar que por su propio peso pueda caer al suelo.
 4. Quitar las guías del tensor en ambos lados.
 5. Aflojar el tornillo de cabeza allen que lleva el rodamiento en la parte superior para poder quitarlo del eje del tambor.
 6. Realizar las mismas operaciones de forma inversa para colocar el tambor nuevo.

- *AS_069*

Nombre de la SMP: “Limpieza tambores de transmisión y retorno”. Fecha de realización: treinta y uno de Agosto de dos mil dieciséis. Tipo de mantenimiento: otro (limpieza). Frecuencia de ejecución: cada seis meses. Método:

1. Para realizar esta operación es imprescindible tener la báscula parada y asegurarse de que no se podrá poner en marcha bajo ningún concepto. Ver SMP AS_063 para encandar la báscula.
2. Quitar las protecciones laterales de la báscula dosificadora.
3. Destensar totalmente la banda para poder acceder a los tambores y que puedan girar.
4. Limpiar la fibra adherida a los tambores.
5. Realizar las mismas operaciones anteriores de forma inversa.

Por razones de espacio, en el apartado Anexos se incluyen solamente dos SMPs: AS_065 (Anexo XV) y AS_066 (Anexo XVI).

4.4.5. OPLs

Las OPLs, del inglés “One Point Lessons” (Lecciones Puntuales) son unos documentos que se utilizan para comunicar conocimientos simples y puntuales, que pueden ser: conocimientos básicos, ideas de mejora o explicación de problemas. Se realizan cada vez que se considera que alguien puede beneficiarse de una experiencia de aprendizaje. Tienen que ser muy simples y concisas por lo que deben realizarse en cinco minutos, explicarse en treinta segundos y estar formadas por un ochenta por ciento dibujo y un veinte por ciento texto (siempre que sea posible).

La referencia y numeración de las OPLs se hace igual que con las SMPs. Las OPLs referidas a la báscula dosificadora de fibra de vidrio están referenciadas desde AS_022 a AS_028.

En el encabezado de las OPLs se encuentra el nombre de las mismas; la opción marcada de si son referidas a conocimientos básicos, ideas de mejora o problemas (en este trabajo serán todas de conocimientos básicos); la referencia; y las iniciales y fecha de quien la ha creado (la autora de este trabajo en todas ellas, CSG), quien la ha validado (líder del equipo: en este caso coincide con la autora, por lo que no se han rellenado las casillas de validado) y quien la ha autorizado (jefe de departamento: José Ramón Argüeso, JRA). En la parte baja de la OPL y en la cara de atrás se hace un registro de aprendizaje donde firma quien enseña, quien aprende y en qué fecha. Estas firmas y fechas no se van a incluir en el trabajo.

Las OPLs de la báscula dosificadora de fibra de vidrio son:

- *AS_022*

Nombre de la OPL: “Alineación del puente de pesada”. Creada el treinta de Agosto de dos mil dieciséis. Autorizada el treinta y uno de agosto de dos mil dieciséis.

En esta OPL se explica cuál es la distancia de altura que tienen que tener los soportes del puente de pesada entre ellos.

El texto explica: “Todos los soportes tienen que estar totalmente horizontales. Los soportes anterior y posterior a la célula de carga deberán estar alineados entre sí y unos

dos milímetros por encima de los demás, a excepción del pesador, que estará medio milímetro por debajo del anterior y posterior.” La OPL incluye un esquema de la altura entre soportes.

- *AS_023*

Nombre de la OPL: “Posición de la tajadera”. Creada el veintinueve de Agosto de dos mil dieciséis. Autorizada el treinta y uno de Agosto de dos mil dieciséis.

Explica cuál es la altura adecuada en la que se tiene que situar la tajadera de salida de la fibra de la tolva.

El texto explica: “Es importante que la tajadera se sitúe siempre a la altura adecuada. Si no, el dosificador no podrá funcionar con el peso nominal del puente de pesada. La altura de la tajadera se puede verificar por la marca realizada en ella.” En la parte inferior, una imagen de la tajadera indica cuál es la marca que establece su posición adecuada.

- *AS_024*

Nombre de la OPL: “Posición del detector de capa”. Creada el treinta de Agosto de dos mil dieciséis. Autorizada el treinta y uno de Agosto de dos mil dieciséis.

Explica cuál es la altura adecuada en la que se tiene que situar el detector de capa de fibra de vidrio, situado a la salida de la tolva.

El texto explica: “Es importante que el detector de capa se sitúe siempre a la altura adecuada. La posición se puede verificar por las marcas realizadas en él.” En la parte inferior, una imagen del detector de capa muestra la marca que establece la posición adecuada.

- *AS_025*

Nombre de la OPL: “Posición del rascador externo”. Creada el treinta de Agosto de dos mil dieciséis. Autorizada el treinta y uno de Agosto de dos mil dieciséis.

Explica las partes del rascador: junta y los tensores; y también cómo tiene que estar posicionado.

En la parte superior una imagen del rascador marca cuáles son los tensores elásticos y la junta del rascador. Y debajo, el texto explica: “La junta del rascador debe apoyar sobre la banda pero sin presionar demasiado para no dañarla. La presión que ejerce sobre la banda se puede variar con los tensores elásticos.”

- *AS_026*

Nombre de la OPL: “Protecciones laterales de la banda”. Creada el treinta de Agosto de dos mil dieciséis. Autorizada el treinta y uno de Agosto de dos mil dieciséis.

Explica la distancia que tiene que haber entre la banda y sus protecciones laterales.

El texto explica: “Las protecciones laterales de la banda deben estar dos milímetros aproximadamente por encima de la banda. Nunca deben presionar la banda porque podrían dañarla, ni debe haber un espacio demasiado grande porque no impedirían que restos de material caigan fuera.

- AS_027

Nombre de la OPL: “Rompecapa”. Creada el treinta de Agosto de dos mil dieciséis. Autorizada el treinta y uno de Agosto de dos mil dieciséis.

Explica la utilidad y la geometría que tiene el rompecapa.

El texto explica: “El rompecapa evita que la fibra caiga en paquetes, suavizando la caída para que sea de manera continua. Tiene cinco paletas orientadas cada una en una posición diferente”. Una imagen acompaña al texto para poder visualizar bien cómo es el rompecapa.

- AS_028

Nombre de la OPL: “Posición del tensor de la banda”. Creada el treinta de Agosto de dos mil dieciséis. Autorizada el treinta y uno de agosto de dos mil dieciséis.

Explica cómo hay que realizar el tensado de la banda.

El texto explica: “Para realizar el tensado de la banda es importante que el soporte del rodamiento del tambor de retorno se sitúe en una posición determinada. La posición correcta del tensor está marcada en la guía del soporte del rodamiento.” Una imagen muestra las marcas en la guía del soporte del rodamiento.

- AS_029

Nombre de la OPL: “Posición de la tajadera del Alimentador vibrante”. Creada el seis de Abril de dos mil diecisiete. Autorizada el seis de Abril de dos mil diecisiete.

Explica cuál es la altura adecuada en la que se tiene que situar la tajadera de salida de la fibra del alimentador vibrante superior.

El texto explica: “Es importante que la tajadera del vibrador se sitúe a la altura adecuada. Si no, podría caer demasiada fibra a la tolva y provocar fallos en el sensor de llenado. La altura de la tajadera se puede verificar por la marca realizada en ella.” En la parte inferior, una imagen de la tajadera indica cuál es la marca que establece su posición adecuada

Además de las OPLs explicadas anteriormente, también se aplicará la AS_020 para aportar conocimientos sobre la báscula. Esta OPL ha sido creada para otra báscula dosificadora instalada en la fábrica, que es del mismo fabricante y algunas partes de ella son parecidas a la báscula objeto de este proyecto. La OPL AS_020 explica cómo y cuándo hay que hacer una calibración de la máquina en la pantalla que tiene incluida.

Por razones de espacio, en el apartado Anexos se incluyen solamente dos OPLs: AS_023 (Anexo XVII) y AS_025 (Anexo XVIII).

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS

5.1. Conclusiones

A lo largo de los capítulos precedentes se ha analizado el funcionamiento y la composición de la báscula dosificadora de fibra de vidrio objeto de este trabajo, con el fin de crear un calendario de mantenimiento con la programación de las tareas que es necesario llevar a cabo a lo largo de cinco años. Primero se ha estudiado la criticidad de la máquina dentro del proceso de producción de placa de yeso laminado Habito. A continuación se ha realizado una investigación acerca de cuáles son los componentes de la báscula que pueden sufrir desgaste y que, por consiguiente, necesitan ser mantenidos periódicamente. Posteriormente se han analizado las averías ocurridas en la máquina desde su puesta en marcha hasta la fecha de redacción de este trabajo. Y por último se han detallado las diferentes tareas de mantenimiento requeridas para incluirlas en el citado calendario.

El seguimiento de los pasos del proyecto y la elaboración del plan de mantenimiento ha permitido evitar averías por fallos de diseño, falta de establecimiento de las condiciones básicas, deterioro... Sin embargo, no ha sido posible evitar dos averías por fallo humano, lo que hace que sea necesario más formación de los operarios y técnicos de la fábrica, que se llevará a cabo continuamente.

5.2. Desarrollos futuros

Con la aplicación y el seguimiento del plan de mantenimiento creado a lo largo de este Trabajo Final de Grado se evitará que en la máquina se produzcan averías y se conseguirá que trabaje las horas planificadas de producción sin que provoque paradas en la línea. Por otro lado, con la revisión periódica de este proyecto donde se incluyan los posibles cambios en la criticidad de la máquina, de sus componentes o posibles nuevas tareas de mantenimiento producto del aprendizaje de fallos que aparezcan en ella se aumentará la fiabilidad del proyecto y se conseguirá alcanzar los objetivos del mismo.

A su vez, si se aplica este modelo de plan de mantenimiento a otras máquinas instaladas en la fábrica, que intervienen en el proceso de producción, se podrá lograr un rendimiento más alto en la fabricación de placa de yeso laminado, ya que esto conllevaría el traslado de los objetivos específicos para esta máquina hasta unos objetivos generales para toda la planta.

CAPÍTULO 6: PRESUPUESTO

6.1. Introducción

En este capítulo se va a exponer el presupuesto del Trabajo Final de Grado. Como se trata de un plan de mantenimiento, en el que no se proyecta ninguna máquina o instalación, los costes fundamentales son las horas de trabajo que se han empleado por parte de los participantes en su elaboración.

Se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- 1) Se computan los Costes Directos Complementarios (CDC) como los costes que inciden directamente en la elaboración de cada unidad de obra pero que son difíciles de cuantificar o son de pequeña cuantía.

Se han considerado del 1% ya que ninguna unidad de obra que compone el proyecto implica transporte por desplazamiento.

- 2) Los Gastos Generales se han considerado del 13% del Presupuesto de Ejecución Material y se le asocian los siguientes costes:
 - Utilización de equipos informáticos.
 - Uso de herramientas y pequeña maquinaria.
 - Uso de fungibles (tinta de impresora, folios).
 - Encuadernaciones.
 - Material de oficina.
 - Fotocopias.
 - Electricidad.
 - Teléfono.
- 3) Tanto el beneficio industrial como el IVA no se han considerado puesto que es un presupuesto de un proyecto interno de la empresa y no se factura.

A continuación se van a mostrar los siguientes cuadros del presupuesto:

- Cuadro de precios N°2: Cuadro de Precios Descompuestos.
- Mediciones y presupuesto.
- Resumen de capítulos.

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo de una báscula dosificadora de fibra de vidrio
mediante la estrategia World Class Manufacturing

6.2. Cuadro de precios N°2

		Presupuesto TFG				Pág.: 1
		CUADRO DE PRECIOS N° 2			Ref.: procdp2a	
		Trabajo realizado en empresa			Fec.:	
N° Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe	
01	01.	Trabajo realizado en empresa				
01.01	01.01	Reunión semanal del equipo de proyecto para poner en común avances y dudas				
	IIR	h	Ingeniero Responsable de Mantenimiento	1,000	100,00	100,00
	IIM	h	Ingeniero Industrial de Mantenimiento	1,000	60,00	60,00
	GITI-P	h	Ingeniero de Mantenimiento en Prácticas	1,000	30,00	30,00
	TFP	h	Técnico de Mantenimiento	1,000	25,00	25,00
	OM	h	Operario Multiexperto	1,000	15,00	15,00
	%		Costes Directos Complementarios	0,010	230,00	2,30
			Clase: Mano de Obra			230,00
			Clase: Medio auxiliar			2,30
			Coste Total			232,30
01.02	01.02	Reunión semanal con el Ingeniero Responsable de Mantenimiento para comprobar que se cumplen plazos y la asignación de recursos				
	IIR	h	Ingeniero Responsable de Mantenimiento	1,000	100,00	100,00
	GITI-P	h	Ingeniero de Mantenimiento en Prácticas	1,000	30,00	30,00
	%		Costes Directos Complementarios	0,010	130,00	1,30
			Clase: Mano de Obra			130,00
			Clase: Medio auxiliar			1,30
			Coste Total			131,30
01.03	01.03	Reunión diaria con el Ingeniero de mantenimiento de la Empresa para supervisión de la documentación del proyecto				
	IIM	h	Ingeniero Industrial de Mantenimiento	0,500	60,00	30,00
	GITI-P	h	Ingeniero de Mantenimiento en Prácticas	0,500	30,00	15,00
	%		Costes Directos Complementarios	0,010	45,00	0,45
			Clase: Mano de Obra			45,00
			Clase: Medio auxiliar			0,45
			Coste Total			45,45
01.04	01.04	Revisión de la máquina con el Técnico de Mantenimiento para analizarla				
	GITI-P	h	Ingeniero de Mantenimiento en Prácticas	0,500	30,00	15,00
	TFP	h	Técnico de Mantenimiento	0,500	25,00	12,50
	%		Costes Directos Complementarios	0,010	27,50	0,28
			Clase: Mano de Obra			27,50
			Clase: Medio auxiliar			0,28
			Coste Total			27,78
01.05	01.05	Auditorías de los cuatro Pasos de MP				
	DP	h	Director de Planta	3,000	180,00	540,00
	IWCM	h	Ingeniero experto en World Class Manufacturing	3,000	170,00	510,00
	GITI-P	h	Ingeniero de Mantenimiento en Prácticas	3,000	30,00	90,00
	IIM	h	Ingeniero Industrial de Mantenimiento	3,000	60,00	180,00
	%		Costes Directos Complementarios	0,010	1.320,00	13,20
			Clase: Mano de Obra			1.320,00
			Clase: Medio auxiliar			13,20
			Coste Total			1.333,20
01.06	01.06	Trabajo de la Ingeniera en Prácticas para elaborar y completar los documentos que componen el proyecto				
	GITI-P	h	Ingeniero de Mantenimiento en Prácticas	4,000	30,00	120,00
	%		Costes Directos Complementarios	0,010	120,00	1,20
			Clase: Mano de Obra			120,00
			Clase: Medio auxiliar			1,20
			Coste Total			121,20

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo de una báscula dosificadora de fibra de vidrio mediante la estrategia World Class Manufacturing

02	02.	Preparación del Trabajo Final de Grado					
02.01	02.01	Búsqueda de bibliografía, artículos y páginas webs para la redacción del TFG					
	GITI-P %	h	Ingeniero de Mantenimiento en Prácticas	10,000	30,00	300,00	
			Costes Directos Complementarios	0,010	300,00	3,00	
							300,00
							3,00
							303,00
02.02	02.02	Redacción del Trabajo Final de Grado					
	GITI-P %	h	Ingeniero de Mantenimiento en Prácticas	4,000	30,00	120,00	
			Costes Directos Complementarios	0,010	120,00	1,20	
							120,00
							1,20
							121,20
02.03	02.03	Reunión con el tutor del TFG para resolución de dudas y revisión de avances					
	GITI-P	h	Ingeniero de Mantenimiento en Prácticas	2,000	30,00	60,00	
	PROF	h	Profesor de Universidad	2,000	50,00	100,00	
	%		Costes Directos Complementarios	0,010	160,00	1,60	
							160,00
							1,60
							161,60

6.3. Mediciones y presupuesto

Presupuesto TFG								Pág.: 1	
MEDICIONES Y PRESUPUESTO								Ref.: promyp1	
Trabajo realizado en empresa								Fec.:	
Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
Presupuesto TFG									
01 Trabajo realizado en empresa									
01.01	Reunión de Equipo								
01.01	Reunión semanal del equipo de proyecto para poner en común avances y dudas								
	Total partida 01.01					7,00		232,30	1.626,10
01.02	Reunión con el Ingeniero Responsable de Mantenimiento								
01.02	Reunión semanal con el Ingeniero Responsable de Mantenimiento para comprobar que se cumplen plazos y la asignación de recursos								
	Total partida 01.02					7,00		131,30	919,10
01.03	Reunión con Ingeniero de Mantenimiento								
01.03	Reunión diaria con el Ingeniero de mantenimiento de la Empresa para supervisión de la documentación del proyecto								
	Total partida 01.03					35,00		45,45	1.590,75
01.04	Revisión de la máquina con el Técnico de Mantenimiento								
01.04	Revisión de la máquina con el Técnico de Mantenimiento para analizarla								
	Total partida 01.04					7,00		27,78	194,46
01.05	Auditoría								
01.05	Auditorías de los cuatro Pasos de MP								
	Total partida 01.05					3,00		1.333,20	3.999,60
01.06	Elaboración del proyecto								
01.06	Trabajo de la Ingeniera en Prácticas para elaborar y completar los documentos que componen el proyecto								
	Total partida 01.06					35,00		121,20	4.242,00
	Total capítulo 01								12.572,01

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo de una báscula dosificadora de fibra de vidrio
mediante la estrategia World Class Manufacturing

6.4. Resumen de capítulos

	Presupuesto TFG	Pág.: 1
	RESUMEN DE CAPÍTULOS	Ref.: prores3
		Fec.:

Nº Orden	Código	Descripción de los capítulos	Importe
01	01.	Trabajo realizado en empresa	12.572,01
02	02.	Preparación del Trabajo Final de Grado	4.585,40

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	17.157,41
13 % Gastos Generales	2.230,46
TOTAL EJECUCIÓN POR CONTRATA	19.387,87

Asciende el presupuesto proyectado, a la expresada cantidad de:
DIECINUEVE MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS

25 de Mayo de 2017

CAPÍTULO 7: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.1. Libros

- 📖 Sisson, J. (2009). *World Class Manufacturing. Professional Maintenance*. Saint-Gobain.
- 📖 Schonberger, Richard J. (1996). *World Class Manufacturing, the next decade: building power, strength and value*. Nueva York: Free Press.
- 📖 Rubrich, L. & Watson, M. (2004). *Implementing World Class Manufacturing: Includes Lean Enterprise. Business manual*. Fort Wayne, EEUU: WCM Associates.

7.2. Artículos

- 📄 Todorovic, P. M. et. al. (2013). An implementation of infrared thermography in Maintenance plans within a World Class Manufacturing strategy. *Thermal Science*, 17, 977-987.

7.3. Páginas web

- 🌐 Página web de Saint-Gobain. www.saint-gobain.com
- 🌐 Página web de Placo. www.placo.es

ANEXOS A LA MEMORIA

ANEXOS A LA MEMORIA DESCRIPTIVA

En este apartado del proyecto se van a anexar los documentos empleados para la elaboración del proyecto de Mantenimiento Profesional según los modelos establecidos por Saint-Gobain Placo Ibérica.

Por razones de espacio, de los documentos que son listados y contienen varias páginas solamente se va a incluir una de ellas. Estos son los listados de componentes y los estándares de mantenimiento mecánico y eléctrico. A su vez, por las mismas razones, se van a anexar solamente dos SMPs y dos OPLs a modo de ejemplo.

ANEXO I: CRONOGRAMA DE PROYECTO

Plan Proyecto MP:		Placo																																																																						
		1/07/16	2/07/16	3/07/16	4/07/16	5/07/16	6/07/16	7/07/16	8/07/16	9/07/16	10/07/16	11/07/16	12/07/16	13/07/16	14/07/16	15/07/16	16/07/16	17/07/16	18/07/16	19/07/16	20/07/16	21/07/16	22/07/16	23/07/16	24/07/16	25/07/16	26/07/16	27/07/16	28/07/16	29/07/16	30/07/16	31/07/16	01/08/16	02/08/16	03/08/16	04/08/16	05/08/16	06/08/16	07/08/16	08/08/16	09/08/16	10/08/16	11/08/16	12/08/16	13/08/16	14/08/16	15/08/16	16/08/16	17/08/16	18/08/16	19/08/16	20/08/16	21/08/16	22/08/16	23/08/16	24/08/16	25/08/16	26/08/16	27/08/16	28/08/16	29/08/16	30/08/16	31/08/16	01/09/16	02/09/16	03/09/16	04/09/16	05/09/16	06/09/16	07/09/16	08/09/16	09/09/16
		Semana 1							Semana 2							Semana 3							Semana 4							Semana 5							Semana 6							Semana 7							Semana 8							Semana 9														
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo								
Disponibilidad																																																																								
Acceso a la Máquina																																																																								
CELIA SÁNCHEZ																																																																								
JOSÉ RAMÓN ARGÜESO																																																																								
JORGE MARTÍN																																																																								
DIEGO BUDRIA																																																																								
RAFAEL COLDERÓN																																																																								
Paso 0																																																																								
0.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO																																																																								
0.1.1 DEFINIR EQUIPO																																																																								
0.1.2 DEFINIR VISIÓN Y OBJETIVOS																																																																								
0.1.3 PLANIFICAR PASOS Y RECURSOS																																																																								
0.2 EVALUACIÓN DE MÁQUINA																																																																								
0.2.1 PRIORIDAD DE MÁQUINA																																																																								
0.2.2 RECOPIRAR DATOS DE TIEMPOS DE FUNCIONAMIENTO Y AVERÍAS																																																																								
0.2.3 CALCULAR HISTÓRICO DE MTBF Y MTTR																																																																								
Total Paso 0																																																																								
Total Paso 0																																																																								
Paso 1																																																																								
1.1 CREAR EL LIBRO MAYOR																																																																								
1.1.1 RELENAR HOJA DE REGISTRO DE MÁQUINA																																																																								
1.1.2 IDENTIFICAR SUBCONJUNTOS																																																																								
1.1.3 IDENTIFICAR COMPONENTES																																																																								
1.1.4 CREAR PRIMER ESTANDAR DE LUBRICACIÓN																																																																								
1.1.5 RELLENAR LISTADO DE COMPONENTES PASO 1																																																																								
Total Paso 1																																																																								
Total Paso 1																																																																								
Paso 2																																																																								
2.1 RECOPIAR INFORMACIÓN DE AVERÍAS (EWOS HOJA 1)																																																																								
2.2 RECOPIAR INFORMACIÓN EWOS HOJA 2																																																																								
2.3 REALIZAR MAPA Y REGISTRO DE AVERÍAS																																																																								
2.4 ESTRATIFICAR AVERÍAS (SUBCONJUNTO, COMPONENTE, CAUSA...)																																																																								
2.5 COMPLETAR PASO 2 DE LISTADO DE COMPONENTES																																																																								
2.6 CALCULAR MTTR máquina y MTBF componente																																																																								
2.7 PLANIFICAR MEJORAS DE LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO																																																																								
Total Paso 2																																																																								
Total Paso 2																																																																								
Paso 3																																																																								
3.1 COMPLETAR LISTADO DE COMPONENTES PASO 3 (TIPO DE MTO)																																																																								
3.2 ESTABLECER ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO																																																																								
3.3 CREAR SMPs Y ÓRDENES DE TRABAJO																																																																								
3.4 ESTABLECER CALENDARIO DE MANTENIMIENTO																																																																								
3.5 CRAR OPLs CON APRENDIZAJES Y PUNTOS CLAVE																																																																								
Total Paso 3																																																																								
Total Paso 3																																																																								
Auditorías																																																																								
Auditoría Pasos 0 y 1																																																																								
Auditoría Paso 2																																																																								
Auditoría Paso 3																																																																								

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo de una báscula dosificadora de fibra de vidrio mediante la estrategia World Class Manufacturing

ANEXO II: PUNTUACIÓN DE CRITICIDAD

Concepto		Nº	Ítem	Criterio de puntuación	Puntos		
Tiempo de reparación (T)	1		Tiempo medio de reparación (MTTR)	> 24 horas = 35	8		
				<0.5 horas = 5			
Grado de influencia (G)	2-8		Carga de la máquina	>100% = 5	1		
				<60% = 1			
				Efecto calidad producto (Índice Calidad)		> 10% = 5	5
						sin efecto = 1	
				Coste de fallo de calidad (reclamación cliente)		> 2500 EURO = 5	5
						< 250 EURO = 1	
				Pérdidas energéticas		> 4000 EURO = 5	1
< 250 EURO = 1							
Impacto en el rendimiento	> 0,1% de la pérdida de la línea = 5	5					
	< 0,01% de la pérdida de la línea = 1						
Efecto en la seguridad	Riesgo elevado = 5	1					
	Sin riesgo = 1						
Efecto medioambiental	Repercusión elevada = 5	1					
	Sin efecto = 1						
Probabilidad de fallo (P)	9		Frecuencia de parada (MTBF)	> 4/mes = 35 < 1/mes = 5	5		
Criticidad del equipo (C)	10		Criticidad respecto de parada de la línea	20 Sin impacto 40 Impacto en la línea < 24hrs 60 Impacto en la línea > 24hrs 80 Impacto más allá de la línea < 24hrs 100 Impacto más allá de la línea > 24hrs	40		
Puntuación total					72		

ANEXO III: IDENTIFICACIÓN DE SUBCONJUNTOS

Mantenimiento Profesional		Taller: ADITIVOS SÓLIDOS	Paso de proceso: DOSIFICACIÓN DE FIBRA	Pág.
Historial del Equipo: Identificación de Subconjuntos		Nombre y nº Equipo: BÁSCULA FIBRA BMG.0400.02.E	Elaborado por: CELIA SÁNCHEZ Fecha: 19/07/2016	1 de 1

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo de una báscula dosificadora de fibra de vidrio mediante la estrategia World Class Manufacturing

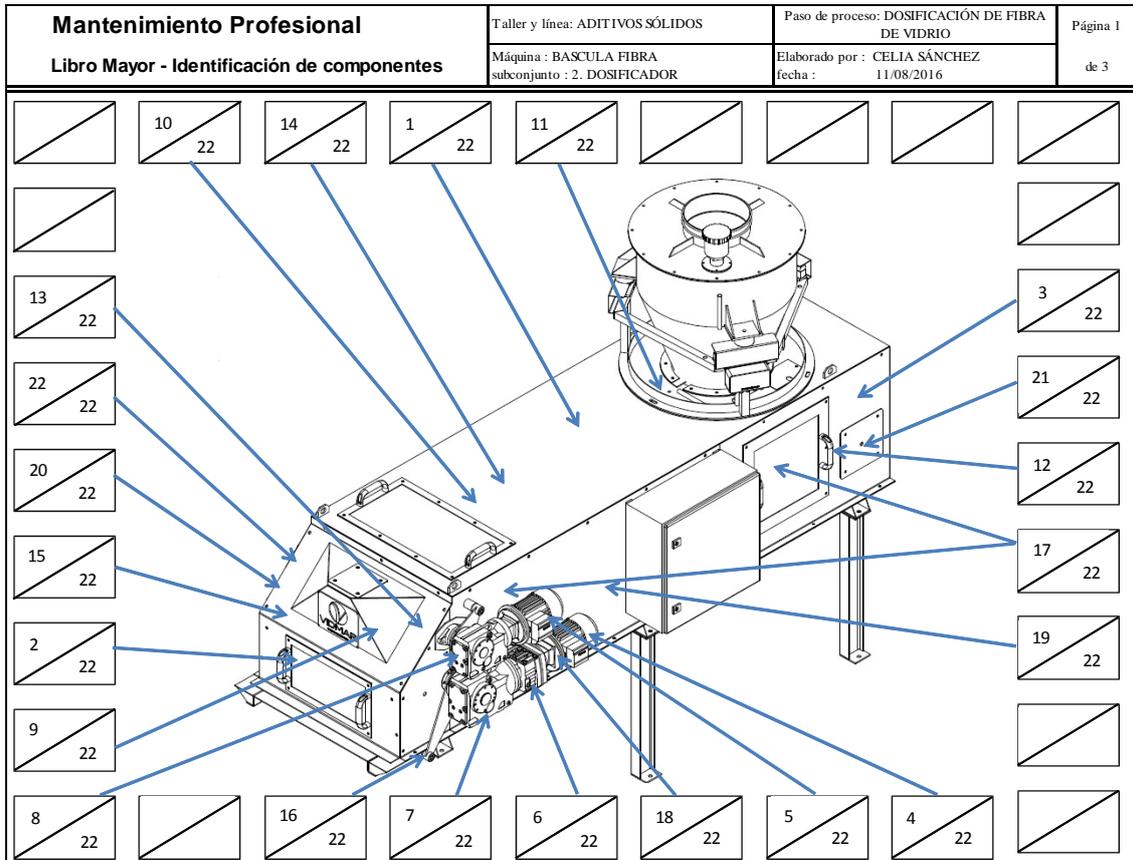
ANEXO IV: IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES ALIMENTADOR

Mantenimiento Profesional				Taller y línea: ADITIVOS SÓLIDOS			Paso de proceso: DOSIFICACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO		Página 1
Libro Mayor - Identificación de componentes				Máquina : BASCULA FIBRA subconjunto : 1. ALIMENTADOR			Elaborado por : CELIA SÁNCHEZ fecha : 20/07/2016		de 1
/	/	/	1 11	2 11	3 11	10 11	11 11	/	
/							/	/	/
/							/	/	/
/	/	/	7 11				/	/	
/	/	/	5 11				/	/	/
/	/	/	4 11				/	/	
/	/	/	9 11				/	/	/
/	/	/	8 11	/	/	/	6 11	/	

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo de una báscula dosificadora de fibra de vidrio mediante la estrategia World Class Manufacturing

ANEXO V: IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES DOSIFICADOR

Este anexo contiene tres páginas.



ANEXO VI: LISTADO DE COMPONENTES ALIMENTADOR

En este anexo solamente se va a incluir la primera página del listado de componentes del subconjunto "Alimentador".

Mantenimiento Profesional Listado de componentes combinado		Area ADITIVOS SÓLIDOS	Paso de Proceso DOSIFICACIÓN FIBRA DE VIDRIO	Equipo BÁSCULA DOSIFICADORA FIBRA DE VIDRIO	Nº de Equipo BMG.0400.02.E	Sub conjunto (Nombre y número) 1.ALIMENTADOR	Fecha	Creado Por Celia Sánchez García	Nº de documento (si necesario)	Version	Página 1 de 2				
MP Paso 1	Detalles de los componentes	Nombre del componente / parte	SENSOR DE LLENADO	CÉLULAS DE CARGA	VIBRADOR TOLVA PULMÓN	TAJADERA	CAJA SUMA 4 CÉLULAS	ELECTROVÁLVULA VIBRADOR	SILENTBLOC CÉLULAS DE CARGA	CÉLULAS DE CARGA TOLVA SUPERIOR	CONTROLADOR DE PESO	SENSOR DE NIVEL TOLVA SUPERIOR	Ejemplos Por ejemplo Rodamiento, Sensor, Switch, Motor pequeño, Cadena, Cinta.		
		Dibujo Nº	1/11	2/11	3/11	4/11	5/11	6/11	7/11	8/11	9/11	10/11	Dibujo Nº de los dibujos de los sub-conjuntos. Ejemplo 2/12		
		Descripción del componente/parte	VEGAWAVE61 Sensor de nivel vibratorio: detecta cuando la cantidad de material dentro de la tolva es demasiado grande Alimentación: 10-36 VDC	Detectan cuándo el nivel de material es bajo y hay que rellenar la tolva Carga máxima: 100 kg Alimentación: 10 VDC Sensibilidad: 2mV/V	Vibrador neumático de turbina Hace vibrar la pared de la tolva para evitar que se formen bóvedas en el interior consiguiendo un buen flujo de material. Alimentación: 220 VAC	Permite una distribución homogénea de la fibra sobre la banda	Recoge la información proporcionada por las células de carga y el sensor de nivel	Presión: 0,2 - 0,7 MPa Alimentación: 24 VDC Potencia: 1,5 W Suministra aire comprimido al vibrador de la tolva.	Carga máxima: 200 kg Caucho	Detectan cuándo el nivel de material es bajo y hay que rellenar la tolva superior. Carga máxima: 10 T	Controla y muestra en la pantalla el peso proporcionado por las células de carga de la tolva superior	Detecta cuándo la cantidad de material en la tolva superior es baja y hay que llenarla	Por ejemplo Motor 10W, 60Hz 188 RPM 3 Fases		
		Nº de serie componente (Proveedor)	WAVE61EXX2RA	Z6FC3	OT16	M15PC190124	---	VP342 - 5VD1 - 02FA	1-Z6/200KG/ZEL	PR6011/30S	PR5230	SOLIPHANT.T FTM20-AA22A	Por ejemplo - F051B, Soporte 56C		
		Nombre y Detalles del proveedor	VEGA	HBM	VibraFER	Vidmar	HBM	SMC	HBM	Sartorius	Sartorius	Endress+Hauser	Por ejemplo - SEW Motores eléctricos		
		Cantidad en la máquina	1	3	1	1	1	1	3	3	1	1	Cantidad de este tipo de componentes en la máquina		
		Ubicación en el almacén	29E37B2P2	29E37B2P3	29E37B2P4	-	-	29E37B2P5	29E37B2P6	29E37B2P7	-	29E37B2P8	Ubicación en el almacén, por ejemplo por fila, estantería y posición individual		
		Lubricación requerida	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	Lubricación req. NA , MA o MP		
		Clasificación de MA o MP, o MA y MP	MP	MP-MA	MP	MP-MA	MP	MP	MP	MP-MA	MP	MP	AM o PM, AM y PM		
		MP Paso 1	Detalles de las tareas de MA	Tipo de tarea- C I L		Limpieza		Inspección				Limpieza			Limpieza, Inspección y lubricación
Frecuencia de la tarea				Antes de la producción		Antes de la producción				Antes de la producción			Diaria, Semanal, Mensual, 6 meses, anual		
Formación / modificaciones requeridas para dar soporte a MA				-									Alguna formación o modificaciones necesarias		
Referencia, Estándar - OPL, Estándar AM, Estándar PM				SOP HR_010 limpieza de las células de carga		AS_023 Altura tajadera				SOP HR_010 limpieza de las células de carga			Referencia del documento - OPL, Estándar MA...		
Equipo de MA dado soporte por (Nombre)				Técnico Mantenimiento		Técnico Mantenimiento				Técnico Mantenimiento			Quién dará soporte al equipo de MA		
Duración de la tarea (mins)				10'		1'				10'			Tiempo necesario para realizar la tarea		
MP Paso 2	Frecuencia de fallo del componente			No. De veces que se ha reemplazado el componente	---	---	---	---	---	---	---	---	---	Cuántas veces ha sido reemplazado el componente (contarlos)	
		Frecuencia de avería	---	---	---	---	---	---	---	---	---	Con que frecuencia el componente falla produciendo una avería (contarlos)			
MP Paso 3	MP Clasificación del componente	Tiempo de reparación / Facilidad de detección	T	3	5	3	2	2	2	2	5	9	3	Puntuación del 1 al 10 Tiempo de reparación / o Cómo de fácil es detectar un fallo en el componente	
		Grado de influencia	D	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	Riesgo alto - 5; Medio 3; Bajo - 1
		Probabilidad de fallo	P	4	4	4	5	2	3	4	4	4	1	4	Puntuación del 1 al 10 Probabilidad de fallo basado en MTBF o en la intuición
		Criticidad	C	40	60	40	40	40	40	40	40	40	60	40	20 - no impacto; 40 - impacto<24 hrs; 60 - impacto<24 hrs; 80 - Impacto >1line <24 hrs; 100 - Impacto>1 línea> 24 hrs
		Evaluación global	T+D+P+C	52	74	53	49	50	49	49	49	74	55	52	Suma T+D+P+C
		Clasificación del componente - 1, 2, 3, 4		3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	=>76 Clase 1; 60-75 Clase 2, <59 Clase 3; Operador - Clase 4

ANEXO VII: LISTADO DE COMPONENTES DOSIFICADOR

En este anexo solamente se va a incluir la primera página del listado de componentes del subconjunto "Dosificador".

Mantenimiento Profesional Listado de componentes combinado		Área ADITIVOS SÓLIDOS	Paso de Proceso DOSIFICACIÓN FIBRA DE VIDRIO	Equipo BASCULA DOSIFICADORA FIBRA DE VIDRIO	Nº de Equipo BMG.0400.02.E	Sub conjunto (Nombre y número) 2.DOSIFICADOR	Fecha	Creado por CELIA SÁNCHEZ GARCÍA	Nº de documento (si necesario)	Version	Página 1 de 3	
MP Paso 1	Detalles de los componentes											
	Nombre del componente / parte	BANDA DE TRANSPORTE	TAMBOR MANDO	TAMBOR DE RETORNO	MOTOR BANDA	MOTOR ROMPECAPA	REDUCTOR 1 BANDA	REDUCTOR 2 BANDA	REDUCTOR ROMPECAPA	ROMPECAPA	CÉLULA CARGA PUENTE PESADA	Ejemplos Por ejemplo Rodamiento, Sensor, Switch, Motor pequeño, Cadena, Cinta.
	Dibujo Nº	1/22	2/22	3/22	4/22	5/22	6/22	7/22	8/22	9/22	10/22	Dibujo Nº del los dibujos de los sub-conjuntos. Ejemplo 2/12
	Descripción del componente/parte	Banda transportadora Longitud de banda: 4800mm Ancho banda: 400 mm	Engomado Material: Acero Peso: 21 kg Diámetro 166 mm Acoplado al motor con una chaveta de 8x7x150 Distancia entre centro de tambores 2150 mm	Sin engomar Material: Acero Peso: 19,73 kg Diámetro 164,5 mm Distancia entre centro de tambores 2150 mm	Motor 0,37 kW 50Hz 2455,15 rpm 3 fases	Motor 0,25 kW 50 Hz 1450 rpm 3 fases	Reductor (primera etapa)	Reductor reducción: 1586 velocidad: 1,55 rpm	Reductor reducción: 106,38 velocidad: 13,63 rpm	Evita que la fibra caiga en paquetes, suavizando la caída para que sea de manera continua. Diámetro rueda: 440 mm 5 paletas	Célula de carga pesaje dinámico. Define la velocidad de la cinta para mantener un caudal constante Carga máx= 10kg Alimentación: 10 VDC Sensibilidad: 2 mV/V	Por ejemplo Motor 10W, 60Hz 188 RPM 3 Fases
	Nº de serie componente (Proveedor)	E 20 CC	BM.08.0400.034.0	BM.08.0400.012.0	1La7073-4AB11.Z.A11	DRS71M4	RF37/A	KA47R37 AM72	KA37 AM63	M15PC190122_00	UTLCELL 260	Por ejemplo - F051B, Soporte 56C
	Nombre y Detalles del proveedor	Vidmar	Vidmar	Vidmar	Siemens	Siemens	SEW-EURODRIVE	SEW-EURODRIVE	SEW-EURODRIVE	Vidmar	Vidmar	Por ejemplo - SEW Motores eléctricos
	Cantidad en la máquina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Cantidad de este tipo de componentes en la máquina
	Ubicación en el almacén	29E37B2P9	-	-	29E37B3P1	29E37B3P2	29E37B3P3	29E37B3P4	29E37B3P5	-	29E37B3P6	Ubicación en el almacén, por ejemplo por fila, estantería y posición individual
	Lubricación requerida	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO	Lubricación req. N/A, MA o MP
	Clasificación de MA o MP, o MA y MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	AM o PM, AM y PM
MP Paso 1	Detalles de las tareas de MA											
	Tipo de tarea- C I L											Limpieza, Inspección y lubricación
	Frecuencia de la tarea											Diaria, Semanal, Mensual, 6 meses, anual
	Formación / modificaciones requeridas para dar soporte a MA											Alguna formación o modificaciones necesarias
	Referencia, Estándar - OPL, Estándar AM, Estándar PM											Referencia del documento - OPL, Estándar MA...
	Equipo de MA dado soporte por (Nombre)											Quién dará soporte al equipo de MA
Duración de la tarea (mins)											Tiempo necesario para realizar la tarea	
MP Paso 2	Frecuencia de fallo del componente											
	No. De veces que se ha reemplazado el componente	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	Cuántas veces ha sido reemplazado el componente (contarlos)
	Frecuencia de avería	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	Con que frecuencia el componente falla produciendo una avería (contarlas)
MP Paso 3	MP Clasificación del componente											
	Tiempo de reparación / Facilidad de detección	T	8	8	8	5	5	5	5	5	8	Puntuación del 1 al 10 Tiempo de reparación / o Cómo de fácil es detectar un fallo en el componente
	Grado de influencia	D	5	5	5	5	3	5	5	3	5	Riesgo alto - 5; Medio 3; Bajo - 1
	Probabilidad de fallo	P	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Puntuación del 1 al 10 Probabilidad de fallo basado en MTBF o en la intuición
	Criticidad	C	60	60	60	40	40	40	40	40	60	20 - no impacto; 40 - impacto < 24 hrs; 60 - impacto > 24 hrs; 80 - impacto > 1 línea < 24 hrs; 100 - impacto > 1 línea > 24 hrs
	Evaluación global	T+D+P+C	75	75	75	52	50	52	52	50	75	Suma T+D+P+C
Clasificación del componente - 1, 2, 3, 4		2	2	2	3	3	3	3	3	2	=>76 Clase 1; 60-75 Clase 2, <59 Clase 3; Operador - Clase 4	

ANEXO VIII: PRIMER ESTÁNDAR DE LUBRICACIÓN

Estándares de Mantenimiento Profesional <i>Hoja de Lubricación</i>	Area:	Departamento:	Máquina:	Elaborado:	Fecha:	Versión n°:
	ADITIVOS SÓLIDOS	DOSIFICACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO	BÁSCULA FIBRA	CELIA SÁNCHEZ	12/08/2016	1

Dibujo de los componentes	LUBRICACIÓN						Frecuencia				Tiempo		Responsable
	Nº	Componente	Lubricante	Método	Herramientas	Cantidad	Turno	Día	Semana	Mes	Estándar	Objetivo	
	1	REDUCTOR 1 CINTA	SYNTGEAR LO 220	BAÑO DE ACEITE	LLAVE ALLEN	0,35 L				24	30'	30'	MP
	2	REDUCTOR 2 CINTA	SYNTGEAR LO 220	BAÑO DE ACEITE	LLAVE ALLEN	0,8 L				24	30'	30'	MP
	3	REDUCTOR ROMPECAPA	SYNTGEAR LO 220	BAÑO DE ACEITE	LLAVE ALLEN	0,5 L				24	30'	30'	MP
	4	RODAMIENTO TRANSMISIÓN	TADAL EP 2L	PISTOLA DE ENGRASE	NO	5 gr				3	5'	5'	MP
	5	RODAMIENTO RETORNO	TADAL EP 2L	PISTOLA DE ENGRASE	NO	5 gr				3	5'	5'	MP
	6	RODAMIENTO ROMPECAPA	TADAL EP 2L	PISTOLA DE ENGRASE	NO	5 gr				3	5'	5'	MP

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo de una báscula dosificadora de fibra de vidrio mediante la estrategia World Class Manufacturing

ANEXO IX: MAPA DE AVERÍAS

Mantenimiento Profesional		Taller y línea: ADITIVOS SÓLIDOS	Paso de proceso: DOSIFICACION DE FIBRA DE VIDRIO	Página 1
Libro Mayor - Mapa de Averías		Máquina / subassembly: BÁSCULA FIBRA / ALIMENTADOR	Elaborado por/fecha: CELIA SANCHEZ / 06/04/17	de 1
	1			

ANEXO X: ESTÁNDAR MECÁNICO

Del estándar mecánico solamente se va a anexar la primera página.

Mantenimiento Profesional - Libro Mayor Construyendo el estándar de MP - TAREAS MECÁNICAS						Taller y línea: ADITIVOS SÓLIDOS		Paso de proceso: DOSIFICACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO		Página 1		
						Nº y nombre de máquina: BÁSCULA VIDMAR BMG.0400.02.E		Autor y fecha: CELIA SÁNCHEZ 12/08/2016		de 2		
Qué						Cuándo		Criterio		Cómo y quién		
Nº tarea	Nº y nombre del subassembly (si procede)	Nº y nombre del componente	Nº del componente en dibujo de "Identificación de componentes"	Descripción de la tarea	Tipo de tarea	Frecuencia requerida (medida)	Frecuencia propuesta	Criterio o especificación (p.ej., en inspecciones)	Referencia a una especific. o estándar	Procedimiento estándar (SMP) nº	Responsable tarea	Tiempo requerido
1	1.ALIMENTADOR	ELECTROVÁLVULA	6/11	Comprobar ausencia de fugas	Comprobar	2 años	2 años	Procedimiento	----	SMP AS_014	TÉCNICO MANT	5'
2	1.ALIMENTADOR	SILENTBLOC CÉLULAS DE CARGA	7/11	Revisar desgaste	Inspección	Anual	Anual	----	----	----	TÉCNICO MANT	5'
3	1.ALIMENTADOR	ALIMENTADOR VIBRANTE SUPERIOR	11/11	Comprobar el apriete de los tornillos	Comprobar	Anual	Anual	----	----	----	TÉCNICO MANT	5'
4	2.DOSIFICADOR	BANDA DE TRANSPORTE	1/22	Revisar tensión y estado de la banda	Inspección	Anual	Anual	Procedimiento	----	SMP AS_065	TÉCNICO MANT	5'
5	2.DOSIFICADOR	TAMBORES	2/22 3/22	Retirar la fibra que tengan pegada los tambores de transmisión y retorno	Limpieza	6 meses	6 meses	Procedimiento	----	SMP AS_069	TÉCNICO MANT	30'
6	2.DOSIFICADOR	MOTOR BANDA	4/22	Inspección del ruido y de la temperatura	Inspección	2 años	2 años	----	----	----	TÉCNICO MANT	5'
7	2.DOSIFICADOR	MOTOR BANDA	4/22	Cambio de rodamientos	Reemplazo	4 años	4 años	Procedimiento	----	SMP PEXT-043 AS_018	TÉCNICO MANT	60'
8	2.DOSIFICADOR	MOTOR ROMPECAPA	5/22	Inspección del ruido y de la temperatura	Inspección	2 años	2 años	----	----	----	TÉCNICO MANT	5'
9	2.DOSIFICADOR	MOTOR ROMPECAPA	5/22	Cambio de rodamientos	Reemplazo	4 años	4 años	Procedimiento	----	SMP PEXT-043 AS_018	TÉCNICO MANT	60'
10	2.DOSIFICADOR	REDUCTOR 1BANDA	6/22	Inspección nivel de aceite, fugas, ruido y temperatura	Inspección	2 años	2 años	----	----	----	TÉCNICO MANT	5'
11	2.DOSIFICADOR	REDUCTOR 2 BANDA	7/22	Inspección nivel de aceite, fugas, ruido y temperatura	Inspección	2 años	2 años	----	----	----	TÉCNICO MANT	5'
Nº tarea, único para evitar repetición	En la identificación de subassemblies del Libro Mayor, nombre y nº del subassembly	En la identificación de componentes del Libro Mayor, nombre y nº del componente	De la identificación y la lista de componentes en el Libro Mayor, nº y nombre del componente	Breve descripción de la tarea: inspección rodamiento, neumática, reemplazo hidráulico, alineación	Revisar (Seguridad) Inspección Calibración Comprobar Reemplazo Otros	Calcular la frecuencia basada en registros históricos, visitas a máquina, investigación	Semanal Mensual Trimestral Semestral Anual Otros (especificar)	Criterios para tareas: presión, temperatura, voltaje, etc.	Insertar referencia al una especificación o estándar relacionado	Nº de procedimiento estándar, si existe	Mecánico, especialista externo, etc.	Tiempo estipulado para realizar la tarea

ANEXO XI: ESTÁNDAR ELÉCTRICO

Del estándar eléctrico solamente se va a anexar la primera página.

Mantenimiento Profesional - Libro Mayor						Taller y línea: ADITIVOS SÓLIDOS		Paso de proceso: DOSIFICACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO		Página 1		
Construyendo el estándar de MP - TAREAS ELÉCTRICAS						Nº y nombre de máquina: BÁSCULA VIDMAR BMG.0400.02.E		Autor y fecha: CELIA SÁNCHEZ 13/08/2016		de 2		
Qué						Cuándo		Criterio		Cómo y quién		
Nº tarea	Nº y nombre del subconjunto (si procede)	Nº y nombre del componente	Nº del componente en dibujo de "Identificación de componentes"	Descripción de la tarea	Tipo de tarea	Frecuencia requerida (medida)	Frecuencia propuesta	Criterio o especificación (p.ej., en inspecciones)	Referencia a una especific. o estándar	Procedimiento estándar (SMP) nº	Responsable tarea	Tiempo requerido
1	1. ALIMENTADOR	SENSOR DE LLENADO	1/11	Activarlo y comprobar que para el llenado y alarma	Comprobación	Anual	Anual	---	---	---	TÉCNICO MANT	20'
2	1. ALIMENTADOR	CÉLULAS DE CARGA	2/11	Comprobar funcionamiento	Comprobación	Anual	Anual	---	---	---	TÉCNICO MANT	10'
3	1. ALIMENTADOR	CAJA SUMA 4 CÉLULAS	5/11	Reapriete de conexiones	Comprobación	Anual	Anual	---	---	---	TÉCNICO MANT	10'
4	1. ALIMENTADOR	ELECTROVÁLVULA	6/11	Comprobar estado de la bobina	Comprobación	Anual	Anual	---	---	---	TÉCNICO MANT	5'
5	1. ALIMENTADOR	CÉLULAS DE CARGA TOLVA SUPERIOR	8/11	Comprobar funcionamiento	Comprobación	Anual	Anual	---	---	---	TÉCNICO MANT	10'
6	1. ALIMENTADOR	CONTROLADOR DE PESO	9/11	Comprobar funcionamiento	Comprobación	Anual	Anual	---	---	---	TÉCNICO MANT	5'
7	1. ALIMENTADOR	SENSOR DE NIVEL TOLVA SUPERIOR	10/11	Activarlo y comprobar que para el llenado y alarma	Comprobación	Anual	Anual	---	---	---	TÉCNICO MANT	20'
8	1. ALIMENTADOR	ALIMENTADOR VIBRANTE SUPERIOR	11/11	Revisar consumo del vibrador	Inspección	Anual	Anual	Procedimiento	---	SMP CA_014	TÉCNICO MANT	15'
9	2. DOSIFICADOR	MOTOR BANDA	4/22	Revisar consumo del motor	Inspección	Anual	Anual	Procedimiento	---	SMP CA_014	TÉCNICO MANT	15'
10	2. DOSIFICADOR	MOTOR BANDA	4/22	Comprobar aislamiento y bobinado	Comprobación	Anual	Anual	Procedimiento	---	SMP AS_034	TÉCNICO MANT	40'
Nº tarea, único para evitar repetici	En la identificación de subconjuntos del Libro Mayor, nombre y nº del subconjunto	En la identificación de componentes del Libro Mayor, nombre y nº del componente	De la identificación y la lista de componentes en el Libro Mayor, nº y nombre del componente	Breve descripción de la tarea: comprobar motor, sensores, interruptor, etc.	Pruebas Inspección Calibración Comprobación Reemplazo Otros	Calcular la frecuencia basada en registros históricos, visitas a máquina, investigación	Semanal Mensual Trimestral Semestral Anual Otros (especific	Criterios para tareas: presión, temperatura, voltaje, etc.	Insertar referencia al una especificación o estándar	Nº de procedimiento estándar, si existe	Eléctrico, especialista externo, etc.	Tiempo estipulado para realizar la tarea

ANEXO XII: ESTÁNDAR DE LUBRICACIÓN

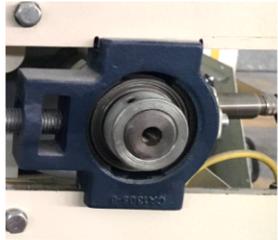
Mantenimiento Profesional - Libro Mayor						Taller y línea: ADITIVOS SÓLIDOS		Paso de proceso: DOSIFICACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO		Página		
Construyendo el estándar de MP - TAREAS LUBRICACIÓN						Nº y nombre de máquina: BÁSCULA VIDMAR BMG.0400.02.E		Autor y fecha: CELIA SÁNCHEZ 12/08/2016		de		
Qué						Cuándo		Criterio		Cómo y quién		
Nº tarea	Nº y nombre del subconjunto (si procede)	Nº y nombre del componente	Nº del componente en dibujo de "Identificación de componentes"	Descripción de la tarea	Tipo de tarea	Frecuencia requerida (medida)	Frecuencia propuesta	Criterio o especificación (p.ej., en inspecciones)	Referencia a una especific. o estándar	Procedimiento estándar (SMP) nº	Responsable tarea	Tiempo requerido
1	2. DOSIFICADOR	REDUCTOR 1BANDA	6/22	Cambio de aceite	Lubricar	2 años	2 años	Procedimiento	-	SMP AS_024	TÉCNICO MNTO	30'
2	2. DOSIFICADOR	REDUCTOR 2 BANDA	7/22	Cambio de aceite	Lubricar	2 años	2 años	Procedimiento	-	SMP AS_024	TÉCNICO MNTO	30'
3	2. DOSIFICADOR	REDUCTOR ROMPECAPA	8/22	Cambio de aceite	Lubricar	2 años	2 años	Procedimiento	-	SMP AS_024	TÉCNICO MNTO	30'
4	2. DOSIFICADOR	CONJUNTO SOPORTE-RODAMIENTO TRANSMISIÓN	20/22	Engrase en marcha	Lubricar	3 meses	3 meses	Procedimiento	-	SMP BF_006	TÉCNICO MNTO	5'
5	2. DOSIFICADOR	CONJUNTO SOPORTE-RODAMIENTO RETORNO	21/22	Engrase en marcha	Lubricar	3 meses	3 meses	Procedimiento	-	SMP BF_006	TÉCNICO MNTO	5'
6	2. DOSIFICADOR	CONJUNTO SOPORTE-RODAMIENTO ROMPECAPA	22/22	Engrase en marcha	Lubricar	3 meses	3 meses	Procedimiento	-	SMP BF_006	TÉCNICO MNTO	5'
Nº tarea, único para evitar repetición	En la identificación de subconjuntos del Libro Mayor, nombre y nº del subconjunto	En la identificación de componentes del Libro Mayor, nombre y nº del componente	De la identificación y la lista de componentes en el Libro Mayor, nº y nombre del componente	Breve descripción de la tarea: lubricar, reemplazar, mirar nivel	Lubricar Inspeccionar Reemplazar Probar (Seguridad)	Calcular la frecuencia basada en registros históricos, visitas a máquina, investigación	Semanal Mensual Trimestral Semestral Anual Otros (especificar)	Criterios para tareas: presión, temperatura, voltaje, etc.	Insertar referencia al una especificación o estándar relacionado	Nº de procedimiento estándar, si existe	Engrasador, especialista externo, etc.	Tiempo estipulado para realizar la tarea

ANEXO XIV: TAREAS MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

 Mantenimiento Profesional Historial equipo - Elementos con Mant. Autón.	Máquina: BÁSCULA VIDMAR FIBRA BMG.0400.02.E	Fecha: 31/08/16	Página 1
		Elaborado por: CELIA SÁNCHEZ	de 1

Nombre/nº del subconjunto	Nº del componente / parte / pieza (según Dibujo)	Denominación del componente	Nº serie fabricante	Código tarea: L/VE (L) Limpiar (I) Inspeccionar (E) Engrasar	Frecuencia	Tiempo requerido	¿Necesaria formación/cambios para apoyar equipo Mant. Autónomo?	OPL, estándar de operación o mantenimiento	Equipo de MA apoyado por
1. ALIMENTADOR	2/11	CÉLULAS DE CARGA	Z6FC3	LIMPIAR	Antes producc.	10'	No	SOP HR_010	Técnico Mto.
1. ALIMENTADOR	4/11	TAJADERA	M15PC190124	INSPECCIONAR	Antes producc.	1'	No	OPL AS_023	Técnico Mto.
1. ALIMENTADOR	8/11	CÉLULAS DE CARGA TOLVA SUPERIOR	PR6011/30S	LIMPIAR	Antes producc.	10'	No	SOP HR_010	Técnico Mto.

ANEXO XV: SMP AS_065

Procedimiento Estándar de Mantenimiento (PEM)			
Nº ref: AS_065	INSPECCIÓN DEL TENSOR DE LA BANDA		
Taller y línea:	Aditivos sólidos	Paso proceso:	Dosificación fibra de vidrio
Nombre equipo:	Báscula fibra Vidma	Fecha:	30/08/2016
Nº equipo	BMG.0400.02.E	Aprobado:	JOSE RAMÓN ARGÜESO
Tipo de mantenim.	Insp Lubr S&A Prob Calib Camb Otro		
Frecuencia:	Diaria Semanal Quincenal Mensual		
	2 meses 3 meses 4 meses 6 meses Anual		
		Autor:	CELIA SÁNCHEZ
Materiales/herramientas:			
		Foto / esquema	
1			
2			
3			
4			
5			
Método:		Foto / esquema	
<p>1 Para realizar esta operación es imprescindible tener el dosificador parado y asegurarse de que no se podrá poner en marcha bajo ningún concepto. Ver SMP AS_063 para encandar la báscula.</p>			
<p>2 Quitar las protecciones laterales de la báscula dosificadora.</p>			
<p>3 Comprobar la tensión de la banda. No debe estar ni demasiado tensa, para no dañarla, ni demasiado destensada para que no oscile al estar en marcha (podría distorsionar la medida cuando está en marcha). En el soporte del rodamiento del tambor de retorno hay unas marcas que indican cuál es la posición correcta para un tensado adecuado de la banda.</p>			

Procedimiento Estándar de Mantenimiento (PEM)

Nº ref: AS_065

Método:

Foto / esquema

4 Mirar el estado del tornillo tensor y comprobar que no está gripado.



5 Comprobar el paralelismo de la banda, asegurarse de que no se desvía a los lados.

Si es el caso, arreglar el paralelismo.

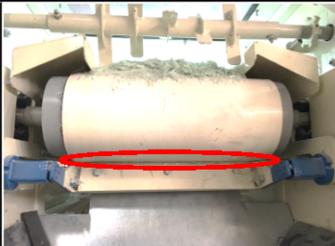
Si la banda se desvía por la derecha, destensar por la izquierda o tensar por la derecha.

Si la banda se desvía por la izquierda, destensar por la derecha o tensar por la izquierda.



6 Volver a poner las protecciones laterales y desencandar.

ANEXO XVI: SMP AS_066

Procedimiento Estándar de Mantenimiento (PEM)			
Nº ref: AS_066	REVISIÓN Y AJUSTE DEL RASCADOR EXTERNO		
Taller y línea:	Aditivos sólidos	Paso proceso:	Dosificación fibra de vidrio
Nombre equipo:	Báscula fibra Vidma	Fecha:	30/08/2016
Nº equipo	BMG.0400.02.E	Aprobado:	JOSE RAMÓN ARGÜESO
Tipo de mantenim.	Insp Lubr S&A Prob Calib Camb Otro		
Frecuencia:	Diaria Semanal Quincenal Mensual		
	2 meses 3 meses 4 meses 6 meses Anual		
		Autor:	CELIA SÁNCHEZ
Materiales/herramientas:			
		Foto / esquema	
1			
2			
3			
4			
5			
Método:		Foto / esquema	
1 Para realizar esta operación es imprescindible tener la báscula parada y asegurarse de que no se podrá poner en marcha bajo ningún concepto. Ver SMP AS_063 para encandar la báscula.			
2 Quitar tapas y protecciones delanteras.			
3 El rascador lleva montada una junta de caucho cuya posición se puede regular. Aflojando los tornillos que la sujeta se puede cambiar su posición. Comprobar que no está muy desgastada. Si es necesario, sustituirla.			

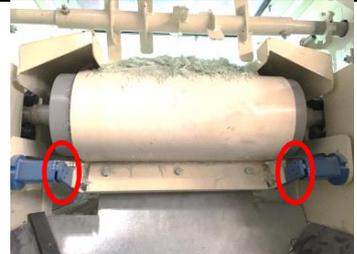
Procedimiento Estándar de Mantenimiento (PEM)

Nº ref: AS_066

Método:

4 La presión que ejerce sobre la banda se puede variar mediante los sensores elásticos de los laterales. Comprobar que las juntas apoyen en la banda en toda su longitud por igual pero sin presionar demasiado, o podría dañarla.

Foto / esquema



ANEXO XVII: OPL AS_023

LECCIÓN PUNTUAL (OPL)		<input checked="" type="radio"/> Conocimientos básicos	OPL No.				
		<input type="radio"/> Idea de Mejora	AS_023				
		<input type="radio"/> Problema					
TEMA	Posición de la tajadera	Creada por:		Validada por:		Autorizada por:	
		Miembro de Equipo		Líder equipo		Jefe de departamento	
		Iniciales	CSG	Iniciales		Iniciales	JRA
		Fecha	29/08/16	Fecha		Fecha	31/08/16

ES IMPORTANTE QUE LA TAJADERA SE SITÚE SIEMPRE A LA ALTURA ADECUADA. SI NO, EL DOSIFICADOR NO PODRÁ FUNCIONAR CON EL PESO NOMINAL DEL PUENTE DE PESADA.

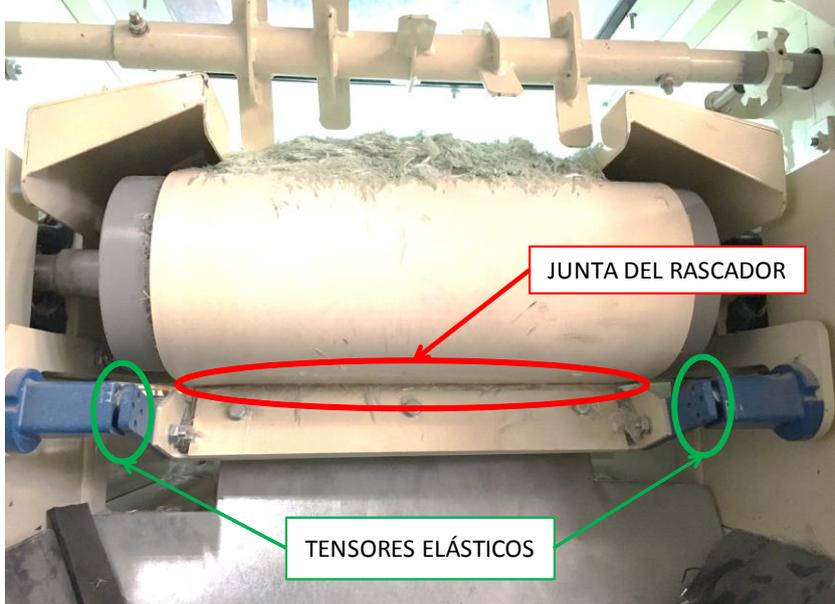
LA ALTURA DE LA TAJADERA SE PUEDE VERIFICAR POR LA MARCA REALIZADA EN ELLA.



	Fecha								
	Enseña								
	Aprende								

ANEXO XVII: OPL AS_025

LECCIÓN PUNTUAL (OPL)		<input checked="" type="radio"/> Conocimientos básicos	OPL No.				
		<input type="radio"/> Idea de Mejora	AS_025				
		<input type="radio"/> Problema					
TEMA	POSICIÓN DEL RASCADOR EXTERNO	Creada por:		Validada por:		Autorizada por:	
		Miembro de Equipo		Líder equipo		Jefe de departamento	
		Iniciales	CSG	Iniciales		Iniciales	JRA
		Fecha	30/08/16	Fecha		Fecha	31/08/16



The photograph shows a large industrial roller covered in fibrous material. A red oval highlights the scraper assembly at the bottom of the roller, with a red arrow pointing to a label 'JUNTA DEL RASCADOR'. Two green circles highlight blue components on either side, with a green arrow pointing to a label 'TENSORES ELÁSTICOS'.

**LA JUNTA DEL RASCADOR DEBE APOYAR SOBRE LA BANDA PERO SIN PRESIONAR DEMASIADO PARA NO DAÑARLA.
LA PRESIÓN QUE EJERCE SOBRE LA BANDA SE PUEDE VARIAR CON LOS TENSORES ELÁSTICOS.**

	Fecha										
	Enseña										
	Aprende										