



ESTRUCTURACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE TPM PARA EQUIPOS VIDEOJET

ANDERSSON VERGARA CASTAÑO

INGENIERÍA ELÉCTRICA

JESÚS MARÍA LÓPEZ LEZAMA

2019

MEDELLÍN, ANTIOQUIA

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

ESTRUCTURACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE TPM PARA EQUIPOS VIDEOJET

RESUMEN

En este informe, se ha presentado a detalle la elaboración de un plan de mantenimiento total productivo (TPM) para equipos de codificación VIDEOJET, los cuales se encuentran instalados en una de las industrias del campo de la cosmetología más importantes del país, como lo es PREBEL S.A.S.

Para la realización de este plan de mantenimiento, inicialmente se tuvo en cuenta el funcionamiento de cada una de las tecnologías de codificación con las que cuenta VIDEOJET a nivel nacional, esto con el fin de conocer las problemáticas más comunes que se podrían llegar a presentar en una línea de producción. Después de tener claro estos conceptos previos, se pasó a estudiar la forma de estructuración de un TPM para una planta de producción, donde se debe de tener en cuenta 8 pilares los cuales son fundamentales para una exitosa implementación (la cual puede llegar a demorarse entre 3 a 4 años) del mismo. El TPM se estructuró con el fin de alcanzar 3 objetivos fundamentales los cuales son tener cero paros de producción, cero fallas y cero accidentes. Al comprender estos conceptos fundamentales, se procedió a realizar diversas visitas técnicas a la planta de PREBEL S.A.S para así observar las dificultades presentes en los equipos de codificación allí instalados. Con toda esta información recolectada se procedió finalmente a la elaboración del cronograma de mantenimiento preventivo anual, las rutinas de inspección y limpieza para las tecnologías presentes en PREBEL S.A.S (Tecnologías CIJ y LÁSER) y diversos formatos de registro de datos de cambios de componentes, de fallos presentados, elementos de seguridad, documentación para la formación y entrenamiento en el manejo de los equipos con el fin de que los operarios que estarían involucrados en los procesos puedan realizar inspecciones y mantenimientos iniciales a los equipos codificadores de VIDEOJET, entre muchos otros. Todos estos datos y documentos recolectados son de gran importancia para el éxito en la implementación del TPM no solo en el caso de PREBEL S.A.S sino en implementaciones futuras en otras industrias presentes en el área metropolitana o en el país.

INTRODUCCIÓN

Las diversas industrias manufactureras presentes en el país (como las industrias de alimentos, de cosméticos, sector textil, etc.), requieren de un funcionamiento continuo de cada uno de sus procesos de producción involucrados en sus actividades económicas. Una detención en estos procesos puede representar pérdidas de dinero importante por lo que es necesario mitigar al máximo estos casos indeseables. En el caso de VIDEOJET, empresa que participa en cerca de cuatro mil de estos procesos industriales en el país, es importante establecer correctos cronogramas de mantenimiento que permita evitar el problema descrito anteriormente. Esto se puede hacer mediante la correcta implementación del TPM (Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total). Realizando una buena estructuración de este tipo de mantenimiento productivo total, se puede llegar a establecer un estándar para cada uno de los procesos manufactureros en los que VIDEOJET está involucrado. Mediante visitas técnicas en las que se evalúen los ambientes laborales, los procesos de producción, la forma en la que los operarios desempeñan sus labores, se estipulan las bases de este plan de mantenimiento preventivo total.

OBJETIVO GENERAL

Implementar un plan de mantenimiento productivo total (TPM) estándar en sistemas VIDEOJET.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar los mantenimientos y montajes de cada uno de los equipos VIDEOJET involucrados en los procesos productivos de diversas industrias manufactureras.

Investigar los procesos industriales que dichas empresas tienen implementados para la fabricación de cada uno de los productos que estos comercializan.

Renovar el plan de mantenimiento presente actualmente para sistemas VIDEOJET.

MARCO TEÓRICO

¿QUÉ ES VIDEOJET?

VIDEOJET es una empresa que surgió como una división de A.B. Dick Company durante los años sesenta. Esta empresa se dedica a proporcionar soluciones de codificado y marcaje a través de las más altas tecnologías que se pueden observar en el mercado. Esta empresa cuenta con más de 325000 unidades instaladas a nivel internacional, donde se destacan su presencia en grandes compañías como Coca Cola, diversas empresas del grupo NUTRESA, entre otras. En Colombia, dichos equipos son de suma importancia dentro de los procesos industriales que se pueden presentar en los sectores de alimentos, de cosméticos, sector textil, etc. ya que esta codificación es establecida por diversas normas de manera obligatoria. "La red global de centros de ventas y mantenimiento cubre todas las regiones con un servicio de alta calidad" [1].

¿QUÉ EQUIPOS DE CODIFICACIÓN Y MARCAJE MANEJA VIDEOJET?

CODIFICADORAS INKJET (CIJ)

Los CIJ, son equipos idóneos para marcar lotes, fechas de vencimiento, logotipos y códigos de barras en superficies curvas o planas como serían el caso de cajas de cartón, botellas plásticas o de vidrio. Estos equipos de impresión realizan esta acción sin realizar contacto directo sobre el producto en cuestión, utilizando una gran variedad de tintas para inyección de tinta continua para imprimir sobre casi cualquier sustrato [2].

PARTES PRINCIPALES DE UN CODIFICADOR DE TECNOLOGÍA INKJET (CIJ)

Estos equipos cuentan tanto con un sistema hidráulico como con un sistema electrónico. El sistema hidráulico del equipo se puede apreciar en la figura 1.

En dicho diagrama se puede observar los diferentes elementos que componen el sistema hidráulico, en el podemos observar una serie de válvulas que controlan el paso de la tinta y del solvente con las que este equipo trabaja para realizar la codificación. Uno de los elementos principales de estos equipos es el núcleo de tinta o core, ya que este es el que guarda la tinta que se extrae de los cartuchos para poder codificar. Este elemento tiene un tiempo de vida útil que puede ir desde las 9000 horas hasta las 12000 horas y esto se debe a que tanto la tinta como el solvente son líquidos muy corrosivos que van dañando partes importantes del core.

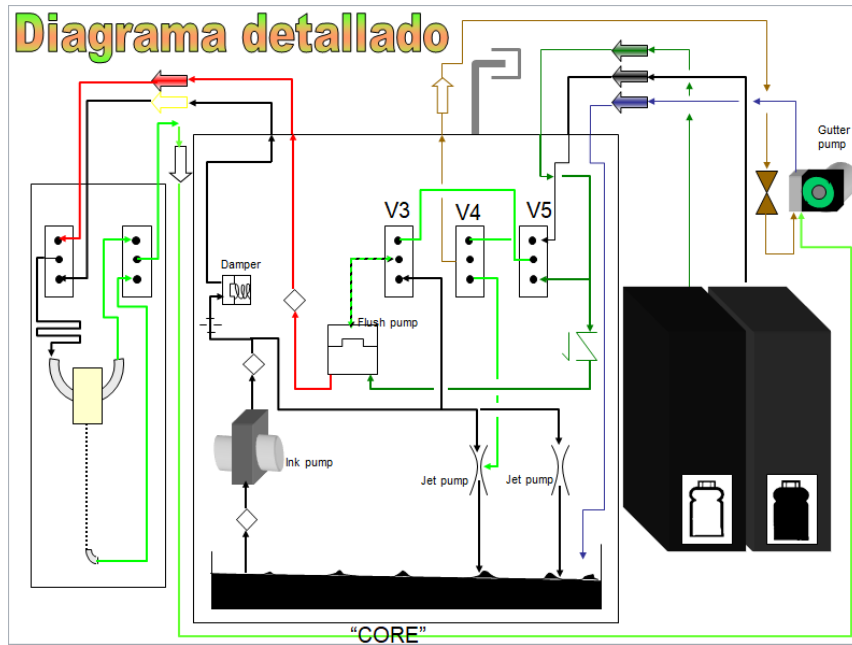


Figura 1. Diagrama detallado del sistema hidráulico de un equipo CIJ [12].

En cuanto al sistema electrónico, este se puede apreciar en la figura 2. Este sistema cuenta con un par de tarjetas electrónicas (tarjeta CSB y tarjeta PIB) que son las encargadas de controlar el funcionamiento del equipo, desde la apertura y cierre de las electroválvulas, hasta la forma en que las gotas de tinta se cargan eléctricamente para que el equipo pueda realizar la marcación.

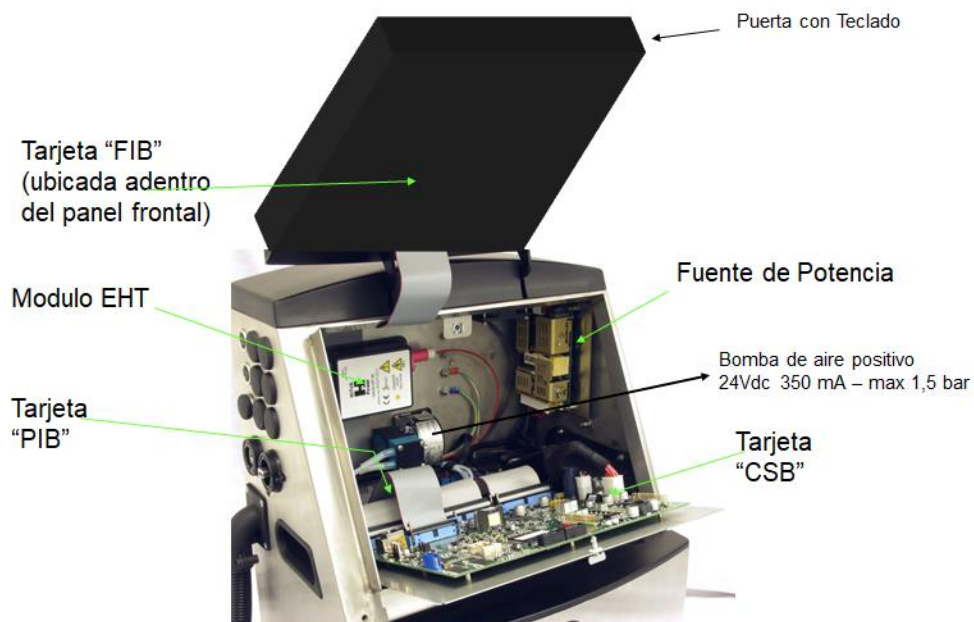


Figura 2. Diagrama del sistema electrónico de un equipo CIJ [12].

Cuenta además con una bomba de aire positivo, cuya función es de inyectar aire al cabezal de impresión para evitar que se acumulen partículas de polvo en él. No todos los equipos de tecnología INKJET cuentan con esta bomba.

CODIFICADORAS PARA MARCAJE LÁSER

“El marcaje láser es un método de grabado sin contacto que ofrece ciertas ventajas sobre otras tecnologías, entre las que se encuentran la calidad del marcaje, la permanencia y el uso de menos consumibles”. Los sistemas de marcaje láser que ofrece VIDEOJET en su catálogo incluyen diversas fuentes de láser de CO₂, fibra y UV con distintos valores de potencia para así poder marcar sobre diversas clases de materiales [3].

PARTES PRINCIPALES DE UN CODIFICADOR DE TECNOLOGÍA LÁSER

Los equipos LÁSER funcionan mediante la generación de un rayo de luz debido a la vibración a alta frecuencia de los electrones presentes al interior del tubo. Este haz de luz que sale del tubo llega al telescopio el cual se encarga de reducir el tamaño del haz de manera que se genere un vector más fino, finalmente llega al el scanner del cabezal el cual cuenta con 2 galvos o espejos en direcciones x & y los cuales son controlados por una tarjeta electrónica que les da la dirección deseada para realizar la codificación. Al final se cuenta con un lente que determina la distancia focal a la que se colocará el LÁSER respecto al producto. Este esquema se puede observar en la figura 3.

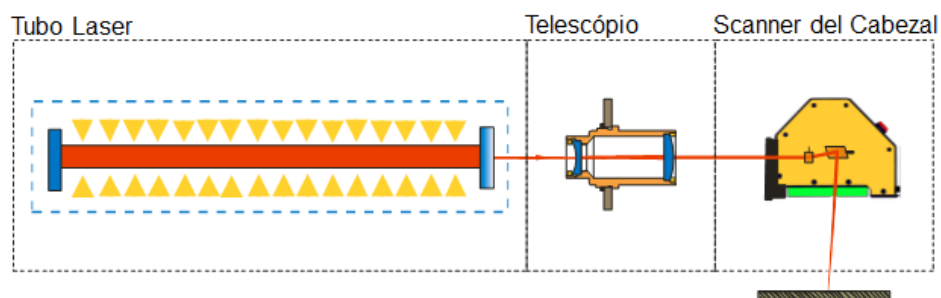


Figura 3. Esquema del cabezal de impresión de un equipo LÁSER [13].

IMPRESORAS DE TRANSFERENCIA TÉRMICA (TTO)

Las marcadoras de transferencia térmica (TTO) pueden llegar a proporcionar imágenes de alta resolución en etiquetas y films de envases y reducen el tiempo de inactividad y los costos asociados a la sustitución de

la cinta y los cambios de producción. Las impresoras de transferencia térmica incluyen numerosas ventajas líderes de su clase: cintas de gran longitud, altas velocidades de impresión, características de prevención de errores e interacción sencilla por parte del operador [4].

CODIFICADORAS DE INYECCIÓN TÉRMICA DE TINTA

La tecnología de inyección térmica de tinta es la solución ideal para las aplicaciones en las que se requiere una impresión de alta resolución y facilidad de uso para los operarios encargados de esta área. Las impresoras de inyección térmica de tinta solo necesitan de una limpieza simple del cabezal de impresión y de la matriz de impresión del cartucho para su mantenimiento, lo que se convierte en una enorme ventaja [5].

MÁQUINAS ETIQUETADORAS E IMPRESORAS PARA CAJAS

Es necesario que en envases, productos, cajas y cartones cuenten con códigos precisos y de gran calidad para conseguir una gestión eficaz de la cadena de suministros y del inventario. VIDEOJET ofrece una amplia gama de equipos para la solución de sus necesidades [6].

¿EN QUÉ TIPO DE INDUSTRIAS PODRÍAMOS ENCONTRAR EQUIPOS VIDEOJET?

Productos de panadería y cereales, bebidas, golosinas y confitería, productos lácteos, huevos, frutas y verduras, productos cárnicos, alimentos para animales y mascotas, aperitivos salados, otros alimentos envasados, cosméticos, cuidado personal y del hogar, dispositivos médicos y farmacéuticos, tabacaleras, sector automotriz y sector aeroespacial, materiales de construcción, productos químicos, impresión comercial y envíos postales, componentes eléctricos y electrónica, alambres, cables y tuberías.

¿QUÉ ES EL MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO TPM?

El TPM o mantenimiento total productivo, es una clase de mantenimiento donde se busca eliminar las pérdidas de producción por desgaste propio de los equipos; es decir, mantener dichos equipos en disposición para producir y así para tener una capacidad máxima de producción sin llegar a paradas inesperadas en la planta.

Desde la filosofía del TPM se considera que una máquina parada para efectuar un cambio, una máquina averiada, una máquina que no trabaja al 100% de su capacidad o que fabrica productos defectuosos está en una situación intolerable que produce pérdidas a la empresa. La máquina

debe considerarse improductiva en todos esos casos, y deben tomarse las acciones correspondientes tendentes a evitarlos en el futuro [7].

Este tipo de mantenimiento está teniendo una aceptación considerable a nivel mundial desde hace varios años ya que propicia al cumplimiento de las metas de manufactura de clase global, se va ajustando a la administración de calidad, es decir, a entregar productos de alta calidad, permite la participación de todos los empleados involucrados en el proceso y permite una mayor organización de los sistemas de inventario.

Se requiere mucho compromiso y de paciencia por parte de la empresa interesada en implementar este tipo de mantenimiento productivo total, ya que generar esta cultura en cada uno de los empleados de la compañía no es fácil, por lo que los resultados pueden tomar algunos años en observarse. El TPM no se puede llegar a estandarizar, cada compañía requiere de una planificación y de un estudio previo de las dificultades más comunes que se pueden presentar en sus procesos. Es muy normal observar que planes que son exitosos en algunas compañías, no lo son en otras. Para estructurar de forma correcta un TPM, se debe analizar los 8 pilares, los cuales son la base de este método.

LOS 8 PILARES DEL TPM

EL TPM cuenta con 8 pilares principales, los cuales son la base fundamental de esta metodología, cada uno de ellos nos dice una ruta a seguir para lograr los objetivos de eliminar o reducir las pérdidas [8]:

- Mantenimiento autónomo.
- Mantenimiento planificado.
- Mejora enfocada.
- Educación y entrenamiento.
- Control inicial de equipo y productos.
- Mantenimientos de la calidad.
- Seguridad y medio ambiente.
- Gestión administrativa.

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

El primer pilar que se establece como base para el TPM es el mantenimiento autónomo. Este se enfoca en que aquellas personas que operan el equipo deberían de darle un mantenimiento al equipo, de dar una inspección inicial al estado, identificando posibles fallas y dando una solución a estas, dentro de sus posibilidades como operarios. Todas estas

actividades están pensadas en prevenir deterioros en el equipo que contribuyan significativamente a la eficiencia del mismo.

Este pilar termina siendo uno de los más fundamentales, ya que marca la pauta para avanzar en la implementación del TPM. Es de suma importancia que en este punto el departamento de mantenimiento brinde un apoyo a la parte operativa, por lo que es importante definir las funciones de cada uno en la implementación este pilar.

El departamento de producción se debe de encargar principalmente de realizar una operación correcta de los equipos, realizar ajustes adecuados, anotar y reportar las averías que se presenten durante la operación, colaborar en el estudio de mejoras que contribuyan a reducir las averías.

El departamento de mantenimiento debe encargarse de mejorar la confiabilidad del equipo, de ser guía y asistir al departamento operativo en las inspecciones y reparaciones que estos tengan que realizar, investigar y desarrollar mejoras en los equipos, mantener ordenados y al día los reportes de mantenimiento que se generen, entre muchas otras.

MANTENIMIENTO PLANIFICADO

Este es el pilar más antiguo de este tipo de mantenimiento total productivo, del que se deriva el mantenimiento autónomo. Con este pilar lo que se busca es alcanzar de forma gradual la meta de cero fallas en los equipos a través de un perfecto conocimiento de los mismos. En este pilar se establece como meta revertir los deterioros, crear sistemas de información del estado del equipo, establecer metodologías de análisis de fallas, entre otros.

Según este pilar, las principales causas de averías en los equipos son:

- Deterioro Forzado.
- Equipos que se encuentran por fuera de las condiciones de operación.
- Abandono al deterioro natural.
- Puntos débiles en los equipos.
- Error humano.

Este pilar cuenta con 6 pasos los cuales son los siguientes:

- Evaluar el equipo y comprender las condiciones actuales: Esto se logra mediante la elaboración de registros, evaluación y priorización de los equipos, la definición de los niveles de averías, comprensión las

situaciones frente a las fallas y la fijación de objetivos de mantenimiento.

- Restaurar el deterioro y corregir debilidades.
- Sistemas de información
- Sistema de mantenimiento periódico o preventivo: En este punto se debe tener en cuenta aquellos elementos del equipo que requieran un mantenimiento con una frecuencia de tiempo periódica, con el fin de establecer un plan de mantenimiento acertado y conocer los materiales que se requieran para la realización de dichos mantenimientos.
- Sistemas de mantenimiento predictivo.
- Evaluar la gestión: se deben de realizar evaluaciones periódicas para observar el aumento de confiabilidad que se está alcanzando con este sistema y el mejoramiento que se está alcanzando en la producción de la compañía.

MEJORA ENFOCADA

Este pilar se concentra en la eliminación permanente de las pérdidas para lograr la máxima eficiencia global de los equipos y procesos de la compañía, lo cual se desarrolla a través del trabajo de equipos interdisciplinarios que lideran el mejoramiento continuo y la eliminación de pérdidas [11].

EDUCACIÓN Y ENTRENAMIENTO

Este pilar se basa principalmente en capacitar a todo el personal involucrado en los procesos manufactureros de la empresa, desde el operario hasta la parte administrativa. El TPM es un método que involucra a todas las partes y es sumamente importante que todos entiendan a la perfección cada uno de los pilares expuestos. Dentro de esta educación, se hace una mención especial a la parte operativa, ya que ellos son los primeros en estar en contacto con los equipos, por lo que son el eje principal de este método. La educación que los operarios reciben se hace a través de programas integrados de formación y lecciones de punto o también conocidas como LUP.

CONTROL INICIAL DE EQUIPOS

Es el desarrollo de equipos con óptima ingeniería altamente fiable, amigable de operar y mantener, busca además de fabricar productos libres de pérdidas y defectos durante el tiempo de vida del equipo [11].

MANTENIMIENTO DE CALIDAD

Tiene como objetivo principal establecer aquellas condiciones en las que es altamente factible no tener fallas o defectos en el proceso de producción. Esto va desde que no se presenten averías en el proceso hasta la obtención de un producto de calidad. En este pilar se busca identificar los puntos de chequeo en cada tramo del proceso manufacturero.

SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

En este punto se llega al cuidado de cada persona involucrada en el proceso. Se busca que cada operario, personal de mantenimiento, personal administrativo, etc. Cuente con los cuidados y las protecciones necesarias para la realización de las actividades programadas, además de que los ambientes en que estas personas se encuentren laborando, sean los más propicios para el desarrollo de sus actividades.

GESTIÓN ADMINISTRATIVA

Este pilar se encarga de reducir aquellas pérdidas que se pueden llegar a producir en la parte administrativa, como puede ser el caso de demoras en papeleos o aprobaciones de repuestos, entre muchas otros. También involucra aquellos mantenimientos requeridos por equipos de cómputo o fotocopiadoras, y demás elementos necesarios por la parte administrativa. La idea del TPM es poder agrupar a cada una de los elementos de una empresa dentro de un plan mantenimiento, enfocado en la mejora de los procesos de producción.

METODOLOGÍA

Antes de mencionar la metodología utilizada para la elaboración y estructuración del TPM, es prudente enunciar el proceso vivido durante mi estadía en la empresa MAPER, ya que es base importante para el entendimiento del resto del informe.

EXPERIENCIA ADQUIRIDA EN EQUIPOS VIDEOJET DURANTE LA PRÁCTICA ACADÉMICA

Durante los 6 meses de práctica profesional, con la ayuda de cada uno de los técnicos y del coordinador técnico de VIDEOJET en la ciudad de Medellín (señor Juan David Areiza), adquirí una gran experiencia en el funcionamiento y mantenimiento de los equipos de codificación VIDEOJET con los que cuenta la empresa. Mediante visitas técnicas en compañía de los técnicos especializados de MAPER y mediante la exploración de estos equipos codificadores en el laboratorio ubicado en la sede de principal de la empresa, me enfrenté a diversas situaciones que han derivado en el conocimiento de la funcionalidad de los equipos, sus problemas más comunes y como solucionarlos, además de observar y participar en algunas de instalaciones de estos equipos en líneas de producción.

Visitas técnicas realizadas a empresas como PREBEL, NOEL, Colcafé, Productos naturales ARCOIRIS, Ahumados TOTO, Las Caseritas, Carnes Catalán, Industrias la Jirafa, Un solo Proveedor, entre muchas otras, fueron de gran importancia no solo para comprender las situaciones a la que se enfrenta MAPER como empresa, sino para entender las labores que deben de desempeñar los técnicos día a día. Casos como el de PREBEL, empresa dedicada a la fabricación de productos de belleza y aseo personal, han aportado gran conocimiento en lo que se refiere al mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de VIDEOJET. Esta empresa cuenta con 28 equipos de tecnología CIJ repartidos en varias líneas de producción y 8 equipos de tecnología LÁSER que se encuentran bajo arrendamiento, a los cuales se les realiza los mantenimientos respectivos como parte de un contrato de mantenimiento establecido entre el cliente (PREBEL para este caso particular) y MAPER. Dichos contratos son recurrentes en muchas de las empresas presentes en la ciudad o el área metropolitana, ya que, mediante esto se establece un vínculo directo con cada uno de los clientes que deriva en el cumplimiento de unas horas mensuales de

mantenimiento por parte de la empresa (MAPER). Para tener un panorama más claro de estos contratos se presentan unas tablas, donde se puede apreciar las empresas que tienen un convenio con MAPER, además de las horas de mantenimiento por mes que deben de cumplirse.

CONTRATOS DE MANTENIMIENTO DE MAPER

En la tabla I, se aprecian las 3 empresas que cuentan con un contrato de arrendamiento. Este tipo de contrato es diferente a los demás, ya que los equipos que se encuentran en cada planta son propiedad de MAPER, y se establece un préstamo de los equipos por un tiempo definido con cada empresa.

TABLA I
Convenio de arrendamiento

| Empresa | Horas |
|---------|-------|
| NOEL | 48 |
| PREBEL | 80 |
| PELDAR | 16 |

En la tabla II, apreciamos los convenios de la zona norte de Medellín. Los equipos que se encuentran en cada una de las plantas expuestas en dicha tabla, son propiedad de cada cliente.

TABLA II
Convenios zona norte Medellín

| Empresa | Horas |
|-------------------|-------|
| Colcafé | 48 |
| Postobón Guayabal | 2 |
| OCOLPAN | 2 |
| Ahumados TOTTO | 3 |
| Carnicos ternez | 1 |
| Dalijhon SAS | 2 |
| Colanta Caribe | 4 |
| Postobón Bello | 14 |
| PROLECHE | 13 |
| Carnes Casablanca | 20 |
| Frigocarnes | 4 |
| Alimentos Toluis | 2 |
| Coca Cola | 32 |
| Superpack | 7 |

| | |
|--------------|----|
| Girardota | |
| Tablemac MDF | 4 |
| Colpapel | 32 |
| Alqueria | 8 |
| AMCOR | 8 |
| RTD | 2 |

En la tabla III, apreciamos los convenios de la zona Aburrá Sur. Esta zona se compone principalmente por aquellas empresas ubicadas en los municipios de Itagüi, Envigado, Sabaneta, La Estrella y Caldas.

TABLA III
Convenios zona Aburrá Sur

| Empresa | Horas |
|-----------------------|-------|
| Bary | 24 |
| Cervecería Unión | 16 |
| Comestibles DAN | 10 |
| Éxito Envigado | 4 |
| Éxito Sabaneta | 4 |
| Superpack la Estrella | 4 |
| Superpack Sabaneta | 2 |
| Frugal | 4 |
| Colanta Itagui | 4 |
| Inducer SA | 4 |
| Naturanja | 2 |
| Cala Colombia | 4 |
| Bimbo de Colombia | 5 |
| Quimicolor SA | 3 |
| Laboratorios | 2 |
| Higietex | |
| Prod. Ponque Rico | 2 |

En la tabla IV, se aprecia los convenios para las empresas ubicadas en el oriente antioqueño. Hoy en día esta zona está creciendo mucho en cuando a la parte industrial, por lo que a futuro se espera que más empresas se ubiquen en esta zona.

TABLA IV
Convenios zona Oriente de
Antioquia

| Empresa | Horas |
|--------------------|-------|
| Superpack Rionegro | 2 |
| Productos Lacteos | 8 |
| Aura SA | |
| Avinal el Carmen | 4 |
| Estiflex | 2 |
| Polikem | 2 |
| Laboratorios Delta | 1 |
| PREBEL Rionegro | 2 |
| Panal | 32* |

En la tabla V, se detallan los contratos de mantenimiento para la zona norte de Antioquia. La mayoría de empresas que se ubican en esta zona son las industrias relacionadas a los productos lácteos.

TABLA V
Convenios zona Norte de
Antioquia

| Empresa | Horas |
|-----------------------------|-------|
| Derivados Lácteos del norte | 8 |
| Lácteos Betania | 8 |
| Colanta Lácteos | 64 |
| Setas Colombianas | 3 |
| Colanta Quesera Entrerrios | 2 |
| Colanta Cárnicos | 2 |
| El Zarzal | 4 |
| Alpina Entrerrios | 168 |

ESTRUCTURACIÓN DEL TPM PARA LA EMPRESA PREBEL S.A.S

La información presentada en las tablas I al V, donde se enumeran las empresas y las horas de convenios de mantenimiento mensual que tiene MAPER, se convirtió en algo importante para estructuración de un TPM, ya que se presenta un panorama más claro de la cantidad de servicios que se requiere cubrir por parte de la empresa, pero al tiempo permitió observar que poder establecer un estándar de mantenimiento mediante la

filosofía del TPM de forma general sería algo muy complejo, ya que son muchos procesos de producción involucrados y poder abarcar bajo un mismo estándar todo esto tomaría demasiado tiempo. Tomando en cuenta lo anterior, se decidió estructurar un estándar de mantenimiento para una sola empresa. PREBEL S.A.S fue la escogida, ya que es una de las empresas con las que se cuentan más equipos codificadores instalados (28 equipos de tecnología CIJ y 8 equipos de tecnología LÁSER los cuales se pueden apreciar en las figuras 4 y 5) y que dichos equipos son propiedad de MAPER. Durante los meses de Noviembre a Enero se realizaron varias visitas técnicas a la planta de PREBEL S.A.S ubicada en Medellín, Antioquia, con el fin de observar las condiciones en las que se encontraban los equipos, los ambientes en los que estos trabajaban, y así, poder identificar los problemas más comunes que provocaban paros de línea en la planta.



Figura 4. Equipo VIDEOJET de tecnología CIJ.



Figura 5. Equipo VIDEOJET de tecnología LÁSER.

PREBEL S.A.S se ha caracterizado por ser una empresa líder en Colombia en la industria cosmética que lleva alrededor de 70 años en el mercado. Las líneas de producción más comunes que se encontraron allí son el envase de geles, lociones, cremas, desodorantes, polvos, talcos, cajas con productos cosméticos, labiales y demás productos de belleza femenina. Los equipos VIDEOJET de codificación generalmente se encuentran instalados al final de cada una de estas líneas pero en ciertos casos específicos, los equipos deben de marcar los productos en las mismas zonas de envasado, por lo que se ven expuestos a factores contaminantes o ambientes nocivos para los equipos.

VISITAS TÉCNICAS REALIZADAS A PREBEL Y PROBLEMAS EN EQUIPOS VIDEOJET

Como se observa en la figuras 8 y 9, hay factores importantes que pueden afectar el correcto funcionamiento de los equipos. Es importante tener claro esto al momento de empezar a estructurar un TPM. Para la implementación de este plan de mantenimiento productivo total en los equipos VIDEOJET presentes en PREBEL S.A.S, se empezó con hacer una inspección superficial o con un detalle no muy profundo de cada equipo en funcionamiento, esto con el fin de empezar a discriminar los daños o los problemas más comunes de los equipos codificadores. Ya se tenía que para ciertos casos los problemas ambientales pueden llegar a ser un gran problema para cada equipo, lo que nos llevó a observar la forma en que esto afectaba en cuanto al funcionamiento de cada equipo.

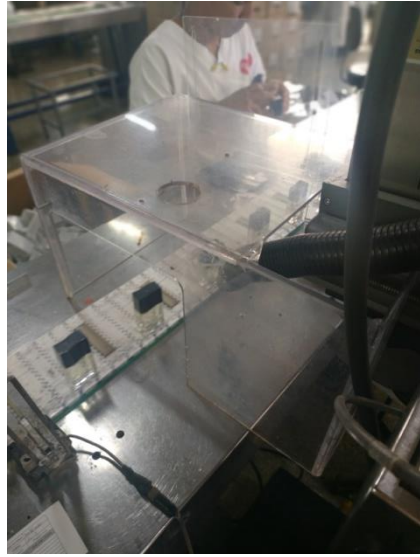


Figura 6. Línea de producción en la que se envasan lociones. Se puede observar que el equipo que codifica el producto es uno de tecnología LÁSER. Este no se ve expuesto a ningún factor ambiental que pueda perjudicarlo.



Figura 7. Línea de producción en la que se envasan cremas y/o geles. El equipo que codifica estos productos no se ve perjudicado por elementos externos de contaminación que puedan alterar su funcionamiento.



Figura 8. Línea de producción de talcos. Se observa claramente en la imagen que el equipo CIJ se encuentra en contacto directo con polvos nocivos para el correcto funcionamiento del equipo.



Figura 9. Línea de producción de empaqueo de polvos y bases para maquillaje. En esta figura al igual que en la anterior, el equipo codificador se sitúa en un ambiente de alta contaminación para el mismo, por lo que puede sufrir afectaciones a corto plazo.

Los problemas que más se presenciaron durante las primeras semanas de visita en la planta en los equipos de tecnología CIJ fueron:

Para el caso de las líneas en que no se presentan agentes externos como el polvo u otros elementos volátiles (casos de las figuras 6 y 7), los equipos solían encontrarse con fallas en el alineamiento del chorro de tinta y problemas con los módulos de alto voltaje. La causa de estos problemas se debía a que en la mayoría de los casos, los equipos son trasladados de una línea a otra, lo que provoca que en el transporte del equipo este pueda sufrir golpes que lleven a ese fallo en la alineación. A su vez, cuando ocurre el problema anteriormente descrito o cuando se empieza a presentar una acumulación de tinta en el cabezal de impresión del equipo, se empiezan a presentar problemas en el módulo de alto voltaje, causado por la presencia de un cortocircuito en el cabezal, ya que la tinta es un elemento conductor haciendo que el sistema encargado de realizar el proceso de separación de gotas empiece a tener fallas. Otro problema que se observó mucho era que a causa del movimiento constante, las ruedas del soporte del equipo se empezaban a deteriorar más rápido haciendo que estas dejaran de rodar bien, además, la UPS encargada de proteger a los equipos, se solía caer en ciertas ocasiones provocando el daño de las mismas. Finalmente un daño muy común en la mayoría de los equipos era la forma en que se encontraba el umbilical y el cable del sensor, ya que estos hacían un ángulo que llevaba a que estos pudieran terminar fisurándose, además el tornillo que asegura la funda del cabezal de impresión se encontraba ausente en mucho de los equipos.

Para los casos en que se presentan agentes contaminantes como el polvo (casos de las figuras 8 y 9), los problemas son similares a los descritos anteriormente, pero con la diferencia de que los daños ocurrían de manera más frecuente. Adicionalmente, Al estar en un ambiente tan perjudicial, el equipo en su interior se empezaba a llenar de material particulado, que podía llevar a un problema mayor como sería la quema de una de las tarjetas principales del equipo.

Respecto al caso de los equipos con tecnología LÁSER, los problemas más comunes que se observaron fueron:

Estos equipos funcionan mediante un lente que ayuda a focalizar el rayo de luz proveniente del tubo de rayos catódicos. Este lente debe encontrarse lo más limpio posible para que el rayo pueda salir de la manera más limpia posible y obtener una marcación perfecta. En el caso de las líneas de producción, se observó que la mayoría de los lentes estaban muy sucios, con una acumulación de polvo importante, por lo que presentaban fallas de marcación en ciertos momentos. Al igual que en el

caso de los CIJ, varios equipos solían trasladarse mucho entre líneas de producción, haciendo que las ruedas del soporte se desgastaran más rápido. Con los sensores de estos equipos se presentaba un problema similar al de los CIJ, se encontraron varios con fisuras en su cableado.

La importancia de estos diagnósticos iniciales radica en los mantenimientos autónomos. Con esta información recolectada, se pueden empezar a elaborar rutinas de limpieza y chequeo diario de verificación. Con esto, se puede llevar un registro de los equipos en los calendarios de inspección y limpieza (o también conocidos como CIL).

ADF'S

Una herramienta la cual es muy poderosa para la identificación de estos problemas y de posibles soluciones son las ADF's. Mediante estos formatos se va realizando un registro de los problemas que van ocurriendo en los equipos y mediante una serie de preguntas se llega a posibles soluciones para los problemas presentados.

Un ejemplo de una ADF la podemos observar en el siguiente caso puntual de la compañía NOEL S.A.



|  Compañía de Galletas Noel S.A.S. 5 W's + 1H Mantenimiento Planeado  | | | | | |
|---|--|---|------------|------------|------|
| Tema de Análisis: | Cinta adherida del mandril Codificador Dataflex | Fecha | 23 | 5 | 2015 |
| Área/Horno: | Horno 7 | Nombre del PET: | Marcadoras | ZAR | |
| Elaborado Por: | Mauricio Areiza | | | | |
| ¿QUÉ? ¿Qué es la que sucede, que está pasando realmente? | La cinta no sale facilmente del mandril durante cambio de rollo de cinta. | | | | |
| ¿CUÁNDO? Momento o fecha específica en la que ocurre el problema | El dia 23 de mayo /2015 Turno 1 durante la produccion de festival | | | | |
| ¿DÓNDE? Dónde ocurrió el problema: Línea, máquina, en qué parte del trabajo o material la ocurrió | En la linea 4 Horno 7 Marcadora de paqueticos Videojet Dataflex 6420 N°10046394 empacadora indibidual 1 | | | | |
| ¿QUIÉN? El problema está relacionado con habilidades de las personas o no depende de ellas | No depende de las habilidades de operario. | | | | |
| ¿CUÁL? Cuál tendencia (patrón) tiene el problema Es esta tendencia aleatoria o hay un patrón Creciente o decreciente | No hay patron de ocurrencia ni tendencia del problema, pero tiene tendencia creciente en el tiempo. | | | | |
| ¿CÓMO? Cómo es el cambio del estado óptimo al actual. Cuál es el GAP | Cinta completamente adherida al carrete rebobinador, impidiendo el facil cambio de cinta. | | | | |
| FENÓMENO: | En la linea 4 Horno 7 Marcadora de paqueticos Videojet Dataflex 6420 N°10046394 empacadora indibidual 1, el 23 de Mayo del 2015 en turno 1, Cinta completamente adherida al carrete rebobinador, la cinta no sale facilmente del mandril realizando el cambio de rollo de cinta, , no depende de la habilidad del operario y no hay patron de correnria ni tendencia del problema pero tiene tendencia creciente en el tiempo. | | | | |
| <small>Código de LUP principio de funcionamiento</small> | <small>Código de LUP me confirmo de la avería</small> | <small>Código de LUP condicioner operante</small> | | | |
| Validado Por: | | | | | |

Figura 10. Ejemplo de una ADF para NOEL S.A. Hoja 1.

Esta ADF recopila una serie de datos sobre algún fallo ocurrido en algunos de los equipos. La información recolectada en la ADF gira en torno a lo siguiente:

- 1- Conocer cuál fue el problema ocurrido, con el fin de identificar las posibles causas.
- 2- Cuando y donde ocurrió el fallo, lo que permite tener un control de los procesos involucrados, además de hacer un correcto mapeo del problema.
- 3- Quién reporta el problema y saber si esta persona está en capacidad de solucionar el inconveniente.
- 4- Si existe alguna tendencia de ocurrencia o fue un evento aleatorio, de esta manera se hace una identificación más a detalle de las posibles causas.
- 5- Como afecta este problema a la operación normal del equipo, si es un problema menor o si realmente se requiere de una examinación más a fondo para su arreglo.
- 6- En lo que respecta al fenómeno, se coloca el reporte como tal de la persona que puso en sobre aviso del problema presentado, describiendo como tal lo que ocurre con el equipo.

| Compañía de Galletas Noel S.A.S. | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--|--|---|---|--|--|----------------------|---|------|--|
| Análisis 5 ¿Por qué? | | | | | | | | | | |
| Mantenimiento Planeado | | | | | | | | | | |
| Tema de Análisis (problema): | | Cinta adherida del mandril Codificador Dataflex | | | Fecha | | 23 | 5 | 2015 | |
| Área / Horno: | Dulce | Maquina | 10046394 | | Nombre del PET | Marcadoras | | | | |
| Elaborado Por (Integrantes): | | Mauricio Areiza | | | Hipótesis confirmada | | Hipótesis descartada | | | |
| FENÓMENO: | | En la individual 1 horno 7, el 23 de Mayo del 2015 en turno 1, la cinta no se la fácilmente del mandril realizando el cambio de rollo de cinta, se llama al personal de mantenimiento para que retira la cinta del mandril y poder continuar operación, no depende de la habilidad del operario y no hay patron de corencia ni tendencia del problema. | | | | | | | | |
| Entrada | Por qué 1 | Por qué 2 | Por qué 3 | Por qué 4 | Por qué 5 | Acciones | | | | |
| Maquina | El core no se puede sacar con facilidad del mandril durante los cambios periódicos de cinta. | Por que se queda pegado del mandril. Y se compacta demasiado la cinta | Porque el core se vuelve maleable por temperatura y se ajusta al mandril. | Porque la temperatura del equipo esta muy alta. 49.2 C, la recomendada por el fabricante es de 47 C | Por la velocidad del equipo los driver de los servos transfieren mucha temperatura a la estructura del equipo. | 1. Escalar el capo ante videojet para tomar retroalimentaciones y planes de acción de casos similares. 2. Fabricar guardas de vj 8420 en un material distinto al inox de las guardas originales que no disipen ni conserven e irradien den tanto calor. 3. Realizar inspección de caseteras cada 30dias para garantizar su correcto desempeño. | | | | |
| Metodo | Cinta demasiado tensionada en el rebobinador | La cinta se desensuelve mas de los giros calculados de los servomotores. | Cabezal de impresión baja mas de lo normal y des tensiona la cinta. | Presión de manómetro de cabezal muy alto | No existen setting, ni entrenamiento para personal operativo. | 4. Crear estándar de condiciones de operación. 5. Realizar entrenamiento a personal operativo. 6. Marcar con setting los manómetros de presión de cabezal. | | | | |

Figura 11. Ejemplo de una ADF para NOEL S.A. Hoja 2.

En otro apartado de esta ADF, como se observa en la figura 11, se presentan las hipótesis al inconveniente presentado, describiendo por qué puede ocurrir el problema, detallando las causales que derivaron a esto y cómo se debe solucionar dicho problema. Se reporta además si la hipótesis sugerida es aceptada o descartada de acuerdo a si se solucionó o no el problema.

| Compañía de Galletas Noel S.A.S. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------|----|---|----|----|----|---|----|----|----|---|---|--|--|--|--|
| Planes de acción y Seguimiento - Mejoras Enfocadas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Secretaría TPM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TEMA DE ANÁLISIS: | | | Cinta adherida del mandril Codificador Dataflex | | | | Fecha de generación | | | | | | | | | | | | | | | |
| Área: | Mantenimiento Dulce | Horno/Línea: | Nombre del equipo: | | Marcadoras | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaborado Por: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Causa raíz Cód | Acción Cód | Dónde Error de dónde voy a ejecutar la acción | Responsable Quié | Detalle de la acción Cód | Costo Cédula - presupuesto | Cronograma Cédula | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Sem | 25 | 31 | 7 | 14 | 21 | 28 | 4 | 11 | 18 | 25 | 1 | 8 | | | | |
| Temperatura del equipo | Escalar el caso ante videojet para tomar retroalimentaciones y planes de acción de casos similares. | Máq. Numero de líq. TSI505184227 | M Areiza | Escribir la causal al evento en el caso matriz de Videojet | 0 | P | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | R | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatura del equipo | Fabricar guardas de uñ S420 en un material distinto al inox de las guardas originales que no disipen ni conserven e irradian. | Individual 1 horno 7 | M Areiza A Vásquez | Mantener guardas salicobonate con rotillo de ventilación y realizar monitoreo de temperatura. | \$ 22,00 | P | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | R | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatura del equipo | Realizar inspección de caseteras cada 30 días para garantizar su correcto desempeño. | todas las codificadoras, | A Vásquez F Zapata | Retirar cada 30 días 3 caseteras y reemplazar por las 3 de stand-by para su inspección. | \$ 0 | P | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | R | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Presión de cabezal excesiva | Marcaoión de manómetros de presión de cabezal. | Todas las codificadoras del horno 2 y 7 | J Ocampo | Colocar una marcaoión para delimitar la longitud de trabajo entre 3.5 y 3.7 Mpa. | \$ 0 | P | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | R | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Falta de estándares | Crear estándar de condiciones de operación. | Todas las codificadoras del horno 2 y 7 | M Areiza | crear estándar en base al codificador de planta Noel. | \$ 0 | P | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | R | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 12. Ejemplo de una ADF para NOEL S.A. Hoja 3.

Finalmente, en la última parte de este documento como se aprecia en la Figura 12, se presenta el plan de acción aplicado, donde se detallan asuntos importantes como si el arreglo tuvo algún costo, la causa raíz del problema, el detalle de la acción, el responsable de dicho arreglo y la fecha de la intervención.

En el caso de PREBEL S.A.S no se requirió de la elaboración de estas ADF's, ya que los problemas observados eran muy puntuales y las soluciones se encontraban en proceso de implementación por parte de los alistadores y operarios de planta.

MEJORAS IMPLEMENTADAS EN PREBEL S.A.S

Entre las mejoras que se estaban implementando en planta se encontraba el caso de las UPS, para evitar que estas se siguieran cayendo se ideó una

mejora en el soporte que añadía un elemento adicional para ajustar y asegurar la UPS como se puede apreciar en la figura 13.

Otro de los problemas que se estaba abordando por parte de PREBEL S.A.S era el caso de los umbilicales y los sensores que estaban presentando un fisuramiento. Para ambos casos se optó por utilizar un elemento que los mantuviera rígidos evitando así el fisuramiento en el mismo. En la figura 14 se puede apreciar el problema presentado en el umbilical.

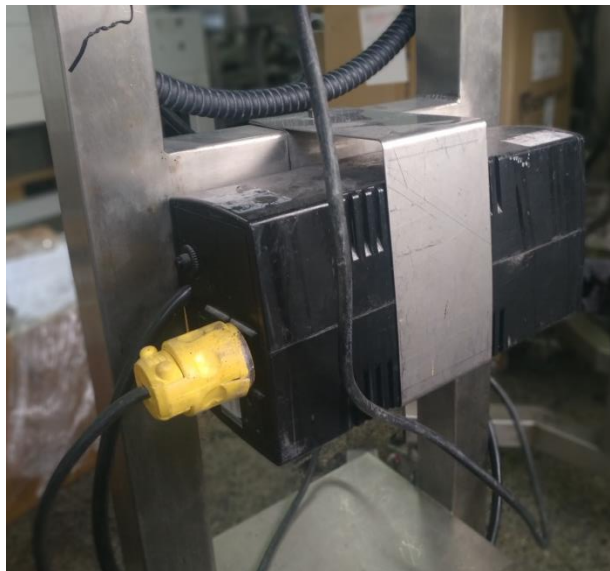


Figura 13. Elemento anexo al soporte original del equipo para asegurar la UPS.



Figura 14. Problema de fisuramiento del umbilical. Claramente se observa como por el peso del mismo umbilical se ha ido partiendo provocando un daño considerable en el mismo.

Si se observa la figura 15, nos damos cuenta que se implementó una estructura que ayuda a sostener el umbilical de tal forma que ya no e presente el problema de agrietamiento.



Figura 15. Mejora implementada para el daño que estaba ocurriendo en los umbilicales tanto de los CIJ como de los LÁSER.

Para el caso de los cables de los sensores, el problema que se estuvo observando se presenta en la figura 16.



Figura 16. Problema en el cable del sensor. Se observa un ángulo que termina siendo perjudicial para el sensor debido a que con el tiempo agrieta los filamentos.

La mejora implementada se puede observar en la figura 17, donde se aprecia el elemento que sostiene el cable evitando así que este se fisure.



Figura 17. Elemento instalado en el cable del sensor para evitar que este sufra daños.

Existe un caso especial dentro de los 28 equipos CIJ instalados en planta. En la zona de envasado de sachets, se tiene un equipo instalado sobre el brazo de una máquina como se observa en la figura 18, el cual se encarga de codificar los sachets que la máquina va entregando.



Figura 18. Máquina de empaque de Sachets. Se observa al lado derecho de la imagen el cabezal de impresión el cual se encuentra sujeto a un brazo mecánico que lo mueve para realizar la marcación sobre el producto.

Esta máquina suele codificar dos clases de sachets, unos individuales como se aprecia en la figura 19 y otros dobles como se ven la figura 20, los cuales el equipo codificador CIJ debe de marcar 6 y 3 sachets respectivamente.



Figura 19. Sachet individual.



Figura 20. Sachet doble.

Debido a este cambio continuo de clase de sachet, se presentan muchos problemas en la marcación de estos productos, debido a que cada sachet cuenta con una configuración diferente para poder marcarse correctamente como lo solicita el cliente. Este problema presentó muchos paros de la línea de producción por lo que se hizo necesario crear una LUP (también conocido como Lección de un punto) para dar una solución concreta a este problema.

LUP'S

Las LUP's cobran alta importancia dentro de la estructuración de un TPM ya que son la base principal de uno de los pilares fundamentales, el pilar de entrenamiento y formación. Las LUP's son una serie de documentos que terminan siendo guías no solo para los técnicos especializados encargados de los mantenimientos, sino también para los operarios involucrados en las líneas de producción que tengan un contacto directo con los equipos.

Las LUP's se construyen a partir de una idea, ya sea explicar los componentes principales de un equipo, el funcionamiento básico de un elemento en específico, los pasos a seguir para la realización de un mantenimiento o la forma de solucionar problemas específicos mediante información tanto descriptiva como gráfica, de cada problema y la acción a seguir. Las LUP's se caracterizan por su simplicidad, ya que la idea es que sean entendibles para cualquier persona que las revise y así pueda

operar el equipo con toda tranquilidad. En la Figura 21 se deja una imagen del formato para una LUP descriptiva.

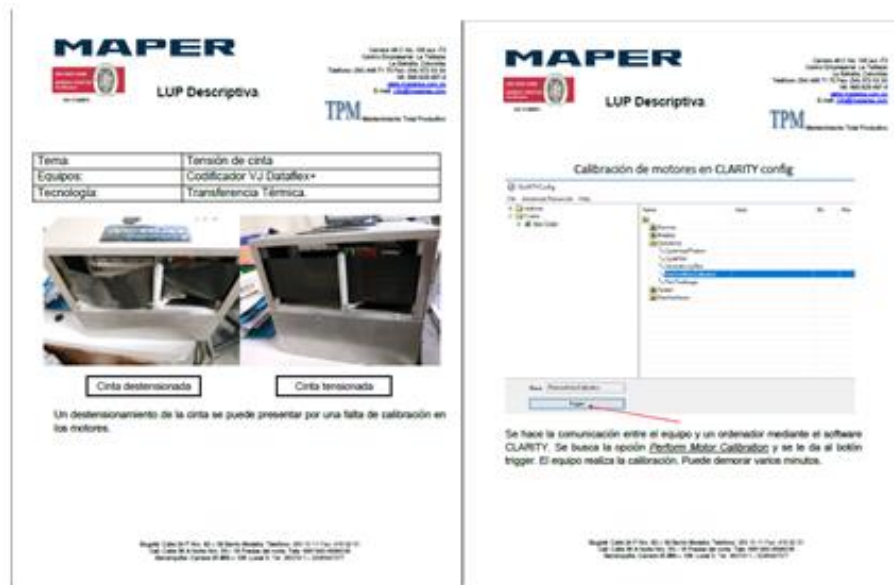


Figura 21. Formato manejado para la elaboración de una LUP descriptiva.

En el caso descrito, se dejó una LUP de la configuración tanto del equipo como de la máquina para cada clase de Sachet, evitando así más paros de producción a causa de este inconveniente.

Adicionalmente a esta, se entregaron otras LUP's con información relevante para que los operarios realizaran unos mantenimientos básicos en los equipos, principalmente en aquellos casos que representaban un problema común en las líneas de producción como son el caso de los errores de alto voltaje, lavado de los cabezales en los equipos CIJ y limpieza de lentes en los equipos LÁSER, e esta manera se buscó atacar estos problemas mediante la integración de la parte operativa en las labores de mantenimiento.

PLANES DE MANTENIMIENTO Y DEMÁS DOCUMENTACIÓN NECESARIA EN LA ESTRUCTURACIÓN DEL TPM EN PREBEL S.A.S

Con la información que se describió anteriormente acerca de los daños más comunes en los equipos y con el tiempo de contrato que se presenta en la tabla I, el cual es de 80 horas al mes (equivalente a cumplir 20 horas por semana) se pudo planificar los cronogramas de mantenimiento preventivos para los 28 equipos CIJ y los 8 equipos LÁSER. Lo recomendable es que los mantenimientos de rutina se realicen al menos una vez al mes en cada uno de los equipos, por lo que se planificaron la intervención

semanal de como mínimo 9 equipos. En estos cronogramas no solo se establecen los tiempos de los mantenimientos y las revisiones de rutina de cada uno de los equipos, sino que también el tiempo tentativo del cambio de aquellos elementos que suelen tener un tiempo de vida útil, como son los núcleos de tinta o core. Para planificar estos cambios se fue tomando un registro de las horas de funcionamiento de los equipos en cada línea de producción donde se encuentran instalados y se contrastaron estos datos con las horas restantes del núcleo que el equipo presentaba. También se plantean los cambios de los filtros de los equipos, en especial de aquellos que están expuestos a material particulado como polvos y talcos. Normalmente estos equipos están protegidos con un grado de IP55, pero para casos especiales como los descritos anteriormente, se cambian estos filtros por un grado IP65.

Para el caso de los equipos LÁSER, su mantenimiento se basa en la limpieza tanto de los lentes como de los filtros que protegen al equipo los cuales se deben hacer de forma semanal y trimestral. Anualmente se establece la medición de potencia del LÁSER mediante un instrumento especializado para esta tarea, con el fin de observar que el equipo mantiene los estándares establecidos por el fabricante.

Para la inspección de limpieza y estado de los equipos se diseñaron unas rutinas, las cuales los especialistas técnicos de MAPER pueden utilizar para declarar el estado del equipo. En el caso de los equipos CIJ se establecieron 28 puntos de inspección que van desde la revisión externa del equipo hasta las condiciones internas y configuraciones que posee el equipo. Al realizar esta tarea, el técnico especializado debe de reportar en un formato conocido como CIL (Calendario de inspección y limpieza) aquellos puntos que pasaron y los que no, y en caso tal describir cual es la anomalía.

Para tener un control en la parte administrativa, se anexó en el apartado del registro de defectos y planes de acción, un campo en el que se pueda informar sobre los repuestos que sean necesarios para realizar reparaciones, las fechas en que se reporta la necesidad de dicho repuesto y la fecha en que es aprobado y entregado por parte de la empresa. Mediante estos datos se espera reducir las pérdidas de tiempo que se generan a causa de diversos trámites relacionados con los despachos de los repuestos y/o equipos necesarios.

Por último, en cuanto al tema de seguridad, se ideó una tabla de registro semanal para tener un control sobre los implementos necesarios para realizar las labores de mantenimiento. De parte de MAPER se deben

entregar como protección mínima a los técnicos especialistas una serie de elementos, los cuales son:

- Guantes de latex
- Guantes dieléctricos
- Gafas de protección
- Tapa bocas
- Botas de protección con punta de platino
- Bata
- Herramienta necesaria para manipular los equipos
- Casco de protección (en ciertos casos)
- Demás implementos exigidos por la empresa contratista para el ingreso a planta

Estos implementos anteriormente descritos son necesarios ya que se está trabajando con químicos que son altamente corrosivos que pueden afectar la piel y expiden olores muy fuertes, hay manipulación de alto voltaje en algunos casos y debido al ingreso a planta, se está expuesto a accidentes debido a la circulación constante de cargamento de gran peso y volumen. El control realizado mediante el registro semanal es vital para el área de salud ocupacional de MAPER, ya que con este se va observando el uso que se le está dando a la dotación entregada por la empresa y además se puede prever los tiempos en que esta dotación debe ser cambiada.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados obtenidos durante las semanas de estudio y de visitas técnicas a los equipos VIDEOJET instalados en la empresa PREBEL S.A.S se recopilan en las tablas de Excel anexas (**TABLAS PREBEL.xls**). En dichas tablas, se presenta inicialmente un mapeo de los equipos presentes en planta. En este mapeo se recopila el sitio en que se encuentra el equipo, la línea en la que trabaja, el tipo de producto que se codifica, el material sobre el que se marca, la cantidad de productos por minuto que se marcan, las horas por año que este equipo trabajaría, las dimensiones del mensaje que marca el equipo, la tecnología de codificación, el serial del equipo, el código SAP con el que se puede identificar el equipo en planta, y la referencia de la tinta y del solvente con las que trabaja el equipo. Toda la información presente allí es sumamente importante, en especial los valores de la cantidad y las horas de trabajo por año del equipo, ya que con estos se pueden hacer las estimaciones de los cambios de Core, que

como se explica en la metodología, son elementos que se deben de reemplazar después de un cierto tiempo.

Lo importante de estos mapeos, es que permiten tener una idea clara de la ubicación y de la situación que presenta cada equipo dentro de la planta de producción, y así poder elaborar los cronogramas de mantenimiento enfocándolos en la facilidad de movilidad de los técnicos especialistas que se encargaran de estas intervenciones. Todo esto ayuda a que las labores se puedan realizar de manera más ágil.

En la siguiente pestaña del Excel anexo, se observa como tal el plan de mantenimiento preventivo diseñado para los 28 equipos CIJ y los 8 equipos LÁSER. En él, se establece de que cada equipo instalado se revise al menos una vez al mes y tomando en cuenta las horas de contrato y la cantidad de equipos se determinó que por semana se revisen de 9 a 10 equipos. Como parte fundamental del pilar de mantenimiento planificado, es importante que los técnicos especialistas encargados de las revisiones correspondientes cumplan a cabalidad con el cronograma presentado para cada caso, con el fin de que no se presenten más paros de producción durante las 52 semanas del año que afectan enormemente la parte económica de la empresa PREBEL S.A.S.

El tiempo de los cambios de Core que se muestran en dicho cronograma, se establecen como un estimativo a partir de los datos de horas de funcionamientos anuales que se presenta en el mapeo y en los datos recolectados de tiempo restante de funcionamiento de los mismos registrados en la última semana del 2018. Debido a que estos cambios puedan presentarse antes o después de lo estipulado en el cronograma, se observa que se hace entrega de un formato de seguimiento de cambios, en el cual se irá registrando las horas restantes del Core de cada equipo para así poder tener un control total sobre este cambio que suele ser tan crítico en el funcionamiento continuo de cada equipo. Ignorar estos cronogramas llevará a que las probabilidades de falla en los equipos sean altas.

Se observa también la entrega de una rutina para cada tecnología (CIJ y LÁSER), en la cual se establecen los procedimientos a seguir en cada una de las inspecciones a realizar de manera mensual en cada equipo. Estas rutinas se elaboraron a raíz de las capacitaciones recibidas y de las experiencias vividas por cada técnico especialista de MAPER. Al

elaborarse mediante esta información, estas rutinas suelen ser simples y de fácil aplicación, lo que lleva a que el tiempo necesario para realizarlas sea relativamente corto, por lo tanto, deja un tiempo suficiente para abarcar cualquier anomalía o imprevisto que pueda llegar a presentarse. Este tiempo restante también puede ser utilizado en el cubrimiento de uno de los pilares fundamentales del TPM como es la capacitación de personal, ya que se requiere un compromiso total de toda la planta para que la implementación de este TPM se convierta en un caso exitoso. Respecto a lo anterior, junto a las tablas de Excel se entregan 3 documentos de capacitación conocidas como LUP como se hace mención en la metodología, para solucionar 3 problemas de carácter recurrente en la planta de PREBEL S.A.S (se enuncian estos documentos en el apartado **ANEXOS**).

Las inspecciones semanales establecidas en el cronograma de mantenimiento se registrarán en un formato conocido como CIL (Calendario de inspección y limpieza). Estos registros se vuelven importantes para el TPM, ya que permiten llevar un control de cada uno de los equipos y de los fallos con los que ellos cuentan y que pueden derivar en problemas mayores. Mediante estos datos recolectados se pueden tomar decisiones que se coordinarán entre las 2 empresas involucradas para intervenir en los momentos más indicados los equipos que requieran un mantenimiento correctivo (de ser el caso) sin que se vea afectada la producción. Toma también una gran importancia el registro de defectos y planes de acción, en el que adicionalmente se va a tener un control sobre los procesos administrativos.

Finalmente, el tema de seguridad es uno de los más importantes dentro de la implementación de un TPM ya que se está hablando del bienestar y de la integridad de los seres humanos involucrados en estos procesos, por lo que mantener un registro constante de los implementos que se requieren para la realización segura de las labores termina convirtiéndose en alto compromiso tanto para el técnico como para las empresas y sus áreas de salud ocupacional. Omitir este apartado puede resultar en algo catastrófico, ya que siempre se debe priorizar en todo momento la vida humana.

Todas estas tablas y registros que se entregan a PREBEL S.A.S como parte del proceso de estructuración y de implementación del TPM para equipos VIDEOJET en su planta de producción ubicada en Medellín, deben de

cumplirse a cabalidad, de manera que se pueda lograr alcanzar los 3 objetivos principales de este tipo de mantenimiento, cero fallos en los equipos, cero paros de producción y cero accidentes. Se requiere de un compromiso serio por cada una de las áreas existentes de la empresa (desde la parte operativa hasta los altos mandos directivos) de manera de que todo este proceso, que puede llevarse entre 3 a 4 años en su implementación, se convierta en un caso exitoso y se convierta además en un ejemplo para las distintas plantas de producción del país.

CONCLUSIONES

Se alcanzaron grandes aprendizajes en el manejo y en el mantenimiento de los equipos de codificación de VIDEOJET y en la forma en que estos se pueden llegar a verse afectados por los diversos ambientes presentes en los procesos de producción manufactureros.

Debe de existir un compromiso serio por parte de aquellas empresas que entren en un proceso de implementación de un TPM, ya que la clave principal del éxito de este tipo de mantenimiento radica en la participación activa de cada uno de los departamentos que componen la empresa.

Tanto MAPER como la empresa que esté en el proceso de implementación del TPM, deben usar en una constante comunicación para generar una retroalimentación de información de los eventos y acciones realizadas en los equipos de interés (equipos de VIDEOJET para este caso en cuestión), todo esto con el propósito de avanzar satisfactoriamente en dicho proceso de implementación y lograr resultados que no solo terminen siendo exitosos para la compañía, sino también para que se logre una aportación en la estructuración de futuros planes de mantenimiento.

En los 6 meses de práctica profesional realizados en MAPER, se alcanzaron importantes aportes al conocimiento de nuevos campos de acción, que aunque no tengan una gran afinidad con los estudios realizados en mi pregrado, entregaron un nuevo mar de posibilidades del cual no se tenía conocimiento alguno como es el caso de los procesos manufactureros y todo lo que esto conlleva, además del orden y de los estándares a seguir para que un producto parta desde su materia prima hasta convertirlo en algo que puede ser comercializado y entregado a los usuarios.

Visto bueno del asesor interno y asesor externo

Como asesor conozco la propuesta y avalo su contenido.

Nombre del asesor interno

Firma del asesor externo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Videojet, "Historia de Videojet Technologies, Más de 250 000 sistemas instalados", disponible en: <http://www.videojet.mx/mx/homepage/about-us/history.html>, 14 de Sep, 2018.
- [2] Videojet, "Codificadoras Inkjet", disponible en: <http://www.videojet.mx/mx/homepage/products/continuous-inkjet-printers.html>, 14 de Sep, 2018.
- [3] Videojet, "Codificadores para Marcaje Láser", disponible en: <http://www.videojet.mx/mx/homepage/products/LÁSER-marking-systems.html>, 14 de Sep, 2018.
- [4] Videojet, "Impresoras de Transferencia Térmica", disponible en: <http://www.videojet.mx/mx/homepage/products/thermal-transfer-overprinters.html>, 14 de Sep, 2018.
- [5] Videojet, "Codificadoras de Inyección Térmica de Tinta", disponible en: <http://www.videojet.mx/mx/homepage/products/thermal-ink-jet.html>, 14 de Sep, 2018.
- [6] Videojet, "Máquinas etiquetadoras e Impresoras para cajas", disponible en: <http://www.videojet.mx/mx/homepage/products/case-coding-printers.html>, 14 de Sep, 2018.
- [7] S. García, "¿Qué es TPM?", disponible en: <http://www.mantenimiento.renovetec.com/index.php/120-que-es-tpm>, 15 de Sep, 2018.
- [8] BS Grupo, "Los 8 pilares del TPM", disponible en: <https://bsgrupo.com/bs-campus/blog/Los-8-Pilares-del-TPM-1134>, 15 de Sep, 2018.
- [9] Videojet, "Biblioteca técnica", disponible en la carpeta drive de la empresa (carácter privado), 15 de Sep, 2018.
- [10] Videojet, "carpeta TPM", disponible en la carpeta drive de la empresa (carácter privado), 15 de Sep, 2018.

- [11] Giraldo. S, "Resumen Mantenimiento productivo total (TPM)", Universidad EAN, 15 de Ene, 2019.
- [12] Videojet, "curso técnico equipos serie 1000", disponible en la carpeta drive de la empresa (carácter privado), 15 de Sep, 2018.
- [13] Videojet, "Capacitación LÁSER", disponible en la carpeta drive de la empresa (carácter privado), 15 de Sep, 2018.

ANEXOS

- Documento de Excel "TABLAS TPM – PREBEL.xls"
- Documento en PDF "LUP configuración BOATO.pdf"
- Documento en PDF "LUP error de EHT.pdf"
- Documento en PDF "LUP limpieza de Lente LASER.pdf"