

**PROGRAMA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA
TALLER INDUSTRIAL ALBERTO VASQUEZ DEL SECTOR METALMECANICO**

JORGE ANDRES RUBIO CORDON

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN DE GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2016

**PROGRAMA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA
TALLER INDUSTRIAL ALBERTO VASQUEZ DEL SECTOR METALMECANICO**

JORGE ANDRES RUBIO CORDON

**Trabajo de Grado para optar al título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

Director

ALFONSO SANTOS JAIMES

Ingeniero Mecánico MSc

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN DE GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2016

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto a Dios primeramente, porque por medio de él todo es posible, con fe y esperanza. y agradecer a mis padres Ludwing Rubio Abreu y Dora Beatriz Cordón Sanabria por el apoyo y el empuje que me dieron día a día para lograr este logro tan importante en mi vida.

Jorge Rubio

CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCION | 15 |
| 1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA | 16 |
| 1.1. HISTORIA..... | 16 |
| 1.2. MISIÓN..... | 17 |
| 1.3. VISIÓN..... | 17 |
| 1.4. SERVICIOS DE LA ORGANIZACIÓN..... | 18 |
| 1.5. POLÍTICA DE CALIDAD..... | 18 |
| 1.6. ORGANIGRAMA..... | 18 |
| 1.7. INSTALACIONES Y PROCESO DE PRODUCCIÓN..... | 18 |
| 1.7.1. Unidad de Maquinado o Mecanizado..... | 21 |
| 1.7.2. Unidad de Estructuras..... | 21 |
| 1.7.3. Unidad de Ensamble y Montaje..... | 21 |
| 1.7.4. Unidad de Pintura..... | 22 |
| 1.7.5. Unidad de Carpintería..... | 23 |
| 1.7.6. Unidad de Servicios..... | 23 |
| 1.7.7. Sección de almacén..... | 23 |
| 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | 24 |
| 2.1. ANTECEDENTES..... | 24 |
| 2.2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA..... | 24 |
| 2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 25 |
| 2.4. OBJETIVOS..... | 25 |
| 2.4.1. Objetivo General..... | 25 |
| 2.4.2. Objetivos Específicos..... | 25 |
| 2.5. MARCO REFERENCIAL..... | 26 |
| 2.5.1. Descripción..... | 26 |
| 2.5.2. Costos Actuales de Mantenimiento de la Empresa Taller Industrial Alberto Vasquez..... | 28 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 3. | MARCO TEÓRICO | 29 |
| 3.1. | GESTION DE MANTENIMIENTO | 29 |
| 3.2. | PRINCIPIOS TEÓRICOS | 30 |
| 3.2.1. | Investigación de Operaciones | 31 |
| 3.2.2. | Mantenimiento industrial. | 31 |
| 3.2.3. | Seguridad e higiene industrial | 31 |
| 3.3. | DEFINICIÓN DE CONCEPTOS | 32 |
| 3.4. | EL MANTENIMIENTO CON RELACIÓN A LAS NORMAS ISO SERIE 9000 | 34 |
| 4. | DIAGNÓSTICO DE LA FUNCIÓN DE MANTENIMIENTO EN TALLER INDUSTRIAL ALBERTO VASQUEZ. | 37 |
| 4.1. | ORGANIZACIÓN | 37 |
| 4.2. | ADMINISTRACIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO | 38 |
| 4.3. | PLANEACIÓN DE MANTENIMIENTO | 39 |
| 4.4. | USO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS | 39 |
| 4.5. | DOCUMENTACIÓN TÉCNICA | 40 |
| 4.6. | INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS DE MANTENIMIENTO | 41 |
| 4.7. | SERVICIOS DE TERCEROS | 41 |
| 4.8. | PERSONAL | 41 |
| 4.9. | DIAGNÓSTICO DE CONDICIÓN DE LAS MÁQUINAS | 42 |
| 4.10. | ALMACÉN Y MANEJO DE REPUESTOS | 43 |
| 4.11. | INDICADORES DE GESTIÓN | 44 |
| 5. | PROGRAMA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO EN TALLER INDUSTRIAL ALBERTO VASQUEZ. | 45 |
| 5.1. | OBJETIVO | 45 |
| 5.2. | PROPÓSITO SECUNDARIO | 45 |
| 5.3. | ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROGRAMA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO | 46 |
| 5.4. | FLUJO BÁSICO DE MANTENIMIENTO | 47 |

| | |
|--|-----------|
| 5.5. ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO..... | 47 |
| 5.5.1. Mantenimiento Autónomo | 48 |
| 5.5.2. Inspecciones periódicas programadas..... | 49 |
| 5.5.3. Lubricación..... | 50 |
| 5.5.4. Ajustes | 50 |
| 5.6. CODIFICACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS | 51 |
| 5.6.1. Código de área de producción..... | 51 |
| 5.6.2. Clase de equipo | 52 |
| 5.6.3. Número Consecutivo..... | 54 |
| 5.7. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS..... | 54 |
| 5.8. SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO..... | 58 |
| 5.8.1. Inventario de máquinas y equipo | 59 |
| 5.8.2. Ficha técnica..... | 59 |
| 5.8.3. Carta de lubricación..... | 63 |
| 5.8.4. Control de lubricación..... | 66 |
| 5.8.5. Historial de máquinas y equipos..... | 66 |
| 5.8.6. Costos de mantenimiento por equipo..... | 68 |
| 5.8.7. Programa de mantenimiento preventivo por equipo..... | 68 |
| 5.8.8. Mantenimiento autónomo..... | 69 |
| 5.8.9. Inspección de máquinas y equipos | 69 |
| 5.8.10. Programa anual de mantenimiento preventivo..... | 78 |
| 5.8.11. Orden de trabajo de mantenimiento..... | 78 |
| 5.9. PROCEDIMIENTO GENERAL DE MANTENIMIENTO | 78 |
| 6. CICLO DE MEJORAMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO..... | 83 |
| 7. INDICADORES DE MANTENIMIENTO | 85 |
| 7.1. INDICADORES DE GESTIÓN DE EQUIPOS | 85 |
| 7.1.1. Tiempo Medio Entre Fallas (TMEF) | 85 |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| 7.1.2. | Disponibilidad de los equipos (DISP): | 86 |
| 7.2. | INDICADORES DE GESTIÓN DE COSTOS..... | 86 |
| 7.2.1. | Costo de mantenimiento por facturación (CMFT):..... | 86 |
| 7.2.2. | Costo de la eficiencia del mantenimiento (CEFM)..... | 87 |
| 7.3. | INDICADORES DE GESTIÓN DE MANO DE OBRA | 87 |
| 7.3.1. | Atención a las solicitudes de mantenimiento (ATSM): | 87 |
| 7.3.2. | Número de trabajos de mantenimiento preventivo (NTMP) | 87 |
| 7.4. | ELABORACIÓN DE INFORMES SOBRE INDICADORES..... | 88 |
| 8. | CONCLUSIONES | 90 |
| | RECOMENDACIONES | 92 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 93 |
| | ANEXOS | 95 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Fachada Taller industrial Alberto Vásquez | 16 |
| Figura 2. Estructura Organizacional de la empresa | 20 |
| Figura 3. Planta Taller Industrial Alberto Vasquez | 21 |
| Figura 4. Unidad de Maquinado..... | 22 |
| Figura 5. Unidades de Estructura, Ensamble y Montajes. | 22 |
| Figura 6. Entradas y salida del PROGRAMA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO. | 46 |
| Figura 7. Flujo básico de trabajos de mantenimiento..... | 47 |
| Figura 8. Sistema de inspecciones periódicas | 50 |
| Figura 9. Estructura del código de equipos..... | 51 |
| Figura 10. Flujo grama de mantenimiento general..... | 79 |
| Figura 11. Ciclo de mejoramiento continuo PHVA | 83 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Costos actuales de mantenimiento | 28 |
| Tabla 2. Código de área de producción. | 51 |
| Tabla 3. Código de equipo..... | 53 |
| Tabla 4. Inventario de equipos..... | 55 |
| Tabla 5. Inventario de Máquinas y Equipos | 61 |
| Tabla 6. Ficha Técnica..... | 62 |
| Tabla 7. Carta de Lubricación | 64 |
| Tabla 8. Control de Lubricación. | 65 |
| Tabla 9. Historia de Máquinas y Equipos..... | 67 |
| Tabla 10. Costos de mantenimiento por equipo..... | 70 |
| Tabla 11. Programa de mantenimiento preventivo por equipo. | 70 |
| Tabla 12. Mantenimiento Autónomo | 71 |
| Tabla 13. Inspección de Máquinas y Equipos..... | 73 |
| Tabla 14. Orden de trabajo de mantenimiento..... | 74 |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo A. Programa de mantenimiento anual | 95 |
|--|----|

RESUMEN

TITULO: PROGRAMA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA TALLER INDUSTRIAL ALBERTO VASQUEZ DEL SECTOR METALMECANICO*

AUTOR: Jorge Andres Rubio Cordon**

PALABRAS CLAVE:

Mantenimiento, calidad, maquinaria, producción.

DESCRIPCIÓN:

La presente monografía presenta un Programa gerencial de Mantenimiento para la empresa taller industrial Alberto Vásquez del sector metalmeccánico, la cual tiene como objetivo asegurar la continuidad del proceso productivo y alcanzar las metas trazadas en la política de gestión de calidad, ya que al implementar dicho plan la empresa desde el nivel gerencial y operacional comenzará a prestar servicios más confiables desde todo punto de vista. De igual forma, el programa de mantenimiento preventivo contribuye en aumentar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, llevando a cabo un mantenimiento planeado, basado en las inspecciones programadas de los posibles puntos a fallar que puedan ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de los equipos e instalaciones.

Además se reducirán los costos de mantenimiento por mano de obra y materiales debido al trabajo de optimización de las operaciones de mantenimiento y la disminución de las reparaciones por fallo imprevisto. También se mejoraran las condiciones de seguridad de los operarios de las máquinas y equipos, además de hacer participe en dicho programa gerencial a todos los directamente vinculados con el área de producción de la empresa, creando estrategias de mantenimiento apropiadas para mejor la calidad de producción de la misma en el mercado local y nacional.

* Monografía.

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. MSc. Alfonso Santos Jaime

ABSTRACT

TITLE: MAINTENANCE MANAGEMENT PROGRAM FOR INDUSTRIAL COMPANY WORKSHOP ALBERTO VASQUEZ THE METALWORKING SECTOR *

AUTHOR: Jorge Andres Rubio Cordon**

KEY WORDS:

Maintenance, quality, machinery, production.

DESCRIPTION:

This monograph presents a management Maintenance Program for the company industrial workshop Alberto Vasquez in the metalworking sector, which aims to ensure the continuity of the production process and achieve the goals set in the management policy quality as to implement the plan the company from the managerial and operational level will start to provide more reliable services from any point of view. Similarly, the preventive maintenance program helps to increase the reliability and availability of equipment, carrying out planned maintenance based on scheduled inspections of possible points to fail they can circumstantially cause production stoppages or serious deterioration of equipment and facilities.

In addition maintenance costs will be reduced by labor and materials due to the work of optimizing maintenance and repairs decreased by glitch. the security of operators of machines and equipment also improved, in addition to participate in this management program to all directly linked to the production area of the company, creating appropriate for better maintenance strategies quality production the same on the local and national market.

* Monograph.

** Faculty of Physical Engineering -Mechanics. School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization. MSc. Alfonso Santos Jaime.

INTRODUCCION

Recientemente, las empresas manufactureras y de procesos metalmecánicos se han visto sometidas a una enorme presión para ser competitivas y ofrecer una entrega oportuna de productos con un alto estándar de calidad. Este nuevo entorno ha obligado a los gerentes e ingenieros a optimizar todos los sistemas que intervienen en el proceso de producción, con el fin de cumplir los requerimientos de sus clientes. En busca de lo planteado, la empresa taller industrial Alberto Vasquez, ha adoptado como política de calidad, suministrar a sus clientes proyectos y servicios que satisfagan sus requisitos, a través de la gestión de sus procesos normalizados según lo planificado en el sistema de gestión de la Calidad ISO 9000 – 2.014.

La implementación de un Programa gerencial de Mantenimiento en la empresa Alberto Vasquez tiene como objetivo asegurar la continuidad del proceso productivo y alcanzar las metas trazadas en la política de gestión de calidad. De igual forma, el programa de mantenimiento preventivo contribuye en aumentar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, llevando a cabo un mantenimiento planeado, basado en las inspecciones programadas de los posibles puntos a fallar que puedan ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de los equipos e instalaciones. Además se reducirán los costos de mantenimiento por mano de obra y materiales debido al trabajo de optimización de las operaciones de mantenimiento y la disminución de las reparaciones por fallo imprevisto. También se mejoraran las condiciones de seguridad de los operarios de las máquinas y equipos, además de hacer participe en dicho programa gerencial a todos los directamente vinculados con el área de producción de la empresa, creando estrategias de mantenimiento apropiadas para mejorar la calidad de producción de la misma en el mercado local y nacional.

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1. HISTORIA

En el año 1986 el empresario Alberto Vásquez, decide formar una empresa de procesos y servicios metalmecánicos, que diera solución a las necesidades locales sobre el gremio. Es así como establece una nueva empresa que garantice la calidad de productos y asesorías técnicas para el sector metalmecánico de la ciudad de Bucaramanga.

Figura 1. Fachada Taller industrial Alberto Vásquez



Fue entonces cuando emprendió el reto que para hoy es una realidad, en cuanto a la fluidez de trabajo que se mantiene y el servicio a tiempo e inmediato que se ofrece a clientes locales y nacionales. Es así como, el taller industrial Alberto Vasquez nace rápidamente y se posiciona en el mercado.

La empresa se ha caracterizado por innovar y aportar con ingeniería y calidad productiva, productos y servicios que mejoren y garantice la calidad en los trabajos para los clientes.

1.2. **MISIÓN**

Somos una empresa Industrial Metalmecánica con una estructura tecnológica competente, que aplica todos sus recursos a la fabricación de elementos y repuestos y la prestación de servicios de Ingeniería, principalmente maquinaria agrícola y servicios técnicos, en el ámbito local y nacional.

Contamos con un excelente equipo humano, altamente calificado, eficaz, eficiente y comprometido con la organización, capaz de orientar el crecimiento y desarrollo de la organización en términos de calidad, productividad y competitividad, orientados a los requerimientos del cliente y apoyados en nuestros proveedores.

Nuestra dinámica es proyectada hacia el diseño, procesos de producción, productos y en el valor agregado, mediante programas de mejoramiento continuo que respondan a criterios de flexibilidad, renovación, cambios tecnológicos, liderazgo hacia el cliente y trabajo en equipo.

1.3. **VISIÓN**

El taller industrial Alberto Vasquez empresa metalmecánica, en el futuro será reconocida como líder en Santander, por su capacidad de oferta de ingeniería principalmente mecánica, fabricación de maquinaria y sus partes y la prestación de servicios de mantenimiento, sobresaldrá por su responsabilidad, capacidad, profesionalismo y competencia, por la mejora continua de sus procesos y productos en pro del entorno y el ser humano, orientada hacia el cliente, al crecimiento, al bienestar y a la ejecución profesional de negocios para beneficio de todos.

1.4. SERVICIOS DE LA ORGANIZACIÓN

Taller industrial Alberto Vásquez dedica su actividad empresarial a atender los requerimiento de fabricación de elementos y equipos, así como las emergencias de sus clientes en cuanto a ingeniería, principalmente mecánica, al suministro de soluciones de alta eficiencia mediante elementos de su fabricación para diferentes sectores de la economía , así como en la atención de soluciones de ingeniería de mantenimiento integral a las máquinas, partes y piezas de las industrias extractivas del mineral de carbón, sector avícola, sector petrolero, el sector eléctrico, la industria de alimentos, la industria semi-pesada y en otros sectores productivos de la región.

1.5. POLÍTICA DE CALIDAD

Taller industrial Alberto Vasquez adopta como política, suministrar a sus clientes productos y servicios que satisfagan sus requisitos, a través de la gestión de sus procesos normalizados según lo planificado en el sistema de gestión de las Calidad ISO 9000 – 2.014.

1.6. ORGANIGRAMA

En la figura 2 se puede observar la estructura organizacional general de la empresa Taller industrial Alberto Vasquez.

1.7. INSTALACIONES Y PROCESO DE PRODUCCIÓN

Taller industrial Alberto Vasquez, cuenta con una planta física con un área total de 1300 metros cuadrados, Ubicada en la carrera 15ª #6-60 barrio chapinero, en la

ciudad de Bucaramanga. está compuesta por una nave lateral para la sección de producción; con oficinas en un primer piso para el área de diseño y apoyo a la producción y en un segundo nivel para el área administrativa y gerencial; posee una bodega al lado izquierdo de la nave de producción, en donde se ubican la oficina de investigación y desarrollo, el almacén de herramientas, productos terminados y control de calidad del producto terminado.

Dentro del esquema general de distribución de planta de Industrias Taller industrial Alberto Vasquez (figura 3), se encuentran las siguientes unidades de producción:

Figura 2. Estructura Organizacional de la empresa

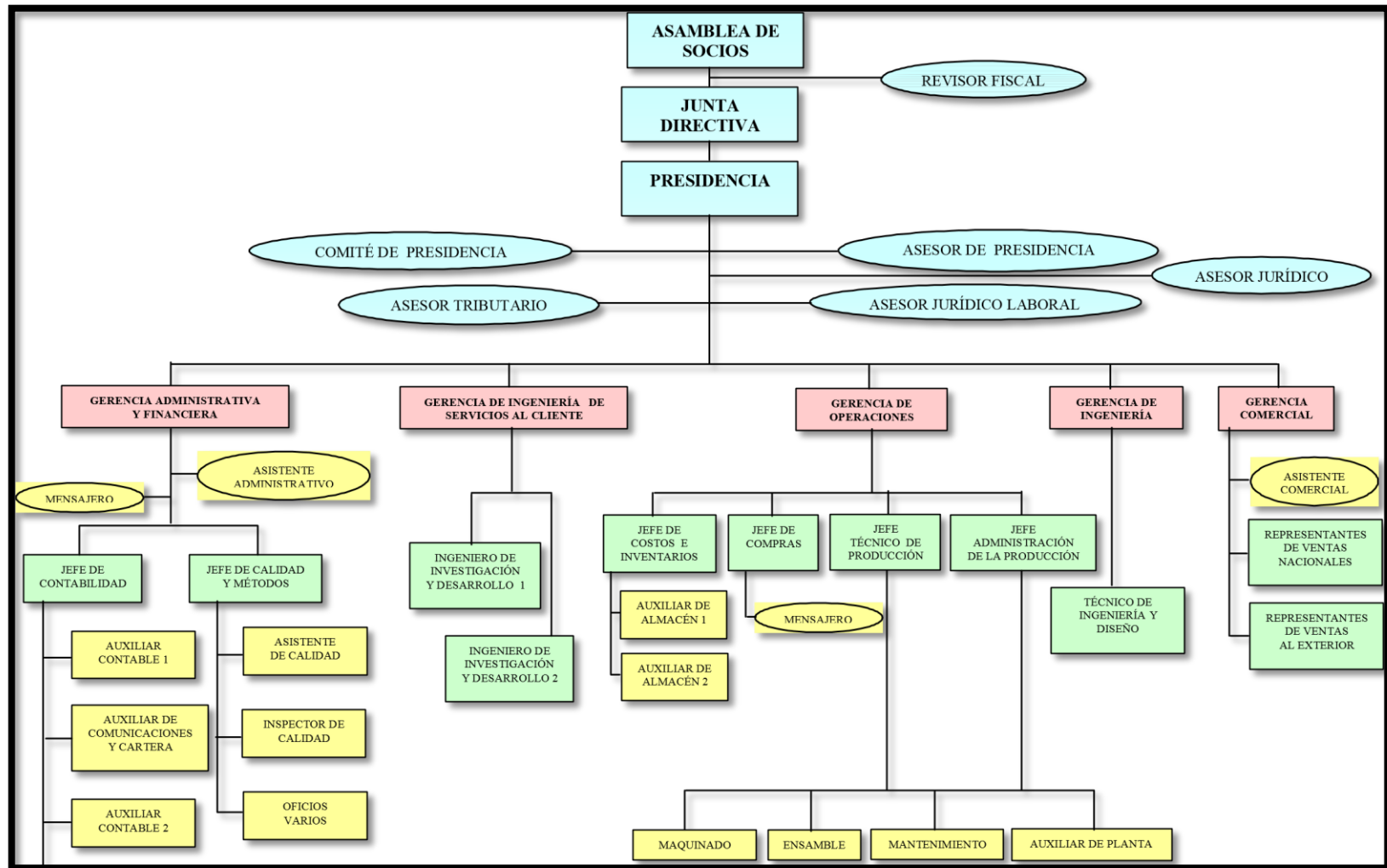


Figura 3. Planta Taller Industrial Alberto Vasquez



1.7.1. Unidad de Maquinado o Mecanizado. La función en términos generales que se cumple dentro de esta sección consiste en la eliminación de material sobrante en piezas que han sido previamente semi-elaboradas en una de las etapas de fabricación anterior. Los equipos que conforman esta área son: tornos, fresadoras, mandriladora, limadora, taladro radial, taladro de árbol y taladro múltiple.

1.7.2. Unidad de Estructuras. En esta unidad de producción, el objetivo es dar las formas y dimensiones generales a los diseños establecidos en el área de ingeniería y diseño, por medio de los equipos de corte, de doblado, cilindrado, prensado y de soldadura.

1.7.3. Unidad de Ensamble y Montaje. En esta unidad todas las actividades y operaciones se orientan a dar un acople y ajuste en piezas o conjuntos que funcionarán como sistema dentro del producto terminado.

Figura 4. Unidad de Maquinado.



Figura 5. Unidades de Estructura, Ensamble y Montajes.



1.7.4. Unidad de Pintura. El objeto de esta área es darle al producto elaborado una superficie adecuada y una óptima presentación considerando el uso que vaya a darle el consumidor.

- 1.7.5. Unidad de Carpintería.** En la unidad de carpintería se fabrican los guacales de madera, los cuales brindan protección y fácil transporte de las maquinarias y equipos ya terminados y listos para ser enviados a los clientes del país o del exterior.
- 1.7.6. Unidad de Servicios.** En esta unidad se encuentran los equipos que prestan servicios de suministro y apoyo a la producción, como son: subestación eléctrica, compresor de aire y puente grúa. Estos equipos se encuentran distribuidos a lo largo de la planta de producción.
- 1.7.7. Sección de almacén.** La empresa dispone de una sección de almacenamiento en la cual se ordenan los inventarios de materias primas, insumos, instrumentos de medición y herramientas para la fabricación de maquinaria y repuestos. También se cuenta con área destinada para almacenar los productos terminados y un stock de repuestos para los diferentes clientes.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES

Los métodos utilizados actualmente por la empresa de servicios metalmecánicos Taller industrial Alberto Vasquez son realizados rudimentariamente, basándose en la observación y en el mantenimiento correctivo, generando daños irreparables y altos costos en la reparación de los equipos, por lo tanto la empresa no tiene registro del mantenimiento realizado ni cuenta con un cronograma específico de mantenimiento.

Para la elaboración del presente proyecto se tendrá en cuenta que hasta el momento no se ha documentado ni normalizado totalmente el mantenimiento preventivo en los equipos e instalaciones del área operativa del Taller Industrial Alberto Vasquez. Además la poca información suministrada muestra que hasta el día de hoy el mantenimiento se ha realizado de manera convencional, lo que conlleva a la elaboración e implementación de un programa de mantenimiento preventivo de equipos e instalaciones de dicha empresa.

2.2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La empresa prestadora de servicios metalmecánicos Taller Industrial Alberto Vasquez , tiene a su cargo la operación, producción y mantenimiento eficiente de los bienes asociados a los servicios metalmecánicos de los clientes locales y nacionales, mediante su taller de producción y los equipos y maquinas herramienta allí vinculadas, es por ende que el estado de funcionamiento los equipos e instalaciones para la correcta prestación del servicio debe ser interés de primera mano y sabiendo que un daño en uno de éstos puede afectar la operación de producción en curso ; nace la necesidad de darle el mantenimiento adecuado por medio del control eficaz de sus equipos e

instalaciones, previniendo factores que generen daño y pérdidas económicas para la empresa.

2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué principios, características, herramientas, elementos y requisitos debe tenerse en cuenta para elaborar la propuesta gerencial de Mantenimiento Preventivo de equipos e instalaciones del área de producción de Taller Industrial Alberto Vasquez?

2.4. OBJETIVOS

2.4.1. **Objetivo General.** Creación de un programa gerencial de mantenimiento para la maquinaria del área de producción de la empresa metalmecánica TALLER INDUSTRIAL ALBERTO VASQUEZ.

2.4.2. Objetivos Específicos.

- Identificar los procedimientos de mantenimiento desarrollados en la empresa para los equipos y área de producción.
- Estructurar un plan de mantenimiento preventivo con base en la recopilación de actividades, para mantener la disponibilidad y mantenibilidad de los equipos e instalaciones.
- Identificar y analizar las causas potenciales de paradas y daños no programados en los equipos e instalaciones.

- Establecer un proceso de mejoramiento continuo que genere bases del mantenimiento predictivo para los equipos y área de producción de la empresa TALLER INDUSTRIAL ALBERTO VASQUEZ.

2.5. MARCO REFERENCIAL

2.5.1. **Descripción.** En el siglo XIX es indispensable mejorar la eficacia en la prestación de los servicios metalmecánicos, haciendo énfasis en el abastecimiento de piezas mecánicas, aprovechamiento de los materiales y cubrir la necesidad que solicita la industria desde su arcaica práctica, actividades estas que requieren de técnicas de avanzada ingeniería en los procesos que permitan optimizar desde el inicio de la captación de la materia prima, el tratamiento, la utilización que da el operario y su disposición final al cliente, los procesos de calidad y de mejoramiento que se implementen, contribuirán a un mejor bienestar, brindando una mayor calidad en el producto final.

Un sistema comprensivo de mantenimiento periódico es de importancia capital para la planificación apropiada y justificación de este tipo de actuación de mantenimiento requerido y le permitirá al jefe o encargado del mantenimiento describir como tiene planeado el logro de los objetivos. Además que permite identificar efectivamente quiénes, qué, cuándo, dónde y cómo deben ejecutarse operaciones repetitivas específicas.¹

Conociendo las pérdidas generadas en la empresa Alberto Vasquez por mal funcionamiento de equipos o fallas en instalaciones y sabiendo que los programa de mantenimiento preventivo (PMP) han sido diseñados para gestionar y optimizar las operaciones de mantenimiento en la prestación de un servicio²; se hace necesaria la implementación del programa de

¹ HEINTZELMAN, E. John. Manual de administración del mantenimiento. Madrid: McGraw-Hill, 1993. p. 7.1

² HEINTZELMAN, Op. Cit., p. 7.1.

mantenimiento preventivo el cual aportará numerosas mejoras en la optimización de procesos tales como:

- Mejora del rendimiento de cada una de los equipos e instalaciones consideradas importantes.
- Reducción de tiempos de parada en la producción.
- Control de operaciones.
- Mejora la disponibilidad de la información.
- Reducción de costos por sustitución de equipos.
- Estandarización de todas las operaciones.
- Disminución de lesiones profesionales.
- Mejora la imagen de la empresa.

La elaboración e implementación de un programa de mantenimiento preventivo en equipos e instalaciones servirá de inicio para el aprovechamiento de los recursos y los elementos con que cuenta la empresa Alvaro Vasquez y así, continuar brindando un servicio con excelente calidad e ir creciendo de la mano con el desarrollo de la industria.

Inicialmente se prevé la elaboración de un inventario general de equipos e instalaciones, registrando dicha información en fichas técnicas de especificación. El paso siguiente es la codificación y por medio de esta, junto con los datos incluidos en las fichas técnicas se realiza el programa de mantenimiento preventivo anual según el estado en que se encuentren las instalaciones y equipos. Por último se espera que dicho programa tenga el adecuado manejo y la aceptación por parte de los directivos y operarios del Taller Industrial Alberto Vasquez, logrando fomentar la prevención y el mantenimiento en los equipos e instalaciones de esta empresa, reduciendo demoras en la producción y costos por sustitución.

2.5.2. Costos Actuales de Mantenimiento de la Empresa Taller Industrial Alberto Vasquez. Dentro de los costos de mantenimiento generados en Taller Industrial Alberto Vasquez, solo se relacionan los que tienen que ver con Mantenimiento Correctivo, como lo muestra la Tabla 1:

Tabla 1. Costos actuales de mantenimiento

| | |
|--|------------------------|
| Directos por Mantenimiento | |
| Materiales usados en mantenimiento | \$ 29'000.000 |
| Mano de Obra Empleada | \$ 9'000.000 |
| Precio de trabajos contratados | \$ 18'500.000 |
| Indirectos por Mantenimiento | |
| Mano de Obra Ociosa | \$ 800.000 |
| Supervisión | \$ 1'200.000 |
| Equipos Auxiliares | \$ 1'200.000 |
| Materiales | \$ 8'000.000 |
| Directos por no dar mantenimiento | |
| Parada de producción por falla en equipo o máquina herramienta | \$3'000.000 |
| Accidentes y salud del personal | \$ 900.000 |
| Litigios, quejas y demandas | \$ 1'050.000 |
| Indirectos por no dar mantenimiento | |
| Corto Plazo | |
| Facturación retrasada | \$ 1'850.000 |
| Multas por incumplimiento de entregas | \$ 4'300.000 |
| Mediano plazo | |
| Reducción de elementos vendidos | \$ 4'000.000 |
| Largo plazo | |
| Pérdida de incursión en el mercado | \$1'450.000 |
| Mala fama | \$ 300.000 |
| Costos de la calidad por ausencia de mantenimiento | |
| Elementos no vendidos | \$ 3'000.000 |
| TOTAL | \$87,550,000.00 |

Fuente: Estados Financieros Taller Industrial Alberto Vasquez. Año 2015.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Según Nassir y Reinaldo Sapag Chain “Un proyecto no es ni más ni menos que la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema que tiende a resolver, entre tantas una necesidad humana”³. Con este postulado el estudio a realizar busca ser una solución al problema generado por la falta de mantenimiento industrial, ya que su implantación ayuda a mantener en buen estado las instalaciones y equipos y permite el buen funcionamiento y su durabilidad en el tiempo.

La metodología para la organización del programa de mantenimiento preventivo está basada en las condiciones en que se encuentran los equipos e instalaciones, así como el medio ambiente de trabajo. Es necesario tomar los alcances de corto, mediano y largo plazo de todos los equipos interdisciplinarios que intervienen, como también los instrumentos de investigación con que se cuenta, para finalmente analizar y retroalimentar la información de acuerdo a los resultados obtenidos de la inspección y recopilación de datos.

El reconocimiento del problema se registra a través de la inspección en una base de datos que constituye un avance para asignar los pasos a seguir para la solución del problema.

El mantenimiento preventivo consiste en la planeación sistemática, programación y terminación a tiempo del trabajo de mantenimiento necesario que se diseña para garantizar la septiembrs disponibilidad de equipos e instalaciones, prolongar la vida útil de los activos de capital y reducir los

³ SAPAG, N. and CHAIN, R. Preparación y Evaluación de Proyectos. Colombia : McGrawHill 1988, p. 1.

costos. Este trabajo abarca inspección, lubricación, reemplazo y reparación y se programa por año para realizarse a intervalos planeados regulares.

Para poner en operación un programa de mantenimiento preventivo (PMP) se siguen los cinco pasos siguientes:

- Establecer el PMP
- Inspección preventiva propia
- Uso del PMP
- Registros del equipo
- Revisión del PMP.

Conforme el equipo se vuelve más complejo, las consecuencias de permitir que suceda una descompostura se vuelen más graves. Una preocupación a considerar es el riesgo de seguridad que se presenta cuando una máquina se descompone mientras la está usando un operario o cuando se interrumpe la producción o la programación de las operaciones. Por lo tanto el mantenimiento preventivo es una serie de técnicas avanzadas que elevan la productividad y eficiencia del servicio.⁴

Es preciso que el Taller Industrial Alberto Vasquez adopte en su programa de mantenimiento y seguridad industrial el programa a desarrollar en este trabajo para mejorar la calidad de su servicio.

3.2. PRINCIPIOS TEÓRICOS

Para realizar el programa de mantenimiento preventivo en equipos e instalaciones en la empresa Alberto Vasquez se debe tener en cuenta aspectos muy importantes como son:

⁴ HODSON K. William. Manual del ingeniero industrial. New York : McGraw-Hill, 1998, p. 982.

3.2.1. Investigación de Operaciones. Mediante la investigación de operaciones se analiza la programación matemática y económica estudiando los principios básicos de los modelos de inventarios entre los cuales están:

- Sistemas de registro de inventarios
- Modelo de inventario generalizado
- Modelos deterministas
- Modelos probabilísticos⁵

3.2.2. Mantenimiento industrial. En el mantenimiento industrial se elaborara una serie de normas específicas para las distintas actuaciones; Así como la metodología a aplicar en reparaciones, reemplazos y sustituciones, metodología para la eliminación de obstrucciones y taponamientos en donde se distinguen tres niveles de mantenimiento:

- Predictivo
- preventivo
- correctivo

3.2.3. Seguridad e higiene industrial. Es una técnica dirigida a detectar evaluar y controlar factores de riesgo que generan accidentes de trabajo, enfermedades profesionales e incidentes que pueden afectar las instalaciones, equipos y propiedades de la empresa. En una empresa se pueden observar dos maneras de realizar los programas de seguridad e higiene industrial: uno centrado en el trabajo y el otro centrado en el trabajador ambos buscan controlar los factores negativos que afectan los programas de mantenimiento y seguridad.⁶

⁵MATHUR, Solow. Investigación de operaciones. Madrid : Prentice Hall. 1999, p. 459.

⁶ KEITH, Denton. Seguridad industrial, administración y métodos. Illinois (Estados unidos) : Carbondale, 2000, p. 290.

3.2.4. **Análisis de procesos.** Mediante el análisis de procesos se puede identificar el tiempo, secuencia y frecuencia de la utilización de la maquinaria dentro de cada una de las actividades que se realizan en el área operativa y productiva de la empresa.

3.2.5. **Control de Pérdidas.** Es la medida tomada para desaparecer daños que producen paralizaciones imprevistas en cualquier tipo de equipo e instalación.⁷

3.3. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS

Para mayor claridad y comprensión en el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo en equipos e instalaciones del área operativa del Taller Industrial Alberto Vasquez se tienen algunos términos como los siguientes⁸:

- **Control:** Inspección, fiscalización, intervención, regulación. Serie de verificaciones y comprobaciones para conseguir el óptimo funcionamiento de una máquina o la producción perfecta de algún objeto.
- **Daño:** Forma de designar la destrucción material de los bienes por lo cual genera pérdidas.
- **Funcionamiento:** Ejecución de una función propia de una máquina.
- **Inventario:** Asiento ordenado y sistemático de los bienes y pertenencias de una persona o comunidad. Documento en el que se escriben dichas cosas.

⁷ HENRIQUEZ BASTIAS, Hernán. Introducción a la ingeniería de prevención de pérdidas. Santafé de Bogotá : CECSA, 1999, p. 259

⁸ DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO universal, Santafé de Bogotá : Aragón Ediciones, 1989, p. 650.

- **Manual:** Libro que compendia lo más sustancial de una materia, en el cual se describen pasos secuenciales de alguna actividad.
- **Maquinaria:** Conjunto de máquinas con un objeto determinado.
- **Operación:** Acción de realizar labores y tareas determinadas y específicas.
- **Pérdida:** Carencia, privación de lo que se poseía. Daño o menoscabo que se recibe en una cosa, cantidad económica o material.
- **Refacción:** Pieza o repuesto para la reparación de un aparato mecánico.
- **Rendimiento:** Producto o utilidad que rinde o da una cosa. Relación que se establece entre la potencia que produce una máquina y la que consume. Cociente entre la potencia efectiva de un motor y la que teóricamente desarrollan los cilindros del mismo.
- **Reparación:** Componer, aderezar o enmendar el menoscabo que ha padecido una cosa.
- **Restauración:** Tratamiento adecuado de una instalación, equipo o material antiguo para devolverle a su condición primera, eliminado los daños y desperfectos debido al tiempo o a cualquier otra causa.
- **Servicio:** El prestado para servir a los sectores de la población y mejorar su condición de vida.

3.4. EL MANTENIMIENTO CON RELACIÓN A LAS NORMAS ISO SERIE 9000⁹

La I.S.O. (International Standardization for Organization) es una federación mundial de organismos de normalización, conformada por más de cien países , con sede en Suiza que , en 1987 homogeneizó y reunió los requisitos dispersos en diversas normas sobre calidad en una única serie. Normalmente, los órganos normativos nacionales son los representantes oficiales del país de la I.S.O.

El certificado ISO 9000 es una garantía adicional, que una organización da a sus clientes, demostrando, por medio de un organismo certificador acreditado, que la empresa tiene un sistema de gestión, con mecanismos y procedimientos para solucionar eventuales problemas referentes a la calidad.

Las normas ISO buscan describir los elementos básicos, por medio de los cuales los sistemas de aseguramiento de la calidad pueden ser implementados. Son normas de referencia, no teniendo carácter obligatorio o legal, a no ser cuando así lo exige una determinada relación compra y venta.

Hasta 1994 las normas de la ISO serie 9000, consideraban que el mantenimiento no se constituía como actividad objeto de las empresas, dado que éstas no sean exclusivamente dirigidas para este segmento del mercado.

A partir de la revisión hecha en 1994, el mantenimiento pasó a ser reconocido por la ISO, como un requisito de control del proceso; La norma incluye un requisito de *"proporcionar al equipo el mantenimiento adecuado para garantizar la capacidad continua del proceso"*.

⁹ http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=46486

El término adecuado está abierto a la interpretación. El proveedor tiene todo el derecho de determinar qué es lo adecuado, pero un auditor que conozca del proceso tiene el mismo derecho a cuestionar el programa que se haya definido. La llave del éxito de este requisito radica en que los auditores reconozcan que tienen que probar que algo no es adecuado mediante la evidencia de que los productos por entregar sufren efectos adversos, antes de redactar el informe de no cumplimiento, mientras que la compañía debe asegurarse de que se cumpla cabalmente con el requisito de “la capacidad continua del proceso”.

Por lo tanto, para cumplir estas disposiciones, las empresas que deseen obtener o mantener la certificación, deberán elaborar los manuales de procedimientos del sistema de mantenimiento, siguiendo las orientaciones hasta entonces enfocadas apenas para operación. De esta manera, los procedimientos deberán indicar:

- **El objetivo** - de la función mantenimiento dentro de la empresa como actividad responsable por el aumento de la disponibilidad y confiabilidad operacional de los equipos, obras e instalaciones (especialmente aquellas fundamentales a la actividad fin de la empresa), minimizando costos y garantizando el trabajo con seguridad y calidad.
- **Referencias** - documentos internos o externos a la empresa, utilizados en la elaboración de los procedimientos del Sistema de Gestión del Mantenimiento.
- **Áreas involucradas** – los sectores de la empresa en los cuales los procedimientos de mantenimiento serán aplicados.
- **Estándares adoptados** – terminología.
- **Estructura organizacional del órgano de mantenimiento** – organigrama de cada área con la indicación de los ocupantes de los cargos, responsabilidades de

cada uno, procedimientos del Sistema de la Calidad, planificación de actividades, aprobación y alteración de documentos.

- **Control** – criterios de control de actividades programadas y no programadas, las solicitudes, órdenes de trabajo y encerramiento de los servicios, criterios de control de equipos de inspección, medición y ensayos.
- **Historial** – registros históricos de acciones correctivas y preventivas, mano de obra y material aplicados, costos implicados.
- **Tratamiento de datos** – informes de gestión, (índices, gráficos y consultas). Las acciones para la corrección de distorsiones.

Estos criterios y procedimientos, deberán ser detallados involucrando los tipos de documentos, codificaciones, identificación, calificación, flujo de informaciones y métodos adoptados, pudiendo ser utilizados tanto para sistemas manuales como para sistemas automatizados.

4. DIAGNÓSTICO DE LA FUNCIÓN DE MANTENIMIENTO EN TALLER INDUSTRIAL ALBERTO VASQUEZ

Toda fijación de objetivos debe empezar por un examen del estado actual, esto se puede aplicar con metodologías propias o externas y generalmente atacan los siguientes puntos:

4.1. ORGANIZACIÓN

Se puede definir como la relación de autoridad estructurada, y que usualmente es representada por un sistema formal en el cual se determinan las funciones y responsabilidades del mantenimiento. En Taller Industrial Alberto Vasquez se determinó lo siguiente:

- No hay Manual de Funciones y Responsabilidades de los cargos involucrados con mantenimiento, entre ellos: Jefe de Planta, Administración y control de la Producción, Electromecánico, operarios de máquinas y funcionario de servicios generales. A raíz de la implementación del programa de aseguramiento de la Calidad existen los formatos correspondientes para la toma de la información que conlleve a desarrollar los manuales de responsabilidades para determinar: Identificación del Cargo, Misión del Cargo, Política del Cargo, Objetivos del Cargo, Responsabilidades Específicas, Funciones Complementarias, Procesos de Comunicación tanto internos como externos, Toma de Decisiones, Nivel Básico de Formación, Experiencia Laboral, Capacidad, Perfil Personal y Otras Condiciones.
- No se encuentra una Política definida para la Función Mantenimiento, con la subsiguiente consecuencia de no trabajar por objetivos, con planes, programas, actividades y metas para alcanzarlos.

- En Taller Industrial Alberto Vasquez existen dos clases de Mantenimiento: Uno que se realiza como servicio a clientes y el otro que se realiza a la planta. El presente diagnóstico se centra en el mantenimiento de la planta, encontrándose la distribución siguiente: Mecanizado (Máquinas Herramienta), Estructuras y Ensamble (Metalistería) y Planta Física (Edificio, redes de servicios públicos, gases, aire comprimido y subestación eléctrica). Por tanto, cuando se habla de mantenimiento con las demás personas, este se asocia únicamente a mecanizado, como si todo lo demás no tuviese “doliente”, es decir, la persona que se haga cargo del mantenimiento en las demás áreas para aumentar la productividad.

4.2. ADMINISTRACIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

Se refiere al análisis del manejo de la orden de trabajo y la administración de los requerimientos y solicitudes de trabajo, además de la programación y administración de las labores permanentes. La situación actual de la administración del mantenimiento es la siguiente:

- Las actividades de Mantenimiento se basan en el CORRECTIVO.
- El Mantenimiento correctivo no se maneja con órdenes de trabajo que al cierre de las mismas se pueda determinar: trabajo solicitado, trabajo ejecutado, costos y análisis de la falla con sus sugerencias para que no vuelva a ocurrir.
- Las actividades de Mantenimiento como: revisiones, lubricación y ajustes menores, realizadas por el operario o el electromecánico, no obedecen a un programa sistemático basado en horas de funcionamiento.
- Los operadores de las máquinas informan verbal e informalmente de las ANOMALÍAS presentadas al Jefe de la Planta para su arreglo. Se observa que no

queda evidencia escrita sobre tal petición con la consecuencia de no poder encontrar un responsable directo o “doliente” y la respectiva programación de las correcciones de tales anomalías o fallas.

- Para el proceso de la función mantenimiento no hay PROCEDIMIENTOS que conlleven a determinar: Objetivos, alcance, definiciones, responsabilidades, formatos y flujo grama.
- Se observó que cuando una máquina deja de prestar su función existe una muy buena disposición y colaboración, de los trabajadores, desde el Gerente hasta el Operario, para su pronto arreglo.

4.3. PLANEACIÓN DE MANTENIMIENTO

Se identifica la existencia de planes de Mantenimiento, políticas de reposición de equipos, mantenimiento mejorativo, procedimientos estandarizados. En resumen el cumplimiento de funciones de análisis y estudio de las situaciones.

En la actualidad no se cuenta con planificación alguna de los trabajos de mantenimiento, con llevando a ello a ejecutar actividades de solo mantenimiento correctivo.

4.4. USO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

La utilización de la información como una herramienta de control, es una clara muestra de organización y orden en el mantenimiento, por la normalización de procesos escogidos.¹⁰

¹⁰ GARRIDO, Santiago García, *Organización y gestión integral de mantenimiento, España*, Ed. Díaz de Santos, 2003

En el momento no se lleva un sistema de información que describa los trabajos de mantenimiento ejecutados en las máquinas y equipos de la planta de producción. Se cuenta con un sistema información sistematizada de costos de mantenimiento por maquinas en que se reportan los costos de la mano de obra, materiales, repuestos y costos indirectos asociados al respectivo mantenimiento. Desdichadamente, esta no se procesa para determinar tendencias de los costos de mantenimiento en que han incurrido las máquinas y equipos.

Un buen comienzo es que exista un buen sistema de información manual, aprobado, aceptado, validado y puesto en marcha por toda la organización. Por tanto acto siguiente es crear una base de datos con la estructura desarrollada manualmente y así poder aligerar el proceso en la toma de decisiones.

4.5. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Una buena administración y control de los catálogos y planos es reflejo de una adecuada integración entre los recursos técnicos y administrativos de mantenimiento y el respeto a uno de los mayores recursos de la empresa.¹¹

Sólo el 50% de las máquinas y equipos poseen catálogos constituyéndose en una dificultad al tener que planear actividades de mantenimiento de acuerdo a las recomendaciones de los respectivos fabricantes.

¹¹ GARCÍA MÉNDEZ, Alejandra. (2008). Conceptos básicos sobre mantenimiento industrial. Disponible en http://www.itsteziutlan.edu.mx/site2010/index.php?option=com_content&view=article&id=685:conceptos-basicos-sobre-mantenimiento-industrial&catid=27:artlos&Itemid=288

4.6. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS DE MANTENIMIENTO

Determinar calidad y cantidad de los recursos físicos con que cuenta el área Mantenimiento, permite medir su capacidad de afrontar las intervenciones como los ambientes para desarrollar su labor administrativa.

Teniendo en cuenta que se realiza mantenimiento como servicio a clientes se cuenta con una buena infraestructura para ello como: máquinas herramientas, equipos de soldadura, extractores etc. Sin embargo no se tiene un área específica o banco para realizar tales trabajos y el personal de mantenimiento no cuenta con las herramientas propias para desempeñar su labor diaria, teniendo que recurrir a las herramientas del personal de producción o del almacén.

4.7. SERVICIOS DE TERCEROS

La administración, selección y control de los servicios de empresas calificadas para Mantenimiento, es un objetivo fundamental para reducir costos y contar con personal técnico de experiencia para realizar tareas de mantenimiento.

El Mantenimiento realizado en la planta es con personal propio a excepción de los vehículos, computadores y subestación eléctrica. No hay procedimientos definidos de contratación con terceros, que incluya parámetros de selección, contratación, garantías, etc.

4.8. PERSONAL

Es fundamental conocer la capacidad y calidad del empleado y los planes de formación.

Actualmente la empresa cuenta con dos técnicos electromecánicos con alta experiencia en la reparación de máquinas herramientas. Este personal calificado desempeña adicionalmente labores de desmontaje y montaje de equipos de los diferentes clientes de la empresa. Además, de acuerdo a los requerimientos de los trabajos de mantenimiento, el departamento de producción dispone de ayudantes para realización de oficios varios como son limpieza, pintura y cambio de aceite de los diferentes equipos.

En el momento la división de recursos humanos se encuentra trabajando en una matriz para determinar necesidades de capacitación que redunden en el desarrollo de personal dentro de la empresa.

4.9. DIAGNÓSTICO DE CONDICIÓN DE LAS MÁQUINAS

El empleo de técnicas de diagnóstico y el uso del seguimiento de variables indicativas de la condición de equipos es una clara muestra de una evolución en el mantenimiento.¹²

Para determinar la condición o estado de funcionamiento de las máquinas existen variadas técnicas, por ejemplo: Monitoreo de la condición, análisis de aceites usados, uso de los sentidos humanos (oír, sentir, ver), etc.

De las diferentes técnicas existentes, en la empresa solo se emplean los sentidos de los operarios de las respectivas máquinas y equipos. Teniendo en cuenta que informalmente y verbalmente se reportan anomalías por parte de los operadores de las máquinas a sus superiores para la solución de fallas potenciales, al no darse pronta solución a sus necesidades se cae en la desmotivación de los

¹² NIETO, Stiven. Mantenimiento industrial. Disponible en <http://mantenimientosindustriales2009.blogspot.com/>

responsables de la operación para rendir el informe correspondiente. Por tanto, no se cuenta con un documento que resuma el estado actual de los equipos de la planta de producción, que facilite la posterior planeación y programación de los trabajos de mantenimiento.

4.10. ALMACÉN Y MANEJO DE REPUESTOS

Si no hay integración con inventarios y compras, el Mantenimiento tiende al fracaso por la calidad y falta de oportunidad en su servicio.¹³ En Taller Industrial Alberto Vasquez se maneja un almacén que integra todos los insumos y medios para la elaboración de los productos. Allí se manejan: Materia prima, herramientas, instrumentos de medición, materiales de retail, productos terminados y stock de repuestos para los diferentes clientes.

Con respecto al mantenimiento, en el almacén no se cuenta con existencias de repuestos de las diferentes máquinas y equipos del área de producción. En el momento de requerir un repuesto para un equipo, el departamento de compras realiza la respectiva gestión para su adquisición.

Los consumos de lubricantes de las máquinas no obedecen a una planeación de cambios en un determinado tiempo. Al respecto los operadores sugieren el cambio de aceites para a los diferentes compartimientos sin que obedezca a horas de funcionamiento, por tanto, el almacén carece de estándares para realizar las solicitudes.

¹³ GÓMEZ Javier. (2014) Introducción al mantenimiento.
<http://mantenimientoindustrialunaula.blogspot.com/2014/07/mantenimiento-correctivo-mc.html>

4.11. INDICADORES DE GESTIÓN

Las empresas líderes en el mercado, poseen procesos clase mundo determinando la evolución hacia procesos óptimos a través de indicadores del progreso. ¹⁴

En el momento, la empresa no lleva indicadores de mantenimiento que puedan determinar la gestión y ayudar a realizar el seguimiento de todas las actividades de mantenimiento.

¹⁴ GARRIDO, Santiago García, *Organización y gestión integral de mantenimiento España* Ed. Díaz de Santos, 2003

5. PROGRAMA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO EN TALLER INDUSTRIAL ALBERTO VASQUEZ

El programa gerencial de mantenimiento en la empresa Taller Industrial Alberto Vasquez se basa en el Mantenimiento Preventivo, que significa que todas las acciones están dirigidas en mantener los equipos de la planta en buenas condiciones de operación para prevenir fallas, y si estas ocurren que sus consecuencias sean lo menos traumáticas posibles, tanto para la seguridad, como para la producción.

5.1. OBJETIVO

El programa gerencial de mantenimiento preventivo para los equipos de la planta de producción de Taller Industrial Alberto Vasquez tiene como objetivo:

Garantizar la disponibilidad y confiabilidad operacional de los equipos de la planta de producción, de una manera eficiente y segura, con el fin de contribuir en el cumplimiento de la política de calidad establecida por la empresa.

5.2. PROPÓSITO SECUNDARIO

- Minimizar el tiempo muerto en producción imputable al mantenimiento.
- Mantener en óptimas condiciones de funcionamiento los equipos que puedan afectar de una manera directa la calidad del producto.
- Incrementar la vida útil de la maquinaria y equipos de la empresa.
- Reducir los costos de mantenimiento por mano de obra y materiales.

5.3. ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROGRAMA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO

Las entradas del sistema de mantenimiento la conforman los recursos de mantenimiento, los requerimientos de producción, los activos instalados y las mediciones realizadas al sistema; la salida del sistema es el activo o equipo disponible, confiable y bien configurado para lograr la operación planeada de la planta. En la figura 6 se muestran las entradas y salidas del PROGRAMA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO basado en el preventivo.

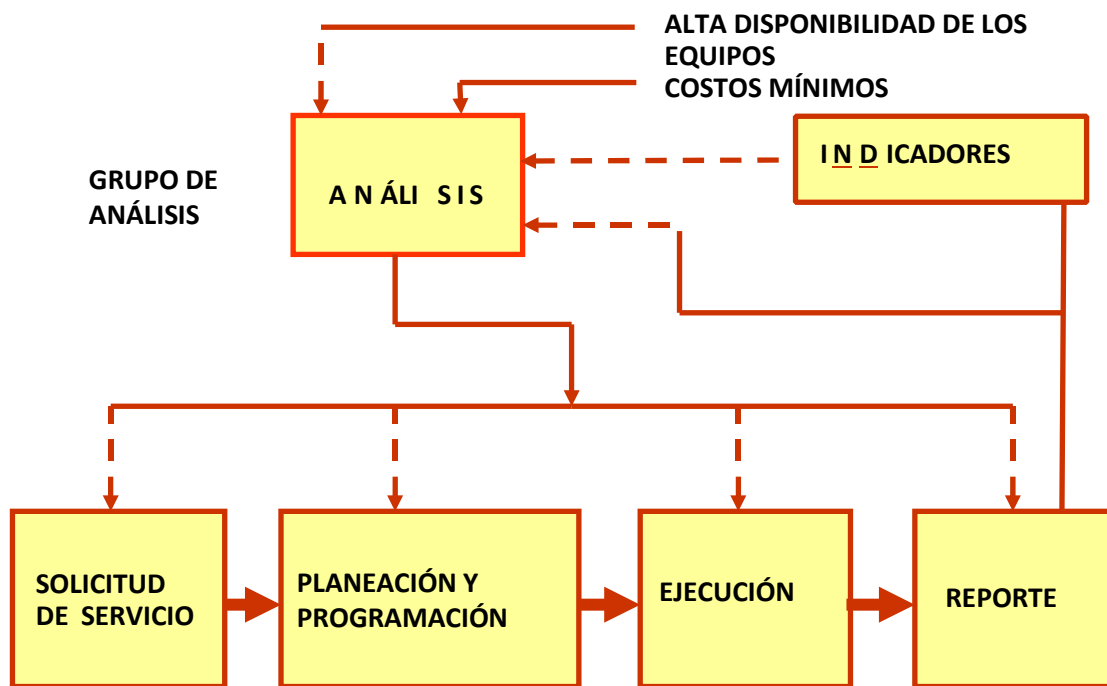
Figura 6. Entradas y salida del PROGRAMA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO.



5.4. FLUJO BÁSICO DE MANTENIMIENTO

En la figura 7 se muestran los pasos básicos en el cual se desarrollaran los trabajos de mantenimiento, permitiendo la planeación, la organización y ejecución de éstos, con el fin de optimizar e incrementar las salidas del programa gerencial de mantenimiento preventivo.

Figura 7. Flujo básico de trabajos de mantenimiento.



5.5. ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Las actividades del programa de mantenimiento preventivo tendrán como objetivo de conservar las condiciones óptimas de funcionamiento y detectar posibles fallas

potenciales que puedan ocasionar parada en la producción o afectar la seguridad del personal. Las actividades de mantenimiento preventivo estarán conformadas por:

5.5.1. Mantenimiento Autónomo. El mantenimiento autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. Los operarios deben ser entrenados y contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera.

Los objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo son:

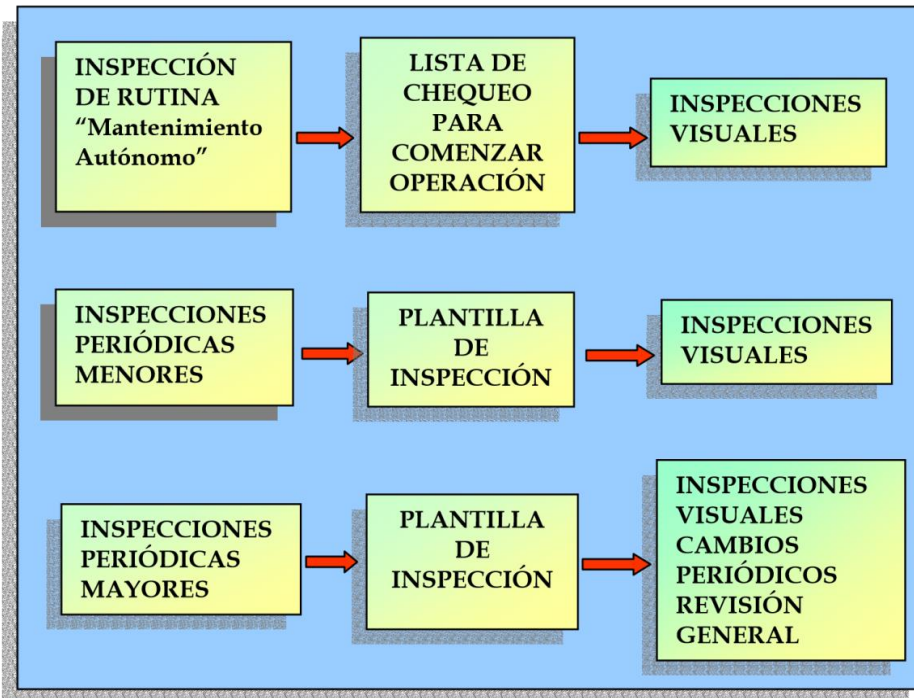
- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.
- Desarrollar nuevas habilidades para de análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.
- Evitar el deterioro del equipo mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares.
- Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador, llevándolo a estados superiores.
- Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y a pleno rendimiento.
- Mejorar la seguridad en el trabajo.
- Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador.
- Mejora de la moral en el trabajo.

5.5.2. Inspecciones periódicas programadas. Consiste en revisar a intervalos fijos, independientemente de su estado original, piezas o componentes de las máquinas y equipos críticos en el proceso de producción. El propósito principal de las inspecciones es obtener información útil acerca del estado de las partes del equipo. La información de estas inspecciones es utilizada para predecir fallas y planear acciones de mantenimiento, dependiendo del estado del equipo.

El sistema de inspecciones periódicas estará conformado de acuerdo al grado de intervención en el equipo su intervalo de ejecución. En la figura 8 se muestra el sistema de inspecciones.

- **Inspecciones de rutina.** Es el conjunto de actividades de mantenimiento de primer nivel que ejecuta el operario al inicio y durante la marcha del equipo. Las inspecciones de rutina incluyen actividades de detección de fallas, lubricación, ajustes y aseo del equipo. A este tipo de inspección se le llama mantenimiento autónomo.
- **Inspecciones periódicas menores.** Estas inspecciones, que por su mayor importancia, frecuencia y cantidad de ítems diferentes se realizan en forma periódica, con el objeto de la detección precoz del comienzo de anomalías o futuras fallas técnicas. Este tipo de inspecciones involucran actividades de mantenimiento tipo mecánico y eléctrico.

Figura 8. Sistema de inspecciones periódicas



- **Inspecciones periódicas mayores.** Cuando los límites de vida son de valores elevados o abarcan periodos relativamente dilatados, se efectúan inspecciones periódicas mayores, que generalmente atienden elementos estructurales, subconjuntos de dinámica muy restringida y zonas de características especiales.

5.5.3. **Lubricación.** Actividades tendientes a mejorar el comportamiento de desgaste de superficies en contacto y en movimiento.

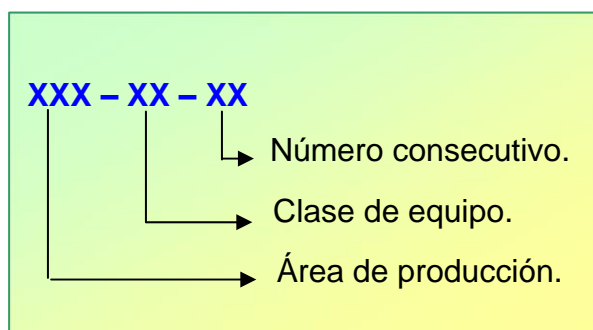
5.5.4. **Ajustes.** Actividades orientadas a devolver las características del montaje a los equipos de acuerdo a los estándares definidos.

5.6. CODIFICACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

La codificación tiene como objetivo establecer un código para las máquinas y equipos de la planta de producción que permita identificar a cada uno de los equipos de acuerdo a las diferentes áreas y características de los mismos.

El código correspondiente de cada equipo está constituido por un sistema alfanumérico, el cual está compuesto por el código del área de trabajo y la clase de la máquina o equipo, con su correspondiente consecutivo, como lo muestra la figura 9.

Figura 9. Estructura del código de equipos.



5.6.1. **Código de área de producción.** El código de área de producción está conformado por tres letras, que son la primera y las dos letras más significativas del nombre del área. Ver Tabla 2.

Tabla 2. Código de área de producción.

| ÁREAS DE PRODUCCIÓN | CÓDIGO |
|--|--------|
| Almacén de cilindros de gas y oxígeno. | ACL |
| Almacén de herramientas e insumos. | AHT |
| Almacén de materia prima. | AMP |
| Almacén de modelos. | AMD |

Continuación tabla 2.

| | |
|--------------------------------|-----|
| Almacén de producto terminado. | APT |
| Almacén de retal. | ART |
| Almacén de varios. | AVR |
| Banco | BAN |
| Banco de pruebas | BPR |
| Carpintería. | CRP |
| Ensamble y montaje. | ENS |
| Equipos de transporte. | ETR |
| Estructuras. | EST |
| Mantenimiento. | MTO |
| Mecanizado. | MEC |
| Pavonado | PAV |
| Pintura y acabado. | PIN |
| Suministro. | SMT |

5.6.2. **Clase de equipo.** El código de la clase de equipo está conformado por la primera letra del nombre de la máquina o equipo y seguido por la primera consonante. En el caso de que dos nombres de equipos coincidan con la codificación mencionada, se cambia la segunda letra del código de uno de los equipos, por la siguiente consonante del mismo nombre. Para las máquinas o equipos que estén conformados por dos palabras, el código se forma por la primera letra de cada palabra. Ver Tabla 3.

Tabla 3. Código de equipo.

| EQUIPOS | CÓDIGO |
|-----------------------------|---------------|
| Aire Acondicionado. | AA |
| Analizador de vibraciones. | AV |
| Caladora. | CD |
| Cilindradora. | CL |
| Compresor de aire. | CA |
| Cortador de Plasma. | CP |
| Dobladora. | DB |
| Esmeril. | ES |
| Fresadora. | FR |
| Limadora. | LM |
| Mandriladora. | MN |
| Moto bomba | MB |
| Motor eléctrico. | ME |
| Motor tool. | MT |
| Prensa hidráulica. | PH |
| Prensa manual. | PM |
| Puente grúa. | PG |
| Pulidora. | PL |
| Segueta mecánica. | SM |
| Soldador de arco eléctrico. | SA |
| Soldador MIG. | MG |
| Subestación Eléctrica. | SE |

Continuación tabla 3.

| | |
|---------------------------|----|
| Taladro de árbol. | TA |
| Taladro múltiple. | TM |
| Taladro manual. | TN |
| Taladro radial. | TR |
| Torno paralelo universal. | TP |
| Vehículos de transporte. | VT |

5.6.3. **Número Consecutivo.** Número consecutivo para una misma clase de máquinas o equipos.

Ejemplo:

Código de equipo: MEC-TP-01

Área de producción: MEC = mecanizado.

Clase de equipo: TP = torno paralelo. Número

Consecutivo: 01

5.7. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

A continuación se presenta el inventario de máquinas y equipos de la planta de producción con su respectivo código, fabricante y modelo. Ver Tabla 4.

Tabla 4. Inventario de equipos.

| CÓDIGO | EQUIPO | FABRICANTE | MODELO |
|---------------|----------------------------|---------------------|---------------|
| MEC-TP-01 | Torno paralelo | MASHSTROY | C10TM |
| MEC-TP-02 | Torno paralelo | TOS TRENCÍN | SN63C-71C |
| MEC-TP-03 | Torno paralelo | MASHSTROY | C11TM 80 |
| MEC-TP-04 | Torno paralelo | METALEXPORT | TUG-40 |
| MEC-TP-05 | Torno paralelo | CPEOHEBO | 16516 ЛЕ4 |
| MEC-TP-06 | Torno paralelo | MEUSER & CO | |
| MEC-TP-07 | Torno paralelo | MASCHINEN FABRIK | UHS-S102 |
| MEC-TR-01 | Taladro radial. | KOVOSVIT | VO63 |
| MEC-TM-01 | Taladro múltiple. | ACIERA | Jnv 315.14 |
| MEC-TM-02 | Taladro múltiple. | ACIERA | Jnv 315.14 |
| MEC-TM-03 | Taladro múltiple. | ACIERA | Jnv 315.14 |
| MEC-TA-01 | Taladro de árbol. | TOS | |
| MEC-FR-01 | Fresadora Universal | TOS KURIM | FA5B-U |
| MEC-FR-02 | Fresadora Universal | TOS OLOMOUC | FG 32 |
| MEC-MN-01 | Mandriladora horizontal | HECKERT UNION | BFT 130/5 |
| MEC-MN-02 | Mandriladora horizontal | TOS | H100A |
| MEC-LM-01 | Limadora. | | |
| CÓDIGO | EQUIPO | FABRICANTE | MODELO |
| EST-CL-01 | Cilindradora. | | |
| EST-CL-02 | Cilindradora manual. | | |

Continuación tabla 4.

| | | | |
|------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|
| EST-PH-01 | Prensa hidráulica. | STENHOJ HYDRAULIK | 5 01007 |
| EST-DB-01 | Dobladora. | HANGGI | MHRM |
| EST-DB-02 | Dobladora. | CAOPAR | 14 |
| EST-MG-01 | Soldador MIG | MILLER | XMT 304 / S-60 |
| EST-MIG-02 | Soldador MIG | LINCOLN | CV-400 / L9 |
| EST-MG-03 | Soldador MIG | INFRA | DELTAMIG 452 / S 604 |
| EST-MG-04 | Soldador MIG | INFRA | DELTAMIG 452 / S 604 |
| EST-SA-01 | Soldador arco eléctrico | OERLIKON | GL-220 |
| EST-SA-02 | Soldador arco eléctrico | OERLIKON | GL-220 |
| EST-SA-03 | Soldador arco eléctrico | OERLIKON | GL 250 RE |
| EST-SA-04 | Soldador arco eléctrico | OERLIKON | AG 8050 |
| EST-SA-05 | Soldador arco eléctrico | PRADELEC | |
| EST-SA-06 | Soldador arco eléctrico | LINCWELDER | DC 250 MK |
| EST-SA-07 | Soldador arco eléctrico | LINCWELDER | DC 250 MK |

Continuación tabla 4.

| | | | |
|-----------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| EST-SA-08 | Soldador arco eléctrico | WESTINGHOUSE | WSR LG |
| EST-SA-09 | Soldador arco eléctrico | MILER | OM-56-32-61 |
| EST-CP-01 | Cortador de plasma | COSTRUZIONI ELECTRO MECCA | PLASMA PLUS 140 E |
| EST-CP-02 | Cortador de plasma. | CEBORA | PROF 125 |
| EST-CP-03 | Cortador de plasma. | L-TEC | PCM-750I |
| EST-SM-01 | Segueta mecánica. | | |
| ETR-PG-01 | Puente-Grúa. | YALE | 10T |
| ETR-PG-02 | Puente-Grúa. (en fabri) | DEMAG | 10T |
| SMT-SE-01 | Subestación eléctrica. | | |
| SMT-CA-01 | Compresor de aire. | A.F.M. | 06528 |
| SMT-CA-02 | Compresor de aire. | DOERR | LR22132 |
| SMT-CA-03 | Compresor de aire. | POWER PAL | MT300005 |
| BPR-AV-01 | Analizador de vibraciones. | SKF | MICROLOG CMVA55 |
| BPR-MB-01 | Motobomba. | BARNES | CS |
| BAN-ES-01 | Esmeril | BLACK & DECKER | |
| BAN-ES-02 | Esmeril | | |
| BAN-ES-03 | Esmeril | HANS HESS | A35N1 |
| PL-01 | Pulidora. | DEWALT | DW402 |
| PL-02 | Pulidora. | DEWALT | DW494 |
| PL-03 | Pulidora. | DEWALT | DW494 |

Continuación tabla 4.

| | | | |
|---------------|--------------------------|-------------------|---------------|
| PL-05 | Pulidora. | DEWALT | DW494 |
| CÓDIGO | EQUIPO | FABRICANTE | MODELO |
| PL-06 | Pulidora. | DEWALT | DW494 |
| PL-07 | Pulidora. | DEWALT | DW494 |
| PL-08 | Pulidora. (recta) | BLACK & DECKER | |
| PL-09 | Pulidora. | BOSH | GWS-18-180 |
| MT-01 | Motor Tool | DEWALT | DW887 |
| AHT-TN-01 | Taladro manual ½ IN | BLACK & DECKER | |
| AHT-TN-02 | Taladro manual 3/8 IN | | |
| AHT-CD-01 | Caladora | BOSH | 1506 |

5.8. SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El soporte del programa de mantenimiento preventivo se encuentra en el sistema de información de los equipos y maquinas herramienta, que permite llevar el mantenimiento de una manera organizada y programada. El sistema de información ayuda a controlar las actividades e intervenciones hechas a los equipos como también los repuestos empleados y sus costos, saber si el personal es el adecuado o si su número es suficiente y los costos por mano de obra se justifican y están bien controlados.

El sistema de información del programa gerencial está conformado por los siguientes formatos:

5.8.1. **Inventario de máquinas y equipo.** Este formato recoge las máquinas y equipos que se encuentran en el área de producción, describiendo (Ver tabla 2).

- Nombre de máquina o equipo.
- Código .
- Modelo.
- Serie.
- Año de fabricación.
- Documentación técnica.
- Fichas de mantenimiento.

5.8.2. **Ficha técnica.** Es el registro donde se consignan las características técnicas y variables físicas de cada equipo (Ver tabla 3). El formato de ficha lleva la siguiente información.

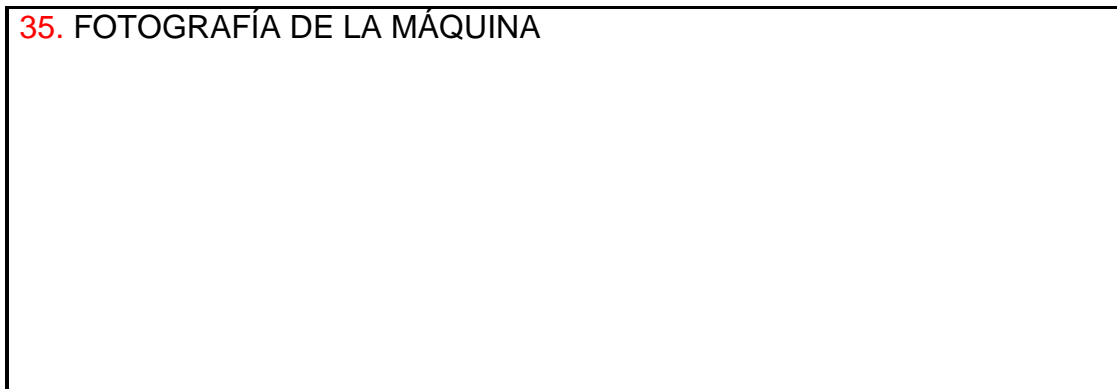
- Código de costos.
- Código .
- Datos del equipo:
 - Equipo.
 - Fabricante.
 - Modelo.
 - Serie.
 - Año de fabricación.
 - Peso total.

- Dimensiones.
- Trabajo:
 - Crítico.
 - Esporádico.
 - Turno.
 - Intermitente.
- Sistemas:
 - Eléctrico.
 - Hidráulico.
 - Refrigeración.
 - Neumático.
- Características técnicas.
- Motores:
 - Función.
 - Potencia
 - Voltaje.
 - Amperaje.
 - Marca.
 - Modelo

Tabla 6. Ficha Técnica.

| | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|-----------------|----------|-----------------------|---------|---------------------|-----------|------------|
| 1. CÓDIGO DE COSTOS: | | | | 2. CÓDIGO : | | | | |
| 3. DATOS DEL EQUIPO | | | | | | | | |
| 4. EQUIPO: | | | | 6. MODELO | | 7. SERIE: | | |
| 5. FABRICANTE: | | | | 8. AÑO DE FABRICACIÓN | | | | |
| 9. PESO TOTAL: | | 10. DIMENSIONES | | X(largo): | | Y(ancho): | | Z(alto): |
| 11. TRABAJO | | | | | | | | |
| 12. CRÍTICO | | 13. TURNO | | 14. ESPORÁDICO | | 15. INT ERMITENTE | | |
| 16. SISTEMAS | | | | | | | | |
| 17. ELÉCTRICO | | 18. VOLTAJE [V] | | 19. CORRIENTE [A] | | 20. FRECUENCIA [Hz] | | |
| 21. HIDRÁULICO | | 25. TIPO | | | | | | |
| 22. REFRIGERACIÓN | | | | | | | | |
| 23. LUBRICACIÓN | | | | | | | | |
| 24. NEUMÁTICO | | | | | | | | |
| 24. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 25. MOTORES ELÉCTRICOS | | | | | | | | |
| 26. No | 27. FUNCIÓN | 28. KW | 29. VOLT | 30. AMP | 31. RPM | 32. HZ | 33. MARCA | 34. MODELO |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Continuación tabla 6.



5.8.3. Carta de lubricación. Describe las instrucciones sobre las actividades de lubricación que se deben realizar con determinada periodicidad sobre el equipo (Ver tabla 7). La carta de lubricación contiene.

- Frecuencia de lubricación.
- Mecanismo /parte a lubricar.
- Tipo de lubricación.
- Actividad.
- Tiempo.
- Lubricante.
- Tipo.
- Cantidad.

5.8.4. **Control de lubricación.** Formato que permite llevar registro de las actividades de lubricación realizadas a cada equipo (Ver tabla 8). La información que se lleva es:

- Máquina.
- Fecha de cambio.
- Mecanismo / parte lubricada.
- Horas de operación.
- Frecuencia de lubricación.
- Tipo de lubricante.
- Cantidad.
- Fecha de próximo cambio.

5.8.5. **Historial de máquinas y equipos.** Es el documento en el cual se encuentran consignadas todas las actividades de mantenimiento efectuadas en el equipo (Ver tabla 9). La información diligenciada es la siguiente:

- Número de la orden de trabajo de mantenimiento.
- Fecha de inicio del mantenimiento.
- Tiempo empleado en la ejecución.
- Descripción de la falla.
- Mantenimiento realizado.
- Material utilizado.

5.8.6. Costos de mantenimiento por equipo. Permite registrar todos los costos que genera el equipo en cada intervención de mantenimiento tanto por repuestos como por mano de obra (Ver tabla 10). Este formato contiene:

- Número de la orden de trabajo de mantenimiento.
- Fecha de la intervención.
- Tiempo empleado en el mantenimiento.
- Costos:
 - Materiales y repuestos.
 - Mano de obra.
 - Indirectos.
 - Total.
 - Acumulado.

5.8.7. Programa de mantenimiento preventivo por equipo. Detalla cada una de las actividades de mantenimiento preventivo (mecánico, eléctrico y lubricación), que se deben efectuar sobre el equipo. (Ver tabla 11)

- Nombre y código del equipo.
- Frecuencia del mantenimiento.
- Tipo de mantenimiento preventivo.
- Parte del equipo a realizar mantenimiento.

5.8.8. Mantenimiento autónomo. Describe las instrucciones de inspección y lubricación que debe ejecutar el operario al inicio y durante el funcionamiento del equipo. Además describe las normas de seguridad a tener en cuenta. Este formato contiene: (Ver tabla 12).

- Nombre y código del equipo.
- Normas a cumplir durante el funcionamiento del equipo.
- Actividades de lubricación.
- Normas de seguridad.

5.8.9. Inspección de máquinas y equipos. Es el documento en el cual se busca realizar la verificación del estado de las partes o elementos del equipo objeto de la revisión. Incluye todos los aspectos de relevancia de cada una de las máquinas críticas que puedan ser inspeccionadas para su verificación (Ver tabla 13). El formato está conformado por:

- Nombre y código del equipo.
- Tipo de inspección (mecánico, eléctrico).
- Frecuencia de la inspección.
- Fecha de ejecución de la inspección
- Elemento constructivo a inspeccionar.
- Estado (bueno, regular, malo).
- Observaciones.
- Nombre de la persona que realizó la inspección.

Continuación tabla 11.

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |

Tabla 12. Mantenimiento Autónomo

| MANTENIMIENTO AUTÓNOMO | |
|--|----------------------|
| 1.CÓDIGO : | 5.FOTO EQUIPO |
| 2.EQUIPO: | |
| 3.FABRICANTE: | |
| 4.MODELO: | |
| 6.COMENTARIOS | |
| 7.NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO | |
| | |
| 8.LUBRICACIÓN | |

Continuación tabla 12.

| |
|------------------------------|
| |
| 9.NORMAS DE SEGURIDAD |
| |

Continuación tabla 13.

| | |
|---|--|
| | |
| | |
| | |
| 17.OBSERVACIONES: | |
| 18.REALIZADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA: | 19.REVISADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA: |

Tabla 14. Orden de trabajo de mantenimiento

| | | | | |
|--------------------------------|-------------------|----------------|----------------------------|--|
| 1.SOLICITADA POR: | | | 2.FECHA HORA: | 3. SOLICITUD DE TRABAJO No. |
| 4.EQUIPO O INSTALACIÓN: | | | 5.CÓDIGO: | 6.TIPO DE SOLICITUD NORMAL URGENTE |
| 7.PARTE | 8.ANOMALÍA | 9.CAUSA | 10.POSIBLE SOLUCIÓN | |
| | | | | 11. DTO. ADMS. Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN |
| | | | | GENERA ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO. |
| | | | | |

Continuación tabla 14.

| | | | | | |
|--|--|--------------------------------------|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | | | | SI: | NO: |
| 12.SOLICITADA POR: | | 13.REVISADA POR: FIRMA: | | 14.AUTORIZADA POR: FIRMA: | |
| FIRMA: | | FECHA: | | FECHA: | |
| FECHA: | | | | | |
| 15.ORDEN DE TRABAJO ASIGNADA POR: | | 16.ORDEN DE TRABAJO ASIGNADA: | 17.FECHA: | | 18.ORDEN DE TRABAJO DE MTO |
| | | | | | No. |
| | | | HORA: | | |
| 19. No. | 20.DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR | | | 21.TIPO DE TRABAJO | ORDEN DE |
| | | | | NOR | MAL |
| | | | | URGENTE | |
| | | | | 22. CONDICIÓN DE PARADA | |
| | | | | CON PÉRDIDA DE | PRODUCCIÓN |
| | | | | | |
| | | | | SIN PÉRDIDA DE | PRODUCCIÓN |
| | | | | 23.TIPO DE MANTENIMIENTO | |
| | | | | CORRECTIVO | PREVENTIVO |
| | | | | | |
| | | | | MECÁNICO | ELECTRICO |

5.8.10. **Programa anual de mantenimiento preventivo.** Recopila las actividades de mantenimiento preventivo que se deben realizar durante el año a cada uno de los equipos críticos de la planta de producción (Ver anexo A). Contiene:

- Código y nombre del equipo.
- Actividad de mantenimiento preventivo.
- Frecuencia de ejecución.
- Mes y semana del año para la ejecución del mantenimiento.

5.8.11. **Orden de trabajo de mantenimiento.** Es el formato que se utiliza para lograr la ejecución del programa de mantenimiento. La orden de trabajo es utilizada como un documento para solicitud, planeación y control de los trabajos de mantenimiento. (Ver tabla 14)

5.9. **PROCEDIMIENTO GENERAL DE MANTENIMIENTO**

Las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo se desarrollaran bajo el procedimiento de mantenimiento general. En el flujo grama de mantenimiento (figura 10) se describen los pasos necesarios que se deben seguir para el desarrollo de los trabajos de mantenimiento.

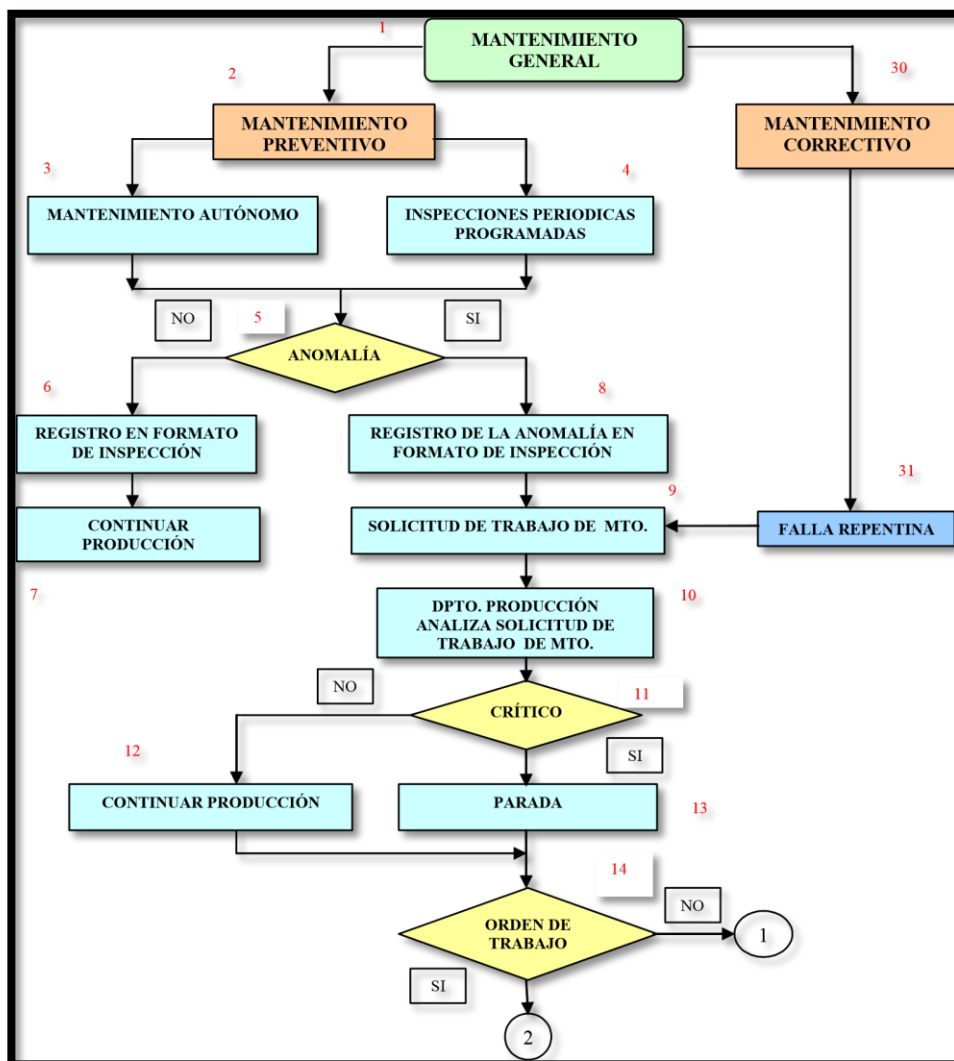
1. El jefe del departamento de administración y control de la producción con el apoyo del jefe de planta serán los encargados de programar, coordinar y verificar

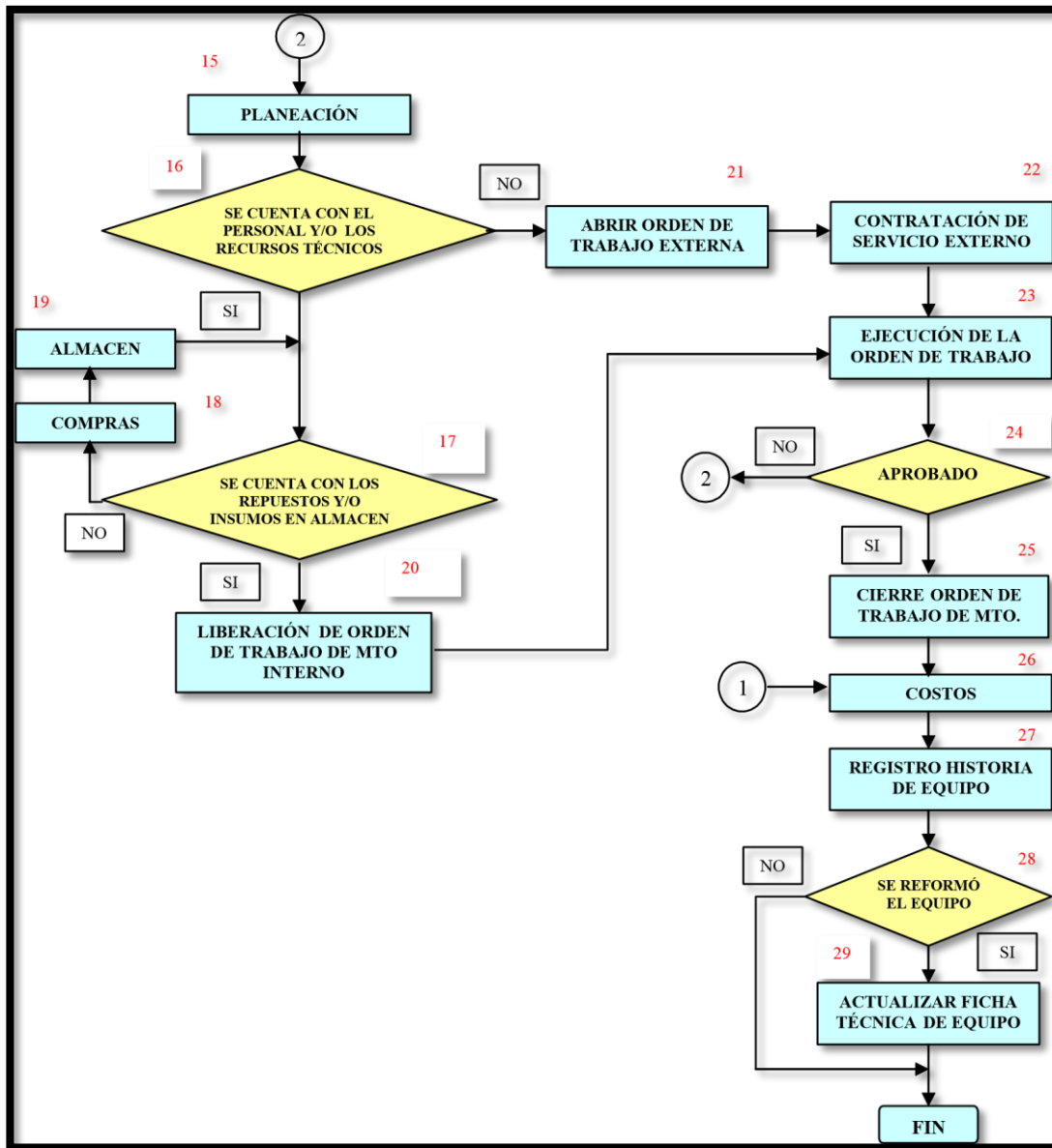
las tareas relacionadas con el mantenimiento interno de la maquinaria y equipos del área de producción.

2. Las actividades mantenimiento preventivo son ejecutadas por el operario y el personal de mantenimiento según sea el caso.

3. El mantenimiento autónomo lo ejecutará el operario al inicio y en el transcurso del trabajo diario.

Figura 10. Flujo grama de mantenimiento general.





4. El jefe del departamento de administración y control de la producción programa las inspecciones periódicas mensuales, trimestrales, semestrales y anuales a cada uno de los equipos críticos del área de producción. Las inspecciones periódicas serán realizadas por el operario y el personal de mantenimiento.
5. El operario y/o personal de mantenimiento deben cerciorarse de que el equipo no presente alguna anomalía antes y durante el funcionamiento.

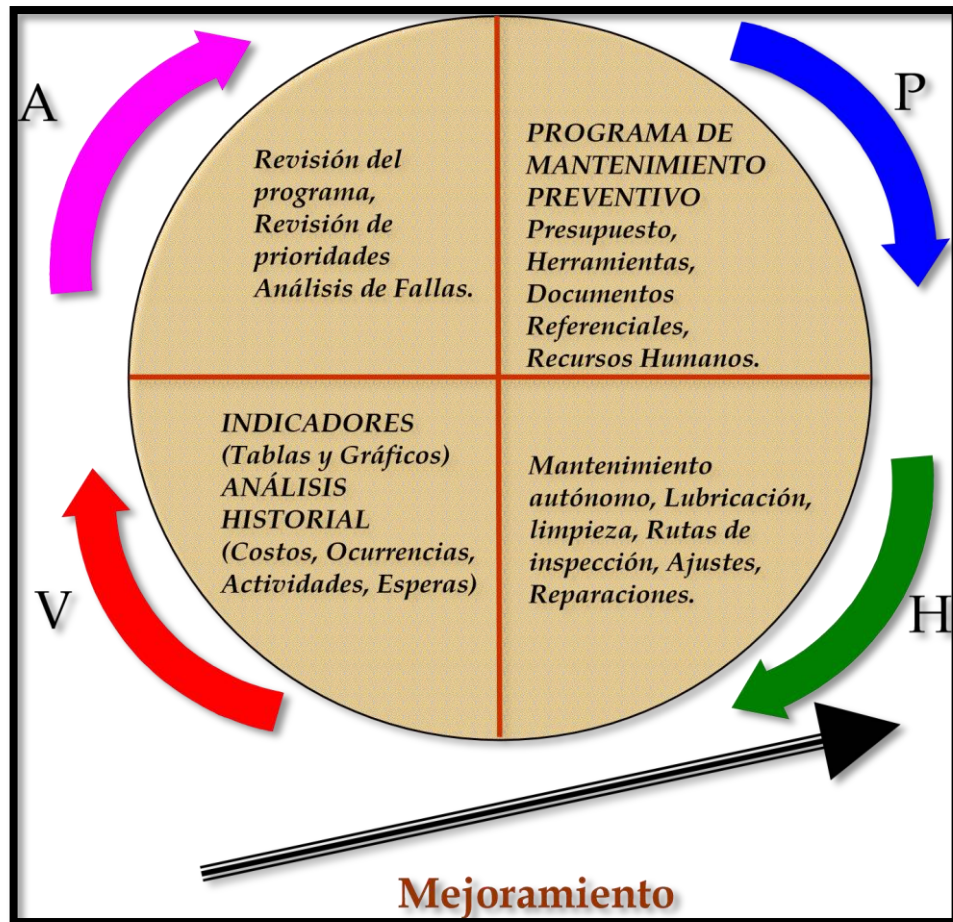
6. El operario y/o el personal de mantenimiento registran en el formato “Inspección de máquinas y equipos”, el buen estado del equipo.
7. El operario después de asegurarse del buen estado del equipo, inicia o continúa con los planes de producción establecidos por el departamento de producción.
8. El operario y/o el personal de mantenimiento registran en el formato “Inspección de máquinas y equipos”, las anomalías observadas.
9. El operario y/o el personal de mantenimiento diligencian el formato de solicitud de trabajo de mantenimiento.
10. El departamento de producción evalúa cada una de las solicitudes de trabajo, realizando un diagnóstico preliminar a la anomalía reportada.
11. El departamento de producción evalúa la criticidad del daño en el equipo.
12. Sí el daño o anomalía en el equipo no es crítico, el departamento de producción da la orden de que se continúe con la producción.
13. Sí el daño o anomalía en el equipo es crítico, el departamento de producción da la orden de que se cese con la producción en el respectivo equipo.
14. El jefe del departamento de producción genera las respectivas órdenes de trabajo de mantenimiento para corregir los daños o anomalías en los equipos.
15. El departamento de producción planea el personal, materiales, insumos, equipos y el tiempo que se requieren para la ejecución del mantenimiento.
16. El departamento de producción determina si se cuentan con los recursos humanos y técnicos para ejecutar el mantenimiento.
17. El almacenista verifica si se cuentan con los repuestos, herramientas e insumos requeridos para el respectivo mantenimiento.
18. El departamento de compras es el encargado de solicitar los repuestos, herramientas e insumos faltantes para ejecutar el mantenimiento.

19. El almacenista adquiere y registra los nuevos materiales.
20. El jefe del departamento de producción libera la orden de trabajo de mantenimiento interno para su ejecución.
21. El jefe del departamento de producción emite la orden de trabajo externa.
22. El jefe de compras con la aprobación de presidencia, es el encargado de la contratación de servicio externo.
23. El personal asignado por el jefe del departamento de producción, es el encargado de ejecutar la orden de trabajo de mantenimiento.
24. El jefe de planta recibe y aprueba el mantenimiento ejecutado.
25. Una vez aprobada la orden de trabajo, el jefe del departamento de producción cierra la respectiva orden de trabajo de mantenimiento.
26. El departamento de costos reporta los costos causados por la ejecución del mantenimiento.
27. El departamento de producción registra en la ficha de historia de máquinas y equipos los datos concernientes al mantenimiento ejecutado.
28. El departamento de producción debe tener en cuenta si se realizaron modificaciones al equipo.
29. Sí se realizó alguna modificación en el equipo, el departamento de producción debe actualizar la ficha técnica del respectivo equipo.
30. El departamento de producción toma las acciones necesarias para corregir en el menor tiempo posible cualquier falla repentina presentada en el equipo.
31. El operario debe informar al departamento de producción cualquier anomalía que presente el equipo durante su funcionamiento.

6. CICLO DE MEJORAMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El programa gerencial de mantenimiento preventivo se desarrollará bajo el ciclo de mejoramiento continuo de Edward Deming: PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). Ver figura 11.

Figura 11. Ciclo de mejoramiento continuo PHVA



En la primera fase del ciclo de mejoramiento se determinan los objetivos y metas del programa de mantenimiento, como también las tareas y estrategias que se deben ejecutar para alcanzarlos.

Antes de poner en práctica el programa es necesario capacitar y educar a cada una de las personas involucradas, para que en el momento de su ejecución este alcance el éxito esperado. En la ejecución de los planes de mantenimiento se debe observar y registrar cada uno de los trabajos realizados y sus efectos al sistema implicado.

La verificación del programa de mantenimiento se realiza mediante el análisis historial de cada uno de los equipos críticos y la comprobación de sus resultados obtenidos con los objetivos y metas propuestas, los cuales se miden de manera directa por medio de los indicadores de mantenimiento.

Cuando el programa no cumple con los objetivos iniciales propuestos, se deben buscar las causas fundamentales, emprender acciones correctivas y cambiar el procedimiento de trabajo para eliminar el problema. Sólo después de que se ha establecido un estándar del programa, se puede decir que el proceso está bajo control.

7. INDICADORES DE MANTENIMIENTO

La implementación de los indicadores de mantenimiento permitir tomar decisiones, establecer metas, determinar la eficiencia y eficacia en los procesos de mantenimiento, la mano de obra, la utilización del tiempo y los recursos asignados al departamento de mantenimiento.

Los indicadores utilizados para evaluar la gestión de mantenimiento, los podemos clasificar en:

7.1. INDICADORES DE GESTIÓN DE EQUIPOS

7.1.1. Tiempo Medio Entre Fallas (TMEF): Permite evaluar el grado de avance en la mejora del equipo a través de la aplicación de programa de mantenimiento. Técnicamente se define como el tiempo medio de operación, que indica la vida esperada de una máquina, componente o sistema. Se podría interpretar como la media de los tiempos de buen funcionamiento. Estadísticamente corresponde a la esperanza matemática de la variable aleatoria t (fecha de aparición de una avería).

$$\text{TMEF} = \frac{\text{Tiempo de operación en un período dado}}{\text{Número total de fallas presentadas en el período de tiempo dado}}$$

Este indicador debe ser usado para ítems que son reparados después de la ocurrencia de una falla.

7.1.2. Disponibilidad de los equipos (DISP): La disponibilidad de un equipo representa el porcentaje del tiempo en que quedó a disposición del órgano de operación para desempeñar su actividad.

$$\text{DISP} = \frac{\text{Número de total de horas calendario} - \text{Horas de mantenimiento}}{\text{Número total de horas calendario}}$$

El índice de disponibilidad es de gran importancia para la gestión de mantenimiento, pues a través de este, puede hacerse un análisis selectivo de los equipos, cuyo comportamiento operacional esté por debajo de los estándares aceptables.

7.2. INDICADORES DE GESTIÓN DE COSTOS

Nos muestran la relación entre lo invertido en actividades de mantenimiento con la facturación de la empresa.

7.2.1. Costo de mantenimiento por facturación (CMFT):

$$\text{CMFT} = \frac{\text{Costo total del mantenimiento}}{\text{Facturación de la empresa en el período considerado}}$$

Este índice es de fácil cálculo ya que los valores, tanto del numerador como del denominador, son procesados por el departamento de contabilidad de la empresa.

7.2.2. Costo de la eficiencia del mantenimiento (CEFM):

$$\text{CEFM} = \frac{\text{Costo total del mantenimiento preventivo}}{\text{Costo total del mantenimiento}}$$

7.3. INDICADORES DE GESTIÓN DE MANO DE OBRA

Todos los mecanismos de control de mano de obra deben ser orientados en el sentido de obtenerse un mayor aprovechamiento del recurso humano disponible, propiciando al personal mayor seguridad y satisfacción en el desempeño de sus funciones.

7.3.1. Atención a las solicitudes de mantenimiento (ATSM):

$$\text{ATSM} = \frac{\text{No. De órdenes de trabajo solicitadas}}{\text{No. De órdenes de trabajo ejecutadas}}$$

7.3.2. Número de trabajos de mantenimiento preventivo (NTMP)

$$\text{NTMP} = \frac{\text{No. De trabajos de mantenimiento preventivo}}{\text{No. De trabajos de mantenimiento correctivo}}$$

7.4. ELABORACIÓN DE INFORMES SOBRE INDICADORES

- El informe no debe presentar conclusiones especulativas. Las variaciones para mejor o peor, deben ser encaradas como síntomas que, discutidos en conjunto entre los órganos de control y ejecución podrán indicar necesidad de alteración de métodos de trabajo.
- Antes de emitir comentarios sobre los resultados del análisis de indicadores, el órgano de control debe estar seguro de que todos los datos que les dieron origen fueron confiables.
- El informe debe contener observaciones positivas junto con las negativas, siendo que en este caso (observaciones negativas), deben estar acompañadas de sugerencias de alternativas para mejora que deben ser discutidas con los supervisores del área de ejecución del mantenimiento antes del registro en el informe de análisis. Los informes que se limitan apenas a presentar fallas de los equipos de ejecución (ingenieros de mantenimiento) o de su administración (jefes de mantenimiento), puede acarrear insatisfacciones en esos equipos, que podrán tener consecuencias desastrosas como por ejemplo, el suministro intencional de datos equivocados para mejoría de los resultados.
- Para facilitar la composición del informe, algunos índices deben ser analizados en conjunto y de forma comparativa, como es el caso de aquellos relativos a la aplicación de mano de obra en actividades programadas y reparos colectivos para verificar si el aumento de uno (índice de preventivos) acarrea la reducción del otro (índice de correctivos).

- Es válida la colocación de valores comparativos entre períodos diferentes o valores medios obtenidos en el año anterior para evaluaciones referidas a decisiones gerenciales tomadas en función de anteriores análisis.
- Establecer metas para la mejoría de los índices, junto con el área ejecutante.

8. CONCLUSIONES

- Se realizó el diagnóstico del estado del arte del mantenimiento en la empresa, conociendo las fortalezas y debilidades al respecto. Se encontró que se cuenta con un personal calificado y la infraestructura necesaria para atender las necesidades de mantenimiento.
- El programa gerencial de mantenimiento preventivo se diseñó de acuerdo a las necesidades de la empresa, el cual cuenta con un sistema de información que permite llevar el registro detallado de los trabajos, materiales, repuestos, tiempo empleado y costos asumidos en la ejecución del mantenimiento.
- Se elaboró el manual de procedimiento de mantenimiento general de acuerdo a los requerimientos de la norma ISO 9000-2000.
- Se elaboró el programa de mantenimiento preventivo para los equipos del área de producción según recomendaciones de los fabricantes, personal operativo y técnico.
- Por medio del mantenimiento autónomo se vinculó al operario en la ejecución de las actividades de mantenimiento, logrando un sentido de pertenencia y responsabilidad.
- Cabe resaltar que es importante para la empresa Taller Industrial Alberto Vasquez, crear el departamento de Mantenimiento como una dependencia auxiliar del área de operaciones para garantizar la efectividad y cumplimiento de los trabajos.

- Durante la implementación del programa se ejecutaron rutas de inspección a los diferentes equipos y a su vez se generaron las respectivas órdenes de trabajo para la corrección de fallas. A demás se programaron trabajos de mantenimiento de revisión y reparación general de acuerdo al estado del equipo. Estas actividades de mantenimiento preventivo llevaron a los equipos a tener un mejor desempeño y crear un mejor ambiente de trabajo en la planta de producción.
- Los indicadores de mantenimiento establecidos permitieron evaluar el desempeño del programa de mantenimiento preventivo, tomando las medidas necesarias para su mejoramiento.
- Se propone realizar el estudio de criticidad para optimizar el programa de mantenimiento.

RECOMENDACIONES

- Es necesario continuar verificando los resultados del programa de mantenimiento preventivo y modificar los ciclos para satisfacer los requerimientos de operación. Siempre es necesario añadir o quitar algo al programa en su proceso de mejoramiento.
- Elaborar un plan de capacitación anual que permita mejorar las habilidades y competencias del personal operativo y técnico de mantenimiento de la planta de producción.
- Para la realización de la función de mantenimiento se requiere un administrador que realice la planeación, programación, coordinación y control y evaluación de las actividades propias de mantenimiento.
- No pasar por alto las solicitudes de mantenimiento por parte de los operarios, ya que esto puede llevar a la desmotivación y a la pérdida de pertenencia del personal operativo.

BIBLIOGRAFÍA

ARTEAGA, Rafael. QUINTERO, Miller . RODRÍGUEZ, Jesús. Modelo para la Administración del Mantenimiento en la Empresa Pollosan Ltda. Bucaramanga: 2000.

AUGUSTO TAVARES, Lourival. Administración Moderna de Mantenimiento. Brasil: Gráfica Editora NAT Ltda., 1999.

DIXON, Daffuaa. Sistemas de Mantenimiento: Planeación y control. México: Editorial Limusa Wiley S. A., 2000.

GARZÓN, Fabio y SÁNCHEZ, Ludwing. Programa de Mantenimiento Preventivo en la Empresa IMATT Ltda. Bucaramanga. 1998.

PEACH, Robert. Manual de ISO 9000. Mc. Graw Hill. Tercera edición. Santa Fé de Bogotá. 2000.

PÉREZ, Ariel. Programa de Mantenimiento Preventivo para la Empresa "Metalmeccánica Técnica Colombiana, METALTECO Ltda.". Bucaramanga. 2002.

ROMERO, Giovanni y RUÍZ, Jenny. Implementación del Sistema de Información Manual y Sistemático para el Mantenimiento en el SENA "Centro Industrial de Girón". Bucaramanga. 1999.

HODSON K. William. Manual del ingeniero industrial. New York: McGrawHill, 1998. 982 p.

KEITH, Denton. Seguridad industrial, administración y métodos. Illinois: Carbondale, 2000. 290 p.

MATHUR, Solow. Investigación de operaciones. Madrid: Prentice Hall. 1999. 459 p.

SAPAG, Nassir y CHAIN Reinaldo. Preparación y evaluación de proyectos. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill, 1988. 298 p.

W.Y.M., Stewart. El departamento de mantenimiento de la empresa. Madrid: Deusto – Bilbao, 1964. 426 p.

| CÓDIGO AVM | EQUIPO | ACTIVIDAD | FRECUENCIA | ENERO | | | | FEBRERO | | | | MARZO | | | | ABRIL | | | | MAYO | | | | JUNIO | | | | JULIO | | | | AGOSTO | | | | SEPTIEMBRE | | | | OCTUBRE | | | | NOVIEMBRE | | | | DICIEMBRE | | | |
|--|----------------|---|----------------|-------|---|---|---|---------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|--------|---|---|---|------------|---|---|---|---------|---|---|---|-----------|---|---|---|-----------|--|--|--|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| MEC-TP-05 | TORNO PARALELO | Lubricación de ruedas de cambio de lira. | Semanal | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| | | Lubricación de cadena y piñón del motor de avance rápido. | Trimestral | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Lubricación de motores | Trimestral | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Cambio de Aceite | Cada 3000 hrs. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Limpieza de filtros lubricación. | Cada 3000 hrs. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Inspección Mecánica | Trimestral | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Inspección eléctrica. | Trimestral | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Inspección Mecánica. | Semestral | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Limpieza filtro de taladrina. | Semestral. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Revisión general. | Anual. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Regulación y ajuste del juego de acuerdo al desgaste | Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEC-TP-06 | TORNO PARALELO | Lubricación de ruedas de cambio de lira. | Semanal | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| | | Lubricación de motores | Trimestral | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Cambio de Aceite | Cada 3000 hrs. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Limpieza de filtros lubricación. | Cada 3000 hrs. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Inspección Mecánica | Trimestral | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Inspección eléctrica. | Trimestral | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Inspección Mecánica. | Semestral | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Limpieza filtro de taladrina. | Semestral. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Revisión general. | Anual. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Regulación y ajuste del juego de acuerdo al desgaste | Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| CÓDIGO AVM | EQUIPO | ACTIVIDAD | FRECUENCIA | ENERO | | | | FEBRERO | | | | MARZO | | | | ABRIL | | | | MAYO | | | | JUNIO | | | | JULIO | | | | AGOSTO | | | | SEPTIEMBRE | | | | OCTUBRE | | | | NOVIEMBRE | | | | DICIEMBRE | | | |
|------------|-------------------|--|-----------------|-------|---|---|---|---------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|--------|---|---|---|------------|---|---|---|---------|---|---|---|-----------|---|---|---|-----------|--|--|--|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| MEC-FR-02 | FRESADORA | Lubricar caja transmisora del cardan. (mesa longitudinal) | Mensual | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | |
| | | Cambio de aceite de los depósitos | Cada 3000 hrs. | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Inspección Mecánica | Trimestral | | ■ | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Inspección eléctrica. | Trimestral | | | ■ | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Inspección Mecánica. | Semestral | | | | ■ | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Limpieza filtro de taladrina. | Semestral. | | | | ■ | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Revisión general. | Anual. | | | | ■ | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEC-TR-01 | TALADRO RADIAL | Lubricar Tuerca del tornillo de elevación del brazo y superficies guías horizontales del brazo | Semanal | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| | | Lubricar Tuerca del programador de profundidad. | Mensual | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | | | | |
| | | Lubricar Husillo-funda. | Mensual | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | | | | |
| | | Cambio de aceite de los depósitos | Cada 3000 hrs. | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Aplicar grasa a los cojinetes del motor electrico principal | Cada 3000 hrs. | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Aplicar grasa a los cojinetes del husillo | Cada 10000 hrs. | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Inspección Mecánica | Trimestral | ■ | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Inspección eléctrica. | Trimestral | ■ | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Inspección Mecánica. | Semestral | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Limpieza filtro de taladrina. | Semestral. | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Revisión general. | Anual. | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SMT-CA-01 | COMPRESOR DE AIRE | Cambio de aceite del cabezote del compresor | Cada 3000 hrs. | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Inspección Mecánica | Mensual | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | | | | |
| | | Inspección eléctrica. | Mensual | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | | | | |
| | | Revisión general del motor eléctrico | Anual. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | |

| CÓDIGO AVM | EQUIPO | ACTIVIDAD | FRECUENCIA | ENERO | | | | FEBRERO | | | | MARZO | | | | ABRIL | | | | MAYO | | | | JUNIO | | | | JULIO | | | | AGOSTO | | | | SEPTIEMBRE | | | | OCTUBRE | | | | NOVIEMBRE | | | | DICIEMBRE | | | | | | | |
|------------|-------------|--|----------------|-------|---|---|---|---------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|--------|---|---|---|------------|---|---|---|---------|---|---|---|-----------|---|---|---|-----------|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| ETR-PG-01 | PUENTE GRUA | Lubricar chumaceras del eje de translación y rodamientos de las ruedas | Semanal | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | Verificar Nivel de aceite del reductor de translación y el reductor de elevación | Mensual | ■ | | | | | | | | ■ | | | | | | | | ■ | | | | | | | | ■ | | | | | | | | ■ | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | |
| | | Cambio de aceite de los reductores | Cada 5000 hrs. | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Inspección Mecánica | Trimestral | | | ■ | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Inspección eléctrica. | Trimestral | | | ■ | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | revisión general de la estructura | Anual. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Revisión general de los motores eléctricos | Anual. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |