



REPORTE FINAL DE ESTADIA

Jhordano Alexis Del Valle Lagunes

Plan de mantenimiento al área de cromado

Av. Universidad No. 350, Carretera Federal Cuitláhuac - La Tinaja
Congregación Dos Caminos, C.P. 94910. Cuitláhuac, Veracruz
Tel. 01 (278) 73 2 20 50
www.utcv.edu.mx



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo
Ingeniería En Mantenimiento Industrial

Reporte Para Obtener Título De
Ingeniería en Mantenimiento Área Industrial

Proyecto de estadía realizado en la empresa
Human Factor

Nombre Del Proyecto
Plan de mantenimiento al area de cromado

Presenta
Jhordano Alexis Del Valle Lagunes

Cuitláhuac, Ver., a 18 de Abril de 2018.



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo
Ingeniería en Mantenimiento Área Industrial.

Nombre del Asesor Industrial
Ing. Enrique Falcón Ortiz

Nombre del Asesor Académico
Ing. Víctor Manuel Ruíz Martínez

Jefe de Carrera
Ing. Gonzalo Malagón González

Nombre del Alumno
Jhordano Alexis Del Valle Lagunes

AGRADECIMIENTOS

A Dios quien se ha encargado de brindarme la sabiduría inteligencia quien me da bendiciones y al mismo las pruebas que han suscitado en mi vida para darme cuenta que cuando se quiere se puede todo está en la perseverancia y en la actitud que tomemos para enfrentar cada obstáculo.

A mis padres por estar conmigo primeramente mi madre Alicia Lagunes quien ha tenido que soportar demasiado por que sea una persona de bien y un profesionista esto es por y para ella es un poco o el comienzo de todo el esfuerzo que ella hizo por mí, mi padre Ismael Del Valle QEPD que a pesar de no estar presente físicamente siempre sentí su apoyo en los momento de flaqueza pero quien en vida me enseñó a luchar por lo que uno quiere y ser una persona con valores para ser respetado ante la sociedad.

A mi hermano Jhosimar del valle quien tomó un papel sobre mí que quizá no le correspondía pero las circunstancias de la vida nos llevaron a esto, mi ejemplo a seguir y de quien me siento sumamente orgulloso por todo o que ha realizado también, enseñándome lo bueno y lo malo de la vida y siempre dándome el ejemplo de ello haciéndome valorar los sacrificios de la vida.

Ángeles y mi pollo Ismael quienes son mi familia y que también a su manera me apoyaron siempre en cada momento de mi carrera y en los problemas y circunstancias personales.

A todas esas personas que confiaron en mí y que sabían que si se podía sentir el apoyo de personas que nunca imagine, esas personas amigos vecinos que se acercaron a brindarme su mano para seguir don ángel, doña toya, luisa, zule, dora quienes considero mi familia así como tíos abuela tías familiares cercanos que de verdad se preocuparon, a los maestros que tuve en mi formación académica los que son como unos segundos padres que no te dejan solo y se preocupan por que

demos buenos resultados no para ellos sino para nosotros mismos, a mi asesor académico.

Ing. Víctor Manuel Ruíz quien estuvo al tanto de mi estadía y dando seguimiento a lo que se realizaba muchas gracias apoyándome para culminar de manera correcta mi carrera profesional.

MAFO Arely Vallejo quien de igual forma me apoyo durante toda mi estancia desde que inicie la carrera hasta que se acabó y pude lograr una meta más en la vida.

A mis amigos que nunca me dejaron tampoco compañeros de vida desde pequeños y compañeros de escuela que se volvieron importantes para mi así como esos compañeros de danza que estuvieron y los nuevos que se fueron integrando todos son importantes y especiales en mi vida.

Mi nena Ash y mi mujer Itza quienes me apoyaron desde que las conocí y que siempre han estado para mí bajo cualquier situación, mis mujercitas a quienes quiero proteger por siempre no saben la dicha que tengo al tenerlas a mi lado.

“Tener a quien agradecer es una bendición sean muchos o pocos el tener a alguien con quien luchar por tus sueños es lo mejor de la vida porque juntos se puede vencer cualquier obstáculo”

JHORDANO ALEXIS DEL VALLE LAGUNES

RESUMEN

En el presente documento se abordará el tema de uno de los principales problemas existentes en las bodegas de human factor del norte, en las cuales se realiza el proceso de decapado y re-cromado de piezas para ensamble de los asientos de automóviles de diversos modelos, por ejemplo: KIA, TACOMA, AUDI, por hacer mención de algunos, el problema consiste en un mal manejo y/o control en los mantenimientos de los equipos del proceso de re-cromado.

La empresa no cuenta con un método encargado de controlar cada mantenimiento de dicho proceso, lo cual provoca paros en la producción no programados perdiendo tiempo en reparación, así como la pérdida de dinero al hacer un paro total en la producción, así también como gastos innecesarios al aplicar mantenimientos correctivos.

Se realizó la propuesta de la implementación de una herramienta para hacer efectivo el control de mantenimientos para poder programarlos y poder tener una mayor producción sin paros y sin pérdidas para la empresa.

Cabe mencionar que la empresa cuenta ya con 2 años de antigüedad y hasta la fecha no se había elaborado ningún plan de mantenimiento para darle un seguimiento a cada equipo en el proceso de re-cromado.

Se elabora la estructura del plan de mantenimiento para la conservación del buen estado de equipos herramientas necesarios para el proceso en este proyecto tendremos una visión de lo realizado adelantando que queda como propuesta debido a falta de tiempo para su total implementación dentro de las instalaciones anteriormente mencionadas.

Contenido

| | |
|--|-----------|
| AGRADECIMIENTOS | 1 |
| RESUMEN | 3 |
| CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN | 6 |
| 1.1 Estado del Arte | 8 |
| 1.1.2 Plan de mantenimiento | 8 |
| 1.1.3 Importancia del mantenimiento. | 9 |
| 1.1.4 ¿Qué es el mantenimiento preventivo?..... | 10 |
| 1.1.5 Características del mantenimiento preventivo..... | 11 |
| 1.1.6 MANTENIMIENTO PREDICTIVO. | 17 |
| 1.1.7 MANTENIMIENTO CORRECTIVO..... | 18 |
| 1.2 Planteamiento del Problema..... | 21 |
| 1.3 Objetivos | 22 |
| 1.3.1 Objetivos Específicos..... | 22 |
| 1.4 Definición de variables | 22 |
| 1.5 Hipótesis..... | 23 |
| 1.6 Justificación del Proyecto | 23 |
| 1.7 Limitaciones y Alcances..... | 24 |
| 1.7.1 Limitaciones | 24 |
| 1.7.2 Alcance | 24 |
| 1.8 La Empresa (human factor "labor especializada" del norte) | 25 |
| 1.8.1 historia de la empresa | 25 |
| 1.8.2 Misión, Visión, Objetivo de la empresa, Política de calidad y Valores..... | 25 |
| CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA | 29 |
| 2.1 <u>Mantenimiento</u> | 32 |
| 2.2 <u>Conceptos básicos</u> | 34 |
| 2.3 <u>Conceptos asociados al mantenimiento</u> | 43 |
| 2.4 <u>Tipos de mantenimiento</u> | 52 |
| 2.5 <u>Nuevos enfoques de mantenimiento</u> | 57 |

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO | 63 |
| 3.1 <i>Revisar y analizar hoja del historial de fallas</i> | 64 |
| 3.2 <i>Levantamiento de información de los activos (equipos)</i> | 65 |
| 3.3 <i>Clasificación de los equipos</i> | 67 |
| 3.4 <i>Tipo de mantenimiento</i> | 68 |
| 3.5 <i>Manuales de equipos</i> | 69 |
| 3.6 <i>Formatos de información de las actividades de mantenimiento</i> | 70 |
| 3.7 <i>Designación de los responsables</i> | 73 |
| 3.8 <i>Requerimientos necesarios para reparar la máquina o equipo</i> | 74 |
| 3.9 <i>Planeación del trabajo de mantenimiento</i> | 75 |
| 3.10 <i>Políticas de mantenimiento.....</i> | 75 |
| 3.11 <i>Diseñar un calendario para marcar las actividades de mantenimiento.....</i> | 77 |
| CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES | 79 |
| 4.1 <i>Resultados</i> | 79 |
| 4.2 <i>Recomendaciones</i> | 80 |
| ANEXOS | 81 |
| BIBLIOGRAFÍA | 91 |

Tabla de ilustraciones

| | |
|--|----|
| Ilustración 1 <i>Ubicación de la empresa via satelital</i> | 28 |
| Ilustración 2 <i>Ejemplo de registro de fallas</i> | 65 |
| Ilustración 3 <i>Ejemplo de formato de levantamiento de información de los equipos.</i> | 67 |
| Ilustración 4 <i>Ejemplo de manual.....</i> | 69 |
| Ilustración 5 <i>Tarjeta de mantenimiento requerido</i> | 71 |
| Ilustración 6 <i>Planeación de mantenimiento según los equipos</i> | 72 |
| Ilustración 7 <i>Ejemplo asignación de trabajos específicos.....</i> | 73 |
| Ilustración 8 <i>Ejemplo de material-herramienta para mantenimientos preventivos</i> | 74 |
| Ilustración 9 <i>Ejemplo de plan de mantenimiento de un automóvil de la marca FIAT</i> | 77 |
| Ilustración 10 <i>Plan de mantenimiento del área de recromado</i> | 79 |
| Ilustración 11 <i>Grafica de disponibilidad.....</i> | 80 |
| Ilustración 12 <i>Rectificadores parte fundamental del proceso.....</i> | 81 |

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Ante el diagnóstico de la insuficiencia de personal y manejo de la tecnología así mismo como la falta de tiempo y/o perdida de este, se consideran importantes las empresas de re-trabajo dentro de la industria, este es el caso de las bodegas principales de INNOTEC, encargada de la mabufactura de piezas metálicas para el ensamble de los asientos de los automóviles, es una empresa dedicada específicamente a realizar el re trabajo de la empresa INNOTEC.

Para poder hacer efectivo el re-trabajo es necesario el uso de equipos para la producción de dichas piezas para ensamblado, estos equipos no cuentan con un control para sus mantenimientos como comúnmente se aplica en la mayoría de las empresas, es necesario adoptar un método de prevención de fallos en los equipos así también para poder producir sin paros no programados y lograr evitar pérdidas tales como tiempo y dinero para la empresa , de esta manera quedar en buena disposición para los clientes brindando un servicio de calidad y prestigio que coloquen a la empresa en los rangos de competitividad dentro del mercado.

La mayoría de las veces las empresas dejan pasar este problema queriéndolo solucionar mediante mantenimientos correctivos pensando que el hecho de reemplazar algún activo es la mejor solución y que toma menos tiempo en realizar sin embargo no es así ya que a partir del descubrimiento de ingenieros japoneses tras la visualización de una mejora a través de los mantenimientos que se especificaban en los manuales de cada activo, lograron percatarse que no era necesario llegar a un mantenimiento correctivo si seguían al pie de la letra cada indicación hecha por los fabricantes de los equipos y/o herramientas ya que los equipos básicamente se podían conservar en buen estado con pequeñas inspecciones y acciones de mantenimiento sencillas y entendibles para cualquier persona así poco a poco fueron encontrando maneras sencillas para mantener un activo en condiciones estables durante un periodo más largo de tiempo y reduciendo en grandes cantidades las pérdidas ocasionadas por las fallas.

Para un buen manejo de estos equipos, su conservación, y para poder a lograr los objetivos que la misma empresa se pone los cuales son diarios, semanales y mensuales , básicamente en corto plazo y a futuro, es necesario llevar a cabo un control de los equipos que se van a utilizar para efectuar una excelente producción sin la necesidad de caer en los errores que marcan un importante desenvolvimiento dentro de la empresa haciendo que los productos o beneficios que esta proporcione a sus clientes un trabajo de calidad para poder crecer en el mercado realizando más convenios con empresas del mismo giro, para realizar ese control una de las mejores opciones es la elaboración de un PLAN DE MANTENIMIENTO con el fin de hacer un buen uso de los bienes así como su cuidado.

1.1 Estado del Arte

1.1.2 Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento es el conjunto de tareas programadas, en un modelo de gestión de activos que define los programas (de mantenimiento) que se han de realizar a los activos (actividades periódicas preventivas, predictivas y detectivas), con los objetivos de mejorar la efectividad de estos, con tareas necesarias y oportunas, y de definir las frecuencias, las variables de control, el presupuesto de recursos y los procedimientos para cada actividad. (Jonh Moubray, 2002)

El plan de mantenimiento influye de manera notable en la confiabilidad de un activo, siendo certero, adecuado y justificado, se constituye por tareas absolutamente necesarias, es decir no más actividades de las requeridas (las tareas que se hacen sólo porque un equipo está detenido) y los famosos "combos" o grupos de actividades que hacen bajo la premisa de "ya que el equipo paró, aprovechamos y hacemos esto..." no existen o más bien debemos evitar porque aunque no parezca muchas empresas hoy en día siguen teniendo ese tipo de ideologías que en vez de ser buenos métodos afectan la producción y provoca pérdidas significativas para dichas empresas.

Una regla de oro en mantenimiento es aquella que dice que cualquier actividad correctiva, preventiva o predictiva está justificada y es aplicable sólo si el equipo queda más confiable, es decir si mejora su desempeño a nivel de reducción de tiempo de parada, reducción de cantidad de fallas, reducción del riesgo, optimización del costo de operación, mejor comportamiento a nivel ambiental y reducción de las afectaciones al medio ambiente. Sino la tarea es totalmente superflua (que no cumple o desempeña función) y desechable y hacerla puede incrementar las fallas o ser un franco desperdicio.

Tradicionalmente se ha asumido como verdad absoluta que se obtienen mejores planes de mantenimiento si se orientan al equipo como concepto global o en el mejor de los casos a componentes mayores que deben reemplazarse o repararse

continuamente. Afortunadamente varios hechos cambiaron la percepción de cómo hacer un plan de mantenimiento adecuado, uno de los más importantes fue la accidentalidad en la aviación comercial.

Como responsable de la definición de las actividades periódicas, agrupa trabajos detectivos, predictivos y preventivos, facilita por su contribución a la gestión de mantenimiento, la realización de presupuestos confiables, siempre y cuando no lleve a la empresa a hacer más mantenimiento del que requiere.

1.1.3 Importancia del mantenimiento.

Existen en la actualidad y a medida que pasa el tiempo equipos más y más complejos de los que cada vez se benefician más personas, se encuentran sometidos a todo tipo de desgaste, por el simple hecho de su utilización, como desgaste por roce, abrasión, erosión, corrosión, deformación por esfuerzos térmicos, etc. Estas distintas fuerzas pueden entrañar a su vez en diversos tipos de defecto como por ejemplo:

- Parcial. Defecto que tiene como resultado el que el bien solo pueda cumplir con parte de las funciones requeridas, o solo pueda cumplir con ellas de una manera limitada.
- Completo. Defecto que entraña la incapacidad para cumplir con todas las funciones requeridas.
- Súbito. Fallo brusco debido a una evolución casi instantánea de las características de un bien.
- Progresivo. Defecto debido a una evolución en el tiempo de las características de un bien.

En general los fallos progresivos pueden preverse con una inspección o control previo, y ser evitados mediante la puesta en marcha de políticas de mantenimiento (Boudy, 1998).

La función del mantenimiento se revela, por consiguiente, necesaria para evitar en la medida de lo posible la aparición de fallos o llegado el caso para subsanación del mismo.

Ciertamente, la sustitución del equipo por uno nuevo cuando se produce una avería, o mejor, antes de producirse suprimirá casi en su totalidad la necesidad de su mantenimiento, esto no resulta posible en ciertos casos, como por ejemplo en los motores de un transporte en funcionamiento.

El costo directo de la puesta en marcha del mantenimiento solo constituye uno más de los factores económicos a tener en cuenta por la empresas, mientras los costos indirectos, es decir, los derivados de la falta de disponibilidad o deterioro de las funciones de los equipos, si presentan un factor económico de primer orden en ellas.

Las repercusiones económicas por la pérdida de la producción por paro, falta de disponibilidad o deterioro de la función y de los costos de falta de calidad que pudiera derivarse.

En resumen, la función del mantenimiento presenta una importancia capital:

- Desde una perspectiva económica, en lo que concierne al control de sus costos directos ya los costos atribuibles a la falta de disponibilidad o el deterioro de la función de los equipos.
- Desde la perspectiva de la seguridad de las personas y de los bienes.

El preventivo son tareas como su nombre lo indica para prevenir el riesgo de fallas en un sistema o máquina y el correctivo es o son las tareas que lleva un proceso para reparar algún sistema o máquina en paro no programado (Ruiz Díaz, 2007).

1.1.4 ¿Qué es el mantenimiento preventivo?

Acción de carácter periódica y permanente que tiene la particularidad de prever anticipadamente el deterioro, producto del uso y agotamiento de la vida útil de componentes, partes, piezas, materiales y en general, elementos que constituyen la infraestructura o la planta física, permitiendo su recuperación, restauración, renovación y operación continua, confiable, segura y económica, sin agregarle valor al establecimiento (Torres, 2005).

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

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

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos (Kelly & Harrys, 1978).

1.1.5 Características del mantenimiento preventivo.

Algunos puntos considerables en el mantenimiento preventivo a considerar son:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovechan las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios listos para cuando se requieran.
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.

- Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.
- La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Con un buen Mantenimiento Preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

El mantenimiento preventivo consiste en crear un ambiente favorable para el sistema y conservar limpias todas las partes que lo componen. El mayor número de fallas que presentan los equipos es por la acumulación de polvo en los componentes internos, ya que este actúa como aislante térmico.

El calor generado por los componentes no puede dispersarse adecuadamente porque es atrapado en la capa de polvo. En caso que se requiera prolongar la vida útil del equipo y hacer que permanezca libre de reparaciones por muchos años se debe de realizar la limpieza con frecuencia, tomando en cuenta que dependiendo del medio ambiente que lo rodee dependerá la periodicidad con que se lleve a cabo ésta tarea.

Ahora bien, si ya se está dispuesto a dar mantenimiento al sistema, será conveniente establecer medidas de seguridad determinando, el área de trabajo ideal para dar mantenimiento a un sistema.

La mayoría de las veces que se realiza un trabajo, cualquiera que sea éste, es necesario siempre contar con todo el material, herramientas y área de trabajo adecuados para llevar a buen término dicha tarea.

Un ejemplo muy simple es el siguiente:

Si al retirar una tuerca para remover una pieza mecánica, no cuento con una llave adecuada, y por falta de tiempo utilizo unas pinzas de presión, de momento se soluciona el problema, pero al no utilizar la llave inadecuada se pueden ocasionar problemas que van desde el maltrato de la tuerca en el menor de los casos, y en el peor su deformación por la aplicación excesiva de presión, con la consecuencia de quedar inutilizada y tener que retardar el término de la tarea.

Una iluminación adecuada es indispensable para poder observar las áreas que se limpiarán, a la par de una mejor identificación de cómo está el funcionamiento en ese momento del sistema o equipo para que después de dar mantenimiento este funcionamiento se vea igual o se note una mejora, así como también en equipos que se desensamblan identifique bien como están conectados para que así mismo pueda armarlos de nuevo, de preferencia utilice un método que se le haga sencillo de recordar por ejemplo anotando como lo desarmó y repita el proceso pero empezando del final para atrás para armarlo.

El plan de mantenimiento engloba tres tipos de actividades.

- Las actividades rutinarias que se realizan a diario, y que normalmente las lleva a cabo el equipo de operación (operador o usuario).
- Las actividades programadas que se realizan a lo largo del año.
- Las actividades que se realizan durante los paros programados.

Las tareas designadas para realizar el mantenimiento son la base de un plan de mantenimiento, estas deben estar acorde a cada equipo, sistema o subsistema. Las diferentes formas de realizar un plan de mantenimiento que se describen a continuación no son más que formas de determinar las tareas de mantenimiento que compondrán el plan.

Al determinar cada tarea debe determinarse además cinco informaciones referentes a ella: frecuencia, especialidad, duración, necesidad de permiso de trabajo especial y necesidad de parar la máquina para efectuarla.

FRECUENCIA

En cuanto a la frecuencia de una tarea, existen dos formas para fijarla:

- Siguiendo periodicidades fijas.
- Determinándola a partir de las horas de funcionamiento.

Cualquiera de las dos formas es perfectamente válida; incluso es posible que para unas tareas sea conveniente que se realice siguiendo periodicidades preestablecidas y que otras tareas, incluso referidas al mismo equipo, sean referidas a horas efectivas de funcionamiento. Ambas formas de determinación de la periodicidad con la que hay que realizar cada una de las tareas que componen un plan tienen ventajas e inconvenientes.

Así, realizar tareas de mantenimiento siguiendo periodicidades fijas puede suponer hacer mantenimiento a equipos que no han funcionado, y que por tanto, no se han desgastado en un periodo determinado. Y por el contrario, basar el mantenimiento en horas de funcionamiento tiene el inconveniente de que la programación de las actividades se hace mucho más complicada, al no estar fijado de antemano exactamente cuándo tendrán que llevarse a cabo. Un programa de mantenimiento que contenga tareas con periodicidades temporales fijas junto con otras basadas en horas de funcionamiento no es fácil de gestionar y siempre es necesario buscar soluciones de compromiso.

No es fácil fijar unos criterios para establecer las tareas de mantenimiento. Teóricamente, una tarea de mantenimiento debe realizarse para evitar un fallo, con

lo cual habría que determinar estadísticamente el tiempo que transcurre de media hasta el momento del fallo si no se actúa de ninguna forma en el equipo. El problema es que normalmente no se dispone de datos estadísticos para hacer dicho estudio, ya que en muchos casos significaría llevar los equipos a rotura para analizar cuanto aguantan; en otros, realizar complejas simulaciones del comportamiento de materiales, que no siempre están al alcance del departamento de mantenimiento de una instalación. Así que es necesario buscar criterios globales con los que fijar estas periodicidades, buscando primar el coste, la fiabilidad y la disponibilidad en esta decisión, y no tanto el agotamiento de la vida útil de las piezas o los conjuntos.

ESPECIALIDAD

En la elaboración del plan de mantenimiento es conveniente diferenciar las tareas que realizan unos profesionales u otros, de forma que al generar las órdenes de trabajo correspondientes se envíe al departamento adecuado.

Las especialidades más habituales de las tareas que componen un plan de mantenimiento son las siguientes:

Operación. Las tareas de este tipo son llevadas a cabo por el personal que realiza la operación de la instalación, y normalmente se trata de inspecciones sensoriales que se realizan muy frecuentemente, lecturas de datos y en ocasiones trabajos de lubricación.

Mecánica. Las tareas de este tipo requieren especialistas en montaje y desmontaje de equipos, en ajustes, alineaciones, comprensión de planos mecánicos, etc.

Electricidad. Los trabajos de este tipo exigen que los profesionales que los llevan a cabo tengan una fuerte formación en electricidad, bien en baja, media o alta tensión.

Por mencionar algunas, queda claro que cada equipo puede variar tanto en función como en sistema o tipo de programación, por ende es importante saber identificar al personal adecuado para la realización de cada tarea asignada, puesto que si la persona está especializada en un tipo de área y se manda a otra que no tenga conocimiento alguno puede generar pérdidas tanto en tiempo como en costos.

DURACIÓN

La estimación de la duración de las tareas es una información complementaria del plan de mantenimiento. Siempre se realiza de forma aproximada, y se asume que esta estimación lleva implícito un error por exceso o por defecto.

PERMISO DE TRABAJO

Determinadas tareas requieren de un permiso especial para llevarlas a cabo. Así, las tareas de corte y soldadura, las que requieren la entrada en espacios confinados, las que suponen un riesgo eléctrico, etc., requieren normalmente de un permiso de trabajo especial. Resulta útil que en el plan de mantenimiento esté contenida esta información, de manera que estén diferenciados aquellos trabajos que requieren de un permiso, de aquellos que se realizan simplemente con una orden de trabajo.

MÁQUINA PARADA O EN MARCHA

Para llevar a cabo una tarea de terminada puede ser conveniente que el equipo, el sistema al que pertenece o incluso toda la planta estén paradas o en marcha. Resulta útil que este extremo esté indicado en el plan de mantenimiento, ya que facilita su programación.

Normalmente sabemos que el mantenimiento tiene distintas formas de realizarse y por ello cada uno tiene sus técnicas que para cada objetivo serán las específicas y ayudaran a resolver la problemática dependiendo de esta. Por ello debemos saber en qué consiste o cuales son las diferentes maneras de aplicar un mantenimiento y que tipo es el mejor para cada situación.

El mantenimiento preventivo se ayuda de manera significativa del mantenimiento predictivo el cual con métodos específicos y juntando los dos se ayudan mutuamente para una mayor efectividad en los resultados.

1.1.6 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. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) Cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.

Lo importante en este tipo de mantenimiento es el de conocer el estado de la máquina, saber su funcionamiento correcto y así poder apoyarse de las diversas técnicas de mantenimiento predictivo para su examinación, en caso de identificar alguna (as) anomalías.

Al trabajar con ambos tipos de mantenimientos los resultados que se esperan serán aún más favorable ya que al implementar las técnicas pertinentes para el mantenimiento preventivo se cubren más variables de las planeadas y por lo tanto se ve reflejado un mayor rendimiento de los activos.

El mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

Es muy importante para el plan de mantenimiento pues es una tarea ya programada que se consideró dependiendo de las características de algún equipo en ocasiones los mismos manuales de cada equipo ya traen consigo un listado de tareas a realizar y también con qué frecuencia se debería emplear el mantenimiento.

HISTORIAL DE FALLAS

Una manera muy utilizada en industrias es el control de los mantenimientos de equipos mediante las hojas de fallas de cada máquina por decirlo así, este no es más que un control que se lleva a cabo desde el inicio de función cada equipo, para identificar cuando se presentó alguna avería en dicho proceso, se toman los datos más relevantes de la máquina y se estudian para saber el origen de esta.

En la mayoría de los casos este método es el más eficiente para identificar la frecuencia con que hacer un mantenimiento y que trabajo se va a realizar puesto que en muchas ocasiones por medio de este control ya sabremos el tiempo necesario para realizar un ajuste de piezas o cambios de estas o las tareas que sean necesarias dependiendo el tipo de equipo y el tipo de falla.

1.1.7 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos (Fernández, 2003).

El mantenimiento corectivo esaquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de **mantenimiento** y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos. Cuando ocurre un fallo en el equipo, es decir cuando no se tenía programado un paro por falla en este, pues la mayoría de las empresas o industrias esperan no llegar a realizar este mantenimiento puesto que es más costoso y genera pérdidas de tiempo de paro que no se tenían contemplados por lo tanto no hay producción y al no existir producción no generan ningún bien o servicio.

Como sabemos cada industria tiene sus formas de trabajar, diversos tipos de entrenamiento o capacitación de personal así mismo pueden también tener un posible cambio de formatos, más sin embargo, el plan de mantenimiento ya sea bajo cualquier estándar que cada empresa tenga siempre tendrá como objetivo mejorar el rendimiento de los activos, mantener en buenas condiciones no solo los equipos ni herramientas sino también las mismas instalaciones de la planta para el buen cuidado y uso de estos, pues lo que se realizara beneficiará al desarrollo de los proyectos y/o procesos.

Algunas de las características para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para un determinado equipo consiste en:

- ¿Qué debe inspeccionarse?
- ¿Con qué frecuencia se debe inspeccionar y evaluar?
- ¿A qué debe dá servicio?
- ¿Con qué periodicidad se debe dar el mantenimiento preventivo?
- ¿A qué componentes debe asignárseles vida útil?
- ¿Cuál debe ser la vida útil y económica de dichos componentes?

Para determinar los puntos anteriores se recurre a:

- Recomendación del fabricante.
- Recomendación de otras instalaciones similares.
- Experiencias propias.
- Análisis de ingeniería.
- Inspección

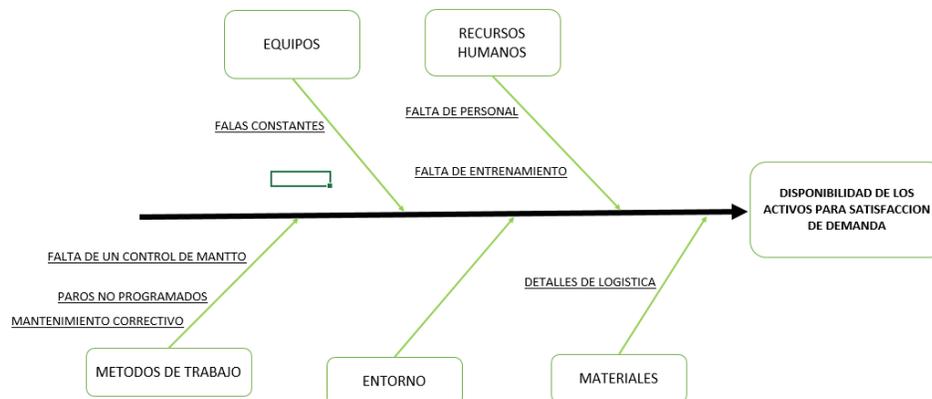
Para determinar lo que debe inspeccionarse se dan a continuación las recomendaciones siguientes:

- Todo lo susceptible de falla mecánica progresiva, como desgaste, corrosión y vibración.
- Todo lo expuesto a falla por acumulación de materias extrañas: humedad, envejecimiento de materiales aislantes, etc.
- Todo lo que sea susceptible de fugas, como es el caso de sistemas hidráulicos, neumáticos, de gas y tuberías de distribución de fluidos.

- Lo que con variación, fuera de ciertos límites, puede ocasionar fallas como niveles de depósito de sistemas de lubricación, niveles de aceite aislante, niveles de agua.
- Los elementos regulares de todo lo que funcione con características controladas de presión, gasto, temperatura, holgura mecánica, voltaje, etc.

Clasificación de componentes

- Componentes no reparables. Aquellos que se desechan al agotar su vida útil o al fallar.
- Componentes reparables o reconstruibles. Aquellos que al agotar su vida útil o al fallar se sustituyen y se envían a talleres para su inspección, reparación, ajuste, calibración, pruebas, etc., después de lo cual quedan disponibles para ser instalados de nuevo.



En el diagrama causa-efecto se observa como problema principal la disponibilidad de los activos para la satisfacción de demanda la causas que lo originan son los materiales, equipos, el recurso humano y el más influyente es el método de trabajo primeramente por tener mayor número de subcausas y segundo por ser la causa más apegada al proyecto que se realiza, este diagrama nos permite encontrar de manera más fácil las principales causas que tiene el problema y así buscar una solución para cada una de ellas.

1.2 Planteamiento del Problema

En la empresa labor especializada del norte conocida como Human Factor se realizan distintas tareas en diferentes empresas conocido como trabajo de outsourcing, el proyecto que se realizó se enfoca al área de re-cromado en las bodegas principales de INNOTEC en donde se utilizan equipos para volver a cromar piezas de ensamble de los asientos de automóviles de diversos modelos que fueron hechas principalmente en la planta INNOTEC DEL NORTE y no pasaron las pruebas de calidad, por lo que en las bodegas principales se efectúa el re-trabajo de esas piezas utilizando medios manuales y equipos para su realización.

En esta área se encuentran los equipos para el proceso de re-trabajo los cuales en los últimos meses han estado fallando constantemente generando perdidas para la empresa e impacto monetario.

Al no tener una buena disponibilidad de los equipos para el proceso, la producción disminuye, lo que provoca pérdidas para la empresa pues el rendimiento de los equipos no va de acuerdo con las expectativas de la misión en la producción de la misma a causa de los paros no programados.

1.3 Objetivos

Diseñar un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos de la línea de producción de recromado.

1.3.1 Objetivos Específicos

Recopilar información técnica de los activos.

Definir mantenimientos.

Evaluar los resultados del proyecto.

1.4 Definición de variables

Disponibilidad: Es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado (arriba) para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado de tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado.

Propiamente dicho es el cociente entre el tiempo disponible para producir y el tiempo total de parada. Para calcularlo, es necesario obtener el tiempo disponible, como resta entre el tiempo total, el tiempo por paradas de mantenimiento programado y el tiempo por parada no programada. Una vez obtenido se divide el resultado entre el tiempo total del periodo considerado.

La disponibilidad Operacional Do

Do = horas totales- horas parada por mantenimiento/ horas totales

1.5 Hipótesis

Si con la elaboración del plan de mantenimiento se logra un mejor rendimiento de los equipos, esto dará mejor disponibilidad de ellos.

1.6 Justificación del Proyecto

Para una mejor disponibilidad de los equipos es necesario crear un control desde cero, por lo tanto un plan de mantenimiento es la mejor opción para este control, pues además de brindarnos mayor ventaja en los procesos este asegura un mayor rendimiento de los equipos y/o herramientas a utilizar.

Cabe mencionar que la empresa no cuenta con ningún método para la conservación de buen estado de los activos por lo tanto es necesario un plan donde se pueda llevar un control programado de las actividades de mantenimiento a realizar para cada uno de los equipos considerados para el plan, ya que existen diversos equipos pero el proyecto se enfoca en los que están directamente relacionados con la producción de las piezas para ensamble.

1.7 Limitaciones y Alcances

1.7.1 Limitaciones

- a) No se cuenta con la información necesaria para la elaboración del plan de mantenimiento.
- b) No existe historial de fallas o antecedentes de las fallas de los equipos (Bitacoras de mantenimiento)
- c) Carencia de apoyo de los asesores industriales.
- d) Cambios frecuentes de área.
- e) Proyecto sin aplicar por falta de recursos (queda como propuesta de mejora).

1.7.2 Alcance

El proyecto aplica para los equipos de la línea de producción de re-cromado.

1.8 La Empresa (human factor “labor especializada” del norte)

1.8.1 historia de la empresa

La empresa Human Factor comienza en el año 2006 como consorcio de agencia de colocación brindando la oportunidad a personas sin empleo, desempeñarse laboralmente dentro de trabajos acordes a sus capacidades y aptitudes.

Con el paso del tiempo crece y se vincula ya directamente con empresas en el ámbito industrial primeramente en áreas diversas con personas igualmente capacitadas para las labores necesarias dentro de las empresas.

Más adelante consolidado como un referente indiscutible en el mercado. Con el apoyo de los clientes logra un fuerte impulso e importante estabilidad, de esta manera devolviendo a los clientes flexibilidad y economía.

Ofreciendo ahora personal capacitado en el área de calidad para las empresas garantizando trabajos certificados con la norma ISO90001:2008 en servicios como retraining, sorteo de material, inspección de calidad, operadores, personal de limpieza por mencionar algunos.

A partir del 2016 haciendo labores especializadas a la empresa INNOTEC como el retraining de las piezas de ensamble para los asientos de automóviles de diferentes marcas y modelos.

1.8.2 Misión, Visión, Objetivo de la empresa, Política de calidad y Valores.

1.8.2.1 Misión

Contribuir al éxito de nuestros clientes al proveerles los servicios de inspección de calidad y outsourcing, demostrando eficiencia calidad y respeto en nuestro trabajo.

1.8.2.2 Visión

Consolidarnos como una empresa líder en nuestro ramo, desarrollando nuestro capital humano y proveedores para así lograr una satisfacción total de nuestros clientes.

1.8.2.3 Objetivos de la empresa

asegurar que nuestros clientes obtengan un servicio que cumpla con altos estándares de calidad, es por ello que estamos certificados bajo la norma ISO-9001:2008.

1.8.2.4 Procesos que se realizan en la empresa

1. Outsourcing: resuelve las necesidades del personal en línea de producción, permitiendo esto que usted pueda enfocarse en el objetivo principal de su empresa si desviar recursos excesivos en la administración de su personal operativo
2. Sorteo de materiales (inspección de materiales de rechazo para retrabajo), inspecciones finales (inspección de materiales después de ensamble) y re trabajos especializados en decapado (eliminación de cualquier recubrimiento de piezas para ensamble) y cromado (recubrir las piezas de retrabajo con cromo).
3. Re-trabajos especializados en decapado y re cromado de piezas para ensamble de asientos de los automóviles de diversas marcas, trabaja directamente con la empresa INNOTEC principalmente es a quien le brinda el re trabajo.
4. Inspeccionar piezas metálicas para quitar y re-cromar bajo la estandarización de calidad necesaria que la empresa INNOTEC especifica ya que su misión es brindar servicios de calidad para contribuir a las demás empresas en el éxito de estas, sin mencionar otras empresas privadas a quienes otorga el servicio de outsourcing de calidad al aportar el recurso humano con trabajadores capacitados para servir bajo los estándares de calidad de cada una de las empresas que tienen convenio con esta.

1.8.2.5 Política de calidad

En Human Factor nuestro principal compromiso es satisfacer los requerimientos de nuestros clientes en los servicios de inspección sorteo Retrabajo y outsourcing, a través de nuestros colaboradores y proveedores, buscando siempre la mejora continua.

1.8.2.6 Valores

Liderazgo: promueve y practica los valores principales de HF y de la sociedad predicando el ejemplo.

Honestidad: utilizamos los bienes y recursos de HF estrictamente para el desempeño de nuestras funciones y el beneficio de nuestra empresa.

Eficiencia: realizamos nuestro trabajo con los recursos existentes, los aprovechamos al máximo, hacemos más con menos.

Integridad: actuamos con justicia, honestidad y ética en todas nuestras relaciones laborales y personales

Transparencia: rendimos cuentas e informamos cada acción, recurso o actividad que utilizamos en HF con claridad y ética.

Respeto: nos tratamos y dirigimos entre nosotros con dignidad y cortesía.

Legalidad: actuamos conforme la ley, normas y sentido común.

Imparcialidad: actuamos sin conceder privilegios o beneficios indebidos.

1.8.2.7 Ubicación

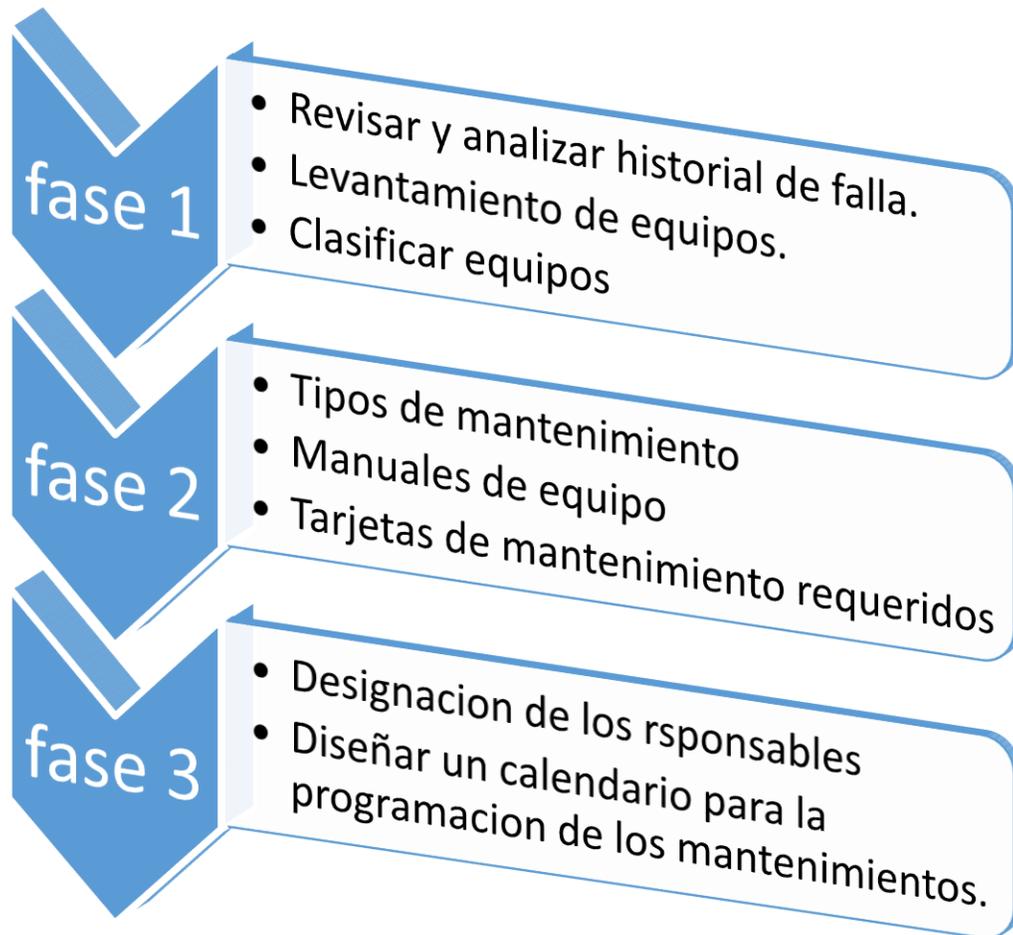
En la imagen 1, se muestra la vista satelital de la ubicación de la empresa.



Ilustración 2 Ubicación de la empresa via satelital.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

A continuación, en la gráfica 1 se muestran las actividades de cada una de las fases del plan de mantenimiento



Grafica 1 Fases del plan de mantenimiento.

A continuación se detallarán los tiempos empleados en las tareas desarrolladas a lo largo de la estancia en Avon Cosmetics. Las actividades realizadas han sido las siguientes:

Recogida de la documentación necesaria para la elaboración de los planos: Lo primero y más importante fue conocer las instalaciones en su totalidad, es decir, ir edificio por edificio, observando detenidamente todos los componentes del mismo, para facilitar la posterior documentación. Después de esto tuvimos que comprobar cuál era el material existente. Uno de los principales problemas planteados fue que el material disponible, era en su gran mayoría en formato papel, con los planos originales. La causa reside en que las instalaciones han sufrido muchas modificaciones no documentadas, ya sean tanto arquitectónicamente hablando, como en las instalaciones de protección contra incendios o del sistema de calefacción, por ejemplo. Apenas se disponían de planos en formato digital, y los que existían estaban o mal dimensionados o mal referenciados, por lo que esta tarea llevo más tiempo del inicialmente planteado.

Elaboración de planos actualizados de arquitectura, estructura e instalaciones: Con la información adquirida en el punto 1, se llevo a cabo el desarrollo de los diferentes planos. Separando estos planos por edificio, y a su vez estos edificios separados en estructuras lógicas, es decir, por niveles o plantas. Para ello se colaborará con el Ingeniero de Proyectos en la actualización y levantamiento de todos los planos de arquitectura modificados, instalaciones nuevas y que se disponen planos de obra, y comprobación de todos los planos en el estado actual.

Recogida de datos para la elaboración del plan maestro de mantenimiento. Se llevarán a cabo las acciones y comprobaciones necesarias para poder aplicar el modelo a desarrollar en este proyecto. Se consultarán los manuales de los equipos instalados, así como se verificarán toda la maquinaria existente susceptible de ser incluida en el mantenimiento. Se tomarán también mediciones de los consumos existentes y se

propondrán soluciones para intentar disminuir estos consumos. Podemos dividir estas labores en varios grupos, consistente en:

- a) a. Comprensión e identificación del funcionamiento de la línea de distribución.
- b) Realización de inventario de las instalaciones.
- c) Realización de fichas para trabajos de mantenimiento.
- d) Indicación de que tipo de mantenimiento se ha de llevar a cabo y por parte de quien
- e) Realización de presupuestos para mantenimiento 2013.
- f) Implantación y determinación de medidas para ahorro energético.
- g) Conclusiones y mejora continua.

4. Apoyo puntual en diversas labores de mantenimiento y de otros departamentos.

- a) Avisos para la gestión de residuos.
- b) Elaboración de comparativos y estudios para proyectos.
- c) Búsqueda de nuevos proveedores y realización de pedidos.
- d) Apoyo en planificación de labores de limpieza, jardinería y seguridad.
- e) Realización de solicitudes para el Ayuntamiento, Comunidad de Madrid y Estado.
- f) Elaboración de mediciones para reformas y proyectos.

Durante todo el en mayor o menor medida todas las tareas citadas anteriormente. A continuación pondremos un gráfico donde se ve la evolución temporal que ha llevado cada uno de estos 4 apartados. El objetivo inicial era participar más en el día a día de la empresa, pero el hecho de que la información de la que se disponía y el gran tamaño de las instalaciones causaron que la demora de tiempo empleada en los 2 primeros apartados fuera muy prolongada. Durante todo el desarrollo del proyecto se solaparon varias tareas en el tiempo, con esto lo que se quiere decir es que no sólo se estaba

focalizado en un único apartado. Por ejemplo, las tareas de recopilación de datos y elaboración de los planos se conjuntaron a lo largo del tiempo ya que muchas veces había que volver a inspeccionar la instalación para verificar.

Mantenimiento.

El departamento de mantenimiento, como su propio nombre indica, es el encargado de llevar a cabo las tareas necesarias, ya sean correctivas (una vez sucedidas), o preventivas (adelantándonos a un posible fallo).

Dependiendo del tipo de mantenimiento a realizar se operara de una forma u de otra. Actualmente podemos cifrar, aproximadamente, en un 70% del total como mantenimiento correctivo, mientras que en el 30% lo podemos contabilizar como preventivo.

Para realizar un mantenimiento correctivo se tendrá que valorar su magnitud, y su mayor o menor importancia para el correcto funcionamiento global. Para ello se valorarán las diferentes opciones posibles y se tomará la decisión adecuada llegando a un consenso entre todos los miembros del organigrama afectados, lógicamente será el manager quien transmita la decisión final.

Para realizar el mantenimiento preventivo es tan simple como ir actualizando y verificando el grado de utilización, y someter a pruebas o ensayos a aquellos elementos los cuales estén próximos a finalizar su vida útil, o a las recomendaciones del suministrador, anteponiéndonos a posibles fallos que puedan causar errores inesperados y no permita el correcto funcionamiento.

Actualmente el sistema de funcionamiento es el siguiente: cuando aparece una avería se avisa al personal de mantenimiento para que acuda a solucionarla lo más brevemente posible, en función de su importancia, pero el objetivo es que se reduzcan estos imprevistos al máximo. Lógicamente es imposible evitar que aparezcan averías inesperadas, ya que no se puede tener una fiabilidad 100% de que no vayan a aparecer imprevistos.

El desarrollo de este proyecto se basa en la implantación en Avon Cosmetics de los nuevos métodos de mantenimiento que intentan reducir de la mayor manera posible el mantenimiento correctivo, ya que el objetivo principal es reducir al máximo los imprevistos no deseados.

Estos métodos nuevos de mantenimiento, que explicaremos con mayor amplitud en el apartado 3.4 son los siguientes:

- TPM (Total Productive Maintenance).
- RCM (Reliability Centered Maintenance).

Para la correcta implantación de estos 2 métodos es vital que haya una colaboración total entre todos los miembros del departamento, consiguiendo así el objetivo deseado. El estudio y conocimiento del sistema, así como de las instalaciones y de sus elementos son necesarios para implementar estos nuevos enfoques de mantenimiento hasta el nivel deseado.

Como hemos dicho es de vital importancia el conocimiento del sistema a mantener para su implantación, la carga de trabajo a la que serán sometidos todos los elementos del sistema y tener una información veraz, suministrada por los diferentes proveedores, sobre la vida de los elementos del sistema.

Una de las principales características de estos nuevos enfoques de mantenimiento es que los empleados sean capaces por ellos mismos de realizar muchas de las tareas de mantenimiento sin la necesidad de recibir una orden o un aviso de avería.

Otra de las mejoras que se proponen con estos métodos es la de reducir el tiempo que se emplea para el cambio de herramientas, o mejorar el tiempo de arranque/parada en las pruebas de verificación. Cualquier mínimo detalle que provoque una mayor fiabilidad, y con ello un mayor tiempo de servicio será muy valorado.

Por último destacar la importancia de este departamento en el funcionamiento del ciclo de producto, ya que sin su presencia el sistema no tendría ni la fiabilidad, ni la calidad, ni se proporcionaría el servicio en el tiempo adecuado.

Conceptos básicos

Se entiende por mantenimiento a la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios. En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar ó restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo.

Conforme con la anterior definición se deducen distintas actividades:

- Prevenir y/o corregir averías.
- Cuantificar y/o evaluar el estado de las instalaciones. - Aspecto económico (costes).

Son misiones de mantenimiento:

- La vigilancia permanente y/ó periódica.
- Las acciones preventivas y correctivas (reparaciones). - El reemplazamiento de la maquinaria.

Los objetivos implícitos son:

- Aumentar la disponibilidad de los equipos hasta el nivel preciso.
- Reducir los costes al mínimo compatible con el nivel de disponibilidad necesario.
- Mejorar la fiabilidad de las máquinas e instalaciones.
- Asistencia al departamento de ingeniería en los nuevos proyectos para facilitar la mantenibilidad de las nuevas instalaciones.

A lo largo de su ciclo de vida cada sistema pasa por diferentes fases. Desde su introducción, su verificación, hasta la última de ellas, que es la de construcción y puesta en marcha, donde alcanza el régimen normal de funcionamiento.

En general, todo lo que existe, se deteriora, rompe o falla con el correr del tiempo, si bien esto puede ser a corto o largo plazo. El solo paso del tiempo provoca que algunos bienes disminuyan sus prestaciones, cualidades o características.

El objetivo del mantenimiento es reducir la incidencia negativa de los fallos, ya sea disminuyendo su número o atenuando sus consecuencias. Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

Historia y Evolución del Mantenimiento.

La palabra mantenimiento se emplea para designar las técnicas utilizadas para asegurar el correcto y continuo uso de equipos, maquinaria, instalaciones y servicios. Para los hombres primitivos, el hecho de afilar herramientas y armas, coser y remendar las pieles de las tiendas y vestidos, cuidar la estanqueidad de sus piraguas, etc.

Durante la revolución industrial el mantenimiento era correctivo (de urgencia), los accidentes y pérdidas que ocasionaron las primeras calderas y la apremiante intervención de las aseguradoras exigiendo mayores y mejores cuidados, proporcionaron la aparición de talleres mecánicos.

A partir de 1925, se hace patente en la industria americana la necesidad de organizar el mantenimiento con una base científica. Se empieza a pensar en la conveniencia de reparar antes de que se produzca el desgaste o la rotura, para evitar interrupciones en el proceso productivo, con lo que surge el concepto del mantenimiento preventivo. A partir de los años sesenta, con el desarrollo de las industrias electrónica, espacial y aeronáutica, aparece en el mundo anglosajón el mantenimiento predictivo, por el cual la intervención no depende ya del tiempo de funcionamiento sino del estado o condición efectiva del equipo o sus elementos y de la fiabilidad determinada del sistema.

Actualmente el mantenimiento afronta una nueva generación, con la disponibilidad de equipos electrónicos de inspección y de control, sumamente fiables, para conocer el estado real de los equipos mediante mediciones periódicas o continuas de determinados parámetros: vibraciones, ruidos, temperaturas, análisis físico-químicos, tecnografía, ultrasonidos, endoscopia, etc., y la aplicación al mantenimiento de sistemas de información basados en ordenadores que permiten la acumulación de experiencia empírica y el desarrollo de los sistemas de tratamiento de datos. Este desarrollo, conducirá en un futuro al mantenimiento a la utilización de los sistemas expertos y a la inteligencia artificial, con amplio campo de actuación en el diagnóstico de averías y en facilitar las actuaciones de Mantenimiento en condiciones difíciles.

Por otra parte, existen cambios en las políticas de mantenimiento marcados por la legislación sobre seguridad e higiene en el trabajo y por las presiones de medio ambiente, como dispositivos depuradores, plantas de extracción, elementos para la limitación y atenuación de ruidos y equipos de detección, control y alarma. Se vaticina que los costes de mantenimiento sufrirán un incremento progresivo, esto induce a la fabricación de productos más fiables y de fácil mantenimiento.

Podemos distinguir cuatro generaciones en la evolución del concepto de mantenimiento:

1a Generación: La más larga, desde la revolución industrial hasta después de la 2a Guerra Mundial, aunque todavía impera en muchas industrias. El mantenimiento se ocupa sólo de arreglar las averías. Es el mantenimiento correctivo.

2a Generación: Entre la 2a Guerra Mundial y finales de los años 70 se descubre la relación entre edad de los equipos y probabilidad de fallo. Se comienza a hacer sustituciones preventivas. Es el mantenimiento preventivo.

3a Generación: Surge a principios de los años 80. Se empieza a realizar estudios causa-efecto para averiguar el origen de los problemas. Es el mantenimiento predictivo ó detección precoz de síntomas incipientes para actuar antes de que las

consecuencias sean inadmisibles. Se comienza a hacer partícipe a producción en las tareas de detección de fallos.

4a Generación: Aparece en los primeros años 90. El Mantenimiento se contempla como una parte del concepto de calidad total: "Mediante una adecuada gestión del mantenimiento es posible aumentar la disponibilidad al tiempo que se reducen los costos. Es el Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR): Se concibe el mantenimiento como un proceso de la empresa al que contribuyen también otros departamentos. Se identifica el mantenimiento como fuente de beneficios, frente al antiguo concepto de mantenimiento como "mal necesario". La posibilidad de que una máquina falle y las consecuencias asociadas para la empresa es un riesgo que hay que gestionar, teniendo como objetivo la disponibilidad necesaria en cada caso al mínimo coste. Se requiere un cambio de mentalidad en las personas y se utilizan herramientas como ingeniería del riesgo (Determinar consecuencias de fallos que son aceptables o no), análisis de fiabilidad (Identificar tareas preventivas factibles y rentables) o mejora de la mantenibilidad (Reducir tiempos y costes de mantenimiento).

| 1ª Generación | 2ª Generación | 3ª Generación | 4ª Generación |
|---|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Reparar Averías. - Mantenimiento Correctivo. | <ul style="list-style-type: none"> - Relación entre probabilidad de fallo y edad. - Mantenimiento Preventivo programado. - Sistemas de Planificación. | <ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento Preventivo condicional. - Análisis Causa-Efecto. - Participación de producción. | <ul style="list-style-type: none"> - Proceso de Mantenimiento. - Calidad Total. - Mantenimiento como fuente de beneficios. - Compromiso de los departamentos. - Mantenimiento basado en el riesgo. |
| Hasta 1945 | 1945-1980 | 1980-1990 | 1990+ |

Conceptos Básicos.

Los sistemas productivos están formados por equipos productivos, y estos pasan por distintas fases en su ciclo de vida, al nacimiento de una idea o concepto de sistema, le sigue la definición de su política de productos y servicios, su diseño, fabricación, montaje y puesta en marcha. Es entonces cuando empieza el sistema su régimen normal de funcionamiento, hasta que se procede a su desmantelamiento o baja definitiva del activo en cuestión. Durante la fase de operación del sistema productivo surgen incidentes denominados fallos. Los fallos en los equipos pueden llegar a impedir la eficacia del sistema de producción y, en la mayoría de los casos, disminuyen su eficiencia.

1. El Fallo:

Por fallo se entiende el cese de la aptitud de un elemento para realizar una función requerida. Por tanto, tras el fallo el elemento se encuentra en estado de avería. Fallo es el paso, la transición, de un estado a otro. Siempre que un fallo tiene lugar, existe el mecanismo que lo hace posible, el *cómo* se ha producido ese cese de la aptitud del elemento. Este concepto, el proceso físico, químico o de otro tipo se denominará a partir de ahora como *modo de fallo* del elemento.

Además de conocer el *cómo* se produce el fallo del elemento, será de enorme interés averiguar *por qué* tuvo lugar, encontrar la razón que condujo al fallo o *causa de fallo*. Las causas del fallo serán circunstancias asociadas con el diseño, fabricación, instalación, uso y mantenimiento del elemento. Existen, por tanto, fallos de diseño, fallos de fabricación, fallos de instalación, fallos por mal uso, fallos por mal manejo o manutención y fallos que son el resultado de un inadecuado o incorrecto mantenimiento

Es por tanto fundamental que exista la capacidad de clasificación de los distintos modos de fallo de los elementos que componen las instalaciones a mantener y que no falte la capacidad de discriminación entre las posibles causas de los mismos. Esto nos permitirá asociarlos a patrones de comportamiento o, desde un punto de vista estadístico, a funciones de distribución de las probabilidades de que estos fallos tengan lugar. De tal forma que será posible hacer una clasificación de los mismos de acuerdo con la naturaleza de esta función de distribución. Con este criterio podríamos hacer la agrupación inicial siguiente:

- *Fallos por desgaste*: fallo cuya probabilidad de que ocurra aumenta con el tiempo de operación, o con el número de operaciones realizadas por el dispositivo, o con los esfuerzos aplicados.

- *Fallos repentinos*: fallo que no puede preverse por examen o monitorización previos. Es decir, su probabilidad de que ocurra es prácticamente constante en el tiempo de operación o calendario.

- Fallo por mala utilización: son aquellos fallados causados por la mala utilización por parte de los operarios de los dispositivos.

2. Conceptos relativos a estados:

Suponiendo que en todo momento se está suministrando los medios exteriores necesarios para el funcionamiento de un elemento, existen dos estados fundamentales del mismo: estado de disponibilidad, o estado de un elemento caracterizado por su aptitud para realizar una función requerida, y el estado de indisponibilidad, o estado de un elemento caracterizado por su ineptitud para realizar esa función.

Si la aptitud del elemento para cumplir con una función requerida cesa con motivo de la falta de suministro de medios exteriores, se dice entonces que el elemento sigue en estado de disponibilidad, pero que se encuentra en un estado de incapacidad externa. Un equipo podrá encontrarse entonces en un estado de incapacidad, o de ineptitud para cumplir una función requerida, como consecuencia del cese en el suministro de los medios externos necesarios para su funcionamiento (incapacidad externa) o bien porque se encuentre en estado de incapacidad interna, o estado de un elemento caracterizado, bien por una avería, bien por una posible ineptitud para realizar una función requerida durante el mantenimiento. El estado de incapacidad interna coincide por tanto con el estado de indisponibilidad del equipo.

Atendiendo a lo dicho, el estado de avería, o simplemente avería, se caracteriza por la ineptitud de un elemento para realizar la función requerida, excluida la ineptitud debida al mantenimiento preventivo u otras acciones programadas, o a una falta de medios exteriores.



Gráfico 4: Esquema de capacidad de los dispositivos.

A su vez, cuando un equipo se encuentra disponible, puede hallarse en los siguientes estados: en *estado de funcionamiento*, o estado en que un elemento realiza la función requerida; en *estado de espera*, también llamado *estado de reserva*, que es un estado de disponibilidad no operativa durante el tiempo requerido; o en *estado de inactividad*, también llamado *libre de servicio* o *de reposo*, que es un estado de disponibilidad y de no funcionamiento durante un tiempo no requerido. A continuación podemos ver un gráfico mostrando los anteriores estados.



Gráfico 5: Esquema de disponibilidad de los dispositivos.

3. Conceptos relativos a tiempos:

Una vez definidos los estados en que puede encontrarse un elemento, se pueden definir cada uno de los tiempos que el dispositivo permanece en cada estado, atendiendo a la clasificación general de la siguiente figura:



Gráfico 6: Esquema de tiempos de los dispositivos.

Como podemos observar, salvo que exista incapacidad como consecuencia de la ausencia de medios exteriores, la indisponibilidad del elemento será achacable al *tiempo de mantenimiento* del mismo que le impide cumplir con su función requerida, o intervalo de tiempo durante el que se efectúa una acción de mantenimiento sobre el mismo, manual o automáticamente, incluidos los retrasos técnicos y logísticos, que le impiden cumplir con su función. En efecto el tiempo de mantenimiento de un elemento incluirá un tiempo llamado de *mantenimiento activo*, durante el que se efectuará la acción de mantenimiento, pero a menudo también se incurrirá en retrasos, fundamentalmente cuando se producen fallos y las actuaciones de mantenimiento no se han programado con antelación.

Los retrasos pueden ser de *tipo administrativo* (por ejemplo, los retrasos provocados por la imposibilidad de ejecutar acciones de mantenimiento por la necesidad de

obtención de permisos o autorizaciones de acceso a los equipos, la necesidad de determinados trámites oficiales para el comienzo de la realización de un trabajo, etc.) o de *tipo logístico* (por ejemplo, los debidos al desplazamiento hasta instalaciones no atendidas, a la espera de piezas de recambio, de equipos de ensayo, de informaciones y de condiciones ambientales adecuadas, etc.).

Existe otro conjunto de términos de tiempo, relativos a la fiabilidad de los dispositivos, entre los cuales destacamos los siguientes:

-*Tiempo hasta el fallo*, o duración acumulada de los tiempos de funcionamiento de un elemento, desde la primera puesta en estado de disponibilidad hasta la aparición de un fallo, o desde un restablecimiento hasta la aparición del fallo siguiente.

-*Tiempo entre fallos*, o duración entre dos fallos consecutivos de un elemento reparado. -*Vida útil*, que, en unas condiciones dadas, es el intervalo de tiempo que comienza en un instante determinado y termina cuando la intensidad de fallo se hace inaceptable o cuando el elemento se considera irreparable como resultado de una avería.

4. Conceptos relativos a tipos de mantenimiento:

Aunque se hayan mencionado con anterioridad, repasamos ahora los conceptos fundamentales, que son los siguientes:

-*Mantenimiento preventivo*, o mantenimiento efectuado a intervalos predeterminados o según criterios prescritos, y destinado a reducir la posibilidad de fallo o la degradación del funcionamiento de un elemento.

-*Mantenimiento correctivo*, o mantenimiento ejecutado después del reconocimiento de una avería, y destinado a restituirlo a un estado que le permite realizar su función requerida. Podrá realizarse inmediatamente después de la localización de la causa de una avería, o bien diferirse en el tiempo, conforme a reglas establecidas para la programación de las actividades de mantenimiento.

-*Mantenimiento basado en la condición*, o mantenimiento sobre condición, es el mantenimiento preventivo realizado en base a los resultados de la monitorización del funcionamiento del equipo. Cuando este tipo de mantenimiento se ejecuta siguiendo una predicción, consecuencia del análisis y la evaluación de los parámetros

significativos de la degradación del elemento, se denomina mantenimiento predictivo. Por lo tanto, el mantenimiento predictivo no es más que un caso particular del mantenimiento basado en la condición.

-Mantenimiento sistemático, es el mantenimiento preventivo realizado en base a unos intervalos de tiempo preestablecidos, o a un número de unidades de uso (km, kW, etc.), pero sin investigación previa de la condición del elemento.



Gráfico 7: Tipos de mantenimiento.

Conceptos asociados al mantenimiento.

Fiabilidad.

La teoría de la fiabilidad es el conjunto de teorías y métodos matemáticos y estadísticos, procedimientos y prácticas operativas que, mediante el estudio de las leyes de ocurrencia de fallos, están dirigidos a resolver problemas de previsión, estimación y optimización de la probabilidad de supervivencia, duración de vida media y porcentaje de tiempo de buen funcionamiento de un sistema.

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:

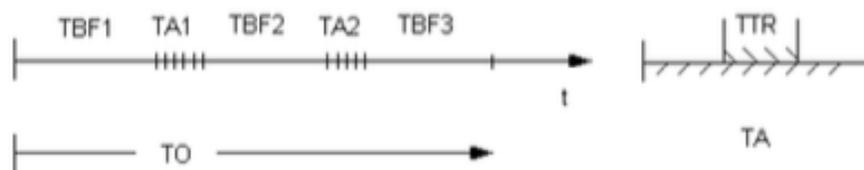
$$R(t) = P(T > t) = 1 - F(t)$$

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 .

$\lambda(t)$ es la función de tasa de fallos o función de riesgo o tasa instantánea de fallos, y es una característica de fiabilidad del producto. Viene definida como:

$$\lambda(t) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{s} \frac{F(t+s) - F(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{R(t)}$$

Si adoptamos, para simplificar, que el esquema de vida de una máquina consiste en una alternancia de tiempos entre fallos (TBF) y tiempos de averías (TA). Considerando el tiempo de reparación (TTR) y el tiempo de operación (TO) podemos deducir el siguiente gráfico:



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

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^n TBF_i}{n} \text{ [días]}$$

Y su inversa (λ), conocida como la tasa de fallos:

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \text{ [Nº de fallos/Año]}$$

El tiempo medio hasta la avería (MTTF; Mean Time To Failure), 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.

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

Evolución de la tasa de fallos a lo largo del tiempo. Curva de bañera.

La duración de la vida de un equipo se puede dividir en tres periodos diferentes. Aunque existen hasta seis tipos diferentes de curva de bañera, dependiendo del tipo de componente del que se trate, una curva convencional se adapta a la siguiente figura:

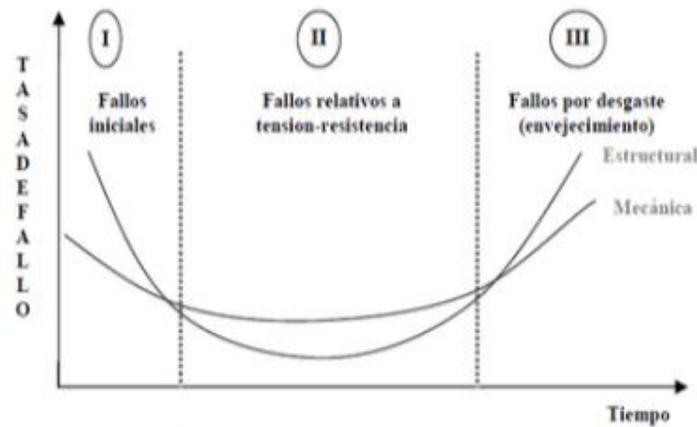


Gráfico 8: Evolución temporal de fallos.

- I. Zona de juventud: Las averías van disminuyendo con el tiempo, hasta tomar un valor constante y llegar a la vida útil. En esta zona fallan los componentes con defectos de fabricación, por lo que la tasa de averías disminuye con el tiempo. Los fabricantes, para evitar esta zona, someten a sus componentes a un "quemado" inicial, desechando los componentes defectuosos. Este quemado inicial se realiza sometiendo a los componentes a determinadas condiciones extremas, que aceleran los mecanismos de fallo. Los componentes que pasan este periodo son los que nos venden los fabricantes, ya en la zona de vida útil.
- II. Zona de vida útil o madurez, con tasa de fallos aproximadamente constante. Es la zona de mayor duración, en la que se suelen estudiar los sistemas, ya que se supone que se reemplazan antes de que alcancen la zona de envejecimiento.
- III. Zona de envejecimiento: La que la tasa de averías vuelve a crecer, debido a que los componentes fallan por degradación de sus características por el transcurso de tiempo. Aún con reparaciones y mantenimiento, las tasas de fallos aumentan, hasta que resulta demasiado costoso el mantenimiento.

Ley exponencial de fallos. Tasa de fallos constante.

La distribución exponencial juega un papel fundamental en la teoría y la práctica de la fiabilidad, porque describe con exactitud las características de fallo de muchos equipos en funcionamiento. En el caso de que la tasa de fallos sea constante su expresión es:

$$\lambda(t) = \lambda$$

La probabilidad de que una unidad que está trabajando falle en el próximo instante es independiente de cuánto tiempo ha estado trabajando. Esto implica que la unidad no presenta síntomas de envejecimiento. Es igualmente probable que falle en el instante siguiente, cuando está nueva o cuando no lo está. En este caso, la función de fiabilidad correspondiente se puede escribir como:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Por lo tanto, la función de distribución $F(t)$ se expresa:

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

Ley de Weibull. Tasa de fallos crecientes y decrecientes.

Una gran mayoría de los equipos reales no tienen una tasa de fallos constante, sino que es más probable que fallen a medida que envejecen. En este caso la tasa de fallos es creciente.

Por otra parte, también nos podemos encontrar con bienes que posean tasas de fallos decrecientes. La función para tasas de fallos crecientes o decrecientes tiene la forma:

$$\lambda(t) = \alpha \beta t^{\beta-1}, \text{ siendo } \alpha \text{ y } \beta > 0$$

En este caso, $\lambda(t)$ es una función polinomial en la variable t , que depende de los dos parámetros α y β .

Cuando $\beta > 1$, $\lambda(t)$ es creciente. Cuando $0 < \beta < 1$, $\lambda(t)$ es decreciente.

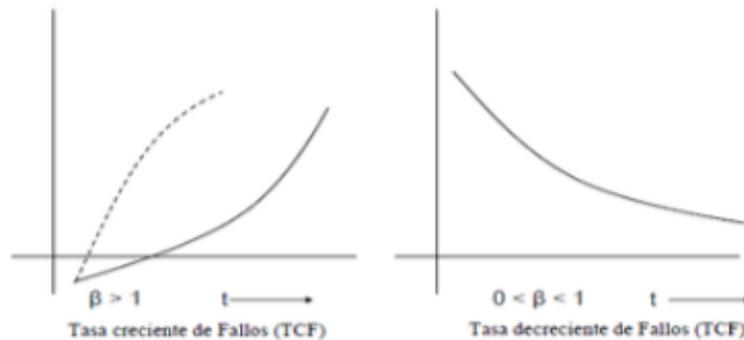


Gráfico 9: Tasas de Fallos.

Esta forma de $\lambda(t)$ da como resultado una expresión para la función de fiabilidad $R(t)$:

$$R(t) = e^{-\alpha t} \beta \text{ para toda } t \geq 0$$

Es decir:

$$F(t) = 1 - e^{-\alpha t} \beta \text{ para toda } t \geq 0$$

Con frecuencia se cumple que las funciones empíricas de frecuencia de fallo se aproximan mucho a la descrita mediante la distribución de Weibull. Cuando $\beta=1$ la distribución de Weibull es igual a la exponencial.

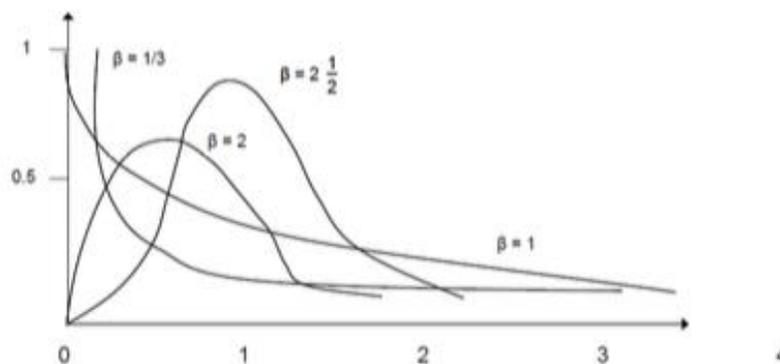


Gráfico 10: Distribución de Weibull.

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 $T < t$

$$M(t) = P(T < t)$$

En la práctica la tasa de reparación se puede medir a través de la media de los tiempos técnicos de reparación (MTTR; Mean Time To Repair)

$$MTTR = \frac{\sum_0^n TTR_i}{n} \text{ [días]}$$

Y su inversa (μ), conocida como la tasa de reparación.

$$\mu = \frac{1}{MTTR} \text{ [N}^\circ \text{ de Reparaciones/Año]}$$

Disponibilidad.

La disponibilidad es la probabilidad de un sistema de estar en funcionamiento o listo para funcionar en el momento o instante que es requerido. Para poder disponer de un sistema en cualquier instante, éste no debe de tener fallos, o bien, en caso de haberlos sufrido, debe haber sido reparado en un tiempo menor que el máximo permitido para su mantenimiento.

Suponiendo que la tasa de fallos y la tasa de reparación son constantes:

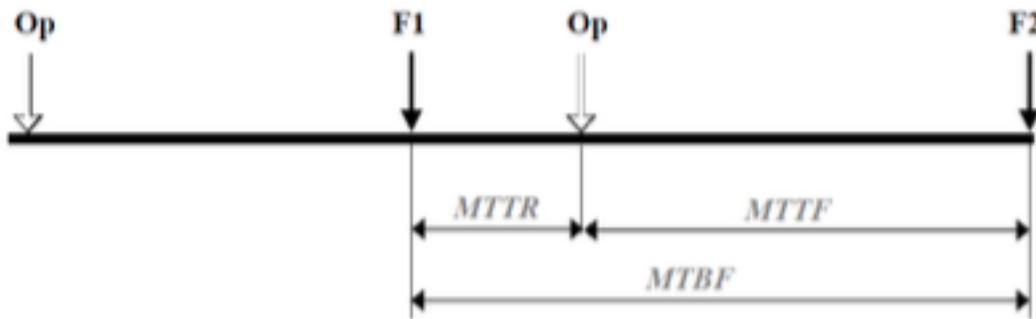
- Tasa de fallos = $\lambda(t) = \lambda$
- Tasa de reparación = $\mu(t) = \mu$

Entonces:

MTBF = $1 / \lambda$ (Tiempo medio entre fallos)

MTTR = $1 / \mu$ (Tiempo medio de reparación)

A (Availability): Disponibilidad del sistema



En esta figura se muestra un ciclo de operación, "Op" indica el instante en que el elemento, producto o sistema comienza a estar operativo. F1 y F2 muestran los instantes en que se producen los fallos 1 y 2 respectivamente. Luego, de acuerdo a la figura podemos expresar la disponibilidad (A) así:

$$A = \frac{\text{Tiempo total en condiciones de servicio}}{\text{Tiempo total del intervalo estudiado}}$$

$$A = \frac{K \cdot MTBF}{K \cdot (MTBF + MTTR)} = \frac{\frac{1}{\lambda}}{\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\mu}} = \frac{\mu}{\mu + \lambda}$$

K: Representa el número de ciclos-reparación.

Como se ve en la expresión anterior, se tendría una disponibilidad del 100% ante un fallo si el MTTR=0, es decir que no se tardase casi nada en reparar un fallo, lo cual no se cumple (sería ideal), pero se aspira a ello. Tanto la fiabilidad como la mantenibilidad estudiadas anteriormente, son determinantes de la disponibilidad.

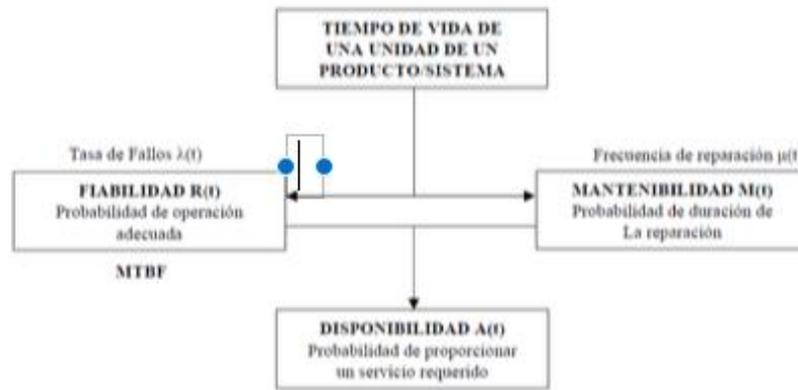


Gráfico 11: Esquema general de conceptos.

La disponibilidad del producto durante un periodo de utilización prefijado, llamada calidad de funcionamiento, está en función de la fiabilidad y de la mantenibilidad del mismo.

Actualmente, es política común de los ingenieros de diseño, incluir en el diseño del producto innovaciones constantes que generen un aumento tanto de la fiabilidad como de la mantenibilidad, con la finalidad de generar ahorros para los futuros Costes de Post-Venta (como en el servicio de mantenimiento).

Tipos de mantenimiento

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 componentes electrónicos o en los que es imposible predecir los fallos y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad. Se aprovecha al máximo la vida útil de los elementos.

Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo: el programado y no programado. La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el

mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción. La decisión entre corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata suele marcarla la importancia del equipo en el sistema productivo: si la avería supone la parada inmediata de un equipo necesario, la reparación comienza sin una planificación previa. Si en cambio, puede mantenerse el equipo o la instalación operativa aún con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que llegue el momento más adecuado.

Sus principales ventajas es que no requiere una gran infraestructura técnica ni elevada capacidad de análisis. También se obtiene un máximo aprovechamiento de la vida útil de los elementos.

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

Asimismo, fallos no detectadas a tiempo, ocurridos en partes cuyo cambio hubiera resultado de escaso coste, pueden causar daños importantes en otros elementos o piezas conexos que se encontraban en buen estado de uso y conservación. Otro inconveniente de este sistema, es que se debe disponer de un capital importante invertido en piezas de repuesto, a veces esas piezas de repuesto pueden ser de difícil adquisición, por lo que hay que tener un stock de repuestos importante. Se considera un mantenimiento de baja calidad como consecuencia del poco tiempo disponible para realizar la reparación.

Se aplica el mantenimiento correctivo cuando el coste total de las paradas ocasionas sea menor que el coste total de las acciones preventivas. Normalmente se emplea en sistemas secundarios, cuyas averías no afectan de forma importante a la producción. Suele ser el aplicado en mayor porcentaje en la mayoría de las industrias.

Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo constituye una acción, o serie de acciones necesarias, para alargar la vida del equipo e instalaciones y prevenir la suspensión de las actividades laborales por imprevistos. Tiene como propósito planificar periodos de paralización de trabajo en momentos específicos, para inspeccionar y realizar las acciones de mantenimiento del equipo, con lo que se evitan reparaciones de emergencia. Un mantenimiento planificado mejora la productividad hasta en 25%, reduce 30% los costos de mantenimiento y alarga la vida de la maquinaria y equipo hasta en un 50%. De un buen mantenimiento depende no sólo un funcionamiento eficiente de las instalaciones y las máquinas, sino que además, es preciso llevarlo a cabo con rigor para conseguir otros objetivos como el hacer que los equipos tengan periodos de vida útil duraderos, sin excederse en lo presupuestado para su mantenimiento.

El análisis de riesgos es un paso previo a la realización de un plan de mantenimiento, en él se estudian los distintos fallos que se suelen producir y las consecuencias de los mismos. Lo primero que hay que tener en cuenta es que no pueden existir planes que prevengan totalmente todos los fallos o averías.

Su principal ventaja es la importante reducción de paradas imprevistas en equipos. Sólo es adecuado cuando, por naturaleza del equipo, existe una cierta relación entre probabilidad de fallos y duración de vida.

Uno de sus principales inconvenientes son los cambios innecesarios. Al alcanzarse la vida útil de un elemento se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. También podemos tener problemas iniciales de operación, cuando se desmonta, se montan piezas nuevas, se monta y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.

Otro inconveniente es el coste en inventarios. Sigue siendo alto aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión. Se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para períodos cortos, a efectos de liberar el equipo para el servicio lo más

rápidamente posible. Si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se producirá una degeneración del servicio.

Habrá que definir qué partes o elementos serán objeto de este mantenimiento, establecer la vida útil de los mismos, determinar los trabajos a realizar en cada caso y agrupar los trabajos según época en que deberán efectuarse las intervenciones.

Se aplicará en equipos de naturaleza mecánica o electromecánica sometidos a desgaste. Equipos cuya relación fallo-duración de vida es bien conocida.ç

Mantenimiento Predictivo.

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

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

En otras palabras, con este método, tratamos de seguir la evolución de los futuros fallos. Este sistema tiene la ventaja de que el seguimiento nos permite contar con un registro de la historia de la característica en análisis, sumamente útil ante fallos repetitivos; puede programarse la reparación en algunos casos, junto con la parada programada del equipo y existen menos intervenciones de la mano de obra en mantenimiento.

En la siguiente figura, denominada curva P-F, observamos cómo un fallo comienza y prosigue el deterioro hasta un punto en el que puede ser detectado (el punto P de fallo potencial). A partir de allí, si no se detecta y no se toman las medidas oportunas, el deterioro continúa hasta alcanzar el punto F de fallo funcional:

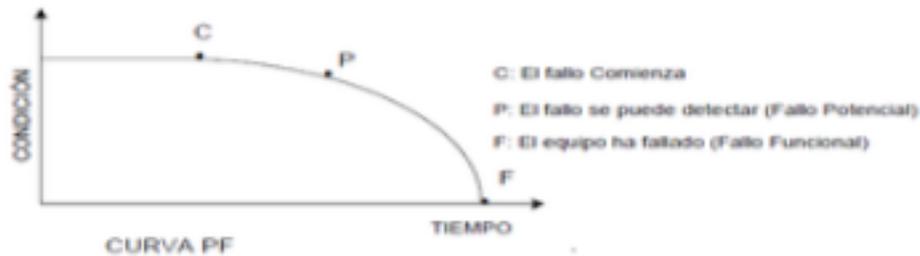


Gráfico 12: Evolución de la detección fallo.

El seguimiento y control de los parámetros se puede hacer mediante vigilancia periódica, en cuyo caso es importante establecer una frecuencia tal que nos permita detectar el deterioro en un momento entre P y F, y que no sea demasiado tarde para reaccionar. Asimismo se puede hacer mediante monitorizado en continuo lo que evita el inconveniente anterior, pero no siempre es factible y, en cualquier caso, es más costoso. De manera que finalmente los parámetros a controlar y la forma depende de factores económicos.

Las ventajas que aporta este tipo de mantenimiento son que, al conocerse en todo momento el estado de los equipos, permite detectar fallos en estado incipiente, lo que impide que éste alcance proporciones indeseables. Por otra parte permite aumentar la vida útil de los componentes, evitando el reemplazo antes de que se encuentren dañados.

Y por último, al conocerse el estado de un defecto, pueden programarse las paradas y reparaciones previéndose los repuestos necesarios, lo que hace disminuir los tiempos de indisponibilidad.

Como inconvenientes observamos que requiere personal mejor formado y la instrumentación de análisis es costosa. No es viable una monitorización de todos los parámetros funcionales significativos, por lo que pueden presentarse averías no detectadas por el programa de vigilancia. Se pueden presentar averías en el intervalo de tiempo comprendido entre dos medidas consecutivas.

Se suele aplicar este tipo de mantenimiento en maquinaria rotativa, motores eléctricos, equipos estáticos, aparata eléctrica e iluminación.

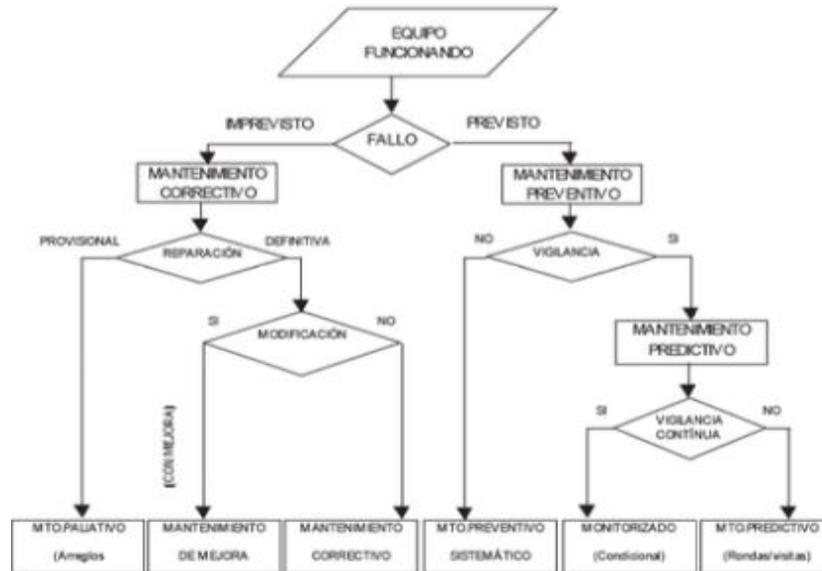


Gráfico 13: Diagrama de decisión sobre el tipo de mantenimiento a emplear.

Nuevos enfoques de mantenimiento

TPM (Total Productive Maintenance).

El desarrollo del TPM comenzó en los años setenta. El tiempo que precede a los años cincuenta puede considerarse como "mantenimiento de averías". Las compañías japonesas han implantado el TPM en fases que corresponden aproximadamente a las fases del desarrollo en Japón del mantenimiento preventivo.

Este sistema está basado en la concepción japonesa del "Mantenimiento al primer nivel", en la que el propio usuario realiza pequeñas tareas de mantenimiento como: reglaje, inspección, sustitución de pequeñas cosas, etc., facilitando al jefe de mantenimiento la información necesaria para que luego las otras tareas se puedan hacer mejor y con mayor conocimiento de causa.

-Mantenimiento: (Para mantener siempre las instalaciones en buen estado) -
Productivo: Esta enfocado a aumentar la productividad -Total: Implica a la totalidad del personal, (no solo al servicio de mantenimiento)

Este sistema coloca a todos los integrantes de la organización en la tarea de ejecutar un programa de mantenimiento preventivo, con el objetivo de maximizar la efectividad de los bienes. Centra el programa en el factor humano de toda la compañía, para lo cual se asignan tareas de mantenimiento que deben ser realizadas en pequeños grupos, mediante una dirección motivadora. Podemos resumirlo en los 5 objetivos siguientes:

- 1- Maximizar la eficacia del equipo (mejorar la eficacia global).
- 2- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para la vida útil del equipo.
- 3- Implicar a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos en la implantación del TPM (ingeniería y diseño, producción y mantenimiento).
- 4- Implicar activamente a todos los empleados, desde la dirección hasta los trabajadores de talleres.
- 5- Promover el TPM a través de la gestión de la motivación: actividades autónomas en pequeños grupos.

El TPM tiene el objetivo de cero averías y defectos cero. Cuando las averías y los defectos se eliminan, mejora el índice operativo del equipo, se reducen los costes, se pueden minimizar los inventarios y, como consecuencia, aumenta la productividad de la mano de obra.

Normalmente se requieren tres años desde la introducción del TPM hasta que se obtienen resultados óptimos. Además en las primeras fases la compañía debe soportar los gastos adicionales de equipos y formación de personal.

Elementos fundamentales de un sistema TPM.

Mantenimiento Autónomo:

El mantenimiento autónomo es una parte fundamental del TPM, principalmente por la implicación, que supone, de los distintos empleados de la planta en que se introduce. Es una técnica para conseguir involucrar a los trabajadores responsables de manejar los equipos de producción en el mantenimiento del equipo. Se consigue así estabilizar

las condiciones del mismo y hacer más lento el proceso de deterioro. El mantenimiento autónomo lleva consigo, por lo general, un importante entrenamiento de los operadores de las máquinas y equipos, en todo lo que tiene que ver con las funciones de los sistemas y sus diferentes modos de fallo, incluyendo también la prevención mediante detección temprana de síntomas que anticipen la aparición de fallos.

Mejora del rendimiento del equipo:

Esta es una función para la que el TPM involucra a todas y cada una de las personas de la organización en cuestión, desde los operarios hasta la dirección de la misma. La mejora del rendimiento del equipo significa ahora lograr la utilización óptima del mismo.

Para ello será necesario eliminar todo tipo de pérdidas que en él puedan tener lugar, pérdidas que podríamos resumir en seis tipos fundamentales:

1. Pérdidas por averías.
2. Pérdidas por cambios de herramientas y puesta a punto.
3. Pérdidas por micro-paradas y esperas.
4. Pérdidas por arranques y paradas.
5. Pérdidas por baja velocidad o capacidad reducida.
6. Pérdidas por defectos en la calidad y reproceso.

Si se consigue eliminar cada una de estas paradas, se conseguirá lo que se denomina *Máxima Eficacia Global del Equipo (Overall Equipment Effectiveness, OEE)*.

Para mejorar el rendimiento se formarán varios equipos de proyecto, consistentes en personal de ingeniería y mantenimiento así como supervisores de la cadena de producción. Se seleccionan los equipos que sufren pérdidas crónicas para que así cada equipo de proyecto centre su actividad de trabajo en cada una de las seis grandes pérdidas. Cuando se logran resultados positivos, el proyecto puede extenderse a otros equipos similares, con miembros de equipos de proyecto buscando nuevas actividades de mejora a realizar por pequeños grupos en su propio sector.

Calidad en el equipo:

Hasta ahora hemos conseguido un buen índice para valorar el rendimiento de nuestros equipos, sin embargo, aún no hemos establecido los procedimientos para asegurarnos de que controlamos la mejora del OEE de nuestros equipos. A tal efecto habrá que establecer programas que persigan la eliminación de cada una de las pérdidas mencionadas, para lo cual puede hacerse uso de todas las herramientas comunes de gestión de calidad y de resolución de problemas, tales como los diagramas de Pareto, diagramas Causa-Efecto, etc.

Prevención del mantenimiento:

La prevención del mantenimiento se entiende inicialmente en el TPM como un aspecto significativo de la ingeniería de proyecto, que sirve como interfase entre ingeniería de mantenimiento y proyecto, encontrándose por lo tanto dentro de la fase preparatoria de los equipos. Estas actividades están dirigidas a reducir el período entre el diseño y la operación estable del equipo, asegurando un progreso eficiente a través de este período con un mínimo de tarea y sin desequilibrios en la carga de trabajo.

Formación y entrenamiento:

Dado que los operarios asumirán, a partir de la implantación del TPM, una mayor responsabilidad y participación en la toma de decisiones en la organización, deben estar preparados para realizar los análisis oportunos y llevar a cabo estas tareas. Es aconsejable que antes de comenzar cualquier programa TPM los operarios reciban información y entrenamiento sobre cada uno de los siguientes aspectos:

-Introducción al TPM. -Técnicas generales y específicas de inspección. -Técnicas generales y específicas de diagnóstico. -Técnicas de resolución de problemas. -Técnicas específicas en función de entorno productivo, equipos, etc.

Los operarios deben comprender lo suficiente de la estructura y funciones de su equipo como para operarlo apropiadamente. Su responsabilidad primaria es mantener las condiciones básicas del equipo a través de la inspección de rutina y las operaciones diarias de limpieza., lubricación, apretado de pernos...

Deben también ser capaces de ejecutar reparaciones simples y reemplazos de piezas y otras funciones de mantenimiento autónomo. A la inversa, para asegurar unas actividades de mantenimiento efectivas del operario, el personal de mantenimiento debe poseer capacidades y conocimientos en los que pueda confiar el operario.

Al trabajar sobre un problema, el trabajador de mantenimiento comprueba los registros del equipo para determinar si éste ha tenido algún problema similar anteriormente. Si es así, verifica el registro de la operación anterior en orden a estimar las horas hombre y repuestos que se requieren.

Aunque el personal de mantenimiento se esfuerce en reparar las averías con la mayor rapidez y eficacia posible, sus deberes van más allá de tratar los fallos del equipo. Serán responsables de asegurar la operación fiable de las máquinas y otros equipos usados por el departamento de producción.

Implantación de un programa TPM.

El TPM se implanta normalmente en 4 fases, que pueden descomponerse en 12 pasos que se describen a continuación:

Preparación:

- Anuncio formal de la de decisión de introducir el TPM.
- Formación introductoria sobre el TPM y campaña de publicidad.
- Crear una organización para promoción interna del TPM.
- Establecer los objetivos y políticas básicas del TPM.
- Diseñar un plan maestro para implantar el TPM.

Introducción:

- Introducción al lanzamiento del proyecto empresarial TPM.

Implantación:

- Crear una organización corporativa para maximizar la eficacia de la producción.
- Realizar actividades centradas en la mejora. Actividades de equipos de proyecto y de pequeños grupos en puntos de trabajo.

- Establecer y despegar el programa de mantenimiento autónomo. Proceder paso a paso, con auditorías, certificando la superación de cada paso.
- Implantar un programa de mantenimiento planificado.
- Capacitación, mediante la formación, para la correcta operación y mantenimiento de los equipos. Formación de líderes de grupo que después formen a los miembros de sus grupos.
- Crear un sistema para la gestión temprana de nuevos equipos y productos.
- Crear un sistema de mantenimiento de calidad. -Crear un sistema administrativo de apoyo eficaz: TPM en departamentos indirectos.
- Desarrollar un sistema para gestionar la salud, la seguridad y el medio ambiente.

Consolidación:

- Consolidar la implantación del TPM y mejorar las metas y objetivos legales.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

El propósito de este proyecto es el de elaborar un plan maestro de mantenimiento para llevar a cabo en las instalaciones de Human Factor.

Como el objeto del mismo es elaborar un plan de mantenimiento, explicaremos los conceptos básicos a él asociados, todo esto de una forma teórica, planteando futuras acciones a tener en cuenta. A partir de aquí ya nos centraremos en el sistema actual y en los cambios que queremos que se lleven a cabo.

Se hará un inventario de los elementos que puedan ser susceptibles a realizar un mantenimiento preventivo. Para ello recopilaremos toda la información necesaria y la iremos explicando de manera adecuada para que sea entendible por parte del equipo de mantenimiento. Posteriormente evaluaremos que tipo de mantenimiento correctivo se plantea, con qué frecuencia y quien es el personal encargado de llevar a cabo el mismo. Analizaremos también cuales han sido las principales averías detectadas, causantes de una parada en el sistema y los costes a ello asociado. Analizaremos también que consumos se tienen y como intentar reducir los mismos.

Ilustraremos gráficamente como están dispuestos todos los elementos que componen las instalaciones. De manera que sea fácil y accesible acceder a la exacta ubicación de cualquier elemento del sistema. Se diseñaran fichas individuales de mantenimiento para aquellos elementos a los que se le tenga que someter al mismo. Veremos que mejoras son propuestas y en qué medida serán tomadas.

Una vez analizado todo, haremos una evaluación final del plan maestro de mantenimiento. Comparando sus pros y sus contras y analizando su impacto económico. Desarrollaremos como serán los pasos a seguir en el futuro y que mejoras se esperan de esta implantación.

Para finalizar daré una opinión de lo que ha sido mi experiencia profesional y el resultado obtenido del desarrollo del proyecto. Tanto desde un punto de vista teórico como personal.

Para la elaboración del proyecto se ha dividido en 3 etapas o fases las cuales conforme al transcurso del tiempo fueron dando forma al plan de mantenimiento para comenzar se tienen las siguientes actividades dentro de la primera fase.

FASE 1

Revisar y analizar hoja del historial de fallas

Hoy en día muchas empresas llevan este registro de manera digital, puesto que se han creado software que permiten hacerlo sin ningún problema y en algunas otras de manera más antigua pero de igual forma sirve si se hacen de manera correcta.

La empresa donde se realizó el proyecto no cuenta con un historial de los equipos así que básicamente tendremos que realizar un formato en el cual se anexen los mantenimientos y/o actividades que se realizarán a partir de que se diseñe el plan de mantenimiento.

Plan de Mantenimiento al Área de Cromado

| PLANTA PILOTO DE CONCENTRACIÓN DE MINERAL REPORTE DE FALLA | | | | FECHA DE ELABORACIÓN: 05/2013 | | |
|---|---|----------------------------------|---|-------------------------------|----------------------|-------------------|
| AREA DE PROCESO | | EQUIPO | CODIGO | | | |
| DESCRIPCION DE LA FALLA | | | | | | |
| | | | | | | |
| FRECUENCIA DE LA FALLA | | | | | | |
| FECHA ULTIMA FALLA DD/MM/AAAA | TONELADAS SIN PROCESAR ULTIMA TON/HR | FECHA FALLA ACTUAL DD/MM/AAAA | TONELADAS SIN PROCESAR ACTUAL TON/HR | TOTAL | | |
| | | | | TON ACUM TON/HR | N° OCURRENCIAS N° | TIEMPO ACUM HR |
| | | | | | | |
| ACCIONES TOMADAS | | | | | | |
| | | | | | | |
| ACCIONES RECOMENDADAS | | | | | | |
| | | | | | | |
| PERSONAL INVOLUCRADO | | | | | | |
| | | | | | | |
| FECHA Y HORA DE ENTREGA DE EQUIPO DD/MM/AAAA | | TIEMPO DE PARADA 00:00 am/pm | | ESTADO (ENCENDIDO O APAGADO) | | |

Ilustración 3 Ejemplo de registro de fallas

Algunos puntos importantes en el registro de fallas son la frecuencia, el tipo de falla, el tipo de mantenimiento, incluso la duración de las fallas, modificaciones, refacciones utilizadas, quien lo realizo y que solución se dio en esa fecha por si se vuelve a repetir.

En la ilustración 2 se puede apreciar el ejemplo de un formato del registro de fallas el cual requiere la información necesaria para un equipo al que se le realizo una actividad de mantenimiento.

Levantamiento de información de los activos (equipos).

En este punto es donde se identifican los equipos que se encuentra dentro de la planta o del área a donde se va a aplicar no siempre se consideran todos y cada uno de los equipos para el plan de mantenimiento, pero para hacer este listado si se puede agregar para tener un control de los equipos con los que se cuenta.

Se creó un formato en el cual se toman datos técnicos de los equipos para poderlos identificar de manera más fácil.

Se creó un formato en el cual se toman datos técnicos de los equipos para poderlos identificar de manera más fácil.

| LISTADO DE EQUIPOS PARA LA GENERACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO | | | | | | |
|---|---------|--------------------|---------------|-------------|-------------------|--------|
| EN ESTE DOCUMENTO SE ENCUENTRAN ANEXOS LOS EQUIPOS QUE ESTAN CONTEMPLADOS PARA SER INCLUIDOS EN UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR SU RENDIMIENTO. | | | | | | |
| NO° | CONTROL | NOMBRE DEL EQUIPO | NO° DE SERIE | MARCA | UBICACIÓN | PIEZAS |
| 1 | R1 | RECTIFICADOR | RCT-A150-4567 | BLUE POWER | PROCESO RECROMADO | 1 |
| 2 | R2 | RECTIFICADOR | RCT-A150-4567 | BLUE POWER | PROCESO RECROMADO | 1 |
| 3 | P1 | PULIDORA | AYO30112016 | MAKITA | PROCESO RECROMADO | 1 |
| 4 | T9 | TINAS DE RECROMADO | IYJ07012015 | POLIPLASTIK | PROCESO RECROMADO | 9 |
| 5 | SE | EXTRACTOR DE GASES | 1780 | NAKOMSA | PROCESO RECROMADO | 1 |
| 6 | SB | BOTONERA | AC-PLT-432340 | EKOLINE | PROCESO RECROMADO | 2 |

Ilustración 3 Formato de levantamiento de información de los equipos.

La ilustración 4 muestra un ejemplo de una ficha en la cual se van a recaudar los datos necesarios para el levantamiento de los activos.

En algunas fichas cambia ya sea que le agreguen más información o por lo contrario se le quite información a la hoja más sin embargo, la información necesaria es básicamente el nombre del equipo, el área donde se encuentra, la codificación o referencia que tiene el equipo (si no la tiene se debe colocar para poder identificarse más fácilmente), modelo, marca, número de serie .Básicamente la información del equipo para agregarlo a un listado en el cual se va a reconocer de manera más sencilla



Formato de Levantamiento de información

| ENTIDAD PUBLICA | | HOJA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION | | | | | | | FOLIO | |
|--|----------------|--------------------------------------|--------|-------|--------|------|---------------|-----------------|-------|-------|
| NOMBRE Y APELLIDOS | _____ | | | | | | INVENTARIADOR | _____ | | |
| AREA | _____ | | | | | | FISO N° | _____ | | |
| OFICINA | _____ | | | | | | EQUIPO N° | _____ | | |
| MODALIDAD | _____ | | | | | | FECHA | ____/____/____ | | |
| MODALIDAD: <input type="checkbox"/> NOMBRADO <input type="checkbox"/> CONTRATADO <input type="checkbox"/> PRACTICANTE <input type="checkbox"/> SECRISTAS <input type="checkbox"/> SNP <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | |
| ITEM | CODIGO INTERNO | CODIGO PATRIMONIAL | NOMBRE | MARCA | MODELO | TIPO | COLOR | SERIE/DIMENSION | EST | OTROS |
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | |

LEYENDA: (N) NUEVO (R) BUENO (R) REGULAR (M) MALO

 NOTA * EL USUARIO DECLARA HABER MOSTRADO TODOS LOS BIENES PATRIMONIALES QUE SE ENCUENTRAN BAJO SU RESPONSABILIDAD Y NO CONTAR CON MAS BIENES PATRIMONIALES MATERIA DE INVENTARIO.
 * EL USUARIO ES RESPONSABLE DEL BUEN USO DE LOS BIENES DETALLADOS EN LA PRESENTE FICHA, Y EN CASO DE PERDIDA, ESTRAYIDOS, ESTOS SERAN REPUESTOS O REEMBOLSADOS.
 * CUALQUIER MOVIMIENTO DENTRO O FUERA DE LA INSTITUCION, DURANTE EL PERIODO DE ACTUALIZACION DEBERA SER COMUNICADO AL ENCARGADO DE CONTROL PATRIMONIAL BAJO RESPONSABILIDAD.

_____ FIRMA DEL USUARIO _____ FIRMA DEL INVENTARIADOR

Ing. Julio Barra

Ilustración 4 Ejemplo de formato de levantamiento de información de los equipos.

La ilustración 3 muestra un ejemplo de una ficha en la cual se van a recaudar los datos necesarios para el levantamiento de los activos.

En algunas fichas cambia ya sea que le agreguen más información o por lo contrario se le quite información a la hoja más sin embargo, la información necesaria es básicamente el nombre del equipo, el área donde se encuentra, la codificación o referencia que tiene el equipo (si no la tiene se debe colocar para poder identificarse más fácilmente), modelo, marca, número de serie. Básicamente la información del equipo para agregarlo a un listado en el cual se va a reconocer de manera más sencilla

CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS.

Es necesario tener en cuenta que no todos los equipos son considerados para el plan de mantenimiento puesto que se debe hacer una previa clasificación como se mencionó anteriormente, esta clasificación considera a la importancia que tienen los

equipos, muchas veces se le conoce como control de falla o clasificación acorde a las fallas o equipos.

Una vez que tengas el inventario de todos tus equipos, debes identificar a cuáles es factible aplicar mantenimiento y a cuáles simplemente debes reponer por completo. Muchas empresas alegan que su plan de mantenimiento no sirve simplemente porque tratan de reparar piezas de una máquina que debe ser reemplazada por completo. Y en esos intentos pierdes mucho dinero, así que en ocasiones el reemplazo es mejor que el mantenimiento por eso mismo se debe considerar este importante paso para la elaboración del plan de mantenimiento, la clasificación se determina mediante la importancia que el equipo tenga directamente con el área en que se encuentra así como para la empresa en general del mismo modo se consideran los costos de mantenimiento y de las refacciones para mantenimiento, considerando el medio ambiente, tiempos de paros y nivel de falla.

En el caso de la empresa donde se aplicó este proyecto se enfoca en los equipos que se encuentran directamente con la producción de piezas para ensamble.

FASE 2

Tipo de mantenimiento

Como se ha dicho se sabe que existen diversos tipos de mantenimiento que se le pueda dar a las máquinas o equipos, para este proyecto se tomó en cuenta el mantenimiento preventivo:

Básicamente las acciones planificadas que se realizan en periodos establecidos en máquinas y/o equipos teniendo un programa de actividades semestrales o anuales de inspección, limpieza, lubricación, reparación, etc. El cual en el plan de mantenimiento nos brindará los siguientes beneficios.

- Disminución de paros imprevistos.
- Mejor conservación de los activos.
- Mejoras en condiciones de seguridad.
- Costo de mantenimiento preventivo es menor que el correctivo.

Manuales de equipos

Es necesario saber cuáles son las especificaciones y recomendaciones de los fabricantes (sobre todo si tienen algún tipo de garantía). En caso de que algo malo suceda, puedes pedir soporte, en los manuales se busca información por ejemplo, fecha límite de revisión, tiempo de vida útil esperada, recomendaciones de tipos de aceites, lubricantes y medidas de seguridad. Además, los manuales del fabricante también deben indicar la cantidad de elementos de las máquinas y cómo reemplazarlos.

En la empresa se buscaron los manuales físicos de los elementos introducidos en el plan de mantenimiento encontrando así la manera en la cual se le dará un mantenimiento preventivo basado en las especificaciones de los fabricantes.



Ilustración 5 Ejemplo de manual

La ilustración 5 muestra un ejemplo de un manual de fabricante (en este caso de un vehículo) en el cual vendrán incluidos los trabajos necesarios así como especificaciones recomendables del fabricante que sirve para basar o programar los mantenimientos en este proyecto.

Formatos de información de las actividades de mantenimiento

Es necesario crear fichas donde se especifiquen las actividades que se realizarán a cada equipo para así poder tener un panorama más claro de lo que se pretende realizar, en muchas ocasiones las fichas ayudan a operadores de maquina a realizar el mantenimiento ya que este tiene un contenido básico que prácticamente es entendible sobre las tareas a realizar.

La ilustración 6 muestra una tarjeta de mantenimiento requerido (TMR) la cual deberá tener cada equipo para poder saber que tareas se realizarán por tanto se realizaron y se deberán revisar antes de cada vez que se vaya a realizar el mantenimiento.

| Tarjeta de mantenimiento requerido N° 1 | |
|---|--|
| Referencias: MSEE-00X | |
| Mantenimiento referido: | Mantenimiento requerido para el analizador de espectros. |
| Personal requerido: | Técnico electrónico. |
| Herramienta necesaria: | Franela, soplador, destornillador de cruz o plano depende el equipo. |
| Epp necesario: | n/a |
| Tarea | Actividad |
| Cuidado del equipo. | <p style="text-align: center;">Limpieza.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La parte exterior límpiela con la franela, no utilice agua podría dañar el equipo, para el interior, retire la carcasa y con ayuda del soplador y la franela limpie toda el área interior del analizador. • No muevas ningún componente podrías alterar el funcionamiento del equipo. • Con el equipo desconectado retira fusibles y revisa su estado, si es necesario reemplazarlos hazlo, asegúrate de que sean del mismo tipo. • Coloca la carcasa de nuevo y conecta a la alimentación de 127vac. |

Ilustración 4 Tarjeta de mantenimiento requerido

| | | | | | |
|--|---|------------------------------|--------------------------------|---------------------|--|
| Equipo: ANALIZADOR DE ESPECTRO | | Referencias: MSEE-00X | | Hoja: 1 | |
| Descripción: mantenimientos requerido para analizador de espectro | | | | | |
| Contenido: tmr | Mantenimiento requerido | Fr: | Nivel de habilidad | h/h | |
| 1 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Limpieza interior y exterior del equipo 2. Calibración del equipo. 3. Verificación de buen funcionamiento. | M 6m Du | Técnico electrónico o usuario. | 1/30m 1/30m - | |

| | |
|--|---|
| Tarjeta de mantenimiento requerido N° 1 | |
| Referencias: R1 | |
| Mantenimiento referido: | Mantenimiento requerido para el rectificador. |
| Personal requerido: | Encargado de mantenimiento. |
| Herramienta necesaria: | Franela, soplador, destornillador de cruz o plano depende el equipo, multímetro,. |
| Epp necesario: | Gafas de seguridad, botas industria y guantes. |
| Tarea | Actividad |

| | |
|---------------------|--|
| Cuidado del equipo. | <p style="text-align: center;">Limpieza.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La parte exterior límpiela con la franela un poco húmeda, no utilice agua en exceso podría dañar el equipo, para el interior, retire la carcasa con ayuda del desatornillador. • La limpieza interior utilizando de igual forma una franela húmeda solo para las partes metálicas. <p style="text-align: center;">Inspección de voltajes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tomar el multímetro y colocarlo en el apartado de medición de amperaje y posteriormente medir las entradas y salidas del rectificador las cuales no deben ser mayor a 4 mA • |
|---------------------|--|

| | | | | |
|---|---|----------------|--------------------------------|---------------------|
| Equipo: ANALIZADOR DE ESPECTRO | Referencias: MSEE-00X | Hoja: 1 | | |
| Descripción: mantenimientos requerido para rectificador de voltaje | | | | |
| Contenido: tmr | Mantenimiento requerido | Fr: | Nivel de habilidad | h/h |
| 1 | 1. Limpieza interior y exterior del equipo 2. inspección de voltajes | - - - | Técnico electrónico o usuario. | 1/30m 1/30m - |

Ilustración 5 planeación de mantenimiento según los equipos

La ilustración 6 tiene relación con la ilustración 6 puesto que ambas son hojas de formato en las cuales se establecen los mantenimientos a realizar y como se deben hacer.

FASE 3

Designación de los responsables

En este punto se van a designar a las personas que se encargaran de dar los mantenimientos requeridos a cada equipo ya sea que se cuente con un equipo de mantenimiento y un encargado, antes de designar a cualquier responsable debe estar segura la empresa que es capaz de llevar a cabo el plan de mantenimiento por sí sola. Para eso se identifica si tiene el tiempo, el dinero, el conocimiento necesario y los permisos legales para hacerlo. Si no lo tiene, se recomienda contratar a una empresa externa personalizada.

En la aplicación de Mantenimiento Fácil puede incluirse al responsable interno que se encargará del mantenimiento (diseño, control y ejecución) o a la empresa externa que se hará cargo.

Las actividades mismas son quienes determinaran que persona se encargara de realizarlas puesto que existen diversos tipos de mantenimiento por ejemplo actividades en las que se debe tener conocimiento de áreas como programación, robótica, electrónica, electricidad, por mencionar algunas, esto influye en tomar la decisión de quien será el encargado de aplicar el mantenimiento.

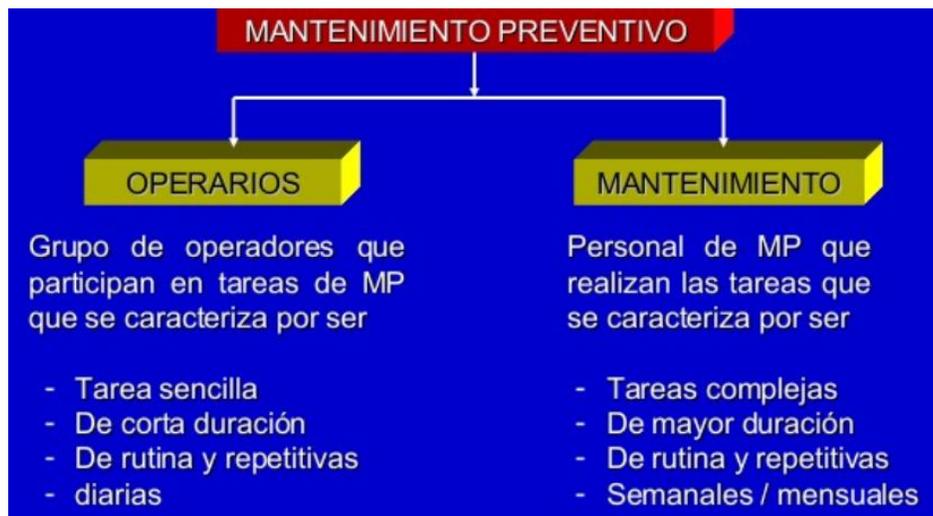


Ilustración 6 Ejemplo asignación de trabajos específicos.

La ilustración 7 indica que en algunas ocasiones no son necesarias las intervenciones de los encargados de mantenimiento puesto que las tareas a realizar son básicas y los mismos operarios pueden realizarla.

Requerimientos necesarios para reparar la máquina o equipo

Anexar a la tarjeta de los mantenimientos requeridos el material-herramienta que necesitas para cada tarea para que al momento que se deba realizar la operación se tenga todo a la mano y se efectúe con mayor rapidez. En algunas ocasiones se requiere de refacciones, esas también deberán ir incluidas en la misma hoja para evitar un desperdicio que son los movimientos innecesarios, otras veces los mantenimientos son básicos y quizá para ello se utilicen aceites lubricantes o productos de limpieza, pero no importa la actividad que se vaya a desarrollar siempre se debe tener la herramienta o el material adecuado para trabajar.



Ilustración 7 Ejemplo de material-herramienta para mantenimientos preventivos

En la anterior ilustración 7 se muestra un ejemplo de materiales que se deben tener siempre para los mantenimientos debido a que son herramientas que la mayoría del tiempo se utiliza con mayor frecuencia y en mayor número de equipos.

Algunos manuales de fábrica mencionan materiales que pueden ser reemplazados con otro similar en caso de no contar con lo que se especifica, de preferencia se recomienda utilizar exactamente lo publicado en el manual de no ser así revisar que la herramienta o utensilios que se tengan al momento sean lo más semejante y sirva de manera correcta para no afectar al equipo.

Planeación del trabajo de mantenimiento

La planeación permite estimar las actividades que estarán sujetas a la cantidad y calidad de mano de obra necesaria, los materiales y refacciones que se deberán emplear, así como el equipo y el tiempo probables en el trabajo que se pretende desarrollar.

Nota: la planeación debe prever tiempos muertos por factores diversos, cuya probabilidad de ocurrencia y lapsos los da la experiencia.

Políticas de mantenimiento

Cuando se pone en práctica una política de mantenimiento, esta requiere de la existencia de un Plan de Operaciones, el cual debe ser conocido por todos y debe haber sido aprobado previamente por las autoridades de la organización. Este Plan permite desarrollar paso a paso una actividad programa en forma metódica y sistemática, en un lugar, fecha, y hora conocido.

A continuación se enumeran algunos puntos que el Plan de Operaciones no puede omitir:

- Determinación del personal que tendrá a su cargo el mantenimiento, esto incluye, el tipo, especialidad, y cantidad de personal.
- Determinación del tipo de mantenimiento que se va a llevar a cabo.
- Fijar fecha y el lugar donde se va a desarrollar el trabajo.
- Fijar el tiempo previsto en que los equipos van a dejar de producir, lo que incluye la hora en que comienzan las acciones de mantenimiento, y la hora en que deben de finalizar.

- Determinación de los equipos que van a ser sometidos a mantenimiento, para lo cual debe haber un sustento previo que implique la importancia y las consideraciones tomadas en cuenta para escoger dichos equipos.
- Señalización de áreas de trabajo y áreas de almacenamiento de partes y equipos.
- Stock de equipos y repuestos con que cuenta el almacén, en caso sea necesario reemplazar piezas viejas por nuevas.
- Inventario de herramientas y equipos necesarios para cumplir con el trabajo.
- Planos, diagramas, información técnica de equipos.
- Plan de seguridad frente a imprevistos.

Luego de desarrollado el mantenimiento se debe llevar a cabo la preparación de un Informe de lo actuado, el cual entre otros puntos debe incluir:

- Los equipos que han sido objeto de mantenimiento.
- Tiempo real que duro la labor.
- Personal que estuvo a cargo.
- Inventario de piezas y repuestos utilizados.
- Condiciones en que responde el equipo (reparado) luego del mantenimiento.
- Conclusiones.

Actividades de mantenimiento.

Es importante realizar un calendario que contenga las actividades y los equipos q los que se les dará mantenimiento para así poder llevar un control más seguro de lo que ya se realizó o lo que hace falta por realizar.

El calendario correspondiente al proyecto comienza a partir del mes de marzo y será actualizado cada 6 meses o antes si es necesario.



Post Venta

PLAN DE MANTENIMIENTO FIAT

| Opción | DETALLE | Miles de kilómetros | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|---|---------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 |
| 1 | Control de alineado, rotación y estado/desgaste de los neumáticos | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2 | Control del funcionamiento de las pastillas de los frenos de disco delanteros/traseros (cuando esté disponible) Obs.: En caso que el espesor de la pastilla sea menor a 5 mm la misma deberá ser sustituida | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 3 | Control visual del estado e integridad de: exterior de la carrocería y protecciones de los bajos de la carrocería (caño de escape - tubo de alimentación combustible - frenos - dirección asistida - refrigeración - aire acondicionado) y elementos de goma (capuchón - manguitos - fuelles - retenes - bujes, etc.) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 4 | Reintegración del nivel de líquidos (refrigeración del motor - lavaparabrisas) y fluidos (frenos - servodirección - embrague hidráulico, etc.) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 5 | Control/regulación del recorrido o altura del pedal de embrague (accionamiento mecánico) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 6 | Control del sistema de encendido/inyección (mediante EXAMINER) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 7 | Control de las emisiones de los gases de escape | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 8 | Sustitución del aceite del motor | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 9 | Sustitución del filtro de aceite del motor | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 10 | Control/regulación del juego de los botadores - 1.3 BV - 1.4 BV - 1.7 TD | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 11 | Sustitución del filtro antipolen y carbón activo (o bien cada 12 meses) - excepto Uno - Fiorino | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 12 | Sustitución del filtro de combustible versiones GASOLINA - excepto Silo | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 13 | Sustitución del filtro de combustible versiones TD -JTD | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 14 | Sustitución del cartucho del filtro de aire | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 15 | Sustitución de las bujías, control de los cables | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 16 | Sustitución de las bujías, control de los cables - Fiorino | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 17 | Control del estado, tensado y regulación de las correas trapecoidales y/o poly-V | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 18 | Control visual del estado de las distintas correas de los órganos auxiliares (dirección asistida / aire acondicionado / bomba de agua / alternador) ** | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 19 | Control del nivel del aceite de la caja de cambio/diferencial | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 20 | Control visual del sistema antievapaporación (conexiones, tuberías, contenedores, retenes y tapón del depósito de combustible) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 21 | Control visual de la correa dentada de mando de la distribución | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 22 | Sustitución de la correa dentada de mando de la distribución ** | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 23 | Control de las condiciones de desgaste de las zapatas de los frenos traseros (frenos de tambor) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 24 | Sustitución del aceite de la caja de cambio/diferencial | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 25 | Control del recorrido de la palanca del freno de mano | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 26 | Sustitución del líquido de los frenos (o bien cada 24 meses) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 27 | Control/limpieza del sistema de ventilación del cárter del motor (blow-by) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 28 | Control del nivel del aceite de la caja de cambios automática (cuando esté disponible en el vehículo) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 29 | Control del extintor de fuego, escobillas limpiaparabrisas, cinturones de seguridad, sistema de iluminación y señalización externa, comando eléctrico de los levantacristales, sistema de apertura y cierre de puertas, baúl y tapa de combustible | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

Respete el Plan de Mantenimiento Programado. Es la mejor forma de que su Fiat esté siempre como un 0 Km.

Ilustración 8 Ejemplo de plan de mantenimiento de un automóvil de la marca FIAT

Como se puede apreciar en la ilustración 8 tenemos el número de mantenimiento que se le dará al auto y la descripción del mismo así como las fechas o en este caso cada cuantos miles de kilómetros recorridos en los que se le harán los trabajos de mantenimiento.

El periodo se marca según la necesidad que indica el mantenimiento por ejemplo hay máquinas que llevan el control por horas de trabajo otras ya están estandarizadas para que se haga en 3 6 o 12 meses.

Por último se tiene que seguir anotando en el historial de fallas lo que se realice para que si en algún futuro el equipo comience a trabajar con algún sonido o movimiento extraño quizá este anotado en la base de datos del historial y rápidamente se intervenga para no llegar al mantenimiento correctivo

se especifican las tareas definidas por los fabricantes de equipos así como el encargado de mantenimiento.

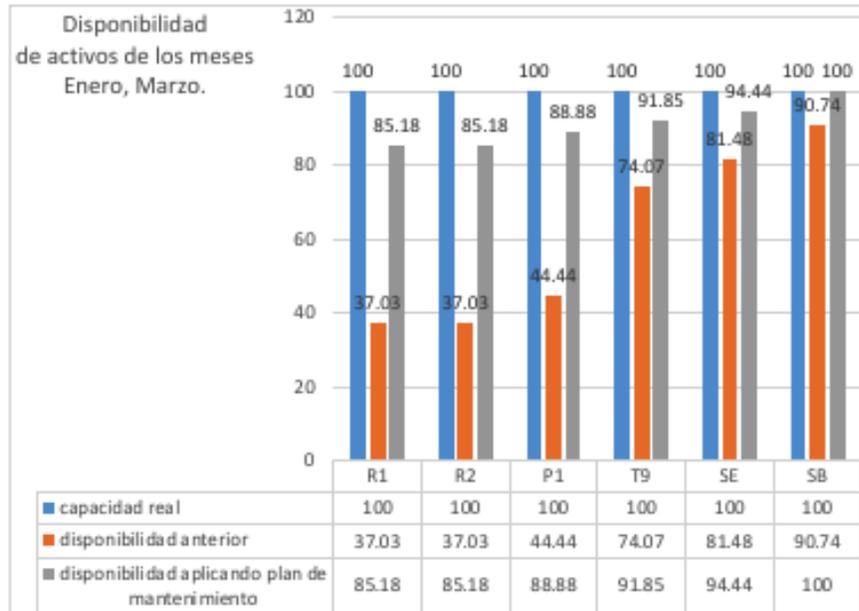


Ilustración 10. Gráfica de disponibilidad

En la ilustración 10 se ve una gráfica donde se puede observar la diferencia que se presenta en la disponibilidad de los equipos y comparando esta, el proyecto resulta viable para la empresa puesto que al aumentar la disponibilidad de los equipos aumenta la producción lo cual es significativamente proporcional.

4.2 Recomendaciones

Debido a que el periodo de estadías concluye en el mes de Abril el calendario original que se quedó en el área de recromado debe ser actualizado con base a los requerimientos necesarios en el caso de anexar equipos que se deseen introducir al plan de mantenimiento o simplemente seguir el control se debe adherir los días de los meses siguientes del mes de abril y hacer las actualizaciones necesarias para que se lleve a cabo el proyecto.

ANEXOS



Ilustración 11 Rectificadores parte fundamental del proceso



Esmeril de Banco

GB601 150mm (6")

Incluye protector y herramienta de apoyo.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

| | |
|-------------------------|-----------------------------|
| Potencia: | 240W |
| Diámetro de disco: | 150mm (6") |
| Distancia entre discos: | 280mm (11") |
| H.P. | 1/3 |
| Velocidad sin carga: | 2.850 (50Hz) / 3.450 (60Hz) |
| Longitud total | 378mm (14-7/8") |
| Peso neto: | 10,9kg (24lbs) |

Ilustración 12 ficha técnica

En la ilustración 11, se muestran los rectificadores con los que se cuentan en la empresa y los mismos quienes han mostrado mayor número de mantenimientos correctivos, mejor dicho los que paran la producción con mayor frecuencia y los más importantes para el proceso.

BIBLIOGRAFÍA

- CAMILO ERNESTO BUELVAS DÍAZ, KEVIN JAIR MARTINEZ FIGUEROA. (2014). Recuperado el 20 de MARZO de 2018, de <http://repositorio.uac.edu.co/bitstream/handle/11619/813/TMEC%201144.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garcia, S. (2013). *Renovatec*. Recuperado el 20 de Marzo de 2018, de <http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/que-es-un-plan-de-mantenimiento>
- RAFAEL DAVID ANGEL GASCA, H. M. (2014). Recuperado el 20 de MARZO de 2018, de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4620/6200046A581.pdf?sequence=1>
- Salas, M. V. (2015). *Slideshare*. Recuperado el 20 de Marzo de 2018, de <https://es.slideshare.net/freddyroycito/capitulo-i-ing-de-mantenimiento-introduccion>
- TORRES, J. C. (2010). Recuperado el 20 de MARZO de 2018, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/831/12/UPS-CT001680.pdf>