

Trabajo Fin de Grado

Ingeniería de Tecnologías Industriales



Elaboración De Un Plan De Mantenimiento Preventivo En Una Empresa De Fabricación De Cajas De Cartón

Autor: José Carlos Pérez Nieto

Tutor: Adolfo Crespo Márquez

Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2023



Trabajo Fin de Grado
Ingeniería de Tecnologías Industriales

Elaboración De Un Plan De Mantenimiento Preventivo En Una Empresa De Fabricación De Cajas De Cartón

Autor:

José Carlos Pérez Nieto

Tutor:

Adolfo Crespo Márquez

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2023

Trabajo Fin de Grado: Elaboración De Un Plan De Mantenimiento Preventivo En Una Empresa De
Fabricación De Cajas De Cartón

Autor: José Carlos Pérez Nieto

Tutor: Adolfo Crespo Márquez

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2023

El secretario del Tribunal

Agradecimientos

A mi madre, por ser mi mayor apoyo

A mi padre por ser el mejor ejemplo

A mi hermana por ser un ejemplo de trabajo

A mi pareja, sin la cual no habría tenido la fuerza mental

Resumen

En la actualidad, es prácticamente inconcebible que una fábrica no cuente con un plan de mantenimiento rigurosamente establecido. Sin embargo, nos enfrentamos al desafío de evaluar una fábrica que carece de un historial de mantenimiento preventivo.

En este contexto, la metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM, por sus siglas en inglés) adquiere una importancia crucial, ya que nos brinda la oportunidad de crear un plan de mantenimiento inicial, simple y confiable para abordar la situación.

En este proyecto, nos sumergiremos en un análisis exhaustivo de cada una de las máquinas involucradas en el proceso de fabricación de cajas de cartón. Nuestro objetivo es comprender las necesidades operativas específicas de una fábrica de tamaño reducido, de manera que podamos adaptar nuestro enfoque a su entorno laboral y obtener resultados óptimos y realistas. Esto es esencial teniendo en cuenta las limitaciones que enfrentamos en términos de recursos humanos, tiempo y presupuesto.

A través de esta evaluación detallada, buscamos identificar los puntos críticos en el proceso de producción y establecer un plan de mantenimiento que asegure la continuidad operativa de la fábrica, minimice los tiempos de inactividad no planificados y optimice la inversión de recursos disponibles. Nuestra meta es proporcionar a esta fábrica pequeña un enfoque de mantenimiento eficiente y eficaz que respalde sus operaciones y la ayude a mantenerse competitiva en su industria.

Abstract

Nowadays, there is no room to think that a factory lacks of a maintenance plan thoughtfully created to meet its needs. Nevertheless, in this project we face the challenge of evaluating a factory which lacks of any previous written record on any kind of maintenance.

With this premise, the RCM methodology gains special importance, it brings us the opportunity of creating a first, simple and reliable plan to take on this situation.

In this project, we will dive in on a deep analysis of every machine that takes part on the converting of corrugated paper. Our main goal is to understand the operational needs of a small size factory at the same time that we adapt to its work environment. This will be crucial taking into consideration the limitations we are facing with time, money and personnel.

Through this detailed evaluation, we try to identify the main points that take part in the production chain and establish a maintenance plan that assures the wellbeing of this production chain, as well as minimizing the inactivity times that are not planned and optimizing the use of the assets we have. Our goal is to give this factory an efficient maintenance plan that allows it to stay competitive in the current market.

Tabla de contenido

Agradecimientos	viii
Resumen	x
Abstract	xi
Índice	xii
Índice de Tablas	xv
Índice de Figuras	xvi
1 Introducción	11
1.1 Motivación	11
1.2 Objetivo	11
1.3 Sumario	11
2 Historia del cartón ondulado	13
3 Historia de COPACK	14
4 Mantenimiento: definición y tipos	15
5 Mantenimiento rcm	17
5.1 Aspectos teóricos básicos del mantenimiento RCM	17
5.2 Implantación del Sistema RCM	18
5.2.1 Fases en la implantación del sistema RCM	18
5.2.2 Análisis de modos y efectos de fallos (FMEA)	18
5.2.3 Proceso de selección de tareas de mantenimiento mediante el árbol lógico de la metodología RCM	19
6 Contexto operacional de copack	20
6.1 Impresión	21
6.2 Troquelado-ranurado	21
6.3 Pegado-plegado	21
6.4 Actividades secundarias	21
7 Máquinas	23
7.1 Máquinas	23
7.1.1 SIMON MOD 350	23
7.1.2 CURIONI NT 2200	23
7.1.3 BOBST	23
7.1.4 EMMEPI	23
7.1.5 MATURI	23
7.1.6 GALAXY TOP	23
7.1.7 PKFP	24
7.1.8 WENHONG	24
7.1.9 Máquinas y herramientas de carácter auxiliar	24

8	Estudio consecuencias	25
8.1	Consecuencias del fallo	29
8.1.1	Golpes por máquina	29
8.1.2	Metros cuadrados producidos	30
8.1.3	Tiempo de parada total	30
8.2	Horas de uso	31
8.2.1	Acumulación de fallos	32
8.2.2	Costes de mantenimiento	34
8.3	Técnica de análisis de criticidad aplicadas en el proceso del RCM	35
8.4	Conclusiones estudio de criticidad de equipos	38
9	Fallo funcional, fallo preparación	39
10	Estudio SIMON MOD 350	40
10.1	División funcional SIMON	40
10.1.1	Introducción	40
10.1.2	Cuerpos Impresores	43
10.1.3	Cuerpo Slotter	44
10.1.4	Cuerpo de expulsión de recorte	46
10.1.5	Cuerpo de pegado	47
10.1.6	Cuerpo de plegado	47
10.1.7	Almacén	47
10.2	Fallos funcionales y modos de fallo	48
10.2.1	Fallo funcional: Introducción	51
10.2.2	Fallo funcional: Impresión	51
10.2.3	Fallo funcional: Slotter	51
10.2.4	Fallo funcional: Expulsión de recorte	51
10.2.5	Fallo funcional: Pegado	52
10.2.6	Fallo funcional: Plegado	52
10.2.7	Fallo funcional: Almacén	52
10.2.8	Fallo funcional: Transporte de caja a flejado de paquete	52
10.2.9	Fallo funcional: Flejado	52
10.3	Resultados FMEA SIMON	53
10.4	Mantenimiento preventivo	57
11	Estudio CURIONI	59
11.1	Funcionamiento y fallo funcionales	59
11.1.1	Funcionamiento y fallo funcional: Introducción	59
11.2	Funcionamiento y fallo funcional: Impresión	60
11.3	Mantenimiento preventivo	62
12	Estudio TRANSFER CURIONI-BOBST	63
13	Estudio bobst 1575-eco	64
13.1	División funcional BOBST	64
13.1.1	Introducción	64
13.1.2	Mecanismo de transporte	65
13.1.3	Salida	66
13.2	Fallos funcionales y modos de fallo	67
13.2.1	Fallo funcional: Introducción	67
13.2.2	Fallo funcional: Transporte	67
13.2.3	Fallo funcional: Salida	67
13.3	Mantenimiento preventivo	67
14	Estudio pegadora WENHONG	69
14.1	División funcional WENHONG	69
14.1.1	Introducción	69

14.1.2	Plegado	69
14.1.3	Pegado	70
14.1.4	Salida	70
14.2	Fallos funcionales WENHONG	70
14.2.1	Fallo funcional: Introducción	70
14.2.2	Fallo funcional: Plegado	70
14.2.3	Fallo funcional: Pegado	71
14.2.4	Fallo funcional: Salida	71
14.3	Mantenimiento preventivo	71
15	Estudio FLEJADORA-RETRACTILADORA	72
16	Estudio SLOTTER PKF	74
17	Máquinas auxiliares	75
18	Mantenimiento seguridades	76
19	Conclusiones y Resultados	80
	Referencias	81

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 7-I	25
TABLA 7-II	25
TABLA 7-III	26
TABLA 7-IV	26
TABLA 7-V	27
TABLA 7-VI	27
TABLA 7-VII	28
TABLA 7-VIII	28
TABLA 7-IX	32
TABLA 7-X	34
TABLA 9-I	49
TABLA 9-II	53
TABLA 9-III	55
TABLA 9-IV	57
TABLA 10-I	62
TABLA 11-I	63
TABLA 13-I	71
TABLA 14-I	72
TABLA 14-II	73
TABLA 15-I	74

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 4-I	19
FIGURA 5-I	20
FIGURA 7-I	29
FIGURA 7-II	30
FIGURA 7-III	30
FIGURA 7-IV	31
FIGURA 7-V	33
FIGURA 7-VI	34
FIGURA 7-VII	35
FIGURA 7-VIII	37
FIGURA 9-I	50
FIGURA 9-II	50

1 INTRODUCCIÓN

En el mundo del cartón ondulado, la producción lo es casi todo, sobre todo para empresas de pequeño tamaño que deben competir con grandes cartoneras situadas en Andalucía. Para poder sostener este nivel de trabajo, las empresas necesitan invertir en medios y personal de mantenimiento adecuados.

1.1 Motivación

Una empresa cartonera sin un plan de mantenimiento preventivo está condenada a sufrir grandes tiempos de parada cuando se presente un imprevisto, más aún si no existe un base de datos de problemas que han surgido, como se han solucionado, sus síntomas o repuestos para solucionar el problema si se diese el caso.

Este trabajo surge de la necesidad originada por el crecimiento económico de una pequeña empresa cartonera; este crecimiento ocasionó un aumento de personal y de maquinaria, y la aparición de unas necesidades que antes no se habían contemplado.

El cambio de un solo turno de trabajo a dos y la aparición de nuevos puestos de trabajo especializados, dejaron claro la necesidad creciente de la fábrica de mantener su maquinaria en un estado óptimo para cumplir con los plazos de entrega y evitar a su vez las grandes paradas para solucionar problemas que la fábrica iba teniendo.

1.2 Objetivo

En respuesta al crecimiento constante de la empresa y la necesidad imperante de evitar paros significativos que afecten la producción, en COPACK se ha decidido establecer un puesto de mantenimiento dedicado exclusivamente a este propósito. El objetivo primordial de este puesto es llevar a cabo un análisis exhaustivo de las necesidades de la empresa en el ámbito del mantenimiento, con el fin de comprender a fondo su situación actual. A partir de esta comprensión, la meta principal es diseñar un sistema de mantenimiento que incorpore un plan preventivo adaptado de manera precisa a las demandas de la empresa, así como una guía detallada para abordar situaciones de mantenimiento correctivo.

Este proyecto tiene como finalidad recopilar información sobre COPACK a lo largo de un año y utilizarla como base para desarrollar planes de mantenimiento preventivo utilizando la metodología RCM. Durante este período, recopilados todos los datos, estos serán analizados de manera minuciosa para identificar las áreas que requieren una atención prioritaria.

El proyecto proporcionará a COPACK un enfoque de mantenimiento estratégico y efectivo que le permita optimizar sus operaciones, minimizar interrupciones no planificadas y mantenerse en la vanguardia de su industria.

1.3 Sumario

En este trabajo trataremos los siguientes capítulos:

- CAPITULO 2: La historia del Cartón ondulado, sus orígenes y el porqué del crecimiento de las cartoneras en estos años
- CAPITULO 3: La historia de nuestra propia fabrica para dotarle de contexto en el tiempo, así como un primer acercamiento a sus necesidades.
- CAPITULO 4: La definición de mantenimiento en la actualidad, así como diferentes metodologías por las cuales se puede realizar un análisis del contexto de COPACK y cuáles serían sus necesidades de mantenimiento
- CAPITULO 5: Mantenimiento RCM, porqué lo hemos elegido, el proceso a seguir para implantarlo y cuál es la información necesaria de COPACK para poder aplicarlo
- CAPITULO 6: El contexto operacional de COPACK, donde se recoge el detalle de planta de la fábrica

y el flujo del cartón dentro de la fábrica

- CAPITULO 7: Un estudio de las diferentes máquinas de COPACK y su función en la cadena de producción
- CAPITULO 8: Un estudio cuantitativo de las consecuencias de fallo en cada máquina para poder aplicar los criterios del sistema RCM
- CAPITULOS 9-10-11-12-13-14-15-16-17-18: Son un estudio de las diferentes máquinas, por orden de prioridad y estableciendo las pautas de mantenimiento a seguir con ellas.
- CAPITULO 19: Dónde se recogen las conclusiones y efectos de la aplicación de este proyecto a medida que se desarrollaba

2 HISTORIA DEL CARTÓN ONDULADO

El cartón ondulado es un producto cuyo uso está extendido y generalizado por todo el mundo a día de hoy, hablamos de alrededor de unos 430 millones de toneladas métricas de consumo global, este consumo se ha visto en alza en los últimos años debido a la voluntad de las empresas de dejar atrás el plástico por su alternativa más compatible con el medio ambiente y con mayor posibilidad de reciclaje.

Sin embargo, el origen del cartón ondulado dista mucho del fin al cual se destina hoy día. Los primeros usos conocidos del cartón “ondulado” datan de 1856 en Inglaterra; donde Edward G. Healy junto a un compañero, registraron la primera patente para cartón ondulado, la máquina que constaba de dos rodillos con perfiles ondulados, para ondular el papel. no obstante, su objetivo era reforzar el interior de los sombreros de copa y no el de crear una manera óptima de almacenamiento de productos,

En 1871 Albert L. Jones ante la necesidad de proteger sus productos que principalmente eran botellas de vino, comenzó a utilizar el papel ondulado como protección, ya que no solo superaba en este aspecto a las telas que se empleaban anteriormente para cubrir los productos, sino que además evitaba el uso de relleno para amortiguar los choques del producto, aumentando así la limpieza de la entrega y la rentabilidad de la misma.

Tres años más tarde Oliver Long, añadió dos cubiertas al papel ondulado, mejorando no solo su resistencia, también la duración de la flexibilidad del papel ondulado interior, al no verse sometido directamente a compresión, creando así el primer cartón ondulado propiamente dicho.

No fue sin embargo en Estados Unidos donde se comenzaron a fabricar las primeras cajas de cartón corrugado, pronto fue evidente las ventajas de las cajas de cartón corrugado frente a las cajas de madera que se utilizaban entonces: precio, peso y almacenaje.

El uso de los plásticos en la era contemporánea desbancó parcialmente a las cajas de cartón corrugado, no obstante mientras la sociedad avanza con la sostenibilidad medioambiental como bandera, a día de hoy el cartón ha resurgido en popularidad en mercados en los cuales se le creía extinto, como el agroalimentario, donde se han sustituido los soportes de plástico por soportes de cartón, esto no sólo es sinónimo de compromiso con el medio, también ofrecen una gran versatilidad y una apariencia de mejor calidad.

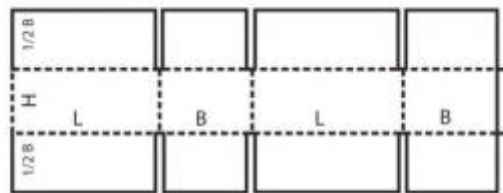
Ante esta alta demanda de cajas de cartón las empresas de pequeño y medio tamaño han visto, como su demanda aumentaba, y con ella, sus necesidades. Especialmente en el ámbito del mantenimiento y de la organización. Lo que antes requería una parada de máquina que se podía alargar todo lo necesario, necesitaba estar ahora controlado y programado al minuto para no entorpecer la producción y el correcto flujo de mercancía.

Por lo que tener un programa de mantenimiento preventivo es importante, muchos problemas pueden desaparecer o reducirse en gran cantidad, con unas paradas mínimas programadas para la revisión y correcto funcionamiento de la máquina de manera periódica.

3 HISTORIA DE COPACK

COPACK SLU es una empresa que empezó en una pequeña nave arrendada en el polígono industrial de los girasoles en noviembre de 1999, en Valencina de la Concepción. En sus inicios sólo contaba con dos personas al frente de toda la producción en máquina: el jefe de producción y el gerente. Se realizaban pequeños trabajos manuales para grandes empresas cartoneras.

En diciembre de ese mismo año se realizó la primera incorporación, un maquinista y su primera máquina: una casemaker de marca española, una casemaker es una máquina de converting del cartón que realiza el tipo más simple de caja, una B1.



Detalle caja B1

Durante los tres primeros meses se dedicaron a limpiarla arreglarla y prepararla, ya que se presentaba en condiciones deplorables; en febrero se empezó a trabajar con ella, bajo el nombre de CARTON XXI, con esa sola máquina empezaron a trabajar impresión y ranuración, el pegado se realizaba a mano hasta que se adquirió una pegadora automática de pequeño tamaño un mes después. El trabajo estaba tomando forma.

A los 3 meses llegó una troqueladora semiautomática TMZ, con esas dos máquinas se siguió trabajando, junto a trabajos de pegado manual.

En 2004 la empresa se vio en dificultades económicas, y cambiaron de instalaciones al polígono la Isla, en la cual estuvieron 5 años hasta volver durante la crisis a las antiguas instalaciones. 2009 fue su peor año, quedándose sólo 6 personas en plantilla.

En 2010 se reinventó la empresa como COPACK y la crisis no les afectó como debería, comenzaron a subir los pedidos y COPACK empezó a resurgir, adquiriendo la casemaker SIMON, en 2015, 2018 la impresora CURIONI, y una pegadora nueva WENHONG en 2019, cubriendo así casi todos los aspectos principales del converting del cartón y pudiendo así completar el ciclo en la misma fábrica de manera automatizada.

A día de hoy COPACK ha vuelto a mudar sus instalaciones y se plantea la ampliación de las máquinas por lo que la aparición de un sistema de mantenimiento adecuado era cuestión de tiempo.

4 MANTENIMIENTO: DEFINICIÓN Y TIPOS

El mantenimiento es el proceso que se lleva a cabo para que un elemento, o unidad de producción, pueda continuar funcionando a un rendimiento óptimo.

- Guillermo Westreicher-

Según la normativa UNE-EN 13306:2018 el mantenimiento se define como el conjunto de todas las actividades técnicas, administrativas y de gestión que se llevan a cabo durante la vida de un equipo para conservarlo o para hacer que recupere un estado en el cual pueda desempeñar la función para la que fue diseñado.

El mantenimiento, no sólo permite a un equipo funcionar en su estado óptimo, si no que busca también minimizar la aparición de problemas en este. En lo que a este trabajo respecta hablaremos de dos tipos de mantenimiento en general, dada la naturaleza simple a la cual nos queremos aferrar para este primer borrador. Hablaríamos de mantenimiento correctivo y predictivo, estos, serán tratados en mayor profundidad una vez definida la técnica de mantenimiento a seguir.

-Mantenimiento correctivo: aquel que tiene lugar a posteriori de que se presente un problema y se ha detectado el fallo, es decir, nuestra máquina no funciona correctamente y es necesario pararla para poder identificar y solucionar este problema y devolverla a su estado nominal de trabajo.

-Mantenimiento preventivo: aquel que se lleva a cabo en el equipo, presente este o no problemas, con el fin de mantener la máquina en un estado correcto, y poder reconocer pautas en los fallos de la máquina mediante “síntomas” de estos y establecer una guía corregir estos síntomas que derivaran en futuros problemas.

Un plan de mantenimiento según la normativa UNE-EN 13306:2018 es un conjunto estructurado y documentado de tareas que incluyen las actividades, procedimientos, recursos y duración necesaria para llevar a cabo el mantenimiento

Existen diversas metodologías que nos permiten realizar un plan de mantenimiento todos ellos enfocados hacia modelar el proceso de fallos, pero a través de diferentes acercamientos, entre algunos de los más conocidos tendríamos, por ejemplo:

- RCA: O análisis de causa raíz; conlleva identificar las causas fundamentales de un fallo e implementar soluciones. Es decir, los problemas son afrontados a través del control sobre las causas que los originan (Latino & latino, 2002)
- TPM: O mantenimiento productivo total, basado en un alto nivel de control de la producción mediante la planificación realizando paradas periódicas basadas en la limpieza, la lubricación y como pilar fundamental el auto-mantenimiento por parte del trabajador. Su industria objetivo principal es la manufacturera, donde destaca por su capacidad de lograr índices de eficacia altos.
- RCM: La cual aborda el problema estableciendo actividades de mantenimiento en función del contexto operacional de la empresa y usando sus activos de la mejor manera.

En este trabajo, este plan de mantenimiento preventivo parte de cero, por lo que nos centraremos tanto en el estudio de las máquinas y sus partes, la jerarquización de estas según diferentes criterios, y veremos la evolución de las pautas de fallos y mantenimiento de estas a lo largo de varios meses.

Para poder crear este plan de mantenimiento preventivo, lo mejor es seguir alguna técnica de mantenimiento que nos permita definir unas pautas para definir correctamente cómo y dónde realizar un estudio. La técnica de

optimización de mantenimiento a seguir es la “*RCM: Reliability Centered Maintenance*”, la cual se centra en el desarrollo de planes de mantenimiento preventivo de equipos críticos en un contexto operacional.

Aunque existan diversos acercamientos a la realización de un plan de mantenimiento primero, la metodología RCM nos permitirá obtener una idea muy buena acerca de que equipos son en los cuales debemos volcar los recursos disponibles, ya que no solo se limita a analizar los datos disponibles, si no que utiliza la experiencia y grupos de trabajo familiarizados con los sistemas para poder un nivel óptimo, acorde al contexto en el cual se desenvuelven estos sistemas.

Por esto y otros principios del RCM es el método que vamos a seguir para un primer acercamiento.

5 MANTENIMIENTO RCM

El método de optimización RCM, tiene su origen a finales de los 60, en Norteamérica como resultado del trabajo conjunto de su industria aeronáutica y su mismo gobierno, con el fin de establecer procesos de mantenimiento acordes y óptimos para la nueva generación de aeronaves de mayor escala y complejidad, dada que los métodos antiguos no eran capaces de cumplir con las necesidades de estas máquinas.

El objetivo principal de los creadores de esta metodología era simple: reducir los recursos que se volcaban en las acciones mantenimiento, a la vez que se mejoraban estas mismas; además de mejorar la seguridad de las aeronaves (Moubray, 1991). Nacido de este esfuerzo se publica “MSG-1: Maintenance Evaluation and Program Development”, que asienta unas nuevas pautas para realizar planes de mantenimiento, los planes anteriores de mantenimiento a esta primera publicación no tenían en consideración la importancia dentro del sistema de cada parte mantener, posteriormente a esta publicación se comienza a considerar la funcionalidad de cada parte dentro del todo y a evaluar su importancia. Tiempo después se publica el MSG-2 que estandariza las pautas y procesos del MSG-1 en toda la industria aeronáutica, introduciendo el concepto de árbol lógico, es decir una serie de preguntas estructuras en serie, cuya única respuesta podría ser sí o no, cada respuesta llevaba a otra pregunta o alguna acción, así hasta completar el árbol, una vez completado, se entiende que no se requieren de más acciones en el órgano bajo revisión.

La introducción del RCM en la industria de las aeronaves tuvo un éxito rotundo permitiendo a las aerolíneas mantener costes de mantenimiento aun yendo en aumento la complejidad y las necesidades de las aeronaves.

Pronto este sistema se adoptaría en otros sectores dada su eficacia.

5.1 Aspectos teóricos básicos del mantenimiento RCM

El mantenimiento RCM nos permite conocer las actividades de mantenimiento requeridas y sus frecuencias referidas a unos activos en un contexto operacional. No existe detrás de este un procedimiento matemático exacto que nos permita obtener de manera inmediata resultados, si no que es necesario el análisis de los activos y sus funciones dentro de un contexto operacional concreto como objetivo de desarrollar un mantenimiento acorde al personal disponible, ambiente, producción, costes y beneficios (Jones, 1995).

COPACK es una empresa de pequeño tamaño, cuyo contexto operacional se basa en el buen servicio y la rapidez de producción a pequeña escala para grandes empresas, es por eso que la implantación de un sistema de mantenimiento y eficaz y escalado a sus necesidades es fundamental. Paradas cortas pero periódicas que permitan un funcionamiento óptimo serán su prioridad, de esta manera se puede “jugar” más con los tiempos de parada y de producción, por si alguna urgencia de producción ocurriera.

La metodología RCM propone proceso a seguir para identificar las necesidades reales de mantenimiento en un contexto operacional concreto, a partir del análisis de las siguientes preguntas (Bloom,2006):

1. ¿Cuáles son las funciones y los estándares de ejecución asociados con el activo en su actual entorno de operación?
2. ¿En qué forma fallo el equipo, con respecto a la función que cumple en el contexto operacional?
3. ¿Qué causa cada fallo funcional?
4. ¿Qué ocurre cuando sucede un fallo?
5. ¿Cómo impacta cada fallo?
6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada fallo funcional?
7. ¿Qué puede hacerse si no se conoce una tarea de prevención adecuada a este fallo?

5.2 Implantación del Sistema RCM

Podemos entender dos grandes fases dentro del proceso de implantación del Sistema RCM: una fase inicial y una fase de implantación.

Durante la fase inicial se organizará un grupo de trabajo, donde se establece un grupo diverso de trabajadores para aportar fiabilidad y facilidad a la hora de establecer pautas y conocer los diferentes sistemas sobre los que se va a trabajar, en el caso concreto de COPACK, una empresa pequeño tamaño donde no se llega a treinta trabajadores, el equipo se ve reducido al jefe de mantenimiento, el jefe de producción y para cada una de las máquinas un operario para aportar los datos necesarios de funcionamiento de las máquinas. En un futuro cuando se amplie la plantilla, será necesario poner a revisión las conclusiones de este primer proceso que vamos a llevar a cabo.

La fase que más nos interesa es la segunda fase, la de implantación, la cual se divide también en varias etapas.

5.2.1 Fases en la implantación del sistema RCM

5.2.1.1 Selección del Sistema a evaluar y definición de su contexto operacional

Es importante conocer los equipos que se van a evaluar para someterlos la metodología, tanto las partes en las que se divide como la categoría a la cual pertenecen estas partes, así como el propósito de cada una de ellas. Según Moubray (1991) para poder conocer estos quipos sería necesario responder a dos preguntas, cual es el nivel de detalle al cual debemos estudiar cada quipo para conocer sus modos y efectos de fallo y si es necesario estudiar rodo el área seleccionada o sólo parte de ella, así como que prioridad debe asignársele a cada parte.

Es el mismo Moubray (1991) y Smith and Hinchcliff (2004) los que definen una serie de términos los cuales nos permiten entender el concepto de nivel de detalle, dado que este s un primer análisis planteado hacia el mantenimiento de máquinas en general, se tomara una subdivisión de las máquinas por cuerpos, lo equivalente a ellos como equipo.

En cuanto a términos de criticidad, dado que en la planta sólo existen tres sistemas de producción principales independientes de los otros, se evaluará siguiendo un sistema de criticidad propio, dando prioridad a aquellas máquinas de las que se dependa para la producción.

EL contexto operacional de cada máquina se evaluará de manera independiente en cada máquina siguiendo los aspectos definidos por Moubray (1991):

- Resumen operativo
- Personal operativo
- División de procesos

5.2.2 Análisis de modos y efectos de fallos (FMEA)

Una vez diseñada la separación y priorización de los sistemas, así como las funciones de cada una es posible identificar con el sistema FMEA los problemas y establecer una seria de pautas para evitar que se produzcan. Es necesario la definición de diferentes fallos funcionales, entendido esto como un fallo que no me permite llevar a cabo ya sea total o parcialmente una función de mi sistema, a su vez estos diferentes fallos funcionales tienen su origen en diferentes modos de fallo, los cuales se deben tratar de manera distinta.

Mediante le método FMEA, se puede conseguir definir las funciones del equipo, los fallos que me impiden realizar esas funciones, el modo de fallo por el cual se han dado estos, y que efectos tienen cada uno, y por tanto actuar en consecuencia.

Por lo tanto, para cada máquina, definiremos estas características, así como sus efectos.

5.2.3 Proceso de selección de tareas de mantenimiento mediante el árbol lógico de la metodología RCM

Tras completar el análisis FMEA, es necesario someter a los quipos de trabajo al árbol de decisiones lógicas RCM, usaremos uno de mayor simpleza definido por Chalifoux (1999):

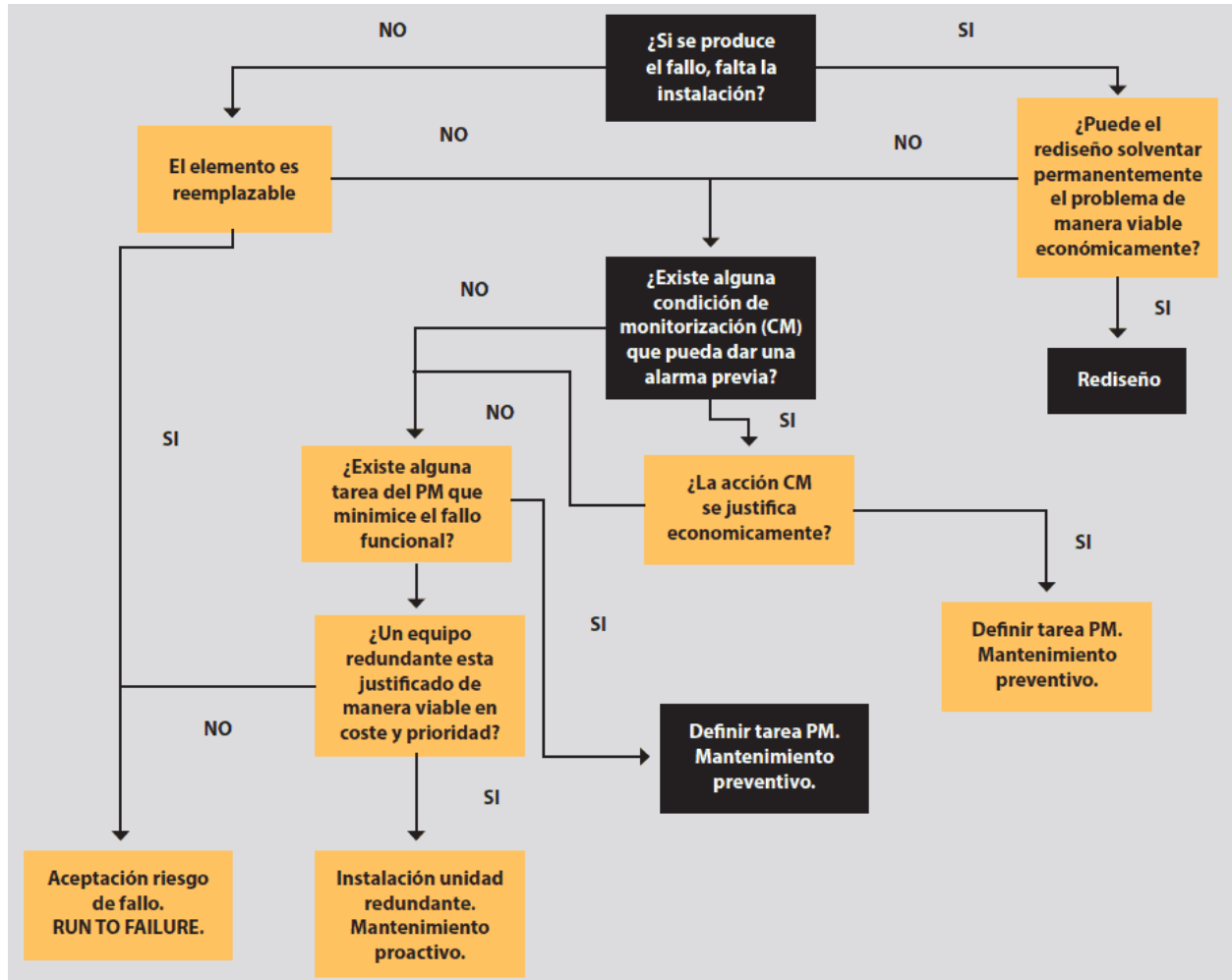


FIGURA 5-i

En este trabajo nuestro objetivo final es la creación de un plan de mantenimiento preventivo por lo que se seguirá este árbol lógico para incluir en el plan final, aquello que lo demande.

5.2.3.1 Actividades de mantenimiento preventivas

El RCM define cuatro tipos de actividades preventivas de mantenimiento:

- Tareas en base a condición, son aquellas que surgen de alguna evidencia que delata algún modo de fallo futuro.
- Tareas de reacondicionamiento, para devolver la máquina a un estado cercano al óptimo.
- Tareas de búsqueda de fallos ocultos, mediante inspección rutinaria de los elementos ocultos que sufren de estos fallos.
- Sustitución o reemplazo de componentes antes de que finalice su vida útil

6 CONTEXTO OPERACIONAL DE COPACK

Es necesario conocer en profundidad que máquina se va a estudiar, su historial previo y su función en la fábrica, para priorizar y ordenar aquellas máquinas cuyo funcionamiento es esencial para la fábrica.

Para entender mejor cada una de las máquinas hay que entender los procesos que implican la creación de una caja de cartón y las opciones que hay para realizar cada uno de estos procesos.

De manera general, hacer una caja generalmente conlleva tres procesos principales desde la recepción de la plancha a su transformación final en la caja, estos son:

- Impresión
- Troquelado, ranurado
- Plegado, pegado
- Actividades secundarias

También la situación en planta de las máquinas, nos permite ver como se ha organizado el flujo de la producción y aquellas máquinas que como veremos tienen mayor criticidad, se encuentran cercanas.

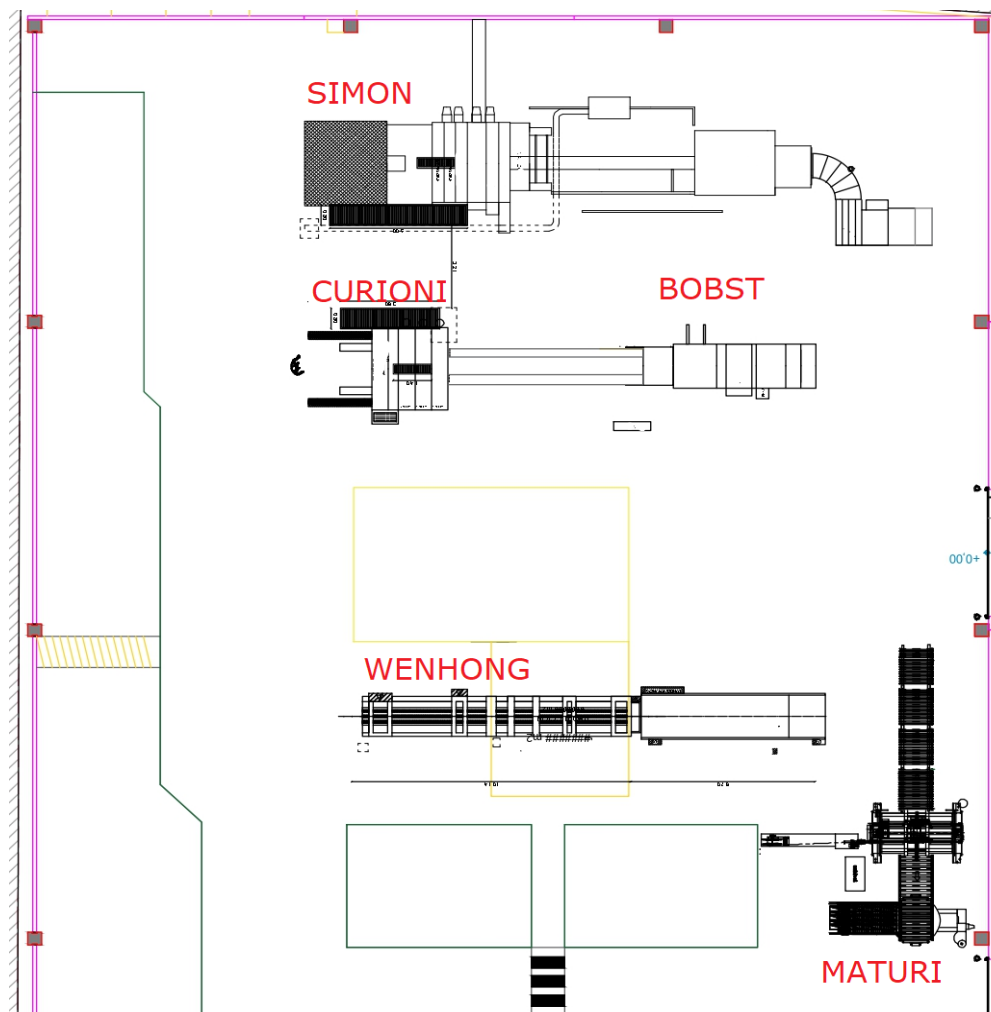


FIGURA 6-i

6.1 Impresión

El proceso de impresión siempre sigue un mismo esquema: tener tinta en un depósito, la tinta se transfiere a un medio intermedio que regula la cantidad de tinta que se deposita en el diseño a imprimir y la propia impresión. En todas las máquinas hoy esto se consigue gracias a los rodillos anilox, estos rodillos contienen infinidad de micro depósitos de tinta que son los que determinan la definición de la imagen, así mismo la cantidad de depósitos que estos pueden tener vienen determinados por el tipo de material del cual este hecho.

La regulación de la tinta en los rodillos se puede realizar de tres maneras principales, mediante un rodillo de caucho, que transfiere la tinta al rodillo anilox, regulando la cantidad de tinta con la presión entre ellos, a más presión menos tinta y viceversa. Los otros dos métodos, aunque no estén presentes en COPACK merecen la pena mencionar, dado que aunque conlleven más precisión a la hora de regular la tinta, tienen un mantenimiento mucho mayor, estas son, las cámaras de rasquetas, en estas cámaras se bombea la tinta, la cual se regula con unas rasquetas y el ángulo de estas, existen con una sola rasqueta la cual no necesita de cámara y de doble rasqueta, cuyo mantenimiento implica el cambio periódico de rasquetas y limpieza y desmontaje de la cámara.

Desde el rodillo anilox, la tinta se transfiere de manera general a un cliché, que no es más que el diseño a imprimir realizado en un fotopolímero especial.

Por último, del cliché se pasa la impresión al cartón, cabe destacar que este proceso es descriptivo para un color, en caso de que se tengan dos o tres colores, la máquina debe contar con un rodillo para color, y cada cliché debe ser diferente. Es por eso por lo que muchas empresas incluida COPACK están apostando por un nuevo tipo de impresión, la cual se separa del uso del cliché y apuesta por la impresión digital de gran formato como heredero del imperio de la impresión.

En la impresión digital se sustituye el gran tamaño de las impresoras convencionales del cartón por máquinas más pequeñas, con menos mantenimiento mecánico sustituyendo el uso del cliché por cabezales de impresión de alta definición.

6.2 Troquelado-ranurado

Este proceso generalmente sigue a la impresión, existen dos opciones para darle forma de la caja: troquelado rotativo y troquelado plano. Ambas opciones coinciden en utilizar troqueles, los troqueles son unas planchas de madera con una serie de cuchillas las cuales conformaran los cortes de la silueta de la caja y de sus plegados futuros, es una parte importante de las fábricas de cajas, mantener estos troqueles y tenerlos organizados.

El troquelado rotativo ofrece una serie de ventajas y desventajas frente al troquelado plano, el más notable sea que dado la naturaleza de su movimiento, lo más frecuente es encontrar un troquel rotativo ya incorporado a una máquina impresora, la siguiente ventaja que proporcionan es la de la velocidad, dado que el movimiento de las troqueladoras planas no se basan en la velocidad solamente, si no en la eficiencia; esto es cuando a una troqueladora rotativa solo puede hacer una caja por plancha, lo que se conoce como una pose, una troqueladora plana puede hacer varias poses, esto es varias cajas en una plancha.

6.3 Pegado-plegado

Esta es la última etapa de la formación de la caja de cartón, podemos separar en dos tipos principales, trabajos de pegado automáticos y trabajos de pegado manual, en los trabajos de pegado automáticos, se cuenta con un sistema de correas las cuales guían las solapas de una caja para doblarla durante su recorrido, este pegado puede ser más o menos complejo, dependiendo del tipo de caja y requerirá más o menos sensores, lo cual a posteriori será más o menos mantenimiento que tener en cuenta.

6.4 Actividades secundarias

Dentro de casi cualquier planta se llevan a cabo otro tipo de actividades no relacionadas con la producción principal, pero que forman parte de los procesos necesarios para garantizar un funcionamiento correcto de la planta, en el caso concreto de COPACK podríamos contar:

- Flejado de pallets

- Retracción de pallets
- Transporte de pallets mediante carretillas o transpaletas
- Compresores

7 MÁQUINAS

A continuación, se detallarán las funciones principales de cada máquina como sistema para poder establecer unos criterios sencillos de criticidad en cuanto a producción y uso de estas:

7.1 Máquinas

7.1.1 SIMON MOD 350

Esta máquina originalmente era una impresora con troquel rotativo, no obstante, no se trabaja con frecuencia el troquelado rotativo en COPACK y se deja colocado un arrastre para llevar a la caja, por lo que se considera internamente como una casemaker; esto es, que la máquina imprime y hace mediante un rodillo con cuchillas la forma de la pestaña para el pegado en la plancha, en esta misma máquina contamos con todos los mecanismos necesarios para fabricar una caja, pegarla, plegarla y formar un paquete con varias cajas para paletizarlas.

Las zonas diferenciadas quedarían:

- Introducción
- 3 cuerpos Impresores
- 1 cuerpo Slotter
- 1 cuerpo que puede funcionar como troqueladora rotativa, pero no se usa
- Zona de pegado
- Zona de plegado
- Almacén

Al disponer de todos los elementos necesarios para fabricar una caja en esta máquina, gran parte de la producción recae sobre ella, siendo responsable de casi un cuarenta por ciento de la producción de la planta.

7.1.2 CURIONI NT 2200

Esta máquina, es una máquina puramente impresora, cuenta también con tres cuerpos de impresión. En esta máquina destacan también una zona de introducción y tres cuerpos impresores.

Suele funcionar junto a la troqueladora plana BOBST, como preimpresión, su uso aislado no es significativo (menos de un cinco por ciento de la producción de COPACK)

7.1.3 BOBST

La máquina BOBST es una troqueladora plana, es una máquina con una sola función, troquelar planchas de cartón para formar cajas, suele funcionar en sincronía con la CURIONI, el sistema conjunto de estas dos es casi un treinta por ciento de la producción anual de COPACK.

7.1.4 EMMEPI

Escuadradora de cajas, y flejado de estas mismas. Su uso es prácticamente constante

7.1.5 MATURI

Máquina flejadora de pallets de un solo cabezal.

7.1.6 GALAXY TOP

Máquina retractiladora de pallets.

7.1.7 PKFP

Casemaker, con un solo cuerpo impresor y un rodillo de ranurador. Se usa para formatos de caja pequeños. Su uso es prácticamente nulo, salvo para paliar producción en caso de avería o parada de mantenimiento en la SIMON

7.1.8 WENHONG

Máquina pegadora plegadora de cajas. En esta máquina se intercalan diferentes zonas de doblado de cajas de modo automático, colocando una serie de palancas según las medidas de la caja, para poder realizar los diferentes formatos que acepta la máquina.

El pegado se realizaba mediante rodillos de cola de pequeño grosor, se actualizó hace poco a un sistema de pegado y detección de la caja mediante fotocélulas e inyectores de cola fría, permitiendo así reducir el tiempo de limpieza y mantenimiento que requería el sistema previo de encolado.

Esta máquina es otro de los pilares de producción de COPACK, junto a la SIMON y el sistema CURIONI-BOBST suman casi un noventa y siete por ciento de producción en términos de metros cuadrados procesados.

7.1.9 Máquinas y herramientas de carácter auxiliar

- Compresores de aire
- Se cuenta con dos carretillas elevadoras linde de 1600kg de carga máximo para transporte de pallets
- Flejadoras semiautomáticas
- Flejadoras manuales
- Sierra para corte
- Máquina de hendidos

8 ESTUDIO CONSECUENCIAS

Las máquinas que producen el grueso de las cajas de la empresa con la SIMON y la CURIONI-BOBST, siendo esta última el sistema en serie de ambas máquinas en el cual la CURIONI realiza la impresión de la caja y la BOBST el troquelado de esta.

Sabiendo de antemano que estas máquinas serán aquellas que requieran más atención lo constataremos con datos de producción, uso y paradas que son aquellos de los que disponemos dotando de más sentido a estas afirmaciones iniciales.

Para ello hemos recogido los datos de uso de la máquina durante el año 2022 y el modelo en el cual reuniremos los datos son:

Tabla 8-i

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	ACUMULADO
M2 SIMON	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GOLPES SIMON	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TIEMPO PREPARACION	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
TIEMPO TIRADA	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
TIEMPO PARADA	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
TOTAL TIEMPO	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
CANTIDAD ORDENES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-

TIEMPO MEDIO PREPARACION													
VELOCIDAD TIRADA													
PRODUCCIÓN M2/HORA													
DESARROLLO MEDIO (M2/GOLPE)													

Cabe destacar que estos datos proceden de la evaluación de la fabricación mensual, así como de la corrección manual de los mismos por parte del personal de mantenimiento de las paradas y de aquellos datos que carecen de sentido, para hacernos una idea de la magnitud de un análisis así, habría que tener en cuenta que los datos con los que se trabajan proceden de un programa de recopilación que proporciona la información en bruto de la siguiente manera:

Tabla 8-ii

CODORDENFABRICA	RUPTURA	CODCAMPO	CODMAQUICAR	CODPROCESO	ORDEN	TIEMPREPPREV	TIEMTRABPREV
23556	SIMON 350	CAJA B-1	SIMON 350	CAJA B-1	1	00:05:00	00:47:20.4000000
23564	SIMON 350	CAJA B-1	SIMON 350	CAJA B-1	1	00:05:00	00:10:14.4000000
23572	SIMON 350	CAJA B-1	SIMON 350	CAJA B-1	1	00:05:00	02:01:02.4000000
23573	SIMON 350	CAJA B-1	SIMON 350	CAJA B-1	1	00:05:00	00:20:00
23579	SIMON 350	CAJA B-1	SIMON 350	CAJA B-1	1	00:05:00	00:10:00
23581	SIMON 350	CAJA B-1	SIMON 350	CAJA B-1	1	00:05:00	00:19:19.2000000
23582	SIMON 350	CAJA B-1	SIMON 350	CAJA B-1	1	00:05:00	00:20:00
23584	SIMON 350	CAJA B-1	SIMON 350	CAJA B-1	1	00:05:00	00:13:16.8000000
23587	SIMON 350	CAJA B-1	SIMON 350	CAJA B-1	1	00:05:00	00:25:12
23647	SIMON 350	CAJA B-1	SIMON 350	CAJA B-1	2	00:07:00	00:00:00
23655	SIMON 350	CAJA B-1	SIMON 350	CAJA B-1	1	00:05:00	00:37:00

Aquí solo se muestran ciertas columnas y no todas las que se presentan, analizando mediante un código en Excel, me es posible eliminar datos que carecen de significado, como aquellas mermas de producción de carácter negativo, y corregirlas para que no aparezcan en el análisis de datos, este análisis lo he realizado de manera mensual para poder controlar mejor la cantidad de ordenes de fabricación que se tienen en cuenta y poder realizar después un examen anual mucho más fácil de corregir y constatar. El análisis mensual tiene diferentes apartados para poder extraer toda la información necesaria a la hora de establecer una criticidad adecuada.

De los análisis mensuales podemos extraer la siguiente información (Se presenta el ejemplo de la máquina SIMON en el mes de diciembre de 2022):

En lo referente a tiempos:

Tabla 8-iii

	TOTALES
TIEMPO PREPARACIÓN PREVISTO:	6:41:00
TIEMPO DE TRABAJO PREVISTO:	38:16:14
TIEMPO PREPARACIÓN REAL:	28:19:00
TIEMPO DE TRABAJO REAL:	79:36:00
TIEMPO DE PARADA:	0:00:00
TIEMPO NETO:	107:55:00
Nº DE CAMBIOS:	110,00
MEDIA DE CAMBIOS:	0:15:27
MEDIA UTILIZACIÓN MÁQUINA DIARIA:	86%

Introduciremos ahora un concepto importante para la producción del cartón, golpes y poses, los golpes indican las veces que el mecanismo que actúa sobre la plancha de cartón y conforma de la caja ha actuado sobre la plancha y que por lo tanto ha producido cartón, las poses indican cuantas cajas salen de un golpe, por lo tanto, si una máquina va a unos 3000golpes/h pero a su vez va a tres poses, produce más que una máquina que va a 3000golpes/hora y una sola pose. Es por eso que también tenemos que guiarnos por medidas de m2 producidos y por si el producto en si es producto listo para servir o necesita pasar por otra máquina para completar su vida en la fábrica.

Por tanto, por ejemplo, en la SIMON, tenemos una máquina que solo puede ir a una pose, no le es posible fabricar más de una caja por golpe, no obstante, es una máquina que no depende de otras para completar su función, en una sola máquina sale una caja terminada. Todo esto lo estudiaremos en profundidad en los siguientes apartados.

Tabla 8-iv

	TOTALES
Nº O.F:	101
Nº O.F/PERIODO (H):	1,40
Nº O.F/PERIODO (DÍAS):	5,05
M2 FABRICADOS:	77159,1967
M2 FABRICADOS/H:	1072,48
M2 FABRICADOS/DÍA:	3857,96
UNIDADES FABRICADAS:	347229
UNIDADES FAB/H:	4826,35
UNIDADES FAB/DÍA:	17361,45
GOLPES TOTALES:	206264
GOLPES TOTALES/H:	2866,99
GOLPES TOTALES/DÍA:	10313,20

MEDIA DE POSES (SÓLO CURIONI):	1,68
UNIDADES DEFECTUOSAS:	2167
UNIDADES DEFECTUOSAS/H:	30,12
UNIDADES DEFECTUOSAS/DÍA:	108,35
% DE DEFECTUOSAS POR CADA PLANCHA UTIL:	0,62%
UNIDADES MEDIAS POR PEDIDO:	3437,9109
DESARROLLO MEDIO (m2/UNIDAD FAB):	0,22
DESARROLLO MEDIO POR GOLPE (m2/GOLPE):	0,3740798

El último concepto que evaluar serían las mermas de la producción, es decir la cantidad de planchas que deberían haberse fabricado pero que por algún motivo no se han fabricado, un alto índice de mermas puede indicarnos un problema subyacente en la propia máquina, por ejemplo, una máquina donde el paralelismo dentro de la misma es deficiente sacara más cajas en mal estado que una cuya alineación sea impecable.

Tabla 8-v

	TOTALES
PLANCHAS UTILIZADAS REALES TOTALES	206264
PLANCHAS F. TOTALES	210203
MERMAS TOTALES REALES	3939
PORCENTAJE MERMA REAL	1,874%

Una vez explicado de donde proceden los datos que se van a analizar procedo a mostrar el tratamiento de esos datos de manera anual para cada máquina y estudiaremos como nos afecta eso a la cesión de criticidad a cada una de nuestras máquinas:

- SIMON

Tabla 8-vi

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ACUMULADO
M2 SIMON	17738 0,33	17738 0,33	17738 0,33	17738 0,33	17738 0,33	17738 0,33	17738 0,33	17738 0,33	153801 ,53	22167 1,96	226160 ,61	15179 3,04	217246 9,74
GOLPES SIMON	41095 9,69	41095 9,69	41095 9,69	41095 9,69	41095 9,69	41095 9,69	41095 9,69	41095 9,69	363804 ,00	55116 0,00	553290 ,00	34300 3,00	509893 4,50
TIEMPO PREPARACION	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,37	3,19	2,91	2,41	30,22
TIEMPO TIRADA	6,05	6,05	6,05	6,05	6,05	6,05	6,05	6,05	5,35	8,00	8,38	5,82	75,96
TIEMPO PARADA	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,21	0,12	0,19	0,11	1,82
TOTAL TIEMPO	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	7,72	11,19	11,29	8,23	106,18
CANTIDAD ORDENES	170,0 0	170,0 0	170,0 0	170,0 0	170,0 0	170,0 0	170,0 0	170,0 0	161,00	178,0 0	204,00	153,00	2056,00

TIEMPO MEDIO PREPARACION	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
VELOCIDAD TIRADA	2829,20	2829,20	2829,20	2829,20	2829,20	2829,20	2829,20	2829,20	2834,84	2870,87	2752,00	2455,87	2795,60
PRODUCCIÓN M2/HORA	872,69	872,69	872,69	872,69	872,69	872,69	872,69	872,69	830,46	825,59	834,54	768,44	853,38
DESARROLLO MEDIO (M2/GOLPE)	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,42	0,40	0,41	0,44	0,43

- BOBST-CURIONI

Tabla 8-vii

	ENERO	FEBRE RO	MARZ O	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST O	SEPTIE MBRE	OCTU BRE	NOVIE MBRE	DICIE MBRE	ACUMUL ADO
M2 CURIONI- BOBST	15859 8,275	15859 8,275	15859 8,275	15859 8,275	15859 8,275	15859 8,275	15859 8,275	15859 8,275	14459 9,249	17570 2,18	22386 6,685	13922 4,647	1952178, 961
GOLPES CURIONI-BOBST	32295 2,5	32295 2,5	32295 2,5	32295 2,5	32295 2,5	32295 2,5	32295 2,5	32295 2,5	31822 5	37805 3	49392 6	29414 4	4067968
TIEMPO PREPARACION	62:07: 30	62:07: 30	62:07: 30	62:07: 30	62:07: 30	62:07: 30	62:07: 30	62:07: 30	63:08: 00	82:31: 00	89:23: 00	59:37: 00	791:39:00
TIEMPO TIRADA	161:20 :38	161:20 :38	161:20 :38	161:20 :38	161:20 :38	161:20 :38	161:20 :38	161:20 :38	157:35 :00	207:00 :00	228:33 :00	152:11 :00	2036:04:0 0
TIEMPO PARADA	3:37:4 5	3:37:4 5	3:37:4 5	3:37:4 5	3:37:4 5	3:37:4 5	3:37:4 5	3:37:4 5	2:54 5	2:22 0	0 0	0 0	34:18:00
TOTAL TIEMPO	223:28 :07	223:28 :07	223:28 :07	223:28 :07	223:28 :07	223:28 :07	223:28 :07	223:28 :07	220:43 :00	289:31 :00	317:56 :00	211:48 :00	2827:43:0 0
CANTIDAD ORDENES	157,5	157,5	157,5	157,5	157,5	157,5	157,5	157,5	161	178	204	149	1.952,00

TIEMPO MEDIO PREPARACION	0:23:4 0	0:23:4 0	0:23:4 0	0:23:4 0	0:23:4 0	0:23:4 0	0:23:4 0	0:23:4 0	0:23:3 2	0:27:4 9	0:26:1 7	0:24:0 0	0:24:15
VELOCIDAD TIRADA	2.001, 64	2.001, 64	2.001, 64	2.001, 64	2.001, 64	2.001, 64	2.001, 64	2.001, 64	2.019, 41	1.826, 34	2.161, 13	1.932, 83	1.996,07
PRODUCCIÓN M2/HORA	709,71	709,71	709,71	709,71	709,71	709,71	709,71	709,71	655,14	606,88	704,13	657,34	691,76
DESARROLLO MEDIO (M2/GOLPE)	0,4910 8855	0,4910 8855	0,4910 8855	0,4910 8855	0,4910 8855	0,4910 8855	0,4910 8855	0,4910 8855	0,4543 93115	0,4647 55418	0,4532 39321	0,4733 2139	0,48

- WENHONG

Tabla 8-viii

	ENERO	FEBRE RO	MARZ O	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST O	SEPTIE MBRE	OCTU BRE	NOVIE MBRE	DICIE MBRE	ACUMUL ADO
M2 PEGADORA WENG HONG	12208 5,8095	12208 5,8095	12208 5,8095	12208 5,8095	12208 5,8095	12208 5,8095	12208 5,8095	12208 5,8095	16075 3,839	23612 5,155	10615 4,342	77159 1,967	1556879, 009
GOLPES WENG HONG	35787 3,6042	35787 3,6042	35787 3,6042	35787 3,6042	35787 3,6042	35787 3,6042	35787 3,6042	35787 3,6042	41300 3	58667 0,667	28012 0	20626 4	4349046, 5
TIEMPO PREPARACION	31:23: 00	31:23: 00	31:23: 00	31:23: 00	31:23: 00	31:23: 00	31:23: 00	31:23: 00	49:13: 00	75:23: 00	31:02: 00	28:19: 00	435:01:00
TIEMPO TIRADA	136:41 :53	136:41 :53	136:41 :53	136:41 :53	136:41 :53	136:41 :53	136:41 :53	136:41 :53	172:47 :00	222:52 :00	112:51 :00	79:36: 00	1681:41:0 0
TIEMPO PARADA	0:30:0 0	0:30:0 0	0:30:0 0	0:30:0 0	0:30:0 0	0:30:0 0	0:30:0 0	0:30:0 0	2:48 0	1:52:0 0	0 0	0 0	8:40:00
TOTAL TIEMPO	168:04 :53	168:04 :53	168:04 :53	168:04 :53	168:04 :53	168:04 :53	168:04 :53	168:04 :53	222:00 :00	298:15 :00	143:53 :00	107:55 :00	2116:42:0 0
CANTIDAD ORDENES	105,87 5	105,87 5	105,87 5	105,87 5	105,87 5	105,87 5	105,87 5	105,87 5	161	233	133	101	1.475,00

TIEMPO MEDIO PREPARACION	0:17:4 7	0:17:4 7	0:17:4 7	0:17:4 7	0:17:4 7	0:17:4 7	0:17:4 7	0:17:4 7	0:18:2 0	0:19:2 5	0:14:0 0	0:16:4 9	0:17:34
VELOCIDAD TIRADA	2.617, 99	2.617, 99	2.617, 99	2.617, 99	2.617, 99	2.617, 99	2.617, 99	2.617, 99	2.390, 29	2.632, 38	2.482, 23	2.591, 26	2.586,67
PRODUCCIÓN M2/HORA	726,35	726,35	726,35	726,35	726,35	726,35	726,35	726,35	724,12	791,70	737,78	714,99	731,62
DESARROLLO MEDIO (M2/GOLPE)	0,3411 42258	0,3411 42258	0,3411 42258	0,3411 42258	0,3411 42258	0,3411 42258	0,3411 42258	0,3411 42258	0,3892 3165	0,4024 83315	0,3789 60238	0,3740 79804	0,36

8.1 Consecuencias del fallo

Un aspecto importante del análisis de criticidad de la metodología RCM es sin duda estudiar todos aquellos aspectos que se verán afectados por un fallo en máquina, la idea es simple, cada vez que se produce un fallo en un equipo o sistema, hay una serie de consecuencias las cuales debemos conocer para poder reconocer aquellos aspectos más críticos de nuestra fábrica y que merecen más atención. En el contexto operacional de COPACK tenemos:

8.1.1 Golpes por máquina

Un primer punto desde el que partir es la producción de las máquinas por golpes, para ello hemos presentado los datos con anterioridad, tendremos en cuenta la producción de otras máquinas de menor calibre para comparación, aunque sepamos el resultado de antemano.

El campo en concreto que nos interesa para este apartado sería GOLPES -MÁQUINA-:

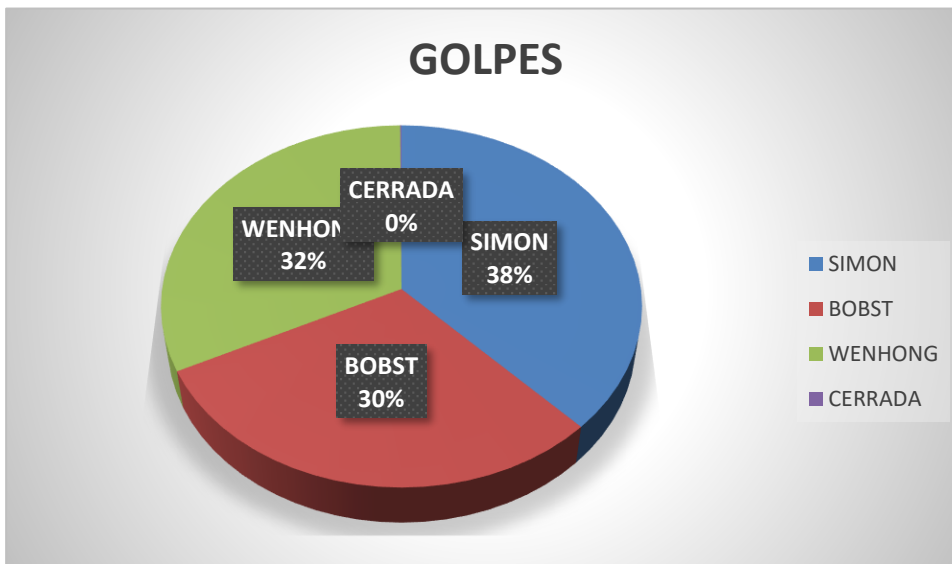


FIGURA 8-i

Como podemos observar, las tres máquinas están prácticamente empatadas en este aspecto, la máquina Simon encabezaría esta lista acaparando casi un 40% de los golpes realizados en un año, no obstante, este análisis carecería de sentido sin un análisis adecuado de los m2 desarrollados, así como de las poses a las que trabaja la máquina

8.1.2 Metros cuadrados producidos

Realizando el mismo análisis a los metros cuadrados desarrollados obtenemos la siguiente figura:

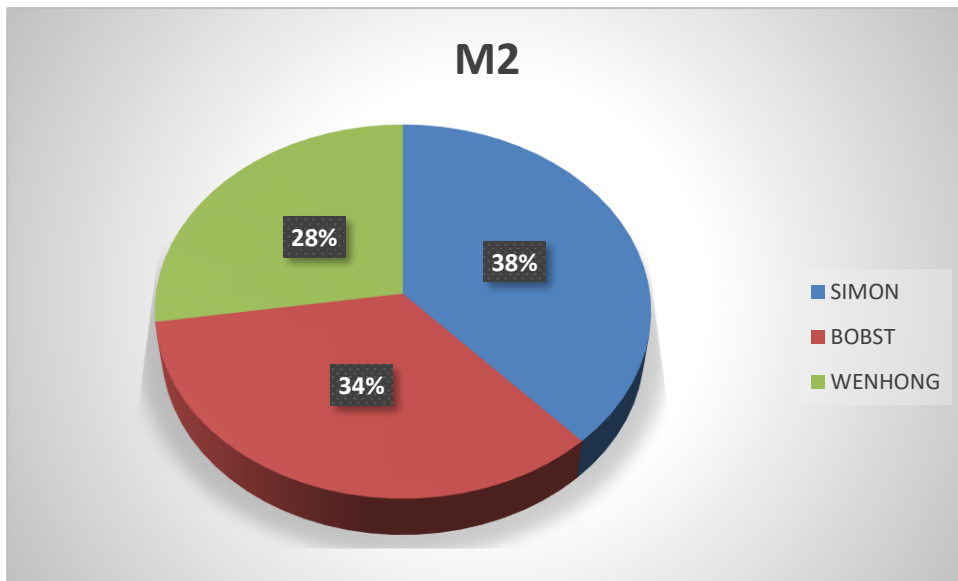


FIGURA 8-ii

Hemos descartado el análisis de la CERRADA dada su bajo interés, pero se ha mostrado anteriormente para corroborar esta afirmación.

Podemos observar que la máquina SIMON sigue adelantando a sus compañeras en cuanto a producción en M2, por lo que sigue a la cabeza de este criterio de producción

8.1.3 Tiempo de parada total

Como se ha comentado un tiempo de parada alto puede significar algún problema subyacente en el sistema en cual se evalúa, teniendo en cuenta que su producción debería ser de un porcentaje alto, y que no se contabilizan tiempos de paradas previstos.

Realizando el mismo análisis obtenemos que:

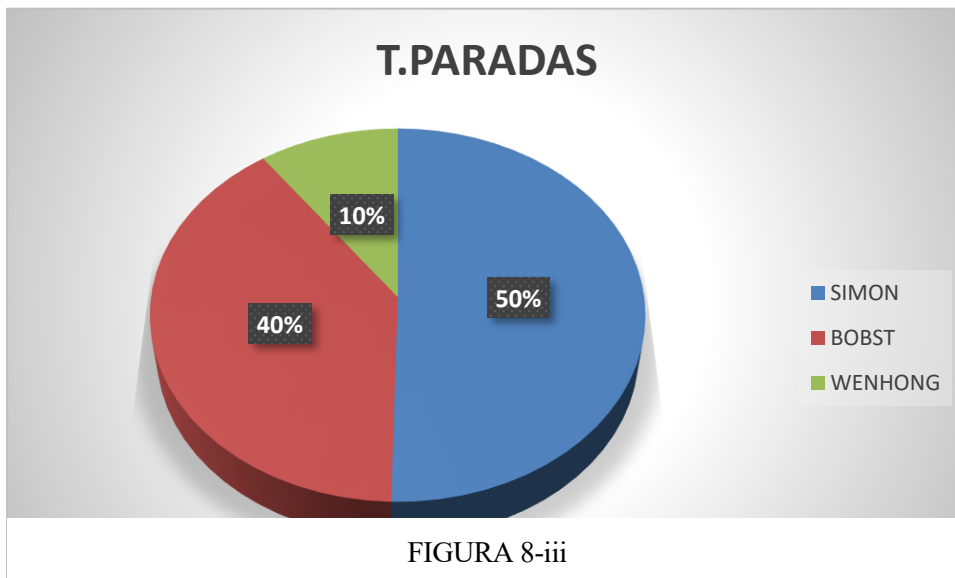


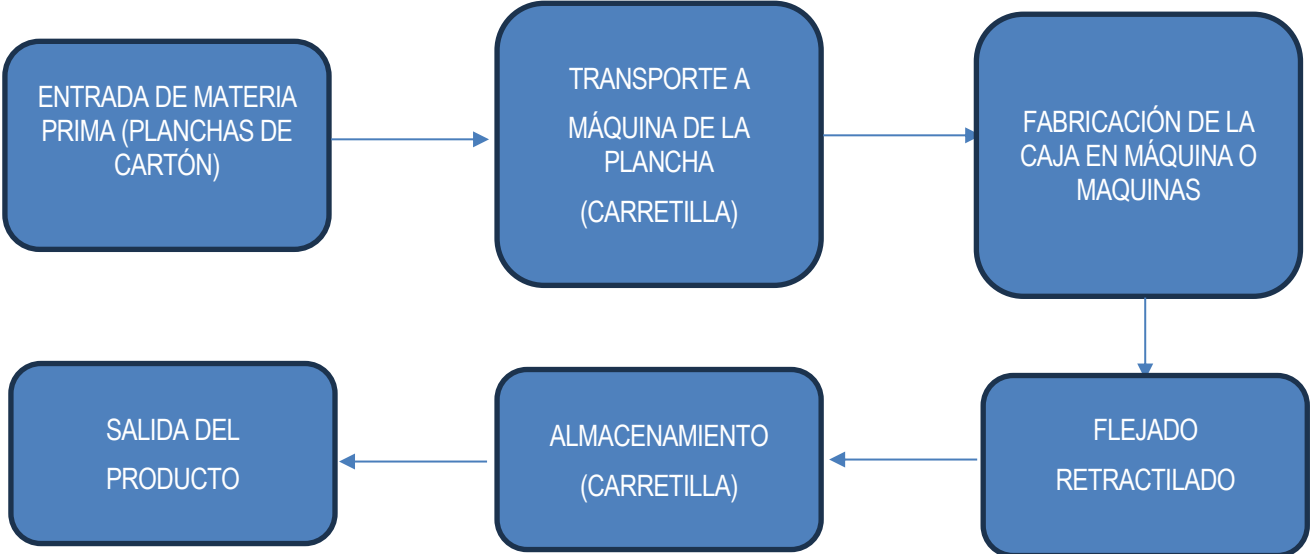
FIGURA 8-iii

Reafirmando la idea de que la Ranuradora SIMON es aquella que merece más atención.

8.2 Horas de uso

Aquí no estamos evaluando sólo máquinas que producen activamente producto que sacar si no aquellas máquinas también que intervienen en toda la producción el cartón.

Para entender mejor el lugar de cada máquina dentro de la fábrica veremos que el flujo del converting del cartón es el siguiente:



Flujo del cartón

En este proceso intervienen casi todas las máquinas, desechando aquellas cuyo uso anual es ínfimo, tendríamos el siguiente diagrama para analizar:

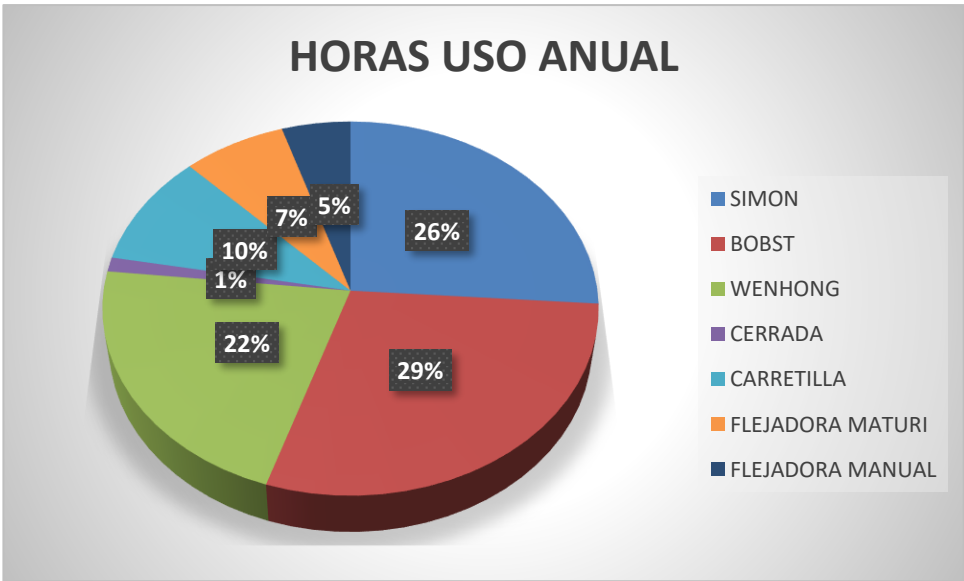


FIGURA 8-iv

Tenemos ante nosotros otra manera de afirmar que nuestra suposición inicial de criticidad de nuestros equipos era correcta.

Uno de los aspectos a destacar del análisis en el tiempo es que la máquina BOBST tiene más tiempo de utilización que la SIMON, aun teniendo esta más producción, y siendo la BOBST una máquina que trabaja a varias poses por lo que su rendimiento debería ser mayor, sin embargo no lo es; esto se debe a una cuestión sencilla, la máquina SIMON está destinada a formatos mayores que la BOBST por lo que su producción en M2 es mayor y por lo tanto sus beneficios también a la larga.

8.2.1 Acumulación de fallos

A continuación, se presentarán los fallos detectados en cada máquina, a lo largo de 2022, que junto a su tiempo de parada nos dará el último aspecto a evaluar para poder aplicar un criterio de criticidad a nuestras máquinas.

Para ello se utilizará el modelo ideado de recogida de fallo:

Tabla 8-ix

Ref del fallo	4	5	6
Tipo de fallo (eléctrico, mecánico,)	Eléctrico, Chasis	Mecánico, Pegado	Eléctrico, Introducción
Hora del fallo	-	-	-
Tiempo de máquina parada	-	0:30:00	0:15:00
Hora de resumen del trabajo	-	16:30	9:15
Síntomas previos del fallo (si hubo)	Los cables de la parte trasera de la simon están al descubierto, tapadero rota	La bomba de cola pierde presión	La máquina para de introducir planchas
Defectos encontrados	Cables al descubierto	Al perder presión la pistola no echa cola en la caja	Puede ser fallo del botón de introducción
Corrección realizada		Se ha revisado y desmontado y montado la bomba por si había alguna falla pero no se detectó ninguna, se ha cambiado el vaso antimartilleo, y la bomba pareció funcionar de primeras tras sacarla, pero ha vuelto a dar problemas, tras un tiempo ha seguido funcionando ,	Relés 4 y 5 son lo que tienen que fallar, cuando fallen de nuevo se cambian

		se estudia modificar todas la bombas o pedir una nueva.	
Sugerencias para evitar que se repita el fallo.	Arreglar la canaleta	Examinar bomba de cola	Ver cableado que corresponda al botón

Este modelo, único por máquina nos permite llevar un registro primitivo de los fallos ante la falta de un sistema informático de recogida.

Tendríamos pues, en cuanto a fallos anuales:

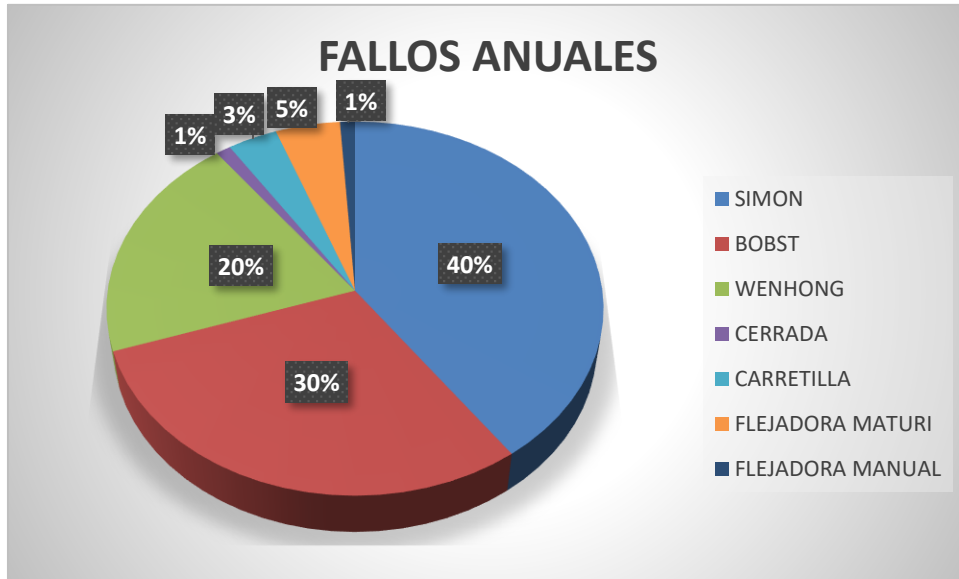


FIGURA 8-v

Esta gráfica carece de sentido sin una complementaria con los tiempos de parada medios por avería, que difieren de los tiempos de parada en producción, ya que si un fallo permite a la máquina seguir trabajando hasta acabar un producto y parar al cabo de un tiempo y solventar el problema no aparece registrado en el programa informático.

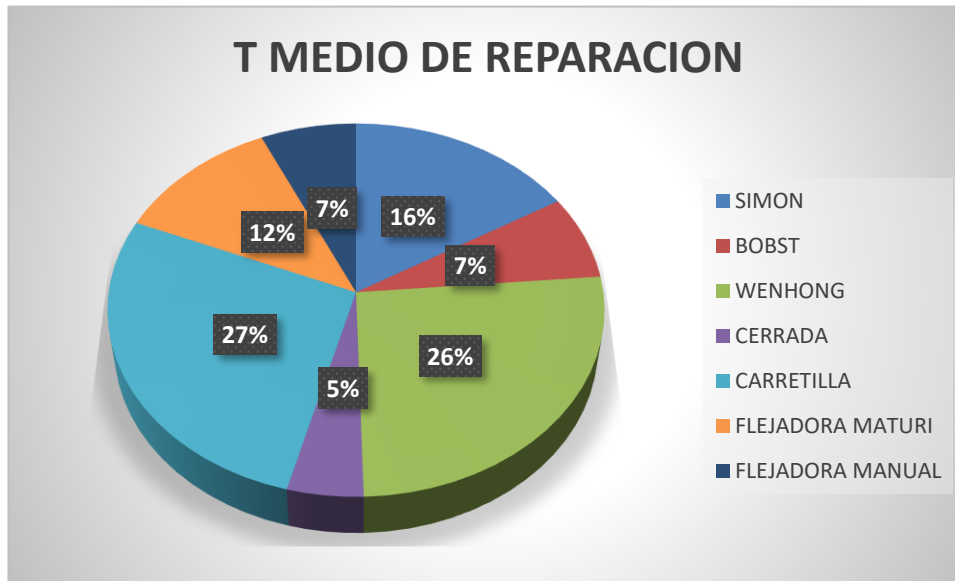


FIGURA 8-vi

Como podemos observar aquellas máquinas que destacan serían la plegadora WENHONG y las CARRETILLAS, en el caso de las carretillas esto se debe a que cuando se da lugar un fallo en la carretilla se tiene que esperar al servicio técnico oficial a que realice la reparación y por lo tanto su tiempo de parada es mayor; en el caso de la máquina WENHONG se puede explicar por motivos de diseño, como veremos cuando la analicemos esta máquina tiene un principio de funcionamiento sencillo: correas, no obstante estas correas van en guías y deben estar metidas pro ejes, por eso cuando se produce la rotura de una correa cuyo cambio requiere la extracción de uno de los ejes de la máquina, la parada puede llevar horas, no obstante si es una correa con sustitución sencilla puede ser una para de apenas minutos.

Los mismos datos presentados, pero en formato de tabla serían:

Tabla 8-x

MAQUINA	FALLOS ANUALES	T MEDIO DE REPARACION
SIMON	113	0:36:00
BOBST	84	0:16:00
WENHONG	56	0:57:00
CERRADA	3	0:10:00
CARRETILLA	10	1:00:00
FLEJADORA MATURI	13	0:26:00
FLEJADORA MANUAL	3	0:15:00

8.2.2 Costes de mantenimiento

Para este apartado se han utilizado todos aquellos costes derivados de mantenimiento en máquinas, sean estos:

- Costes directos de la avería o fallo (una pieza que falte)

- Costes indirectos de la avería o fallo (productos en mal estado, devoluciones...)
- Costes de personal ajeno (técnicos de otras empresas, transporte...)
- Costes de horas extras de personal propio
- Costes de herramientas si hiciesen falta para ese propósito en concreto

Como no se me permite exponer datos concretos en euros los presentare como porcentajes sobre el total de costes de todas las maquinas:

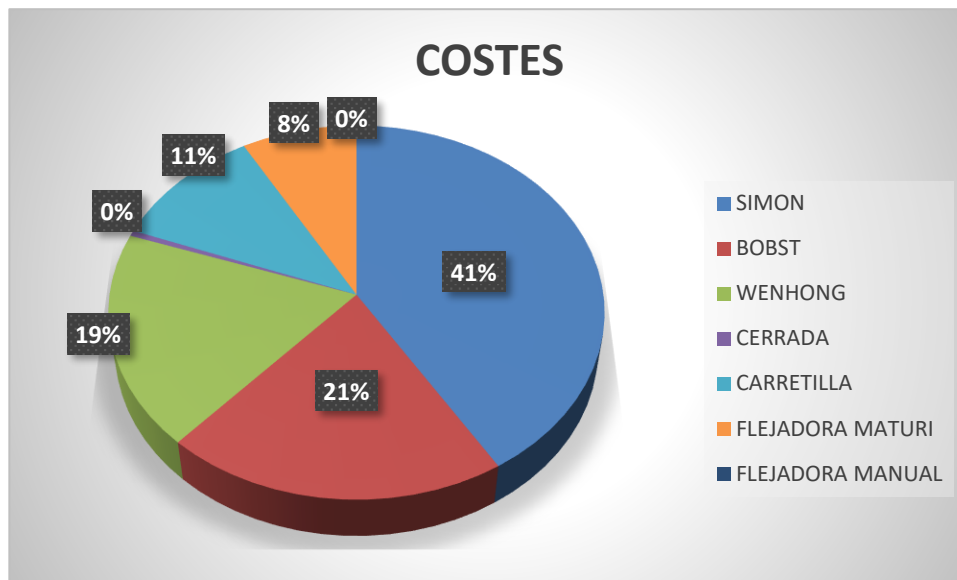


FIGURA 8-vii

De nuevo llegamos a la conclusión de que la SIMON es merecedora de mayor énfasis en su estudio.

8.3 Técnica de análisis de criticidad aplicadas en el proceso del RCM

Las técnicas de criticidad son metodologías que nos permiten ordenar por importancia los diversos sistemas, quipos e instalaciones en función de su impacto en el contexto operacional y poder realizar de manera correcta la asignación de recursos disponibles.

Un método cualitativo muy usado dentro del sistema RCM es el de matrices de criticidad, que presentan y analizan el factor “RIESGO” (Parra, 1996) esto conlleva el estudio conjunto de la frecuencia de los fallos en un sistema en un periodo de tiempo, así como las consecuencias del mismo; en nuestro caso estudiaremos como límite de tiempo un año y las consecuencias, las ponderaremos según los apartados anteriores.

Nuestra definición de riesgo, semicuantitativa basada en aquella definida por Parra para los activos de una industria petrolera será:

$$\text{Riesgo} = \text{Frecuencia de Fallos} \times \text{Consecuencias}$$

Donde:

$$\text{Frecuencia de fallos} = \text{fallos en un año de } x \text{ Máquina}$$

$$\text{Consecuencias} = (\text{GOLPES} \times 0.15) + (\text{M2} \times 0.2) + (\text{T. Parada} \times 0.1) + (\text{USO} \times 0.15) + (\text{TREPARACION} \times 0.2) + (\text{COSTES} \times 0.2)$$

El valor asignado a cada uno de los apartados será el siguiente, evaluados siguiendo el esquema de escala de 1-5:

- Frecuencia de fallos:

- 1-entre 0-20 fallos
- 2-entre 20-40 fallos
- 3-entre 40-60 fallos
- 4-entre 60-80 fallos
- 5-más de 80 fallos
- Consecuencias
 - Golpes
 - 1-0% de los golpes totales
 - 2-15% de los golpes totales
 - 3-25% de los golpes totales
 - 4-35% de los golpes totales
 - 5-más de 35% de los golpes totales
 - M2
 - 1-0% de los m2 totales
 - 2-15% de los m2 totales
 - 3-25% de los m2 totales
 - 4-35% de los m2 totales
 - 5-más del 35% de los m2 totales
 - Uso
 - 1-5% del tiempo total del día en uso
 - 2-15% del tiempo total del día en uso
 - 3-25% del tiempo total del día en uso
 - 4-35% del tiempo total del día en uso
 - 5-más del 35% del tiempo total del día en uso
 - T.parada
 - 1-5% del tiempo total de paradas en fábrica
 - 2-15% del tiempo total de paradas en fábrica
 - 3-25% del tiempo total de paradas en fábrica
 - 4-35% del tiempo total de paradas en fábrica
 - 5-más del 35% del tiempo total de paradas en fábrica
 - T.Reparación
 - 1-5% del tiempo total implicado en paradas
 - 2-15% del tiempo total implicado en paradas
 - 3-25% del tiempo total implicado en paradas
 - 4-35% del tiempo total implicado en paradas
 - 5-más del 35% del tiempo total implicado en paradas
 - Costes
 - 1-5% de los gastos totales

- 2-15% de los gastos totales
- 3-25% de los gastos totales
- 4-35% de los gastos totales
- 5-más del 35% de los gastos totales

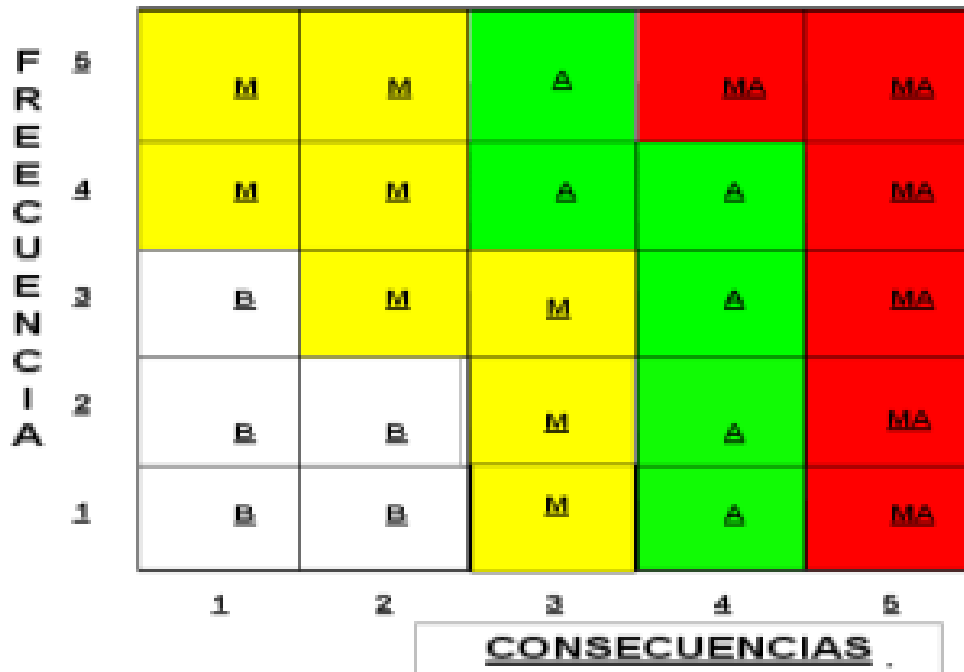


FIGURA 8-viii

Aplicando esta matriz:

	FF	C	ZONA
SIMON	5	4,4	MA
BOBST	5	3,5	A
WENHONG	3	3,45	M
CERRADA	1	1	B
CARRETILLA	1	1,5	B
FLEJADORA MATURI	1	1,2	B
FLEJADORA MANUAL	1	1	B

8.4 Conclusiones estudio de criticidad de equipos

Con ambos criterios podemos notar que, dadas las necesidades de producción y uso, aquellos sistemas que requieren la aplicación directa del RCM serían:

- SIMON
- CURIONI-BOBST
- PEGADORA-PLEGADORA WENHONG

Siendo en la que haremos más hincapié la máquina SIMON, dada que su análisis de criticidad es el más destacable. Después pasando por la BOBST y por último la WENHONG.

Ya se intuía este resultado al analizar las primeras consecuencias, no obstante, es necesario evaluar todas las máquinas, dado que, en un futuro, al incluir nuevas máquinas o incorporar máquinas auxiliares a otros sistemas, por ejemplo, si se añade la flejadora de pallets a una sola línea, excluyéndola del resto y por tanto pasando a formar parte del sistema nuevo, sería necesario el uso de los datos conjuntos de ambos sistemas para un buen análisis.

Gran parte de todo este estudio, podría simplificarse con un estudio más simple, pero el análisis a fondo y de manera correcta es necesario para establecer las bases de un primer plan de mantenimiento para la fábrica y que podrá ser modificable en un futuro.

9 FALLO FUNCIONAL, FALLO PREPARACIÓN

Un concepto importante a tener en cuenta en la industria del cartón sería diferenciar entre un fallo funcional acorde al RCM y un fallo en preparación que, aunque tenga como consecuencia una parecida a aquella de un fallo funcional no tenga el mismo origen ni la misma solución.

Veamos un ejemplo para entender esto, pongamos que una de nuestras máquinas tiene un defecto de paralelismo, esto quiere decir que una plancha que se mueva dentro de la máquina verá su trayectoria posiblemente modificada por este fallo de paralelismo, dando lugar a fallos en la impresión, deformación de la caja e incluso atasco y ruptura de clichés, en este caso será necesario evaluar el fallo de la máquina para determinar que de hecho nos encontramos ante un fallo funcional, no obstante es posible que estos mismos fallos mencionados no tengan este origen, si no que proceda de un fallo por parte del maquinista o los operarios que realizan fallos a la hora de preparar una tirada. Es importante por ello reconocer con facilidad los distintos tipos de fallos que pueden tener su origen en la preparación de un trabajo.

Algunos de los más comunes que merecen ser mencionados, cuyo origen puede ser tanto de fallo funcional como de preparación son:

- Imagen fantasma o doble: Cuando se realiza una impresión a varios colores, es posible que la policromía no se lleve a cabo de la manera concertada y que los colores que deben solaparse para dar lugar a otro aparezcan con cierta diferencia de registro esto se puede deber a un fallo en la preparación y sincronización de los cuerpos si no se han llevado al lugar inicial o a un fallo funcional subyacente.
- Impresión con más nitidez en un lado de la máquina: Estamos ante un caso parecido, pero en lugar de sincronización su origen está en el fallo de igualación de presiones en los cuerpos impresores
- Ruptura del cartón en el troquelado en vez de creación de solapas o hendidos: de nuevo esto se puede deber a un fallo en la igualación de presiones o a un fallo funcional en el órgano que realiza la acción de ranurado o hendido
- Falta de uniformidad en el color: Puede darse lugar en un fallo funcional en los rodillos anilox y por lo tanto requiere sustitución o puede tener lugar en una mala preparación de las tintas

La cantidad de fallos cuyo origen puede ser ambiguo y que por su naturaleza puede recaer o no en el personal de mantenimiento nos hace entender que un trabajo conjunto de producción y mantenimiento es necesario para poder desarrollar correctamente las funciones que a continuación se van a describir para cada máquina.

10 ESTUDIO SIMON MOD 350

Para entender cómo funciona la Simon, y así poder definir los fallos funcionales, habría que estudiar cada uno de sus equipos y partes mediante el esquema de la máquina, recomendaciones del fabricante, experiencia de los trabajadores



Detalle Simon abierta para preparación

10.1 División funcional SIMON

10.1.1 Introducción

Este cuerpo es de los más importantes de la SIMON, aparte de ser el comienzo del proceso de la formación de la caja de cartón; es también donde se suele controlar la máquina durante el proceso de producción del cartón, denominado “tirada”. Cada una de sus partes y funcionalidades, se describen a continuación:

-Placa de introducción/Bomba de vacío: Grupo formado por una placa con un mecanismo de manivela que le permite moverse en horizontal; así mismo esta placa tiene unos agujeros conectados con una bomba de vacío que permiten la succión de una única caja y así, introducir las cajas en singular. Es importante considerar aquí, los filtros de aire de la bomba, una correcta limpieza en la placa de introducción para evitar sobreesfuerzos, y un engrase adecuado para evitar desgastes innecesarios.

-Botonera de mando: Con ella se controlan los procesos de la máquina durante la tirada. Asegurar una correcta limpieza de esta es de vital importancia.

-Motor principal: Transmite potencia a toda la máquina

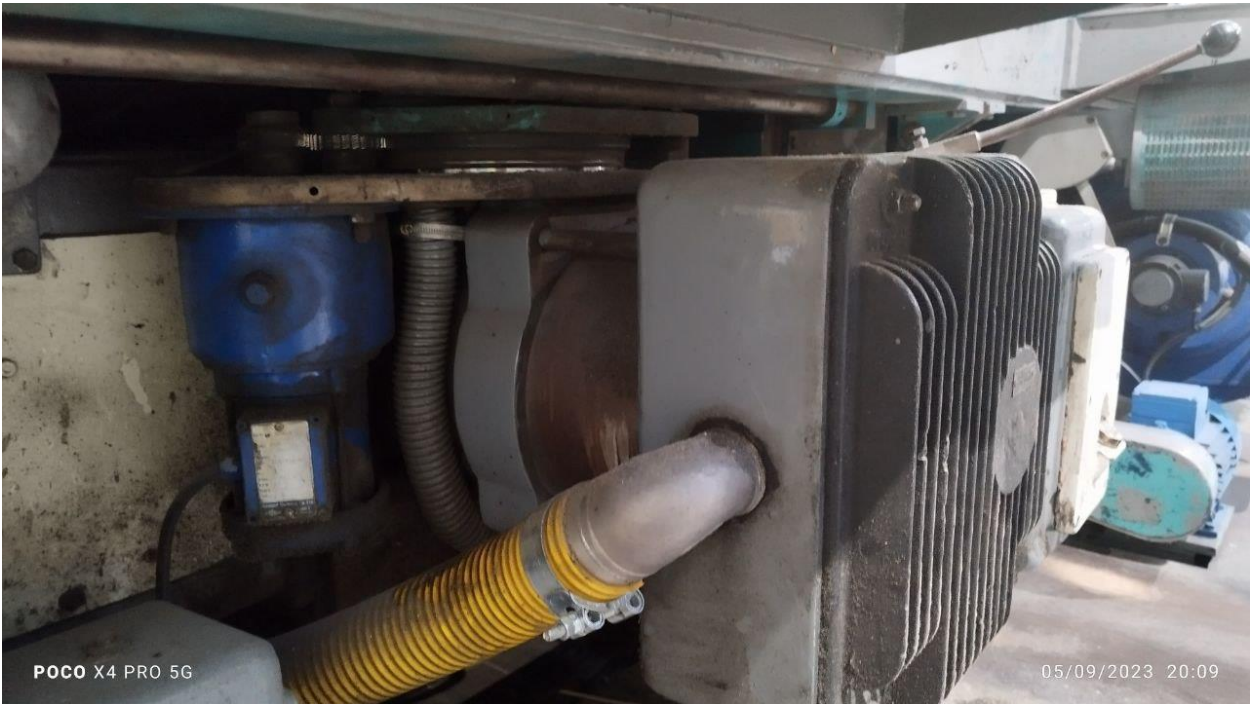
-Rodillos de introducción: Estos rodillos nos presentan dos conceptos importantes para la mayoría de máquinas destinadas al convertting del cartón: paralelismo y sincronía.

- Paralelismo: es necesario que todos los ejes de la máquina se encuentren dentro de unos límites de tolerancia de alineación, para permitir un recorrido uniforme en la caja, que de no ser así nos llevaría a problemas de impresión, de ranurado o incluso atascos y por tanto a problemas más serios. Los principales causantes de la falta de paralelismo son:
 - o Desalineación de los propios cuerpos de la máquina.

- Desgaste en los propios ejes
 - Holguras en rodamientos de los ejes
 - Todos estos problemas son posibles de observar con relativa facilidad, dado que una inspección visual a priori podría delatar alguna de estas condiciones, así mismo, es necesario asegurar un correcto engrase de estos ejes para impedir desgaste de estos mismos.
-
- Sincronía: El mecanismo de transmisión de potencia entre ejes y cuerpos son los engranajes, ya que en el cuerpo introductor se encuentra el motor principal es este el que transmite al resto, por ello una falta de lubricación adecuada, puede afectar al total de la máquina, frenándola y provocando atascos.
 - Es necesario cambiar de manera periódica el lubricante de esta máquina, así como elegir uno adecuado para permitir que los engranajes desempeñen sus funciones de manera adecuada
 - Tren de engranajes principal: Como ya hemos comentado previamente esta máquina funciona mediante transmisión de potencia con engranajes, que son los que permiten mover el resto de la máquina.



Introducción Simon



Detalle vacio Simon



Detalle Motor principal Simon



Detalle correas transmisión principal

10.1.2 Cuerpos Impresores

Tras la introducción de la caja, siempre se lleva a cabo la impresión de esta, según que máquina el mecanismo de transmisión de tinta puede variar: rodillo de caucho, rasqueta o cámara de rasquetas. No obstante, en todas las máquinas presentes en COPACK se utiliza el rodillo de caucho.

El proceso de impresión en la Simon es el siguiente:

Se comienza preparando los clichés que conformarán la impresión en nuestra caja, dado que la Simon cuenta con 3 cuerpos impresores se pueden llevar a cabo hasta tres colores, también llamado tricromía; estos se colocan sobre los rodillos de impresión los cuales tienen soportes para permitir el enganche y escuadre de los clichés. Es importante el estado de estos rodillos ya que una deformación en ellos o un desgaste puede provocar fallos de impresión o incluso la separación del cliché del rodillo, lo que llevaría a la pérdida de este.

La tinta es preparada por los maquinistas, en cubos los cuales se conectan a bombas neumáticas, las cuales bombean dentro y fuera la tinta, creando un circuito continuo. En esta máquina las bombas son neumáticas y de bola, lo cual requiere disponer de repuestos a mano para el mantenimiento de las mismas.

Estas bombas llenan los tinteros de las máquinas, estos, tienen encima el rodillo de caucho, que se encargará de recoger y variar la cantidad de tinta que recibe el rodillo anilox. Es importante observar los rodillos de caucho para observar desgastes para evitar fallos en la impresión.

Los rodillos anilox, se caracterizan por tener miles de hendidos piramidales diseñados para recoger tinta, para luego transmitirla al cliché, el cual por último imprimirá en nuestra plancha de cartón el diseño preparado. Existen muchos tipos de diseños de rodillos anilox cada uno, con una serie de ventajas y desventajas, sin

embargo, esto no nos atañe para el mantenimiento.

Cualquier pequeña marca o deformación en el rodillo anilox desemboca en fallos de impresión y requieren de reparación inmediata para no perjudicar a la producción.



Cuerpo Impresor Simon



Cliché Simon

10.1.3 Cuerpo Slotter

En este cuerpo, la plancha de cartón pasa a tener la forma definitiva de la caja tipo B1; pasa por una serie de rodillos con cuchillas, cuyas medidas son ajustables, así se puede ajustar a los diferentes tamaños de caja y de

solapa.

En este cuerpo es esencial un seguimiento severo de los paralelismos de los rodillos, así como un engrase correcto de cada eje, y comprobar el estado y afilado de las cuchillas.

Aquí podemos ver una de las modificaciones recientes del sistema de cuchillas de esta máquina, respecto a la original, ya que se cambió todo el sistema de cuchillas y se actualizó para permitir colocarlas de manera digital y precisa, pero permitiendo aun así pequeños retoques en caso de que fuese necesario.



Detalle Slotter

10.1.4 Cuerpo de expulsión de recorte

Dado que en el cuerpo Slotter se corta el cartón se produce un desecho de este mismo, esta máquina empuja mediante aire el recorte de cartón hacia una cinta que lo arrastra lateralmente para acabar en una cuba de recogida.



Detalle expulsión retal Simon

10.1.5 Cuerpo de pegado

Consta de una fotocélula, una pistola de cola fría, una bomba neumática de mecanismo de pico, y un controlador que permite mover la fotocélula en un eje y controlar la cantidad de cola que se expulsará.

Especial atención a la pistola de cola y la bomba neumática.

10.1.6 Cuerpo de plegado

Consta de dos brazos con correas, una serie de rodillos con caucho, para mejorar el agarre. Estos brazos pueden abrirse o cerrarse horizontalmente para adaptarse a las diferentes dimensiones de cajas. Así mismo permiten cierto levantamiento para los diferentes calibres de cajas. A lo largo de estos brazos la caja se pliega sobre si misma, haciendo coincidir la solapa previamente con cola, con el interior de la caja donde iría situada, cerrando así la caja.

Debemos considerar para este cuerpo, el estado de las cadenas que transmiten potencia entre los rodillos de la máquina, el estado del caucho de estos rodillos, ya que el proceso de recauchar es largo y costoso, y el estado de las correas mismas.



Detalle de plegado

10.1.7 Almacén

Una de las partes más importantes a la hora de agilizar el proceso de agrupar las cajas para organizarlas en pallets para posterior envío, es la formación del paquete. En este cuerpo, las cajas entran y mediante unas uñas deslizan al último lugar del stack, si es que había cajas previamente. Un par de fotocélulas con sus respectivos contadores cuentan las cajas que entran, y las cajas que forman cada paquete, cuando se llega a un paquete un pistón expulsa un paquete formado con las cajas exactas, de aquí un camino de correas, llevan el paquete a la última parte del proceso.

Especial atención aquí a las correas que tienden a separarse o partirse con facilidad, sobre todo con cajas muy grandes, y el estado de las correas previas.

Flejado

Aunque este proceso se lleve a cabo en una máquina completamente distinta a la SIMON, la EMMEPI, lo

contamos al estar dentro de la misma línea.

En esta máquina, una serie de pistones y un cabezal de fleje permiten el flejado del paquete de cajas para ser paletizado y enviado. Es importante revisar periódicamente el estado de las guías por las que pasa el fleje y de los filtros de aire de la máquina. Un mantenimiento periódico de esta máquina es programado a una empresa externa.



Detalle de almacén de cajas

10.2 Fallos funcionales y modos de fallo

Como ya he ido comentando en cada cuerpo existen prioridades las cuales permiten un funcionamiento óptimo de cada uno de los cuerpos y por consiguiente de la máquina en sí.

Aun existiendo diferentes fallos de carácter menor que pueden influenciar en el correcto funcionamiento de la máquina, nos vamos a limitar en un principio a aquellos que nos afectan a la parada total o parcial de uno de los cuerpos y no en fallos menores que se pueden subsanar sin la necesidad de parada.

No obstante, es importante conocer todo tipo de fallos que pueda presentar la máquina, aunque no consideremos críticos dado al principal limitador del contexto operacional de la empresa que es el personal, sólo hay una persona encargada del mantenimiento.

Alguna de las menciones especiales de fallos funcionales que son importantes conocer en la máquina, pero no entrarían en el análisis de los más críticos serían aquellos relacionados con una de las partes más importantes de esta máquina, la impresión.

Existen fallos en la impresión que no significan inmediatamente un fallo en el sistema si no en la calibración del mismo, como ya hemos mencionado anteriormente.

Para entender mejor todos los fallos de la SIMON tendremos en cuenta todos los datos recopilados del formulario mencionado en el apartado de criticidad, siendo este:

Tabla 10-i

Ref del fallo	4	5	6
Tipo de fallo (eléctrico, mecánico,)	Eléctrico, Chasis	Mecánico, Pegado	Eléctrico, Introducción
Hora del fallo	-	-	-
Tiempo de máquina parada	-	0:30:00	0:15:00
Hora de resumen del trabajo	-	16:30	9:15
Síntomas previos del fallo (si hubo)	Los cables de la parte trasera de la simon están al descubierto, tapadero rota	La bomba de cola pierde presión	La máquina para de introducir planchas
Defectos encontrados	Cables al descubierto	Al perder presión la pistola no echa cola en la caja	Puede ser fallo del botón de introducción
Corrección realizada		Se ha revisado y desmontado y montado la bomba por si había alguna falla pero no se detectó ninguna, se ha cambiado el vaso antimartilleo, y la bomba pareció funcionar de primeras tras sacarla, pero ha vuelto a dar problemas, tras un tiempo ha seguido funcionando , se estudia modificar todas la bombas o pedir una nueva.	Relés 4 y 5 son lo que tienen que fallar, cuando fallen de nuevo se cambian
Sugerencias para evitar que se repita el fallo.	Arreglar la canaleta	Examinar bomba de cola	Ver cableado que corresponda al botón

Donde hemos acumulado cerca de 120 fallos los cuales se ha recopilado y agrupado por diferentes funciones, teniendo el siguiente esquema de porcentajes de fallos funcionales por función definida:

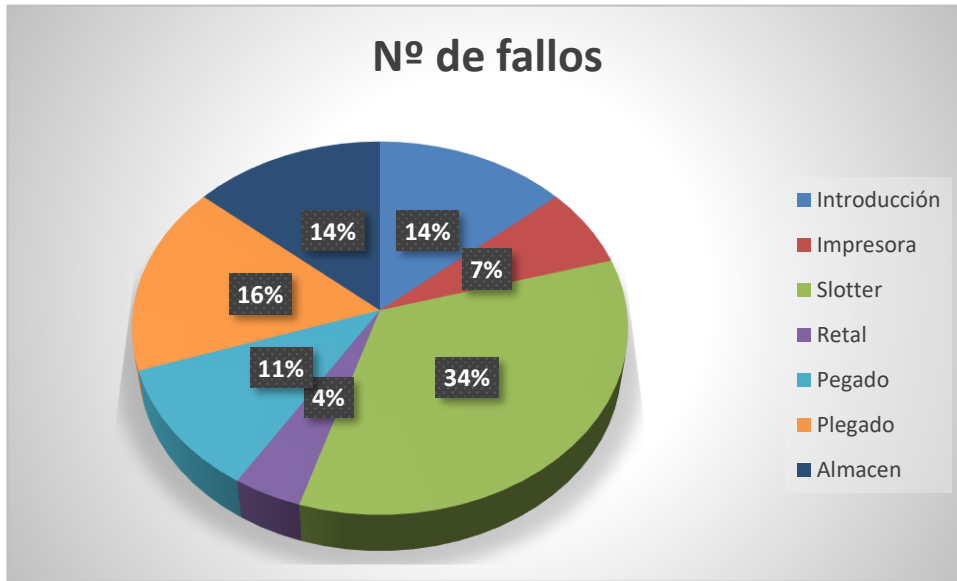


FIGURA 10-i

Si analizamos también el tiempo empleado del total en cada función obtenemos:



FIGURA 10-ii

Podemos sacar varias conclusiones de estos datos que analizaremos por cuerpo:

- **Introducción:** la mayoría de los fallos aquí acontecidos proceden de la falta de limpieza de los diversos aparatos que intervienen en su funcionamiento y la falta de atención a las correas motrices, es por ello que se le dará gran importancia dada que un fallo aquí resulta en una gran pérdida de tiempo
- **Impresora:** un fallo en impresión suele consistir en una pérdida de producción inexorable, así como de costes derivados de esta parada, ya que si el fallo se detecta a tiempo un trabajo no tiene por qué verse afectado, pero si no se detecta a tiempo, o es pequeño, pero suficientemente notable como para que un cliente se percate, pueden llegar a servirse miles de cajas en mal estado.

- Slotter: la mayoría de los problemas que se nos reúnen aquí tienen una sencilla explicación, el propio cartón, este material tiene una alta abrasividad y es capaz de dejar en meses hasta la cuchilla más afilada roma

Teniendo en cuenta estos datos cualitativos sobre los cuerpos más importante se hará hincapié en su verificación diaria y se definirán los fallos funcionales por cuerpos y los modos de fallo que pueden presentar para estos:

10.2.1 Fallo funcional: Introducción

Si la introducción falla, es decir, no se introduce la plancha dentro la máquina, los modos de fallo principales que se nos presentan son debidos a:

- Motor principal: como ya hemos comentado este motor se encarga de accionar toda la máquina, es esencial comprobar las correas de transmisión de este mismo de manera periódica.
- Bomba de vacío: se encarga de generar vacío en la placa de introducción, su correcto funcionamiento permite la introducción de planchas una a una, es esencial revisar los filtros de esta para evitar problemas.
- Escobillas de los diferentes motores: es fundamental revisar periódicamente el estado de las escobillas de los motores, ya que su desgaste puede dejar una máquina sin funcionar y tratándose de motores con cierta edad, sus recambios pueden tardar algún tiempo.

10.2.2 Fallo funcional: Impresión

Un fallo en la impresión viene dado por alguno de los siguientes modos de fallo:

- Bombas de tinta: es esencial mantener las bombas limpias en el exterior y en el interior para evitar secados innecesarios de tinta y ensucies.
- Rodillo anilox y rodillo de caucho, se necesita comprobar el estado de estos y ver si han sufrido desgastes o daños.

Existen fallos en la impresión que no significan inmediatamente un fallo en el sistema si no en la calibración del mismo, y aunque desde su propia naturaleza no deban estar dentro de un plan de mantenimiento merecen especial mención para no caer en la tentación de confundir un fallo funcional debido al malfuncionamiento del sistema, con un fallo funcional debido a la mala preparación de la máquina, y deben ser diferenciados

10.2.3 Fallo funcional: Slotter

Un fallo en la ranuración de la caja viene dado por:

- Cuchillas: son las encargadas de ranurar y dar forma a la plancha, controlar su estado y desgaste es obligatorio
- Poliuretanos de arrastre: Dado que las cuchillas tienen que tener una superficie donde hacer fuerza para hacer las ranuras, si esta superficie fuese metal, el desgaste sería mucho mayor, por lo tanto, se tienen unos poliuretanos de arrastre que se desgastan en lugar de las cuchillas. Así mismo un desgaste desigual en estos pueden producir un giro en la plancha no deseado y un atasco.

10.2.4 Fallo funcional: Expulsión de recorte

Debido a un fallo en:

- Motor de ventilador de expulsión: hay que comprobar el correcto estado de este motor y sus correas de transmisión para poder permitir una expulsión correcta de retal
- Cinta de retal: Esta cinta transportadora debe limpiarse y evitar que se acumule cartón y polvo de cartón.

Engrasar si es necesario.

10.2.5 Fallo funcional: Pegado

Sus principales modos de fallo son:

- Inyector de cola: es necesario mantenerlo limpio y evitar que se formen atascos en esta.
- Bomba de cola: mantener su limpieza. Es recomendable purgar el inyector después de cada turno para evitar secados innecesarios.

10.2.6 Fallo funcional: Plegado

- Correas: Dado que el plegado de las cajas se realiza mediante varias correas y unos rodillos, necesitamos mantener una limpieza diaria de estas y controlar su tensado. Un destensado sin motivo aparente puede ser un indicativo de que las correas están dando de si y por tanto necesitaran una sustitución pronto, así mismo el relieve de estas debe estar en condiciones óptimas, para no producir un desfase en el movimiento de la caja
- Rodillos: Los rodillos que transmiten el movimiento a las correas necesitan de recauchado cada varios años.

10.2.7 Fallo funcional: Almacén

Correas: En este cuerpo unas cintas de correas llevan la caja independientemente de su tamaño, es esencial mantener un control sobre ellas.

10.2.8 Fallo funcional: Transporte de caja a flejado de paquete

- Rodillos: este transfer conecta la máquina Simon con la flejadora Emmepi, son rodillos con cadenas que sincronizan su movimiento, tienen doble función, transportar la caja y girarla para su correcto flejado

10.2.9 Fallo funcional: Flejado

El flejado se lleva a cabo en una sola acción conjunta de varios mecanismos que deben funcionar en sincronía un fallo en el flejado procede de:

- Estado neumático: es vital comprobar el estado de los filtros de aceite y de los tubos de aire, ya que aparte de unos canales de rodillos esta máquina funciona por el accionamiento de unos pistones, que cuadran la caja.
- Rodillos: comprobar que los rodamientos se encuentran en buen estado.
- Filtro de aceite: purgar en caso de que sea necesario por condensación de agua en el sistema de neumática.

Como acción adicional, una limpieza diaria de la máquina, especialmente de las fotocélulas sería recomendable.

10.3 Resultados FMEA SIMON

Se presentan a continuación los resultados del FMEA de la máquina SIMON, principal objetivo de nuestro estudio, para estudiar el riesgo de cada fallo en la máquina, dado que estudiar esta máquina ha sido acosta de nuestros recursos en este contexto, las maquinas siguientes serán estudiadas bajo la premisa de paralelismo de funcionamiento de esta máquina con otras (Curioni en impresión y wenhong en pegado plegado).

Otras máquinas no serán sometidas a este criterio, dado su carácter auxiliar se les realizara un mantenimiento simple y superficial, ideado para realizarlo sin perder producción

Tendríamos las siguientes tablas:

Tabla 10-ii

FUNCIONES	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CONSECUENCIAS DE LOS FALLOS
1.Introducción de planchas	1.a Fallo en la introducción de plancha de cartón	1.a.1 Fallo en suministro eléctrico del motor	Evidente: Si Efecto operacional: perdida prod Acción correctiva: comprobar tensión bornes y cuadro maquina
		1.a.2 Fallo en correa del motor	Evidente: no Efecto operacional: ídem 1.a.1 Acción correctiva: Cambiar correas
		1.a.3 Fallo por obstrucción vacío	Evidente: si Efecto operacional: ídem 1.a.1 Acción correctiva: Limpieza
		1.a.4 Fallo por obstrucción ventilación vacío	Evidente: si ídem 1.a.3 Efecto operacional: ídem 1.a.3 Acción correctiva: 1.a.3
		1.a.5 Fallo en motor-reductor secundario	Evidente: si Efecto operacional: perdida control maquina Acción correctiva: cambio escobilla
2.Impresión	2.a Fallo en impresión	2.a.1 Fallo en registro de impresión por bomba de tinta	Evidente: Si Efecto operacional: perdida prod, mat defectuoso Acción correctiva: Recolocar cliché o comprobar y limpiar conductos
		2.a.2 Fallo en cubrimiento de impresión por el rodillo anilox	Evidente: Si Efecto operacional: ídem 2.a.1 Acción correctiva: comprobar si el fallo es de limpieza o si está mal el rodillo, si el rodillo está mal cambiarlo
		2.a.3 Fallo entintado por el cubrimiento del rodillo de caucho	Evidente: Si Efecto operacional: ídem 2.a.1 Corrección: limpiar el rodillo de caucho o recaucharlo
3.Slotter	3.a Fallo en la ranuración	3.a.1 Corte desigual o malo	Evidente: Si Efecto operacional: producto en mal estado Acción correctiva: afilar cuchillas
		3.a.2 No hay corte	Evidente: Si Efecto operacional: producto en mal estado Acción correctiva: cambiar cuchillas
		3.a.3 Corte descentrado, ranura desigual	Evidente: Si Efecto operacional: producto en mal estado Acción correctiva: posible ruptura de los poliuretanos, cambiarlos
4.Expulsión de recorte	4.a Fallo en expulsión de recorte	4.a.1 Insuficiente aire de expulsión	Evidente: Si Efecto operacional: atasco retal Acción correctiva: posible ruptura correas ventilador

		4.a.2 No hay aire de expulsión	Evidente: Si Efecto operacional: ídem a 4.a.1 Acción correctiva: rodamiento agarrotado, cambio de este
		4.a.3 No se mueve la cinta de recorte	Evidente: Si Efecto operacional: Ídem a 4.a.1 Acción correctiva: comprobar tensión y reconectar si es necesario
		4.a.4 La cinta de recorte esta atascada	Evidente: Si Efecto operacional: Ídem a 4.a.1 Acción correctiva: limpiar
5. Pegado	5.a Fallo en la aplicación de cola	5.a.1 Línea de cola irregular	Evidente: Si Efecto operacional: perdida prod Acción correctiva: limpiar inyector
		5.a.2 Grosor de línea de cola insuficiente	Evidente: Si Efecto operacional: perdida prod Acción correctiva: comprobar bomba de
		5.a.3 No hay cola	Evidente: Si Efecto operacional: perdida prod Acción correctiva: limpiar línea de encolamiento
6. Plegado	6.a Transporte y plegado de caja fallido	6.a.1 la caja se atasca en algún punto	Evidente: Si Efecto operacional: perdida prod Acción correctiva: acumulación polvo limpieza
		6.a.2 La caja no es transportada, desliza con las correas	Evidente: Si Efecto operacional: perdida prod Acción correctiva: tensar correas
		6.a.3 No giran los rodillos de caucho	Evidente: Si Efecto operacional: perdida prod Acción correctiva: comprobar rodamientos
		6.a.4 No giran los rodillos de caucho	Evidente: Si Efecto operacional: perdida prod Acción correctiva: limpieza
7. Almacén	7.a Atasco de la caja al entrar en almacén	7.a.1 Las cajas no se amontonan bien	Evidente: Si Efecto operacional: perdida tiempo Acción correctiva: tensión correas
		7.a.2 Las cajas deslizan con las correas	Evidente: Si Efecto operacional: Ídem 7.a.1 Acción correctiva: limpieza polvo de cartón
8. Transporte	8.a Fallo en transporte de caja	8.a.1 el rodillo de transporte no gira	Evidente: Si Efecto operacional: perdida prod Acción correctiva: comprobación rodamiento rodillo
		8.a.2 El rodillo gira, pero el siguiente no	Evidente: Si Efecto operacional ídem 7.a.1 perdida prod Acción correctiva: comprobación cadena rodillo
9. Flejado	9.a. Fallo en flejado de la caja	9.a.1 Fallo en la neumática de accionamiento	Evidente: Si Efecto operacional: ídem 7.a.1 Acción correctiva: purga sistema neumático
		9.a.2 Fallo en la neumática de funcionamiento	Evidente: Si Efecto operacional: ídem 7.a.1 Acción correctiva: comprobación filtro
		9.a.3 pistones no realizan su recorrido	Evidente: Si Efecto operacional: ídem 7.a.1 Acción correctiva: limpieza pistón
		9.a.4 No existe buen giro en la flejadora	Evidente: Si Efecto operacional: ídem 7.a.1 Acción correctiva: comprobación rodamientos y cambio

Y la siguiente tabla con el análisis del riesgo:

Tabla 10-iii

FUNCIONES	MODO DE FALLO	FF: FRECUENCIA DE FALLOS (FALLOS/AÑO)	TPPR: TIEMPO MEDIO DE REPARACION (HORAS/FALLO)	IP: IMPACTO PRODUCCION EN M2 (M2/H)	RIESGO
1.Introducción de planchas	1.a.1 Fallo en suministro eléctrico del motor	1	0,6	853	511,8
	1.a.2 Fallo en correa del motor	1	0,2	853	170,6
	1.a.3 Fallo por obstrucción vacío	10	0,6	853	5118
	1.a.4 Fallo por obstrucción ventilación vacío	15	0,2	853	2559
	1.a.5 Fallo en motor-reductor secundario	2	0,2	853	341,2
2.Impresión	2.a.1 Fallo en registro de impresión por bomba de tinta	2	1	853	1706
	2.a.2 Fallo en cubrimiento de impresión por el rodillo anilox	3	1	853	2559
	2.a.3 Fallo entintado por el cubrimiento del rodillo de caucho	3	1	853	2559
3.Slotter	3.a.1 Corte desigual o malo	6	0,6	853	3070,8
	3.a.2 No hay corte	4	0,6	853	2047,2
	3.a.3 Corte descentrado, ranura desigual	6	0,2	853	1023,6

4.Expulsión de recorte	4.a.1 Insuficiente aire de expulsión	3	1	853	2559
	4.a.2 No hay aire de expulsión	2	1	853	1706
	4.a.3 No se mueve la cinta de recorte	1	0,2	853	170,6
	4.a.4 La cinta de recorte esta atascada	6	0,2	853	1023,6
5. Pegado	5.a.1 Línea de cola irregular	6	0,2	853	1023,6
	5.a.2 Grosor de línea de cola insuficiente	7	0,6	853	3582,6
	5.a.3 No hay cola	4	0,2	853	682,4
6.Plegado	6.a.1 la caja se atasca en algún punto	12	0,2	853	2047,2
	6.a.2 La caja no es transportada, desliza con las correas	7	0,6	853	3582,6
	6.a.3 No giran los rodillos de caucho	7	0,2	853	1194,2
	6.a.4 No giran los rodillos de caucho	8	0,6	853	4094,4
7.Almacén	7.a.1 Las cajas no se amontonan bien	10	0,6	853	5118
	7.a.2 Las cajas deslizan con las correas	9	1	853	7677
8.Transporte	8.a.1 el rodillo de transporte no gira	1	0,2	853	170,6
	8.a.2 El rodillo gira, pero el siguiente no	1	0,6	853	511,8
9.Flejado	9.a.1 Fallo en la neumática de accionamiento	12	1	853	10236
	9.a.2 Fallo en la neumática de funcionamiento	1	1	853	853
	9.a.3 pistones no realizan su recorrido	1	1	853	853

	9.a.4 No existe buen giro en la flejadora	5	1	853	4265
--	---	---	---	-----	------

A partir de esta tabla y del análisis de las diferentes acciones se puede realizar un plan de mantenimiento que cubra nuestras necesidades principales

10.4 Mantenimiento preventivo

Se presenta el plan de mantenimiento preventivo en su versión más primitiva, teniendo en cuenta que esta máquina es de carácter principal para la empresa y aplicando una temporización de las actividades en función de la criticidad del fallo que se pueda presentar.

Se entiende este documento como una guía resultado del estudio exhaustivo de las máquinas de la ponderación de cada uno de sus fallos para ordenarlos en el tiempo y esfuerzo del personal de mantenimiento.

Tabla 10-iv

Función	Modos de fallos	Estrategias de Mantenimiento definidas por el RCM 001=INSPECCIÓN, 002=SUSTITUCION, 003=LUBRICACIÓN, 004=LIMPIEZA, 005=PREDICTIVO, 006=EJECUCION, PM01=CORRECTIVO	Frecuencia	Número de personas	HH-ejecución
1.Introduccion de planchas	Motor principal	Control del estado del motor (001)	semanal	1	0,1
		Sustitución de correas del motor si requiere (002)	semanal	1	0,5
		Limpieza (004)	diaria	1	0,1
	Bomba de vacío	Limpieza válvulas de vacío (004)	semanal	1	0,15
		Limpieza ventilaciones (004)	mensual	1	0,1
Escobillas de motores secundarios	Control e inspección (001)	mensual	1	0,1	
2.Impresión	Bombas de tinta	Limpieza de conductos y bombas (004)	semanal	3	1
	Rodillo anilox	Inspección (001)	diaria	1	0,2
	Rodillo de caucho	Inspección (001)	diaria	1	0,2
3.Ranuración	Cuchillas	Inspección (001)	diaria	1	0,1
		Sustitución programada por desgaste (002)	semanal	2	3
	Poliuretanos de arrastre	Sustitución programada (002)	semanal	1	0,2
4.Expulsión de recorte	Motor del ventilador	inspección de las correas (001)	semanal	1	0,3
		Inspección del rodamiento principal del ventilador (001)	semanal	1	0,3

	Cinta de retal	Comprobación de funcionamiento del motor de transporte (001)	semanal	1	0,5
		Limpieza del retal acumulado en la cinta	diario	2	0,2
5.Pegado	Inyector de cola	Limpieza de la boquilla (004)	diario	1	0,1
	Bomba de cola	Limpieza de la cola acumulada por secado (004)	diario	1	0,1
		Purga para limpiar interior (005)	semanal	1	0,5
6.Plegado	Correas	Tensado (005)	semanal	2	0,5
		Limpieza (004)	diario	1	0,5
		Comprobación del estado (001)	diario	1	0,1
	rodillos	Estado de rodamiento (001)	diario	1	0,1
		Sustitución Rodillos (002)	anual	3	2
7.Almacen	Correas	Tensado (005)	semanal	2	0,5
		Limpieza (004)	diario	1	0,1
		Sustitución (002)	semestral	3	1
8.Transporte a flejado	Rodillos	Engrase rodillos (003)	trimestral	1	1
		Estado cadenas (001)	semanal	1	0,1
9,Flejado	Filtros de aceite	Purgar (006)	semanal	1	0,1
	Circuito neumático	Comprobar estado (001)	diario	1	0,2
	Pistones	Limpieza de restos de cartón (004)	semanal	2	0,2
	Rodillos	Rodamientos estado (001)	semanal	2	0,5

11 ESTUDIO CURIONI

Esta máquina de origen italiano, aunque antigua sigue teniendo unos índices de rendimientos normales. La función de esta máquina es la de impresora, su mantenimiento es muy parecido al de los tres cuerpos impresores y el introductor de la SIMON a diferencia del tipo de motor de vacío de la introducción.

Por tanto, las partes que diferenciamos y vamos a tener en cuenta son:

- Un cuerpo Introductor
- Tres cuerpos impresores

Dado que ya conocemos el funcionamiento de cada una de las partes al ser similar al de la SIMON, agruparemos la función, fallo funcional y modos de fallo a continuación:

11.1 Funcionamiento y fallo funcionales

11.1.1 Funcionamiento y fallo funcional: Introducción

Una de las partes más esenciales de la máquina, aquí se introducen las planchas de cartón, que se imprimirán en los siguientes cuerpos, cabe destacar en este cuerpo la placa de introducción, la bomba de vacío y los rodillos de introducción, y transmisión.

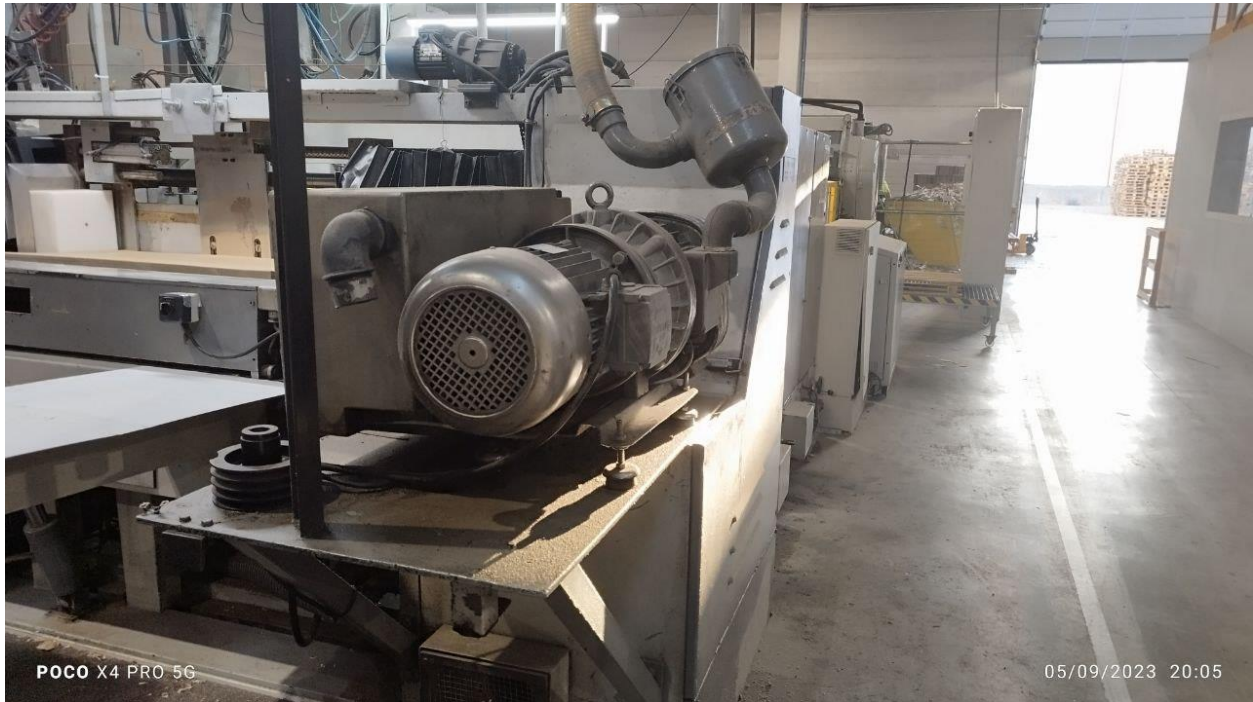
Al igual que la SIMON, la CURIONI se presenta sobre unos railes, dado que durante la preparación de la tirada y al final de esta misma, es necesario retirar clichés y limpiar cuerpos si es necesario, el motor de movimiento de los cuerpos se encuentra en el introductor, el resto de cuerpos sólo tienen unas ruedas dentadas para el movimiento, así como unos rodamientos de alta carga para soportar el peso de los cuerpos.

El motor principal de la máquina, el cual transmite el movimiento al resto de los cuerpos se encuentra, como en la SIMON, en la introducción.

Es de destacar también como en todas las máquinas rotativas, el paralelismo entre rodillos, una plancha que entre mínimamente girada provocará problemas en la impresión, y su resultado final no será aceptable, además de los problemas subyacentes que pueda tener como origen dicha falta de paralelismo.

Un fallo funcional en la CURIONI, puede venir dado por los siguientes modos de fallo:

- Motor principal: como ya hemos comentado este motor se encarga de accionar toda la máquina, es esencial comprobar las correas de transmisión de este mismo de manera periódica.
- Bomba de vacío: se encarga de generar vacío en la placa de introducción, su correcto funcionamiento permite la introducción de planchas una a una, es esencial revisar los filtros de esta para evitar problemas.
- Escobillas de los diferentes motores: es fundamental revisar periódicamente el estado de las escobillas de los motores, ya que su desgaste puede dejar una máquina sin funcionar y tratándose de motores con cierta edad, sus recambios pueden tardar algún tiempo.



Detalle Bomba vacío Curioni

11.2 Funcionamiento y fallo funcional: Impresión

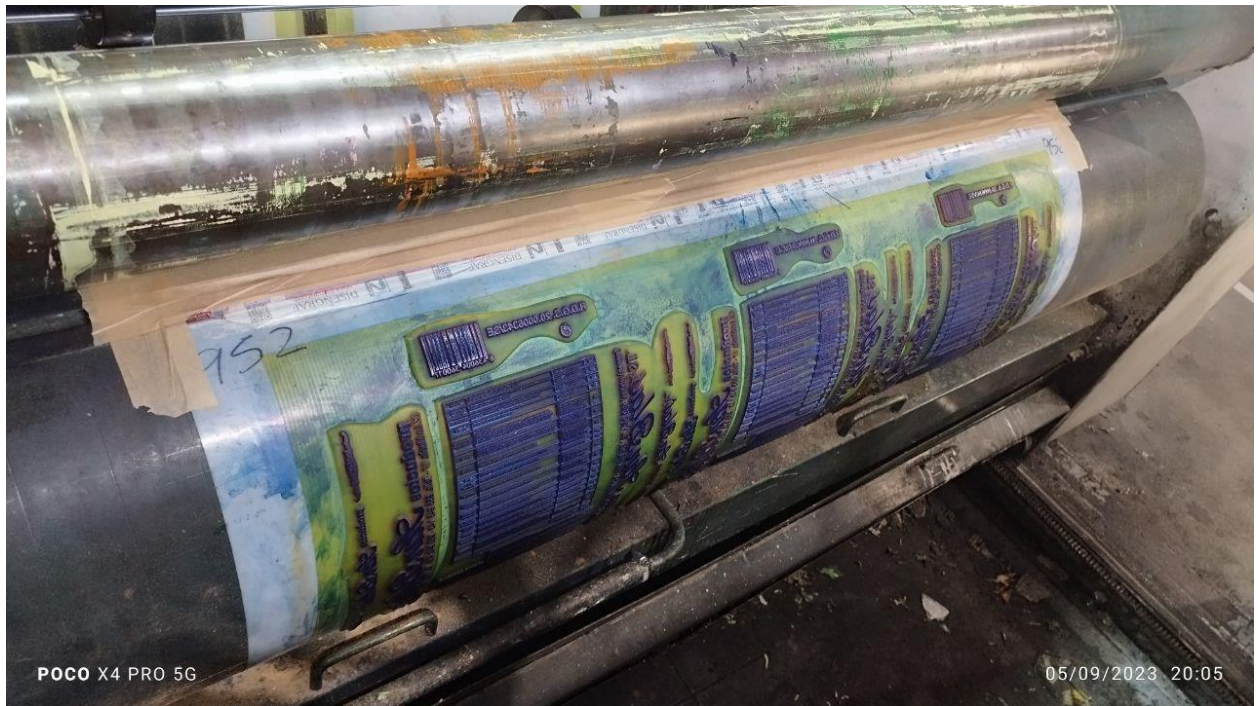
Los cuerpos impresores de la CURIONI no difieren mucho de los de la SIMON en cuanto a principio de funcionamiento, esto sería, rodillo anilox con sistema de rodillo de caucho de regulación de tinta, y cliché para el registro de impresión, por lo que el mantenimiento es prácticamente igual, salvo el sistema neumático de circulación de tinta, en el cuál la SIMON utiliza dos bombas de diafragma para cada cuerpo, y la CURIONI utiliza una bomba pico-pato para cada cuerpo.

Cabe destacar que los cuerpos no tienen que funcionar todos para que la máquina funcione, de hecho, las tricromías son raras, suelen darse sobre todo impresiones a color negro, o a dos colores a lo sumo, por lo que normalmente algún cuerpo solo gira para transportar la plancha.

Un fallo en la impresión como ocurre con la SIMON es debido a alguna de los siguientes modos de fallo:

- Bombas de tinta: es esencial mantener las bombas limpias en el exterior y en el interior para evitar secados innecesarios de tinta y ensucias.
- Rodillo anilox y rodillo de caucho, se necesita comprobar el estado de estos y ver si han sufrido desgastes o daños.

La salida de la Curioni está en serie con un transfer de correas inclinado que transporta la plancha hacia otra máquina, una troqueladora plana BOBST 1575 ECO, y salvo alguna excepción la CURIONI no trabaja sin la BOBST. Por lo que este transfer es esencial para el funcionamiento de este conjunto.



Cliché Curioni

11.3 Mantenimiento preventivo

Esta máquina sigue los principios de riesgo adquiridos de la SIMON en cuanto a similitud de componentes y modos de fallo:

Tabla 11-i

Función	Modos de fallos	Estrategias de Mantenimiento definidas por el RCM 001=INSPECCIÓN, 002=SUSTITUCION, 003=LUBRICACIÓN, 004=LIMPIEZA, 005=PREDICTIVO, 006=EJECUCION, PM01=CORRECTIVO	Frecuencia	Número de personas	HH-ejecución
1.Introduccion de planchas	Motor principal	Control del estado del motor (001)	semanal	1	0,1
		Sustitución de correas del motor si requiere (002)	semanal	1	0,5
		Limpieza (004)	diaria	1	0,1
	Bomba de vacío	Limpieza válvulas de vacío (004)	semanal	1	0,15
		Limpieza ventilaciones (004)	mensual	1	0,1
Escobillas de motores secundarios	Control e inspección (001)	mensual	1	0,1	
2.Impresión	Bombas de tinta	Limpieza de conductos y bombas (004)	semanal	3	1
	Rodillo anilox	Inspección (001)	diaria	1	0,2
	Rodillo de caucho	Inspección (001)	diaria	1	0,2

12 ESTUDIO TRANSFER CURIONI-BOBST

El transfer consiste de un motor que mueve 6 correas para poder transportar planchas impresas de la CURIONI a la troqueladora plana BOBST. La velocidad del mismo está sincronizada con la velocidad de la CURIONI, para que las planchas salgan bien, este transfer a su vez se puede desplazar lateralmente sobre unos railes para poder, en caso de que se haga solo troquelado, poder llevar las planchas de cartón sin tener que pasar por las máquinas anteriores.

Este cuerpo solo cumple una única función, transportar la plancha de cartón de una máquina a otra, por lo que su fallo funcional solo puede venir dado por:

- El motor de las correas
- Las correas
- Algún fallo fatal de rodamiento

Diariamente se revisarán los rodamientos de las guías, aunque son auto-lubricados, y el motor, su limpieza y su correcto funcionamiento.

Semanalmente se controlará el estado de tensión de las correas y se preparan repuestos para estas si es necesario un cambio rápido en cualquier momento.

Tabla 12-i

Función	Modos de fallos	Estrategias de Mantenimiento definidas por el RCM 001=INSPECCIÓN, 002=SUSTITUCION, 003=LUBRICACIÓN, 004=LIMPIEZA, 005=PREDICTIVO, 006=EJECUCION, PM01=CORRECTIVO	Frecuencia	Número de personas	HH-ejecución
Transporte	Correas	Comprobar estado (001)	semanal	1	0,1
		Sustitución (002)	semestral	2	1



Transfer

13 ESTUDIO BOBST 1575-ECO

Bobst es una empresa suiza dedicada a la fabricación de máquinas bajo dos simples premisas, sencillez y eficiencia. Esta máquina funciona como un reloj, en el sentido de tener una calibración y un diseño único para realizar la misma acción millones de veces y de manera correcta, Bobst deja a cargo del usuario unas pautas de mantenimiento para el correcto funcionamiento de la máquina, y otras para el caso de una gran avería, así como varios manuales de repuestos para localizar y pedir con rapidez piezas para la máquina. A día de hoy son unos de los principales fabricantes de líneas de fabricación de cajas del mercado.

En este caso estamos ante una de sus troqueladoras planas. El funcionamiento de estas es sencillo, se cuenta con un troquel plano, el cual es el que dará forma a la caja una vez se estampe contra la plancha, y debe ser sometido a una serie de arreglos para corregir imperfecciones. Y una serie de machos o uñeros que separan la caja troquelada del resto de la plancha.

Como ya se ha comentado esta máquina funciona como un reloj, contaríamos con un motor principal, el cual es el encargado de mover dos cadenas principales, estas cadenas deben estar perfectamente sincronizadas, y si no estuvieran así, la máquina mediante un detector de presión, no dejaría actuar.

A su vez estas cadenas cuentan con una serie de barras de pinzas, estas son las que agarran la plancha una a una y llevan la plancha por la máquina.

Aunque esta máquina parezca más lenta que una rotativa, y de hecho teniendo una rotativa una velocidad media mayor que una plana, la clara ventaja que ofrece una troqueladora plana es la posibilidad de añadir al troquel poses. El término poses hace referencia a cuantas cajas se hacen por golpe, por ejemplo, cuatro poses significan que cada vez que se troquela una plancha, salen cuatro cajas de ese troquelado. Esto aumenta muchísimo el rendimiento de las troqueladoras planas frente a la velocidad de las rotativas.

13.1 División funcional BOBST

Los principales elementos de esta máquina serían el motor principal, el sistema de introducción y su bomba de vacío, los diferentes mandos para arreglos y ajustes, las seguridades, el estado de las cadenas y las barras de pinzas, la superficie porta-troqueles y las cintas de salida y de expulsión de retal.

13.1.1 Introducción

La introducción de la Bobst consta de una placa donde se encuentran unas ventosas que producen vacío y arrastran la plancha al interior de la máquina, destaca aquí el motor principal de la máquina y el sistema de vacío.



Introducción Bobst

13.1.2 Mecanismo de transporte

Como ya se ha mencionado, la plancha es transportada dentro de la máquina mediante una barra de pinzas que se mueve gracias a un tren de cadenas, es preciso que este mecanismo se encuentre en perfectas condiciones para un correcto funcionamiento de la máquina.



Detalle Barras Pinzas Bobst

13.1.3 Salida

Esta máquina cuenta con un agrupador de paquetes automáticos, es necesario mencionar que estas cajas, no están completas y si el cliente lo requiere será necesario pegarlas.



Expulsión retal



Compuerta de expulsión de caja

13.2 Fallos funcionales y modos de fallo

13.2.1 Fallo funcional: Introducción

Si se produce un fallo en la introducción los principales modos de fallos serían debidos a:

- El motor principal de la máquina
- El sistema de vacío
- Alguna seguridad defectuosa que impida el arranque de la máquina

13.2.2 Fallo funcional: Transporte

Si existe algún problema a la hora de mover la plancha a lo largo de la máquina los modos de fallo más comunes serían:

- Problema con el tren de cadenas
- Fallo en las barras de pinzas

13.2.3 Fallo funcional: Salida

Si no se produce bien el apilamiento de cajas y su salida los modos de fallos pueden ser:

- Neumático
- El sistema de fotocélulas
- Problema de engrase de las compuertas de salida

13.3 Mantenimiento preventivo

	Modos de fallos	Estrategias de Mantenimiento definidas por el RCM 001=INSPECCIÓN, 002=SUSTITUCION, 003=LUBRICACIÓN, 004=LIMPIEZA, 005=PREDICTIVO, 006=EJECUCION, PM01=CORRECTIVO	Frecuencia	Número de personas	HH-ejecución
1.Introducción	Toma de aire introducción	Limpieza (004)	diario	1	0,1
	Vacío introducción	Comprobar presión de vacío (001)	diario	1	0,2
	Guías del carro introductor	Engrase (005)	bimensual	2	0,5
	Pletina de introducción	Comprobar Limpieza (004)	semanal	1	0,1
	Filtros de bomba de vacío	Limpieza (004)	mensual	2	0,5
	Falta de engrase	Engrase (005)	cuatrimestral	3	1
	Reductor centerline	Revisar niveles lubricación	mensual	1	0,2
		Re lubricar (005)	anual	3	2
Motor principal	Comprobación estado (001)	diario	1	0,2	
	cambio correas (002)	anual	2	0,5	
2.Transporte y troquelado	Sistema de lubricación a presión	Comprobar estado (001)	diario	1	0,1
	Tren de cadenas de barras de pinza	Comprobar correcta lubricación (001)	semanal	1	0,2
	ventanillas protectoras	Funcionamiento correcto (004 y001)	diario	1	0,2

	superficie y bordes porta troquel	Inspección (001)	semanal	1	0,2
	pletina del tímpano	Limpieza de posibles restos (004)	diario	1	0,1
	Barras de pinzas y roldanas	Sustitución programada (002)	semestral	3	2
	Cadenas transmisión	Sustitución programada (002)	anual	3	2
3.Salida	fotocélulas de expulsión	limpieza (004)	semanal	2	0,1
	fotocélulas de salida de paquete	limpieza (004)	semanal	2	0,1
	toma de aire salida	inspeccionar estado de manguitos y filtros(001)	diario	1	0,1
	guías compuerta de expulsión	inspección de estado de lubricación (001)	diario	1	0,2
	cadenas compuerta de expulsión	sustituir (002)	anual	3	2
	tensores de cadenas de expulsión	Tensar (005)	semestral	2	0,5
	cinta de expulsión	inspección (001)	diario	1	0,1

Además de estas acciones aquí comentadas para poder solventar estos problemas a nivel de fábrica dentro de nuestro contexto operacional también existen una serie de acciones preventivas que llevan a cabo personal técnico de la propia marca que no se pueden dejar expuestos por motivos de confidencialidad, así como dar datos concretos de ciertos aspectos de funcionamiento.

14 ESTUDIO PEGADORA WENHONG

La función de esta máquina viene implícita en el nombre, su función es la de pegar las cajas y plegarlas para después ser agrupadas en paquetes y paletizadas. El funcionamiento, aunque sencillo esconde una serie de complejidades no fáciles de localizar.

Existen multitud de tipos de cajas, la mayoría recogidas por documentos oficiales de instituciones relacionadas con el cartón, esta máquina, aunque diseñada para el trabajo del cartoncillo se ha “adaptado” para su uso en el cartón ondulado.

Consta de cuatro partes destacables cada una con sus elementos a analizar.

14.1 División funcional WENHONG

14.1.1 Introducción

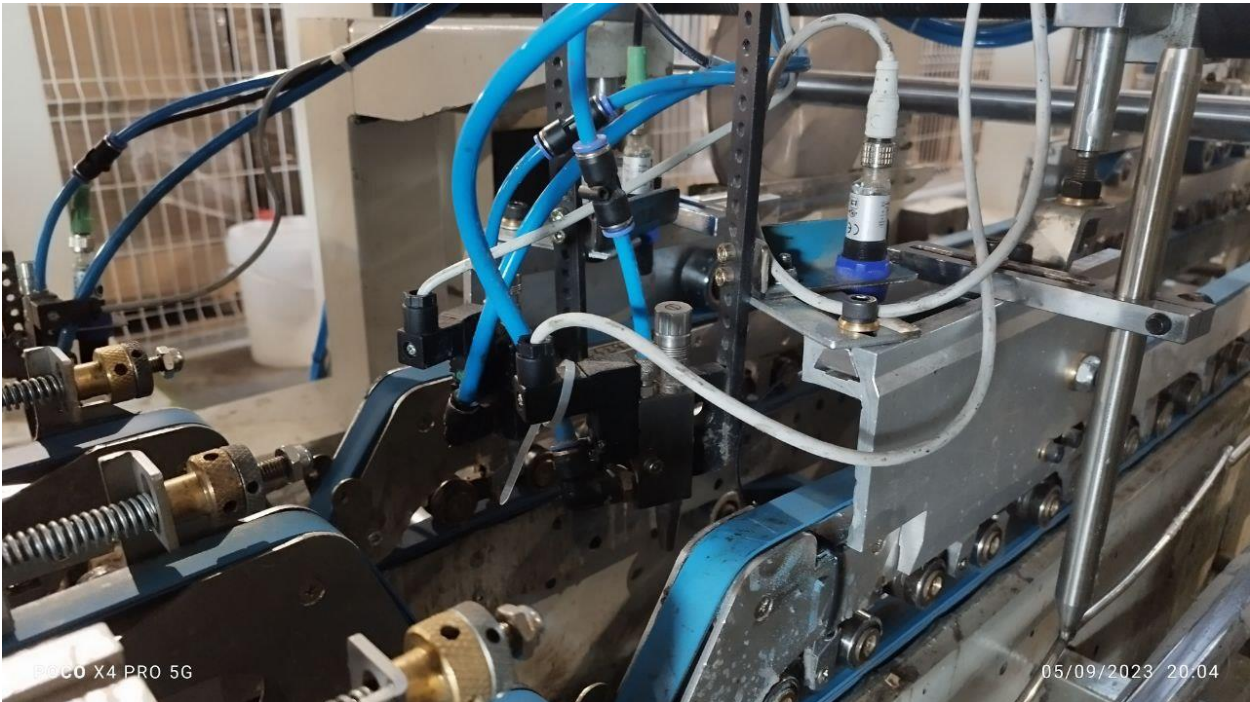
Se coloca aquí la caja de cartón sin doblar y una serie de correas con vacío arrastran una a una las cajas para su plegado y pegado. Cabe destacar aquí el motor de vacío, las propias correas y el sistema de ajustado de las guías de las correas para ajustar el ancho de caja



Introducción Wenhong

14.1.2 Plegado

Es prácticamente el resto de la máquina entera, consta de una serie de correas a lo largo de tres raíles, ampliable a cuatro si fuese necesario y una serie de ejes con brazos para doblar solapas. Un correcto mantenimiento del estado de las correas y engrase de estos ejes es fundamental.



Correas de plegado e inyectores de cola

14.1.3 Pegado

Se cuenta de dos mecanismos de pegado, uno programable con una serie de fotocélulas e inyectores, y uno manual con unas ruedas de pegado, aunque el segundo se no se usa casi nunca solo para cajas complicadas.

14.1.4 Salida

Contamos con una cinta que prensa las cajas para permitir su correcto pegado y secado, esta cinta lleva a unos trabajadores que agrupan las cajas en paquetes, los fleja y forman los pallets.

14.2 Fallos funcionales WENHONG

14.2.1 Fallo funcional: Introducción

Un fallo en la introducción de la plancha suele ser debido a los siguientes modos de fallo:

- Motor principal
- Correas de introducción

14.2.2 Fallo funcional: Plegado

Como ya he mencionado previamente, esta máquina cuenta con una serie de correas que prácticamente realizan todo el trabajo por eso nuestra principal misión será mantener un correcto estado de esas correas, así como mantener un estado óptimo en los encoladores.

Los cambios de correas se realizan cuando se van desgastando, no obstante, las correas inferiores requieren de mucho trabajo para cambiarlas, por lo que se suelen cambiar a la par o por grupos. Dado que no se tiene datos previos de cambios se realizará un seguimiento exhaustivo de las correas que se cambian y cuando para poder predecir con mayor facilidad que correas cambiar y cuando.

14.2.3 Fallo funcional: Pegado

únicamente debido a un fallo en los inyectores de cola o en las fotocélulas detectoras.

14.2.4 Fallo funcional: Salida

Producido únicamente por los motores de movimiento de la cinta de salida.

14.3 Mantenimiento preventivo

Tabla 14-i

Función	Modos de fallos	Estrategias de Mantenimiento definidas por el RCM 001=INSPECCIÓN, 002=SUSTITUCION, 003=LUBRICACIÓN, 004=LIMPIEZA, 005=PREDICTIVO, 006=EJECUCION, PM01=CORRECTIVO	Frecuencia	Número de personas	HH-ejecución
1.Plegado de caja y transporte	Correas	control de tensión (001)	semanal	2	0,5
		Cambio programado (002)	semestral	4	3
	Ejes	control de lubricación	semanal	1	0,5
	Motor	control de estado (001)	diario	1	0,1
	Presores y mandos	limpieza (004)	diario	1	0,2
2.Pegado	Inyector de cola	limpieza (004)	diario	1	0,5
	fotocélulas	limpieza (004)	diario	1	0,5
3.Salida	pistones	inspección (001)	semanal	1	0,5
	cinta	control (001)	semanal	1	0,5

Una de las características más destacables de esta máquina es su sencillez en cuanto a funcionamiento, no obstante, como ya se ha mencionado hablando en la criticidad sus tiempos de reparación son los más grandes debido a la complejidad con las que algunas correas son sustituidas, por lo que estas son sustituidas como se ha mencionado anteriormente cada seis meses de manera preventiva.

15 ESTUDIO FLEJADORA-RETRACTILADORA

Flejadora de pallets de un cabezal, máquina de la que depende todo el producto final paletizado de la fábrica. Comparte principio de funcionamiento con las flejadoras de paquetes, pero a gran escala, consta de los siguientes modos de fallo:

- lanza de fleje: una serie de guías por las que el fleje circula y permite realizar el ciclo de flejado
- arco de fleje: guía al fleje alrededor del pallet y lo suelta cuando se retrae para apretar el fleje contra este
- rodillos motorizados: permiten mover el pallet a lo largo de la máquina

La retractiladora de pallets es el siguiente paso a esta, simplemente contamos con unos rodillos giratorios, que envuelven al pallet en plástico para mantener un buen estado y limpieza de las cajas, sus partes serían el cabezal con el plástico de envolver y los rodillos motorizados.

El funcionamiento de cualquier flejadora es sencillo, existe un retal de fleje, de donde se obtendrá el fleje a utilizar, un motor que lo lleva por unas guías, las cuales hay que mantener en perfecto estado, un sistema de recogida de retal que tensa el retal alrededor del pallet, y una lengüeta de soldado que corta el fleje en un extremo y los suelda luego alrededor del pallet, es por eso que teniendo en cuenta estos elementos principales podemos plantear lo siguiente:

Tabla 15-i

MANTENIMIENTO MENSUAL MATURI		
COMPONENTE	ACCION	MATERIAL
GUIAS FLEJE, MORDAZAS, LENGÜETA SOLDADOR	L. A FONDO	-
TENSION CADENA	CONTROL	-
CREMALLERA SUBIR-BAJAR PRENSOR	ENGRASAR	GRASA
RODAMIENTOS SUBIR BAJAR	ENGRASAR	GRASA
CADENA LANZADERA	ENGRASAR	GRASA
ESTADO MUELLES CONICOS	CONTROL	-

Una revisión completa de los sistemas de guías y de sellado del fleje son esenciales para mantener un estado correcto de la máquina, así como engrasar todos los sistemas de cadenas de los que dispone la máquina, pensemos que esta máquina no está funcionando todo el tiempo, sólo cuando salen pallets por lo que el mantenimiento semanal queda resumido en limpieza general y comprobaciones visuales rápidas.

COMPONENTE	
CADA 3 MESES	-
RODAMIENTOS Y CADENA DE RODILLOS	ENGRASAR

Como ya se mencionó anteriormente, la máquina tiene unos carriles de rodillos motorizados, cuyo engrase es esencial.

En cuanto a la retractiladora automática:

Tabla 15-ii

SEMANAL	
COMPONENTE	ACCION
CADENA COLUMNA Y GUIAS	COMPROBAR ENGRASE
CADENA TRACCION PLAT GIRATORIA	COMPROBAR ENGRASE
TENSIÓN CADENA PLATAFORMA	CONTROL

Comprobamos y engrasamos si es necesario los pocos cuerpos motrices de los que cuenta la máquina; por otra parte, cada dos años se abrirá la tapa que une los rodillos con el motor y se comprobará el espesor de las cuerdas motrices.

16 ESTUDIO SLOTTER PKF

Esta máquina es un Slotter a un color, es decir realiza cajas B1 como la SIMON pero sólo a color negro y de un ancho mucho más pequeño que el de la SIMON, dando lugar a unas cajas de pequeño formato y permitiendo tiras más cortas. El principio de funcionamiento por tanto es como el de la SIMON a grandes rasgos:

- Introducción: una pletina conectada a un motor de vacío, que mete las planchas de una en una para su impresión y ranuración
- Un rodillo anilox y un rodillo para cliché, donde la caja recibe la impresión
- Un rodillo Slotter con cuchillas, donde se ranura la plancha y se convierte en caja definitivamente

Dado que esta máquina no se utiliza frecuentemente, su mantenimiento queda relevado a un carácter secundario y por lo tanto se plantea hacer un mantenimiento trimestral:

Tabla 16-i

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL	
COMPONENTE	ACCION
TUERCAS DE FIJADO	CONTROL
NIVELES DE ACEITE	CONTROL
ZONA DE VACIO	LIMPIAR
MOTOR PRINCIPAL Y VACIO	LIMPIAR
TUBERIA RECUPERACION TINTA	LIMPIAR
RODAMIENTOS	ENGRASAR
CADENA	ENGRASAR

Vemos aquí un mantenimiento similar al de la SIMON, limpieza y control de la unidad de introducción y limpieza y control de la unidad de impresión, ya que la unidad Slotter no se usa siempre, y sus recambios son rápidos y genéricos, se inspeccionan cada vez que se pone en marcha la máquina y se realizan cambios de cuchilla si fuesen necesarios.

17 MÁQUINAS AUXILIARES

Las máquinas auxiliares con las que se cuenta son:

- Compresores: Aunque los compresores son el corazón de toda fábrica que necesite de neumática para funcionar, pasan a un plano secundario ya que se delega el mantenimiento en una empresa externa que lleva a cabo los mantenimientos cada 700 horas aproximadamente, así como los retimbrados y OCAs de los compresores.
- Por parte de la fábrica se lleva a cabo semanalmente una limpieza y una purga del compresor.
- Carretillas: También se delega el mantenimiento a una empresa externa, por parte de la fábrica se lleva a cabo una limpieza y cambio de agua de las baterías de ambas carretillas.
- Flejadoras manuales: un mantenimiento sencillo de limpieza de guías y de solapa soldadora semanal, nos mantendría en un buen lugar.
- Transpaletas, máquina de hendido y sierra circular, dado el casi uso nulo de estas máquinas y poca dependencia de ellas, no se realiza preventivo por ahora de estas.

18 MANTENIMIENTO SEGURIDADES

Una de las características más importantes de toda máquina son las seguridades, es decir una serie de mecanismos generalmente de naturaleza mecánica y electrónica que actúan en conjunto para poder permitir un uso de la máquina correcto, y evitar que se realicen actividades de riesgo en condiciones peligrosas para el operario o cualquier otra persona circundante a la máquina. En COPACK durante el proceso de aplicación del sistema RCM se ha creado independientemente un comité formado por el personal de calidad y de mantenimiento para crear un listado de necesidades de seguridades de las máquinas, ya sea en tema de implementación de nuevas o modificación de antiguas.

Cabe destacar que, a principios de 2023, COPACK a mudado su fábrica, lo cual implica la pérdida de la anterior certificación OCA de sus máquinas y la necesidad de volver a pasar esta inspección.

A continuación, se comentará las actividades realizadas por cada máquina, así como el proceso ideado para la inspección de aquellas seguridades que lo necesiten, centrándonos sobre todo en nuestras máquinas con mayor riesgo como hemos obtenido en el análisis de criticidad.

Primero tenemos que entender los tipos de seguridades que se presentan en COPACK y como nos enfrentamos a ellos.

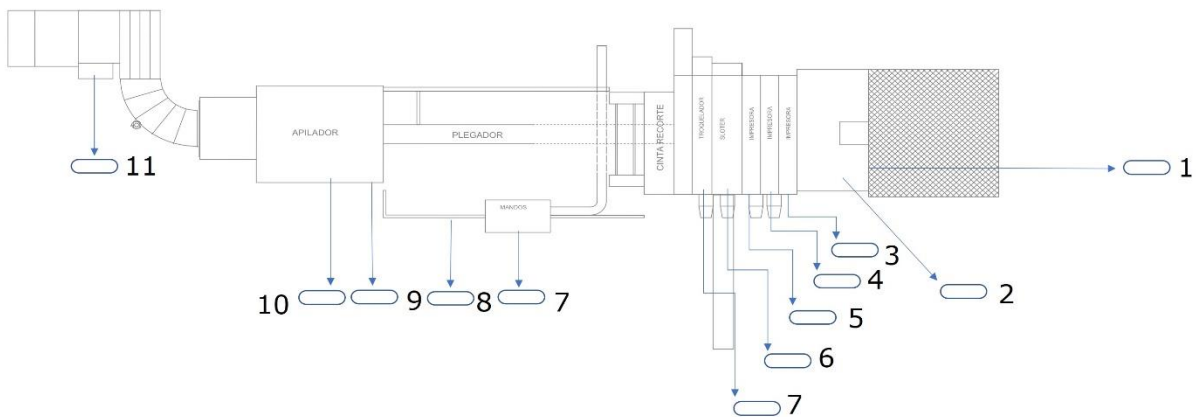
Podemos agrupar casi todas las seguridades en tres tipos:

- Seguridades puramente mecánicas, es decir aquellas que consisten en un cierre o un mecanismo que evitan un mal uso de la maquinaria, en este grupo tendríamos, por ejemplo, el propio chasis de la máquina en ciertas partes como la introducción que bloquean la posibilidad de introducir un miembro en los rodillos o por ejemplo las tapas de las cubas interiores de tinta, que evitan el acceso a los rodillos de caucho con la máquina en marcha y no se pueden abrir mientras estos estén girando
- Seguridades puramente electrónicas: Aquellas que mediante un dispositivo de naturaleza electrónica evitan que ciertas acciones se puedan llevar a cabo, por ejemplo una cortina de láseres, evitarían que la máquina siguiese en marcha si alguien se introduce en una zona de riesgo o un final de carrera situado en una zona de paso de cartón situada en una posición concreta, como por ejemplo entre cuerpos móviles, evitaría que la máquina funcionase en caso de que estos no estén perfectamente cerrados.
- Seguridades de carácter mixto: estas son aquellas que tienen una cualidad mecánica y otra electrónica para formar una seguridad bastante completa, son de las más comunes en COPACK, como por ejemplo una ventanilla de acceso a la máquina con un final de carrera que evita que se abra y se puedan introducir cuerpos extraños con a máquina en marcha.

Los principales usuarios de las seguridades serían los propios operarios, así como a su vez son los más interesados en el correcto funcionamiento de las mismas, para poder mantener un control adecuado de las seguridades en las máquinas se ha ideado un diagrama de revisión de las seguridades para la correcta comprobación de las mismas, así como se planea una reunión trimestral con ellos para la adición de más seguridades o la mejora de las ya existentes.

Estos modelos de revisión son los siguientes:

COMPROBACIÓN SEGURIDADES SIMON



REVISION SEGURIDADES SIMON:

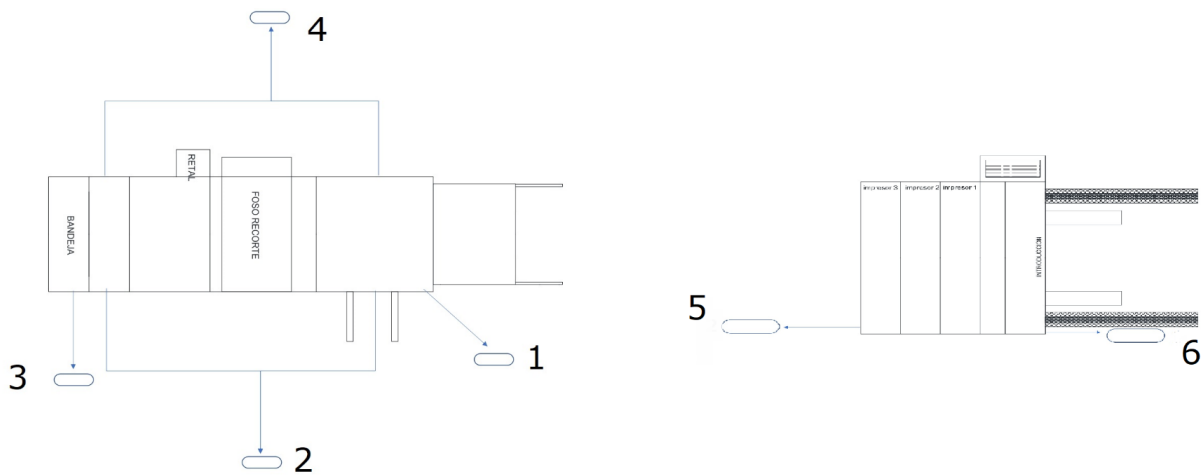
1. MARQUE CON UNA "X" EN EL ESQUEMA SUPERIOR AQUELLAS SEGURIDADES QUE FUNCIONEN CORRECTAMENTE
2. FIRMA Y FECHA CON NOMBRE
3. EN CASO DE ANOMALÍA RELLENE LA CASILLA DE OBSERVACIONES EN EL NUMERO CORRESPONDIENTE

OBSERVACIONES:

Este sería el modelo de revisión de seguridades marcando aquellas que el operario es directamente responsable y permitiéndole anotar semanalmente observaciones y anotaciones de aquellas que no sigan su funcionamiento y pongan en compromiso las actividades de la fábrica.

Para el sistema BOBST y el sistema WENHONG también se tienen modelos ya que estos tres conforman el grosso de nuestra producción.

COMPROBACIÓN SEGURIDADES CURIONI-BOBST

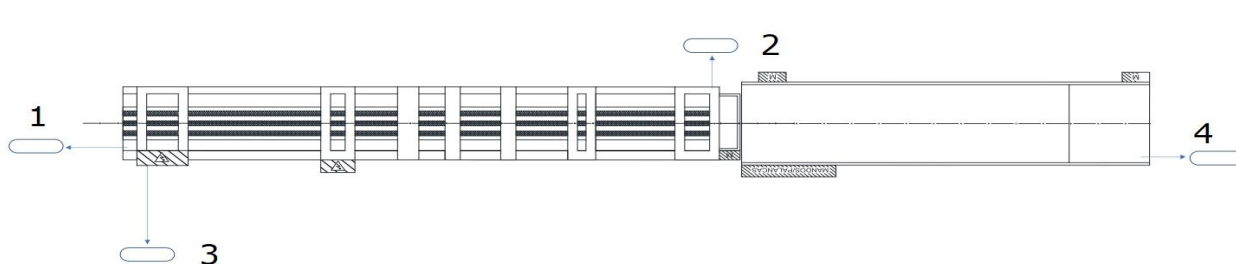


COMPROBACION SEGURIDADES CURION/BOBSTI:

1. MARQUE CON UNA "X" EN EL ESQUEMA SUPERIOR AQUELLAS SEGURIDADES QUE FUNCIONEN CORRECTAMENTE
2. FIRMA Y FECHA CON NOMBRE
3. EN CASO DE ANOMALÍA RELLENE LA CASILLA DE OBSERVACIONES EN EL NUMERO CORRESPONDIENTE

OBSERVACIONES:

COMPROBACIÓN SEGURIDADES CURIONI-BOBST



COMPROBACION SEGURIDADES WENHONG:

1. MARQUE CON UNA "X" EN EL ESQUEMA SUPERIOR AQUELLAS SEGURIDADES QUE FUNCIONEN CORRECTAMENTE
2. FIRMA Y FECHA CON NOMBRE
3. EN CASO DE ANOMALÍA RELLENE LA CASILLA DE OBSERVACIONES EN EL NUMERO CORRESPONDIENTE

OBSERVACIONES

19 CONCLUSIONES Y RESULTADOS

Anteriormente no se contaba en la fábrica con un plan de mantenimiento de ningún tipo, todas las acciones se realizaban de manera correctiva, por eso mismo, no existía formulario alguno para rellenar en caso de fallo y menos aún un conteo de los gastos derivados de estos, por lo tanto, los datos que se tienen para contrastar son de carácter puramente indicativo pero que nos permiten vislumbrar un gran paso hacia la dirección correcta.

Empezando a hablar por los datos de criticidad de las máquinas:

- Frecuencia de fallos: el último detalle que se tiene de un dato así se realizó para la ISO9001 de 2020, en el cual en toda la fábrica se mencionan apenas unos 30 fallos totales y unos gastos en mantenimiento por debajo del 40% de los fallos recogidos en 2022
- Los golpes por máquina han aumentado con una mejora del 15% (datos obtenidos del programa de informatización de producción) manteniéndose la SIMON a la cabeza de la producción
- En cuanto a horas anuales de uso de cada una de las máquinas, se ha podido observar un aumento del 7% de horas de trabajo de cada máquina de media, habiendo disminuido de manera anecdótica las horas en la pegadora, esta disminución esta explicada sin embargo por la pérdida de ciertos clientes cuyos trabajos solicitaban el pegado de cajas ya impresas
- Se han empleado casi un 13% más de metros cuadrados en total en la fábrica, teniéndose en cuenta, que se han llevado a cabo disminución de los formatos de cajas por parte de los clientes dada ciertos aspectos económicos del packaging
- Costes de mantenimiento también han aumentado en consecuencia, como se ha explicado anteriormente, no obstante, el coste por fallo se ha reducido notablemente
- El tiempo medio por reparación en cada máquina ha aparecido con la implantación de este sistema y por lo tanto no se puede presentar una comparación real
- Los tiempos de parada se han mantenido prácticamente iguales con una desviación de entre +-3% en las máquinas, dejando este dato pendiente de revisión para futuras criticidades.

Aparte de los datos aportados es necesario comentar una parte esencial que se ha conseguido al analizar las máquinas, y es el análisis de las seguridades de cada máquina y la superación de los certificados OCA para todas ellas, al ponerse estas en el punto de mira y conseguir su normalización.

Aunque estos datos parecen prometedores es cierto que un análisis en el plazo de un año carece de significado aislado, en un futuro será necesario revisar todo lo aquí expuesto y volver a aplicar el análisis de criticidad a cada una de las máquinas, añadir los nuevos conocimientos adquiridos a cada una de ellas, y aumentar en consecuencia los recursos, la plantilla y revisar los planes de mantenimiento de cada máquina elaborados en esta edición.

REFERENCIAS

- Bloom, N. **“Reliability Centered Maintenance. Implementation made simple”**, McGraw-Hill Inc., New York, 2006.
- Moubray, Jhon. **“RCM II: Reliability Centered Maintenance”**, Industrial Press Inc., New York, USA, 1991.
- Parra, C. **“Metodología de Implantación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad en la Refinería de Amuay”**, Tesis de Maestría, Ref-09-96-ING-PM, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela, 1996.
- Parra, C. **“Implantación piloto de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) en la Llenadora de la Línea 10, Planta San Joaquín, Empresas Polar”**, INGECON, Informe técnico: SN-09-10-CCS, Caracas, Venezuela, 2009.
- Smith, A. y Hinchcliffe, R. **“RCM-Gateway to World Class Maintenance”**, ELSEVIER, New York, 2004.
- Woodhouse, J. **“Course of Reliability Centered Maintenance (RCM) - Section two: Failure Modes and Effects Analysis”**, The Woodhouse Partnership, England, 1996.
- Carlos Parra y Adolfo Crespo. **“Ingeniería de Fiabilidad y Mantenimiento aplicada en la Gestión de Activos”**

