



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PRACTICA PROFESIONAL

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

ARIEL ANTONIO MEJIA REYES 21411011

ASESOR:

ORLANDO AGUILUZ

SAN PEDRO SULA

ENERO 2019

AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE GRADO.

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI)

San Pedro Sula

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Yo, Ariel Antonio Mejia Reyes, de San Pedro Sula, autor del trabajo de grado titulado: **PRACTICA PROFESIONAL, CARACOL KNITS**, presentado y aprobado en el año 2019, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniería en Mecatrónica, autorizo a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en las salas de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los XVII días del mes de marzo de dos mil diez y nueve.

Ariel Antonio Mejia Reyes

21411011

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecer a Dios, por mostrarse fiel en todo momento de mi vida, por ser un Dios que no me ha dejado de la mano en ningún momento de mi carrera universitaria, que, sin yo merecerlo, recibí siempre el ciento por uno de su parte, por ser alguien que no me ha puesto en el lugar que deseo, sino en el lugar que necesito.

Agradecer a mi papá, por su esfuerzo del día a día, para poder proveerme la mejor educación. A mi mamá por su dedicación para poder inculcarme valores morales de excelencia, tales como la responsabilidad, por inculcarme valores Cristianos, por su dedicación a lo largo de estos 22 años, por ser una mujer paciente y entregada a su familia.

A Kathleen, Lisbeth y José Manuel Reyes, por ser parte de mi crecimiento moral, por ser determinantes en momentos específicos de mi vida, tanto en la parte estudiantil como en mi vida personal.

A Orlando Reyes, por enseñarme siempre a respetar y apreciar el trabajo de los demás, y por enseñarme que el saludo no se le niega a nadie.

A Michelle Fernández, Diana Rápalo, Elsa Euceda, Glenia García, José Eulogio Martínez, Marcial Erazo, Julia Castillo, Ana Reynaud, Erika Salinas, Xiomara Paz, Miguel Reyes, catedráticos y colaboradores en Saint Peter's Academy, que fueron, son y serán ejemplos a seguir para mí durante toda mi vida profesional y personal.

Agradecimientos especiales a los ingenieros Jared Ocampo y Ricardo Maldonado. A la doctora en química y farmacia Osiris Chessman, al doctor Corrocher de la Universidad Politécnica de Valencia.

A Nadya, Bryan, Neisy, Gerardo, Marcelo, Elio, Alvin, Marlon, Diego, Henry Murillo y a todo el equipo de Caracol Knits, por haberme brindado su confianza y su apoyo para la implementación del presente proyecto de graduación.

ÍNDICE

| | | |
|------|--|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 12 |
| II. | GENERALIDADES DE LA EMPRESA | 13 |
| | 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA | 13 |
| | 2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO | 14 |
| | 2.3 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA..... | 14 |
| | 2.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN | 16 |
| | 2.5 OBJETIVOS..... | 17 |
| | 2.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS | 17 |
| III. | MARCO TEÓRICO | 18 |
| | 3.1 EAM..... | 18 |
| | 3.1.1 Planeación de OT | 20 |
| | 3.1.2 Ordenes de trabajo..... | 23 |
| | 3.1.3 Equipos | 25 |
| | 3.1.4 Plan de tareas..... | 26 |
| | 3.2 Mantenimiento | 28 |
| | 3.2.1 Mantenimiento correctivo | 28 |
| | 3.2.2 Mantenimiento preventivo..... | 29 |
| | 3.2.3 Mantenimiento predictivo..... | 30 |
| | 3.2.4 CONCEPTOS ASOCIADOS AL MANTENIMIENTO. FIABILIDAD..... | 31 |
| | 3.2.5 Evolución de la tasa de fallos a lo largo del tiempo..... | 32 |
| | 3.2.6 Tiempo medio entre fallos (MTBF) | 33 |
| | 3.2.7 Tiempo medio hasta la avería (MTTF)..... | 33 |
| | 3.2.8 CONCEPTOS ASOCIADOS AL MANTENIMIENTO. MANTENIBILIDAD | 34 |
| | 3.3 Políticas de Mantenimiento: Preventivo y Correctivo | 35 |
| | 3.3.1. Reparación o sustitución a intervalo fijo antes del fallo | 35 |

| | |
|---|----|
| 3.3.3. Mantenimiento de oportunidad | 37 |
| 3.3.4. Operación hasta fallo y mantenimiento correctivo | 37 |
| 3.3.5. Mantenimiento modificativo | 38 |
| IV. METODOLOGÍA | 39 |
| 4.1 Variables de investigación | 39 |
| 4.2 Fuentes de investigación | 39 |
| 4.2.1 Método y enfoque | 39 |
| 4.3 Cronograma de actividades | 41 |
| V. Resultados y análisis | 42 |
| 5.1 Análisis | 42 |
| 5.1.1. Lecturas erróneas de horómetros | 42 |
| 5.1.2. Resultados de procedimiento de lecturas erróneas de horómetros | 43 |
| 5.1.3 Lanzamiento de OT de activos retirados. | 45 |
| 5.1.4 Inventario desactualizado..... | 46 |
| 5.1.5 Resultados de inventario desactualizado y lanzamiento de OT de activos retirados. ... | 47 |
| 5.1.6 Cierre de flujo de trabajo tardío | 48 |
| VI. Conclusiones | 49 |
| VII. Recomendaciones | 50 |
| 7.1 Hacia la empresa | 50 |
| 7.2 Hacia la universidad | 50 |
| VIII. Bibliografía | 51 |

Tabla de Ilustraciones

| | |
|---|----|
| Ilustración 1: Pantalla Inicial EAM 1..... | 19 |
| Ilustración 2: Pestaña de trabajo 2 | 20 |
| Ilustración 3: Vista de programación MP3..... | 21 |
| Ilustración 4: Plan de tareas 4..... | 22 |
| Ilustración 5: Programación de OT 5 | 24 |
| Ilustración 6: Pestaña de equipo 6 | 26 |
| Ilustración 7: Plataforma de plan de tareas 7 | 27 |
| Ilustración 8: Código de mantenimiento 8..... | 43 |
| Ilustración 9: Formato de horómetros 9..... | 44 |

RESUMEN EJECUTIVO

Caracol Knits es una empresa de alto prestigio, con sede en Potrerillos, Cortés, que inicia operaciones en marzo del 2001, convirtiéndose con los años en líder del mercado regional, produciendo insumos de calidad para abastecer las plantas de costura, con Fruit of the Loom como uno de sus clientes. Fruit of the Loom (FOL) es una empresa con distintas plantas alrededor del globo, con sede en Kentucky, Estados Unidos. Caracol knits está dividido en plantas las cuales son:

- Caracol knits
- Coral knits
- PPA
- Biomasa

De estas plantas Caracol y Coral Knits, están dedicadas al tratamiento de materia prima y producción. Entre los procesos que se realizan en estas plantas están:

- Tejido
- Teñido
- Secado y compactado
- Corte y costura
- Rotary printing

Caracol knits como empresa tiene como misión convertirse en líder mundial de la industria textil y sus servicios relacionados, por medio de crear valor agregado a sus clientes, formando y manteniendo relaciones y alianzas de largo plazo con los proveedores, atrayendo e integrando en equipos de alto desempeño a la mejor gente que puedan ser contratados dentro de una estructura organizacional plana, proveyendo productos y servicios de alta calidad a bajos costos, cumpliendo las metas financieras y de rentabilidad.

Glosario

1. **Activo:** equipo utilizado para realizar alguna actividad.
2. **Gestión de mantenimiento:** proceso que garantiza la continuidad operativa, evitando rupturas en el proceso por averías de máquinas y equipos.
3. **Interfaz:** Conexión, física o lógica, entre una computadora y el usuario, un dispositivo periférico o un enlace de comunicaciones.
4. **Mantenimiento preventivo:** es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad.
5. **Mantenimiento predictivo:** es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle.
6. **Módulo:** Pieza o conjunto unitario de piezas que se repiten en una construcción de cualquier tipo, para hacerla más fácil, regular y económica.

I. INTRODUCCIÓN

El departamento de Material Handling (MH) o Sistemas Auxiliares, es el departamento encargado de proveer al resto de departamentos equipos como:

- Sorgeteadoras
- Montacargas eléctricos
- Montacargas de combustión
- Carros Husky

Estos equipos trabajan con medidores físicos, los cuales llevan las horas de trabajo del activo, con el fin que el técnico en campo semanalmente actualice las horas, este proceso lleva un flujo, el técnico actualiza las horas del activo en papel físico, y pasa a un Clerk, quien actualiza las horas en el sistema EAM, pasando finalmente al planeador, quien programa las Ordenes de Trabajo, terminando en la ejecución de un Mantenimiento Preventivo, con el fin de evitar paros no programados en el activo.

El problema actual que se presenta en el área es la falta de realización de los Planes de Mantenimiento (PM), dando como resultado que no se han realizado Mantenimiento Preventivos (MP) en los distintos departamentos de ambas plantas.

Se ha descubierto que varias OT tienen pendiente cerrar su flujo de trabajo, mientras una OT no llegue al estado cerrado, el cual es el final del flujo, no se puede lanzar ninguna OT que este pendiente.

Temporalmente se trabaja la situación de las OT sin flujo de trabajo cerrado, con una relación directa entre Clerk y jefe de mantenimiento de Material Handling, dado que el encargado de cerrar dichas ordenes es el jefe de mantenimiento. El proceso es, semanalmente al momento de recibir el Clerk la hoja de horas actualizada debe corroborar que el flujo de trabajo se haya cerrado correctamente, de no ser así, regresa la OT al jefe de mantenimiento para que el realice el debido proceso.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Caracol Knits es una empresa de alto prestigio, convirtiéndose con los años en líder del mercado regional, produciendo insumos de calidad para abastecer las plantas de costura, con Fruit of the Loom como uno de sus clientes.

Caracol knits está dividido en plantas las cuales son:

- Caracol knits
- Coral knits
- PTA
- Biomasa

De estas plantas Caracol y Coral Knits, están dedicadas al tratamiento de materia prima y producción. Entre los procesos que se realizan en estas plantas están:

- Tejido; departamento dividido en tela cruda y tejido, entre las máquinas tejedoras se encuentra las tejedoras mini y jumbo.
- Teñido; el departamento está dividido en tres departamentos, teñido donde se encuentran las máquinas teñidoras ecomaster, Gastón y mini; el departamento de calderas y el departamento de salmuera.
- Secado; departamento dividido en clases principales: vaporizadores, secadoras, printing, rotary y washers.
- Costura: el departamento de costura se divide en módulos, cada módulo posee de 4 a 5 máquinas cosedoras.
- Corte: el área de corte posee activos tales como: Lectra Vector 7000, FA280, Morgan Cutter, Euro Collarette, FK.

- Despacho: área donde termina el proceso de corte, actualmente posee 10 empacadoras Lantex.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

Caracol Knits se divide actualmente en cuatro jerarquías principales los cuales son:

- Compras
- Mantenimiento
- Producción
- Planeación de mantenimiento

Planeación de mantenimiento es el departamento que actualmente se encarga de ejecutar los planes preventivos de los departamentos de producción, también se encarga de programar los mantenimientos correctivos. Consta de un equipo de seis planeadores correspondientes a los departamentos de:

- Acabado
- Teñido
- Tejido
- Corte y costura
- Edificios
- Material Handling

2.3 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Como se mencionó anteriormente, el departamento de Material Handling (MH) es el departamento encargado de proveer al resto de departamentos equipos como:

- Sorgeteadoras
- Montacargas eléctricos
- Montacargas de combustión

- Carros Husky
- Carros de golf

Material Handling se compone de dos departamentos secundarios, los cuales son:

- Sistemas auxiliares; teniendo en el área los servicios generales, tales como extintores contra incendios, servicio de bomberos, purificación de agua, etc.
- Taller de electrónica; es el área designada para verificación de falla en motores, análisis de corriente, por medio de los equipos que se encuentran en el laboratorio como el fluke 730, el cual es un analizador de corriente y osciloscopio.

El problema que actualmente percibe el departamento de Material Handling es la falta de mantenimientos preventivos en distintos departamentos, dado al cambio de sistema, se perdió el seguimiento de MP, provocando fallos en el seguimiento de los activos, estos fallos se ven reflejados en la transcripción de los horómetros de un sistema a otro. También, en los últimos dos años el departamento de Material Handling, no ha tenido la debida planeación, considerando que los planes de mantenimiento poseen activos que están fuera de servicio. Un activo puede tener cuatro estados:

- Idle (fuera de servicio)
- Instalado
- Retirado
- Bodega

Tomando en cuenta lo anterior, el presupuesto del departamento se está invirtiendo de manera errónea, dado que, al momento de generar el estado de resultados y el cierre anual, los valores serian negativos, por la razón que el presupuesto va dirigido a activos en estado idle o en bodega.

La falta de los mantenimientos preventivos ha dado causa a la generación de diversas Ordenes de Trabajo (OT) por mantenimientos correctivos.

El actual problema tiene posibles causas, entre ellas están:

- Discrepancia de horas (HUR) en el sistema, considerando que, las ordenes de trabajo no se lanzan en el tiempo estipulado, se puede considerar una discrepancia entre las horas que el técnico anota en papel y las horas que ingresa el Clerk.

- Configuración errónea en Programación de MP, continuando con el problema de lanzamiento de órdenes, una mala configuración en la programación puede llevar bien a un retraso en el lanzamiento de las OT o bien que las OT no lleguen a lanzarse de manera automática. Causas por las cuales la configuración puede ser errónea son: clase de OT incorrecto, tiempo de duración, el tipo de MP si es variable, duplicado o fijo, error en los valores de ventana próxima y ventana de emisión.

- Retraso en el flujo de OT, otra posible causa de retraso en el lanzamiento de MP, es el cierre de la OT, el flujo consta de varios pasos, los cuales son:
 1. Lanzamiento
 2. Programación
 3. Trabajo Terminado
 4. Recibido
 5. Cerrado

2.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo rastrear las OT de MP más atrasados?

¿Qué se debe hacer para llevar los MP al día?

¿Se debe considerar un cambio en la frecuencia de los MP?

2.5 OBJETIVOS

Desarrollar un sistema de gestión adecuado para resolver el problema actual que se presenta en el departamento de Material Handling mediante la herramienta EAM Infor

2.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Generar OT para realizar mantenimientos preventivos a los equipos pendientes de realizar.

Realizar levantamiento de inventario y clasificarlos por estado de los activos.

Realizar mantenimientos preventivos según la hora de vencimiento de cada horometro.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 EAM

La plataforma Infor EAM es el software de gestión de activos clave que ayuda a digitalizar y optimizar las operaciones de mantenimiento para alcanzar una alta eficiencia con lo que respecta al área de mantenimiento. La plataforma permite al usuario, primero que nada, registrar inventario de activos, y dar seguimiento a sus respectivos mantenimientos.

El análisis de falla es un examen sistemático para determinar la causa raíz de la falla. (Mora,2012).

Los mantenimientos en esta plataforma se pueden realizar de manera por vencimiento de horómetro o vencimiento por fecha. El horómetro es el elemento anexado al activo, el cual toma las horas de trabajo de la máquina. Alguno de los activos que funcionan con horómetros son:

- Teñidoras Gastón County, del área de Teñido-BD.
- Carros eléctricos, del área de Material Handling-MH.
- Monfort, del área de Acabado- FN

La plataforma inicial de Infor EAM contiene 7 pestañas, las cuales contienen: trabajo, vistas, materiales, equipos, operaciones, administración, reportes.

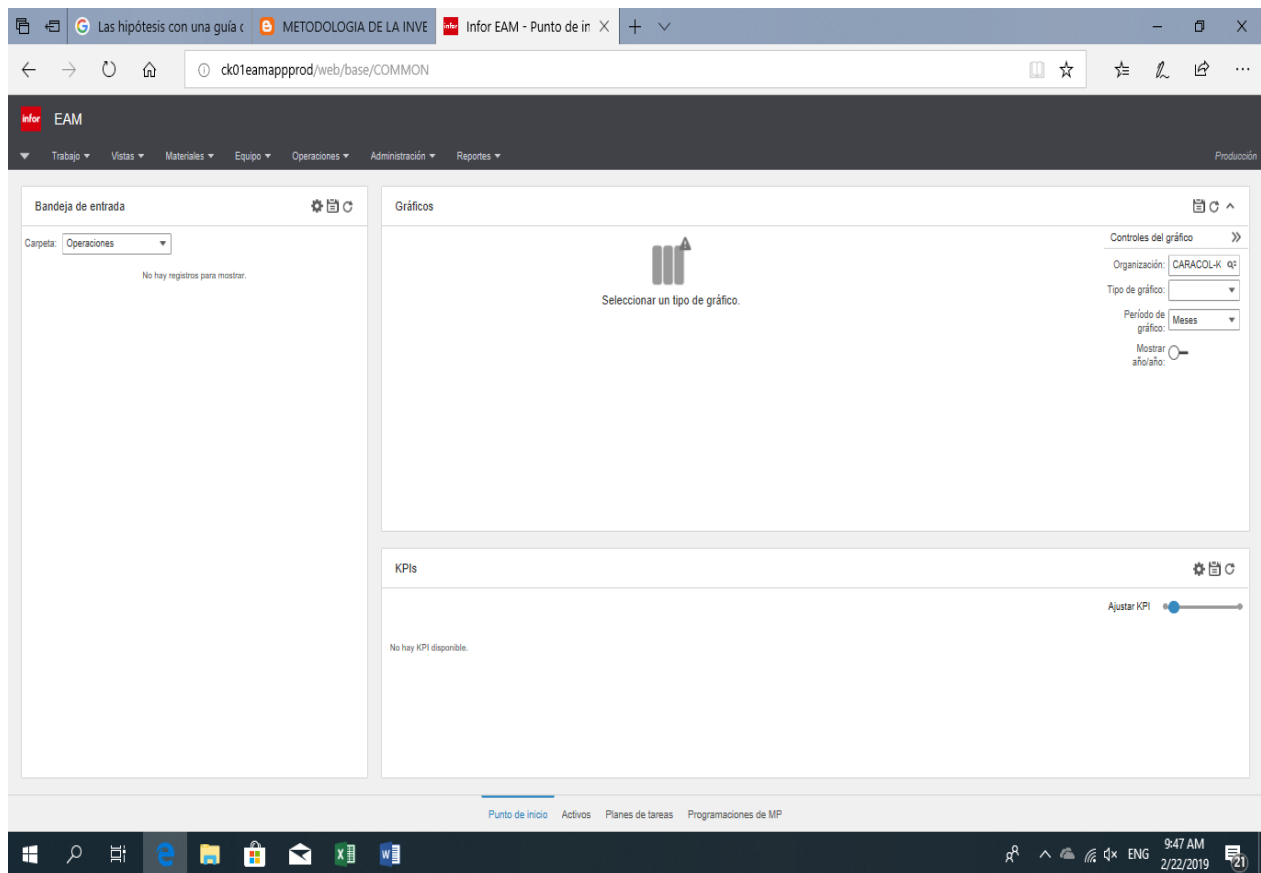


Ilustración 1: Pantalla Inicial EAM 1

Fuente: Caracol Knits, 2019

En la pestaña de trabajo se encuentran diversas opciones, dentro de las cuales los principales elementos a tomar en consideración son:

- Planificación de OT
- Solicitudes de trabajo
- Ordenes de trabajo
- Cierre rápido de OT
- Procesar

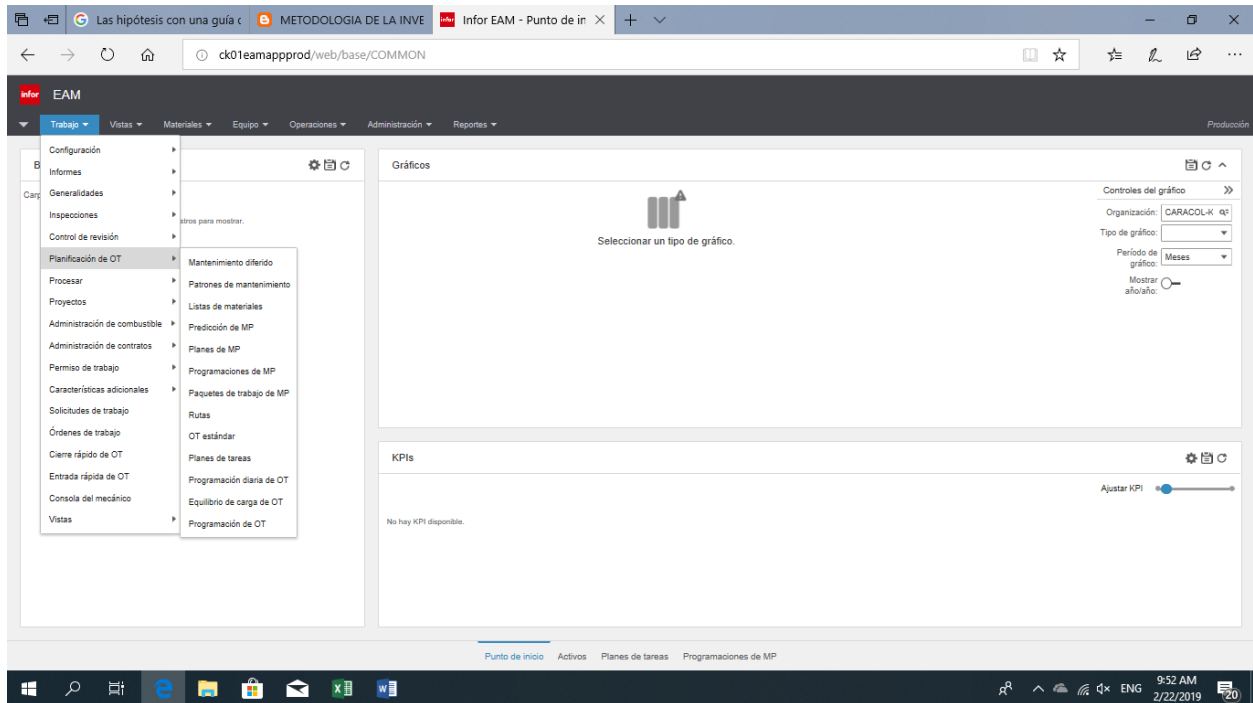


Ilustración 2: Pestaña de trabajo 2

Fuente: Caracol Knits, 2019

3.1.1 Planeación de OT

En la cascada de Planeación de OT, encontramos la lista de materiales, planes de MP, programación de MP, ruta y programación de OT. Para una mayor explicación de la plataforma, el orden de explicación de la cascada de Planificación de OT será empezando por programación de MP, planes de MP, lista de materiales y programación de OT.

Primero que nada, en programación de MP, es la pestaña en la que se generan los planes de mantenimiento, como se mencionó anteriormente, la frecuencia puede ser horaria (HUR) o diaria (D, W, M, Y). Perteneciendo a una frecuencia diaria:

- D; días.
- W; semanas.
- M; meses.
- Y; años.

Para el área de Material Handling, los montacargas eléctricos y de combustión tienen una programación de mantenimiento con frecuencia de tipo HUR, las cuales están programadas a: 250H, 2000H y 4000H.

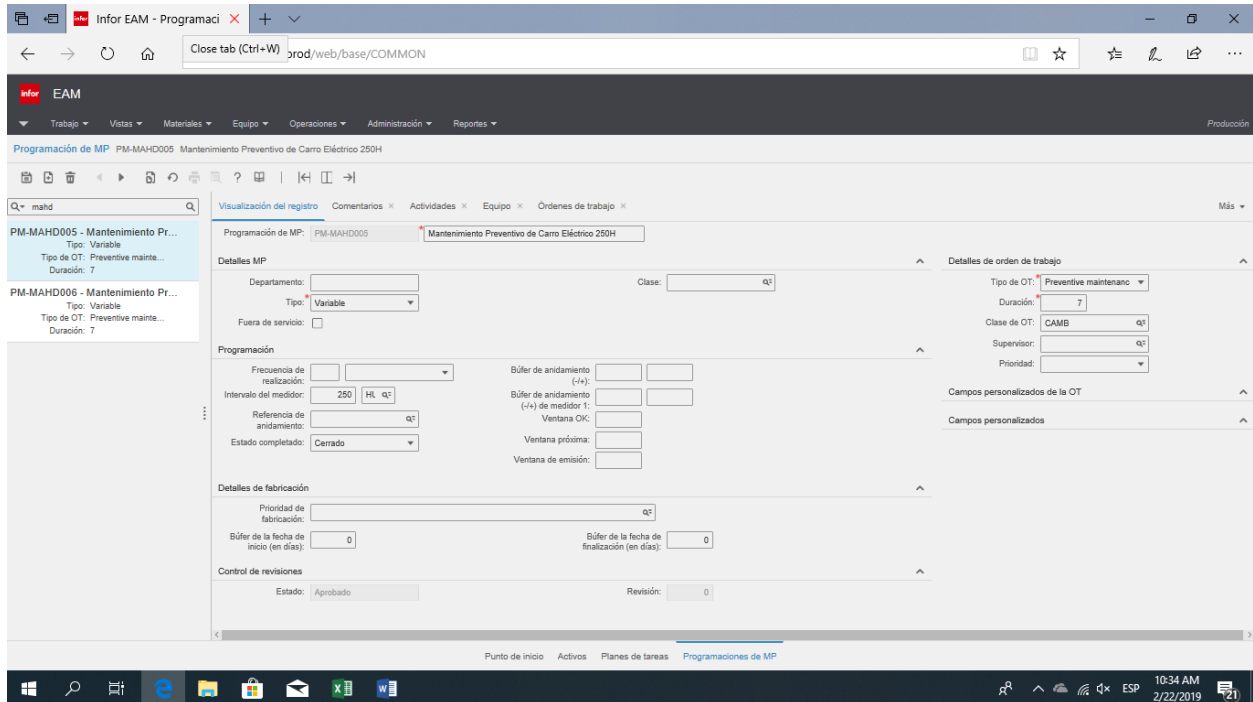


Ilustración 3: Vista de programación MP3

Fuente: Caracol Knits, 2019

En la visualización de registro, se pueden verificar los campos del intervalo de medidor, que pueden ser de tipo HUR o Diario, tipo de OT, que pueden ser CAMBIO, INSPECCION, CORRECTIVO, PREVENTIVO, tipo, de los cuales pueden ser variable, fijo y duplicado.

Calidad y productividad (4a. ed.), Humberto Gutiérrez Pulido (2014, p.20)

La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema.

El tipo de programación más utilizados son los variables y el duplicado, ya que permiten seguimiento de orden y flexibilidad para realizar las tareas al asociado. El tipo variable es una frecuencia que permite al programado que, si la OT debe lanzarse cada 250H, se lanzara la orden de trabajo estando cerrada o no las ordenes de trabajo atrasadas, dando acumulación de trabajo.

Los tipos de orden que son de tipo duplicado son los tipos de OT que se lanzan hasta que la orden anterior termina su flujo.

Los planes de MP, son los planes específicos, anidados a una programación de MP, los planes están caracterizados por poseer las respectivas actividades correspondientes al activo.

Un ejemplo de un plan MP, sería BATT001, un plan correspondiente a nivelación de agua de batería, con una frecuencia semanal y ocupa un tiempo de media hora.

Teoría de autómatas programables y lenguajes formales, Enrique Alfonseca Cubero (2007, p. 3)

Todos los problemas pueden resolverse mediante una máquina de Turing, se denominan problemas computables o problemas recursivamente numerables.

The screenshot displays the 'Plan de tareas' configuration page in the Infor EAM system. The browser address bar shows 'ck01eamappprod/web/base/COMMON'. The page title is 'Plan de tareas BATT001-1W Nivelación de Agua a Batería'. The main content area is divided into several sections:

- Detalles del plan de la tarea:** Includes fields for 'Departamento', 'Tipo', 'Clase', 'Tipo de equipo', 'Clase de equipo', 'Lista de materiales', 'Fuera de servicio', 'Ocupación' (ELEC), 'Múltiples ocupaciones', 'Horas estimadas de actividad' (8), and 'Personas necesarias' (1).
- Seguimiento de la lista de comprobación:** Includes 'Descripción de la orden de trabajo' (Nivelación de Agua a Batería), 'Tipo de OT' (Mantenimiento Prevent), 'Clase de OT' (INSP), 'Estado de OT', and 'Prioridad de la OT'.
- Control de lista de comprobación:** Includes 'Lista de comprobación activa', 'Realizado por obligación', and 'Revisado por es obligatorio'.
- Control de revisiones:** Includes 'Estado de revisión' (Aprobado) and 'Revisión' (0).
- Campos definidos por el usuario:** Includes four input fields for user-defined fields for users 03, 02, 05, and 04.

The bottom of the page shows a navigation bar with 'Planes de MP', 'Activos', 'Planes de tareas', and 'Programaciones de MP'. The Windows taskbar at the bottom indicates the time is 10:50 AM on 2/22/2019.

Ilustración 4: Plan de tareas 4

Fuente: Caracol Knits, 2019

En la ilustración 4, se puede ver que las horas estimadas son 6, este se debe que en el plan se adjuntan 12 activos diarios para nivelación de agua. También de manera adjunta, cada plan de MP, posee sus instructivos, los cuales son los pasos que el asociado debe seguir para realizar la OT de la manera más ordenada posible.

Sistemas de control de gestión (12a. ed.), Robert N. Anthony , and Vijay Govindarajan (2008, p. 77)

El control administrativo es el proceso por el cual los administradores influyen en otros miembros de la organización para implantar estrategias.

Lista de materiales; son todos los materiales necesarios para la realización del mantenimiento preventivo, en caso de un carro eléctrico, necesita para un mantenimiento MP de 250H, solamente un FANT9000, que es una espuma limpiadora, para mantenimientos de 400H los elementos a utilizar son FANT9000 y ACEI0130, todos estos materiales van anexados a la OT que recibe el jefe de mantenimiento.

Cada uno de los departamentos que poseen carros eléctricos o de combustión deben hacer la respectiva requisición a compras para la adquisición de los materiales, el departamento de planeación solamente es responsable por la programación de las OT.

Del lado izquierdo se puede observar el número de orden de trabajo, con su respectivo activo, descripción de la actividad, etc. En la ilustración 5 se muestra una programación de OT para un asociado de turno normal, siguiendo el orden de los colores, el color verde muestra holgura, amarillo muestra holgura media, y el color rojo muestra sin holgura.

3.1.2 Ordenes de trabajo

Una vez habiendo corroborado que los programas de MP se lancen, el siguiente paso es realizar la programación de OT, primero que nada, la programación de OT es la plataforma donde se verifica la disponibilidad de turno del asociado, los asociados tienen cinco tipos de turno:

- Turno A; que trabaja Domingo, Martes, Jueves y Viernes.
- Turno B; que trabaja Lunes, Miércoles y Sábado.
- Turno C; al igual que el turno A, con la excepción que empieza por la noche y termina en la madrugada.
- Turno D; al igual que el turno B, con la misma norma del turno C.
- Turno N; turno normal de Lunes a Viernes de 7 am a 7pm.

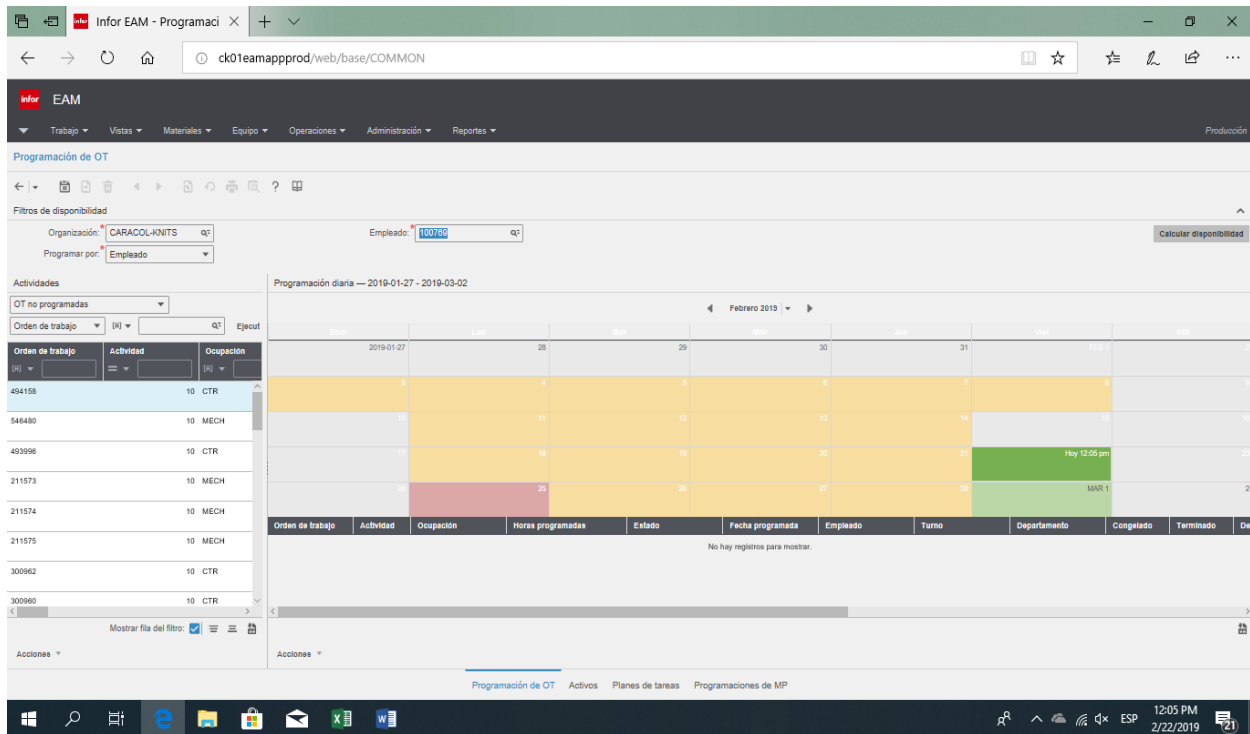


Ilustración 5: Programación de OT 5

Fuente: Caracol Knits, 2019

3.1.3 Equipos

En la pestaña de equipos, ubicar el activo, una vez se ubique el activo en la pantalla principal se visualizan las pestañas de:

- Visualización de registro: la cual es la página donde encontramos descripción del activo, a qué departamento pertenece, su propietario, datos generales como la ruta o qué tipo de frecuencia tiene.
- Eventos: es la página en la que se revisa la cantidad de eventos y la fecha de estos, los eventos son los mantenimientos preventivos lanzados al vencerse sus respectivos horómetros.
- Programaciones de MP: página donde el planeador puede revisar los planes de mantenimiento preventivo anidados a este activo, por ejemplo, un carro eléctrico con estado instalado en la página de visualización de registro debe tener en la página de programaciones MP dos planes: el plan de mantenimiento de 250H y el plan de mantenimiento de 2000H.
- Medidores: la página de medidor es para llevar la bitácora del trabajo que ha realizado el activo, para el área de MH se realiza un levantamiento de medidores de manera semanal, para ser ingresados en el sistema.

Los estados de falla son fallas funcionales porque ocurren cuando el activo no puede cumplir una función de acuerdo al parámetro de funcionamiento. (Moubray, 2000).

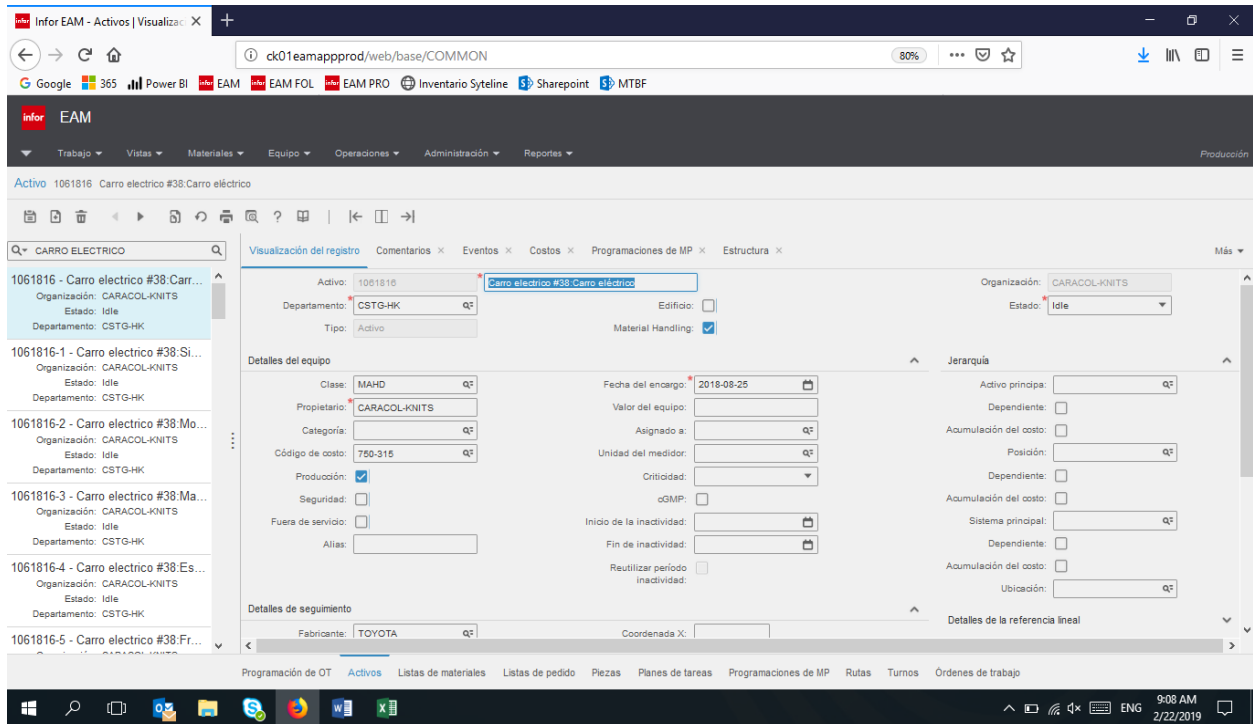


Ilustración 6: Pestaña de equipo 6

Fuente: Caracol Knits, 2019

3.1.4 Plan de tareas

El plan de tareas es la pestaña desarrollada para la correcta realización del mantenimiento preventivo, consta de dos pestañas adicionales las cuales son:

- Vista de registro
- Instrucciones

Análisis de sistemas: diseño y métodos (7a. ed.), Jeffrey L. Whitten , and Lonnie D. Bentley (2008, P. 76)

Se define el diseño de sistemas de información como las tareas que se enfocan en la especificación de una solución computarizada detallada.

En las cuales las instrucciones, son los respectivos pasos para seguir para realizar todo el mantenimiento, realizado con la ayuda del jefe de mantenimiento, el propósito de realizar el plan de tarea y llevarlo de la mano con el instructivo, es tener la maquina en óptimas condiciones para el momento de una auditoria, la estructura de un instructivo es:

- Parte eléctrica; se corrobora estado del cableado, que tenga su chill, que no haya cableado expuesto, conexión de variadores, etc.
- Parte mecánica; dependiendo de la maquina se revisa el mecanismo y el estado de los motores.
- Parte neumática; se buscan fugas de aire en las uniones.

PLC: automatización y control industrial, Pablo A. Daneri (2008, p.10)

Un sistema de control es un arreglo de componentes cuyo objetivo es comandar o regular la respuesta de una parte del proceso, conocida como planta sin que el operador intervenga en forma directa sobre sus elementos de salida.

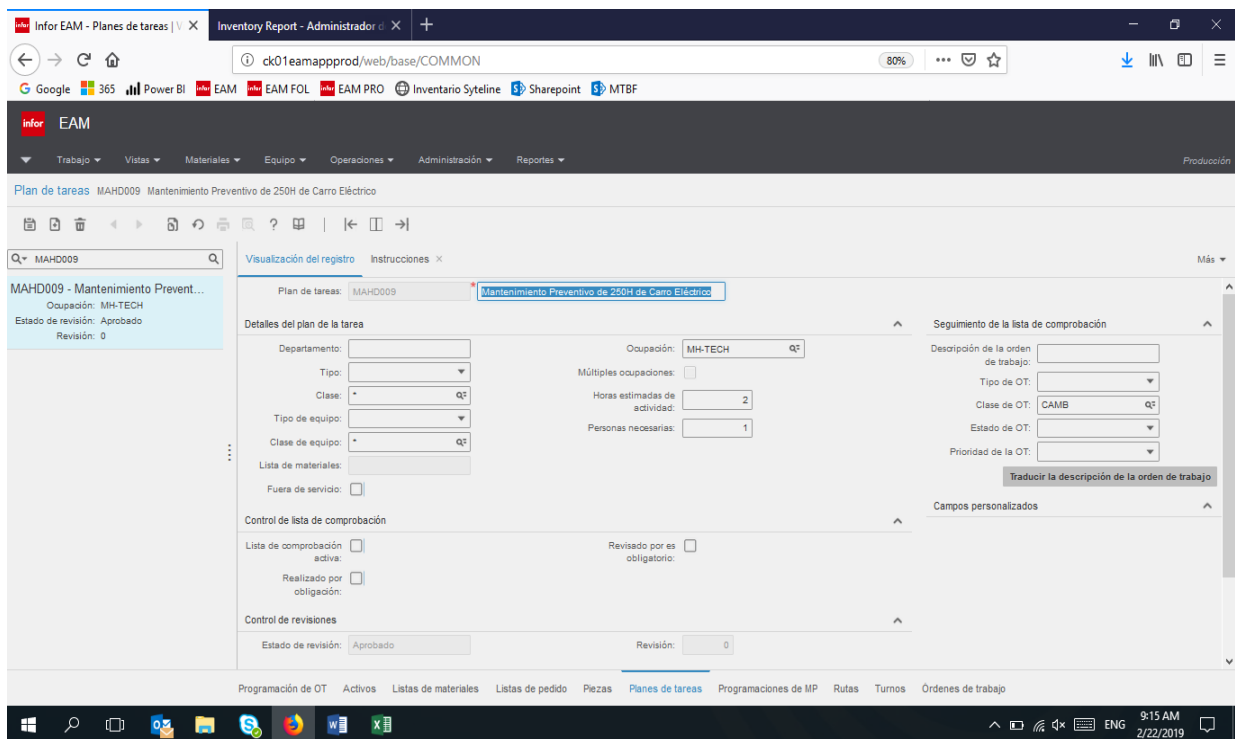


Ilustración 7: Plataforma de plan de tareas 7

Fuente: Caracol Knits, 2019

3.2 Mantenimiento

Actualmente existen variados sistemas para acometer el servicio de mantenimiento de los activos. Algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir los fallos. Los tipos de mantenimientos actuales son:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento productivo total

3.2.1 Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de actividades de reparación y sustitución de elementos deteriorados por repuestos que se realiza cuando aparece el fallo. Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente en componentes electrónicos o en los que es imposible predecir los fallos en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad.

Tiene como inconveniente, que el fallo puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete a una mayor exigencia el activo.

Análisis y planeación de la calidad. Gryana, Frank M. (2007, p.137)

El costo de ciclo de vida puede definirse como el costo total de la compra para el usuario; uso y mantenimiento de un producto durante la vida del mismo.

3.2.2 Mantenimiento preventivo

Es el conjunto de actividades programadas de antemano, tales como inspecciones regulares, pruebas, reparaciones, etc. Encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos de un sistema. Las desventajas que presenta este sistema son:

- *Cambios innecesarios*: al alcanzarse la vida útil de un componente se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. En otros casos, ya con el equipo desmontado, se observa la necesidad de aprovechar, para realizar el reemplazo de los componentes en condiciones de baja calidad.
- *Problemas iniciales de operación*: cuando se realiza el desmontaje, la instalación de componentes nuevos se realiza, se montan y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.
- *Coste en inventarios*: el coste en inventarios sigue siendo alto, aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión.
- *Mano de obra*: se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para periodos cortos, a efectos de liberar el equipo para el servicio lo más rápido posible.
- *Mantenimiento no efectuado*: si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los periodos de intervención y se produce una degeneración del servicio.

Análisis y diseño de sistemas de información, James A. Senn (1992, p. 178)

Para determinar los requerimientos de sistemas, es necesario analizar los hechos que se tienen a la mano.

Por lo tanto, la planificación para la aplicación de este sistema consiste en:

- Definir en partes los elementos que serán objeto de mantenimiento.
- Establecer la vida útil de los mismos.
- Determinar los trabajos a realizar en cada caso.
- Agrupar los trabajos según época en que deberán efectuarse las intervenciones.

3.2.3 Mantenimiento predictivo

Es el conjunto de actividades de seguimiento y diagnóstico continuo monitorizado de un sistema, que permiten una intervención correctora inmediata como consecuencia de la detección de algún síntoma de fallo.

Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo (12a. ed.), Benjamin W. Niebel , and Andris Freivalds (2009, p. 18)

Las áreas del problema pueden definirse mediante la técnica de Pareto para explicar la concentración de la riqueza

El mantenimiento predictivo se basa en el hecho de que la mayoría de los fallos se producen lentamente, en algunos casos, arrojan indicios evidentes de un futuro fallo, bien a simple visto, o bien mediante la monitorización, es decir, mediante la elección y medición de los parámetros relevantes que representan un buen funcionamiento del equipo analizado.

Los parámetros pueden ser:

- Temperatura
- Presión
- Velocidad lineal
- Velocidad angular
- Resistencia eléctrica
- Vibración e interferencia
- Rigidez dieléctrica
- Viscosidad
- Humedad
- Cenizas de aceite

Este sistema tiene la ventaja de que el seguimiento nos permite contar con un registro de la historia del activo, sumamente útil ante fallos repetitivos, puede programarse la reparación en algunos casos, junto con el paro programado del equipo y de esta manera se reducen las intervenciones de la mano de obra en mantenimiento.

3.2.4 CONCEPTOS ASOCIADOS AL MANTENIMIENTO. FIABILIDAD

La fiabilidad se define como la probabilidad de que un bien funcione adecuadamente durante un período determinado bajo condiciones operativas específicas, por ejemplo, condiciones de presión, temperatura, velocidad, tensión o forma de una onda eléctrica, nivel de vibraciones, etc.

Se define la variable aleatoria T como la vida del bien o componente. Se supone que T tiene una función $F(t)$ de distribución acumulada expresada por:

$$f(t) = P(T \leq t)$$

Además, existe la función $f(t)$ de densidad de probabilidades expresada por la ecuación:

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt}$$

La función de fiabilidad $R(t)$, también llamada función de supervivencia se define como:

$$R(t) = P(T > t) = 1 - F(t)$$

En otras palabras, $R(t)$ es la probabilidad de que un componente nuevo sobreviva más del tiempo t . Por lo tanto, $F(t)$ es la probabilidad de que un componente nuevo no sobreviva más del tiempo t .

3.2.5 Evolución de la tasa de fallos a lo largo del tiempo.

La duración de la vida de un equipo se puede dividir en tres periodos diferentes:

I.- Juventud. Zona de mortandad infantil.

El fallo se produce inmediatamente o al cabo de muy poco tiempo de la puesta en funcionamiento, como consecuencia de:

- Errores de diseño
- Defectos de fabricación o montaje
- Ajuste difícil, que es preciso revisar en las condiciones reales de funcionamiento hasta dar con la puesta a punto deseada.

II.- Madurez. Periodo de vida útil.

Periodo de vida útil en el que se producen fallos de carácter aleatorio. Es el periodo de mayor duración, en el que se suelen estudiar los sistemas, ya que se supone que se reemplazan antes de que alcancen el periodo de envejecimiento.

III.- Envejecimiento

Corresponde al agotamiento, al cabo de un cierto tiempo, de algún elemento que se consume o deteriora constantemente durante el funcionamiento.

3.2.6 Tiempo medio entre fallos (MTBF)

En la práctica, la fiabilidad se mide como el tiempo medio entre ciclos de mantenimiento o el tiempo medio entre dos fallos consecutivos (Mean Time Between Failures; MTBF).

Por ejemplo, si disponemos de un producto de N componentes operando durante un periodo de tiempo T, y suponemos que en este periodo han fallado varios componentes (algunos en varias ocasiones), para este caso el componente i-ésimo habrá tenido n_i averías, luego el número medio de averías para el producto será:

$$\bar{n} = \sum_{i=0}^N \frac{n_i}{N}$$

Siendo el MTBF el cociente entre T y \bar{n} , es decir:

$$MTBF = \frac{T}{\bar{n}}$$

3.2.7 Tiempo medio hasta la avería (MTTF)

El tiempo medio hasta la avería (Mean Time To Failure; MTTF), es otro de los parámetros utilizados, junto con la tasa de fallos $\lambda(t)$ para especificar la calidad de un componente o de un sistema.

Por ejemplo, si se ensayan N elementos idénticos desde el instante $t=0$, y se miden los tiempos de funcionamiento de cada uno hasta que se produzca alguna avería. Entonces el MTTF será la media de los tiempos t_i medidos, es decir:

$$MTTF = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N}$$

3.2.8 CONCEPTOS ASOCIADOS AL MANTENIMIENTO. MANTENIBILIDAD

La mantenibilidad es una característica inherente a un elemento, asociada a su capacidad de ser recuperado para el servicio cuando se realiza la tarea de mantenimiento necesaria según se especifica.

Así, la mantenibilidad podría ser expresada cuantitativamente, mediante el tiempo T empleado en realizar la tarea de mantenimiento especificada en el elemento que se considera, con los recursos de apoyo especificados. Intervienen en la ejecución de estas tareas tres factores:

- Factores personales: Habilidad, motivación, experiencia, capacidad física, etc.
- Factores condicionales: Representan la influencia del entorno operativo y las consecuencias que ha producido el fallo en la condición física, geometría y forma del elemento en recuperación.
- El entorno: Temperatura, humedad, ruido, iluminación, vibración, momento del día, viento, etc. Consecuentemente, la naturaleza del parámetro T para la tarea de mantenimiento también depende de la variabilidad de estos parámetros.

$$T = f(\text{factores personales, condicionales y ambientales})$$

Ante esta situación, el único camino posible en el análisis de mantenibilidad es recurrir a la teoría de probabilidades. Existe cierto paralelismo entre el estudio estadístico de la fiabilidad y el de la mantenibilidad.

- La variable aleatoria en el tiempo es "la duración de la intervención"
- La densidad de probabilidad del tiempo de reparación se llama $g(t)$
- La función Mantenibilidad $M(t)$ es la probabilidad de reparación de una duración $T < t$

$$M(t) = P(T \leq t)$$

$\mu(t)$ es la función de tasa de reparación y es igual a:

$$\mu(t) = \frac{g(t)}{1 - M(t)}$$

3.3 Políticas de Mantenimiento: Preventivo y Correctivo

Para cada equipo de una planta pueden formularse varias políticas de mantenimiento, individualmente o en combinación. La suma racional de tales políticas especificadas, para el total de la planta, constituye el plan de mantenimiento.

Las acciones que pueden llevarse a cabo antes de producirse el fallo serán preventivas. Las que se lleven a cabo después, correctivas. Debido a que, por definición, las acciones de mantenimiento preventivo son determinísticas, pueden ser programadas y realizadas generalmente por separado, según un programa de mantenimiento preventivo.

Debido a la naturaleza probabilística del fallo, y la incertidumbre que rodea a la toma de decisiones en mantenimiento correctivo, éste no puede ser programado. Sin embargo, para unidades críticas resulta esencial que las líneas maestras del mantenimiento correctivo están formuladas para poder llevar a cabo la toma de decisiones después del fallo. Para poder planificar el mantenimiento es necesario conocer las diferentes políticas de trabajo que se pueden seguir para realizar dicho mantenimiento.

3.3.1. Reparación o sustitución a intervalo fijo antes del fallo

Esta política será efectiva sólo cuando el modelo de fallo del elemento dependa claramente del tiempo, esperándose que el elemento se agote en el intervalo de vida de la unidad y cuando los costes totales (directos e indirectos) de su sustitución sean mucho menores que los de fallo y reparación. Es decir, cuando el elemento pueda ser clasificado como de fácil sustitución.

Esta política no es apropiada para equipos de difícil sustitución porque:

- Cuanto más complicado sea el elemento, menor posibilidad habrá de que su patrón de fallo dependa claramente del tiempo.
- Los elementos complejos son caros de sustituir o reparar y además muestran posteriores problemas de "mantenimiento por manipulación".

3.3.2. Mantenimiento según condición

El momento oportuno para llevar a cabo el mantenimiento correctivo se debe determinar monitorizando alguna condición, aunque no siempre es fácil encontrar un parámetro fácilmente monitorizable que muestre el deterioro del equipo.

En el caso de que sí se pueda, se reduce, o incluso se elimina, el factor probabilístico en la predicción del fallo, maximizándose la vida del elemento y minimizándose las consecuencias del fallo. Sin embargo, el mantenimiento basado en el estado o condición puede ser costoso en tiempo e instrumentación.

La conveniencia de esta política y su periodicidad dependerá de las características de deterioro del equipo estudiado y de los costes que éste implica. En el extremo más simple, los equipos de fácil sustitución, como puede ser una pastilla de freno, pueden comprobarse a intervalos cortos y con poco coste.

En el extremo contrario, los equipos de difícil sustitución, por ejemplo, un motor, pueden requerir un desmontaje completo para su inspección visual, pero con este tipo de equipos se pueden utilizar técnicas de monitorización de vibraciones, pulsos de choque, análisis de aceite, termografías. El alto coste de instrumentación se justificará por los elevados costes de reparación o por las pérdidas de indisponibilidad.

3.3.3. Mantenimiento de oportunidad

Este término se aplica a acciones de mantenimiento realizadas después del fallo o durante reparaciones realizadas a intervalo fijo o según el estado, pero en otros elementos de aquéllos que eran la causa principal de su reparación. Esta política es la más apropiada para los elementos de difícil sustitución o en funcionamiento continuo, con altos costes de parada y/o de indisponibilidad.

3.3.4. Operación hasta fallo y mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo no sólo aparece cuando un elemento falla, sino también cuando es indicado por criterio basado en la condición. La tarea básica es establecer la forma más económica de restaurar la unidad a un estado aceptable.

Por ejemplo, para el fallo de un elemento de difícil sustitución las alternativas pueden ser las siguientes:

- Reparación in-situ: Desmontaje en el punto de operación y sustitución de los componentes defectuosos. Esto puede llevar a indisponibilidad de la unidad o de la planta.
- Sustitución del elemento completo: Por otro nuevo o reacondicionado. Esto minimiza la indisponibilidad. El elemento retirado puede ser reparado, reacondicionado o desechado en las instalaciones de mantenimiento. Muchos son los factores que influyen en la elección reparación-sustitución. Los más importantes son el coste de indisponibilidad, el tiempo de reparación comparado con el de sustitución, la disponibilidad y el coste de los recursos.

Todos estos factores están en continuo cambio, y esto, junto con las múltiples causas posibles de defecto y las múltiples posibilidades de reparación, hacen que el plan de mantenimiento correctivo sólo pueda proporcionar una guía para ayudar a la toma de decisión.

3.3.5. Mantenimiento modificativo

En contraste con las políticas anteriores, cuyo objetivo es minimizar los defectos del fallo, el mantenimiento modificativo intenta eliminar la causa del fallo. Claramente, esto implica una acción de ingeniería en vez de mantenimiento. pero habitualmente es responsabilidad del departamento de mantenimiento.

Es una política habitual en áreas de alto coste de mantenimiento que existen debido a su mal diseño o porque el equipamiento está siendo utilizado fuera de sus especificaciones de diseño.

IV. METODOLOGÍA

4.1 Variables de investigación

VARIABLES DEPENDIENTES:

- Programación de Planes MP.
- Lista de materiales.
- Activos al 100% en plataforma EAM.

VARIABLES INDEPENDIENTES:

- Lanzamiento de las ordenes en su respectivo vencimiento.
- Cierre de flujo de trabajo.

4.2 Fuentes de investigación

Las fuentes de información que anteceden el problema en Material Handling son limitadas, algunas fuentes de información son:

- Horómetros registrados en Excel
- Planes de mantenimiento registrados en Excel
- Últimos lanzamientos de horómetros en plataforma anterior a EAM.

4.2.1 Método y enfoque

Se entiende por métodos de investigación, aquellos procedimientos lógicos y rigurosos que siguen los investigadores para obtener conocimiento, debemos recordar que la palabra método también se puede definir como camino o ruta.

Toda investigación nace a partir de una situación observada o sentida, que genera una serie de inquietudes o preguntas que no se pueden responder de forma inmediata, sino que requiere establecer un proceso de desarrollo para dar solución.

Los tipos de enfoque más utilizados son:

- Método Inductivo: Parte de fenómenos particulares para llegar a generalizaciones. Esto se refiere a pasar de los resultados obtenidos de la observación y experimentación con elementos particulares a la formulación de hipótesis, principios y leyes de tipo general.
- Método Deductivo: Parte de Fenómenos generales para llegar a uno particular. Esto se refiere a la aplicación de principios, teorías y leyes a casos particulares.
- Método Analítico: Estudia las partes que conforman un todo, estableciendo sus relaciones de causa, naturaleza y efecto, va de lo concreto a lo abstracto.
- Método Sintético: Estudia las relaciones que establecen las partes para reconstruir un todo o unidad, a partir del reconocimiento y comprensión de dichas relaciones bajo la perspectiva de totalidad, va de lo abstracto a lo concreto.
- Método Científico: Procedimiento riguroso y lógico que permite la adquisición de conocimiento objetivo a partir de la explicación de fenómenos, de crear relaciones entre hechos y declarar leyes.

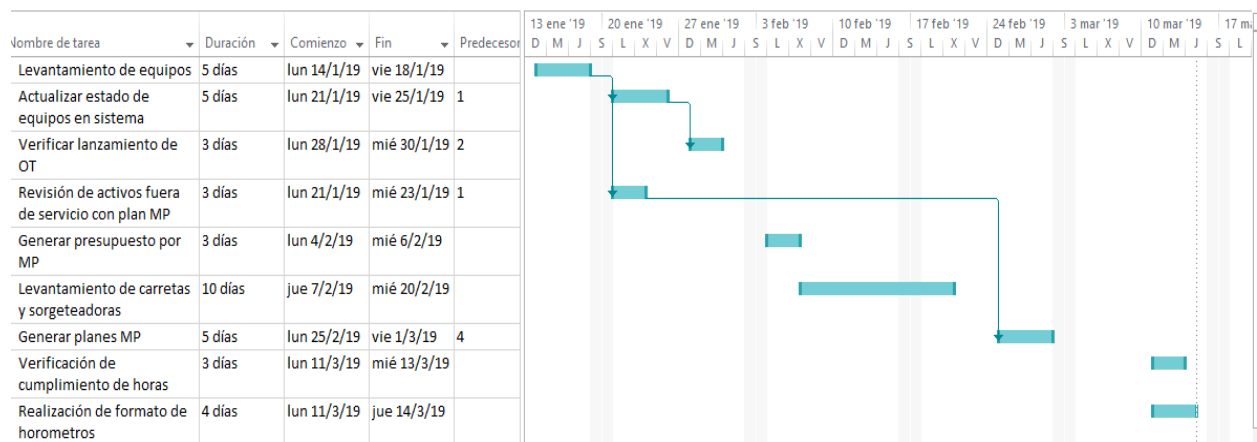
Respecto a la forma como se adquiere la información encontramos la siguiente clasificación:

- Enfoque Cuantitativo: Parte del estudio del análisis de datos numéricos, a través de la estadística, para dar solución a preguntas de investigación o para refutar o verificar una hipótesis.
- Enfoque Cualitativo: Parte del estudio de métodos de recolección de datos de tipo descriptivo y de observaciones para descubrir de manera discursiva categorías conceptuales.
- Enfoque Mixto: Consiste en la integración de los métodos cuantitativo y cualitativo, a partir de los elementos que integran la investigación.

Para la realización del proyecto de práctica profesional se emplearon los métodos:

- Método Sintético: ya que para entender las causas de la falla es necesario conocer el funcionamiento del sistema para determinar de manera contundente que causa el fallo en el no cumplimiento de los planes de mantenimiento.
- Método Científico: fue de suma importancia para determinar la causa del problema, ya que a su procedimiento riguroso se dio un mejor seguimiento a los acontecimientos ocurridos (órdenes que no debían lanzarse en su momento).

4.3 Cronograma de actividades



V. RESULTADOS Y ANALISIS

5.1 Análisis

Para la corrección en el área de Material Handling se generó un análisis profundo de las causas que podían causar el problema, como se mencionó en el capítulo II, las posibles causas pueden ser:

- Lecturas erróneas de horómetros.
- Lanzamiento de OT de activos retirados.
- Inventario desactualizado.
- Cierre de flujo de trabajo tardío.
- Planes de mantenimiento inexistentes o mal elaborados.

5.1.1. Lecturas erróneas de horómetros

Primero que nada, la primera posible causa que se debe analizar para determinar la causa raíz de la situación actual en MH, es revisar el trabajo realizado por el Clerk de la respectiva área. Para determinar las lecturas erróneas, se generó un plan de tareas de frecuencia semanal, con el propósito que los miércoles de cada semana, un técnico de MH, realice un levantamiento de horómetros, con el fin de revisar con el Clerk el levantamiento del técnico y así verificar:

- Lecturas erróneas
- Lecturas anormales
- Equipos ausentes

5.1.2. Resultados de procedimiento de lecturas erróneas de horómetros

El seguimiento del procedimiento dio resultados positivos, en cuanto al monitoreo de los datos registrados en el sistema, dado que se realizaron distintas actividades que agilizaron el proceso y en parte mejoraron la eficiencia del mantenimiento, como resultados y hallazgos se encontraron:

- Creación de plan MP para levantamiento general de horómetros (INSP-LFTK001): plan de mantenimiento creado con el fin que el técnico de turno de MH, realice el respectivo levantamiento de horómetros de los activos en estado instalado en el sistema.



The screenshot displays the 'Programación de MP' (MP Scheduling) interface for 'INSP-LFTK001 - Lectura de horometro'. The interface is organized into several sections:

- Detalles MP:** Includes fields for 'Departamento', 'Tipo' (set to 'Duplicado'), 'Fuera de servicio' (checkbox), and 'Clase' (set to 'qc').
- Programación:** Includes 'Frecuencia de realización' (set to '1 Semanas'), 'Intervalo del medidor' (set to 'qc'), 'Referencia de anidamiento' (set to 'qc'), 'Estado completado' (set to 'Cerrado'), 'Búfer de anidamiento (+)', 'Búfer de anidamiento (-/+)' de medidor 1, 'Ventana OK', 'Ventana próxima', and 'Ventana de emisión'.
- Detalles de fabricación:** Includes 'Prioridad de fabricación' (set to 'qc'), 'Búfer de la fecha de inicio (en días)' (set to '0'), and 'Búfer de la fecha de finalización (en días)' (set to '0').
- Control de revisiones:** Includes 'Estado' (set to 'Aprobado') and 'Revisión' (set to '0').
- Detalles de orden de trabajo:** Includes 'Tipo de OT' (set to 'Preventive maintenanc'), 'Duración' (set to '7'), 'Clase de OT' (set to 'INSP qc'), 'Supervisor' (set to 'qc'), and 'Prioridad'.

Ilustración 8: Código de mantenimiento 8

Fuente: Caracol Knits, 2019

Como se observa en la ilustración, la frecuencia es de tipo semanal, con una clase de OT de tipo inspección, dada al tipo de actividad que requiere. Es de tipo duplicado dado que, se lanza los miércoles, independientemente si el técnico haya realizado o no la actividad de la OT, está siempre se lanzará.



CARACOL & CORAL
 Departamento: Material Handling
FORMATO DE LECTURA DE HOROMETROS *v* **Semana: 09**

| Item | FAM | MAQUINA | Horometro | Horas de ultimo mantenimiento (250Hr) | Horas de ultimo mantenimiento (2000Hr) |
|---------------------------|-----|---------|-----------|---------------------------------------|--|
| Carro Eléctrico #08 | | 1061896 | F15 | 23,540 | |
| Carro Eléctrico #09 | | 1099775 | 10,350 | 9,962 | |
| Carro Eléctrico #10 | | 1099796 | 28,442 | 28,300 | |
| Carro Eléctrico #11 | | 1099772 | F15 | 6,376 | |
| Carro Eléctrico #12 | | 1099774 | 12,763 | 11,767 | mat pendiente |
| Carro Eléctrico #14 | | 1099795 | 6,124 | 25,534 | |
| Carro Eléctrico #15 | | 1061899 | 4,964 | 4,544 | |
| Carro Eléctrico #16 | | 1099790 | 20,011 | 19,869 | |
| Carro Eléctrico #18 | | 1099773 | 28,372 | 27,384 | |
| Carro Eléctrico #29 | | 1063218 | Horó malo | — | |
| Carro Eléctrico #30 | | 1099794 | 24,867 | 24,461 | |
| Carro Eléctrico #34 | | 1062130 | F15 | F15 | |
| Carro Eléctrico #36 | | 1061818 | 13,334 | 13,085 | |
| Carro Eléctrico #37 | | 1061817 | 13,914 | 13,827 | |
| Carro Eléctrico #38 | | 1061816 | F15 | 13,936 | |
| Carro Eléctrico #03 | | 1099784 | 10,973 | 10,476 | |
| Carro Eléctrico #05 | | 1099785 | F15 | 5,505 | |
| Carro Eléctrico #06 | | 1099786 | F15 | 13,391 | |
| Carro Eléctrico #07 | | 1061900 | F15 | 18,491 | |
| Carro Eléctrico #17 | | 1099780 | 27,530 | 27,239 | |
| Carro Eléctrico #28 | | 1063219 | 11,924 | 11,342 | |
| Carro Eléctrico #33 | | 1062131 | 14,566 | 14,250 | |
| Carro Huskey | | 1064285 | F15 | F15 | |
| Carro de Golf | | 1115055 | 26-7-19 | 20-11-18 | |
| Montacarga Eléctrico # 27 | | 1056674 | 509 | 372 | |
| Montacarga Eléctrico #30 | | 1091370 | 1,222 | 1,092 | |
| Montacarga Eléctrico #33 | | 1056671 | 3,740 | 2,780 | |

Ilustración 9: Formato de horómetros 9

Fuente: Caracol Knits, 2019

Como se observa en la figura, el formato posee, descripción del activo, su respectivo número, el horómetro actual, la ecuación utilizada para determinar el valor del horómetro al siguiente MP:

$$\Delta \rightarrow \text{Dif. Horometro} = \text{Horometro} - \text{hora de ultimo mantenimiento}$$

También el formato permite al planeador, observar el estado de los activos en campo, como se observa en la ilustración, el carro eléctrico #05 está fuera de servicio, de igual manera que el carro eléctrico #6 y #7.

Esto permite llevar un control de los equipos que están fuera de servicio en campo, con el fin de actualizar su estado en el sistema y retirarlos de un plan MP, así de esta manera se lanzó una proyección de ahorro para el departamento de MH.

5.1.3 Lanzamiento de OT de activos retirados.

Como se ha mencionado en capítulos anteriores, los activos poseen varios estados en el sistema, a continuación, se explicará cada uno de ellos:

- Instalado: es el estado para activos que están instalados y trabajando en las plantas, ya sean Caracol o Coral. Para los activos de MH, los cuales la mayor cantidad de sus activos son carros eléctricos, posee activos en todos los departamentos.
- Idle: es el estado para los activos fuera de servicio, pero que se encuentran físicamente en algún departamento o bodega.
- En bodega: es el estado para los activos que siguen en inventario, dentro de bodega.
- Retirado: son los activos que están fuera de servicio, dado a que se llegó al límite de la vida útil, o que estuvo demasiado tiempo fuera de servicio.

En esta sección se analizó la situación dada en el sistema EAM, dado que los activos que están retirados, tenían OT generadas, esto se debe a que cambiar el estado del activo en la ventana de visualización de registro, no genera un cambio en los Planes de Tareas o en los Planes de Mantenimiento.

Se registraron alrededor de 23 OT generadas para activos que no estaban instalados en planta, más, sin embargo, esta es una situación que la plataforma de mantenimiento debe retirar de manera automática.

5.1.4 Inventario desactualizado

El inventario de Material Handling está compuesto por:

- Carros eléctricos (30)
- Carros de combustión (30)
- Volquetas (2)
- Yard truck (1)
- Baterías (81)
- Carretas (3600)

Para los carros eléctricos y de combustión se cuentan con planes de mantenimiento de 250H y 2000H, donde, considerando que los 60 carros eléctricos están instalados en planta, se invierte un total de \$60,000 para realizar los respectivos mantenimientos, también tomando en consideración que por cada mantenimiento se programan dos técnicos para realizar las actividades, y cada uno tiene 4 horas programadas para los preventivos de 250H y 2000H, aproximadamente las horas hombre laboradas por un técnico mensuales terminan siendo de 224 horas.

Retomando los activos en estado retirado, se estima que alrededor de 15 activos en planes MP están retirados y tienen órdenes generadas, realizando el cálculo las horas hombres mensuales manejadas actualmente pasarían de ser 224 horas a 145 horas.

$$\text{Operario} * \text{Jornada} * \text{horas utiles} = \text{horas hombre}$$

5.1.5 Resultados de inventario desactualizado y lanzamiento de OT de activos

retirados.

Para la resolución de ambos problemas, los inventarios desactualizados y los lanzamientos de OT para activos retirados, se realizó un levantamiento general de equipos, programando OT para realizar inventario general de los activos, la programación se realizó de la siguiente forma:

- FN-HK & FN-JV el día lunes, para efectos de simplificación, se manejarán los códigos de departamento y planta, en este caso FN equivale a la palabra en ingles finishing, representando el departamento de acabado, HK y JV equivalen a Caracol y Coral, respectivamente.
- BD-HK & BD-JV el día martes, correspondientes a los departamentos de Teñido.
- KN-HK & KN-JV el día miércoles, correspondiente a Tejido.
- YNSTG-HK & YNSTG-JV el día jueves, correspondiente a Hilaza
- CT I & CT II el día jueves, correspondientes a los departamentos de Corte II y Corte II.

El propósito del levantamiento era revisar y actualizar los estados de los carros eléctricos y de combustión, con el fin de dejar de generar OT para activos en estado fuera de servicio (idle) o retirados. Los resultados del levantamiento generaron:

- La baja de 14 equipos en el sistema.
- Necesidad de cambiar activos de departamento.
- Cambio de propietarios.
- Cambio de estados en los activos.
- Eliminación de planes MP para activos retirados
- Generación de planes MP para mantenimiento de baterías.

5.1.6 Cierre de flujo de trabajo tardío

La mayor causa de falla en los planes MP se da a la falta de cierre de flujos, como se ha mencionado anteriormente y teniendo conocimientos de cómo se cierra una orden y las condiciones para que se lance una OT.

La tarea de cerrar una OT es deber del jefe de mantenimiento, se estima que aproximadamente, de los 55 activos con plan de MP que actualmente están instalados, 23 de ellos tienen OT pendientes de cierre desde el mes de Octubre de 2018, considerando que si un activo trabaja toda la semana 8 horas, da como resultado 56 horas trabajadas, dejando aproximadamente un mantenimiento preventivo por mes, por ende podemos deducir que si desde Octubre una OT no se ha cerrado, el activo ha perdido cuatro mantenimientos preventivos. Actualmente este problema no se ha resultado.

VI. Conclusiones

Por medio de la siguiente tesis se lograron deducir una serie de conclusiones, que se procuraron alcanzar siguiendo los lineamientos mencionados en los objetivos específicos.

“En términos generales, en un nivel más alto, es una conclusión, una proposición que se mantiene con razonamientos.” (Godoy, 2011, p. 7)

1. Mediante el desarrollo de planes de MP se logró mejorar el rendimiento de los activos que habían estado teniendo mayor demanda laboral en los últimos cuatro meses en sus respectivos departamentos.
2. Se determinó un método para actualizar los activos y enlazarlos en su estado físico con el sistema, de manera que se dejaron de generar OT para activos que no estaban trabajando físicamente en planta.
3. La factibilidad económica de actualizar todos los datos del sistema para el departamento de MH era viable, dado que, los costos por mantenimientos preventivos a equipos fuera de servicio o retirados eran superiores a los costos de comenzar con un nuevo sistema de control.

VII. Recomendaciones

7.1 Hacia la empresa

- a) Se recomienda a Caracol Knits, implementar el departamento de "Proyectos y Desarrollo Industriales" para el análisis y resolución de tendencias de fallo, con el fin de brindar soluciones eficientes aplicando los principios de automatización, tomando en cuenta siempre los pasos recomendados por el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, específicamente tomando en cuenta los pasos para rediseño del activo.
- b) También se recomienda la implementación de códigos de cierre para agilizar el proceso de mantenimiento de los activos.

7.2 Hacia la universidad

Se recomienda a UNITEC San Pedro Sula:

- a) Se recomienda reformar el método de enseñanza en la línea de clase de PLC, Redes industriales, vibraciones mecánicas y termodinámica, proveyendo más equipo a los alumnos, permitiendo al estudiante relacionarse de manera más personalizada con las herramientas de dichas clases.
- b) Una vez mejorada la línea de PLC, implementar capacitaciones para potenciar las habilidades del uso de SCADA.
- c) Implementar la clase de circuitos de mando.
- d) Integrar el uso de TIA PORTAL.

XIII. Bibliografía

1. Daneri, P.A. (2008). PLC: automatización y control industrial. Editorial HispanoAmericana HASA. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/reader.action?docID=4849809&query=3.%09Termograf%C3%ADa+infrarroja>
2. Domínguez, U. S. (2013). *Máquinas hidráulicas*. Editorial Club Universitario.
3. El Halabi, N. (2007). Sistemas de control: ganancias de realimentación y observadores de estado. El Cid Editor. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3173562&query=Sistemas+de+control%3A+ganancias+de+realimentaci%C3%B3n+y+observadores+de+estado>
4. IO-Link. (2018). IO-Link System Description. Recuperado a partir de [http://www.io-link.com/share/Downloads/At-a-glance/IO-Link System Description eng 2018.pdf](http://www.io-link.com/share/Downloads/At-a-glance/IO-Link%20System%20Description%20eng%202018.pdf)
5. López, R. G. (2005). *Frío industrial: Mantenimiento y servicios a la producción*. Marcombo.
6. Saucedo Flores, S. (2005). Apuntes de control automático de procesos. Instituto Politécnico Nacional. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3191798&query=Apuntes+de+control+autom%C3%A1tico+de+procesos>.
7. Navarro, J.A. (2018). Sistemas de medida y regulación (2a. ed.). Cano Pina. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=5349506&query=Sistemas+de+medida+y+regulaci%C3%B3n+%282a.+ed.%29>.

8. Biblioteca Universidad de Alcalá (2017). Fuentes de información. Recuperado de <http://www.uah.es/bibliotecaformacion/BPOL/FUENTESDEINFORMACION/index/html>
9. Godoy E. (2011). Como hacer una tesis. Valletta. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3203446>
10. Guerrero, V., Yuste, R. L., & Martinez, L. (n.d.). Comunicaciones Industriales (1st ed.). S.A. MARCOMBO.
11. Dominguez, S., Sanchez, E. E., & Sanchez, G. A. (2009). Guia para elbaorar una tesis. McGrawHill Interamericana, S.A. Retrieved from <http://trabajodegradobarinas.blogspot.com/2013/08/guia-para-elaborar-una-tesis2009.html>
12. Palacios, L. (2016). Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos (2a. ed.). Bogotá, COLOMBIA: Ecoe Ediciones. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=4870547>