

11126
31



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

ORGANIZACIÓN CONTROL Y TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO
EN UNA MEDIANA EMPRESA MANUFACTURERA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :

MARCO ANTONIO } GARCÍA RODRÍGUEZ

ASESOR: M. en A. I. PEDRO GUZMÁN TINAJERO

CUAUTITLÁN IZCALLI EDO. DE MÉX.

2003

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**PAGINACION
DISCONTINUA**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijare,
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Organización, Control y Técnicas de Mantenimiento en una
Mediana Empresa Manufacturera.

que presenta el pasante: Marco Antonio García Rodríguez
con número de cuenta: 7815469-1 para obtener el título de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 29 de Septiembre de 2003

PRESIDENTE

Ing. Fernando Guerra Parra

Fernando Guerra Parra

VOCAL

Ing. Jaime Rodríguez Martínez

Jaime R

SECRETARIO

M.A.I. Pedro Guzmán Tinajero

Pedro Guzmán Tinajero

PRIMER SUPLENTE

Ing. José Luz Hernández Castillo

José Luz Hernández Castillo

SEGUNDO SUPLENTE

Ing. Norma Reyes Cruz

Norma Reyes Cruz

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

B

DEDICATORIA:

Alcanzar una meta, es muy enorgullecedor, es el resultado de un gran esfuerzo pero, nunca un logro personal puede darse sin el apoyo que nos brindan directa o indirectamente nuestros seres queridos y un sin número de personas.

Es por eso que quiero aprovechar este pequeño espacio para agradecer a todos aquellos que de alguna manera, me ayudaron y apoyaron para concluir mis estudios profesionales. A mis padres, a mi familia, a mis amigos, a mis profesores y a Dios.

Pero, dedico este trabajo muy especialmente a mis tres hijos Siulsusej, Rasec y Ocranlin, que a pesar de saber que a diferencia de la mayoría de estudiantes, terminé mis estudios a una edad madura, no me han criticado y sí, me han apoyado incondicionalmente, han sido pacientes y esperan de mi lo mejor.

Solo puedo prometerles que encaminaré mis conocimientos y todo mi esfuerzo a contribuir para mejorar nuestra sociedad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**ORGANIZACION, CONTROL
Y TÉCNICAS
DE MANTENIMIENTO**

PROLOGO

La presente Tesis representa para mi un extraordinario logro, no por que sea un trabajo nunca antes elaborado, por la calidad que tuviese o por el tema seleccionado, más bien lo extraordinario de mi trabajo radica en el hecho, de que por primera vez escribí acerca del Mantenimiento, que siempre ha sido una inquietud mía. Tanto la parte administrativa que es donde más se desarrolla un ingeniero y en la parte técnica que en mucho menor proporción se desarrollan los ingenieros, puesto que hoy en día existen muchos técnicos de muy buen nivel. Por lo que aunque en cada uno de los capítulos se habla por lo general de la parte administrativa, no podemos dejar a un lado la parte técnica.

Si bien es cierto que la mayoría de los problemas de Mantenimiento son de carácter administrativo por no tener una refacción en almacén, que es de muy poco movimiento y elevaría los inventarios, por no estar considerado en el presupuesto anual una reparación mayor de un equipo crítico, por no tener equipos de emergencia que nos resuelvan el problema solo una vez al año y el resto del mismo sea un equipo ocioso, por falta de capacitación del personal del departamento de mantenimiento, ya sea que no este contemplado en el programa de Capacitación y Desarrollo del Departamento de Recursos Humanos, o por que no haya presupuesto suficiente para la Capacitación o simplemente por que es demasiado caro capacitar solo a unas cuantas personas, por que una decisión técnica sea tomada por algún ejecutivo de la Empresa con poco Conocimiento acerca de las consecuencias de esa toma de decisión, por conflictos entre el personal de Mantenimiento con algún Directivo de otro Departamento o por cualquier otro de muchos más ejemplos que podría citar, no podemos olvidarnos de las soluciones que se dan en casi, sino es que en todas las empresas por los técnicos (capacitados o no), que intentan de cualquier manera resolver todos los problemas que se les presentan y así no entorpecer el flujo de la Producción, ya sea directa o indirectamente, esto es que desde la reparación de un contacto para la máquina de escribir del almacén, en cual elaboran la salida de un producto terminado que se va a embarcar al cliente, que podría retrasar la entrega y ocasionar sanciones, hasta la reparación de la falla más difícil, en el equipo más crítico de la empresa en la cual está basada la expectativa de la producción, ni podemos olvidarnos que al igual que todos los demás departamentos de la empresa, el mantenimiento ya sea externo o interno es necesario y que no existe a la fecha una empresa con mantenimiento cero.

Desgraciadamente es muy difícil mecanizar las reparaciones o soluciones de fallas de equipos y aunque en muchos manuales de mantenimiento intentan dar información precisa, acerca de los problemas y soluciones específicas de los equipos, es cierto que siempre habrá una causa diferente a las listadas en un manual de mantenimiento para un mismo problema, y también habrá soluciones diferentes a las propuestas en el manual. Por ejemplo, podríamos citar una falla de un equipo hidráulico, el cual en su secuencia debe mover un pistón hacia adelante y este no se mueve, se podría argumentar en un manual de Mantenimiento, que se cayó el voltaje de control, lo cual implicaría que pudo accionarse la protección térmica del motor de la bomba hidráulica, que la temperatura del aceite es muy alta y se acciona el interruptor de temperatura, que alguien accidentalmente acciona la palanca del interruptor principal o que hasta hubo una interrupción momentánea del suministro eléctrico. También podría argumentarse que se obstruyó el conducto de la válvula de presión, que el solenoide no se acciona, que el carrete de la válvula direccional se atoro o que hay una posible fuga de aceite, también puede decirse que esta obstruida la trayectoria del pistón, que tiene fuga interna en los empaques del embolo o que pudieran estar rotos dichos empaques, o que hasta puede estar roto el pistón, lo que nos lleva a pensar que para esta gama de posibles causas de una falla, hay una igual cantidad de soluciones y que además pudiesen haber otras más causas inherentes o no al equipo que de igual forma tienen soluciones diversas.

Así que es más fácil crear mecanismos administrativos como rutinas de mantenimiento diario a cierta maquinaria o equipo, reportes diarios de personal de las fallas encontradas y sus soluciones, registro diario en el historial de equipo, cuantificación de tiempos muertos de maquinaria identificando sus causas para proponer metas de reducción de estos tiempos, diagramas de flujo para la obtención de refacciones, precisando fechas de llegada a la planta, planes y programas de mantenimiento preventivo, el uso de la orden de trabajo, proponer y convencer al departamento de Recursos Humanos de la importancia de la Capacitación del personal técnico, ya sea con capacitación de un equipo en particular, así como cursos de Acertividad, Liderazgo, Calidad y otros que ayuden al personal a tener una actitud positiva ante cualquier problema que se haya suscitado en su Empresa.

De aquí la inquietud de que con mi experiencia en mantenimiento intente en este trabajo ayudar al lector a tener un panorama general del mantenimiento en cuanto a su Organización, Control y algunas Técnicas, que pudieran orientarlo a una mejor búsqueda de soluciones que le redituen beneficios en su formación laboral y por ende a su empresa.

	Página.
PROLOGO.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPITULO 1 Organización del Mantenimiento	
1.1 Lugar que ocupa el Mantenimiento en la Empresa.....	4
1.1.1 Responsabilidad del Mantenimiento.....	5
1.1.2 Organigrama General de Mantenimiento.....	6
1.2 Tipos de Mantenimiento.....	8
1.2.1 Mantenimiento de Emergencia.....	8
1.2.2 Mantenimiento Correctivo.....	9
1.2.3 Mantenimiento Preventivo.....	10
1.2.4 Inspecciones de Mantenimiento.....	28
1.2.5 Mantenimiento Predictivo.....	29
1.2.6 Interrelación entre los diferentes tipos de Mantenimiento.....	29
1.3 Personal de Mantenimiento.....	32
1.3.1 Cantidad de Personal.....	32
1.3.2 Calidad del Personal.....	33
1.3.3 Tiempo en que trabaja Mantenimiento.....	33
1.4 Equipo.....	34
1.4.1 Estado del Equipo.....	34
1.4.2 Disponibilidad para el Mantenimiento.....	37
1.5 Mantenimiento de Edificio.....	37
CAPITULO 2 Control del Mantenimiento	
2.1 Control de Personal.....	38
2.1.1 Asistencia.....	38
2.1.2 Seguridad.....	39
2.1.3 Reporte diario o bitácora de Trabajo.....	39
2.1.4 Trabajos de Rutina.....	41
2.1.5 Tiempo Extraordinario.....	41
2.2 Ordenes de Trabajo.....	42
2.2.1 Historia Clínica.....	46
2.2.2 Tipos de Falla y Soluciones.....	47

	Página
2.3 Piezas de Repuesto.....	47
2.4 Diagramas y Manuales.....	48
2.5 Herramientas de Trabajo.....	48
CAPITULO 3 Técnicas de Mantenimiento	
3.1 Diagramas de Flujo.....	49
3.2 Identificación de maquinas críticas.....	54
3.2.1 Máquinas críticas por mayor número de ordenes.....	55
3.2.2 Máquinas críticas por mayor tiempo muerto.....	55
3.2.3 Máquinas críticas por mayor tiempo de reparación de Mantenimiento.....	55
3.3.4 Análisis de Fallas	56
3.3 Diagrama de Pareto.....	57
3.4 Índices de Mantenimiento.....	62
3.4.1 Porcentaje de Tiempo muerto.....	63
3.4.2 Porcentaje de Intervención de Mantenimiento.....	64
3.4.3 Porcentaje de Mantenimiento Preventivo.....	65
3.4.4 Porcentaje de Gasto por Mantenimiento.....	67
3.5 Reportes Periódicos.....	69
3.5.1 Actuación de mantenimiento.....	70
3.5.2 Gasto del Presupuesto.....	71
3.5.3 Costos por Mantenimiento.....	73
3.5.4 Consumo de Energéticos.....	74
CAPITULO 4 Base de Datos para Mantenimiento	
4.1 Propósito de una Base de Datos.....	79
4.2 Contenido básico de una Base de Datos.....	80
4.3 Creación de una Base de Datos.....	82
4.4 Formas de obtener resultados.....	97
Conclusiones.....	109
Apéndice I.....	110
Bibliografía.....	114

INTRODUCCIÓN

La diversidad de Empresas de diferentes sectores Industriales, la diversidad de equipos, la gran variedad de políticas empresariales y por supuesto los incalculables puntos de vista del factor humano que objetivamente o no, dan soluciones a cada uno de los problemas y / o fallas que se les presentan día a día, harían imposible en un trabajo como este, abarcar todas las ramas y temas del Mantenimiento, por lo que me enfoque particularmente a las Medianas Empresas del sector Manufacturero. Donde Manufactura deriva de las palabras latinas, manus (manos) y factus (hacer), significando "hecho a mano".

Administrar es¹ "prever, organizar, mandar, coordinar y controlar". Y es en mucho lo que se debe de lograr para tener un alto grado de eficiencia en un departamento como es el de Mantenimiento.

Por lo que mantener en estado de operación la maquinaria equipo y edificio de una empresa al menor costo posible fue, es y será el objetivo del Departamento de Mantenimiento. Por eso es que no debemos olvidar que el trabajo de mantenimiento no es independiente de la empresa y participa indirectamente en la manufactura de los productos.

Debemos pensar que mantenimiento produce los mismos productos que almacén, Control de Calidad, Ingeniería, Producción, Compras, Recursos Humanos, Limpieza, etc., ya que producir un bien o servicio para la Sociedad, es el fin principal de cualquier empresa. Ahora bien, si pensáramos que mantenimiento no produce, entonces, no podríamos ser, parte fundamental del mecanismo de la Industria.

Aunque se trate de una Compañía externa que se dedique al mantenimiento, la filosofía debe ser, trabajar eficientemente para que el equipo o instalación en la que laboremos no cause paros innecesarios por el mantenimiento efectuado.

Así pues, este trabajo no pretende definir lo que es el mantenimiento en todas las industrias, sino más bien da un panorama de las variantes que se manejan en un departamento de servicio como mantenimiento, y a su vez se define al mantenimiento, se ubica en las empresas, se señalan los diferentes tipos de mantenimiento y su interrelación.

Se utilizó Bibliografía de autores reconocidos, pero también se tomó en cuenta experiencias propias y del personal con el que he trabajado.

¹ Según Henry Fayol, considerado como el verdadero Padre de la Administración

CAPITULO I
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

CAPITULO I

" ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO "

1.1 Definición del Mantenimiento

La definición más utilizada es: "Mantener en estado óptimo de funcionamiento, la maquinaria, equipo y edificio de una empresa al menor costo posible y así asegurar la productividad de dicha empresa".

La preocupación de la Dirección de una empresa para organizar el trabajo de Mantenimiento, es consecuencia de varios factores entre los que podemos mencionar:

- * Las interrupciones de la Producción pueden ser causa del incumplimiento de los plazos de entrega convenidos, con graves consecuencias y pérdidas de clientes. Además de los altos costos de refacciones y mano de obra.
- * Los gastos de servicios auxiliares como vapor, aire comprimido, energía eléctrica, gas, agua, etc., se reducen mediante un trabajo continuo de conservación.
- * La especialización en el trabajo de Mantenimiento, da como resultado una mayor garantía en las actividades realizadas, al mismo tiempo que se reducen los costos.
- * El planear las actividades de Mantenimiento, asegura la existencia en almacén, de refacciones de recambio necesarias.
- * La creciente automatización, que, si bien disminuye los costos de mano de obra directa, exige que por lo menos una parte del beneficio obtenido se gaste en conservar las instalaciones.
- * La utilización de contratistas externos si bien tiene un alto costo, resulta más barato en el ejercicio final ya que hay trabajos que por falta de equipo y / o experiencia es más rápida su ejecución por medio de los contratistas.

Esto implica que el administrador de mantenimiento debe crear estrategias para minimizar los paros productivos por mantenimiento, planear las reparaciones para evitar roturas mayores en los equipos, programar conjuntamente con el departamento de Control de la Producción las actividades necesarias para la ejecución del mantenimiento y adiestrar y capacitar a su personal para obtener mejores y más efectivos resultados que lo lleven a cumplir óptimamente el Mantenimiento.

1.1.1 Lugar que ocupa el Mantenimiento en la Empresa

Indudablemente el Mantenimiento como todos los departamentos de una empresa tienen una función importante dentro de la misma. Y podríamos polemizar mucho acerca de este tema, puesto que es muy natural que todo el personal de una empresa defienda a su departamento. Pero no podemos negar que en su momento algún departamento es más importante que otro u otros, y lo explicaremos de una manera muy simple con este ejemplo:

En cierta empresa que manufactura un producto X, se logra un contrato de fabricación por quinientos mil productos y después de dar una fecha de entrega, se da la orden de manufactura, inmediatamente el personal de producción pide a almacén la materia prima necesaria y se dan cuenta que no ha llegado una parte de la misma y es imposible comenzar la producción, por lo que en ese momento el departamento más importante y hacia donde todos los ojos se dirigen, es el departamento de Abastecimiento de materiales. Ya teniendo toda la materia prima se procede a producir, y después de 250 piezas fabricadas, se rompe la herramienta más crítica, que por su alto costo, no se puede tener en stock un repuesto y en ese momento el Taller de Herramientas es el departamento más importante ya que todos esperan una rápida respuesta de fabricación de la herramienta. Con la herramienta ya montada, se termina producción y falla una máquina empacadora, por lo que ahora Mantenimiento pasa a tener la mayor importancia para cumplir exitosamente la entrega del producto X. Y se podrían dar decenas de ejemplos similares donde se confirma que una empresa es un mecanismo completo y complejo donde todas sus piezas son fundamentales y dependientes unas de otras.

Por lo que se puede resumir que el Departamento de Mantenimiento ocupa un lugar tan importante como cualesquier otro, de una empresa y que debe ser visto de esta forma por los ejecutivos e inversionistas que de alguna manera dirigen el rumbo de los departamentos de servicio.

1.1.2 Responsabilidad del Mantenimiento

Como ya mencionamos, mantener en estado óptimo de operación la maquinaria, equipo y edificio de una empresa, es la definición de mantenimiento, y es sin lugar a dudas una de las más grandes preocupaciones de los ejecutivos en una Empresa Manufacturera.

Antes, al fallar una máquina o equipo productivo, se hacía un gran despliegue de personal y herramienta para aminorar el tiempo de reparación. Hoy en día la tendencia en las medianas empresas manufactureras, es que la presencia del personal de mantenimiento debe ser

discreta, esto es, que no deben ocurrir fallas graves en equipos críticos en plena producción ya que debemos planear y programar los mantenimientos para que esto no suceda.

Una ocasión el dueño de una empresa donde yo laboraba como Jefe de Mantenimiento, me cuestionaba, porque yo pasaba tan poco tiempo en las líneas productivas, y así mismo el personal operativo de mantenimiento, y mi respuesta fue, que el hecho de estar mucho tiempo en las áreas productivas, reparando una y otra máquina, señalaba que la actuación de mi departamento era pobre en planeación y programación del mantenimiento correctivo y preventivo, (los tipos de mantenimiento los veremos en el siguiente capítulo), y que para mí, la menor presencia del personal de mantenimiento en las áreas productivas, indicaba que estábamos haciendo un buen mantenimiento planeado, que el adiestramiento al personal productivo era el adecuado y que así el personal de mantenimiento podía tener tiempo para estudiar los manuales de las máquinas, capacitarse en algunos temas técnicos y buscar la eficiencia no en el mantenimiento de emergencia que es de un alto costo, sino en el mantenimiento planeado que siempre es más económico.

Así podemos ver que la responsabilidad de mantenimiento, no solo es mantener en operación una planta, sino también buscar mejorar la actuación de su personal haciéndolo más efectivo en sus tareas, por su capacitación y conocimiento de los equipos, hacer un mantenimiento más económico basado en planear las reparaciones y anticipándose a las fallas y en resumen, administrar y pensar, antes de invertir mucho tiempo en reparaciones repetitivas que siempre serán más costosas.

1.1.3 Organigrama General de Mantenimiento

El departamento de mantenimiento por ser un departamento de servicio, en muy pocas medianas empresas depende de él mismo, un gerente de mantenimiento no es muy común y si existe normalmente tiene a su cargo el taller de herramientas, proyectos, mantenimiento de edificios, taller automotriz y en algunos casos el almacén.

Normalmente un departamento de mantenimiento depende de Ingeniería de Manufactura, Gerencia de Operaciones, Producción o Ingeniería de Proyectos.

A continuación se muestra un organigrama de una empresa mediana que normalmente se compone de un jefe, que reporta directamente a la dirección, 1 supervisor por turno y los técnicos correspondientes:

²Organigrama General de Mantenimiento de una Empresa mediana Manufacturera

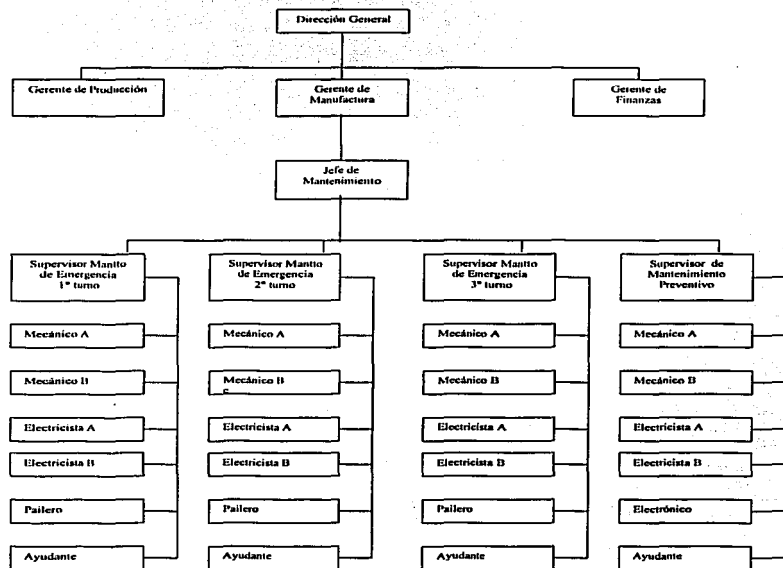


Figura 1.1

Como se aprecia en el organigrama, las cuadrillas están equilibradas y todos los supervisores dependen del jefe de mantenimiento, por lo que la comunicación debe ser vía bilátera y reportes, con mayor importancia en el tercer turno.

² Fuente propia

1.2 Tipos de Mantenimiento

Existen en la actualidad distintos tipos de mantenimiento, que por su forma de realizar, van desde un simple remiendo hasta una predicción.

El responsable de asignar los trabajos (que normalmente es un supervisor), identifica inmediatamente que recibe una orden de trabajo, el tipo de mantenimiento que es necesario y así distribuye el trabajo a su personal o bien avisa al encargado de programar tareas correctivas o preventivas para su posterior ejecución.

De los tipos de mantenimientos más utilizados se encuentran, el Mantenimiento de Emergencia, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Predictivo.

1.2.1 Mantenimiento de Emergencia

El Mantenimiento de Emergencia muy comúnmente es confundido con el Mantenimiento Correctivo puesto que en algunas empresas lo manejan de igual forma. Pero en realidad el Mantenimiento de Emergencia se da cuando en una máquina crítica por ser el cuello de botella de la Producción, o porque, se va a cumplir el tiempo límite de entrega de un lote, es necesario que ese equipo opere por decirlo de alguna manera en cualesquier condición, tomando riesgos de deterioros mayores del equipo, pero que nos ayuda a cumplir los compromisos de la empresa.

Un ejemplo de este mantenimiento muy común, es colocar dispositivos provisionales por falta de la refacción adecuada, por el alto costo de dicha refacción, la escasez de la misma o porque no, el largo tiempo de entrega. También en ocasiones se toma la decisión de dejar personal de mantenimiento hasta el término de la producción, ayudando en el manejo del equipo por incrementar alguna operación, ya sea manual o un paso intermedio de abastecimiento de material.

Se puede decir también que el Mantenimiento de Emergencia es la razón del Mantenimiento Correctivo, como veremos en el siguiente tema.

Uno de los objetivos principales de un administrador de mantenimiento fue, es y será minimizar al máximo el tiempo dedicado a este tipo de mantenimiento y deberá crear estrategias, (Como el Mantenimiento Correctivo Planeado), para no modificar, colocar el alambre o puente eléctrico en tiempo productivo.



1.2.2 Mantenimiento Correctivo

A diferencia del Mantenimiento de Emergencia, que aparece siempre como algo muy crítico, el Mantenimiento Correctivo puede y debe ser programado en la mayor de las veces.

El Mantenimiento Correctivo es en sí el seguimiento del Mantenimiento de Emergencia, ya que conocemos un defecto o una falla con posibilidad de corrección futura. El responsable de programar este mantenimiento debe estar en comunicación constante con el departamento de Control de la Producción o con Producción, según la magnitud de la reparación correctiva para poder delimitar el campo de acción de Mantenimiento, es decir, con la información de estos departamentos, el responsable de la programación asignará con mayor acierto, la fecha de ejecución, el personal adecuado, tendrá los materiales y refacciones a tiempo, para la exitosa realización del Mantenimiento correctivo sin entorpecer la Producción en marcha.

También es importante que los supervisores estén convencidos de la importancia de este tipo de mantenimiento ya que en ocasiones se tiene personal disponible y las refacciones listas en almacén y no es necesario esperar a que se programe algún trabajo. Basta con estar atento a la marcha del turno y en comunicación constante con la gente de producción para darse cuenta que en ciertos momentos del día es posible realizar trabajos correctivos pequeños o medianos.

Otra característica del Mantenimiento Correctivo o mejor dicho la más importante de sus características a mi manera de ver, es que el Mantenimiento Correctivo es el escalón fundamental previo para obtener mejores resultados en la programación del Mantenimiento Preventivo. Dicho de otra forma, sin un buen Mantenimiento Correctivo, no se puede hablar de éxito en la ejecución del Mantenimiento Preventivo.

Así el responsable del mantenimiento debe tener siempre la preocupación de que se ejecute de una manera satisfactoria el mantenimiento correctivo que se programe, ya que así, la maquinaria y equipo se elevaran a un nivel de mantenimiento tal que permita que puedan ser incluidas, en el Programa de Mantenimiento Preventivo.

Una técnica utilizada para no perder de vista los trabajos correctivos, es tener una carpeta especial de trabajos pendientes, que son resultado de mantenimientos de emergencia, de trabajos correctivos no concluido o mal ejecutados y de trabajos que se detectaron por inspecciones del tipo preventivas o por aviso del personal de Producción.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.2.3 Mantenimiento Preventivo

El Mantenimiento Preventivo tiene por objeto prever fallas que ocasionen largos períodos de tiempo improductivo que afecten a los compromisos de la Empresa.

Este tipo de mantenimiento, se puede dar a cualquier tipo de maquinaria, equipo, dispositivo o inclusive una herramienta, dependerá propiamente de la necesidad a cubrir. En este caso, vamos a hablar de equipo y maquinaria productiva que nos da un panorama propicio para ejemplificar el tema, a sabiendas que los dispositivos y herramientas utilizados en la producción tienen una igual importancia.

El Mantenimiento Preventivo no cambia o repara piezas de las cuales ya se tiene conocimiento, sino que aquí se revisan ciertas partes importantes del equipo, mismas que se reemplazaran solo en caso de que estén dañadas o que por el tamaño de las partes amerite el cambio, como por ejemplo, los rodamientos de un motor de gran tamaño.

Antes de elaborar un Programa de Mantenimiento Preventivo debemos plantearnos los siguientes cuestionamientos:

1) ¿Qué ventajas tendremos?

Dentro de las ventajas que tendremos al ejecutar un Programa de Mantenimiento Preventivo, podemos mencionar; disminución de tiempo muerto, aumentar los registros de detalles de partes dentro de las reparaciones, alargar la vida útil de los equipos, reducción de inventarios de refacciones, mayor conocimiento de equipo por parte de los operadores de mantenimiento, etc., que se resume en reducción de costos y aumento de productividad.

2) ¿Está convencida la administración de la empresa?

Convencer a los altos directivos de una empresa de la implantación de un Programa de Mantenimiento preventivo, no es una tarea fácil, por eso es necesario que el Administrador de Mantenimiento evalúe, de una manera eficaz los indicadores de costos de mantenimiento de emergencia, mantenimiento correctivo, tiempo muerto contra las pérdidas debidas a los paros de equipo por falta de mantenimiento planeado (Mantenimiento Preventivo).

3) ¿Se cuenta con el personal suficiente?

Normalmente una mediana empresa que nunca ha tenido un Programa de Mantenimiento Preventivo, tiene varias cuadrillas de mantenimiento, por el alto índice de fallas repetitivas. Y es allí donde el administrador de mantenimiento debe echar mano de su ingenio para

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

reubicar al personal, de manera que obtenga una cuadrilla extra para el mantenimiento preventivo con dirección propia, sin descuidar las demás actividades.

4) ¿Con qué equipos iniciará?

Invariablymente no existe una regla que defina cual o cuales equipos deben incluirse en un Programa de mantenimiento Preventivo. Dependerá de la situación actual de la empresa, de la edad de los equipos, del estado de los mismos, etc., Lo más sensato es verificar si el equipo es crítico para mantenimiento o producción, el tiempo de entrega de sus refacciones, es largo, o es la única máquina que realiza una operación.

Pero es muy importante, no perder de vista que la reorganización de un Programa de Mantenimiento Preventivo siempre causara grande incertidumbre en la programación de la Producción, conflictos entre los Departamentos afectados y perdidas para la empresa, por lo que es muy aconsejable iniciar con todos los equipos productivos e ir integrando poco a poco aquellos equipos nuevos y de servicio.

5) ¿Cuál será la frecuencia y en que partes?

Una guía muy valiosa para determinar la frecuencia de los servicios de mantenimiento preventivo, es el manual del fabricante que nos indica que inspeccionar, cuando hacerlo, así como un listado de partes para stock.

Para realizar el Mantenimiento Preventivo, se debe tener un plan de trabajo por máquina el cual siempre incluye:

- La limpieza de la máquina
- La lubricación total de la máquina
- Un programa calendarizado de los equipos a dejar fuera de operación para su mantenimiento
- La frecuencia y la magnitud del mantenimiento a realizar.

Los factores a tomar en cuenta para cada máquina o equipo que se integre al Programa de Mantenimiento Preventivo serán:

* Nivel de Mantenimiento Correctivo

Como sabemos este tipo de Mantenimiento antecede al Mantenimiento Preventivo. No podríamos, iniciar un Programa de Mantenimiento Preventivo sin haber alcanzado un nivel

de cuando menos el 80 % de Mantenimiento Correctivo. Esto quiere decir que se ha asegurado (con revisiones, reparaciones, modificaciones, mejoras y registros), el 80 % del buen funcionamiento de las partes de la máquina.

* El Estado actual

Es importante saber el estado del equipo antes de integrarlo al programa y podemos utilizar la información contenida en el historial de la máquina, ficha histórica o Historial Clínico como se le llama en muchas empresas, donde se encuentra el tipo de fallas comunes, fallas repetitivas, tiempo invertido en su mantenimiento de emergencia, tiempo invertido en su mantenimiento correctivo, las piezas más comúnmente dañadas, cual es el personal de mantenimiento más relacionado con el equipo. Pero en un caso extremo, si no se tiene esta información en un archivo o de cualquier otra forma, será necesario iniciar el Programa de Mantenimiento Preventivo con inspecciones que partirán de la experiencia de los operadores de mantenimiento, o del manual dado por el fabricante, e ir creando una base de datos como la que se propone en Capítulo Cuatro de este trabajo.

* Su complejidad en cuanto a dispositivos mecánicos, eléctricos, etc.

Los sistemas que contiene un equipo por su funcionamiento, por ejemplo equipos automatizados con Controles Lógicos Programables, derivan que haya personal capacitado para su revisión y reparación, lo cual debe tomarse en cuenta al momento de hacer la Programación del Mantenimiento Preventivo.

* Disponibilidad por el papel que desempeña dentro de la producción

Es necesario coordinarse, negociar y plantear las alternativas de utilización de otros equipos que realicen la misma operación, con el Departamento de Control de la Producción para tener la disponibilidad necesaria para la ejecución del Mantenimiento Preventivo Programado.

* Horas diarias de trabajo

La fatiga que tenga un equipo es un factor que definitivamente debe tomarse en cuenta al integrar ese equipo en el Programa de Mantenimiento Preventivo, puesto que hay equipos que trabajan ininterrumpidamente las 24 horas del día, lo cual delimita la frecuencia de los servicios, que bien puede basarse en turnos de trabajo.

* Su edad

La obsolescencia de partes de un equipo o el equipo en sí, es otro factor importante para realizar el Programa de Mantenimiento Preventivo ya que puede entorpecer los servicios por la difícil adquisición de las partes de repuesto. Por lo que es necesario coordinarse con el Departamento de Compras o con el Fabricante (según se estime en la empresa), para localizar estas partes antes de iniciar la ejecución del Programa y / o evitar demoras.

* Su Tamaño

El tamaño de una máquina, y pongamos como ejemplo una Prensa Troqueladora de unas 600 toneladas que realiza un embutido en lámina de acero de 1/8" de espesor, con cojín neumático, es un factor bastante relevante a tomar en cuenta para integrarla en el Programa de Mantenimiento Preventivo, ya que sus dimensiones hablarían de unos 7 metros de altura y lados de 3 metros, por lo que en algunas actividades sería necesario utilizar diferenciales, grúa, montacargas u otro tipo de herramienta que normalmente no se tiene en la planta, por su poca utilización y alto costo.

* Manuales del Fabricante

Como se planteo anteriormente, si no hay registros suficientes, se podrían iniciar los servicios de Mantenimiento Preventivo con el Manual del fabricante, pero aún con toda la información generada por mantenimiento es muy recomendable que se tomen en cuenta las recomendaciones del fabricante acerca de las piezas de repuesto, fallas comunes, frecuencia de servicios, calibraciones, etc.

* Lubricación

De la mano a los factores anteriores vienen las Cartas de Lubricación y la Ruta de Lubricación que forman parte también del Mantenimiento Preventivo.

El desgaste excesivo ocasionado por la fricción entre las superficies de contacto de una máquina en movimiento, es el motivo principal de la lubricación de los componentes mecánicos.

Y es por eso que la lubricación de los equipos, al hacer que exista en los componentes mecánicos una fricción mínima, se vuelve automáticamente parte del Mantenimiento Preventivo, porque alarga la vida de dichos componentes y por ende de los equipos en general. Por lo que es un punto vital para el resultado final del Programa de Mantenimiento preventivo, aunque parezca una actividad autónoma a dicho Programa.

Carta de Lubricación

La carta de lubricación puede ser tomada del manual del fabricante e ir haciendo las modificaciones pertinentes, tomando en cuenta la experiencia del personal de mantenimiento, elaborar una carta en base, solo a dicha experiencia de los mecánicos de mantenimiento o aunque es más costoso, contratar los servicios externos de un proveedor de aceites que haga el trabajo, que de cualquier manera siempre utiliza la experiencia del personal de mantenimiento.

Esta Carta de Lubricación debe contener los siguientes puntos:

- a) Fotografía o dibujo del equipo en cuestión
- b) Puntos a lubricar
- c) Tipos de aceites o grasas
- d) Periodicidad
- e) Forma de aplicación
- f) Personal que realiza la lubricación

La Carta de lubricación deberá en lo posible, abarcar una hoja tamaño carta para cada maquina, pero habrá algunas que por su tamaño será necesario tener dos o más hojas, donde se puedan visualizar los puntos antes mencionados y algunas recomendaciones o notas. Y se colocaran tantas hojas como sea necesario para que el lubricador no tenga que rodear el equipo en repetidas ocasiones.

A continuación desarrollaremos cada punto de la Carta de lubricación:

- a) Fotografía o dibujo del equipo

Normalmente los manuales del fabricante, tienen fotografías del equipo, pero será necesario eliminar todo el paisaje que este fuera del contorno de dicho equipo. También se pueden sacar fotografías del equipo, o realizar un dibujo lo suficientemente legible para ubicar los puntos a lubricar.

b) Puntos a lubricar

Todos los equipos tienen diferentes puntos donde es necesario lubricar, ya sea con aceite o grasa, y estos puntos se marcarán con flechas o líneas en la fotografía o dibujo mencionados en el punto anterior.

c) Tipos de aceites o grasas

Los lubricantes a utilizar para cada equipo pueden venir recomendados en el manual del fabricante, y si no es así se toma en consideración la experiencia de los mecánicos y se asesora con un proveedor de lubricantes, además de que existen diferencias marcadas entre los distintos sistemas, por ejemplo: no es igual el aceite de una transmisión mecánica de un torno a un aceite de un sistema hidráulico, ya que cambian las condiciones mecánicas de operación y las del medio ambiente, como también sería la aplicación de grasa en una chumacera de un ventilador de un horno de fundición de aluminio, donde hay una temperatura alrededor de los 250 grados centígrados, a la aplicación de grasa al motor de una bomba de recirculación de agua en el mismo horno que se encuentra a 20 metros de distancia del equipo a temperatura ambiente.

Para distinguir los tipos de lubricantes a utilizar, se hará un listado de los diferentes aceites y grasas que se apliquen a los equipos y se les dará un código de no más de 3 caracteres.

d) Periodicidad

La frecuencia de aplicación se dará en base, al manual del fabricante y / o a la experiencia del personal de mantenimiento, considerando que los manuales se basan en un tiempo estándar de trabajo de los equipos, pero en la práctica podemos ver que existen equipos sobre utilizados y subutilizados.

Y podemos distinguir la periodicidad de lubricación dando colores a cada una de las frecuencias de aplicación, como por ejemplo: el color rojo a la frecuencia diaria, el naranja para cada tercer día, verde para cada semana y así sucesivamente.

e) Forma de Aplicación

Las formas de aplicación son muy variadas, se pueden nivelar depósitos de aceite hasta llegar a las mirillas, aplicación con inyector de grasa, aplicar manualmente grasa a un engrane de gran diámetro, o podrían solo llenarse depósitos de bombas de sistemas automáticos de lubricación por tiempo, ya sean de grasa o de aceite.

f) Personal que realiza la lubricación

Sin lugar a dudas el personal asignado a esta tarea deberá pertenecer a la cuadrilla de mantenimiento y tener cierto grado de capacitación. Además con los crecientes sistemas administrativos de mantenimiento, sistemas automáticos y las exigencias de los sistemas de control de calidad, son otros factores importantes, para que el personal de lubricación sea técnicamente capacitado. Pero existen tareas rutinarias menores que se delegan en ocasiones a personal productivo en sus equipos asignados.

A continuación se muestra una carta de lubricación de una máquina ³Onsertadora de componentes electrónicos marca Fuji modelo FIP III, donde se observan los puntos contenidos en una carta de lubricación

En la tabla 1.1 se muestran las áreas de lubricación, definiendo la frecuencia de aplicación, por supuesto el área, el tipo de lubricante y algunas precauciones que se deben tener al lubricar.

³ Onsertadora: Se le conoce así a los equipos que colocan componentes electrónicos en las tarjetas, sin alambres de conexión que la atraviesen.

Carta de Lubricación para maquina FIP III⁴

Seguir los procedimientos de lubricación de la siguiente carta. Favor de aplicar los lubricantes especificados en las áreas especificadas o los movimientos de la máquina pueden resultar afectados.

Áreas de Lubricación

Punto		Daphne Eponex N° 2	Biral T & D	G-30L	Frecuencia	Precauciones
Robot eje X	Tornillo sinfin	*			Mensualmente	
	Gula LM	Tiel LM	*		Semanalmente	
		Bloque LM	*		Mensualmente	
Escala Lineal del eje X				*	Semestralmente	En operación continua lubricar cada 2 meses
Mesa eje Y	Tornillo sinfin	*			Mensualmente	
	Gula LM	Tiel LM	*		Semanalmente	
		Bloque LM	*		Mensualmente	
Escala Lineal del eje Y				*	Semestralmente	En operación continua lubricar cada 2 meses
Cabeza Colocadora	Tornillo Sinfin	*			Mensualmente	Solo pequeñas cantidades de lubricante
	Engrane	*			Trimestralmente	Solo pequeñas cantidades de lubricante
	Boquilla interior		*		Semanalmente	Utilice un cotonete
	Gula de junta rotativa		*		Mensualmente	Solo pequeñas cantidades de lubricante
Unidad de cambio de boquillas	Gula LM		*		Semanalmente	Solo pequeñas cantidades de lubricante
Alimentadores			*		Durante la limpieza	Solo deslizador de pines de alimentación y posicionador de cinta
Transportador	Tornillo Sinfin		*		Semanalmente	

Tabla 1.1

⁴ Cortesía Atlinks, S.A. de C.V.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La figura, 1.2, presenta un dibujo de la máquina identificando las partes y las áreas a lubricar.

Esquema general de áreas a Lubricar

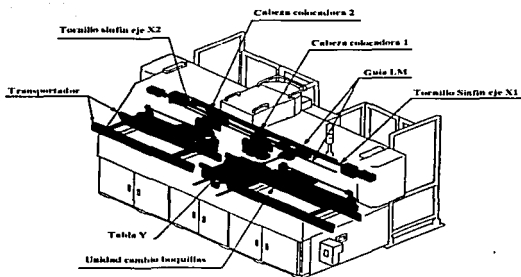


Figura 1.2

Áreas de Lubricación en el eje X1

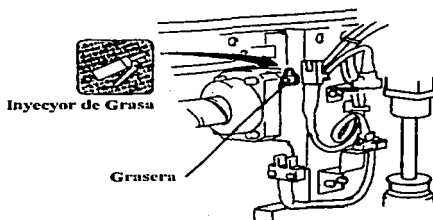


Figura 1.3

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Y en las figuras marcadas con 1.3, hasta 1.7, se encuentran los detalles de lubricación como tipo de lubricante, ubicación de graseras y la forma de aplicación de cada una de las partes.

Áreas de Lubricación en el eje X2

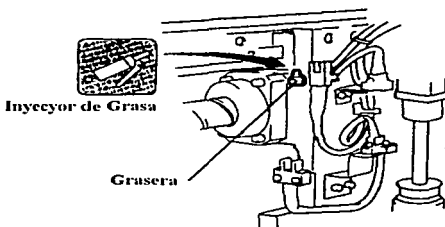


Figura 1.4

Áreas de Lubricación del sinfín del eje Y

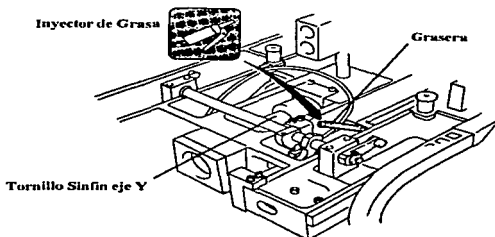


Figura 1.5

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Áreas de Lubricación en el sinfín de ejes lineales

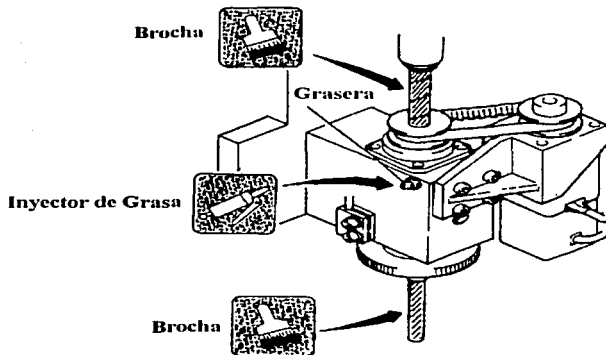


Figura 1.6

Lubricación del Encoder Lineal cubierto con caucho

* Tipo de grasa: G-30L de Química Shinetsu (Japón).

* Instrucciones de Aplicación

Aplicar la grasa en el lado de atrás de la cubierta de caucho utilizando una brocha pequeña (ver figura 1.7). No introducir la brocha más de 10 mm dentro del encoder lineal porque la brocha no debe tocar la escala óptica.

* Cantidad a aplicar e Intervalo

Cantidad: Aplicar la grasa esparciéndola tanto como sea posible. La cantidad a usar es aproximadamente 0.06 a 0.07 cc por metro de cubierta de caucho.

Intervalo: Una vez cada dos meses si la maquina trabaja 24 horas al día y una vez cada ocho meses si la maquina trabaja 8 horas al día.

Lubricación para Encoder Lineal cubierto con caucho

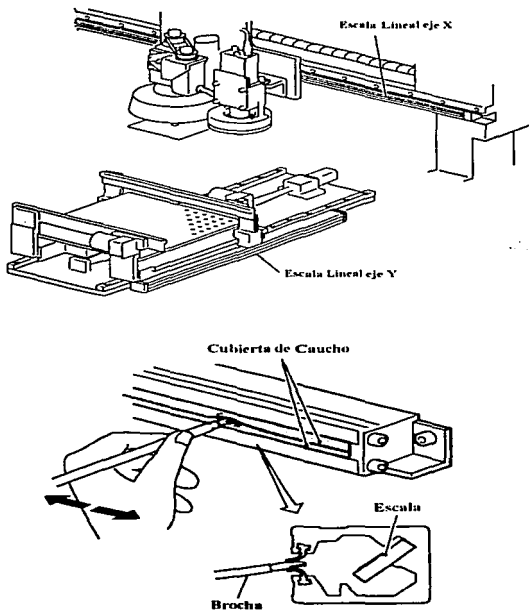


Figura 1.7

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Ruta de Lubricación

La ruta de lubricación es en sí, la programación de las frecuencias y equipos a lubricar por turno en una empresa.

Es importante que el lubricador analice todas las cartas de lubricación, el mapa de la ruta de lubricación y elabore los reportes correspondientes turno a turno.

A continuación se muestra como sería una Ruta de lubricación de líneas de producción de máquinas onsertadoras, como la de la carta de lubricación anterior:

Ruta de Lubricación en Líneas de Ensamble de tarjetas electrónicas

Mes de Abril 2002	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Maquinas Linea 1																														
Cargador tarjetas	■																													
Impresora MPM		■																												
Onsertadora CPIV			■																											
Onsertadora IPIII				■																										
Horno de Soldado					■																									
Descargador tarjetas						■																								
Maquinas Linea 2																														
Cargador tarjetas	■																													
Impresora MPM		■																												
Onsertadora CPIV			■																											
Onsertadora IPIII				■																										
Descargador					■																									
Descargador tarjetas						■																								
Maquinas Linea 3																														
Cargador tarjetas	■																													
Impresora MPM		■																												
Onsertadora CPIV			■																											
Onsertadora IPIII				■																										
Horno de Soldado					■																									
Descargador tarjetas						■																								

Figura 1.8

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Personal que realiza la lubricación

Anteriormente en muchas empresas, se tenía la idea errónea, que un lubricador sólo era una persona que llenaba depósitos de aceite o grasa y que podía o no tener un cierto grado de preparación técnica, por lo que se estilaba colocar en ese puesto a un ayudante aunque nunca hubiese tenido relación con maquinaria o equipo. Hoy en día los administradores del mantenimiento se preocupan por tener como lubricador a un mecánico lo suficientemente capacitado para realizar un trabajo profesional en la lubricación de una empresa. El lubricador actual, es un inspector para cualquier tipo de mantenimiento, ya que en su ruta de lubricación puede apretar piezas sueltas, corregir fugas menores en las tuberías, recomodar algún cable suelto, como parte del mantenimiento de emergencia, sin necesidad de que el personal de producción emita una orden a mantenimiento. Detecta fallas, ruidos excesivos, vibraciones, etc., y avisa al personal responsable del mantenimiento correctivo y preventivo, ya que sus reportes son en sí, inspecciones de equipo.

Programa de mantenimiento Preventivo

El Programa de Mantenimiento Preventivo, después de haberse analizado los puntos anteriores en cada equipo, se coloca en un Mapa de Calendarización o Plan Maestro de Mantenimiento Preventivo. El cual debe contener:

- Clave del equipo: Donde se encuentra información del área de ubicación, centro de costos y número de equipo.
- Nombre del equipo: Describe brevemente que tipo de equipo es y la marca o mote.
- Calendario: Normalmente la calendarización se hace con una frecuencia semanal, independientemente del tiempo que se lleve el servicio y se programa un año completo.
- Marcas de programación y realización: Aquí se colocan las frecuencias de programación y también las marcas de los servicios realizados.

Enseguida se muestra un Mapa de Programación de Mantenimiento Preventivo⁵.

⁵ Cortesía Atlinks, S.A. de C.V.

Actividades de los Servicios de Mantenimiento Preventivo

Las actividades a realizar en un servicio de mantenimiento preventivo se enlistan en un formato que a su vez sirve para reportar los resultados de dicho servicio.

El formato deberá contener la siguiente información:

- Fecha de ejecución
- Partes a intervenir
- Actividades a realizar
- Tiempo estimado de realización
- Cantidad y nivel del personal
- Refacciones a utilizar
- Recomendaciones del programador

Y se deberá reportar:

- Confirmación de trabajos realizados
- Tiempo real de realización
- Refacciones utilizadas
- Inconvenientes ocurridos (si los hubo), en el desarrollo del servicio
- Observaciones
- Nombre y firma del o de los ejecutantes

A continuación se muestra un formato de reporte de actividades de Mantenimiento Preventivo a una máquina Insertadora⁶ de componentes electrónicos radial marca Universal incluida en el mapa de Programación mostrado en el punto anterior.

⁶ Insertadora: Máquina que coloca componentes electrónicos con alambres de conexión en una tarjeta perforada

Reporte de Actividades de Mantenimiento Preventivo

INGENIERIA INDUSTRIAL

PLAN INSERTADORA RADIAL UNIVERSAL

Actividad	Frecuencia	Fecha	Estado
LIMPIAR COMPUTADORA EXTERNA	42 Dias	YEA	
CHEC.LUB.NEUM.(2 GOTAS P/MIN.)	42 Dias	YEA	
PINTAR PARTES DETERIORADAS	365 Dias	YEA	
CHECAR BANDAS	42 Dias	YEA	
CAMBIAR TORNILLOS MAL ESTADO	42 Dias	YEA	
CHECAR PRES.AIRE(5.5 A 6BARS)	42 Dias	YEA	
LIMPIEZA GENERAL	42 Dias	YEA	
CHECAR NIVEL DE ACEITE TRANS.	210 Dias	YEA	
CHEC. FOCOS TORRETA INDIC.OPER	42 Dias	YEA	
LUBRICACION GENERAL	42 Dias	YEA	
LIMPIAR Y LUBRICAR : Secuencer \	42 Dias	YEA	
CHECAR TENSION : Drive belt \ Secuencer\	365 Dias	YEA	
CAMBIAR ACEITE : Drive assembly \ Secuencer\	365 Dias	YEA	
CAMBIAR GRASA : Drive assembly \ Secuencer\	365 Dias	YEA	
LUBRICAR FLECHAS : Chain tension \ Secuencer\	210 Dias	YEA	
LIMPIAR RESIDUOS DEL CORTADOR : Cutter station \	42 Dias	YEA	
REMOVER RESIDUOS DE CARTON : Cutter station \	42 Dias	YEA	
DESENSAM.CHEC.DESQ.LAV.Y LUB. : Cutter station \	42 Dias	YEA	
LAVAR LUB. Y CHEC DESGASTE : Anvil \ Cutter station\	42 Dias	YEA	
CHECAR AJUSTE DE CONTINUIDAD : Anvil \ Cutter station\	42 Dias	YEA	
CHECAR AJUSTE DE CONTINUIDAD : Cutter \ Cutter station\	42 Dias	YEA	
LAVAR.LUB.Y CHECAR DESGASTE : Cutter \ Cutter station\	42 Dias	YEA	
LUB.TETRA OUN O : Slide \ Cutter station\	42 Dias	YEA	
CHECAR Y LUBRICAR : Piston \ Cutter station\	42 Dias	YEA	
CHEC.MANUALMENTE HEAD DRIVE : Insertion head \	42 Dias	YEA	
CHEC.MANUALMENTE INSERT STOKE : Insertion head \	42 Dias	YEA	

Figura 1.11

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Dentro de la realización de las ordenes de mantenimiento preventivo, se debe tomar en cuenta el alcance del servicio a realizar, que puede ser creciente conforme avanza el programa, esto es, que el primer servicio en el año puede ser exclusivamente una lista de chequeos con tiempo máximo de tres horas, el segundo servicio realizar actividades más específicas, en un tiempo de ocho horas y así sucesivamente hasta intervenir las partes más importantes del equipo en el trayecto del programa, o también pueden darse servicios repetitivos en un tiempo estándar a lo largo del programa. Dependiendo de los factores y a mencionados como tamaño, edad, diferentes sistemas u horas diarias de trabajo.

La forma de guardar la información generada por los servicios de mantenimiento preventivo en cada historial de equipo, puede variar, desde un cardes por maquina, en una base de datos como la que veremos en el capítulo cuatro o hasta en un software especial de Mantenimiento.

1.2.4 Inspecciones de Mantenimiento

Las inspecciones de maquinaria o equipo se realizan por lo regular por el departamento de mantenimiento pero, hoy en día en algunas empresas ya involucran al personal de Producción con un Check list (lista de chequeos) que el operador ejecuta al inicio de turno y en algunas otras empresas hasta al personal de Control de Calidad con un formato de puesta a punto, que no es más que un listado de las condiciones de operación, pudiendo inclusive parar el proceso. Claro esta que este formato lo elabora el departamento de Ingeniería del Proceso con la colaboración de los departamentos de Producción y Mantenimiento.

El resultado de estas inspecciones tiene la finalidad de corregir en ese instante alguna variante del equipo que afecte a la producción y puede corregirlo el operador de producción o en su caso, según su complejidad, el departamento de mantenimiento que a su vez deberá investigar la causa de esa variante y programar si es necesario un mantenimiento correctivo.

De las inspecciones que realiza mantenimiento, se pueden mencionar dos muy comunes:

- * Inspección con un check list para cada maquina de los puntos más críticos para mantenimiento. Ejecutado por personal de Mantenimiento Correctivo.
- * Inspección implícita por parte del Lubricador ya que el, puede informar de vibraciones extraordinarias, sobrecalentamiento, fugas y ruidos.

Las inspecciones de maquinaria y equipo pueden pertenecer al Mantenimiento Correctivo o de igual forma al Mantenimiento Preventivo. Depende del punto de vista del administrador de

mantenimiento, esto se da porque a menudo el programador del Mantenimiento preventivo pretende asentar reparaciones correctivas al total de horas de Mantenimiento Preventivo y como ya vimos las correcciones se hacen a partir de un defecto o falla y no de una prevención.

1.2.5 Mantenimiento Predictivo

El Mantenimiento Predictivo a diferencia de los otros tipos de Mantenimiento, no conoce las fallas, se realiza a base, de registros y predicciones, como vida útil, análisis de vibraciones, análisis químicos, etc. El ejemplo más común es el de un rodamiento que tiene como especificación, un año de vida, y aunque la parte donde trabaja este aceptablemente bien, dicho rodamiento deberá ser cambiado cuando alcance el año marcado por el fabricante.

Otro ejemplo donde se realiza el mantenimiento predictivo, es en depósitos muy grandes de aceite hidráulico, donde se efectúan periódicamente análisis de viscosidad del aceite y al tiempo que se encuentra degradándose, se programa el cambio total de dicho aceite.

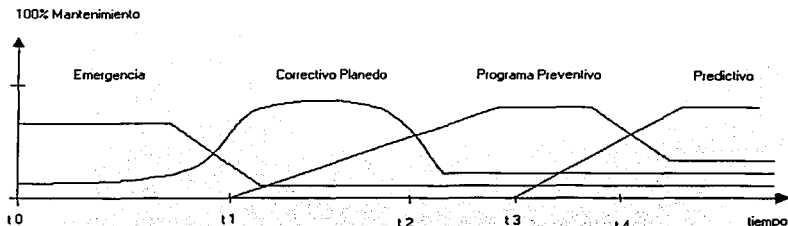
Este tipo de mantenimiento requiere de mucho control y no se puede dar si el equipo no tiene un alto nivel de mantenimiento preventivo. Por lo que en México muy pocas empresas pueden integrarlo.

1.2.6 Interrelación entre los diferentes tipos de Mantenimiento

Como ya vimos, existe una dependencia entre las cuatro modalidades de mantenimiento que se expusieron, no puede reducirse el mantenimiento de emergencia si no se incrementa el mantenimiento correctivo planeado, no se puede hablar de éxito en un programa de mantenimiento preventivo si en cada servicio se corrige y no se prevé y tampoco podemos realizar el mantenimiento predictivo si tenemos que realizar servicios de mantenimiento preventivo para hacer algún diagnóstico o medición.

A continuación se muestra una gráfica del comportamiento de los diferentes mantenimientos y su interrelación:

Interrelación de los diferentes tipos de Mantenimiento



Gráfica 1.1

Análisis de la Gráfica

Tiempo cero (t0)

Como se puede observar en la gráfica en el tiempo cero, se efectúa arriba del 80 % de Mantenimiento de Emergencia y el Resto d Mantenimiento Correctivo Planeado. El Mantenimiento Preventivo es cero, porque aunque pudiera realizarse algún tipo de este mantenimiento, no entraría en un Programa. Y el Mantenimiento Predictivo es nulo.

Tiempo cero a tiempo uno (t0-t1)

Aquí el Mantenimiento de Emergencia ya es inferior al Mantenimiento Correctivo Planeado que alcanza porcentajes arriba del 85 % y se da la pauta para iniciar el Mantenimiento Preventivo Programado. El Mantenimiento Predictivo sigue siendo nulo.

Tiempo uno a tiempo dos (t1-t2)

En este periodo de tiempo como se ve en la gráfica el nivel de Mantenimiento de Emergencia baja a alrededor del 10 %, el Mantenimiento Correctivo alcanza su nivel máximo

y comienza a decrecer en la medida que avanza la ejecución del Programa de mantenimiento Preventivo. El Mantenimiento Predictivo sigue sin iniciar.

Tiempo dos a tiempo tres (t2-t3)

Este periodo de tiempo termina, dando inicio al Mantenimiento Predictivo, puesto que el Mantenimiento Preventivo Programado, alcanza su nivel máximo, y lo mantiene. Mientras el Mantenimiento Correctivo Planeado decrece a su nivel más bajo de igual forma que se mantiene el Mantenimiento de Emergencia.

Tiempo tres a tiempo cuatro (t3-t4)

El efecto que se puede observar en este periodo en la gráfica, es igual al periodo t1-t2, pero ahora con el Mantenimiento Preventivo que empieza a decrecer y el Mantenimiento Predictivo aumenta en la misma proporción. El Mantenimiento Correctivo y de Emergencia se mantienen a un nivel bajo.

Tiempo cuatro en adelante

El administrador de Mantenimiento debe asegurarse de mantener la continuidad de los diferentes Mantenimientos al llegar al punto t4 ya que es el objetivo fundamental de su departamento y de la Dirección.

Llegar a este punto es algo verdaderamente difícil, se necesita un gran apoyo y paciencia por parte de la Dirección y aquí es donde la filosofía del Mantenimiento cambia para los ojos de toda la empresa y el trabajo realizado, reditúa en experiencia y realización personal.

Por otro lado en el grueso de las empresas, al llegar al nivel más alto de Mantenimiento Preventivo, se preocupan por mantenerse allí, y el Mantenimiento Predictivo, lo ven más como un gasto que como una inversión, pues al llegar a este punto el Mantenimiento Preventivo coadyuva a que la empresa sea más rentable. Sin llevarnos necesariamente a pensar que el Mantenimiento Predictivo sea algo ficticio imposible de realizar, pero sí, que más bien es una cuestión de cultura que los Administradores de Mantenimiento deben de inducir. Con la ayuda claro está, de los fabricantes de Maquinaria y Equipo que día a día con la creciente Tecnología y automatización de los procesos se preocupan por vender sus productos con sistemas integrados de diagnósticos y monitoreos de diferentes mecanismos y parámetros de seguridad: Como por ejemplo en un regulador de velocidad para un motor de inducción de una banda transportadora (o inversor de frecuencia), el cual nos da información continua acerca de la tensión de alimentación, la corriente consumida y la temperatura en la que esta trabajando.

1.3 Personal de Mantenimiento

La mano de obra que administra y ejecuta el mantenimiento debe ser eficiente, dispuesta y cumplir con ciertas características técnicas, habilidades y experiencia, para que tenga un grado mayor o menor (según el puesto) de colaboración en la resolución de problemas que ayuden a alcanzar las metas y objetivos del departamento.

1.3.1 Cantidad de Personal

Desde luego que el tamaño de la empresa, el porcentaje de automatización, el tipo de producto que se manufacture y los compromisos de fabricación, es fundamental para determinar la cantidad de personal a ocupar en un departamento de mantenimiento. Pero un punto igualmente importante para decidir el número de supervisores, mecánicos, electricistas, ayudantes, etc. de mantenimiento, son las estrategias, rutinas y el trabajo planeado que se ejecute en dicha empresa.

No hay un método definido para calcular el personal, pero si es necesario determinar las áreas a las que mantenimiento da servicio, así como las tareas periódicas y podemos enunciar:

- Mantenimiento de Emergencia
- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento de Edificio
- Mantenimiento a Taller Automotriz
- Lubricación

Se recomienda distribuir personal en las diferentes áreas, aún combinando algunas de ellas como por ejemplo, mantenimiento correctivo y de edificio, mantenimiento preventivo y lubricación, etc. Con tanta gente como sea necesario sin irse a los excesos como tener diez gentes para mantenimiento preventivo en un plan que a lo más ocupe, seis gentes al día para los servicios o en el mismo caso, solo tener cuatro.

Por lo que es muy necesario que el administrador de mantenimiento, justifique la permanencia de cada técnico, supervisor, ayudante, etc., del departamento, enumerando labores y tiempos de ejecución.

1.3.2 Calidad del Personal

El personal de mantenimiento debe tener los conocimientos mínimos necesarios para realizar sus labores, según el puesto ocupado.

Es necesario que exista una descripción de cada uno de los puestos que formen el departamento, lo cual contendrá:

Propósito general: Donde se describe la finalidad principal del puesto para lo cual se creó, basándose en los objetivos del departamento.

Dimensiones: Aquí se delimita el campo de acción donde figuran sus responsabilidades hacia la empresa en cuanto a personal, maquinaria, servicios e instalaciones.

Estructura Organizacional: Es importante saber a quien reporta el puesto, cual es su nivel dentro de la planta, que personal le reporta directamente y cual le reporta a sus subordinados directos.

Relación laboral: Es importante saber las relaciones más estrechas con el personal de otros departamentos y, su finalidad, desde saber como tramitar un día de vacaciones, hasta la programación de un mantenimiento correctivo, claro esta según el nivel del puesto.

Conocimientos: El nivel escolar mínimo para cada uno de los puestos es primordial, ya que asegurará el buen desempeño de las funciones, de igual forma los conocimientos administrativos inherentes al puesto, así como las relaciones humanas individuales, la seguridad con que trabaje y haga que sus compañeros también lo hagan.

Características: Para cualquier puesto, es necesario que el ocupante cumpla con ciertas características de liderazgo, seguridad, habilidad, interés, cooperación, sensibilidad, logro de metas, etc., que dependerán del puesto que se describa.

Funciones: Las funciones principales específicas de cada puesto deben de enunciarse, independientemente de los objetivos personales trazados por su jefe inmediato.

También se debe contar con un examen de conocimientos técnicos para cada nivel, que explore a cada uno de los aspirantes u ocupantes de todos los puestos.

1.3.3 Tiempo en que trabaja Mantenimiento

La disponibilidad del personal de mantenimiento no es un tabú, pero debe hacerse énfasis en todo momento en este punto y más aun deben de programarse los horarios fijos, con cambios de turno, días de descanso, vacaciones, permisos, etc., pero dejando siempre en claro que ante una eventualidad, la presencia del personal de mantenimiento es parte de su responsabilidad y además de su puesto.

Algunas de estas eventualidades se pueden dar por:

- Descomposturas inesperadas
- Faltas de personal injustificadas
- Falta de algún servicio en gran parte del día como Energía Eléctrica
- Accidentes
- Reprogramaciones de Mantenimiento Preventivo
- Retrasos en los programas de producción, etc.

1.4 Equipo

El equipo, maquinaria, dispositivos e instalaciones de servicios de los activos de una empresa son la parte medular con lo que se manufacturan los productos de cualquier empresa, por lo que son de gran importancia su buen estado y funcionamiento.

1.4.1 Estado del equipo

El equipo de una empresa manufacturera es de gran importancia para el Departamento de Mantenimiento, ya que es precisamente la principal razón de su existencia. Por lo que es necesario conocer su estado actual.

Es posible, según el porcentaje de mantenimiento que se ejecute en una empresa (pudiendo ser un intervalo del 10 al 100 %), que sea necesario analizar uno o varios equipos, dependiendo, de la frecuencia de fallas o simplemente por no existir el mantenimiento como una operación cotidiana.

Análisis de Confiabilidad

Para conocer el estado actual del equipo, se puede realizar un análisis de confiabilidad que es una cifra relativa, obtenida de representar la seguridad de un equipo, y se consideran cinco factores:

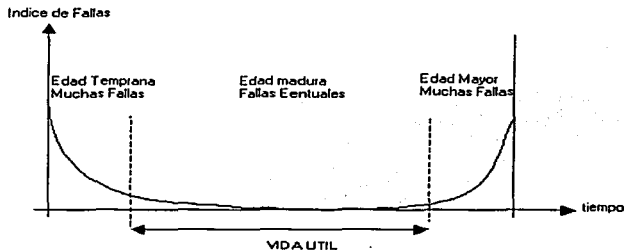
1- Inspección Visual: Esta inspección debe realizarla un técnico capacitado y es el factor más importante para determinar la confiabilidad de un equipo crítico. El técnico debe saber que buscar y como valorar lo que observa, con el equipo en reposo ya sea desmontando alguna parte o en marcha.

De los puntos a revisar pueden ser la herrumbre, corrosión, cojinetes, fugas de aceite, tablero de control, manómetros, controles de temperatura, etc.

2- **Pruebas y Mediciones:** Son el segundo factor en importancia para establecer la confiabilidad; que pueden ser análisis de aceite, vibraciones, ajustes máximos, etc.

3- **Edad del Equipo:** La edad de un equipo es un factor que influye definitivamente y no, solo por vejez del equipo ya que es posible compararlo con la curva del ciclo de vida, algunas veces llamada "curva de la bañera", en la cual el índice de fallas es mayor en la edad temprana y en el período de desgaste o de gran edad y las fallas accidentales o eventuales, se dan en la vida útil del equipo como se muestra en la figura 1.2:

Curva de la Bañera de Maquinaria y Equipo



Gráfica 1.2

4- **Medio Ambiente:** El medio ambiente donde trabaja el equipo es un factor que no se puede olvidar ya que los lugares donde trabajan los equipos expuestos a sustancias químicas y demás, suelen disminuir la vida de algunas partes de los mismos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5- Ciclo de Trabajo: Los excesivos ciclos de trabajo en los que el mantenimiento es mínimo es el último factor a tomar en cuenta para establecer la confiabilidad de un equipo.

La forma de evaluar la confiabilidad del equipo es sumando el resultado de cada factor el cual esta dado de la forma siguiente en un intervalo total de 0 a 100 %:

1--Inspección Visual: 0 a 40 % dado por el técnico

2--Pruebas y mediciones: 0 a 30 % dado por e resultado de análisis de partes

3--Edad: 0 a 10 % y según la "curva de la bañera", puede darse según la tabla 1.2

Porcentaje de vida por edad de equipo

Edad en años	Escala %
0 - 2	6
2 - 12	10
13 - 15	6
16 o más	4

Tabla 1.2

4--Medio Ambiente: 0 a 10% dado por un técnico.

5--Ciclo de Trabajo: 0 a 10 % dada por el promedio de horas diarias de trabajo.

La suma de los resultados de los cinco factores analizados para la maquina o equipo en cuestión, es el porcentaje de confiabilidad que tendremos.

Y tomando en cuenta este valor, podremos, justificar ciertas reparaciones incluidas en planes y programas, ya sea para mantenimiento e inclusive, para producción.

1.4.2 Disponibilidad para el Mantenimiento

Como sabemos el tiempo de los fines de semana, días festivos o retrasos por falta de materia prima, herramientas o personal, no son de ninguna manera una forma confiable para disponer de los equipos y dar cualquier tipo de mantenimiento. Por eso es importante que el Administrador de mantenimiento tenga una estrecha relación con el departamento de Control de la Producción y Producción, para obtener la disponibilidad del equipo ya sea en planes de mantenimiento correctivo o preventivo, así como inspecciones de rutina.

Una de las formas en el Mantenimiento, es discutir el Plan maestro de Mantenimiento Preventivo, negociar con ciertos días de antelación un mantenimiento correctivo no planeado, avisar con oportunidad de paros de la planta por alguna interrupción de Energía Eléctrica planeada, además de aprovechar los horarios de comida del personal productivo y / o paros por falta de material, etc.

1.5 Mantenimiento de Edificio

Aunque el mantenimiento del inmueble pareciera no ser muy importante para la manufactura de productos, ciertamente tampoco es ajeno ni despreciable para ésta. El buen funcionamiento y apariencia de todas las instalaciones de una empresa, propician al trabajador un ambiente positivo para desarrollar sus funciones, causan una buena impresión a clientes, proveedores e inclusive a inversionistas.

Este tipo de mantenimiento se puede dar con personal propio de la empresa contratado explícitamente para ello que se da propiamente solo en el mantenimiento de edificio y no así en el de las instalaciones, o con personal de alguna empresa que en el caso del mantenimiento de edificio, tenga a su personal hasta las 24 horas del día según las necesidades de la empresa y en el caso de instalaciones, contratarlos solo por trabajos específicos o por algún tipo de mantenimiento periódico como el caso de un equipo de clima.

CAPITULO II
CONTROL DEL MANTENIMIENTO

CAPITULO II**"CONTROL DEL MANTENIMIENTO"****2.1 Personal**

El personal de Mantenimiento como el personal de cualquier otro departamento, debe ser tratado de acuerdo a sus funciones, sus responsabilidades, su nivel técnico y en este caso por el grado de libertad que tiene. Se puede caer en el error de querer tener ocupado al personal, solo por justificar su estancia y se les puede crear un defecto que en el ámbito laboral se le conoce como "activitis", y es cuando los técnicos de mantenimiento tratan de estar ocupados las ocho horas del turno "realizando" cualquier actividad para que no se les moleste y parezca que están trabajando.

2.1.1 Asistencia

No faltar a clases, a una cita con el médico, a una entrevista y por supuesto a tu trabajo, es fundamental para desarrollar completamente tus actividades cotidianas y cumplir con tus responsabilidades. Es por eso que pasar lista de asistencia como Control de personal de mantenimiento en su área, es de gran utilidad, ya que en primera instancia es una forma de dar seriedad al trabajo diario, también es una forma de calificar al personal que bajo ciertas circunstancias tendrá algunos privilegios al sumar puntos, desde un permiso hasta una promoción.

La asistencia debe ser tomada a diario al inicio de turno y así el supervisor sepa con que personal cuenta para efectuar las labores programadas y de emergencia que surjan durante el turno.

El formato de asistencia normalmente abarca un mes y debe contener datos como nombre, turno y área destinada, con las variantes propias de cada empresa como permisos, vacaciones y algunas otras notas.

2.1.2 Seguridad

La Seguridad dentro de un departamento de mantenimiento es fundamental para el 100 % de las actividades técnicas desarrolladas a diario.

Es por esto, que el Administrador de Mantenimiento debe informarse con el responsable del Departamento de Seguridad e Higiene para conocer todas las normas que imperen en la empresa, y de esta manera asegurarse que el personal de su departamento conozca y lleve a cabo todas las normas y procedimientos de seguridad e higiene.

Así también debe asegurarse de proporcionar, todo el equipo de seguridad personal al 100 % de sus empleados para salvaguardar su integridad física, además de capacitarlos con el uso de extintores, sistemas de bombeo, corte de energía eléctrica, etc.

De los implementos comúnmente utilizados se pueden mencionar:

- Uniforme adecuado al trabajo realizado
- Botas de seguridad
- Gafas para corte de metal, para soldadura, etc.
- Tapones auditivos

2.1.3 Reporte diario o Bitácora de Trabajo

Hay diferentes tipos de reportes que sirven para controlar y encaminar hacia los objetivos al personal de mantenimiento según la escala de mandos, por ejemplo a un Gerente de mantenimiento le interesa en primer lugar los hechos relevantes y no los detalles y podemos citar algunos, como que el porcentaje de tiempo muerto haya bajado en 1%, o que se recupere en el taller una refacción muy costosa o de igual forma que se controle el factor de potencia que estaba debajo de 8.5, a diferencia de un Supervisor que coordina las actividades del Mantenimiento Correctivo Planeado al cual le interesa saber cuantas veces fallo un equipo en un mes, de su sistema mecánico, cuantas de esas fallas fueron similares y quien hizo las reparaciones, o si un equipo el cual se reconstruyó, fallo, en los primeros días de operación, o si va a haber un paro en fin de semana por Trabajos de compañía de luz en las líneas que alimenta a la zona. Así que deben existir reportes diarios del personal técnico que enlisten las actividades desarrolladas en su turno y reportes diarios del supervisor, llevados en una Bitácora diaria de Trabajo, la cual contiene la información relevante del turno, en cuanto a equipo y personal y también información o avisos de estrategias nuevas o cambio en alguna de ellas.

El ⁷ reporte diario del personal operativo de mantenimiento, se muestra a continuación:

Reporte diario de Mantenimiento

Nombre:		Supervisor	
Area:		Fecha:	Turno: Primero
Horario	Lugar o Máquina	Trabajo Realizado	
6:00 a 7:00 horas			
7:00 a 8:00 horas			
8:00 a 9:00 horas			
9:00 a 10:00 horas			
10:00 a 11:00 horas			
11:00 a 12:00 horas			
12:00 a 13:00 horas			
13:00 a 14:00 horas			
Observaciones			

Figura 2.1

En el reporte, se le coloca el horario y el turno a propósito como ejemplo, ya que el formato esta diseñado para utilizarlo en cualquier turno y en la columna de trabajo realizado se escribe la actividad principal sin detalles.

⁷ Fuente Propia

2.1.4 Trabajos de Rutina

Los trabajos de rutina en mantenimiento, aunque no son del agrado de todos los administradores, son una forma de trabajo muy eficaz para controlar procesos donde pueden ocurrir derrames de líquidos peligrosos y excesivamente caros, procesos en equipos conflictivos para mantenimiento como obstrucción de tuberías de algún producto de alta viscosidad como es el asfalto y también sirven las rutinas para crear un ambiente de responsabilidad en los técnicos asignados a este tipo de tareas.

Dentro de las tareas rutinarias, podrían considerarse las listas de chequeo (check list), de las que nos referimos en el tema de Inspecciones en el capítulo anterior, ya sea realizando las tareas o verificando el chequeo realizado por el operador de producción.

2.1.4 Tiempo Extraordinario

El tiempo extraordinario para el personal de mantenimiento hoy en día, esta muy restringido por diferentes motivos:

- ° Alta Tecnología de equipos, que contienen sistemas automáticos de detección de fallas
- ° Implementación de Mantenimiento Preventivo
- ° Por el cuidado de los costos por mano de obra, es preferible negociar tiempo por tiempo, a pagar tiempo extraordinario

° Mentalidad enfocada a la alta eficiencia por los sistemas de calidad como ISO 9000

Aún así, el tiempo extraordinario en algunas empresas donde se cuenta con equipo muy viejo o malas administraciones, es muy común y hay que controlarlo, sin olvidar que debe disminuirse al máximo.

2.2 Ordenes de Trabajo

Sin duda alguna el documento más importante en el departamento de mantenimiento de cualquier empresa, es la Orden de Trabajo, también llamada Orden de Servicio, Solicitud de Mantenimiento o Reporte de falla. Aquí es donde inicia todo el proceso de recopilación de datos estadísticos de cada equipo, con lo que se genera la información necesaria para proceder con todos los tipos de mantenimiento, desde el mantenimiento de emergencia hasta una reparación mayor o sustitución de algún equipo muy deteriorado.

La orden de trabajo debe contener los datos necesarios para definir la ocurrencia de falla, los sistemas más afectados, el turno en que se producen más ordenes, el personal que conoce más a fondo un equipo, los tiempos improductivos, los tiempos de reparación, la máquina más conflictiva, las refacciones más comunes, la efectividad del departamento, etc.

Y también debe ser diseñada de manera que los datos se coloque fácilmente sin ser un documento que sea demasiado laborioso y tedioso para llenar.

Como es un documento de dominio público, se genera con un memorando dirigido a los usuarios, (que normalmente son todos los departamentos), y se da de alta en el sistema de calidad como ISO 9000 mediante un procedimiento, el cual contiene paso a paso la forma de llenado, la forma de circulación y para ser más explícitos, un diagrama de flujo desde la elaboración de la orden, hasta la generación de información y reportes.

De los datos que contiene una orden podemos mencionar:

- Departamento y nombre del emisor
- Nombre y número de máquina
- Fecha y hora de elaboración
- Fecha y hora de terminación
- Descripción de la falla o Servicio
- Tipo de Mantenimiento
- Sistema del equipo afectado
- Falla localizada y solución
- Tiempo improductivo
- Refacciones utilizadas
- Observaciones

De empresa a empresa puede haber variaciones en el diseño, pero realmente no difieren en cuanto a los datos, sino más bien en la manera de visualizarlos.

Enseguida se describe un procedimiento de la utilización de una orden de trabajo:

Procedimiento de Orden de Trabajo

1) Objetivo

Identificar y controlar las ordenes de trabajo clasificando los trabajos y ejecutándolos por el departamento de Mantenimiento.

2) Alcance

Todos las áreas y departamentos de la empresa.

3) Responsabilidad

Es responsabilidad del solicitante, identificar mediante una orden de trabajo, el servicio requerido, incluyendo todos los datos necesarios y una explicación verbal si lo amerita.

La responsabilidad recibir la orden de trabajo y dar seguimiento hasta su conclusión, es del supervisor de mantenimiento en turno.

El coordinador de mantenimiento es responsable de programar las ordenes de mantenimiento correctivo, emitir las ordenes de mantenimiento preventivo, capturar todas las ordenes para analizar la base de datos y elaborar reportes a la jefatura de mantenimiento.

En caso de toma de decisiones de prioridades o programaciones especiales, es responsabilidad de todos los involucrados, tanto el solicitante como mantenimiento.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4) Validez

Todos los trabajos deben realizarse en base, a una orden de trabajo, pero si por alguna circunstancia eventual, no puede elaborar la orden el departamento solicitante, Mantenimiento tiene la obligación de realizar el trabajo para no obstruir el flujo de la producción, y después se elaborará la orden correspondiente y se negociará el tiempo improductivo si es el caso.

5) Tareas

- El solicitante elabora la orden de trabajo
- El supervisor de mantenimiento la recibe y define el tipo de mantenimiento
- El operador de mantenimiento recibe la orden y ejecuta el trabajo, verificando la existencia de refacciones.
- El solicitante recibe a satisfacción el trabajo
- El coordinador de mantenimiento captura la información, archiva el documento y genera reportes periódicamente.
- El jefe de mantenimiento recibe información continua acerca de los trabajos y genera reportes a la gerencia.

A continuación se muestra el formato de la orden de mantenimiento, en este caso llamada "Solicitud de Mantenimiento":

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

* Formato de Solicitud de Mantenimiento, Cortesía de Bujías Mexicanas S.A. de C.V.

2.2.1 Historia Clínica

Cuando hablábamos acerca de capturar la información de la orden de trabajo, nos referíamos a capturar los datos específicos de cada máquina o equipo y cada resumen, por así decirlo, es una cronología del comportamiento de cada una de las máquinas, y a este resumen cronológico se le llama Historia Clínica de la Maquinaria o llamada también Ficha Histórica u Hoja de Historial.

Esta hoja es análoga al historial clínico de una persona, (de allí su nombre), el cual nos indica las enfermedades virales, las afecciones, las debilidades, la ocurrencia de enfermedades, y nuestro estado actual, pasando lo mismo con cada uno de los equipos a los que se da servicio en cualquier empresa.

En esta historia clínica conoceremos la incidencia de fallas, los sistemas más comúnmente averiados, el comportamiento de la lubricación, la frecuencia de los mantenimientos correctivos y preventivos, el impacto a producción de acuerdo al tiempo improductivo que ocasiona, en fin, un sinnúmero de datos que nos ayudan a conocer las refacciones más comunes, tomar decisiones para resolver problemas que se presenten, predecir comportamientos repetitivos que nos lleven a resolverlos e inclusive saber que operador de mantenimiento podría necesitar una capacitación en tal o cual equipo y mejor aún detectar la eficiencia del departamento después de realizar los mantenimientos programados.

Hay diferentes tipos de Formatos de Historia Clínica, en algunos casos se trata de poner todos los datos en una hoja, por cada orden de trabajo realizada, colocando desde el nombre de la máquina, hasta las refacciones utilizadas y las observaciones, pero esto es un trabajo muy repetitivo y tedioso para capturar.

Existen otras formas más ágiles de manipular la información, como es colocar en una sola hoja con unos 30 renglones, donde se colocan solo los datos importantes y ya que se identifica la máquina y el área una sola vez, se colocan los datos como:

- Fecha: Es la fecha de elaboración de la orden
- Tipo de mantenimiento: Es el tipo de mantenimiento requerido, como mantenimiento de emergencia, correctivo, preventivo o predictivo.
- Descripción de la falla: Aquí se describe la falla reportada
- Solución de la falla: Se describe brevemente la solución al problema encontrado, mencionando siempre en que sistema como el mecánico, eléctrico, etc.
- Tiempo de reparación: Es el tiempo utilizado en realizar la reparación o servicio

- Ejecutante: Se refiere al operador de mantenimiento responsable de la reparación o servicio.

Y en segundo término, se recurre a la orden de trabajo, la cual contiene los detalles propios de la reparación.

La historia clínica en un formato bien elaborado como ya vimos nos da gran información condensada y ordenada, del comportamiento de los equipos, pero como veremos en el capítulo IV, adecuándola a una base de datos podemos incluir mucho más información y manejar grandes cantidades de datos utilizando un paquete de programación computarizado desde uno sencillo como es Acces, (con el cual trabajaremos), Hasta un software especial para mantenimiento.

2.2.2 Tipos de falla y soluciones

Precisamente una utilidad de la historia clínica de la maquinaria, es apoyarnos en ella para resolver problemas de algún equipo en especial, por ejemplo, si un mecánico con poco tiempo en la empresa, es enviado a realizar una reparación en un troquel el cual no conoce, es posible leer el historial e identificar las fallas comunes a la reportada en su orden de trabajo, e inclusive las soluciones ejecutadas por sus compañeros y esto lo orientaría más directamente al problema y no, ir con los ojos cerrados por así decirlo. Otra forma de utilizar la Historia clínica, es cuando existe una falla después de un mantenimiento preventivo, (que es algo muy común), y se recurre al historial para verificar el tipo de trabajo realizado y porque no hasta investigar con el operador que realizó el mantenimiento los detalles de su servicio.

2.3 Piezas de repuesto

Las refacciones de recambio para cada máquina o equipo son para los diferentes tipos de mantenimiento, una de las mayores preocupaciones del administrador de mantenimiento y por esto, mantener un máximo y mínimo de estas refacciones en el almacén, es de gran importancia claro esta que debemos cuidar el no tener inventarios de gran proporción.

Una de las maneras más usuales es identificar las refacciones comunes entre los equipos y crear un máximo y mínimo, enviando al almacén un aviso autorizado por la gerencia para contar con el inventario mínimo y a su vez, el administrador del almacén deberá verificar si estas refacciones son únicas o también se utilizan en algún otro dispositivo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

De las refacciones costosas o difíciles de conseguir, el administrador de mantenimiento debe poner mucha atención, ya que la falta de una de ellas podría generar largos paros productivos y por ende, incumplimiento de programas de producción y pérdidas para la empresa.

2.4 Diagramas y Manuales

Los Diagramas y Manuales de los equipos, son la información más importante para encontrar soluciones a los problemas de mantenimiento de emergencia y en menor grado a los mantenimientos correctivos y preventivos.

Un hábito permanente en un administrador de mantenimiento, debe ser el contar con la mayor cantidad de información de cada uno de los equipos productivos, y más aún de los equipos conflictivos o cuello de botella para la producción.

Debe apoyarse si es necesario con el departamento de adquisiciones, con el proveedor, con el fabricante e inclusive hacer los levantamientos de información necesaria para generar diagramas eléctricos, hidráulicos, neumáticos, etc., que ayuden a la pronta solución de problemas en los equipos.

2.5 Herramientas de Trabajo

Aunque para muchos administradores de mantenimiento, no es de gran interés la herramienta de trabajo, los operadores o técnicos de mantenimiento deben contar con la herramienta mínima necesaria para realizar eficientemente su trabajo.

Por experiencia propia puedo comentar que existen empresas donde no se completa ni siquiera una caja de herramienta para un mecánico y mucho menos para un electricista, y es ahí donde el administrador de mantenimiento debe utilizar toda su habilidad y experiencia para justificar la adquisición de herramientas para cada operador o técnico de mantenimiento.

Una práctica muy usual es describir una caja de herramienta ideal para el mecánico, electricista, electrónico, plomero, tornero, etc., y hacer una lista de la herramienta con la que cuenta en ese momento cada uno de los técnicos y desarrollar un procedimiento de control con una cartilla personal, la cual tendrá una copia el almacén y verificará periódicamente la existencia total de la herramienta, para detectar faltantes y en el caso de existir, dar un tiempo al técnico para su reposición o descontarla por nómina.

CAPITULO III
TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO

CAPITULO III

"TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO"

3.1 Diagramas de Flujo

Los diagramas de flujo son una de las maneras más sencillas de visualizar un proceso, y se puede aplicar casi a cualquier actividad.

En mantenimiento debemos crear los diagramas de flujo necesarios que guen al personal, para evitar tiempos perdidos por no saber a donde o con quien dirigirse.

Un problema de agilidad de logística común en mantenimiento es que la mayor parte de tiempo de reparación es el tiempo ocupado para lograr los materiales y refacciones. Como observamos en el diagrama de flujo que representa algunas eventualidades que se presentan en el proceso de obtener los materiales o refacciones donde se visualizan actividades improductivas que consumen tiempo retrasando la reparación y que conviene agilizar:

- Traslados y Transportes:

Por búsqueda de catálogo de partes

Por búsqueda del supervisor

Al almacén y de regreso a la máquina

- Esperas:

En la oficina por el logro de catálogo

Por atención al supervisor

Por atención en el almacén

- Búsquedas:

Del número de pieza en el catálogo de partes

Del número de parte del almacén

De la pieza en los anaqueles

El proceso parece ser inevitable pero debe prestársele atención para optimizar su costo – beneficio y nos preguntaríamos:

¿Son demasiado largos y a menudo los traslados?

¿Son demasiado largas y frecuentes las esperas?

¿Son complicadas y frecuentes las búsquedas?

¿Es adecuado nuestro sistema?

Sin embargo los problemas apenas empiezan. En la punta 2 del diagrama (figura 3.1), se detecte un problema de control en el almacén, pues se tiene registrada la existencia de un artículo que no se encuentra físicamente. Esto llevará a investigaciones consumidoras de más tiempo y que desgastan nuestra imagen:

¿Qué tan a menudo pasa esto?

¿Son adecuados los sistemas de localización y control?

En la punta 3 (figura 3.1), del diagrama se detecta un problema que puede ser de agilidad en el abastecimiento, de aumento temporal en la demanda o de nivel de inventario inapropiado. Esto consumirá un tiempo mayor e involucrará más trámites y más seguimiento:

¿Qué tan a menudo pasa esto?

¿Es crónico en el proveedor?

¿Debemos dar más seguimiento?

¿Porqué estamos consumiendo tanto

En la punta 4 del diagrama (figura 3.3), se detecta un problema de control en la recepción o en la especificación de lo que pedimos:

¿Qué tan a menudo pasa esto?

¿Debemos mejorar nuestra inspección de recibo?

¿Y nuestra forma de especificar?

En la punta uno se detecta un problema que nos llevará probablemente al más largo de los tiempos de demora y que requerirá del mejor soporte de abastecimientos. En el diagrama de flujo (figura 3.2), se representa simplificadaamente, con algunas de las eventualidades que pueden suceder.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Diagrama de Flujo para obtención de Refacciones

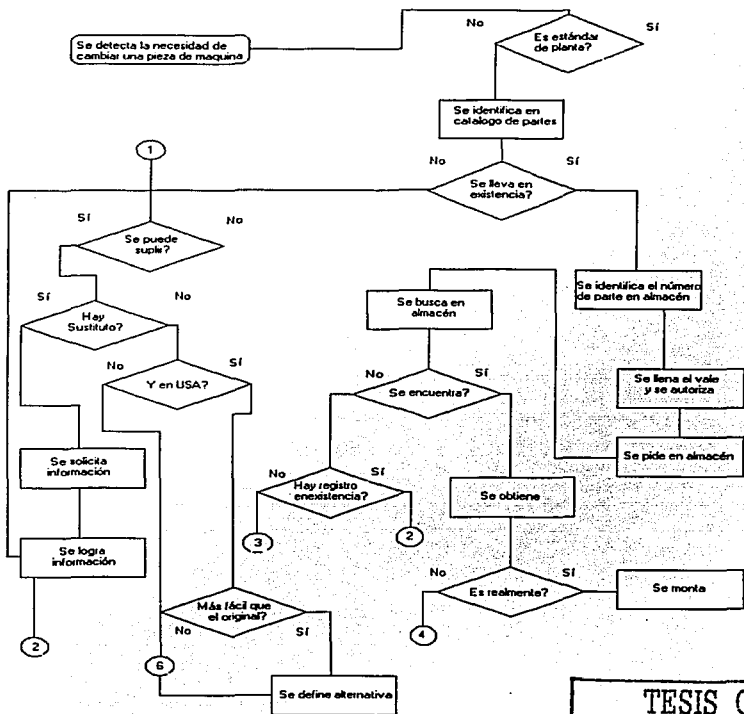


Figura 3.1

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Diagrama de Flujo para Obtención de Refacciones Puntos 6 y 7

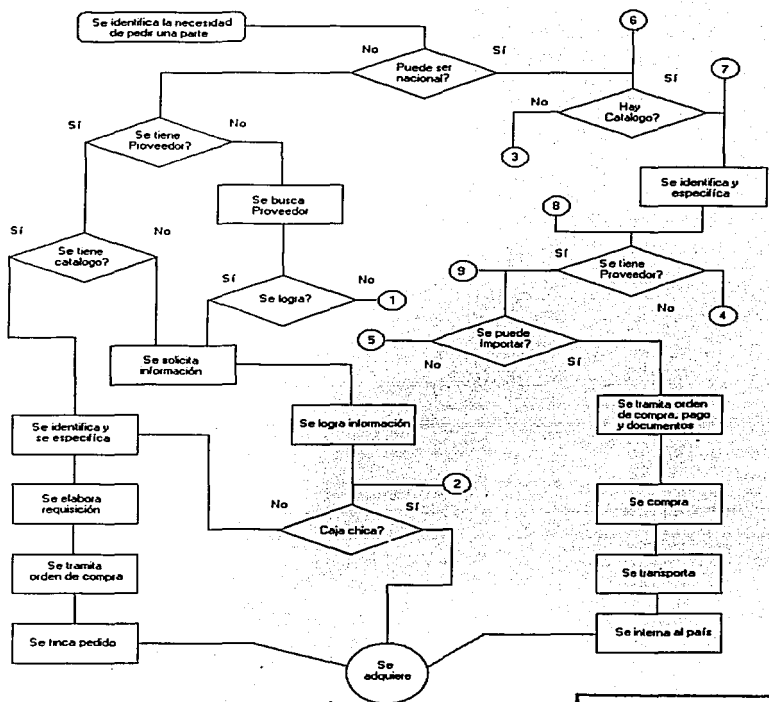
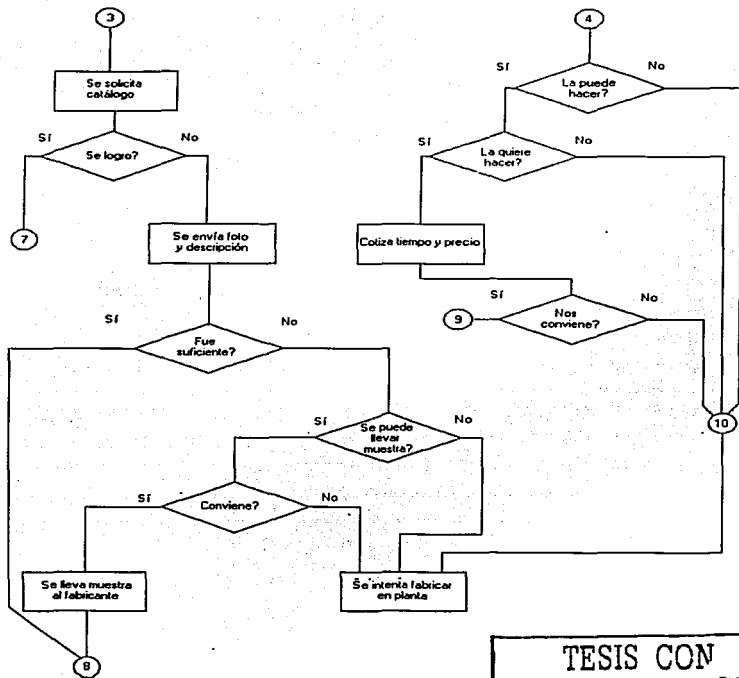


Figura 3.2

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Diagrama de Flujo para la Obtención de una refacción Puntos 3 Y 4



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Figura 3.3

A las conocidas actividades consumidoras de tiempo de traslados, esperas y búsquedas, debemos agregar los tramites.

Nuevamente es el análisis de cada una de estas actividades, en su frecuencia, incidencia y sistemas de manejo, lo que procede para optimizar los resultados.

De cualquier manera, es razonable pensar en una buena disponibilidad de teléfonos y transportes, en una amplia biblioteca de catálogos comerciales actualizada y una nutrida cartera de proveedores de probada actitud de servicio y de proveedores serios y profesionales.

También, bajo ciertas condiciones, resulta de gran ayuda el manejo de un fondo de caja chica por parte de compras.

Este ejemplo nos muestra un problema de logística, pero en el trayecto del diagrama de flujo, nos damos cuenta que el técnico de mantenimiento no tiene que estar en espera todo el tiempo, si el administrador de mantenimiento tiene al tanto a su grupo de ciertos procedimientos, ellos sabrán hasta donde llega su función para adquirir una pieza y avisar a su jefe inmediato para que él u otra persona de los departamentos responsables, siga el tramite de adquisición de dicha pieza y así el técnico pueda revisar otros detalles de la maquina o invertir el tiempo en otro trabajo que le asignen. En caso contrario si se ignora el procedimiento visto en este caso en un diagrama de flujo, los tiempos de demora serán excesivamente altos y por tanto tendremos reparaciones muy costosas.

3.2 Identificación de maquinas críticas

Una máquina puede ser crítica para mantenimiento por varias razones:

- Por ser la única de este tipo y por tanto se vuelve cuello de botella para la producción
- Por necesitar refacciones con un alto costo
- Por tener mecanismos muy complicados
- O por ser una máquina obsoleta sin refacciones en el mercado

Pero también para mantenimiento hay otras razones para considerar una máquina como un equipo crítico que se pueden encontrar del análisis de la base de datos.

3.2.1 Máquinas críticas por mayor número de ordenes de trabajo

Dentro de los análisis de fallas que podemos consultar en una base de datos (como la que veremos en el siguiente capítulo), es la obtención de las máquinas con mayor ocurrencia de falla y por tanto, mayor generación de ordenes de trabajo.

Este análisis consiste en ordenar los registros de las máquinas sumando el total de veces que aparece cada una en la base de datos, y ordenándola de mayor a menor sin importar el tipo de mantenimiento, ya sea de emergencia o programado. Considerando las primeras diez máquinas para el análisis y su futura programación y reparación.

Ya identificadas las máquinas críticas, podemos apoyarnos en la base de datos para cuantificar los tiempos muertos y de reparación, y confrontar en el análisis si verdaderamente un equipo con una gran frecuencia de fallas puede afectar al departamento, ya que en algunos casos, un equipo tiene una gran cantidad de ordenes, pero un tiempo muerto mucho menor que otro con menos reportes de fallas.

3.2.2 Máquinas críticas por mayor tiempo muerto

Las máquinas o equipos que ocasionan el mayor porcentaje de tiempo muerto, indudablemente, son máquinas críticas para mantenimiento.

Para obtener este análisis, es necesario sumar los tiempos muertos por máquina que se generaron durante un periodo de tiempo establecido y ordenarlas de mayor a menor, de manera que se puedan visualizar las diez máquinas con mayor tiempo muerto.

Es posible ahora, analizar los detalles de la base de datos, de las fallas que ocasionaron el tiempo muerto en cada una de las diez máquinas y darnos cuenta por ejemplo, si el mayor tiempo de paro se propicio por una falla muy difícil o porque tuvo muchas fallas pequeñas o inclusive porque no se contaba con una refacción.

3.2.3 Máquinas críticas por mayor tiempo de reparación de Mantenimiento

A diferencia de los dos incisos anteriores pueden o no estas máquinas ser un problema para la empresa; pero sí, para mantenimiento, ya que es posible que una máquina que no tenga muchas ordenes, ni mucho tiempo muerto, sea muy complicada para que mantenimiento efectúe la reparación y se salga de los estándares de reparación de fallas similares.

Las diez primeras máquinas que resulten de organizar la base de datos de manera que sumando los tiempos de reparación de cada una de las ordenes de trabajo por máquina y ordenándola de mayor a menor, serán nuestras máquinas críticas.

3.2.4 Análisis de Fallas

Analizar los tres puntos anteriores nos proporciona conclusiones muy confiables, para determinar las máquinas críticas a las cuales, es necesario poner especial atención en alguna de sus partes o sistemas, o inclusive puede ser motivo para hacer un estudio de sustitución de equipo.

Podría pensarse que la máquina que tiene más ordenes de trabajo en un periodo, debe ser conflictiva, pero no necesariamente.

Aquí es donde analizamos con el segundo criterio de las máquinas con mayor tiempo muerto. Si esta máquina a pesar de tener una gran cantidad de ordenes, no aparece en las primeras máquinas de este análisis, entonces podemos verificar en la base de datos si un gran porcentaje de ordenes se refirieron a una falla repetitiva pero completamente reparada, o una falla en el herramental, que ocasionaba fallas en el sistema mecánico, o bien que por no tener la refacción adecuada, se le ponían refacciones reparadas para salir del paso.

Y el tercer criterio válido es que si esta máquina también se encuentra entre las máquinas que le causan mayor tiempo a mantenimiento para su reparación.

Se pueden obtener varias combinaciones, pero es importante que siempre se verifiquen los detalles en la base de datos para determinar realmente las causas de las fallas y las posibles soluciones para estas.

Ya vimos como la información de cada máquina o equipo colocada en una base de datos, es de gran ayuda para analizar fallas de una manera estadística con tiempos y frecuencias, pero la base de datos es solo una parte del análisis.

Primeramente al analizar una falla debemos saber cuanto más se pueda de la falla misma, el turno más frecuente donde se da la falla, el operador, la frecuencia de la misma, el tiempo que se le ha invertido en reparaciones anteriores, que se le ha cambiado y observar a detalle los movimientos de la máquina antes que suceda.

También debemos de identificar que tipo de falla es, por ejemplo si el operador de producción mete en el tablero de control objetos personales y provoca un corto circuito que quema la bobina del arrancador, esta es una falla que conocemos la causa y procedemos a

cambiar la bobina y cerrar el tablero con llave, pero si la máquina trabaja bien y el producto no sale con las especificaciones de calidad, entonces esta es una falla provocada por una causa a que desconocemos y debemos analizar más profundamente.

Conocer la causa es el fin específico de analizar una falla, pero conocer la secuencia de una máquina o equipo es fundamental para poder efectuar reparaciones confiables. Saber en que estación se debe detener un cabezal para tomar la boquilla que utiliza para colocar un transistor a una tarjeta electrónica, en una máquina de montaje superficial, es necesario, para definir la causa de transistores faltantes, podría ser un ejemplo muy claro para la detección de la falla.

3.3 Diagramas de Pareto

Una herramienta muy utilizada en el análisis de problemas son los Diagramas de Pareto y este tipo de diagrama es aplicable en todo fenómeno que resulte de la intervención de varias causas o factores.

En el mantenimiento no es la excepción, el diagrama de Pareto se utiliza en el análisis de fallas repetitivas o análisis de tiempo muerto, etc.

El objeto de analizar un Diagrama de Pareto es identificar las causas principales y, en función de ello, establecer un orden de importancia permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos, canalizando eficazmente los esfuerzos de las personas que intervienen para atacar las causas más importantes, ya que, si se consigue hacerlas disminuir o en el mejor de los casos desaparecer, se lograría una reducción significativa en la magnitud del problema.

Para explicar la forma de utilizarlo realizaremos el siguiente ejemplo:

En una empresa manufacturera se tiene un alto índice de tiempo muerto y se elaboró un resumen y se colocó en una tabla que resume las principales causas de paro y los tiempos perdidos. El periodo a analizar es de un mes y un turno de 8 horas por día.

Resumen de Causas de Paro y Tiempo Muerto

Causa de las fallas	Tiempo en minutos
Interrupción de energía eléctrica	620
Falta de aire comprimido	450
Ajustes deficientes y falla de operador	914
Falta de lubricación	1086
Falla de Maquinas	234
Otros	110

Tabla 3.1

Para obtener el diagrama de Pareto, debemos seguir los pasos siguientes:

1° Se ordenan los distintos tipos de causas del problema conforme a su ocurrencia, de mayor a menor.

Resumen ordenado de Causas de Paro y Tiempo Muerto

Causa de las fallas	Tiempo en minutos
Falta de lubricación	1086
Ajustes deficientes y falla de operador	914
Interrupción de energía eléctrica	620
Falta de aire comprimido	450
Desgaste de maquina	234
Otros	110

Tabla 3.2

2° Se establece el tiempo total N, en minutos del periodo dado.

En nuestro caso tenemos 30 días, de un turno de 8 horas, lo que nos resulta:

$$N = (30 \text{ días})(8 \text{ horas})(60 \text{ minutos / hora}) = 14400 \text{ minutos}$$

3° Ya elaborado el resumen ordenado, se registra el número de casos que para nuestro ejemplo es la cantidad de minutos (frecuencia de ocurrencia) ni, de cada tipo de causa de falla, 1,2,3,...m siendo m el número de causas distinta que colocamos en el resumen ordenado de manera que:

$$n_1 + n_2 + n_3 \dots + n_m = d$$

Donde, d representa el número de minutos de tiempo muerto en el periodo de tiempo establecido N.

4° Se calcula el porcentaje absoluto de minutos de paro con respecto al total de tiempo del periodo establecido N, para cada una de las causas.

Este porcentaje se representa por ai y se calcula:

$$a_i = (n_i \times 100) / N, \text{ donde } n_i \text{ es el tiempo muerto y } N \text{ es el periodo de tiempo analizado.}$$

5° Se obtiene para cada una de las causas el porcentaje relativo de tiempo muerto respecto, del tiempo muerto total "d".

Se representa como ri y se calcula mediante:

$$r_i = (n_i \times 100) / d$$

6° Se calcula el porcentaje relativo acumulado, esto es:

$$R_i = r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_i$$

7° Ahora se elabora una tabla de registro de causas, agregando al resumen ordenado los porcentajes calculados en los tres puntos anteriores y tenemos:

Tabla de registro de causas

Tipo de causas	Tiempo en minutos	Porcentaje absoluto de tiempo muerto	Porcentaje relativo tiempo muerto	Porcentaje relativo acumulado
	n	$a_i = (n_i \times 100) / N$	$r_i = (n_i \times 100) / d$	$R_i = r_1 + r_2 + r_i$
Falta de lubricación	1086	7.541	31.791	31.791
Ajustes deficientes y falla de operador	914	6.347	26.766	58.557
Interrupción de energía eléctrica	620	4.305	18.159	76.716
Falta de aire comprimido	450	3.125	13.1183	89.899
Desgaste de maquina	234	1.625	6.860	96.759
Otros	110	.763	3.240	99.999
TOTAL	$d = 3416$	23.706	99.999	

Tabla 3.3

8° De esta forma, elaboramos la gráfica o Diagrama de Pareto con los resultados de la tabla de registro, y trazamos en el eje horizontal los tipos de causas de izquierda a derecha y de mayor a menor en términos de n_i .

En el eje vertical izquierdo, utilizamos una escala de números enteros y representamos el número de ocurrencias, en esta caso los minutos n_i de cada tipo de causa.

Y el eje vertical derecho, lo utilizaremos para representar el porcentaje relativo acumulado R_i .

9° Se construye la gráfica de barras con la misma amplitud para todas las causas, representando cada una de ellas la ocurrencia n_i de cada tipo de causa de tiempo muerto.

10° Por último, se gráfica la curva del porcentaje relativo acumulado partiendo de cero y uniendo los puntos relacionados del extremo derecho de cada barra del tipo de causa, con el porcentaje acumulado hasta la causa menor.

El Diagrama de Pareto queda de esta forma:

Diagrama de Pareto para tiempo muerto

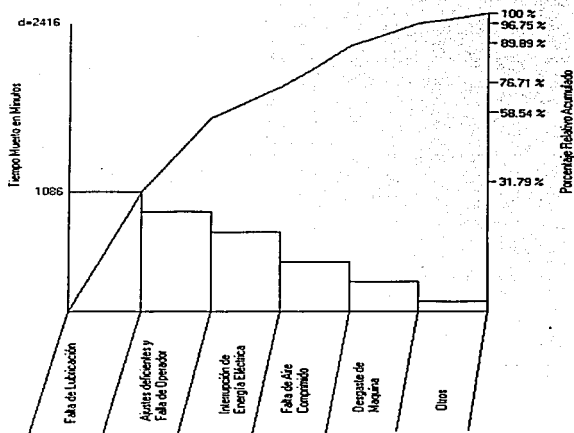


Figura 3.4

Al identificar la causa que se debe atacar, siempre es recomendable realizar otro Pareto que nos ayude a analizar las causas de la causa del primero.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Como se hizo notar al principio de este tema el objeto de analizar un Diagrama de Pareto es identificar las causas principales de un problema, y es por esto, que al formar la lista de las causas de un problema, se pone de manifiesto que solo un pequeño número de causas contribuyen a la mayor parte del efecto.

Así que al atacar un 20 % de las causas mayores de un problema, también impactamos en el restante 80 % de las causas. Pero para medir los resultados tendremos que realizar un nuevo análisis con el Diagrama de Pareto ocupándonos de un mismo periodo de tiempo y las mismas causas o defectos, el cual llamaremos Pareto de Confirmación, que seguramente nos reflejará las mejoras.

El Diagrama de Pareto se aplica en todas las situaciones en donde se pretende efectuar una mejora: en la calidad del producto, en la conservación de materiales, en mantenimiento y en general en la eficiencia de los recursos como mano de obra, capital, etc.

Pero lo más importante al utilizar un Diagrama de Pareto como al utilizar cualquier otra herramienta, es efectuar las acciones necesarias para minimizar o erradicar la causa principal y no utilizar esta herramienta como un mero formulismo o para hacer vistoso nuestro reporte.

3.4 Índices de Mantenimiento

Para evaluar el rendimiento de mantenimiento deben de revisarse los objetivos, establecer los factores relacionados con cada objetivo y definir los índices de eficiencia de mantenimiento.

Los índices de mantenimiento o índices de eficiencia de mantenimiento son mediciones periódicas de resultados, obtenidos en base, al trabajo enfocado a la mejora de actividades cotidianas del departamento como metas a corto plazo para cumplir objetivos trazados (metas a mediano y largo plazo).

Los índices de mantenimiento se miden en porcentajes, y estos índices siempre están relacionados con datos obtenidos de otros departamentos involucrados como producción, ventas, etc., su propósito es tener una visión clara de, "donde estamos" y "donde queremos llegar". Existen muchos índices que se podrían calcular, pero de ellos los más importantes son: índice de tiempo muerto, índice de intervención de mantenimiento, índice de mantenimiento preventivo e índice de gasto por mantenimiento. Los cuales veremos en los siguientes temas.

3.4.1 Índice de Tiempo Muerto

Existen diferentes causas por las que se genera tiempo muerto en las que contribuyen en su momento, todos los departamentos de una empresa y pudiéramos citar por ejemplo, la falta de un componente que el Departamento de Adquisiciones no ha surtido, Falla de un ajuste de herramental por parte de Producción, Falta de personal por ausentismo, Falta de máquina, Interrupción de energía eléctrica, retraso en la liberación de un material por Calidad, etc., pero en nuestro caso el tiempo muerto por mantenimiento es nuestro principal interés como ya hemos visto en varios temas del presente trabajo.

Para fijar un objetivo de aminorar el tiempo muerto por mantenimiento, debemos tener en primera instancia una medida de comparación, esto es, que debemos tener un valor encontrado de algún lugar, y este lugar bien puede ser un resumen de los tiempos de paro sacados de la base de datos establecida en mantenimiento como se vio, en el capítulo anterior, o bien sacado de otro departamento como Producción.

Ya fijado el objetivo, debemos interrelacionarnos con los departamentos de los cuales depende en gran parte la medición de este índice:

Con Producción para negociar los tiempos y hacer de su conocimiento el proceso que sigue la orden de trabajo para definir el tiempo improductivo.

Con control de Producción para definir el tiempo que tendrá que disponer producción de la maquinaria o equipo para alcanzar los planes.

El periodo de tiempo comúnmente utilizado para este y los demás índices comúnmente es un mes.

$$\text{Porcentaje.Tiempo.Muerto} = \frac{\text{tiempo.de.paro}}{\text{tiempo.programado}} * 100$$

El tiempo de paro, es el tiempo atribuible a mantenimiento por el tiempo perdido en las reparaciones, falta de refacciones, etc.

El tiempo programado, es el tiempo máquina que Control de la Producción planea que se requiere para alcanzar el objetivo de producción mensual. Son las horas totales de máquina necesarias sumadas y no por línea productiva o por día.

Ejemplo: Para alcanzar la producción mensual de envases de vidrio para mayonesa, se requiere de 11885 horas máquina y por mantenimiento se interrumpió la producción 534 horas tenemos que:

$$\text{Porcentaje.Tiempo.Muerto} = \frac{534.\text{Hrs.}}{11885.\text{Hrs.}} * 100 = 4.49\%$$

La meta inmediata para el mes siguiente, sería desarrollar acciones o planes de mejoría que permitan al departamento estar por debajo del 4.49 % de Tiempo Muerto.

3.4.2 Porcentaje de Intervención de Mantenimiento

El dinero que invierte una empresa en Mantenimiento siempre será motivo de controversia, y por tanto la forma de utilizar el tiempo de mantenimiento debe estar justificado en todo momento, ya que es fácil que algún ejecutivo piense que si los equipos están trabajando, no hay motivo para que exista personal de mantenimiento.

Es por eso que el administrador de mantenimiento no sólo debe plantear los objetivos del departamento sino, que debe darse cuenta de la forma de trabajar de sus empleados, y en que se invierte el tiempo de su grupo y relacionarlo con el tiempo que la maquinaria y equipo debe estar disponible para producir.

Una manera de saber que porcentaje de tiempo se dedica realmente a la maquinaria y equipo, por el departamento con respecto a las horas que deben estar disponibles las máquinas y de las horas disponibles de mantenimiento, es utilizar el Índice de intervención de mantenimiento.

$$\text{Porcentaje.Intervencion.de.Mantenimiento} = \frac{\text{Tiempo.de.mantenimiento}}{\text{Hrs.maquina.disponibles}} * 100$$

El tiempo de mantenimiento, es el tiempo que se dedica (normalmente en un mes) a labores de mantenimiento de emergencia, mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, mantenimientos de rutina, trabajos de preparación de refacciones de recambio, etc., debidamente registrados.

Las horas maquina disponibles se obtiene de multiplicar el número de maquinas o equipos destinados a la producción por los días del mes en curso por las horas del día, sin tomar en cuenta el tiempo de comida del personal de producción.

Con el siguiente ejemplo explicaremos como se obtiene este índice:

En una empresa manufacturera de bujias, se cuenta con 125 maquinas y se trabajan 3 turnos al día, el tiempo invertido en cada actividad de mantenimiento se enlista a continuación:

Mantenimiento de emergencia = 600 hrs.

Mantenimiento Correctivo = 1050 hrs.

Mantenimiento Preventivo = 400 hrs.

Otras actividades de Mantto. = 954 hrs.

El periodo a analizar es de treinta días por ser el mes de junio y se requiere saber que porcentaje de intervención de mantenimiento con respecto a la maquinaria tuvo el departamento en este mes.

Tiempo de mantenimiento = $600 + 1050 + 400 + 954 = 3004$ hrs.

Horas disponibles = $(125 \text{ maquinas}) \cdot (30 \text{ días}) \cdot (22.5 \text{ hrs./día}) = 84375$ hrs.

$$\text{Porcentaje Intervencion de Mantenimiento} = \frac{3004 \text{ hrs.}}{84375 \text{ hrs.}} \cdot 100 = 3.56\%$$

Nota: 22.5 hrs./ día porque se resto 1.5 horas de comidas

3.4.3 Porcentaje de Mantenimiento Preventivo

El porcentaje de Mantenimiento Preventivo es un índice muy importante para un departamento de servicio como mantenimiento, este índice al contrario del de tiempo muerto, debemos intentar elevarlo con relación a los otros tipos de mantenimiento, como lo vemos en el capítulo uno, entre más mantenimiento preventivo exista, el mantenimiento de emergencia y el correctivo disminuirán en igual proporción.

Este índice, refleja la dirección de la fuerza ocupacional de mantenimiento que sin duda alguna debe estar encaminada a elevar en gran proporción el mantenimiento preventivo, y posteriormente el mantenimiento predictivo.

Para calcular el índice de Mantenimiento Preventivo, debemos relacionar el tiempo invertido en mantenimiento preventivo con el total del tiempo invertido en todas las tareas de mantenimiento, incluyendo al propio mantenimiento preventivo.

$$\text{Porcentaje.Mantenimiento Pr eventivo} = \frac{\text{Hrs.Mantenimiento.Pr eventivo}}{\text{Hrs.Mantenimiento.Total}} * 100$$

Donde las horas de mantenimiento preventivo, son únicamente las horas invertidas en tareas de mantenimiento preventivo programado en un mes, sin incluir inspecciones, reprogramaciones o mantenimientos correctivos programados.

Las horas de mantenimiento total, son todas horas invertidas en todas las tareas de mantenimiento, incluyendo servicios, mantenimiento de emergencia, mantenimiento preventivo, reprogramaciones, inspecciones con o sin orden de trabajo e incluyendo las horas de mantenimiento preventivo, que a diferencia del tiempo de mantenimiento del índice anterior, el cual involucraba todas las tareas pero dedicadas a las máquinas y equipos productivos.

Para entender la diferencia, utilizaremos el ejemplo del índice de intervención de mantenimiento, y agregaremos a las actividades de mantenimiento:

Mantenimiento de edificio = 123 hrs.

Apoyo a Proyectos = 87 hrs.

Reconstrucción de equipos = 234 hrs.

Teniendo como dato que el mantenimiento preventivo = 400 horas

Y que al tiempo de mantenimiento = 3004 hrs., le sumamos los tiempos de mantenimiento de edificio, apoyo a Proyectos y reconstrucción de equipos, tenemos que el tiempo de mantenimiento total nos da:

Tiempo de mantenimiento total = 3004 + 123 + 87 + 234 = 3448 horas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Y ahora encontramos el índice de mantenimiento preventivo

$$\text{Porcentaje.Mantenimiento Preventivo} = \frac{400 \text{ hrs.}}{3448 \text{ hrs.}} * 100 = 11.60\%$$

Si analizamos un poco el ejemplo, nos damos cuenta que entre el mantenimiento de emergencia y el mantenimiento correctivo sumamos 1650 horas, poco menos de la mitad del tiempo de mantenimiento total aplicado, lo que nos lleva a deducir que si mejoráramos en un 50 % los mantenimientos de emergencia y correctivo, podríamos invertir ese tiempo en el mantenimiento preventivo, aumentando nuestro índice, a:

$$\text{Porcentaje.Mantenimiento Preventivo} = \frac{1225 \text{ hrs.}}{3448 \text{ hrs.}} * 100 = 35.52\%$$

Este índice como parámetro, nos puede ayudar en mucho a aclarar nuestra visión acerca del comportamiento de nuestros mantenimientos y definir como distribuir la fuerza de mantenimiento.

3.4.4 Porcentaje de Gasto de Mantenimiento

El gasto de mantenimiento es un índice de vital importancia para el departamento, conocer lo que gastamos con respecto a los ingresos de la empresa, siempre será una cifra significativa para medir la eficacia y el rendimiento de un grupo especializado en el cuidado de la maquinaria y equipo de cualquier empresa, donde se pretenda dar un buen servicio de mantenimiento al menor costo.

La manera de calcular este índice, es la siguiente:

$$\text{Porcentaje.Gasto.por.Mantenimiento} = \frac{\text{Mano.de.obra} + \text{Re.facciones} + \text{Pr.estaciones}}{\text{Venta.total}} * 100$$

Para hacer los cálculos de este índice, debemos relacionarnos con diferentes departamentos y así obtener los datos necesarios:

Con Contabilidad, para obtener la información acerca de la venta total mensual del producto fabricado.

Con relaciones industriales para conocer los salarios del departamento y calcular la mano de obra invertida (en horas hombre), y las prestaciones.

Con almacén y contabilidad para desglosar todos los materiales y refacciones inherentes a mantenimiento y sus costos.

Es importante que el flujo de la información sobre ventas, sea aprobada por el gerente del área por ser de carácter un tanto confidencial, pero sabiendo la producción mensual, podemos hacer un estimado (siempre de la misma manera), que no nos cree conflictos.

A continuación haremos un ejemplo sobre este índice:

En una empresa manufacturera de teléfonos celulares, se fabricaron un total de 60000 unidades, y su costo promedio es de \$237.5 cada uno, para alcanzar esta producción, mantenimiento invirtió 380 horas / hombre de su personal y el promedio salarial mensual es de \$5600.00, las prestaciones por trabajador incluyendo jefe y supervisores, son del 21 %, y el grupo consta de 22 gentes.

En este mes se tuvieron gastos por refacciones de \$975,000.50, requerimos encontrar en que cantidad influyo mantenimiento en los gastos totales que fueron de \$9,345,000.00.

Primeramente encontramos los costos por mano de obra:

Si un trabajador gana promedio \$5600.00 y trabaja 192 horas al mes entonces dividimos el salario entre las horas trabajadas y encontramos el costo hora / hombre, esto es:

$$\text{Costo.hora / hom bre} = \frac{5600}{192} = \$29.16$$

Ahora, si se invirtieron 1040 horas para mantenimiento, multiplicamos por el costo de una hora / hombre y tenemos:

$$1040 * 29.16 = \$30326.40 \text{ gastados por mano de obra}$$

De igual forma calculamos, las prestaciones generadas por el departamento, encontrando el 21% del salario promedio y multiplicándolo por la cantidad de personal de mantenimiento:

$$5600 * 21\% * 22 = \$25872.00 \text{ por prestaciones}$$

Como ya tenemos los gastos por refacciones, el último dato a encontrar, son las ventas totales y multiplicando las unidades fabricadas por el costo de un teléfono tenemos:

$$60000 * 237.50 = \$14,250,000.00 \text{ de ventas}$$

Enseguida calculamos el índice de tal forma que:

$$\text{Porcentaje.Gasto.por.Mantenimiento} = \frac{30326.40 + 975000.5 + 25872.00}{14250000} * 100 = 7.23\%$$

Ya encontrado el índice de gastos por mantenimiento, obtendremos la cantidad en que influye mantenimiento en los gastos totales de la empresa y que posiblemente no ayudo a la obtención de las utilidades planeadas, (que podría ser tema de otro análisis).

$$\text{Total.gastado.por.mantenimiento} = 9345000 * 7.23\% = \$676,249.38$$

3.5 Reportes Periódicos

Los reportes, son la parte medular de la cadena de mandos, sin ellos ningún jefe inmediato podría tomar una decisión, el jefe de producción, tendría que contar las piezas fabricadas después de cada turno para saber la producción diaria, el supervisor de mantenimiento tendría que revisar todas las reparaciones para verificar el buen funcionamiento de las máquinas o equipos, al contador general no le alcanzaría el tiempo para hacer una declaración si tiene que revisar todas las entradas y salidas, en fin, no acabaría el trabajo, ni tendría sentido tener subordinados.

El administrador de mantenimiento tiene la obligación de negociar con sus subordinados la manera de elaborar los reportes o definitivamente diseñarlos y dárselo como una tarea su personal.

Y es por eso que la información de cualquier departamento debe ser muy relevante, y debe tener ciertas características para reportarla de una manera adecuada:

Oportuna: Sin duda alguna cuando reportamos alguna actividad y de ese reporte depende una toma de decisiones, debe ser reportada a tiempo, en el momento adecuado y no después, cuando no exista solución.

Concisa: Al reportar alguna información, debemos hacerlo de manera directa y breve, pero con la idea fundamental.

Clara: En caso de un incidente o método debemos, explicar paso a paso la secuencia de lo ocurrido o del proceso.

Precisa: Al elaborar información debemos hacerlo, especificando los puntos sin rodeos y sin palabras de más.

Frecuente: Los reportes se deben hacer siempre en periodos similares y no entregar varios al mismo tiempo por mero compromiso.

Confiable: Toda información comunicada por medio de un reporte debe ser verdadera, sin resultados que todavía no se obtienen e inclusive reportando los errores ocurridos.

De los conceptos a reportar comúnmente en mantenimiento además de los índices, también se elaboran reporte de la Actuación de Mantenimiento., Reparaciones mayores, Gasto de Presupuesto, Costos por mantenimiento y consumo de energéticos, los cuales veremos en los temas a continuación.

3.5.1 Actuación de Mantenimiento

La actuación de un departamento como mantenimiento siempre es un tema de gran interés para el administrador de este servicio, los avances, mejoras y objetivos logrados solo serán reconocidos y algunas veces vistos, si lo damos a conocer.

Por ser un departamento de servicio, mantenimiento en casi, ninguna ocasión se pueden palpar los logros porque lo que se realiza repercute directamente en los resultados de los demás departamentos, por ejemplo, cuando se alcanza la meta de producción mensual, las felicitaciones son para el departamento de producción, pero si no se alcanza, sabemos en que porcentaje de tiempo muerto contribuyo mantenimiento.

Esto no es motivo para que mantenimiento baje su rendimiento, simplemente que debemos reportar todas las actividades relevantes y de rutina que se están llevando a cabo, para coadyuvar en el logro de metas y objetivos tanto particulares como generales.

Una forma de mantener constantemente informada a la gerencia de la actuación de mantenimiento, es emitir un reporte breve con las actividades importantes que se llevan a cabo durante un periodo semanal y al mes un reporte más a detalle.

Para mantener al día al administrador de mantenimiento mostrándole un panorama general, se recurre a un reporte diario llamado "reporte a primera hora", que consiste en darle al administrador (llámese jefe o superintendente), un resumen de las actividades que en ese momento se están llevando a cabo, y la distribución del personal en turno.

La calificación que se le dé al departamento claro esta, será por los resultados obtenidos y que ayuden al logro de los objetivos generales de la empresa, y no por lo bien hechos que estén los reportes, pero debemos contar con ellos y emitirlos, de una manera escrita, clara y objetiva, como información de soporte para la gerencia.

3.5.2 Gasto del Presupuesto

El presupuesto periódico, constituye la principal técnica para planear, coordinar y controlar las actividades de mantenimiento, en términos financieros. En las empresas que cuentan con un programa de preparación de presupuesto, se calcula la cantidad total de costos de mantenimiento presupuestados para un periodo posterior. Presupuestado a detalle para todas las operaciones que componen la función de mantenimiento incluyendo salarios y prestaciones, en otras empresas se presupuestan a detalle solo las operaciones que impactan en cantidades considerables como, compra de equipo para mantenimiento, refacciones con un alto costo, reparaciones de instalaciones como techos, drenajes, etc., pero nunca debemos elaborar un presupuesto con la única convicción de tener dinero asignado para posibles eventualidades.

Como es difícil que una empresa nos proporcione documentación financiera, elaboraremos un ejemplo ficticio y lo analizaremos

Se referirá a una empresa metalmeccánica, tendrá seis partidas y el periodo de tiempo será de seis meses, contemplando exclusivamente partidas de reparaciones de equipo.

Presupuesto actualizado Marzo a Agosto 2003⁹

Concepto	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
Embrague Prensa Arisa 250 T compra e instalación		250,000	70,000				320,000
		262,000	63,000				325,000
Reparación Techo Área Lavado				75,000			75,000
				67,000			67,000
Reparación línea Tinas de Fosfalizado	27,000	22,000					49,000
	28,500	20,000					48,500
Cambio cabezal Brochadora Cincinnati					23,000		23,000
					24,200		24,200
Compra e instalación Grúa Viajera área Troquelado					155,000	33,000	188,000
					157,300	33,000	190,300
Compra y cambio de cadena Limpiadora de Granalla				235,000		43,000	278,000
				246,000		42,000	288,000
Total Presupuestado	27,000	272,000	70,000	310,000	178,000	76,000	933,000
Total Gastado	28,500	282,000	63,000	311,000	181,500	75,000	943,000

Tabla 3.4

Como se observa en la tabla, el primer renglón de cada concepto es el monto presupuestado y el segundo renglón contiene lo que realmente se gastó.

Dentro de los montos, se deben considerar, los costos de mano de obra, maniobras, asesorías, materiales indirectos, etc.

La diferencia, entre lo presupuestado y lo gastado en cada partida, esta contemplada respecto a la fecha de realización del presupuesto y la fecha de adquisición. Se contemplan los cambios en los costos finales, ya sea por la inflación, la paridad del dólar, etc. y no hay problema alguno.

Es muy frecuente también, que los presupuestos se proyecten en dolares y así el administrador de mantenimiento no tendrá problemas para que le autoricen las cantidades mensuales por la elevación de algunos costos.

⁹ Fuente Propia

Es muy importante que el administrador de mantenimiento tenga presente y a la vista, el mapa del presupuesto y los tiempos de entrega de partes, ya que el gasto debe efectuarse exactamente en el mes proyectado puesto que si no se realiza el pedido a tiempo, la entrega de partes, caerá en otro mes y afectaría los gastos del presupuesto general, y consecuentemente no se adquirirán las partes.

3.5.3 Costos por Mantenimiento

Aunque se toco ya este tema, al calcular el Porcentaje de Gasto por Mantenimiento y el Gasto del Presupuesto, la importancia de los Costos por Mantenimiento obliga a hablar un poco más acerca de él.

Una parte imprescindible en cualquier empresa son los Almacenes, existen almacenes de producto terminado, almacén de recibo, almacén de materias primas, almacén de herramientas, etc. Pero el almacén que incide directamente en el funcionamiento de un departamento de servicio como lo es el de mantenimiento, es el almacén de materiales, en el cual se encuentran todas las partes o refacciones del equipo y maquinaria.

Este almacén puede ser controlado por abastecimiento, contabilidad o por el mismo mantenimiento, pero en cualquiera de los casos, un buen control del mismo es de gran ayuda para realizar reparaciones en tiempo estimado y con menor costo. Por lo que un control estricto de las partes es necesario.

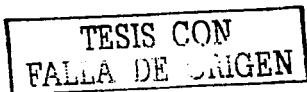
Dentro de las responsabilidades del administrador de mantenimiento, para el buen control de refacciones y materiales referentes a mantenimiento, se encuentran las siguientes:

1) Proporcionar toda información precisa acerca de las refacciones requeridas:

Esto implica que esta información provea al comprador de herramientas necesarias para una pronta localización y adquisición de las refacciones. Y lo podemos lograr apoyándonos en los manuales de los equipos.

2) Delimitar las cantidades máximas y mínimas de refacciones de movimiento continuo:

En muchas de las ocasiones una misma refacción se utiliza para varias maquinas, caso concreto los rodamientos de motores, y no es necesario tener existencias para cubrir la necesidad para todos los equipos, sino más bien es trabajo del administrador de mantenimiento delinear perfectamente un máximo de esas refacciones que no eleven los inventarios y un mínimo que a su vez pueda cubrir todas las necesidades.



3) Actualizar la información de las partes continuamente:

Es común que los fabricantes de partes, por mejoras en las mismas, cambien sus números o nombres y avisar a los administradores de mantenimiento, por lo que es necesario verter la información al departamento de adquisiciones.

4) Requerir con anticipación las partes para un mantenimiento planeado:

Cuando se realizan mantenimientos correctivos planeados, es de suma importancia requerir los materiales con antelación, para no entorpecer las reparaciones y terminar en el tiempo estimado.

En el caso del mantenimiento preventivo, el administrador de mantenimiento, deberá de común acuerdo con el departamento de adquisiciones, planear las llegadas a planta de las refacciones, de acuerdo a las fechas de los servicios establecidos en el Programa general de mantenimiento preventivo.

5) No crear, un almacén dentro de mantenimiento:

Es una practica común que el personal de mantenimiento tenga en su poder, diferentes tipos de refacciones, argumentando que almacén no tiene a tiempo dichas refacciones para realizar las reparaciones. Por lo que es necesario que el administrador de mantenimiento para evitar elevar los gastos infructuosamente, este al pendiente de que esto no ocurra.

Controlar los Costos por Mantenimiento, no es responsabilidad exclusiva del Administrador de Mantenimiento, sino también es necesario, y en mucho, la participación del Contador de la empresa, así como una comunicación continua.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.5.4 Consumo de Energéticos

El agua, gas, aire comprimido y energía eléctrica, son los energéticos más indispensables para que funcionen la mayoría de las empresas.

Y es por esto, que es necesario que el administrador de mantenimiento ponga especial interés en el manejo y control de estos.

1) Agua:

Este vital líquido es utilizado dentro de las empresas para diferentes procesos de apoyo a la producción, como en tratamientos termoquímicos y disolución con algunas sustancias, en, el funcionamiento de equipos como torres de enfriamiento para sistemas hidráulicos, enfriamiento de moldes o intercambiadores de calor, en sistemas de aire acondicionado ya sea para oficinas o bien para áreas que necesiten un medio ambiente controlado, como en empresas maquiladoras de tarjetas electrónicas que hoy en día tiene mucho auge, o simplemente para el lavado de utensilios de cocina y aseo personal.

La forma de controlar el consumo del agua, varía de acuerdo al giro de la empresa, pero el fin es el mismo, "no desperdiciarla". La Comisión Mixta de Seguridad e Higiene, normalmente es la encargada de informar al personal de la empresa de la importancia de aprovechar el agua y no desperdiciarla, pero el administrador de mantenimiento debe conocer el consumo promedio diario, ya sea que algún departamento como ingeniería u otro le proporcione esta información o bien que se genere dentro de mantenimiento.

Deberá elaborar una rutina de inspección, un formato de captura de datos y asegurarse de tener un medidor o varios medidores de consumo, para que se responsabilice a un técnico de mantenimiento a que tome lecturas a diario y analizar los datos adquiridos, reportando fugas o anomalías en las instalaciones, para tomar acciones.

2) Gas:

El gas utilizado en las empresas, puede ser gas licuado o gas natural, y este combustible además de ser muy importante para casi todos los procesos productivos que involucran elevación de temperatura para lavado, tratamientos termoquímicos como fosfatizado o pavonado, fundición de metales, etc., es sin duda alguna un servicio del cual mantenimiento es responsable, ya que por un lado el alto riesgo por la probabilidad de una explosión por mal manejo o mantenimiento de equipos como vaporizadores, válvulas de presión, reguladores, calderas, generadores de vapor y por otro lado el costo se que ocasiona, por

interrumpir la producción por la falta de este combustible, hacen de este servicio una preocupación constante para el administrador de mantenimiento.

Una manera segura de controlar el consumo de gas, es llevar una hoja de control, la cual deberá contener:

- ° Porcentaje de gas en cada recipiente
- ° Reporte de fugas
- ° Condición de válvulas de paso
- ° Condiciones de vaporizadores
- ° Presión
- ° Reporte de estado físico

A diferencia del agua, los recipientes de gas son monitoreados por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, por ser recipiente sujetos a presión, por lo cual se lleva una bitácora diaria de cada uno de los recipientes, en la cual se pueden poner los datos anteriormente expuestos, y debe responsabilizarse a un técnico de la toma periódica de lecturas, para analizar los resultados y tomar acciones preventivas.

3) Aire Comprimido:

La generación de aire comprimido tiene un alto costo y es muy habitual que se desperdicie con fugas en las líneas o mangueras deterioradas.

Es necesario tener una constante atención a los compresores, tanques de paso o "pulmones", purgas y líneas en general, ya que hoy en día cada vez existen más equipos neumáticos que son parte de la producción.

Algunas de las condiciones que deben existir para el manejo de equipo que genere aire comprimido y de las cuales el administrador de mantenimiento debe asegurarse que existan son:

- ° El personal de operación debe ser capacitado en cuanto al funcionamiento del o de los compresores que pueden ser de pistones o de tornillo, para que tome decisiones que no afecten a la producción.
- ° Deberán existir hojas de arranque y paro de cada uno de los equipos en uso, con etiquetas en cada uno de los actuadores como son botones, indicadores y válvulas, de ser posible acompañados de un dibujo o fotografía del equipo.

- ° Deberá adiestrarse a todo el personal de mantenimiento en el arranque y paro de los equipos.
- ° Un directorio de proveedores y técnicos de cada equipo, es muy útil para cualquier contingencia.
- ° Es necesario llevar un registro diario del comportamiento de cada uno de los equipos y una lista de chequeo con información como:

- Temperatura del aceite
- Nivel de aceite
- Purga de separador
- Presión Tarada (presión de trabajo)
- Presión diferencial (máxima y mínima)
- Accionamiento de válvula de seguridad
- Funcionamiento de Secador de aire (si, existe)
- Limpieza de filtro de aire
- Purga de tanques de paso "pulmones" (los cuales tienen su bitácora diaria)

Por ser un equipo dependiente al 100 % de la empresa, debe considerarse dentro del programa general de mantenimiento preventivo, ya sea realizado por medio de una póliza de mantenimiento por parte del fabricante o bien, que se capacite al personal de mantenimiento para su ejecución y así tener una menor dependencia de asesores y técnicos externos.

También como en el caso del gas y el agua, debe responsabilizarse a un técnico, en este caso por turno para realizar el chequeo y tomar las acciones necesarias como cambio de compresor, etc.

4) Energía Eléctrica:

Este servicio es sin duda el principal artifice de la producción en cualquier empresa, se puede asegurar que en la actualidad, el 100 % de las actividades, ya sea directa o indirectamente necesitan de la energía eléctrica y no sólo en la vida diaria de una empresa, sino también en nuestra vida cotidiana.

Y aunque sea un servicio externo, también podemos llevar un control del consumo de este energético y ahorro del mismo:

* **Alumbrado:** Existen varias formas de ahorrar energía eléctrica con el alumbrado, como es instalar sensores de presencia en los pasillos, colocar láminas translúcidas en las naves con el fin de evitar encender el alumbrado en el día, instalar lámparas de bajo consumo como las lámparas fluorescentes, campañas de ahorro de energía dentro de las oficinas y áreas productivas.

* **Demanda máxima:** Al hacer un contrato con Compañía de Luz, se contrata una demanda máxima (Demanda Contratada), dada en Kilo Watts, con lo cual nos fijan una tarifa. Esta demanda, es el consumo instantáneo máximo, el cual sucede normalmente en los arranques de turno, esto quiere decir que si arrancamos todos los equipos en el mismo instante, nuestra demanda máxima se elevaría considerablemente y por consiguiente rebasaría la demanda contratada, ocasionándonos un cobro extra y posiblemente el aumento de demanda contratada y aumento en la tarifa.

Para evitar este problema, el administrador de mantenimiento, debe girar una hoja de instrucciones, donde se estipule la manera de arranque de la maquinaria y equipo, que debe hacerse en diferentes tiempos.

* **Factor de Potencia:** En este caso el factor de potencia no instantáneo, sino por el consumo diario de potencia real y potencia reactiva, debe ser mantenido dentro de los límites que no causen una multa por Compañía de Luz, esto es arriba de 0.89.

La forma de controlarlo, es instalando bancos de capacitores, de manera que puedan entrar y salir con switches, calculando el factor de potencia diariamente, verificar la tendencia y conectar los capacitores si es necesario.

Como en los casos anteriores, también es importante responsabilizar a un técnico en la toma de lecturas diarias, para avisar de cualesquier eventualidad.

En el caso de un constante bajo factor de potencia, el administrador de mantenimiento, podría hacer los cálculos necesarios, pero esto llevaría tiempo que puede aprovechar en otros asuntos más prioritarios, ya que una solución práctica, es llamar a los distribuidores de equipo de medición y ellos realizarán y justificarán el estudio dando algunas alternativas de solución.

CAPITULO IV
BASE DE DATOS PARA MANTENIMIENTO

CAPITULO IV**"BASE DE DATOS PARA MANTENIMIENTO"****4.1 Propósito de la base de datos**

Como vimos, en el capítulo anterior, la información generada en una orden de trabajo nos proporciona una gran cantidad de datos importantes para solucionar problemas cotidianos de mantenimiento de emergencia y programar mantenimientos correctivos y preventivos. Y ahí no para, su utilidad, una de las formas más importantes de utilizar la orden de trabajo es como también vimos en el tema de la historia clínica es tener una cronología de fallas y soluciones dadas en cada una de las reparaciones. Pero que pasaría si se perdieran las hojas de historia clínica y las ordenes de trabajo terminadas estuvieran revueltas, sería un caos y mucho trabajo por realizar, y es aquí donde una base de datos en un software de computación sería una herramienta valiosa para el manejo de todos estos datos, ya que con sólo unas cuantas instrucciones podríamos visualizar rápidamente la información de alguna máquina o equipo.

Por esto es, que el propósito principal de una Base de datos para mantenimiento, es tener una herramienta confiable, fácil de generar, manejar, respaldar y duplicar. Además que con la creciente tecnología y los precios accesibles de las computadoras personales, ya no es un sueño tener uno de estos equipos en el departamento de mantenimiento de una empresa.

Como mencione anteriormente existe software especialmente para mantenimiento pero su costo es elevado y en ocasiones, difícil de justificar, por eso es que escogí un software de fácil manejo y adquisición en el mercado y me refiero al programa de Base de datos de Microsoft Acces que se encuentra en el paquete de Office 2000 Profesional, que trabaja en ambiente Windows y el cual esta instalado en la mayoría de las computadoras personales actuales.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

4.2 Contenido básico de una Base de Datos

Todos los conceptos que interese a mantenimiento en todos los niveles, deben estar contenidos en una base de datos. En este trabajo utilizare los conceptos, que para mí, son adecuados, pero ya que el fin es mostrar el uso de esta herramienta, el lector, de acuerdo a sus necesidades o a su punto de vista, puede utilizar los que decida.

Es necesario que el administrador de mantenimiento que pretenda utilizar una base de datos, se asegure que la orden con la que trabaje contenga todos los datos que le interese introducir en dicha base.

Cada uno de estos conceptos que deseamos utilizar en una base de datos, se le llama "campo" y tendrá un "tipo de datos", que pueden ser numéricos, memo, texto, etc., como veremos en el siguiente capítulo.

De los conceptos o campos a utilizar tendremos:

1) Departamento:

Nombre del departamento que genera la orden de trabajo, incluyendo mantenimiento.

2) Nombre de máquina o equipo:

Se colocara el tipo de máquina y su marca, como Torno ACME.

3) Número:

El número de activo fijo de la máquina o equipo con el cual se conozca.

4) Fecha:

Esta es la misma fecha que aparece en la orden de trabajo, sea cual sea el mantenimiento a realizar.

5) Tipo de Mantenimiento:

Todos los mantenimientos utilizados en la empresa, en este caso Emergencia, Correctivo, Preventivo, Predictivo y Servicios.

6) Sistema afectado:

Es el sistema de la máquina o equipo donde se efectuar el trabajo y puede ser mecánico, eléctrico, electrónico, hidráulico, neumático, calefacción, refrigeración, extracción u otro.

7) Descripción de la falla o servicio:

Descripción breve de la falla o servicio solicitado.

8) Tiempo de reparación:

Es el tiempo máquina que él, o los técnicos tardaron en realizar la reparación o servicio.

9) Paro improductivo:

Afirmación o negación de tiempo improductivo en este caso, SI o No.

10) Tiempo improductivo o también llamado tiempo muerto:

Es el tiempo que provocó un paro productivo por una reparación de emergencia o bien como consecuencia de un servicio de mantenimiento programado.

11) Solución o actividad a realizar:

Es un resumen de la actividad principal realizada para solucionar la fallas

12) Ejecutor:

Es el nombre del operador o técnico responsable de realizar el trabajo.

Con estos conceptos es suficiente para iniciar nuestra base de datos y posteriormente se pueden anexar otros, como costos.

4.3 Creación de una base de datos

Para crear la base de datos, primeramente se debe tener instalado el software Office en una computadora personal, de preferencia, exclusiva para mantenimiento, porque en muchas ocasiones es necesario hacer consultas continuas, pero puede ser compartida.

Para trabajar con Acces no es necesario ser un experto en computación, solo se debe tener conocimientos básicos en ambiente Windows.

Microsoft Acces

Enseguida se abre el programa de Microsoft Acces desde el escritorio o desde Inicio, programas, seleccionar Microsoft Acces y hacer clic (según la ubicación en su PC).

Cuadro Microsoft Acces

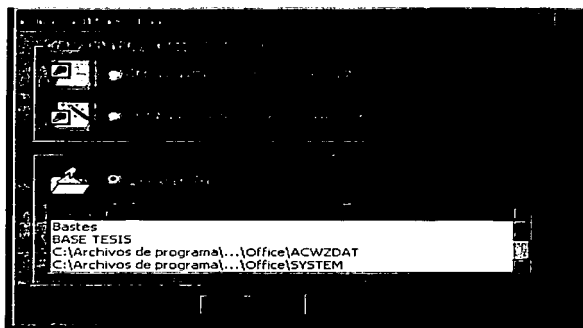


Figura 4.1

Microsoft Acces

En esta Ventana aparecen tres opciones:

- Base de datos de Acces en blanco
- Asistentes, páginas y proyectos de bases de datos
- Abrir, un archivo existente

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Seleccionamos la opción "Base de datos de Acces en blanco" y aceptar

Nota: En las subsecuentes ocasiones, vamos a seleccionar la opción "Abrir un archivo", puesto que ya va a existir un archivo creado.

Cuadro Archivo nueva Base de Datos

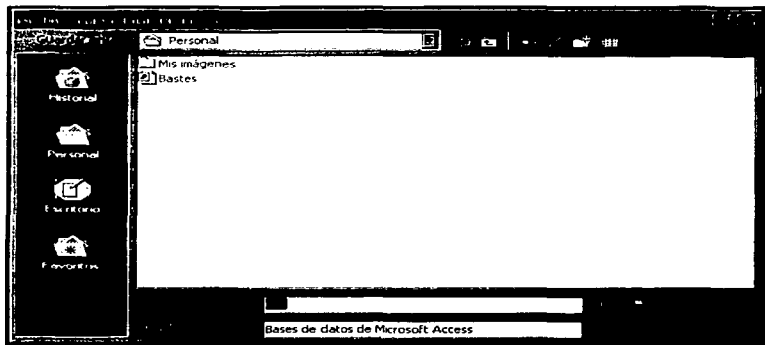


Figura 4.2

En esta ventana aparece la carpeta donde quedará integrado el archivo, pero se puede seleccionar otra carpeta según su gusto.

En la parte inferior izquierda aparece una celda para escribir el nombre del archivo para nuestro ejemplo que deseamos colocar, escribimos "bastes" y hacemos clic en "crear".

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Base de datos

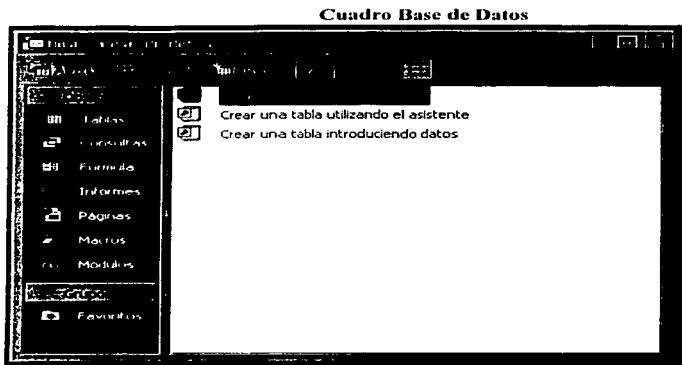


Figura 4.3

Esta ventana aparece resaltando en el menú objetos la opción "tabla" y del lado derecho aparecen tres opciones:

- Crear una tabla en vista de diseño
- Crear una tabla utilizando el asistente
- Crear una tabla introduciendo datos

Seleccionamos la opción "Crear una tabla en vista de diseño" y "enter"

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Tabla de diseño

Cuadro Tabla de Diseño

Nombre del campo	Tipo de datos
Captura	Autonumérico
Departamento	Texto
Maquina	Texto
Numero	Número
Fecha	Fecha/hora
Tipo marfuto	Texto
Sistema	Texto
Descripcion	Memo
Tiempo reparación	Número
Paro improductivo	Si/No
Solucion	Memo

Doble
2
0
3
SI (Con duplicados)

Figura 4.4

Aquí aparece la ventana partida en dos secciones:

La sección superior donde se introduce el nombre del campo y el tipo de datos que llevará y la sección inferior donde se colocarán las propiedades de los datos a introducir.

En la columna "campo", colocaremos los nombres de los conceptos descritos en el tema anterior y de este momento en adelante, los llamaremos "campos".

Enseguida de introducir el primer nombre de campo y oprimir "enter", aparecerá por default en la columna de "tipo de datos", la palabra "texto" y en el extremo derecho de esa misma columna, aparecerá una flecha de selección, que al hacer clic en ella, nos mostrará los diferentes tipos de datos que podemos tener para un campo.

La posición de los campos dentro de nuestra base no es de gran importancia, puesto que en el futuro podremos ordenarla con la prioridad que deseemos, pero por cuestión de la captura

de datos, debemos organizarla de manera tal, que al leer los datos de la orden de trabajo, escribamos en la misma secuencia.

Ahora bien, todo campo es diferente por el tipo de datos que cada uno contiene y al hacer clic en el tipo de datos que queremos para nuestro campo, en la sección inferior de la tabla, aparecerán las propiedades que necesitamos darle a dicho campo.

Los tipos de datos que podemos seleccionar son:

- ° Texto:
- ° Memo
- ° Numérico
- ° Fecha / Hora
- ° Moneda
- ° Autonumérico
- ° Si / No
- ° Objeto OLE
- ° Hipervínculo
- ° Asistente para búsquedas

Datos a utilizar:

Los siguientes, son los tipos de datos que utilizaremos en nuestra base, y las propiedades que necesitamos para cada uno de ellos:

Texto: Se utiliza introduciendo datos en texto, combinando un texto con números o números que no requieran cálculos como direcciones y / o números de teléfonos.

Sus propiedades son:

Tamaño de campo = Por default tiene un valor de 50 que es el tamaño máximo del campo y se puede modificar hasta 255 caracteres.

Formato = Es el diseño de presentación de un campo en forma de texto

Mascara de entrada = Es el modelo de introducción de datos en un campo

Título = Es la etiqueta de campo cuando se utiliza en un formulario

Valor Predeterminado = Valor automáticamente introducido para nuevos registros

Regla de Validación = Una expresión que limita los valores que pueden introducirse en el campo.

Texto de validación = Mensaje de error que aparece cuando introduce un valor prohibido por la regla de validación.

Requerido = Es una orden afirmativa o negativa de introducción de datos en el campo

Permitir longitud cero = Es aquí donde se permite o no la entrada de valores cero o nulos

Indexado = Un índice acelera las búsquedas y ordenamientos en un campo

Compresión Unicode = Permite tener campos texto o memo mucho más largos

Memo: Aquí podemos introducir datos de texto y números de gran tamaño, como una descripción.

Sus propiedades son:

Formato = Es el diseño de presentación de un campo en forma de texto

Título = Es la etiqueta de campo cuando se utiliza en un formulario

Valor Predeterminado = Valor automáticamente introducido para nuevos registros

Regla de Validación = Una expresión que limita los valores que pueden introducirse en el campo.

Texto de validación = Mensaje de error que aparece cuando introduce un valor prohibido por la regla de validación.

Requerido = Es una orden afirmativa o negativa de introducción de datos en el campo

Permitir longitud cero = Es aquí donde se permite o no la entrada de valores cero o nulos.

Compresión Unicode = Permite, tener campos texto o memo mucho más largos

Númérico: Sólo introduciremos datos que se han de utilizar para cálculos matemáticos.

Sus propiedades son:

Tamaño de campo = Tamaño y tipo de números a introducir en el campo.

Formato = A diferencia de un campo texto o memo, el formato es numérico

Lugar de decimales = Número de dígitos que aparecen a la derecha del separador decimal

Máscara de entrada = Es el modelo de introducción de datos en un campo

Título = Es la etiqueta de campo cuando se utiliza en un formulario

Valor Predeterminado = Valor automáticamente introducido para nuevos registros

Regla de Validación = Una expresión que limita los valores que pueden introducirse en el campo.

Texto de validación = Mensaje de error que aparece cuando introduce un valor prohibido por la regla de validación.

Requerido = Es una orden afirmativa o negativa de introducción de datos en el campo

Indexado = Un índice acelera las búsquedas y ordenamientos en un campo

Fecha / hora: Los datos introducidos de esta manera deben tener un formato para que solo se lean de una forma.

Sus propiedades son:

Formato = Es el diseño de presentación de un campo en forma de texto

Mascara de entrada = Es el modelo de introducción de datos en un campo

Título = Es la etiqueta de campo cuando se utiliza en un formulario

Valor Predeterminado = Valor automáticamente introducido para nuevos registros

Regla de Validación = Una expresión que limita los valores que pueden introducirse en el campo.

Texto de validación = Mensaje de error que aparece cuando introduce un valor prohibido por la regla de validación.

Requerido = Es una orden afirmativa o negativa de introducción de datos en el campo

Indexado = Un índice acelera las búsquedas y ordenamientos en un campo

Autonumérico: Son números secuenciales exclusivos con incremento por unidad y que se insertan al agregar un registro, (más adelante veremos la definición de registro).

Sus propiedades son:

Tamaño de campo = Tamaño y tipo de números a introducir en el campo.

Nuevos valores = Como deben generarse los nuevos valores para este campo autonumérico

Formato = Es el diseño de presentación de un campo en forma de texto

Título = Es la etiqueta de campo cuando se utiliza en un formulario

Indexado = Un índice acelera las búsquedas y ordenamientos en un campo

SI / No: Estos campos, solo albergan datos con dos valores posibles SI / No, Verdadero / Falso, Activado / Desactivado.

Sus propiedades son:

Formato = Es el diseño de presentación de un campo en forma de texto

Título = Es la etiqueta de campo cuando se utiliza en un formulario

Valor Predeterminado = Valor automáticamente introducido para nuevos registros

Regla de Validación = Una expresión que limita los valores que pueden introducirse en el campo.

Texto de validación = Mensaje de error que aparece cuando introduce un valor prohibido por la regla de validación.

Requerido = Es una orden afirmativa o negativa de introducción de datos en el campo

Indexado = Un índice acelera las búsquedas y ordenamientos en un campo

Para darle las propiedades a los campos de nuestro ejemplo, después de introducir el nombre de campo y que aparezca "texto" en la siguiente columna, haciendo clic en la flecha de selección, escogemos el tipo de datos y le damos las propiedades como sigue:

1) Departamento: Seleccionamos "texto" y las propiedades del campo serán:

Tamaño de campo = 50, Si se desea se puede variar el tamaño de acuerdo a los largos de los nombres de los departamentos de la empresa pero con este valor se abarca cualquier tamaño.

Requerido = Si, para que siempre se coloque el nombre del departamento y se pueda ordenar o indexar.

Permitir longitud cero = No, puesto que es un dato requerido.

Indexado = Si con duplicados, para que el campo se pueda repetir cuantas veces sea necesario.

Compresión unicode = Si, para que se pueda comprimir la información de este campo al almacenarse.

2) Máquina: Seleccionamos "texto" y las propiedades del campo serán:

Tamaño de campo = 50, solo se escribe un nombre.

Requerido = Si, para que siempre se coloque el nombre de la máquina y se pueda ordenar o indexar.

Permitir longitud cero = No, puesto que es un dato requerido.

Indexado = Si con duplicados, para que el campo se pueda repetir cuantas veces sea necesario.

Compresión unicode = Si, para que se pueda comprimir la información de este campo al almacenarse.

3) Número: Seleccionamos "Numérico" y las propiedades del campo serán:

Tamaño de campo = Entero largo, ya que es el número de máquina y no se harán operaciones con él, si el número de máquina es alfanumérico se selecciona un campo texto.

Lugar de decimales = 0, puesto que es un número entero.

Valor predeterminado = 0, todas las omisiones de este campo, tomarán el valor cero cuando se ordene o indexe la base de datos con este campo.

Requerido = Sí, es necesario para ordenar o indexar.

Indexado = Sí con duplicados, para que el campo se pueda repetir cuantas veces sea necesario.

4) Fecha: Seleccionamos "Fecha / Hora" y las propiedades del campo serán:

Formato = Fecha corta, sin colocar hora.

Requerido = Sí, puesto que se pueden seleccionar periodos de tiempo.

Indexado = Sí con duplicados, para que el campo se pueda repetir cuantas veces sea necesario.

5) Tipo de Mantenimiento: Seleccionamos "texto" y las propiedades del campo serán:

Tamaño de campo = 50, solo se escribe un nombre como Preventivo, Emergencia, etc.

Requerido = Si, para que siempre se coloque el nombre del tipo de mantenimiento y se pueda ordenar o indexar.

Permitir longitud cero = No, puesto que es un dato requerido.

Indexado = Si con duplicados, para que el campo se pueda repetir cuantas veces sea necesario. Compresión unicode = Si, para que se pueda comprimir la información de este campo al almacenarse.

6) Sistema: Seleccionamos "texto" y las propiedades del campo serán:

Tamaño de campo = 50, solo se escribe un nombre como mecánico, eléctrico, etc.

Requerido = Si, para que siempre se coloque el nombre del sistema afectado y se pueda ordenar o indexar.

Permitir longitud cero = No, puesto que es un dato requerido.

Indexado = Si con duplicados, para que el campo se pueda repetir cuantas veces sea necesario.

Compresión unicode = Si, para que se pueda comprimir la información de este campo al almacenarse.

7) Descripción: Seleccionamos "Memo" y las propiedades del campo serán:

Requerido = Si, porque siempre tendremos una falla o servicio.

Permitir longitud cero = No, puesto que es un dato requerido.

Compresión Unicode = Si, para que se pueda comprimir la información de este campo al almacenarse.

8) Tiempo reparación: Seleccionamos "Numérico" y las propiedades del campo serán:

Tamaño de campo = Doble, ya que es el tiempo dado en enteros y decimales.

Lugar de decimales = 2, puesto que es común tener tiempos fraccionarios.

Valor predeterminado = 0, si no se da un el valor cero, al realizar operaciones se tendrá un valor indeterminado.

Requerido = Si, es necesario para las operaciones.

Indexado = Si con duplicados, para que el campo se pueda repetir cuantas veces sea necesario.

9) Paso improductivo: Seleccionamos "Si / No" y las propiedades del campo serán:

Formato = Si / No, ya que es un cuestionamiento.

Requerido = Si, es necesario para indexar.

Indexado = Si con duplicados, para que el campo se pueda repetir cuantas veces sea necesario.

10) Tiempo improductivo: Seleccionamos "Numérico" y las propiedades del campo serán:

Tamaño de campo = Doble, ya que es el tiempo dado en enteros y decimales.

Lugar de decimales = 2, puesto que es común tener tiempos fraccionarios.

Valor predeterminado = 0, si no se da un el valor cero al realizar operaciones se tendrá un valor indeterminado y si no hay tiempo muerto su valor es cero

Requerido = Si, es necesario para las operaciones.

Indexado = Si con duplicados, para que el campo se pueda repetir cuantas veces sea necesario.

11) Solución: Seleccionamos "Memo" y las propiedades del campo serán:

Requerido = Si, porque siempre se realizará alguna reparación o servicio.

Permitir longitud cero = No, puesto que es un dato necesario.

Compresión Unicode = Si, para que se pueda comprimir la información de este campo al almacenarse.

12) Ejecutor: Seleccionamos "texto" y las propiedades del campo serán:

Tamaño de campo = 50, solo se escribe un nombre.

Requerido = Si, para que siempre se coloque el nombre del ejecutor y se pueda ordenar indexar

Permitir longitud cero = No, puesto que es un dato requerido.

Indexado = Si con duplicados, para que el campo se pueda repetir cuantas veces sea necesario.

Compresión unicode = Si, para que se pueda comprimir la información de este campo al almacenarse.

Acces, para poder trabajar con nuestra base de datos, nos pide tener una "clave primaria", esto quiere decir que debe existir un campo principal o "Campo llave". En nuestro ejemplo introduciremos antes del campo "Departamento", un campo llave llamado "captura", el cual tendrá un tipo de datos autonumérico:

Captura: Seleccionamos "Autonumérico" y las propiedades del campo serán:

Tamaño de campo = Entero largo, ya que será un número sin decimales.

Nuevos valores = Incrementable, puesto que sus valores aumentaran de uno en uno.

Indexado = Si, sin duplicados, ya que, no se repetirán.

Ahora, posicionamos el cursor en la fila del campo "Captura", pulsamos clic derecho en el mouse, y aparece un menú, en el cual seleccionamos "Clave principal" y "enter", con lo que obtendremos en nuestro diseño, una etiqueta de una llave en la fila de nuestro campo.

Este campo tendrá inicialmente el valor de "uno" y se incrementara al introducir los datos de las ordenes de trabajo. Y a este conjunto de datos de cada una de estas ordenes de trabajo, le llamaremos "Registros".

Para efectos de conteos de ordenes de trabajo por maquina, periodo, departamento, etc, es necesario un campo de valor unitario al cual llamaremos "ordenes":

Ordenes: Seleccionamos "numérico" y las propiedades del campo serán:

Tamaño de campo = Entero largo

Lugar de decimales = 0, puesto que no tendrá fracciones.

Valor predeterminado = 1

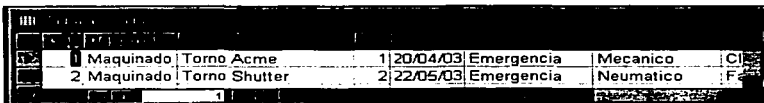
Requerido = Sí, es necesario para las operaciones.

Indexado = Sí con duplicados, para que el campo se pueda repetir cuantas veces sea necesario.

Al introducir el último campo podemos cerrar la tabla, guardar los cambios en el diseño y cerrar el archivo o bien, si ya tenemos ordenes de trabajo realizadas, podemos introducir registros, cerrando el diseño, guardando los cambios y posteriormente abrimos la tabla.

Introducción de Datos

Cuadro de Introducción de Datos



1	Maquinado	Torno Acme	1	20/04/03	Emergencia	Mecanico	C
2	Maquinado	Torno Shutter	2	22/05/03	Emergencia	Neumatico	F

Figura 4.5

Para que podamos trabajar con la base de datos, tendremos que introducir una cantidad de registros suficientes, para obtener resultados.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Es necesario mencionar que las propiedades que se omitieron en cada uno de los campos, no eran necesarias para nuestro ejemplo, pero el lector podrá utilizar las que necesite según el diseño de su base de datos.

También es justo mencionar, que es fundamental unificar la forma de introducir los datos a la base, para que no se tengan confusiones o resultados raros al momento de ordenar o indexar, esto es, que se tenga la precaución de introducir los datos siempre de la misma manera, como mayúsculas y minúsculas, nombres propios, etc.

Nuestro ejemplo se refiere a una empresa manufacturera de Bujías llamada "Bujías Mexicanas S.A. de C.V.", ubicada en Tlalhepantla estado de México, de la cual se obtuvo el formato de la orden de trabajo, que se presentó en el anterior capítulo.

Para cada uno de nuestros campos tendremos los diferentes datos definidos como se muestra a continuación:

- 1) Captura: Al introducir cada registro, su valor se incrementará de uno en uno.
- 2) Departamento: Los departamentos a utilizar serán los siguientes incluyendo máquinas y número:

a) Horneado

Descripción	Número
Horno Resistor	12
Horno Cocido	13
Horno Cocido	14

Tabla 4.6

b) Cerámica

Descripción	Número
Prensa Helfrecht	5
Prensa Helfrecht	6
Moldeadora Densomatic	7
Prensa Dorst	8
Extractor de Polvos	9

Tabla 4.7

c) Vidriado

Descripción	Número
Impresora Dubuit	10
Vidriadora Drumont	11

Tabla 4.8

d) Maquinado:

Descripción	Número
Torno Acme	1
Torno Schutte	2
Soldadora Smiths	3
Torno Schutte	4

Tabla 4.9

e) Ensamble

Descripción	Número
Grabadora Casco	15
Engargoladora	16
Prensa Gasket	17
Engargoladora Rotary	18
Calibradora Festo	19
Empacadora	20

Tabla 4.10

3) Fecha: Las fechas se escribirán día / mes / año, ___ / ___ / ___.

4) Tipo de mantenimiento:

- a) Emergencia
- b) Correctivo
- c) Preventivo

5) Sistema:

- a) Mecánico
- b) Eléctrico
- c) Electrónico
- d) Hidráulico
- e) Neumático

6) Descripción: Se hará una breve descripción de la falla o servicio.

7) Tiempo reparación: El tiempo se introducirá con enteros y dos decimales, por ejemplo 1 hora y 15 minutos se pondrá como 1.25 horas.

8) Paro improductivo: Se escribirá SI o No según el caso.

9) Tiempo Improductivo: En caso de ser afirmativa la respuesta del campo anterior, se colocará el tiempo.

10) Solución: Se hará una descripción corta o larga del trabajo o servicio realizado.

11) Ordenes: Se le dará exclusivamente el valor de uno

12) Ejecutor:

- a) Ignacio
- b) Ernesto
- c) Luis
- d) Joel
- e) Armando
- f) Gregorio

4.4 Formas de obtener resultados

Al terminar de crear nuestra tabla de diseño con los campos y propiedades correspondientes descritas en el tema anterior, capturamos los datos para nuestra base llamada "tabla 1"¹⁰, que pertenecerá a nuestro archivo bases de nuestro ejemplo.

Para obtener resultados de nuestra base de datos, utilizaremos las consultas que nos proporciona acces, y que se encuentran en el menú objetos de la ventana base de datos figura 4.3.¹¹

Al seleccionar consultas aparece el siguiente cuadro:

Cuadro Consulta de Base de Datos

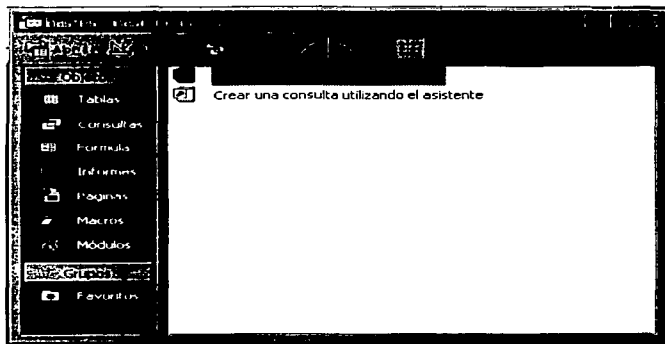


Figura 4.11

En esta ventana seleccionamos crear una consulta en Vista de Diseño y hacemos "clic" apareciendo los siguientes dos cuadros:

¹⁰ Apéndice

¹¹ Página 84

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro de Tablas a agregar

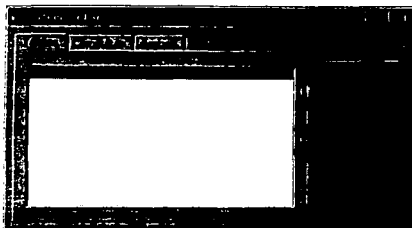


Figura 4.12

En esta ventana aparecen las tablas que deseamos consultar, por lo que hacemos "clic" en agregar y puesto que esta seleccionada la tabla 1, se mostrara en la consulta 1. (figura 4.13), la tabla1 incluyendo sus campos:

Cuadro de Consulta

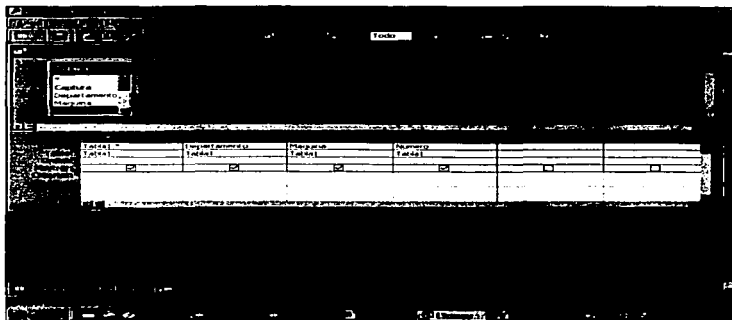


Figura 4.13

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La ventana de Consulta en vista de diseño, se compone de dos secciones. la superior, donde se encuentran las tablas a consultar, (en nuestro caso solo Tabla 1), que tiene a la vista todos los campos. Los cuales se seleccionan, haciendo sobre ellos dos veces "clic".

Y la sección inferior que se compone de cinco filas que se explican a continuación:

Campo: En el se encuentra el nombre del campo seleccionado.

Tabla: Es el nombre de la tabla de donde proviene el campo.

Total: Para utilizar esta función, deberá hacer clic en el símbolo Σ que se encuentra en la barra de herramientas. Al seleccionar el renglón, aparece la frase "agrupar por" y se tienen alternativas como suma, promedio, mínimo, máximo, etc.

Orden: De igual forma al seleccionar este renglón, aparecen tres alternativas para colocar los datos, que son ascendente, descendente o sin ordenar.

Mostrar: En esta fila se muestran cuadros de selección para mostrar o no mostrar el campo ya terminada la consulta y se pueden visualizar haciendo "clic" en la vista de hoja de cálculo que se encuentra en la parte superior izquierda de la barra de herramientas.

Criterios: Son los criterios con los que se van a agrupar los datos, y precisamente sacados de la información de cada uno de los campos. Y pueden escogerse varios de cada campo.

Ahora es posible iniciar las consultas de nuestra base de datos, pero primeramente, debemos saber que análisis queremos realizar.

Haremos cuatro consultas como sigue:

1) Fallas ocurridas en un departamento, (Cerámica).

El análisis, consistirá en sacar un condensado de todas las fallas de un departamento, organizado por número de máquina.

2) Utilizaremos el análisis de máquinas críticas por mayor número de ordenes, visto en el Capítulo III, inciso 3.2.1

3) De la misma manera el siguiente análisis será sobre máquinas críticas por el mayor tiempo improductivo, inciso 3.2.2 del Capítulo III.

4) Por último, también del Capítulo III inciso 3.2.3, que se refiere al análisis de máquinas críticas por mayor tiempo de reparación.

Consultas

1) Condensado de fallas del Departamento de Cerámica:

En el Cuadro de consulta:

a) Seleccionamos los campos necesarios para el análisis:

Departamento

b) Seleccionamos los campos necesarios para el reporte:

Máquina, Número, Fecha y Descripción

c) En la fila de orden, seleccionamos como ascendente los campos "Número y Fecha".

d) En la fila de Mostrar seleccionamos, Máquina, Número, Fecha y Descripción.

e) Por último en la fila de criterios, seleccionamos "Cerámica", en el campo Departamento.

El cuadro lo llamaremos Consulta 1 y nos queda de la siguiente manera:

Consulta I "Condensado de Fallas del Departamento de Cerámica"

Departamento	Máquina	Numero	Fecha	Descripción
Cerámica				

Figura 4.14

Ahora al cambiar a Vista de hoja de datos, podemos ver como no aparece el campo "Departamento" y como los datos se encuentran ordenados por máquina y fecha.

Consulta I Vista Hoja de Datos

Prensa Helfrecht	5	1/04/03	Falta de Presión Neumatica
Prensa Helfrechts	5	17/04/03	Cambio de banda rota
Prensa Helfrechts	5	27/04/03	Fotocelda sucia
Prensa Helfrechts	5	27/06/03	Microswitch roto
Prensa Helfrecht	6	8/05/03	No hay presion hidraulica
Prensa Helfrecht	6	12/05/03	Mtto Programado
Prensa Helfrecht	6	13/05/03	Baja presión en cabezal
Prensa Helfrecht	6	30/05/03	No hay presion hidraulica
Prensa Helfrecht	6	8/06/03	Cambi de sensor Fotoelectrico
Prensa Helfrecht	6	18/06/03	Actuador de electroválvula atorado
Moldeadora Densoma	7	9/04/03	Cambio de Piedra Moldeadora
Moldeadora Densoma	7	19/04/03	Salto humo de motor principal
Moldeadora Densoma	7	1/05/03	Ruido excesivo en bomba

Figura 4.15

La forma de elaborar un informe o reporte es decisión de la persona que haga la consulta. Aunque Acces cuenta también con una aplicación de informes, que se puede seleccionar en el cuadro de Base de Datos, (Figura 4.3), y el cual cuenta con un asistente y queda de la siguiente forma:

Informe 1 Condensado de Fallas Departamento Cerámica

Consulta1 Condensado de Fallas

<i>Maquina</i>	<i>Numero</i>	<i>Fecha</i>	<i>Descripción</i>
Prensa Helfrechts	5	1/04/03	Falta de Presión Neumática
Prensa Helfrechts	5	17/04/03	Cambio de banda rota
Prensa Helfrechts	5	27/04/03	Fotocelda sucia
Prensa Helfrechts	5	27/06/03	Microswitch roto
Prensa Helfrecht	6	8/05/03	No hay presión hidráulica
Prensa Helfrecht	6	12/05/03	Mantenimiento Programado
Prensa Helfrecht	6	13/05/03	Baja presión en cabezal
Prensa Helfrecht	6	30/05/03	No hay presión hidráulica
Prensa Helfrecht	6	8/06/03	Cambio de sensor Fotoeléctrico
Prensa Helfrecht	6	18/06/03	Actuador de electroválvula atorado
Moldeadora Densomatic	7	9/04/03	Cambio de Piedra Moldeadora
Moldeadora Densomatic	7	19/04/03	Salió humo de motor principal
Moldeadora Densomatic	7	1/05/03	Ruido excesivo en bomba
Moldeadora Densomatic	7	9/05/03	Cambio de Piedra Moldeadora
Moldeadora Densomatic	7	11/06/03	Tolva rota
Prensa Dorst	8	10/04/03	No incrementa la Presión
Prensa Dorst	8	30/04/03	Cambio de piedra
Prensa Dorst	8	11/05/03	No sacude extractor
Prensa Dorst	8	13/06/03	Botón caído
Prensa Dorst	8	20/06/03	No arranca maquina
Extractor de Polvos	9	9/05/03	Cambio banda rota
Extractor de Polvos	9	31/05/03	No succiona Polvo
Extractor de Polvos	9	3/06/03	Cambio banda rota
Extractor de Polvos	9	11/06/03	No succiona Polvo
Extractor de Polvos	9	21/06/03	Tolva desprendida

Jueves 11 de Septiembre de 2003 Página 1 de 1

Figura 4.16

2) Mayor tiempo improductivo por máquina:

En el Cuadro de consulta:

a) Seleccionamos los campos necesarios para el análisis:

Departamento, Paro Improductivo, Tiempo Improductivo

b) Seleccionamos además los campos necesarios para el reporte:

Máquina y Numero

c) En la fila de orden, seleccionamos como ascendente el campo "Departamento" y como Descendente el campo "Tiempo Improductivo".

d) Introducimos la fila de Total y en el campo "Tiempo Improductivo", seleccionamos agrupar por "suma".

e) En la fila de Mostrar seleccionamos, Departamento, Máquina, Número y Tiempo Improductivo.

f) Por último en la fila de criterios, seleccionamos "Cerámica, Máquinado, Ensamble, Horneado y Vidriado", en el campo "Departamento" e introducimos "Sí" para el campo "Paro Improductivo".

Así queda nuestro diseño:

Consulta 2 Mayor tiempo improductivo

Departamento	Máquina	Numero	Tiempo improductivo	Paro improductivo
Tabla1	Tabla1	Tabla1	Tabla1	Tabla1
Agrupar por	Agrupar por	Agrupar por	Suma	Agrupar por
Ascendente			Descendente	
Mostrar				
Criterios				Sí

Figura 4.17

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Consulta 2 Vista hoja de Datos

Ceramica	Prensa Dorst	8	13,5
Ceramica	Prensa Helfrechts	5	13,5
Ceramica	Prensa Helfrecht	6	9,5
Ceramica	Extractor de Polvos	9	8,75
Ceramica	Moldeadora Densoma	7	4,75
Ensamble	Empacadora	20	15
Ensamble	Engargoladora Rotary	18	14,5
Ensamble	Engargoladora	16	9,25
Ensamble	Calibradora Festo	19	9
Ensamble	Grabadora de casco	15	8,25
Ensamble	Prensa de Gasket	17	7
Horneado	Horno Resistor	12	9,25
Horneado	Horno Cocido	13	6,5
Horneado	Horno Secado	14	6
Maquinado	Torno Shutter	2	11
Maquinado	Torno Acme	1	9,8
Maquinado	Torno Shutte	4	9,5
Maquinado	Soldadora smiths	3	6
Vidriado	Impresora Dubuit	10	13
Vidriado	Vidriadora Drumont	11	8,25

Figura 4.18

Se puede apreciar en la Figura 4.18, el acomodo por departamento y tiempo total improductivo. También podría obtenerse la consulta ordenando exclusivamente el campo "Tiempo improductivo" y el ordenamiento se haría desde el mayor número de tiempo muerto, sin importar el departamento a que pertenezca.

3) Mayor tiempo de reparación por máquina:

En el Cuadro de consulta:

a) Seleccionamos los campos necesarios para el análisis:

Departamento, Paro Improductivo, Tiempo Improductivo

b) Seleccionamos además los campos necesarios para el reporte:

Máquina y Numero

c) En la fila de orden, seleccionamos como ascendente el campo "Departamento" y como Descendente el campo "Tiempo de reparación".

d) Introducimos la fila de Total y en el campo "Tiempo de reparación", seleccionamos agrupar por "suma".

e) El la fila de Mostrar seleccionamos, Departamento, Máquina, Número, y Tiempo de reparación.

f) Por último en la fila de criterios, seleccionamos "Cerámica, Maquinado, Ensamble, Horneado y Vidriado", en el campo "Departamento"

Así queda nuestro diseño:

Consulta 3 Mayor tiempo improductivo

Departamento	Máquina	Numero	Tiempo reparación
Tabla1	Tabla1	Tabla1	Tabla1
Agrupar por	Agrupar por	Agrupar por	Suma
Ascendente			
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Mostrar			
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Criterios			
"Cerámica"			
"Ensamble"			
"Vidriado"			
"Horneado"			

Figura 4.19

TESIS CON
FALLA DE ENTEN

Consulta 3 Vista de hoja de Datos

Ceramica	Prensa Helfrechts	5	17
Ceramica	Prensa Dorst	8	16
Ceramica	Prensa Helfrecht	6	14.5
Ceramica	Extractor de Polvos	9	13.75
Ceramica	Moldeadora Densoma	7	13
Ensamble	Empacadora	20	19.5
Ensamble	Engargoladora Rotary	18	14.5
Ensamble	Prensa de Gasket	17	10.5
Ensamble	Calibradora Festo	19	10
Ensamble	Engargoladora	16	9.25
Ensamble	Grabadora de casco	15	8.25
Horneado	Horno Cocido	13	38.5
Horneado	Horno Resistor	12	10.5
Horneado	Horno Secado	14	8.25
Maquinado	Soldadora smiths	3	30
Maquinado	Torno Acme	1	18
Maquinado	Torno Shutter	2	16.25
Maquinado	Torno Shutte	4	9.5
Vidriado	Impresora Dubut	10	16
Vidriado	Vidriadora Drumont	11	9.25

Figura 4.20

De igual forma que en el análisis anterior, en la Figura 4.20, se puede observar el acomodo por Departamento y tiempo de reparación en forma descendente.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4) Mayor tiempo de reparación por máquina:

En el Cuadro de consulta:

a) Seleccionamos los campos necesarios para el análisis:

Departamento, Ordenes

b) Seleccionamos además los campos necesarios para el reporte:

Máquina y Número

c) En la fila de orden, seleccionamos como ascendente el campo "Departamento".

d) Introducimos la fila de Total y en el campo "Ordenes", seleccionamos agrupar por "suma".

e) En la fila de Mostrar seleccionamos, Departamento, Máquina, Número, y Ordenes

f) Por último en la fila de criterios, seleccionamos "Cerámica, Maquinado, Ensamble, Horneado y Vidriado", en el campo "Departamento"

Así queda nuestro diseño:

Consulta 4 Mayor número de Ordenes de trabajo

The screenshot shows a query design grid with the following fields and settings:

Campos	Departamento	Máquina	Número	Ordenes
Tabla	Tabla	Tabla	Tabla	Tabla
Agrupar por		Agrupar por	Agrupar por	Suma
Ascendente				Descendente
"Incluido"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
"Excluido"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
"Vidriado"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
"Horneado"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Criteria: "Cerámica", "Maquinado", "Ensamble", "Horneado", "Vidriado"

Figura 4.21

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Consulta 4 Vista hoja de Datos

Ceramica	Prensa Helfrecht	6	6
Ceramica	Moldeadora Densoma	7	5
Ceramica	Prensa Dorst	8	5
Ceramica	Extractor de Polvos	9	5
Ceramica	Prensa Helfrechts	5	4
Ensamble	Prensa de Gasket	17	5
Ensamble	Calibradora Festo	19	5
Ensamble	Empacadora	20	5
Ensamble	Engargoladora	16	5
Ensamble	Grabadora de casco	15	5
Ensamble	Engargoladora Rotary	18	5
Horneado	Horno Resistor	12	5
Horneado	Horno Cocido	13	5
Horneado	Horno Secado	14	5
Maquinado	Soldadora smiths	3	5
Maquinado	Torno Acme	1	5
Maquinado	Torno Shutte	4	5
Maquinado	Torno Shutter	2	5
Vidriado	Vidriadora Drumont	11	5
Vidriado	Impresora Dubuit	10	5

Figura 4.22

El resultado de la consulta, que vemos en la Figura 4.24, nos muestra el acomodo por Departamento y cantidad de ordenes por máquina.

Este tipo de análisis con diferentes tipos de ordenamientos y criterios, en una base de datos de más de mil registros, son de gran utilidad y es responsabilidad del Administrador de Mantenimiento el instalarlo en su empresa.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

El presente trabajo se realizó, no solo con la intención de cumplir con el último requisito para la terminación de mis estudios, sino también, para que proporcione al lector interesado en el Mantenimiento Industrial, una herramienta que le sea útil en el andar laboral. Basada primeramente en la técnica, sin olvidar, esos conocimientos adquiridos al paso del tiempo con las experiencias diarias del trabajo dentro de un departamento de servicio como éste.

El Mantenimiento, como todas las áreas de la Industria, ha evolucionado gracias al creciente aumento de equipos automáticos que realizan operaciones mecanizadas, nuevos procesos con tolerancias más estrechas y el uso de la computadora, en cada vez más procesos. Por lo que el Administrador de Mantenimiento, debe estar y en mucho, más enfocado en su labor de Organizar y Controlar el Mantenimiento, así como aplicar todas las Técnicas posibles de solución a problemas.

Así mismo, el Administrador de Mantenimiento debe estar a la vanguardia de los avances tecnológicos y debe ser paciente, pero exigir a los empresarios, el acceso a esas nuevas tecnologías. Sin despegar los pies del piso, ya que desafortunadamente nuestra "Sociedad Industrial", (por así llamarla), actualmente está en un proceso de transformación ideológica acerca del mantenimiento y cada vez más empresarios, se dan cuenta del papel tan importante del mantenimiento, no solo en los procesos productivos, sino en casi todas las actividades de una empresa.

Y es ahí donde espero que mi trabajo, ayude en cierta proporción, a que el lector interesado en Administrar el mantenimiento, utilice esta herramienta y otras más para dar realce a la función del Mantenimiento en la Industria.

APÉNDICE 1

Departamento	Maquina	Número	Fecha	Tipo manito	Sistema	Descripción	Tiempo improductivo	Tiempo reparación	Paro improductivo		
Maquina	Torno Acme	1	20/04/	Correctiv	Mec	Clutch roto	3,8	4	No	Clut	Ignacio
Maquina	Torno Shutter	2	22/05/	Emergen	Neu	Falla de Presion	1	1	Si	Fall	Luis
Maquina	Soldadora smiths	3	2/06/0	Preventi	Elect	Cambio arrancador Bomba	0	6	No	Ca	Joel
Maquina	Torno Shutte	4	3/05/0	Emergen	Mec	No trabaja Cabezal	2	2	Si	No	Ignacio
Maquina	Torno Acme	1	3/05/0	Emergen	Mec	Reparación Carrusel	3	3	Si	Rep	Gregorio
Maquina	Torno Shutter	2	2/05/0	Emergen	Elect	Proteccion termica dañada	8	8	Si	Prot	Armando
Maquina	Soldadora smiths	3	19/04/	Emergen	Elect	Boton roto	0	6	Si	Bot	Armando
Maquina	Torno Shutte	4	13/04/	Emergen	Elect	Relevador dañado	2,75	2,75	Si	Rel	Joel
Maquina	Torno Acme	1	20/06/	Preventi	Mec	Clutch roto	3,8	4	No	Clut	Ignacio
Maquina	Torno Shutter	2	13/06/	Correctiv	Neu	Valvula rota	0	1,25	No	Valv	Luis
Maquina	Soldadora smiths	3	21/05/	Emergen	Elect	Microswitch dañado	6	6	Si	Micr	Joel
Maquina	Torno Shutte	4	23/05/	Correecti	Mec	Polea rota	1,75	1,75	Si	Pole	Gregorio
Maquina	Torno Acme	1	3/04/0	Emergen	Elect	Cambio relevador de sobrecarga	3	3	Si	Ca	Gregorio
Maquina	Torno Shutter	2	12/05/	Preventi	Neu	Mtto. Programado	0	4	No	Mtto	Ernesto
Maquina	Soldadora smiths	3	13/04/	Emergen	Elect	Cambio de SCR de disparo	0	6	Si	Ca	Ernesto
Maquina	Torno Shutte	4	27/06/	Emergen	Elect	Reestablecer	1	1	Si	Ree	Armando
Maquina	Torno Acme	1	26/04/	Emergen	Mec	Clutch roto	3,8	4	Si	Clut	Ignacio
Maquina	Torno Shutter	2	5/06/0	Emergen	Neu	Llave alimentación trabada	2	2	Si	Llav	Ignacio
Maquina	Soldadora smiths	3	9/06/0	Preventi	Elect	Cmbio de Fuente de 12 Voltas	0	6	No	Cm	Joel
Maquina	Torno Shutte	4	3/04/0	Emergen	Mec	Cambio de banda	2	2	Si	Ca	Ernesto
Ceramic	Prensa Helfrechts	5	17/04/	Emergen	Mec	Cambio de banda rota	2,25	5	Si	Ca	Armando
Ceramic	Prensa Helfrecht	6	8/05/0	Emergen	Hidr	No hay presion hidráulica	2	2	Si	No	Gregorio
Ceramic	Moldeadora	7	9/05/0	Emergen	Mec	Cambio de Piedra Moldeadora	1	1	Si	Ca	Ignacio
Ceramic	Prensa Dorst	8	10/04/	Emergen	Mec	No incrementa la Presión	1,5	2	Si	No	Ignacio
Ceramic	Extractor de	9	11/06/	Emergen	Mec	No succiona Polvo	3	3	Si	No	Ignacio
Vidriado	Impresora Dubuit	10	12/05/	Correctiv	Mec	No entinta	4	5	Si	No	Gregorio
Vidriado	Vidriadora	11	11/04/	Emergen	Elect	Restablecer Motor	1,75	1,75	Si	Res	Joel
Hornead	Horno Resistor	12	30/04/	Preventi	Elect	Manito. Programado	0	1,25	No	Man	Ernesto
Hornead	Horno Cocido	13	31/05/	Correctiv	Mec	Mtto. Planeado	16	16	No	Mtto	Ignacio
Hornead	Horno Secado	14	1/04/0	Correctiv	Mec	Cambio de banda	1	1	Si	Ca	Armando

Departamento	Máquina	Número	Fecha	Tipo de Mantenimiento	Sistema	Descripción	Tiempo improductivo	Tiempo reparación	Paro improductivo		
Ensamblaje	Grabadora de	15	1/05/0	Emergen	Neu	Falta de Presión	1	1	Si	Falt	Armando
Ensamblaje	Engargoladora	16	1/06/0	Emergen	Hidr	No engargola gasket	1	1	Si	No	Gregorio
Ensamblaje	Prensa de Gasket	17	4/04/0	Emergen	Neu	No trabaja maquina	0.5	0.5	Si	No	Armando
Ensamblaje	Engargoladora	18	8/07/0	Emergen	Elect	Cambio de SCR	2	2	Si	Ca	Ernesto
Ensamblaje	Calibradora Festo	19	9/06/0	Emergen	Neu	Manguera rota	2	2	Si	Man	Armando
Ensamblaje	Empacadora	20	1/06/0	Ergenci	Mec	Guia rota	12	12	Si	Gui	Gregorio
Ceramic	Prensa Helfrecht	6	12/05/	Correctiv	Elect	Mantenimiento Programado	0	5	No	Man	Joel
Ceramic	Prensa Helfrecht	6	8/06/0	Emergen	Elect	Cambio de sensor Fotoelectronico	2	2	Si	Ca	Ernesto
Ceramic	Moldeadora	7	11/06/	Correctiv	Mec	Tolva rota	1.5	4	Si	Tolv	Ignacio
Ceramic	Prensa Dorst	8	11/05/	Emergen	Mec	No sacude extractor	2.5	2.5	Si	No	Ignacio
Ceramic	Extractor de	9	9/05/0	Emergen	Mec	Cambiar banda rota	2	4	Si	Ca	Ignacio
Vidriado	Impresora Dubuit	10	13/05/	Correctiv	Mec	Perno roto	1.5	1.5	Si	Per	Armando
Vidriado	Vidriadora	11	11/05/	Preventi	Mec	Mantto. Planeado	0	1	No	Man	Armando
Hornead	Hornno Resistor	12	29/04/	Emergen	Elect	Cambio de resistencia	1.25	1.25	Si	Ca	Ernesto
Hornead	Horno Cocido	13	3/06/0	Correctiv	Mec	Destrabar carro	3	3	Si	Des	Gregorio
Hornead	Horno Secado	14	2/04/0	Correctiv	Mec	Destrabar carro	3	3	Si	Des	Armando
Ensamblaje	Grabadora de	15	1/04/0	Emergen	Neu	Cambio de banda	3	3	Si	Ca	Armando
Ensamblaje	Engargoladora	16	28/06/	Emergen	Elect	Arrancador quemado	1.5	1.5	Si	Arra	Joel
Ensamblaje	Prensa de Gasket	17	4/05/0	Emergen	Neu	Falta de Presión	2.25	2.25	Si	Falt	Gregorio
Ensamblaje	Engargoladora	18	9/07/0	Emergen	Elect	Restablecer motor	10	10	Si	Res	Joel
Ensamblaje	Calibradora Festo	19	9/04/0	Emergen	Mec	Perno roto	3.25	3.25	Si	Per	Gregorio
Ensamblaje	Empacadora	20	12/04/	Preventi	Mec	Mtto. Planeado	0	2	No	Mtto	Gregorio
Ceramic	Prensa Helfrechts	5	27/06/	Emergen	Elect	Microswitch roto	3	3	Si	Micr	Gregorio
Ceramic	Prensa Helfrecht	6	30/05/	Correctiv	Hidr	No hay presión hidráulica	0.5	0.5	Si	No	Gregorio
Ceramic	Moldeadora	7	19/04/	Correctiv	Elect	Salto humo de motor principal	2.25	3	Si	Sali	Joel
Ceramic	Prensa Dorst	8	20/06/	Emergen	Elect	No arranca maquina	3	4	Si	No	Joel
Ceramic	Extractor de	9	3/06/0	Emergen	Mec	Cambiar banda rota	1	2	Si	Ca	Armando
Vidriado	Impresora Dubuit	10	12/05/	Correctiv	Mec	Alimentador atorado	0.5	0.5	Si	Alim	Gregorio
Vidriado	Vidriadora	11	11/04/	Emergen	Mec	Cambio de banda	1	1	Si	Ca	Ignacio
Hornead	Hornno Resistor	12	30/04/	Emergen	Elect	Cambio de interruptor de limite	3	3	Si	Ca	Joel

Departamento	Máquina	Número	Fecha	Tipo de mantenimiento	Sistema	Descripción	Tiempo improductivo	Tiempo de reparación	Paro improductivo		
Homead	Horno Cocido	13	31/05/	Correctiv	Mec	Destrabar carro	1.25	1.25	Si	Des	Armando
Homead	Horno Secado	14	1/04/0	Correctiv	Mec	Cambio de polea rota	2	2	Si	Ca	Ignacio
Ensambl	Grabadora de	15	1/05/0	Emergen	Elect	Falla de ciclo	1.75	1.75	Si	Fall	Joel
Ensambl	Engargoladora	16	1/06/0	Emergen	Hidr	Fuga por manguera rota	3	3	Si	Fug	Gregorio
Ensambl	Presna de Gasket	17	4/04/0	Emergen	Neu	Piston roto	3	3	Si	Pist	Armando
Ensambl	Engargoladora	18	8/07/0	Emergen	Mec	No funciona Intercambiador	1	1	Si	No	Ignacio
Ensambl	Calibradora Festo	19	9/06/0	Emergen	Elect	Falla alimentación	1.75	1.75	Si	Fall	Joel
Ensambl	Empacadora	20	10/04/	Emergen	Elect	Restablecer	1.75	1.75	Si	Res	Joel
Ceramic	Presna Helfrechts	5	27/04/	Preventi	Elect	Fotocelda sucia	1.25	2	Si	Foto	Joel
Ceramic	Presna Helfrecht	6	18/06/	Correctiv	Hidr	Actuador de electroválvula	3	3	Si	Actu	Gregorio
Ceramic	Moldeadora	7	1/05/0	Correctiv	Hidr	Ruido excesivo en bomba	0	2	No	Rui	Gregorio
Ceramic	Presna Dorst	8	13/06/	Emergen	Elect	Botón caído	4.5	5	Si	Bot	Joel
Ceramic	Extractor de	9	21/06/	Emergen	Mec	Tolva desprendida	1.75	1.75	Si	Tolv	Ignacio
Vidriado	Impresora Dubuit	10	12/06/	Correctiv	Mec	Perno flojo	0	2	No	Per	Armando
Vidriado	Vidriadora	11	1/04/0	Emergen	Elect	No gira mesa	3	3	Si	No	Joel
Homead	Horno Resistor	12	30/05/	Emergen	Elect	Restablecer PLC	1	1	Si	Res	Joel
Homead	Horno Cocido	13	21/05/	Preventi	Mec	Mtto. Planeado	0	16	No	Mtto	Ignacio
Homead	Horno Secado	14	1/06/0	Correctiv	Mec	Mtto Planeado	0	1	No	Mtto	Gegorio
Ensambl	Grabadora de	15	1/06/0	Emergen	Elect	Cambio de boton de paro	1.25	1.25	Si	Ca	Joel
Ensambl	Engargoladora	16	11/06/	Correctiv	Elect	Cabezal trabado	2.75	2.75	Si	Ca	Joel
Ensambl	Presna de Gasket	17	4/06/0	Preventi	Neu	Mantlo. Programado	0	3.5	No	Man	Armando
Ensambl	Engargoladora	18	18/07/	Emergen	Elect	Cambio de Transformador	0.5	0.5	Si	Ca	Ernesto
Ensambl	Calibradora Festo	19	9/04/0	Preventi	Neu	Mtto. Programado	0	1	No	Mtto	Armando
Ensambl	Empacadora	20	20/04/	Preventi	Mec	Bomba de vacio no funciona	2.5	2.5	No	Bo	Gregorio
Ceramic	Presna Helfrechts	5	1/04/0	Correctiv	Neu	Falta de Presión Neumática	7	7	Si	Falt	Joel
Ceramic	Presna Helfrecht	6	13/05/	Emergen	Hidr	Baja presión en cabezal	2	2	Si	Baja	Gregorio
Ceramic	Moldeadora	7	9/04/0	Correctiv	Mec	Cambio de Piedra Moldeadora	0	3	No	Ca	Ignacio
Ceramic	Presna Dorst	8	30/04/	Emergen	Mec	Cambio de piedra	2	2.5	Si	Ca	Ignacio
Ceramic	Extractor de	9	31/05/	Emergen	Mec	No succiona Polvo	1	3	Si	No	Ignacio
Vidriado	Impresora Dubuit	10	11/05/	Correctiv	Mec	No entinta	7	7	Si	No	Gregorio

Departamento	Máquina	Número	Fecha	Tipo de mantenimiento	Sistema	Descripción	Tiempo improductivo	Tiempo de reparación	Paro improductivo			
Vidriado	Vidriadora	11	18/04/	Emergen	Elect	Cambio de interruptor de límite	2.5	2.5	Si	Ca	Joel	
Hornead	Horno Resistor	12	30/05/	Emergen	Elect	Cambio de resistencia	4	4	Si	Ca	Ernesto	
Hornead	Horno Cocido	13	1/05/0	Correctiv	Mec	Cambio de extractor de humos	2.25	2.25	Si	Ca	Ignacio	
Hornead	Horno Secado	14	1/06/0	Preventi	Mec	Mto Programado	0	1.25	No	Mto	Armando	
Ensambl	Grabadora de	15	11/05/	Emergen	Neu	Falta de Presión	1.25	1.25	Si	Falt	Armando	
Ensambl	Engargoladora	16	1/04/0	Emergen	Hidr	Piston degollado	1	1	Si	Pist	Gregorio	
Ensambl	Prensa de Gasket	17	14/04/	Emergen	Neu	Línea obstruida	1.25	1.25	Si	Line	Gregorio	
Ensambl	Engargoladora	18	18/07/	Emergen	Hidr	Manguera rota falta presión	1	1	Si	Man	Gregorio	
Ensambl	Calibradora Festo	19	15/06/	Emergen	Neu	Manguera safada	2	2	Si	Man	Armando	
Ensambl	Empacadora	20	3/04/0	Emergen	Mec	Banda rota	1.25	1.25	Si	Ban	Gregorio	

BIBLIOGRAFÍA

"Fundamentos de Manufactura Moderna", Materiales, Procesos y Sistemas

Mikell P. Goover, ed. Prentice may, Hispanoamericana S.A., 1997

"ISO 9000 Implantación y Certificación del Sistema", International Organization for Standardization, Julian Fernández/ Bernardo Alatorre, ed Porrua, 1999

"Gestión Integral de Mantenimiento", Serie Productiva

Luis Navarro Eliola, Ana Clara Pastor Tejedor, Jaime Miguel Mugaburu Lacabrera ed. Marcombo Boixareu Editores, 1997

"Manual de Mantenibilidad"

Grupo Spicer, 1990

"Control de Costos de Mantenimiento", Asociación Nacional de Contadores de los E.U.

Ed. Infotec CONACYT, Roberto Italo Donadi, 1985

"Domine Microsoft Acces 2000"

Ed. ALFAOMEGA, S.A. Cesar Perez López, 2001

"Administración de Empresas, Teoría y Práctica"

Ed. Limusa, Agustín Reyes Ponce, primera parte, 1979

"El Ingeniero Mecánico Electricista dentro del Mantenimiento Industrial", Tesis

Jose Luis Manzo Dinorin, 1999