

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN
INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROPUESTA DE UN PLAN DE
MANTENIMIENTO PARA EL
APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS DE
UNA EMPRESA MANUFACTURERA: EL CASO
DE “CONDUCTORES ELÉCTRICOS”.

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN INGENIERIA

INGENIERÍA DE SISTEMAS-PLANEACIÓN

P R E S E N T A :

PATRICIA ORTEGA ESPINOSA

TUTOR:

DR. GABRIEL DE LAS NIEVES SÁNCHEZ GUERRERO

2005



JURADO ASIGNADO:

Presidente: M. I. Téllez Sánchez Rubén

Secretario: Dr. Suárez Rocha Javier

Vocal: Dr. Sánchez Guerrero Gabriel De Las Nieves

1er. Suplente: Dr. Flores De la Mota Idalia

2do. Suplente: M. I. Sánchez Lara Benito

Lugar o lugares donde se realizó la tesis:

FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM, MÉXICO D. F.

TUTOR DE TESIS:

Dr. Sánchez Guerrero Gabriel De Las Nieves

FIRMA

Agradecimientos a:

Dios:

Por permitirme concluir esta meta.

Mi esposo:

Marcos Magaña Sánchez

Por estar siempre a mi lado brindándome su amor, apoyo y comprensión. Te amo.

Mis padres:

Maria de Jesús Espinosa

Por haberme heredado un poquito de su fuerza de voluntad, por su ayuda incondicional, su amor, y tantas cosas. Las páginas de este trabajo no alcanzarían para agradecerte todo lo que me has dado.

José Ortega Díaz

Por su apoyo, cariño y comprensión.

Mis hermanos:

Mario, Margarita, Marisela, Sergio, Miguel, Lilia porque con ellos he vivido los momentos más hermosos de mi vida.

Agradecimiento especial a:

Doctor Gabriel Sánchez Guerrero

Por apoyarme en la realización de este trabajo

INDICE

INTRODUCCIÓN	i
CAPÍTULO 1	
LA EMPRESA “CONDUCTORES ELÉCTRICOS”	
1.1 Historia de la empresa	2
1.2 Situación actual	2
1.3 Principales productos	5
1.4 Áreas de producción	7
1.5 Problemática	11
CAPÍTULO 2	
DIAGNÓSTICO	
2.1 El área de mantenimiento	16
2.2 Identificación de los problemas	19
2.3 Clasificación de las acciones de solución	26
CAPÍTULO 3	
PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO	
3.1 Plan de mantenimiento	40
3.2 Pautas para la implantación	45
3.3 Seguimiento y control	58
3.4 Resultados	58
CONCLUSIONES	61
FUENTES DE CONSULTA	63

ANEXOS

A.1	La metodología de sistemas suaves	65
A.2	Las técnicas heurísticas de planeación	66
A.3	Tipos de mantenimiento	69
A.4	Administración del mantenimiento	70

INTRODUCCIÓN

En los últimos años han surgido infinidad de métodos, sistemas de cómputo, normas de calidad, técnicas, herramientas, etc., para resolver problemas y /o incrementar la productividad. Por lo que la creación de un método nuevo se considera no sería tan útil, como hacer uso de lo existente y adaptarlo a la realidad de las empresas mexicanas, a fin de resolver sus problemas.

Se considera que cualquier trabajo que se realice para apoyar a las empresas mexicanas que brinde beneficios directos e indirectos a la sociedad es justificable, actualmente se tiene que la productividad promedio nacional es a lo máximo de un 50%. Ya que la mayoría de las empresas mexicanas surgen como un negocio familiar que va creciendo sólo en su tamaño y no en su estructura organizacional. El caso de “Conductores Eléctricos es sólo un ejemplo de este tipo de empresas.

En “Conductores Eléctricos” la producción es mucho menor a la capacidad instalada de la planta, lo anterior se atribuye principalmente a que las máquinas se descomponen con frecuencia.

Este trabajo tiene como fin proponer a la empresa “Conductores Eléctricos” un plan de mantenimiento que le permita mantener funcionando las máquinas y al mismo tiempo le brinde información oportuna y confiable para la toma de decisiones.

Si se conocen las causas de que las máquinas se descompongan con frecuencia, entonces, se podrán tomar medidas para evitarlo y de esta forma aumentar la producción. Para definir el problema y encontrar acciones de solución se emplearon algunas técnicas de planeación.

Este trabajo está integrado por tres capítulos. En el primer capítulo se ofrece una breve reseña de la empresa “Conductores Eléctricos” y finaliza al abordar la problemática de su área de mantenimiento.

Con el fin de proponer un plan de mantenimiento, en el capítulo dos se lleva a cabo un diagnóstico de la situación actual del área de mantenimiento.

Finalmente la propuesta del plan de mantenimiento se describe en el capítulo tres, así como su implantación, seguimiento y algunos resultados.

CAPÍTULO 1

LA EMPRESA “CONDUCTORES ELÉCTRICOS”

Este capítulo tiene como propósito dar a conocer algunos aspectos relevantes involucrados en la problemática de “Conductores Eléctricos, mismos que serán retomados en los capítulos posteriores.

En primer lugar se aborda la historia de “Conductores Eléctricos”, posteriormente se describe la situación actual y sus principales productos. Por último se da a conocer la problemática, que será retomada en el capítulo dos para la elaboración del diagnóstico.

1.1 Historia de la empresa

“Conductores Eléctricos” es una empresa mexicana que nació en 1965, con la finalidad de fabricar conductores eléctricos para la industria de la construcción. Esta empresa surgió como una pequeña organización encabezada por un dueño e integrada por sus familiares y amigos (aproximadamente 7 personas).

Para el año 1980, “Conductores Eléctricos” cambió el domicilio de su pequeña planta productiva; ya que creció al incursionar en el mercado de cable toma corriente.

De 1980 a 1990 sus ventas aumentaron en un 100%, por lo que, se vieron en la necesidad de construir una nave industrial que pudiera hacer frente a los requerimientos que le solicitaba la demanda.

Para el año 1998 contaban ya con dos plantas; una de inyección y otra de cobre. Y el número de empleados ascendía a 70.

En el 2000 empezaron a fabricar arneses. Por lo que, se vieron en la necesidad de adquirir maquinaria y aumentar su número de empleados.

En el 2004 la producción aumentó y también el número de empleados (eran ya 350).

A continuación se describe la situación actual.

1.2 Situación actual

A continuación se presenta la misión, visión y organización de “Conductores Eléctricos”, a fin de mostrar una imagen más amplia de la situación actual de la empresa.

Misión:

Diseñar, fabricar y distribuir los mejores cables, líneas tomacorriente y arneses eléctricos, al consumidor, garantizando la seguridad propia del mismo en su uso vía la calidad total.

Visión:

Ser el mejor productor a nivel costo-beneficio, en la fabricación de productos de calidad a precios competitivos, con un máximo de utilidad, a través de una organización administrativa profesional.

Organización:

En sus inicios la administración de toda la empresa la realizaba el dueño. Por lo que el debía decidir tanto las operaciones importantes como los detalles mínimos que surgían día con día. Al paso del tiempo y con el crecimiento de la empresa, era tal el movimiento que tuvo que “invitar” a su hermano para que lo apoyara. Fue entonces cuando las responsabilidades se dividieron. El dueño asumió el puesto de Director General y su hermano el de Gerente General, se crearon las siguientes gerencias: Calidad, Ingeniería, Mantenimiento, Producción, Administración y Ventas, véase organigrama en la figura 1.1.

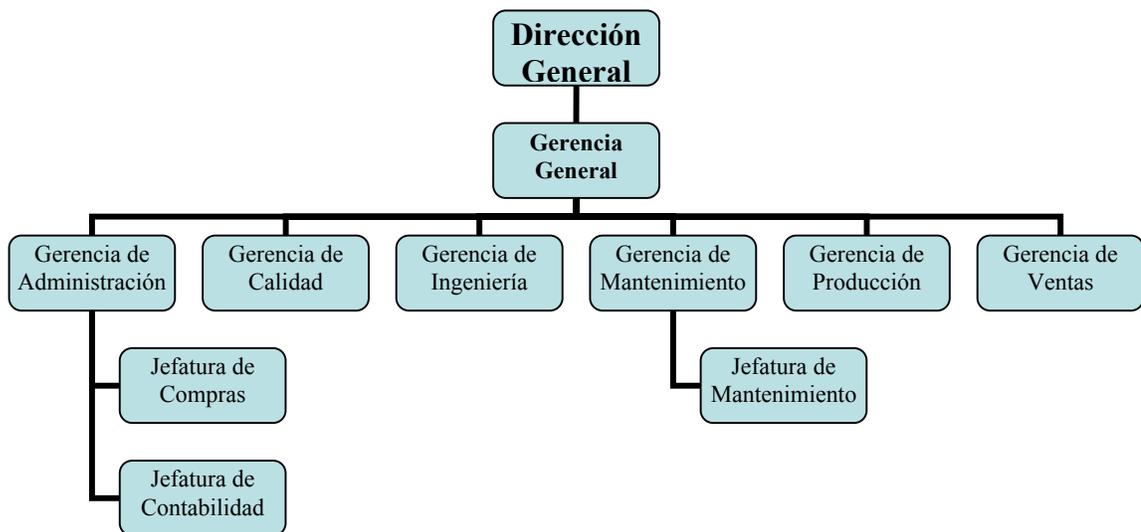


Figura 1.1. El organigrama nos muestra las Gerencias y Jefaturas existentes en la estructura organizacional de “Conductores Eléctricos”.

A continuación se describen brevemente las actividades de cada Gerencia, así como, de la Dirección General:

Dirección General

La Dirección General es ocupada por el dueño de la empresa, quien tiene como funciones: la elaboración, ejecución y monitoreo de un plan estratégico para la organización.

Gerencia General

El Gerente General funge como representante de la organización y ocupa el puesto de Gerente de Ingeniería y de Administración.

Como Gerente General debe involucrarse en todas o la mayor parte de las áreas de la empresa.

Gerencia de Mantenimiento

Se encarga de realizar los trabajos de mantenimiento necesarios para la producción de “Conductores Eléctricos”, además de elaborar, evaluar y ejecutar proyectos de ingeniería.

Gerencia de Producción

Se encarga de planear y coordinar la producción.

Gerencia de Calidad

Inspecciona la calidad de los productos y es la encargada del aseguramiento de la calidad de la organización.

Gerencia de Ingeniería

La Gerencia de Ingeniería tiene como única área, la de ingeniería del producto. Esta se encarga de la elaboración de los planos de especificación requeridos por producción para la fabricación del producto.

Gerencia de Administración

Se encarga de administrar los recursos de la empresa. Tiene a su cargo el área de compras y contabilidad.

El área de compras realiza todas las adquisiciones necesarias para llevar a cabo las operaciones de la empresa.

Contabilidad realiza todas las actividades monetarias de la organización.

Gerencia de Ventas

Ventas realiza las negociaciones con los clientes.

La descripción del organigrama muestra un panorama general de la organización de “Conductores Eléctricos”.

1.3 Principales productos.

Como su nombre bien lo dice, “Conductores Eléctricos”, es una empresa que se dedica a la fabricación de diferentes tipos de conductores. Para conocer un poco más acerca de éstos, en primer lugar definiremos lo que es un conductor eléctrico.

El término de conductores eléctricos se aplica a los cuerpos capaces de conducir la electricidad. Un ejemplo de conductores eléctricos se puede apreciar en la figura 1.2.

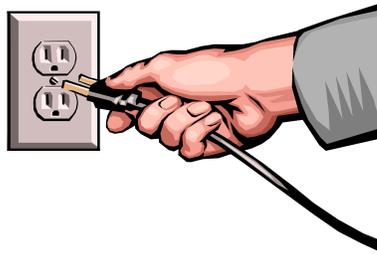


Figura 1.2. El conductor eléctrico que se presenta en esta figura es un cable alimentador de energía (mejor conocido como: cable toma corriente).

Los productos principales de “Conductores Eléctricos” son:

- 1) Cables tomacorriente. Son conductores empleados para alimentar de energía eléctrica a aparatos, principalmente, electrodomésticos. Véase la figura 1.3. “Conductores Eléctricos” fabrica una gran cantidad y variedad de cables tomacorriente, sus clientes principales son: Sony, Mabe, Braum, Hamilton Beach, etc. Este tipo de conductores se fabrica en la Planta de Inyección, y constituye el producto principal en cuanto a cantidad de producción y utilidad.



Figura 1.3. Los cables tomacorriente se emplean para alimentar de energía eléctrica refrigeradores, televisiones, lavadoras, lámparas, cafeteras, etc.

- 2) Arnese. Son conductores empleados en la industria automotriz, computación y /o electrónica, véase la figura 1.4. Este producto es fabricado en la Planta de Arnese y constituye una parte muy pequeña de la empresa en cuanto a cantidad de producción y utilidad.

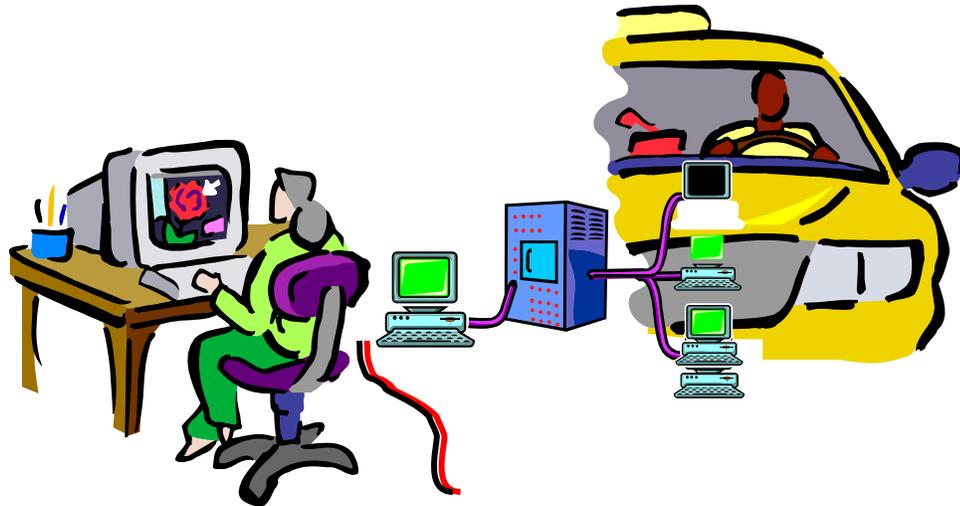


Figura 1.4. Los arneses son cables pequeños que se utilizan principalmente en los cableados internos de computadoras y automóviles.

- 3) Cables de cobre. El cable se fabrica en la Planta de Cobre y la mayor parte de la producción se destina a satisfacer los requerimientos de la Planta de Inyección (para la fabricación de cables tomacorriente), el resto se vende a proveedores como: Sistema de Transporte Eléctrico, Compañía de Luz y Fuerza, y algunas otras empresas. En la figura 1.5 se observa uno de los usos que se le da al cable.

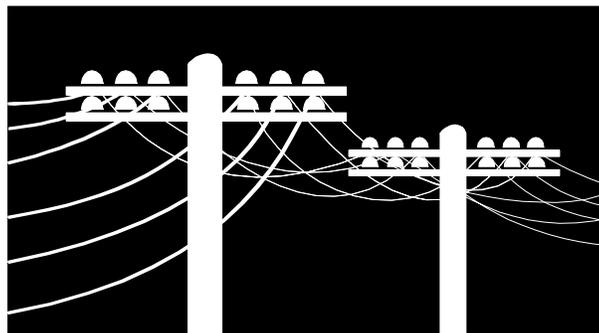


Figura 1.5. Utilización del cable en la distribución de energía eléctrica.

1.4 Áreas de producción

La producción se divide en tres áreas: Cobre, Inyección y Arneses.

El layout de las áreas de producción se puede observar en la figura 1.6.

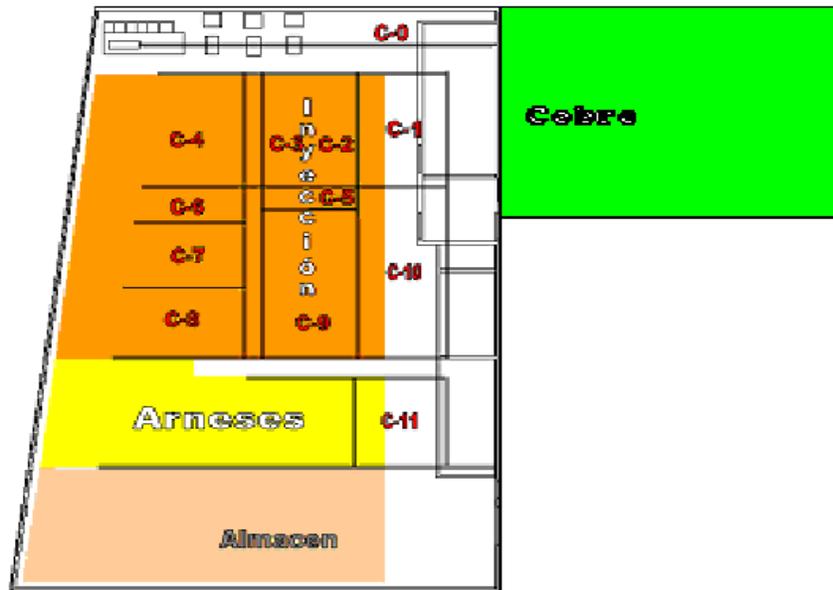


Figura 1.6. El plano muestra la ubicación física de las áreas de producción. La letra "C" representa a las células de trabajo.

En el área de Cobre se realizan los siguientes procesos:

1) Trefilado.

Proceso en el cual se reduce el diámetro de alambro de cobre, haciéndolo pasar por dados especiales.

2) Bonchado.

Proceso en el cual varios alambres o conductores del mismo diámetro son reunidos y torcidos con la finalidad de construir cables de distintos calibres.

3) Estañado.

En este proceso se aplica al cobre una capa de estaño con base a las normas aplicables (este tipo de productos se utilizan principalmente en el ramo de la electrónica).

4) Extrusión (forrado).

En esta área se aplican diversos tipos de resinas y compuestos de PVC para fabricar cables de diversas características (termoplásticos y termofijos).

Los procesos que se realizan en el área de inyección son los siguientes:

1) Corte de cables.

Consiste en cortar el cable a la longitud del producto a trabajar. Véase la figura 1.7.



Figura 1.7. El corte del cable.

2) Deschaquete.

Es la operación de desprender la cubierta de un conductor a una longitud deseada, como se aprecia en la figura 1.8.

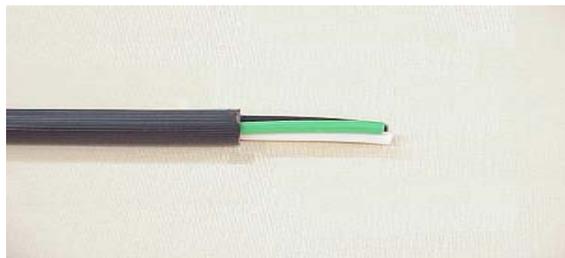


Figura 1.8. Deschaquete.

3) Despunte y torcido de puntas.

Esta operación consiste en despuntar el conductor a una longitud determinada y torcer los filamentos de cobre uniformemente. Véase la figura 1.9.



Figura 1.9. Despunte y torcido de puntas.

4) Estañado de puntas.

El estañado de puntas consiste en cubrir con estaño la punta o parte de la punta del conductor previamente despuntado. Véanse las figuras 1.10 y 1.11.

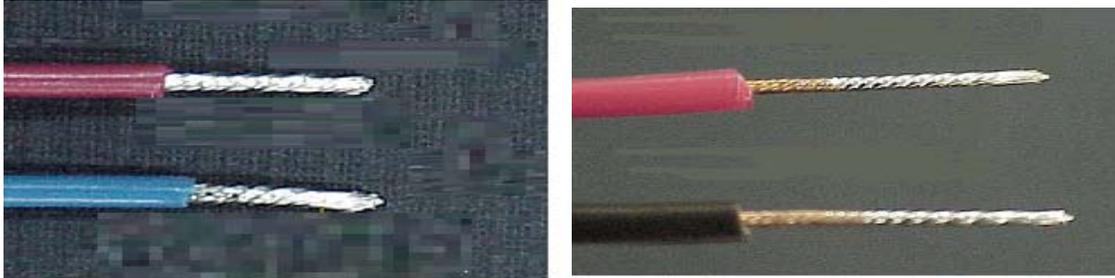


Figura 1.10. Estañado de la punta del conductor. Figura 1.11. Estañado de parte de las puntas del conductor.

5) Aplicación de terminales

Consiste en remachar terminales a un conductor previamente despuntado y estañado. Las figuras 1.12 y 1.13 representan esta operación.

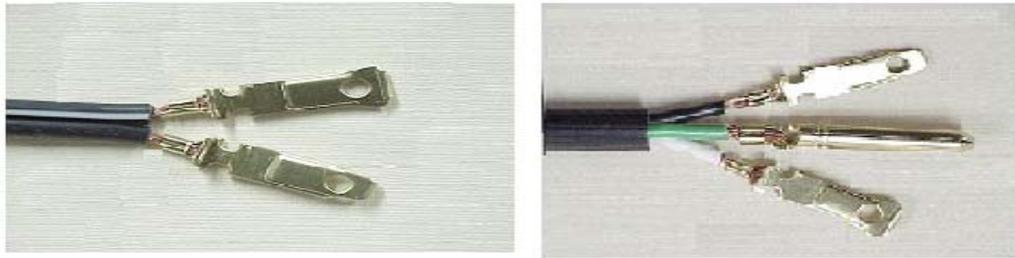


Figura 1.12. Conductor de dos terminales Figura 1.13. Conductor de tres terminales

6) Inyección de la clavija

Consiste en la inyección de la clavija requerida. Véase la figura 1.14.

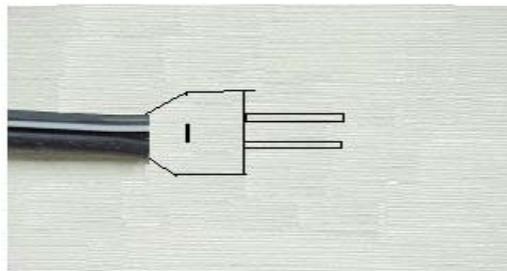


Figura 1.14. La clavija se inyecta siguiendo las especificaciones del Cliente, en cuanto a dimensiones y color.

Procesos del área de arneses:

En este departamento se manejan cables ya procesados para fabricar arreglos especiales para diferentes usos y productos. Como por ejemplo computadoras, hornos, etc.

Los aspectos descritos anteriormente constituyen una breve introducción del tema a tratar en el siguiente punto.

1.5 Problemática

A continuación se describe la problemática de la gerencia de mantenimiento, después de llevar a cabo visitas durante varias semanas y realizar entrevistas a algunas personas de los diversos niveles jerárquicos de la organización y de la gerencia misma.

En la empresa “Conductores eléctricos”, la producción frecuentemente se ve afectada por falta de mantenimiento de la maquinaria. En la figura 1.15 podemos apreciar la falta de mantenimiento en la Planta de producción. Las máquinas se descomponen con frecuencia en horas de producción, no se cuenta con los recursos necesarios para dar mantenimiento y frecuentemente el personal de compras debe adquirir refacciones con carácter de urgente; ya que no se tiene un inventario formal de refacciones, herramienta y equipo.

Se han hecho varios intentos por mejorar la eficacia del departamento de mantenimiento (cambiando al responsable), teniendo buenos resultados al principio, pero después empeora la situación. Los intentos frustrados han hecho que la gente se desmoralice, se confunda y se presente una fuerte rotación de personal provocando incertidumbre en toda la empresa y un estado de insatisfacción particularmente en la Gerencia de Mantenimiento.



Figura 1.15 Falta de mantenimiento en la planta.

Basada en una serie de entrevistas e información indirecta proporcionada por el personal de diferentes Departamentos, a continuación se listan una serie de inconformidades.

Jefe de Mantenimiento

- 1) No se siente aceptado en la organización.
- 2) Los operadores de producción no cuidan la maquinaria.
- 3) El personal de producción no está capacitado para operar la maquinaria y hace sabotaje con sus máquinas de trabajo.
- 4) Tiene mucho trabajo y no se le indican claramente las prioridades.
- 5) Lo confunden en cuanto a la urgencia de los trabajos.
- 6) No le permiten realizar trabajos relacionados con la electrónica.
- 7) No le proporcionan las refacciones para las máquinas.
- 8) El personal de mantenimiento no es suficiente para realizar el trabajo que les corresponde.

Gerente de Mantenimiento

- 1) Falta una concentración de las refacciones.
- 2) No se tienen las herramientas adecuadas.
- 3) El personal esta desmotivado.
- 4) El personal se ausenta de su trabajo con pretextos.

- 5) El organigrama no corresponde a la realidad.
- 6) No existe la descripción de los puestos de trabajo.
- 7) Es necesario hacer un plan de trabajo.
- 8) Falta mantenimiento preventivo.
- 9) Falta organización.
- 10) El personal no esta comprometido con su trabajo.
- 11) La adquisición de suministros de importación para dar mantenimiento no se realiza oportunamente.
- 12) No se tiene el material necesario para dar mantenimiento.
- 13) No se le ha dado el status de los trabajo pendientes de mantenimiento.
- 14) Los operadores tardan en reportar las fallas de sus máquinas.
- 15) Los mecánicos dicen que no tienen trabajo.

Supervisor de Producción

- 1) Los mecánicos no prueban las máquinas cuando realizan una reparación.
- 2) El personal de mantenimiento olvida refacciones y herramientas en los pasillos de producción continuamente.
- 3) El personal de mantenimiento se presenta mucho tiempo después de que se le reportan las fallas.
- 4) Los mecánicos acuden a reparar la maquinaria sin la herramienta necesaria y tienen que dar varias vueltas al taller por ésta.
- 5) El personal de mantenimiento platica frecuentemente con las trabajadoras de producción.
- 6) El personal de mantenimiento está limitado a revisar determinadas máquinas y fallas, por lo que el servicio se hace demasiado lento.
- 7) El personal de mantenimiento no se da abasto en su trabajo
- 8) Los mecánicos de mantenimiento hacen solo reparaciones temporales (ponen parches)
- 9) El personal de mantenimiento no atiende prioridades

Director General

- 1) El personal de mantenimiento no trabaja.
- 2) El personal de mantenimiento se pasa el tiempo platicando con la de producción.

- 3) Hay muchas máquinas paradas por falta de mantenimiento.
- 4) Producción requiere de más máquinas.
- 5) No sabemos cuanto se está gastando en mantenimiento
- 6) El Jefe de Mantenimiento miente constantemente
- 7) El Jefe de mantenimiento no realiza el trabajo que se le asigna.
- 8) No hay programas de mantenimiento.
- 9) Mantenimiento no se comunica con el Departamento de calidad.
- 10) La maquinaria no esta identificada.
- 11) No esta capacitado el personal de mantenimiento.

Como se puede observar existe una situación problemática en la Gerencia de Mantenimiento, por lo que es realmente importante y urgente la intervención, con el fin de conseguir que esta situación desaparezca o al menos mejore. Debido a que se carece de información estadística de mantenimiento en el siguiente capítulo se realizará un diagnóstico empleando algunas herramientas de planeación.

CAPÍTULO 2

DIAGNÓSTICO

A continuación se presenta el diagnóstico del área de mantenimiento de “Conductores

Eléctricos”. Previamente se describe la importancia de dicha área dentro de la organización, así como los elementos que constituyen dicho sistema.

El propósito de este capítulo es determinar cuál o cuáles son las causas raíz de la situación problemática que se vive actualmente en el área de mantenimiento, para posteriormente proponer estrategias de solución.

2.1 El área de mantenimiento.

Para comprender la importancia del mantenimiento en las actividades cotidianas de la Empresa “Conductores Eléctricos”, es necesario conocer cómo se lleva a cabo el proceso productivo, el diagrama de la figura 2.1 lo muestra.

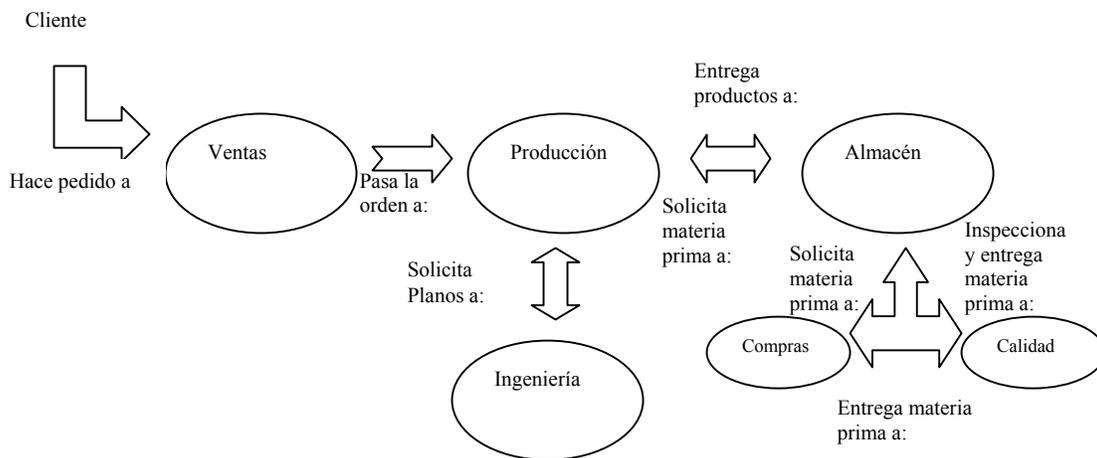


Figura 2.1. El diagrama representa a grandes rasgos el proceso productivo.

El flujo del proceso es como sigue:

1. El Cliente realiza el pedido a Ventas, quien a su vez pasa la orden a Producción.
2. Producción programa la orden de producción y solicita a Almacén la materia prima.
3. Almacén solicita la materia prima a Compras.
4. Una vez que los proveedores han entregado la materia prima a Compras, Compras la entrega a su vez a Calidad para que le realice las pruebas correspondientes.
5. Calidad entrega el material aprobado a Almacén y el restante lo regresa a Compras.
6. Almacén entrega la materia prima a Producción, quien elabora los productos y los entrega a Almacén para su distribución. Antes de llevar a cabo la distribución de los productos, Calidad les aplica las pruebas correspondientes. Sólo los productos aprobados se distribuyen.

La Gerencia de mantenimiento es parte fundamental de “Conductores Eléctricos”, ya que brinda servicios a todas las áreas de la empresa. Por lo que, la falta de mantenimiento provoca interrupción en el proceso productivo.

Para poder realizar sus labores, la Gerencia de Mantenimiento cuenta con nueve personas. Su ubicación en el organigrama se aprecia en la figura 2.2.

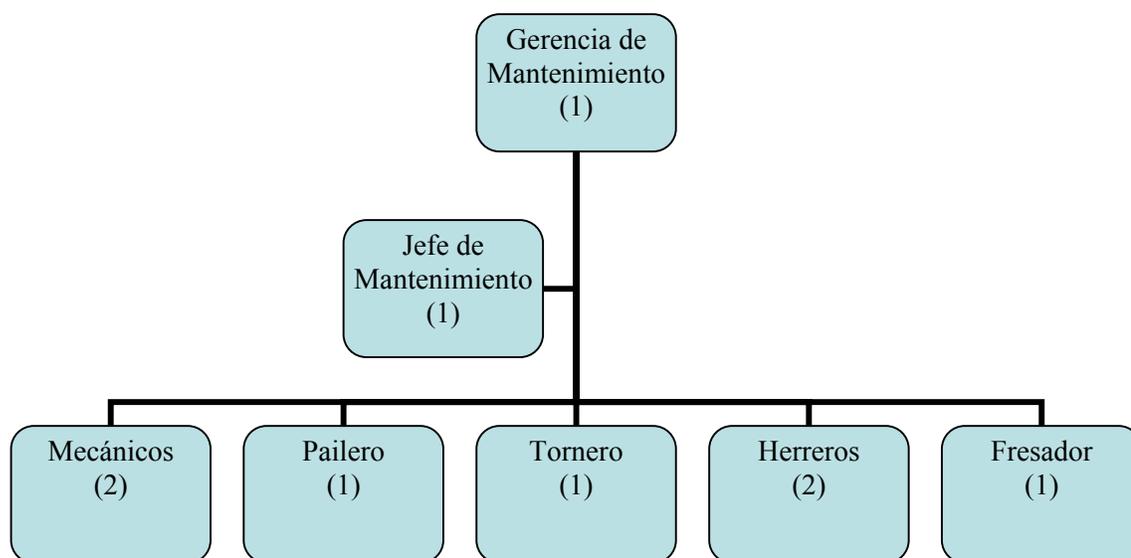


Figura 2.2. El organigrama muestra como se encuentra distribuido el personal de mantenimiento.

Descripción del organigrama:

El gerente. Se encarga de planear y coordinar las actividades de mantenimiento. Así como de realizar todas las actividades administrativas del área.

El jefe de taller. Supervisa y realiza actividades de mantenimiento.

Los mecánicos asignados a inyección (dos). Se encargan de llevar a cabo los trabajos de mantenimiento mecánico que se les solicite en el área de inyección.

El pailero. Realiza los trabajos de pailería que se le requieran.

El electricista. Realiza trabajos en las instalaciones eléctricas.

Los herreros (dos). Son los encargados de hacer todos los trabajos de herrería.

El tornero. Realiza los trabajos de torno que sean necesarios.

El fresador. Realiza los trabajos de fresado requeridos.

Ahora es conveniente presentar la manera en que se están llevando a cabo las actividades. En la figura 2.3 se representa el flujo de las actividades en la Gerencia de Mantenimiento.

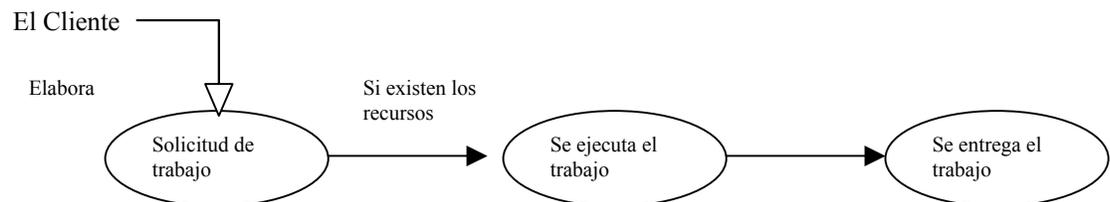


Figura 2.3. El diagrama muestra el flujo de las actividades en la Gerencia de Mantenimiento.

El trabajo de mantenimiento comienza con una solicitud de mantenimiento (esta solicitud generalmente se realiza de manera oral), si existen los recursos se ejecuta el trabajo solicitado, y sino es así, entonces se deja en espera hasta contar con los recursos necesarios para su realización. Finalmente se entrega el trabajo (la entrega de los trabajos generalmente también se realiza de manera oral). Como se puede observar, no existe la documentación ni el control sobre los trabajos que se realizan en el área de mantenimiento. Y por consiguiente es sumamente difícil y en muchas ocasiones imposible estimar los costos de mantenimiento, así como tomar decisiones para mejorar las actividades. Durante el horario de producción frecuentemente se presentan fallas en las máquinas, por lo que debe detenerse la producción y / o cambiar el producto que se este elaborando. Lo anterior causa perdidas cuantiosas para la empresa y genera gran molestia entre los empleados. El personal de mantenimiento realiza los trabajos que le son asignados y los entrega sin llevar un registro de éstos, ni de los materiales que utilizó en la realización de dichos trabajos.

Al revisar el flujo de las actividades de mantenimiento se ha detectado que hay una situación problemática muy compleja, por lo que es necesario detectar la causa raíz de dicha situación, para darle la mejor solución.

A continuación aplicaremos algunas técnicas de planeación para identificar la causa raíz de la situación problemática.

2.2 Identificación de los problemas

Para identificar los problemas del área de mantenimiento de “Conductores Eléctricos” se utilizó la técnica TKJ.

En primer lugar se reunió a los involucrados en la situación problemática.

El grupo estuvo integrado de la siguiente manera:

Director General

Gerente de Mantenimiento

Jefe de Mantenimiento

Un mecánico

Jefe de Turno de Producción

Un líder de una célula de trabajo de Producción

Un operador

Un inspector de calidad

Para la ejecución de la primera etapa de la técnica TKJ, “Formulación del problema” se procedió de la siguiente manera:

1. Se repartieron tarjetas a cada uno de los integrantes del grupo para que escribieran los hechos más relevantes de la situación problemática.
2. Se agruparon las tarjetas con el fin de tener hechos más profundos,
3. Por último se realizó una síntesis final, y de esta forma se llegó a la causa raíz del problema.

Para ilustrar los resultados de la primera etapa se elaboró un diagrama de árbol, el cual se representa en las figuras 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7.

Se carece de un plan integral de mantenimiento que contemple la capacitación e incentivación

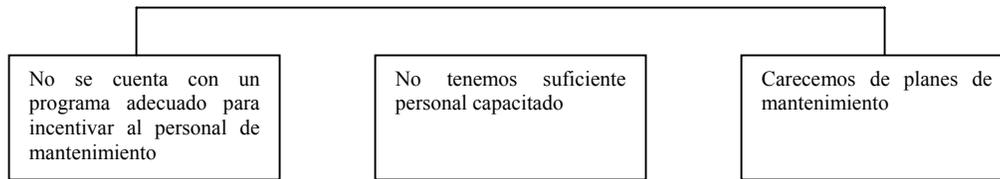


Figura 2.4. Causa raíz de la situación problemática.

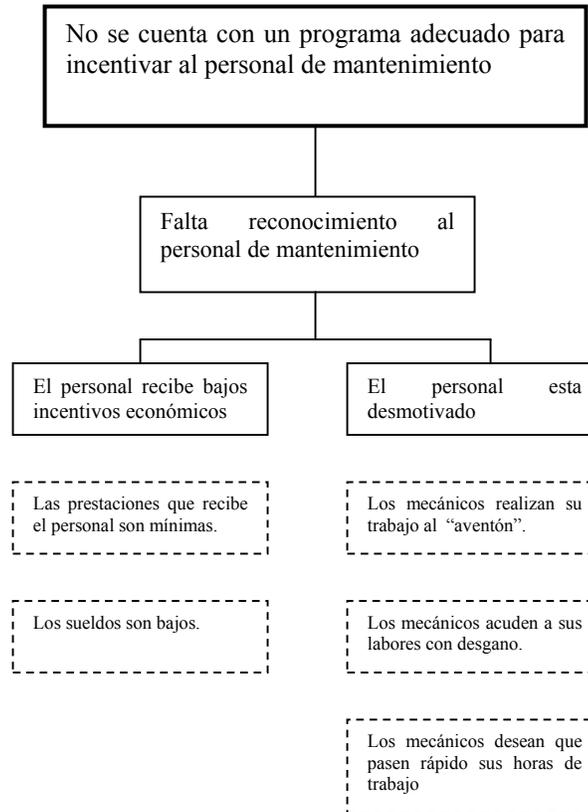
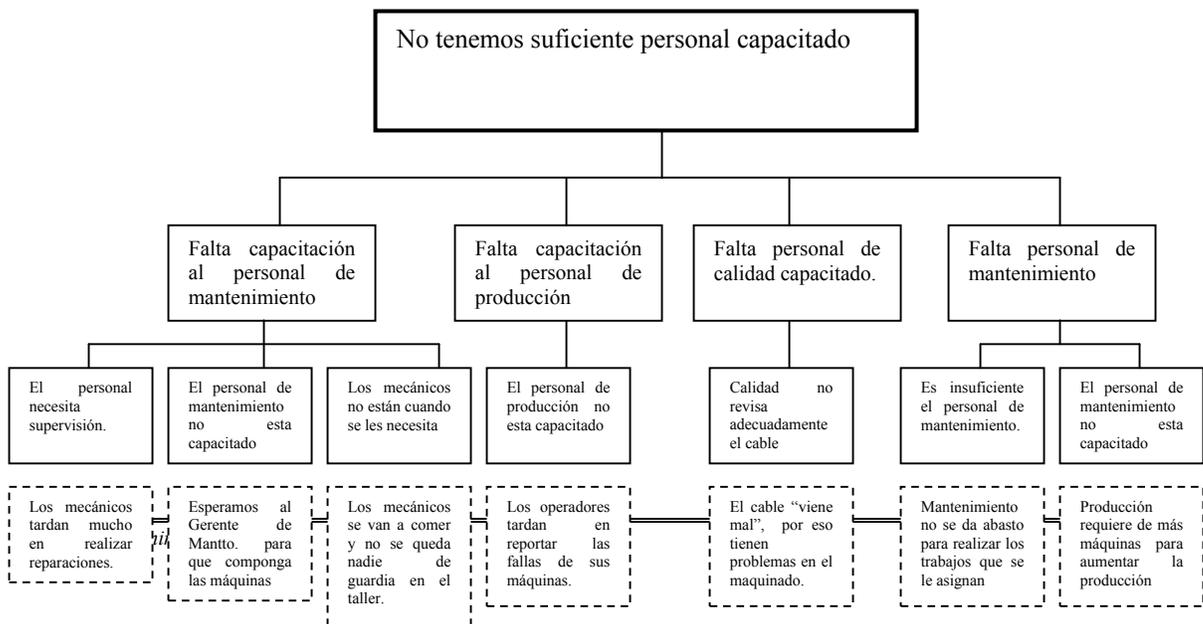


Figura 2.5. Hechos relevantes de la situación problemática y síntesis preliminares.



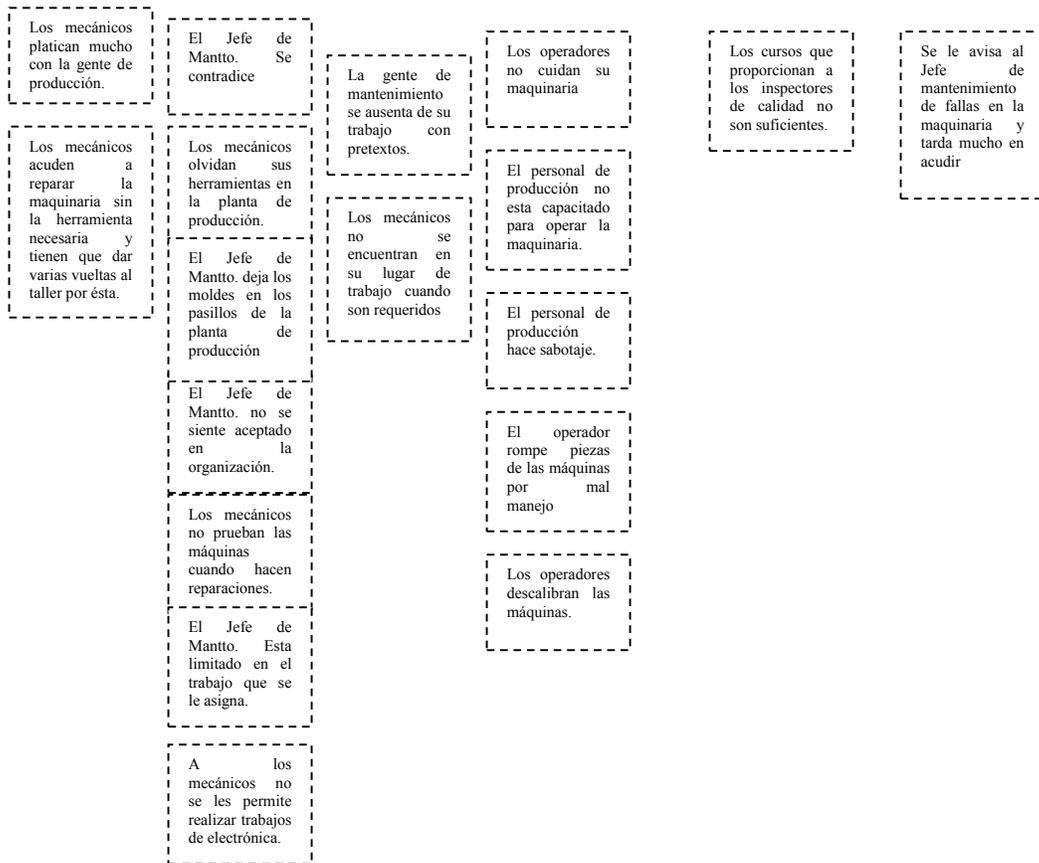
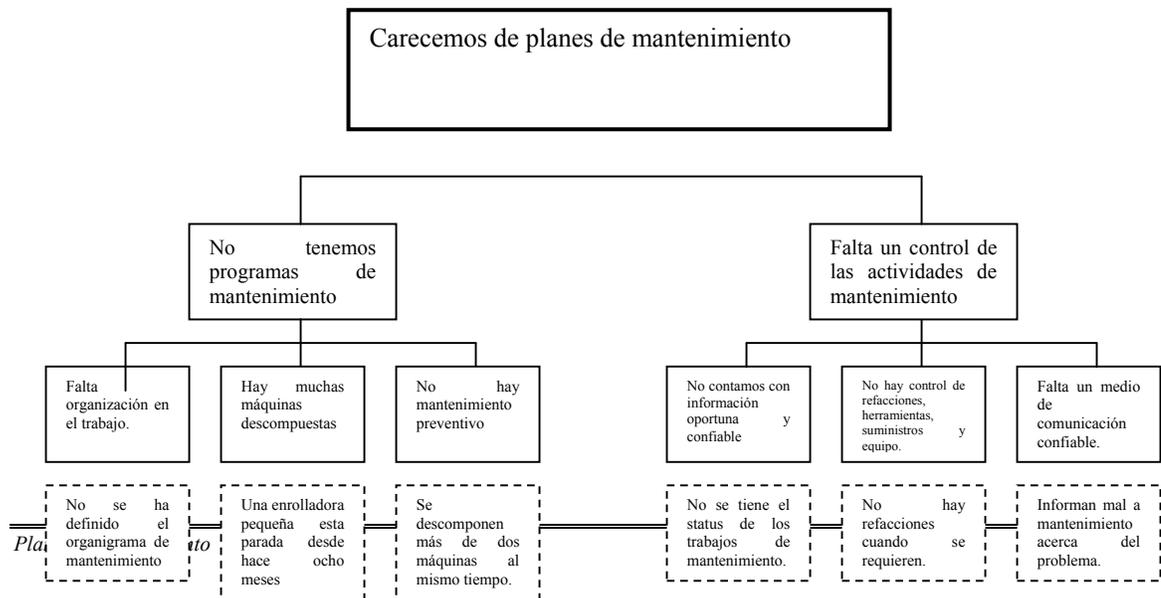


Figura 2.6. Hechos relevantes de la situación problemática y síntesis preliminares.



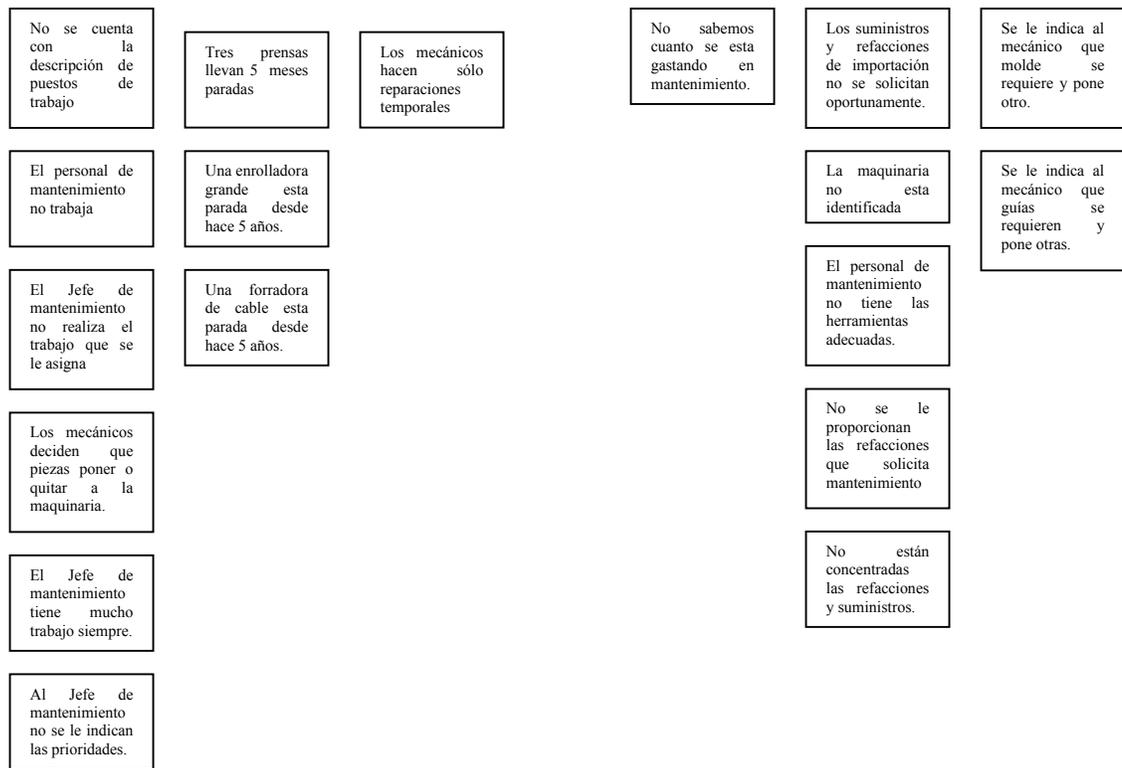


Figura 2.7. Hechos relevantes de la situación problemática y síntesis preliminares.

Al efectuar el diagrama de árbol se obtuvo que la causa raíz de la situación problemática fue: “Se carece de un plan integral de mantenimiento que contemple la capacitación e incentivación”.

Para llevar acabo la segunda etapa “Identificación y diseño de soluciones”, se procedió, repartiendo tarjetas a cada uno de los participantes, afín de que anotará posibles soluciones al problema identificado en la etapa anterior, se agruparon las posibles soluciones, y por último se realizo una síntesis final de las mismas.

Los resultados de la segunda etapa se presentan en el diagrama de árbol de las figuras 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12 y 2.13.

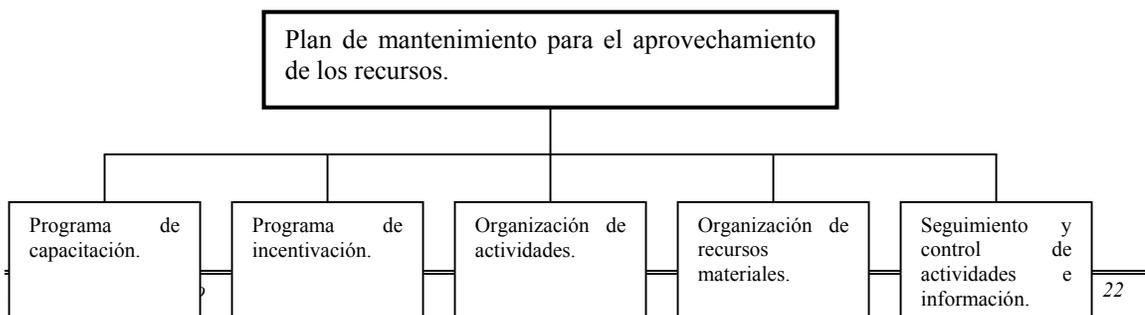


Figura 2.8. Síntesis final de la identificación y diseño de soluciones.

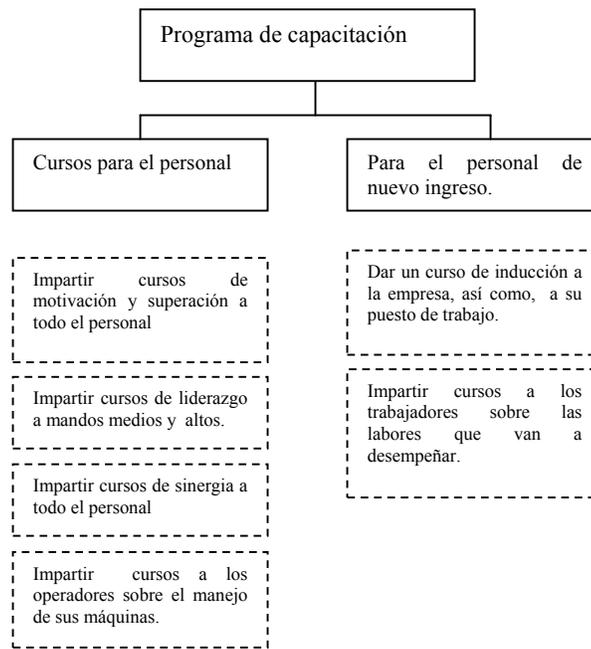


Figura 2.9. Soluciones a la situación problemática y síntesis preliminares.

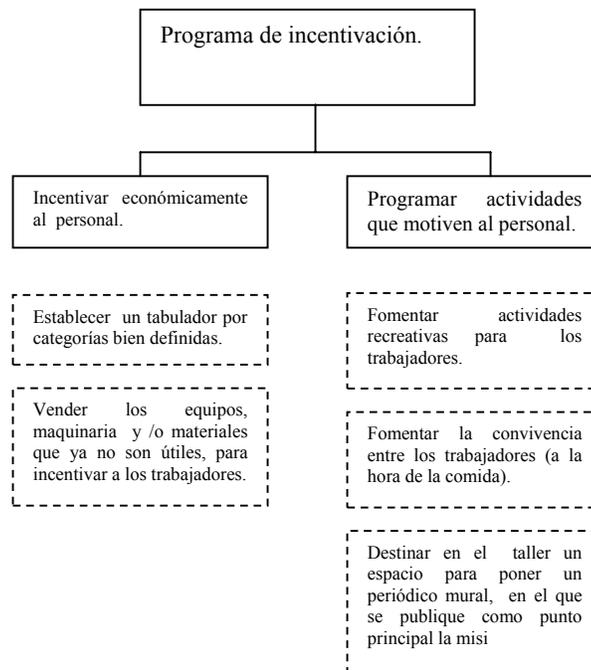


Figura 2.10. Soluciones a la situación problemática y síntesis preliminares.

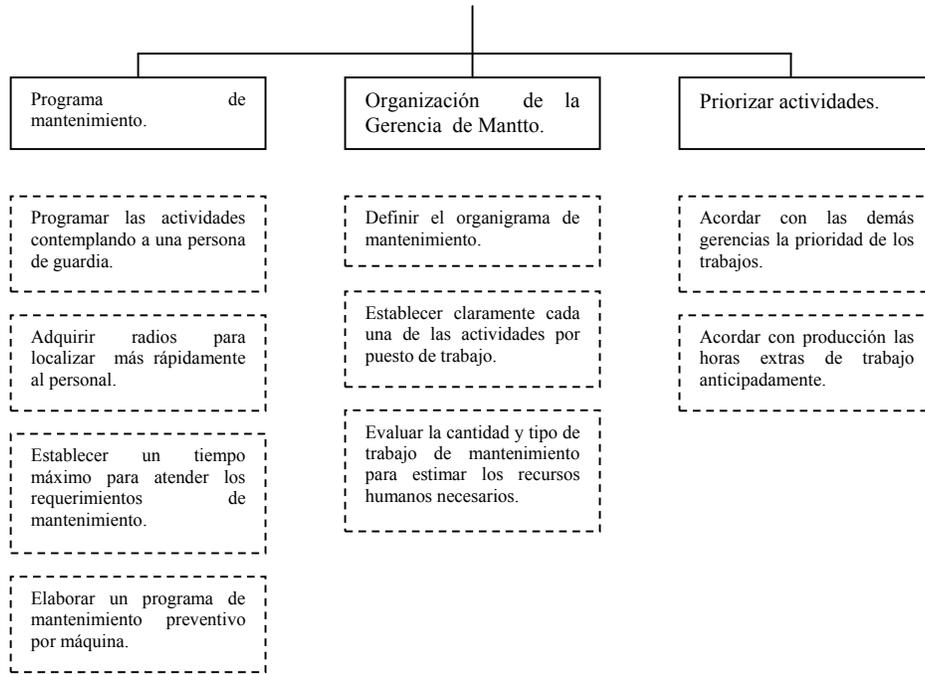


Figura 2.11. Soluciones a la situación problemática y síntesis preliminares.

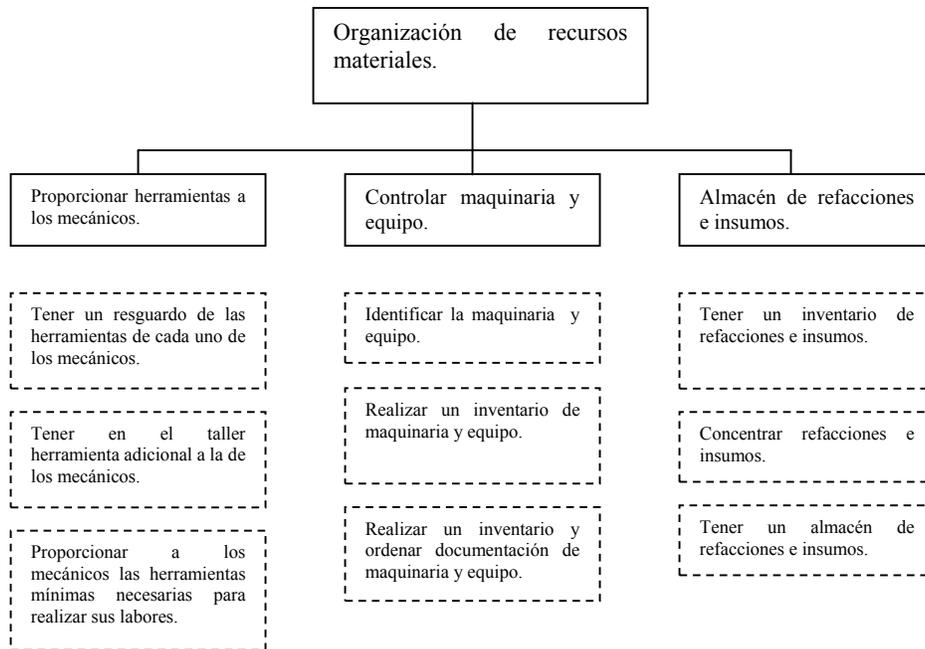


Figura 2.12. Soluciones a la situación problemática y síntesis preliminares.

Seguimiento y control de actividades e información.

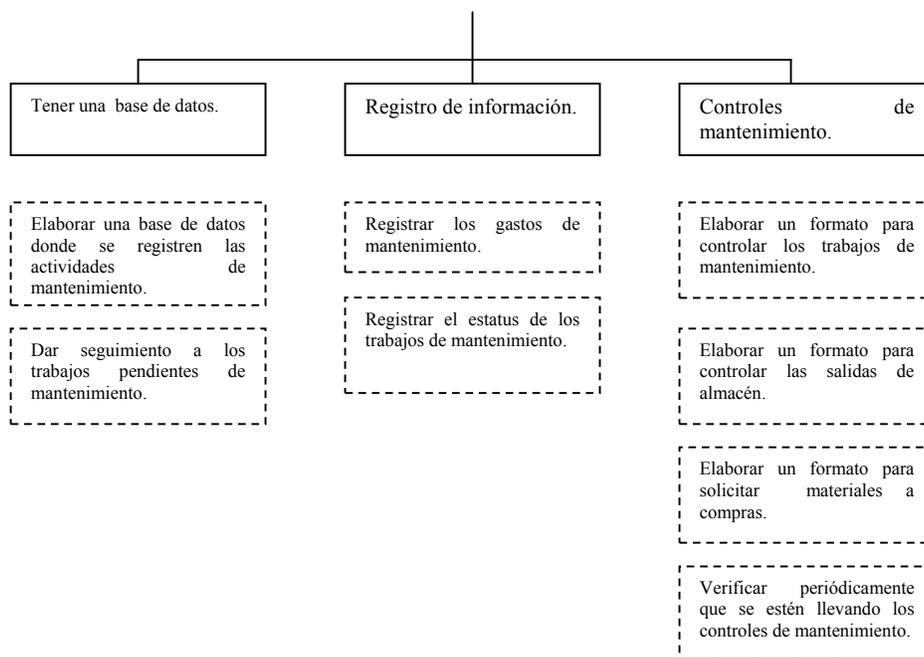


Figura 2.13. Soluciones a la situación problemática y síntesis preliminares.

Finalmente para la etapa de “Acciones de implantación y control” se acordó hacer uso de las “Matrices de evaluación”, afín de clasificar las acciones a ejecutar. A continuación se presenta la clasificación de las acciones que permitirán solucionar los problemas actuales y potenciales del mantenimiento de “Conductores Eléctricos”.

2.3 Clasificación de las acciones de solución.

Las acciones que se obtuvieron producto de la aplicación de la técnica TKJ fueron las siguientes:

1. Impartir cursos de motivación y superación a todo el personal.
2. Impartir cursos de liderazgo a mandos medios y altos.
3. Impartir cursos de sinergia a todo el personal.
4. Impartir cursos a los operadores sobre el manejo de sus máquinas.
5. Dar un curso de inducción a la empresa, así como a su puesto de trabajo. A los trabajadores de nuevo ingreso.
6. Impartir un cursos a los trabajadores sobre las labores que van a desempeñar.
7. Establecer un tabulador por categorías bien definidas.
8. Fomentar actividades recreativas para los trabajadores.
9. Fomentar la convivencia entre el personal (a la hora de la comida).

10. Limpiar la planta y proponer al Director la venta de materiales que ya no sean útiles para la empresa, de tal forma que de las ganancias los trabajadores puedan tener algún beneficio.
11. Destinar en el taller un espacio para poner un periódico mural en el que se publique como punto principal las misión del Departamento de Mantenimiento (ejemplo: “Brindar un servicio de calidad oportunamente”) y además se publique los cumpleaños por mes, y noticias de interés general que tengan como fin principal motivar al personal.
12. Adquirir radios para localizar más rápidamente al personal.
13. Establecer un tiempo máximo para atender las solicitudes de trabajo.
14. Definir el organigrama de mantenimiento.
15. Elaborar la descripción de los puestos de trabajo.
16. Cuantificar el trabajo por tipo a fin de estimar la cantidad de personal con capacidades específicas.
17. Elaborar los planes de mantenimiento.
18. Elaborar los programas de mantenimiento.
19. Proporcionar a los trabajadores de mantenimiento la herramienta necesaria para desempeñar sus actividades, llenando un formato de resguardo de la misma.
20. Realizar un inventario de maquinaria asignándole una clave para su identificación.
21. Realizar un inventario de refacciones asignándoles una clave para su identificación.
22. Organizar la documentación (física y electrónica) de mantenimiento. En primer lugar inventariar y posteriormente clasificar.
23. Tener un almacén de refacciones e insumos.
24. Elaborar una base de datos donde se registren las actividades de mantenimiento:
 - Trabajos de mantenimiento por tipo (preventivo, predictivo y correctivo).
 - Materiales utilizados en el mantenimiento (por máquina o equipo).
 - Recursos disponibles (materiales y humanos).
 - Descripción de maquinaria y equipo (características y datos, generales y específicos de cada máquina o equipo).
 - Costos de mantenimiento.
25. Dar seguimiento a los trabajos pendientes de mantenimiento.
26. Revisar periódicamente las herramientas a los trabajadores de mantenimiento.
27. Elaborar un formato para solicitar trabajos de mantenimiento.

28. Elaborar un formato para solicitar materiales a compras.
29. Elaborar un formato para controlar las salidas de almacén.
30. Verificar periódicamente que se estén llevando los controles de mantenimiento.

Para evaluar las acciones se emplearon las matrices para valorar alternativas de Mason y Mitroff, y de Covey.

El procedimiento que se siguió en la evaluación de las alternativas se describe a continuación:

- 1) Se repartieron tarjetas en donde cada participante debía evaluar las acciones en una escala de 1 a 10, de acuerdo a su certidumbre e importancia. Los resultados que se obtuvieron se presentan en la tabla 2.1.

ACCION	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
PARTICIPANTE																														
Director General	7	6	6	9	7	7	6	6	8	6	7	9	9	8	8	8	10	10	9	10	10	8	8	8	9	8	8	9	10	9
Gerente de Mantto.	9	9	8	10	8	9	9	9	9	8	10	9	10	8	8	10	7	8	9	10	10	8	9	9	9	9	10	9	10	10
Jefe de Mantto.	6	7	6	9	6	8	6	8	8	8	9	8	8	7	10	8	9	7	10	8	9	8	9	10	9	9	10	8	9	9
Mecánico	6	5	6	8	6	8	7	8	7	8	9	7	6	6	9	9	7	7	9	8	9	8	9	10	7	8	8	9	9	10
Jefe de Turno de P.	7	7	6	8	6	9	7	9	7	8	9	6	7	6	7	8	8	7	8	9	8	6	8	9	9	9	9	7	8	9
Líder de una célula	6	7	6	9	7	9	8	8	7	7	7	6	7	7	9	5	5	8	8	8	8	9	7	8	9	9	9	8	9	9
Operador	6	6	6	9	7	9	7	8	9	6	8	8	7	7	10	7	7	10	10	8	9	7	8	8	8	9	10	8	9	9
Inspector de calidad	9	8	7	9	8	9	8	9	9	8	10	7	6	6	8	9	7	8	9	8	9	9	9	8	8	9	9	9	8	10
Suma	56	55	51	71	55	68	58	65	64	59	69	60	60	55	69	64	60	65	72	69	72	63	67	70	68	70	73	67	72	75

Tabla 2.1. Los puntos otorgados a las acciones por cada uno de los participantes, se sumaron en la parte inferior de la tabla.

- 2) De la suma total de puntos otorgados por los participantes, las estrategias se clasificaron en los cuatro cuadrantes de la Matriz de Mason y Mitroff, de acuerdo con lo indicado en la tabla 2.2.

Cuadrante	Puntuación
I	61-80
II	41-60
III	21-40
IV	0-20

Tabla 2.2. Para cada uno de los cuadrantes de la Matriz de Mason y Mitroff se asignó un rango de puntos, de tal manera que las acciones se ubicaron en el cuadrante donde la suma de sus puntos estaba dentro del rango.

La distribución de las acciones de solución en la Matriz de Mason y Mitroff, se aprecia en la figura 2.14.

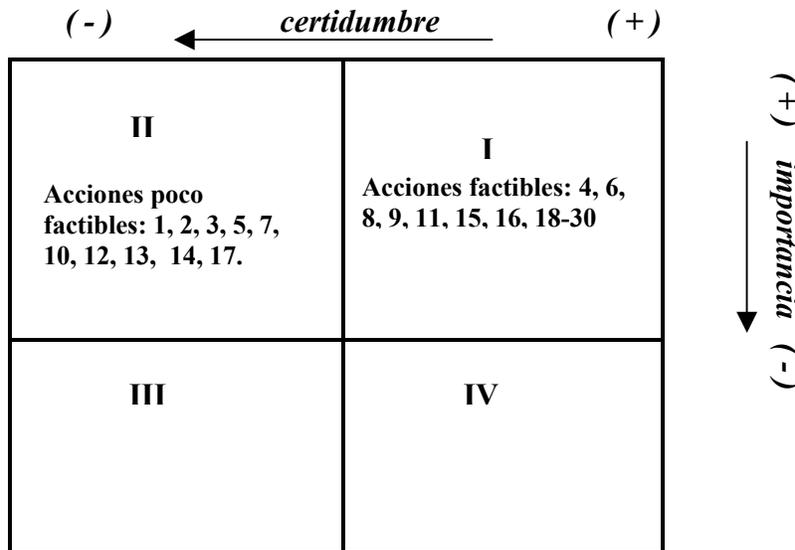


Figura 2.14. En la Matriz se observa que las acciones factibles se ubicaron en el cuadrante I, mientras que las acciones poco factibles están en el cuadrante II.

- 3) Las acciones que quedaron en el primer cuadrante se clasificaron de acuerdo a su importancia y urgencia (Matriz de Covey) en: acciones a corto, mediano y largo plazo.

Los participantes evaluaron las acciones tal como se hizo en el punto uno pero ahora con los aspectos de importancia y urgencia. Con la suma de puntos otorgados a cada una de las acciones se aplicó el criterio indicado en la tabla 2.2 , para ubicar las acciones en los cuadrantes de la Matriz. Véase la figura 2.15.



<p>Acciones a largo plazo: 24.</p>	<p>Acciones : I plazo: 4, 6, 8, 9, 11, 19, 25, 26, 27, 28.</p>	<p>(+) urgencia ↓ (-)</p>
	<p>Acciones a mediano plazo: 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 29, 30.</p>	

Figura 2.15. Clasificación de las acciones de acuerdo a su importancia y urgencia.

La clasificación antes descrita de las acciones de solución, permitió crear un proyecto integrado por programas que agrupan acciones semejantes. Este proyecto contempla sólo las acciones factibles.

Los programas y las acciones que los conformaron fueron:

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

- 4. Impartir curso a los operadores sobre el manejo de sus máquinas.
- 6. Impartir un curso a los trabajadores sobre las labores que van a desempeñar.

PROGRAMA DE INCENTIVACIÓN

- 8. Fomentar actividades recreativas para los trabajadores.
- 9. Fomentar la convivencia entre el personal (a la hora de la comida).
- 11. Destinar en el taller un espacio para poner un periódico mural en el que se publique como punto principal las misión del Departamento de Mantenimiento (ejemplo: “Brindar un servicio de calidad oportunamente”) y además se publique los cumpleaños por mes, y noticias de interés general que tengan como fin principal motivar al personal.

PROGRAMA DE ORGANIZACIÓN DE ACTIVIDADES

- 15. Elaborar la descripción de los puestos de trabajo.

16. Cuantificar el trabajo por tipo a fin de estimar la cantidad de personal con capacidades específicas.
18. Elaborar los programas de mantenimiento.

PROGRAMA DE ORGANIZACIÓN DE RECURSOS MATERIALES

19. Proporcionar a los trabajadores de mantenimiento la herramienta necesaria para desempeñar sus actividades, llenando un formato de resguardo de la misma.
20. Realizar un inventario de maquinaria asignándole una clave para su identificación.
21. Realizar un inventario de refacciones asignándoles una clave para su identificación.
22. Organizar la documentación (física y electrónica) de mantenimiento. En primer lugar inventariar y posteriormente clasificar.
23. Tener un almacén de refacciones e insumos.

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE ACTIVIDADES E INFORMACIÓN.

24. Elaborar una base de datos donde se registren las actividades de mantenimiento:
 - ◇ Trabajos de mantenimiento por tipo (preventivo, predictivo y correctivo).
 - ◇ Materiales utilizados en el mantenimiento (por máquina o equipo).
 - ◇ Recursos disponibles (materiales y humanos).
 - ◇ Descripción de maquinaria y equipo (características y datos, generales y específicos de cada máquina o equipo).
 - ◇ Costos de mantenimiento.
25. Dar seguimiento a los trabajos pendientes de mantenimiento.
26. Revisar periódicamente las herramientas a los trabajadores de mantenimiento.
27. Elaborar un formato para solicitar trabajos de mantenimiento.
28. Elaborar un formato para solicitar materiales a compras.

29. Elaborar un formato para controlar las salidas de almacén.
30. Verificar periódicamente que se estén llevando los controles de mantenimiento.

Para asignarles tiempo y recursos a las acciones de cada uno de los programas generados se empleó el método de la Ruta Crítica. A continuación se describen los pasos que se siguieron:

1. En primer lugar se desglosó cada programa junto con sus acciones en actividades.
Véanse las tablas 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7.

Tabla 2.3. Programa de capacitación.

Acción	Actividad	Actividad Predecesora Inmediata	Costo (\$)	Beneficios esperados	Tiempo de ejecución (en semanas)
4. Impartir cursos a los trabajadores sobre el manejo de sus máquinas.	4.1. Elaborar manuales e instructivos de operación.	18.2, 6.3	30,000	Reducir la cantidad de solicitudes de mantenimiento por mal manejo de las máquinas.	4
	4.2. Preparar presentación.	4.1	5,000		1
	4.3 Impartir cursos.	4.2	100,000		5
6. Impartir cursos a los trabajadores sobre las labores que van a desempeñar.	6.1. Revisar la descripción de los puestos de trabajo.	15.2	20,000	Dar confianza al personal de nuevo ingreso con el fin de que realice sus actividades de una manera eficiente.	2
	6.2. Preparar presentación.	6.1	5,000		1
	6.3 Impartir cursos.	6.2	20,000		1

Acción	Actividad	Actividad Predecesora Inmediata	Costo (\$)	Beneficios esperados	Tiempo de ejecución (en semanas)
8. Fomentar Actividades recreativas para los trabajadores.	8.1. Elaborar anualmente un programa de actividades recreativas para los trabajadores.	6.3	5,000	Formar un equipo de trabajo más consciente e integrado.	2
	8.2. Publicar el programa de actividades recreativas.	8.1	5,000		1
	8.3. Promover actividades recreativas extraordinarias.	8.1	100,000		1
9. Fomentar la convivencia entre el personal (a la hora de la comida)	9.1 Proponer una imagen del comedor que motive al personal a convivir el tiempo destinado para tomar sus alimentos.	8.1	5,000	Dar confianza al personal de nuevo ingreso con el fin de que realice sus actividades de una manera eficiente.	2
	9.2 Ejecutar alguna propuesta.	9.1	20,000		1
11. Crear un periódico mural.	11.1 Destinar en el taller un espacio para poner un periódico mural.	8.1	1,000	Motivar al personal e impulsarlo a ser mejor cada día en el desempeño de sus labores.	1
	11.2 Publicar en el periódico mural como punto principal la misión de la Gerencia de mantenimiento.	11.1	500		1
	11.3 Publicar en el periódico mural noticias de interés que motiven al personal.	11.2	1,000		1

Tabla 2.4. Programa de incentivación.

Acción	Actividad	Actividad Predecesora Inmediata	Costo (\$)	Beneficios esperados	Tiempo de ejecución (en semanas)
15. Elaborar la descripción de los puestos de trabajo.	15.1 Definir el organigrama de la Gerencia de mantenimiento.	ninguna	5,000	Tener una mejor organización en la realización de las actividades.	1
	15.2 Elaborar la descripción de los puestos de trabajo.	15.1	10,000	Generar confianza y certidumbre en la Organización.	4
16. Cuantificar el trabajo por tipo a fin de estimar la cantidad de personal con capacidades específicas.	16.1 Clasificar el trabajo.	15.1	1,000	Realizar el trabajo de mantenimiento eficiente y oportunamente, de tal forma de que no se generen problemas posteriores.	1
	16.2 Estimar la cantidad de personal requerido para la realización de cada tipo de trabajo.	16.1	5,000		2
18. Elaborar los programas de mantenimiento	18.1 Clasificar la maquinaria y equipo.	20.1	5,000	Reducir la cantidad de solicitudes de mantenimiento correctivo.	1
	18.2 Elaborar el programa de mantenimiento.	18.1	100,000		5

Tabla 2.5. Programa de organización de actividades.

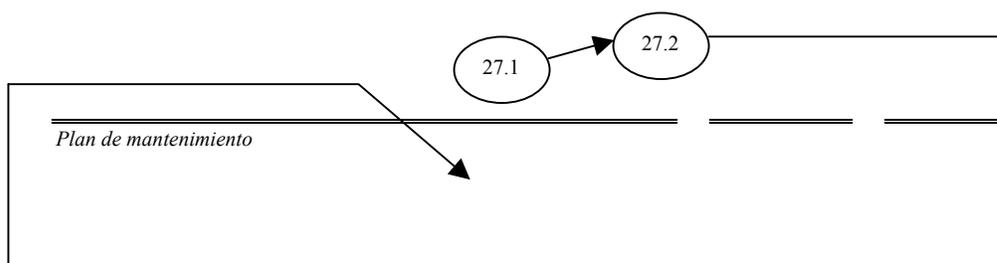
Acción	Actividad	Actividad Predecesora Inmediata	Costo (\$)	Beneficios esperados	Tiempo de ejecución (en semanas)
19. Proporcionar a los trabajadores de mantenimiento las herramientas necesarias para desempeñar sus actividades.	19.1 Elaborar un formato de resguardo de herramientas.	ninguna	1,000	Reducir el tiempo de ejecución de los trabajos de mantenimiento.	1
	19.2 Proporcionar herramientas a los trabajadores llenando el resguardo correspondiente.	19.1, 16.2	100,000		1
	19.3 Tener en el taller herramienta adicional a la de los Mecánicos.	19.2	50,000		1
20. Realizar un inventario de maquinaria.	20.1 Realizar un inventario de la maquinaria y equipo.	ninguna	10,000	Tener un mejor control de activos fijos.	3
	20.2 Identificar la maquinaria y equipo.	20.1	5,000		1
21. Realizar un inventario de refacciones.	21.1 Inventariar e identificar las refacciones e insumos.	18.1, 20.2	5,000	Tener un mejor control de refacciones e insumos.	1
	21.2 Identificar refacciones e insumos.	21.1	5,000		1
22. Organizar la documentación de mantenimiento.	22.1 Inventariar la documentación física y electrónica	18.1	1,000	Tener un mejor control de la documentación.	2
	22.2 Clasificar la documentación	22.1	1,000		1
23. Tener un almacén de refacciones e insumos.	23.1 Concentrar refacciones e insumos en un almacén.	21.2	10,000	Tener un lugar específico para las refacciones e insumos	1

Tabla 2.6. Programa de organización de recursos materiales.

Acción	Actividad	Actividad Predecesora Inmediata	Costo (\$)	Beneficios esperados	Tiempo de ejecución (en semanas)
24. Elaborar una base de datos donde se registren las actividades de mantenimiento.	24.1 Definir la información que se manejará.	18.1, 21.2, 27.1, 28.1.	1,000	Tener un mejor control de las actividades e información de mantenimiento	1
	24.2 Definir sus campos.	24.1	5,000		2
	24.3 Diseñarla.	24.2	10,000		4
	24.4 Probarla.	24.3	5,000		2
	24.5 Implantarla.	24.4	10,000		4
25. Dar seguimiento a los trabajos pendientes de mantenimiento	25.1 Dar seguimiento a las solicitudes de mantenimiento pendientes.	24.5, 27.2	10,000	Reducir la cantidad de trabajos pendientes.	1
26. Revisar periódicamente las herramientas a los trabajadores de mantenimiento.	26.1 Revisar periódicamente las herramientas a los trabajadores de mantenimiento.	19.2	1,000	Tener un mejor control de las herramientas de los trabajadores de mantenimiento.	1
	26.2 Reponer las herramientas faltantes .	26.1	1,000		1
27. Elaborar un formato para solicitar trabajos de mantenimiento.	27.1 Definir la información que manejará el formato.	ninguna	1,000	Tener un mejor control de los trabajos de mantenimiento solicitados.	1
	27.2 Elaborar el formato.	27.1	1,000		1
28. Elaborar un formato para solicitar materiales a compras.	28.1 Definir la información que manejará el formato.	21.2	1,000	Tener un mejor control de los materiales que se solicitan a compras.	1
	28.2 Elaborar el formato.	28.1	1,000		1
29. Elaborar un formato para controlar las salidas de almacén de refacciones e insumos.	29.1 Definir la información que manejará el formato.	23.1	1,000	Tener un mejor control de los materiales que se ocupan del almacén de refacciones e insumos.	1
	29.2 Elaborar el formato.	29.1	1,000		1
30. Verificar periódicamente que se estén llevando los controles de mantenimiento.	30.1 Realizar un reporte mensual de los trabajos realizados en la Gerencia de mantenimiento. Así como de aquellos que quedaron pendientes.	25.1, 30.2, 30.3	1,000	Tener un mejor control de las actividades e información de mantenimiento	1
	30.2 Revisar mensualmente que la base de datos se encuentre actualizada.	24.5	1,000		1
	30.3 Revisar mensualmente que los inventarios de refacciones e insumos coincidan con lo existente físicamente.	30.2	1,000		1

Tabla 2.7. Programa de seguimiento y control de actividades e información.

2. A continuación se construyó la Red del Proyecto (integrada por las acciones de solución y sus actividades). Véase figura 2.16.



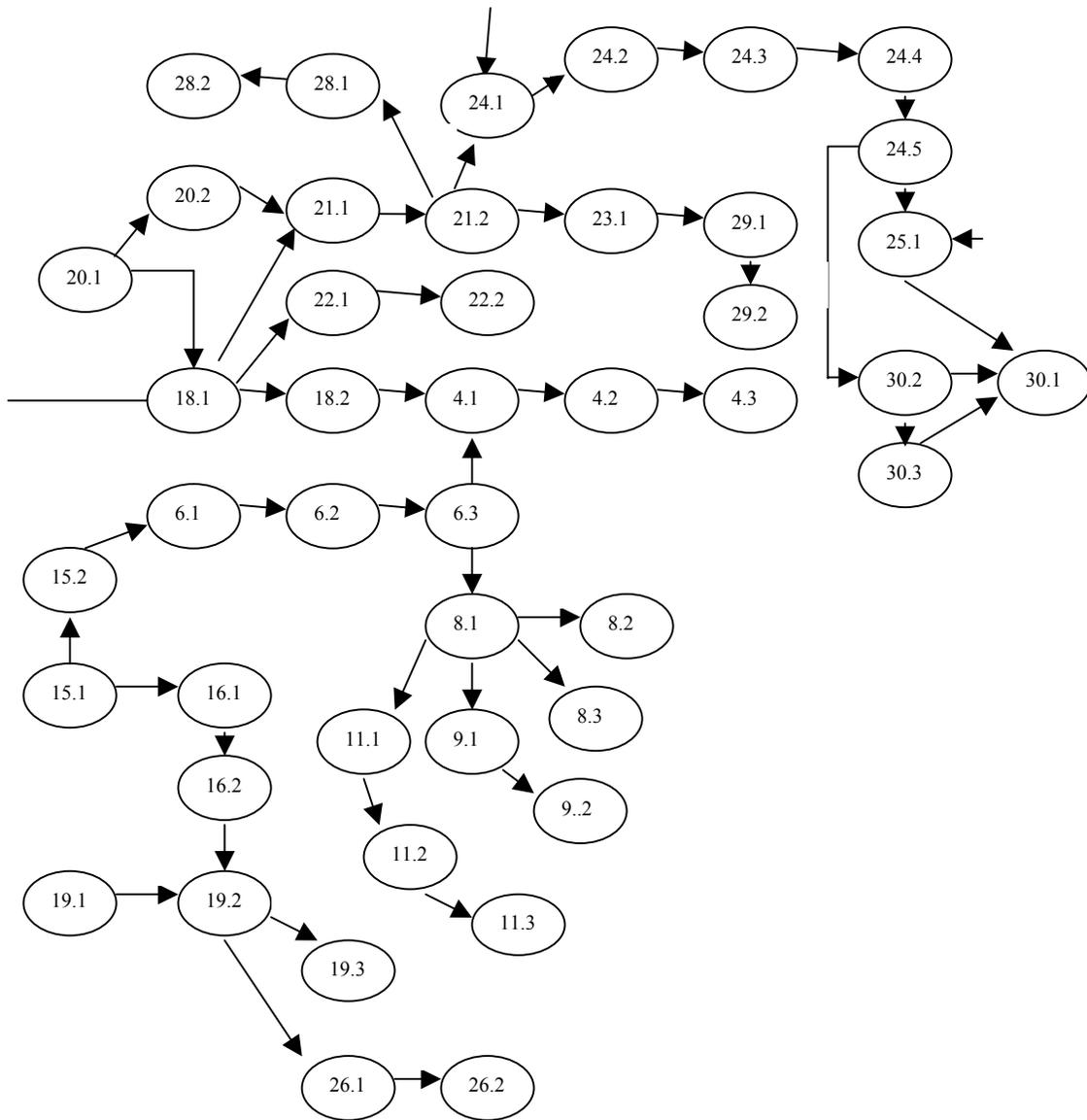


Figura 2.16. La Red del proyecto nos muestra la dependencia de las actividades entre sí, lo cual nos ayuda a definir la ruta crítica.

En la Red del Proyecto se puede observar que la ruta más larga es la que se forma con las actividades: 20.1, 18.1, 24.1, 24.2, 24.3, 24.4, 24.5, 25.1 y 30.1. Y es la Ruta Crítica del proyecto, ya que esta constituida por las actividades críticas que no deberán descuidarse (ya que se corre el riesgo de que el proyecto en su conjunto se retrase).

Una vez que se ha determinado la Ruta Crítica del Proyecto, en el siguiente capítulo se describirá a detalle el Proyecto “Plan de mantenimiento para el aprovechamiento de los recursos”.

CAPÍTULO 3

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO

En este capítulo se presenta la propuesta del “Plan de mantenimiento para el aprovechamiento de los recursos” de “Conductores Eléctricos”. En primer lugar se publicó el calendario de las actividades que contempla la propuesta, para posteriormente detallar su desarrollo e implantación.

Finalmente se presenta el seguimiento y control.

3.1 Plan de mantenimiento.

El Plan de mantenimiento para el aprovechamiento de los recursos de “Conductores Eléctricos” constituyó un proyecto cuyas actividades se programaron como se indica en las figuras 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5.

ACCIÓN	ACTIVIDAD	SEMANAS																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
4. Impartir cursos a los trabajadores sobre el manejo de sus máquinas.	4.1. Elaborar manuales e instructivos de operación.																								
	4.2. Preparar presentación.																								
	4.3. Impartir cursos.																								
6. Impartir cursos a los trabajadores sobre las labores que van a desempeñar.	6.1. Revisar la descripción de los puestos de trabajo.																								
	6.2. Preparar presentación.																								
	6.3. Impartir cursos.																								

Figura 3.1. Calendarización del programa de Capacitación.

ACCIÓN	ACTIVIDAD	SEMANAS																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
15. Elaborar la descripción de los puestos de trabajo.	15.1 Definir el organigrama de la Gerencia de mantenimiento.	■																							
	15.2 Elaborar la descripción de los puestos de trabajo.		■	■	■	■																			
16. Cuantificar el trabajo de mantenimiento por tipo a fin de estimar la cantidad de personal con capacidades específicas.	16.1 Clasificar el trabajo.		■																						
	16.2 Estimar la cantidad de personal requerido para la realización de cada tipo de trabajo.			■	■																				
18. Elaborar los programas de mantenimiento	18.1 Clasificar la maquinaria y equipo.			■																					
	18.2 Elaborar el programa de mantenimiento por máquina.				■	■	■	■	■																

Figura 3.3. Calendarización del programa de Organización de actividades.

ACCIÓN	ACTIVIDAD	SEMANAS																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
19. Proporcionar a los trabajadores de mantenimiento las herramientas.	19.1 Elaborar un formato de resguardo de herramientas.				■																				

sus máquinas, equipos e instrumentos de trabajo.

El calendario de los cursos se presenta en las tablas 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5.

CALENDARIO PARA CAPACITACIÓN Y EVALUACIÓN 2005.

T. A.	ENERO	FEBRERO			
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
HORARIO	31	1	2	3	4
8:30 a 9:30	P-CL-0	P-CL-0	P-CA-11	P-CA-11	ET-CL-0
10:00 a 11:00	C-CL-0	C-CL-0	M-CL-0	M-CA-11	EP-CL-0
11:00 a 12:00	C-CA-11	C-CA-11	M-CL-0	C-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	M-CA-11
T. B.					
14:00 a 15:00	P-CL-0	P-CL-0	P-CA-11	P-CA-11	ET-CL-0
15:00 a 16:00	C-CL-0	C-CL-0	C-CU	C-CU	EP-CL-0
16:00 a 17:00	C-CA-11	C-CA-11	P-CU	C-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	P-CU
18:00 a 19:00		M-CL-0	M-CL-0	M-CA-11	M-CA-11

Tabla 3.1. Cursos de capacitación impartidos en la semana 10.

T. A.	FEBRERO				
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
HORARIO	7	8	9	10	11
8:30 a 9:30	P-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	P-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	ET-CA-11	P-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	P-FL-7
10:00 a 11:00	C-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	C-FL-7	EP-CA-11	M-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	C-FL-9
11:00 a 12:00	C-FL-7	M-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	M-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	M-FL-7	M-A
12:00 a 13:00	P-A	P-A	C-A	C-A	M-A
13:00 a 14:00	C-CU	C-CU	P-CU	P-CU	M-CU
T. B.					
14:00 a 15:00	P-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	P-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	ET-CA-11	P-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	P-FL-7
15:00 a 16:00	C-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	C-FL-7	EP-CA-11	C-A	C-FL-9
16:00 a 17:00	C-FL-7	P-A	P-A	C-A	M-A
18:00 a 19:00	M-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	M-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	M-FL-7	M-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	M-A

Tabla 3.2. Cursos de capacitación impartidos en la semana 11.

T. A.	FEBRERO				
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
HORARIO	14	15	16	17	18
8:30 a 9:30	P-FL-0	ET-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	P-FL-9	ET-FL-7	P-FA-8
10:00 a 11:00	C-FL-0	M-FL-7	M-FL-7	M-FL-9	M-FL-9
11:00 a 12:00	ET-A	EP-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	M-FL-9	EP-FL-7	M-FL-9
12:00 a 13:00	EP-A	EP-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	ET-CU	C-F	C-F
13:00 a 14:00	M-CU	M-CU	EP-CU	C-SI, SC, JTI, JTC	C-SI, SC, JTI, JTC
T. B.					
14:00 a 15:00	P-FL-9	ET-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	P-FL-9	ET-FL-7	P-FA-8
15:00 a 16:00	C-FL-9	M-FL-7	M-FL-7	EP-CU	M-FL-9
16:00 a 17:00	ET-A	EP-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	M-FL-9	EP-FL-7	C-FA-8
17:00 a 18:00	EP-A	EP-FL-1, 2, 3, 4, 5, 6	ET-CU	M-FL-9	C-F
18:00 a 19:00	M-CU	M-CU			

Tabla 3.3. Cursos de capacitación impartidos en la semana 12.

T. A.	FEBRERO				
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
HORARIO	21	22	23	24	25
8:30 a 9:30	ET-FL-9	P-FA-8	P-FA-10	ET-FA-8	P-FA-10
10:00 a 11:00	C-FA-8	C-FA-8	M-FA-8	EP-FA-8	M-FA-10
11:00 a 12:00	EP-FL-9	C-FA-10	C-FA-10	M-FA-10	M-F
12:00 a 13:00	EP-FL-9	P-F	P-F	M-F	
13:00 a 14:00	P-SI, SC, JTI, JTC	P-SI, SC, JTI, JTC	M-SI, JTI	M-SI, JTI	M-SC, JTC
T. B.					
14:00 a 15:00	ET-FL-9	P-FA-8	P-FA-10	ET-FA-8	P-FA-10
15:00 a 16:00	C-FA-8	C-FA-10	P-SI, SC, JTI, JTC	EP-FA-8	C-SI, SC, JTI, JTC
16:00 a 17:00	EP-FL-9	P-SI, SC, JTI, JTC	C-FA-10	C-SI, SC, JTI, JTC	M-SC, JTC
17:00 a 18:00	EP-FL-9	P-F	P-F	M-SI, JTI	M-SC, JTC
18:00 a 19:00	M-FA-8	M-F	M-SI, JTI		

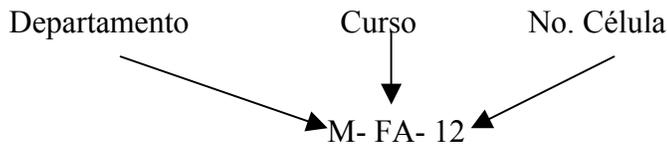
Tabla 3.4. Cursos de capacitación impartidos en la semana 13.

T. A.	FEBRERO	MARZO			
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
HORARIO	28	1	2	3	4
8:30 a 9:30	ET-FA-10	ET-F			
10:00 a 11:00	EP-FA-10	ET-SI, SC, JTI, JTC	ET-IP, LP	P-FA-12	
11:00 a 12:00	M-F	EP-F	EP-IP, LP	C-FA-12	ET-FA-12
12:00 a 13:00	C-IP, LP	P-IP-LP	P-FA-12	M-FA-12	EP-FA-12
13:00 a 14:00	C-IP, LP	EP-SI, SC,		M-FA-12	

		JTI, JTC			
T. B.					
14:00 a 15:00	ET-FA-10	ET-F	ET-IP, LP	C-IP, LP	
15:00 a 16:00	EP-FA-10	ET-SI, SC, JTI, JTC	EP-F	C- IP, LP	
16:00 a 17:00	M-F	EP-SI, SC, JTI, JTC	EP-PI, LP	P-IP-LP	

Tabla 3.5. Cursos de capacitación impartidos en la semana 14.

Descripción de las claves:



Nomenclatura:

Departamento	Clave
Calidad	C
Producción	P
Mantenimiento	M

Curso	Clave
Almacén	A
Cobre	CU
Corte de líneas	CL
Corte de arneses	CA
Extrusión (forado)	F
Fabricación de arneses	FA
Fabricación de líneas	FL
Inspección de proceso	IP
Jefe de turno de inyección	JTI
Jefe de turno de cables	JTC
Liberación de producto terminado	LP
Supervisión de cables	SC
Supervisión de inyección	SI

Evaluación teórica	ET
Evaluación práctica	EP

Acción 6.

Actividades 6.1, 6.2 y 6.3.

De acuerdo al puesto de trabajo se acordó dar una introducción a los trabajadores de nuevo ingreso.

Programa de incentiación.

Responsables: Jefe de Contabilidad y Gerente de Mantenimiento.

Acción 8.

Actividades 8.1, 8.2 y 8.3.

El programa de actividades recreativas se ilustra en la figura 3.6.

PROGRAMA ANUAL DE ACTIVIDADES RECREATIVAS PARA EL 2005

Actividad	Motivo	Fecha	Lugar	Hora	Observaciones
Convivencia Familiar	Festejo del día del niño y día de las madres	10 de mayo	“Parque de los Coyotes”	14:00-17:00	Confirmar asistencia
Cena	Noche mexicana	14 de septiembre	Por confirmar	Por confirmar	Cooperación \$50.00 por persona.
Comida	Fin de año	20 de diciembre	Por confirmar	15:00-21:00	
Actividades recreativas extraordinarias:					

Tabla 3.6. En el programa se contemplaron las actividades recreativas ordinarias y extraordinarias.

Acción 9.

Actividades 9.1 y 9.2.

Para darle una imagen más agradable del comedor se pintó y se cambió parte del mobiliario. Además se decoró con cuadros paisajistas.

Acción 11.

Actividades 11.1, 11.2 y 11.3

El Gerente de Mantenimiento junto con su personal seleccionaron un lugar para poner el

periódico mural. Y en éste se publicó como punto principal la misión de dicha Gerencia “*Brindar un servicio oportuno a clientes internos y externos, optimizando los recursos materiales y humanos*”.

Como noticias importantes se acordó publicar el cumpleaños de los trabajadores (mes con mes), así como propaganda de exposiciones y cursos de interés para motivar la superación del personal de la Gerencia.

Programa de organización de actividades.

Responsables: Gerente de Mantenimiento.

Acción 15.

Actividad 15.1. Definir el organigrama de la Gerencia de Mantenimiento.

El organigrama que se propuso es el que se muestra en la figura 3.6.

Organigrama de la Gerencia de Mantenimiento

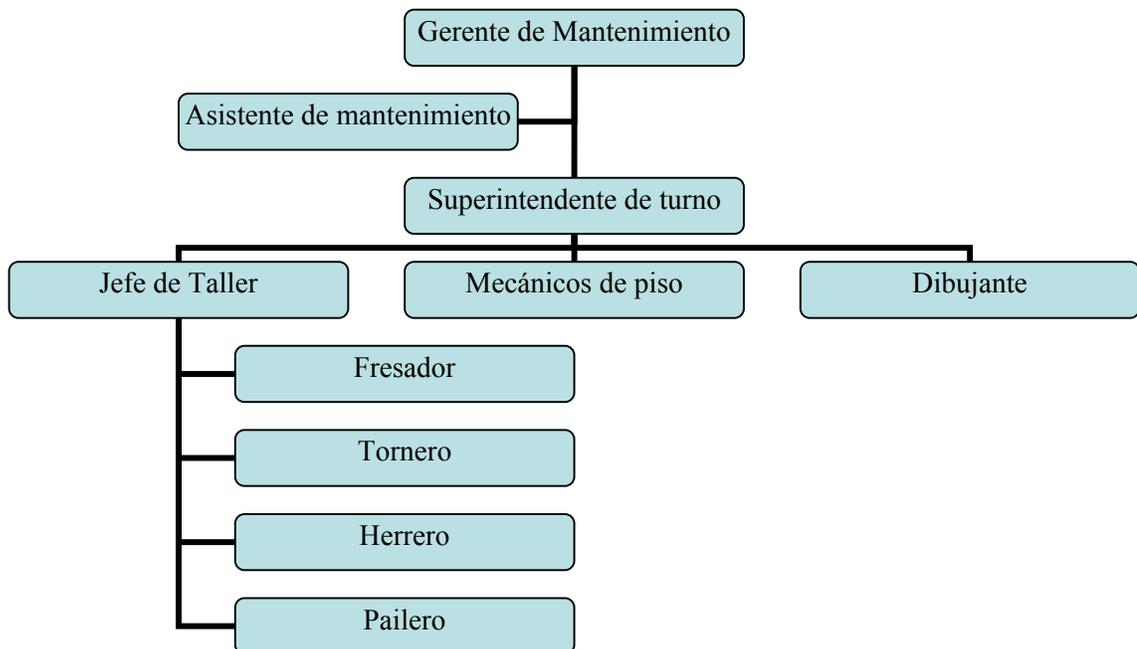


Figura 3.6. Con este organigrama se pretende que las funciones estén distribuidas de manera más coherente, de acuerdo a las necesidades requeridas en la organización.

Acción 15.

Actividad 15.2. Elaborar la descripción de los puestos de trabajo.

De acuerdo al organigrama se definieron cada uno de los puestos de trabajo del personal que integra la Gerencia de Mantenimiento.

Puesto: Gerente de mantenimiento.

Jefe inmediato: Gerente general

Subordinados: Asistente de mantenimiento y Superintendente de turno

Funciones principales: Planear, coordinar las actividades de mantenimiento, así como diseñar proyectos de ingeniería.

Puesto: Asistente de mantenimiento.

Jefe inmediato: Gerente de mantenimiento

Subordinados: ninguno

Funciones principales: Realizar todas las labores administrativas del área, así como realizar compras con la caja chica.

Puesto: Superintendente de turno.

Jefe inmediato: Gerente de mantenimiento

Subordinados: Jefe de taller, Mecánicos de piso y Dibujante

Funciones principales: Supervisar y coordinar los trabajos de mantenimiento.

Puesto: Dibujante.

Jefe inmediato: Gerente de mantenimiento.

Subordinados: ninguno

Funciones principales: Dibujar los planos de maquinaria, equipos y refacciones.

Puesto: Fresador.

Jefe inmediato: Jefe de taller

Subordinados: ninguno

Funciones principales: Realizar los trabajos de fresado requeridos.

Puesto: Tornero.

Jefe inmediato: Jefe de taller

Subordinados: ninguno.

Funciones principales: Realizar los trabajos de torno requeridos.

Puesto: Herrero.

Jefe inmediato: Jefe de taller

Subordinados: ninguno.

Funciones principales: Realizar los trabajos de herrería.

Puesto: Pailero.

Jefe inmediato: Jefe de taller

Subordinados: ninguno.

Funciones principales: Realizar los trabajos de paileria necesarios.

Acción 16.

Actividad 16.1. Clasificar el trabajo.

La clasificación del tipo de trabajo se puede observar en el organigrama de la Gerencia.

Actividad 16.2. Estimar la cantidad de personal requerido para la realización de cada tipo de trabajo.

De acuerdo a una estimación del trabajo por tipo se determinó la cantidad de personas con capacidades específicas. Véase figura 3.7.

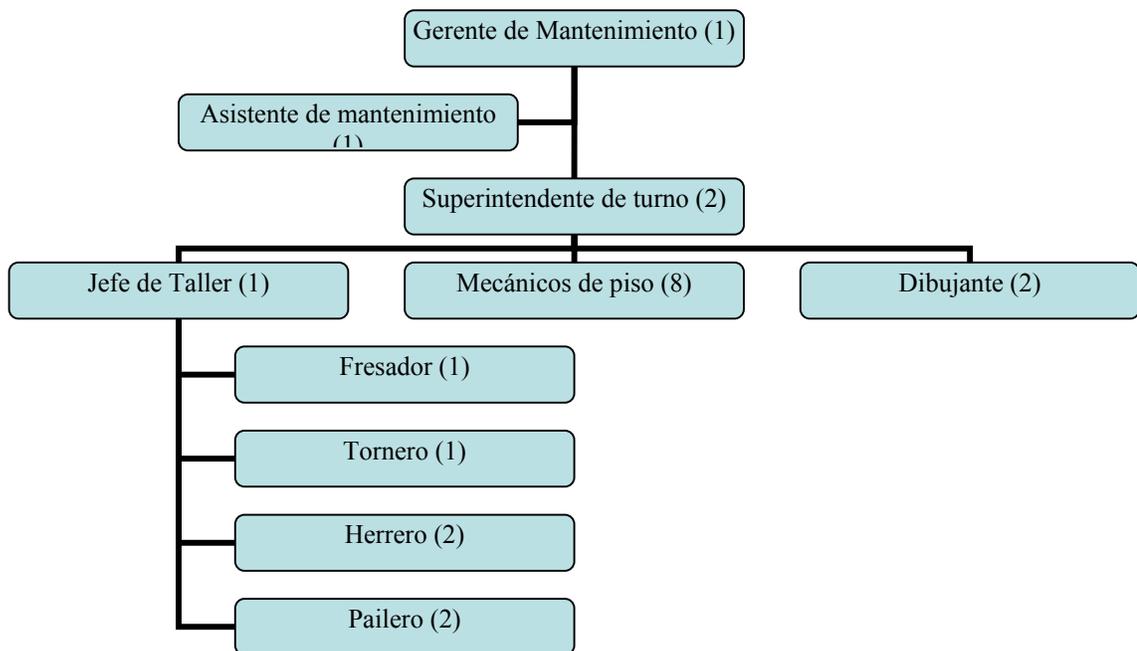


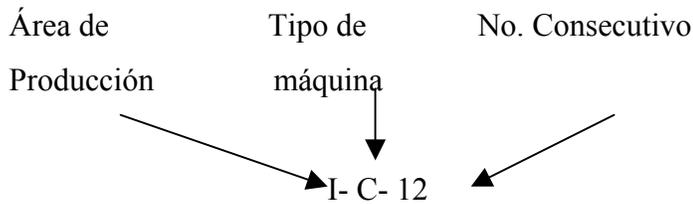
Figura 3.7. El número entre paréntesis indica la cantidad de personal de cada puesto de trabajo.

Acción 18.

Actividad 18.1 Clasificar la maquinaria y equipo.

La maquinaria y equipo se clasificaron de acuerdo al área de producción a la que pertenecen, así también, como a la función que realizan.

La clasificación quedó como sigue:



Área de producción	Clave
Arneses	A
Cobre	C
Inyección	I

Tipo de máquina	Clave
Cortadora	C
Horno	H
Enroladora	E
Prensa	P
Inyectora	I
Mesa de prueba de polaridad	MP
Punteadora	P
Troqueladora	T
Probador	PR
Deschaquetadora	D
Estañadora	E

Actividad 18.2. Elaborar el programa de mantenimiento por máquina.

Se hicieron los programas de mantenimiento de las máquinas.

Programa de organización de recursos materiales.

Responsables: Gerente de Mantenimiento.

Acción 19.

Actividades 19.1, 19.2 y 19.3

Se proporcionó a los trabajadores de mantenimiento las herramientas necesarias para realizar sus actividades.

El formato que se diseñó para el resguardo de las herramientas se presenta a continuación:

Fecha: _____

Por este medio se le da a _____ (nombre)

Acción 21.

Actividades 21.1, 21.2

Se realizó el inventario de las refacciones e insumos necesarios para dar mantenimiento con base en la actividad 18.1.

Acción 22.

Actividades 22.1, 22.2

Se concentró la documentación y se identificó y clasificó con base en la actividad 18.1.

Acción 23.

Actividad 23.1

Se concentraron refacciones e insumos en un almacén exclusivo para uso de mantenimiento.

Programa de seguimiento y control de actividades e información.

Responsables: Gerente de Mantenimiento, Gerente de Calidad, Gerente de Producción.

Acción 24.

Actividades 24.1, 24.2, 24.3, 24.4, 24.5

Estas actividades aun se encuentran en proceso.

Acción 25.

Actividades 25.1

Actualmente se da seguimiento a los trabajos de mantenimiento pendientes.

Acción 26.

Actividades 26.1, 26.2.

Bimestralmente se está revisando la herramienta a los trabajadores.

Acción 27.

Actividades 27.1, 27.2

Se elaboró el formato para solicitar trabajos de mantenimiento. Véase figura 3.8.

CONDUCTORES ELÉCTRICOS QUINRO, S.A. DE C.V.	
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
ÁREA: _____	FECHA: _____
MAQUINARIA O EQUIPO: _____	No.: _____
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA: _____	

DIBUJO DEL PROBLEMA:	
[Grilla para dibujo]	
SOLUCIÓN:	TEMPORAL <input type="checkbox"/> PERMANENTE <input type="checkbox"/>
REPARACIÓN: _____	

HORA:	INICIO: _____ TERMINACIÓN: _____
_____	_____
MECÁNICO	OPERADOR

Figura 3.8. Este formato constituye el instrumento para solicitar trabajos de mantenimiento.

Acción 28.

Actividades 28.1, 28.2

Se elaboró el formato para solicitar materiales a compras.

Acción 29.

Actividades 29.1, 29.2

Se están controlando las salidas de almacén mediante un formato.

Acción 30.

Actividades 30.1, 30.2, 30.3

Se esta realizando un reporte mensual de los trabajos de mantenimiento realizados, así como de aquellos que quedan pendientes (señalando las causas). Así como de los costos de mantenimiento.

Aun se encuentra en proceso la base de datos.

3.3 Seguimiento y control.

El seguimiento y control de la implantación del plan de mantenimiento se lleva acabo cotejando las actividades efectuadas contra las planeadas en el calendario del plan. Y comparando los costos reales contra los estimados. No se presenta dicha comparación, ya que aun no se concluyen algunas actividades.

En el siguiente apartado se presentan algunos resultados de la ejecución del plan de mantenimiento.

3.4 Resultados.

El plan de mantenimiento se planeo para ejecutarse en los dos últimos meses del año 2004 y los cuatro primeros del 2005, cabe mencionar que algunas actividades aún no se concluyen (las de la acción 24), pero la mayor parte del plan ya se ha concluido y se ha puesto en marcha. Algunos de los resultados de la implantación y puesta en marcha del plan se presentan en la tabla 3.7.

RESULTADOS

<i>Descripción:</i>	<i>Antes:</i>	<i>Después:</i>
Desperdicio de material y merma.	25%	5%
Eficiencia en producción.	55%	80%

Paros en producción por fallas de maquinaria	2 al día	2 a la semana
Accidentes de trabajo.	5 al mes	1 al mes
Ambiente de trabajo.	hostil	agradable
Información sobre costos de mantenimiento.	no confiable	confiable
Costos por mantenimiento.	altos	moderados
Rotación de personal.	alta	baja
Inventario de maquinaria y equipo.	inexistente	existente
Inventario de refacciones e insumos.	inexistente	existente

Tabla 3.7. Los resultados que se presentan son sólo los obtenidos en el segundo cuatrimestre del 2005.

Como se puede observar los resultados del Plan de Mantenimiento son realmente significativos y económicamente representan una cantidad importante para la empresa “Conductores Eléctricos”. No se presenta el análisis financiero correspondiente debido a que no se tuvo acceso a dicha información, sin embargo se estima que los resultados presentados representan una pequeña parte del beneficio que generará el plan de mantenimiento en un futuro. Si se da seguimiento y control a las actividades de mantenimiento.

CONCLUSIONES

Para finalizar este trabajo se tienen las siguientes conclusiones:

1. La aplicación de las técnicas de planeación en la identificación y solución de problemas son de gran utilidad y los beneficios obtenidos son considerables. El caso de “Conductores Eléctricos” es sólo un ejemplo de la solución de problemas en una empresa como muchas otras existen en México.
2. Considero que se deberían aplicar con más frecuencia las técnicas de planeación en la identificación y solución de problemas en empresas mexicanas, principalmente en aquellas que son de tipo familiar, ya que es en éstas donde se tiene la menor eficiencia y el mayor desperdicio de recursos.
3. La solución de problemas requiere de la disponibilidad del personal de la empresa y del acceso a la información.
4. La empresa “Conductores Eléctricos” tiene un gran potencial, dado el crecimiento que ha tenido en los últimos años, Y a pesar de ser una empresa familiar compite con el “monstruo” de las empresas orientales y se mantiene como uno de los proveedores principales de las empresas fabricantes de aparatos electrodomésticos, más importantes del país.
5. Considero que se debería apoyar más a las empresas mexicanas de tipo familiar; proponiéndoles proyectos que las haga más rentables.

ANEXOS

A1. La metodología de sistemas suaves.

De acuerdo a lo señalado por Checkland en sus artículos. Lo primero que se debe hacer para solucionar problemas de sistemas suaves es:

1. Mapa Conceptual

Para identificar el problema a atacar se elabora un mapa conceptual de la situación problemática.

Se siguen los siguientes pasos:

a) Elaboración de una “Figura Rica”.

Se dibuja una imagen de la situación problemática, ilustrando las supuestas acciones y/o aspectos involucrados en ella.

b) Elaboración de Mapa Conceptual.

Apoyándonos de la “Figura Rica” podemos elaborar el Mapa Conceptual tomando en cuenta lo siguiente:

- Decidir que tipo de diagrama es el más adecuado.
- Elegir símbolos específicos para cada tipo de actividad.
- Señalar la dependencia entre actividades.
- Ilustrar las relaciones estructurales entre los elementos que intervienen en el sistema, así como los flujos de materiales, información, capital, etc.
- Proporcionar claves para asegurar que diferentes lectores lo interpreten de la misma forma.
- Cabe recordar que un Mapa Conceptual señala como es en realidad un sistema.

2. Modelo conceptual

Un Modelo Conceptual nos indica como debería ser un sistema.

Para elaborar un Modelo Conceptual debemos considerar los siguientes puntos:

- Se sugiere utilizar óvalos para ilustrar cada actividad.
- Describir las actividades empleando verbos en infinitivo
- Unir las actividades mediante preposiciones

El mantenimiento constituye una parte muy importante en una empresa. Por lo que es importante identificar todas las partes que intervienen en el sistema de mantenimiento.

La metodología de sistemas suaves establece los lineamientos generales para representar a un sistema de manera gráfica mediante mapas conceptuales.

Los mapas conceptuales ilustran los elementos más importantes del sistema, así como las relaciones entre éstos y sus funciones (para esto los elementos se unen mediante arcos y nodos).

A2. Las técnicas heurísticas de planeación.

Técnica TKJ

La Técnica TKJ “Team Kawakita Jiro” de origen Japonés es una técnica muy útil para diagnosticar y solucionar problemas. Tiene como características principales:

- 1) Se realiza en grupo
- 2) Requiere disposición de los participantes
- 3) Es necesario apegarse a un programa de trabajo
- 4) Estimula la sinergia
- 5) Motiva a los participantes a comprometerse
- 6) Conscientiza y sensibiliza a los participantes

El procedimiento de la técnica TKJ es el siguiente:

- 1) Formulación del problema.

En primer lugar se formula el problema, para lo cual se integra el grupo de trabajo seleccionando cuando menos a un representante de cada grupo de personas involucradas en el problema. El grupo debe contar con un mínimo de cinco personas o con un máximo de nueve. El grupo es dirigido por un

facilitador, quien explica la dinámica de la técnica y promueve la confianza entre los participantes.

El grupo se reúne en un lugar tranquilo. El facilitador solicita a los integrantes del grupo que anoten en tarjetas los “hechos” más relevantes acerca del problema. Se reúnen las tarjetas, se revuelven y se intercambian, con el fin de que cada persona tenga tarjetas diferentes a las que escribió. Las tarjetas de contenido similar se agrupan y se introducen en un sobre que lleva como título un hecho más profundo que es la causa que generó los hechos contenidos en las tarjetas. Se agrupan los sobres hasta que queden solo dos o tres agrupamientos que constituyen el resultado final y su síntesis representa la causa raíz del problema. Los resultados obtenidos pueden representarse mediante un diagrama de árbol o de Kawakita.

2) Identificación y diseño de la solución.

Los miembros del grupo escriben en tarjetas las acciones de solución basándose en el diagrama de árbol (o Kawakita). Las tarjetas se intercambian y agrupan como en el punto anterior, de tal manera que se obtenga una solución producto de la síntesis final. El resultado se ilustra mediante un diagrama de soluciones similar al del punto anterior.

3) Acciones de implantación y control

Del diagrama del punto anterior cada integrante del grupo selecciona tarjetas de solución y escribe en otras tarjetas acciones que contribuirán a lograr la solución planteada en cada tarjeta. Describe los recursos necesarios para llevar a cabo las acciones y la forma de control y evaluación de las mismas.

Finalmente se integran todos los compromisos y se establece la forma de evaluación y control de los mismos.

Matrices para la evaluación y selección de alternativas.

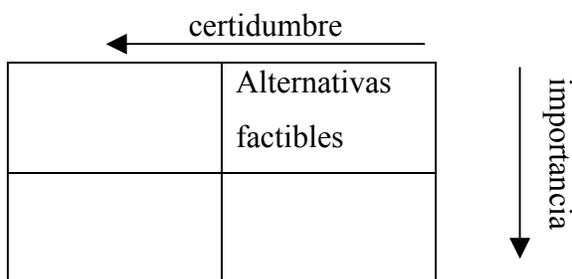
Las matrices para la evaluación y selección de alternativas constituyen herramientas muy importantes en la solución de problemas. Su arreglo

matricial resulta fácil de comprender y aplicar. Existen varios tipos de matrices para la evaluación, que se emplean de acuerdo a requerimientos específicos, el arreglo matricial que aplicare es el de matrices para valorar alternativas.

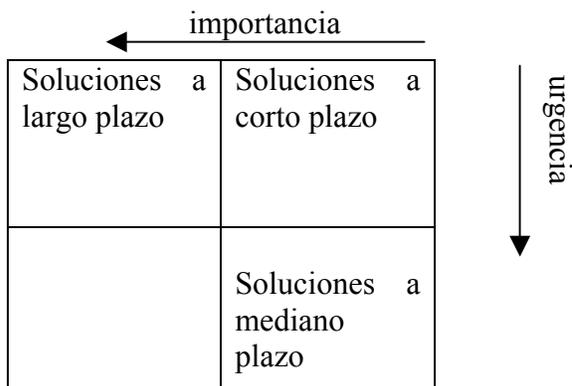
Las matrices para valorar alternativas están constituidas por arreglos matriciales que relacionan dos planteamientos uno de Mason y Mitroff, y el otro de Covey. Estos arreglos tienen como fin priorizar alternativas.

El arreglo planteado por Mason y Mitroff prioriza de acuerdo a la certidumbre y la importancia, en tanto que, el de Covey se basa en importancia y urgencia.

Matriz de Mason y Mitroff



Matriz de Covey



Por lo que, primero se aplica el arreglo de Mason y Mitroff, las alternativas que se encuentren en el primer cuadrante se evalúan con la matriz de Covey, esto dará como resultado alternativas factibles, importantes y urgentes.

A3 Tipos de mantenimiento.

El mantenimiento se puede definir como todas aquellas actividades encaminadas a reparar, mantener y /o conservar en buen estado el material, maquinaria, equipos, edificios, instalaciones, etc.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es una actividad periódica para detectar condiciones que pudieran causar descomposturas, paros de emergencia o pérdida. En otras palabras el mantenimiento preventivo es una rápida detección y tratamiento de las anormalidades del equipo antes de que causen defectos o pérdidas. Es medicina preventiva para el equipo.

La rutina de mantenimiento diario se considera como mantenimiento preventivo.

Mantenimiento predictivo

Las metodologías de mantenimiento conocidas como mantenimiento predictivo y mantenimiento basado en las condiciones, están ganando terreno como reemplazos confiables del mantenimiento periódico y reexaminación.

Los métodos constituyen un nuevo tipo de mantenimiento preventivo que usa medición moderna y técnicas de señal de proceso para diagnosticar la condición del equipo. Para permanecer competitivas las compañías deben cambiar del mantenimiento periódico al predictivo, en el equipo que es caro en reparación o que causa serias pérdidas si se descompone.

Mantenimiento correctivo.

Se realiza cuando no alguna maquinaria y/o equipo falla en horarios de operación, generalmente se realiza este servicio de “emergencia”.

A4 Administración del mantenimiento

El mantenimiento incluye el análisis de las actividades planeadas de plazo intermedio y largo seleccionando estándares de mantenimiento, preparando y ejecutando planes de mantenimiento, manteniendo los registros de mantenimiento.

Estandarización de las actividades de mantenimiento

Las actividades de mantenimiento deben estandarizarse, las razones son las siguientes:

- Las actividades diversas de mantenimiento no pueden ser ejecutadas efectivamente si cada quién las realiza como le guste.
- Las técnicas y destrezas de mantenimiento llevan largo tiempo para ser ejecutadas adecuadamente.
- El trabajo de mantenimiento es menos efectivo que el de producción pues es menos repetitivo.

La estandarización dirige estos problemas incorporando manuales. Tales documentos permiten que un gran número de trabajadores, incluyendo los nuevos, hagan el trabajo que previamente fue hecho por trabajadores con experiencia. Esta capacidad de entrenar e involucrar muchos individuos en el trabajo de mantenimiento es clave para desarrollar un programa eficiente de mantenimiento. Los estándares se deben revisar al menos una vez al año.

Procedimientos del trabajo de mantenimiento.

Son procedimientos y métodos de trabajo, tiempos para inspección, servicio, reparación y otros tipos de trabajo de mantenimiento

Planes de mantenimiento.

El mantenimiento periódico y rutinario debe ser bien planeado y ser razonable. Debe estar basado en las condiciones reales del equipo tomando en consideración las prioridades y recursos presentes y futuros y construirlo en

pasos para asegurar que los recursos necesarios estén disponibles para cuando se necesite.

Los planes de mantenimiento son clasificados por período o por proyecto.

Plan de mantenimiento anual. Se designa para asegurar la confiabilidad del equipo por largo plazo.

Planes de mantenimiento mensual. Son planes de acción para hacer el trabajo requerido por el plan de mantenimiento anual.

Planes para proyectos mayores de mantenimiento. Son trabajos grandes como reparaciones periódicas o trabajo de cambio, que requiere apagar el equipo por un determinado período. Son costosos y consumen mucho tiempo, así que el objetivo más importante es reducir su duración. El plan es necesario para materiales, fuerza de trabajo, movilización y subcontratos.

El trabajo consiste en una serie de trabajos pequeños, los procedimientos detallados deben ser preparados para cada trabajo, Para facilitar el control del progreso se usa PERT o CPM.

Administración de proyectos. Típicamente los proyectos consisten de exámenes periódicos y mantenimiento preventivo para mantener al equipo en un desempeño consistente, así como para construcciones nuevas o expansión de las existentes, reemplazo, reconstrucción, etc. Administración del proyecto significa ejecutar el trabajo en la forma planeada y de la forma más efectiva respecto al costo.

FUENTES DE CONSULTA

- **Chekland, P. B. (1981): Systems Thinking, Systems Practice. John Wiley & Sons, New York.**
- **Checkland, P. B. Techniques in soft systems practice part 1: Systems diagrams, some tentative guidelines. Journal of Applied Systems Analysis. Volume 6, 1979.**
- **Checkland, P. B. Techniques in soft systems practice part 2: Building conceptual models. Journal of Applied Systems Analysis. Volume 6, 1979.**
- **Checkland, P. B. Techniques in soft systems practice part 3: Monitoring and control in conceptual models and in evaluation studies. Journal of Applied Systems Analysis. Volume 17, 1990.**
- **Fuentes Zenón Arturo. El pensamiento sistémico. Cuadernos de planeación y sistemas. 1993. División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería.**
- **Mintzberg, H. (1994). Rethinking Strategic Planning. Long Range Planning. Vol. 27, No. 3, pp. 12-21.**
- **Perales Rivera Silvia. Bases conceptuales y metodológicas para el diagnóstico. 1988. División de Estudios de Posgrado. Facultad de Ingeniería.**
- **Sánchez Guerrero Gabriel. Técnicas participativas de planeación. Fundación ICA, México.**