

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LA EMPRESA
METALMECÁNICA INDUSTRIAS AVM S.A.**

GABRIEL ANTUÁN SIERRA ÁLVAREZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2.004

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LA EMPRESA
METALMECÁNICA INDUSTRIAS AVM S.A.**

GABRIEL ANTUÁN SIERRA ÁLVAREZ

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

Director

ALFONSO GARCÍA CASTRO

Ingeniero Mecánico

M. Sc. en Ingeniería Mecánica

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2.004

*A Dios, por darme fortaleza y sabiduría,
A mi adorable y abnegada Madre,
A mi entrañable Abuelo,
A cada uno de mis familiares,
que me apoyaron para culminar este logro,
A Ana Jimena Carolina, por acompañarme
en mis momentos decisivos.*

AGRADECIMIENTOS

A Don Víctor Julio González, Gerente de Industrias AVM S.A, y a la Dra. Sara González, por brindarme el espacio para el desarrollo de la práctica empresarial y permitirme hacer parte de su organización.

A la Ingeniera Claudia Salcedo, Jefe de Calidad y Métodos, codirectora del proyecto.

Al personal administrativo y técnico del departamento de ingeniería y de producción.

A cada una de las personas de Industrias AVM S.A. que de una u otra forma colaboraron en la culminación de este proyecto.

A Alfonso García Castro, Ingeniero Mecánico, director del proyecto, por su respaldo, confianza y colaboración oportuna.

A la Universidad Industrial de Santander, a la Escuela de Ingeniería Mecánica, especialmente a su Director, Adolfo León Arenas, Ingeniero Mecánico.

Gabriel Antuán Sierra Álvarez.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	2
1.1. HISTORIA	2
1.2. MISIÓN	3
1.3. VISIÓN	4
1.4. NEGOCIO DE LA ORGANIZACIÓN	4
1.5. POLÍTICA DE CALIDAD	5
1.6. ORGANIGRAMA	5
1.7. INSTALACIONES Y PROCESO DE PRODUCCIÓN	5
1.7.1. Unidad de Maquinado o Mecanizado	7
1.7.2. Unidad de Estructuras	7
1.7.3. Unidad de Ensamble y Montaje	7
1.7.4. Unidad de Pintura, Pavonado y Acabado	8
1.7.5. Unidad de Carpintería	9
1.7.6. Banco de Pruebas	9
1.7.7. Unidad de Servicios	9
1.7.8. Sección de Almacén	9
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	10
2.1. MANTENIMIENTO	10
2.1.1. Objetivos del Mantenimiento	12
2.1.2. Tipos de Mantenimiento	14
2.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	14
2.2.1. Pasos para desarrollar un Programa de Mantenimiento Preventivo	16
2.2.2. Responsable por el Mantenimiento Preventivo	19
2.2.3. Métodos para prevención de fallas	20

2.2.4. ¿Qué equipos se deben inspeccionar?	23
2.2.5. ¿Qué partes deben inspeccionarse?	25
2.2.6. Tipos de Inspección	26
2.2.7. Frecuencia de las Inspecciones	28
2.2.8. Elementos del Programa de Mantenimiento Preventivo	32
2.3. VÍNCULO DEL MANTENIMIENTO CON LA CALIDAD	34
2.4. EL MANTENIMIENTO CON RELACIÓN A LAS NORMAS ISO SERIE 9000	37
2.5. COSTOS DEL MANTENIMIENTO	39
3. DIAGNÓSTICO DE LA FUNCIÓN DE MANTENIMIENTO EN INDUSTRIAS AVM S.A.	42
3.1. ORGANIZACIÓN	42
3.2. ADMINISTRACIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO	43
3.3. PLANEACIÓN DE MANTENIMIENTO	44
3.4. USO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS	45
3.5. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	46
3.6. COSTOS DE MANTENIMIENTO	46
3.7. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS DE MANTENIMIENTO	47
3.8. SERVICIOS DE TERCEROS	47
3.9. PERSONAL	48
3.10. DIAGNÓSTICO DE CONDICIÓN DE LAS MÁQUINAS	48
3.11. ALMACÉN Y MANEJO DE REPUESTOS	49
3.12. INDICADORES DE GESTIÓN	50
4. MODELO PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN INDUSTRIAS AVM S.A.	51
4.1. OBJETIVO	51
4.2. PROPÓSITO SECUNDARIO	51
4.3. ENTRADAS Y SALIDAS DEL MODELO DE MANTENIMIENTO	52

4.4. FLUJO BÁSICO DE MANTENIMIENTO	53
4.5. ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	53
4.5.1. Mantenimiento Autónomo	54
4.5.2. Inspecciones Periódicas Programadas	55
4.5.3. Lubricación	56
4.5.4. Ajustes	56
4.6. SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	57
4.6.1. Inventario de Máquinas y Equipo	57
4.6.2. Ficha Técnica	57
4.6.3. Carta de Lubricación	60
4.6.4. Control de Lubricación	63
4.6.5. Historia de Máquinas y Equipos	63
4.6.6. Costos de Mantenimiento por Equipo	64
4.6.7. Programa de Mantenimiento Preventivo por Equipo	64
4.6.8. Mantenimiento Autónomo	65
4.6.9. Inspección de Máquinas y Equipos	65
4.6.10. Programa Anual de Mantenimiento Preventivo	71
4.6.11. Orden de Trabajo de Mantenimiento	71
4.7. PROCEDIMIENTO GENERAL DE MANTENIMIENTO	71
4.8. CICLO DE MEJORAMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	76
5. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	78
5.1. CODIFICACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS	78
5.1.1. Código de Área de Producción	78
5.1.2. Clase de Equipo	79

5.1.3. Número Consecutivo	80
5.2. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS	81
5.3. ANÁLISIS DE CRITICIDAD	83
5.3.1. Producción	83
5.3.2. Calidad	84
5.3.3. Mantenimiento	85
5.3.4. Seguridad	86
5.4. INFORMACIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS	89
5.5. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN	89
5.5.1. Sección de Mecanizado	90
5.5.2. Sección de estructuras y ensamble	105
5.5.3. Sección de Suministro	111
5.5.4. Equipos de transporte	112
6. INDICADORES DE MANTENIMIENTO	114
6.1. INDICADORES DE GESTIÓN DE EQUIPOS	114
6.1.2. Disponibilidad de los equipos	115
6.2. INDICADORES DE GESTIÓN DE COSTOS	115
6.2.1. Costo de mantenimiento por facturación	115
6.2.2. Costo de la eficiencia del mantenimiento	116
6.3. INDICADORES DE GESTIÓN DE MANO DE OBRA	116
6.3.1. Atención a las solicitudes de mantenimiento	116
6.3.2. Numero de trabajos de mantenimiento preventivo	116
6.4. ELABORACIÓN DE INFORMES SOBRE INDICADORES	116
7. CONCLUSIONES	118
8. RECOMENDACIONES	120
BIBLIOGRAFÍA	121
ANEXOS	122

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. Frente de Industrias AVM S.A.	2
Figura 2. Organigrama Industrias AVM S.A.	6
Figura 3. Planta Industrias AVM S.A.	7
Figura 4. Unidad de maquinado	8
Figura 5. Unidades de estructura, ensamble y montajes	8
Figura 6. Relación entre los objetivos de la organización, el proceso de producción y el mantenimiento	11
Figura 7. Reparación general basada en el tiempo	22
Figura 8. Mantenimiento basado en las condiciones	23
Figura 9. Curva de costos mantenimiento-parada de producción	30
Figura 10. Frecuencia óptima de las inspecciones	31
Figura 11. Relación entre producción, calidad y mantenimiento	36
Figura 12. Curvas de costo del mantenimiento con relación al tiempo	41
Figura 13. Entradas y salida del modelo de mantenimiento	52
Figura 14. Flujo básico de trabajos de mantenimiento	53
Figura 15. Sistema de inspecciones periódicas	56
Figura 16. Flujograma de mantenimiento general	72
Figura 17. Ciclo de mejoramiento Continuo PHVA	76
Figura 18. Estructura del código de equipos	78

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Tipos de Mantenimiento	14
Tabla 2. Inventario de máquinas y equipos	59
Tabla 3. Ficha Técnica	60
Tabla 4. Carta de Lubricación	61
Tabla 5. Control de Lubricación	62
Tabla 6. Historia de Máquinas y Equipos	66
Tabla 7. Costos de mantenimiento por equipo	67
Tabla 8. Programa de mantenimiento preventivo por equipo	67
Tabla 9. Mantenimiento autónomo	68
Tabla 10. Inspección de máquinas y equipos	69
Tabla 11. Orden de trabajo de mantenimiento	70
Tabla 12. Código de área de producción	79
Tabla 13. Código de equipo	80
Tabla 14. Inventario de equipos	81
Tabla 15. Valores para la tasa de marcha	83
Tabla 16. Valores para equipo auxiliar	84
Tabla 17. Valores de influencia del equipo en el proceso	84
Tabla 18. Valores para la influencia en la calidad final del producto	84
Tabla 19. Valores según costo mensual de mantenimiento	85
Tabla 20. Valores para el número de horas de paro por mes	85
Tabla 21. Valores según grado de especialización del equipo	85
Tabla 22. Valores de influencia del equipo sobre la seguridad industrial	86
Tabla 23. Matriz de criticidad para los equipos de Industrias AVM S.A.	87

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Vista en Planta de Industrias AVM S.A.	122
Anexo B. Fichas técnicas de equipos	124
Anexo C. Mantenimiento Autónomo de equipos	136
Anexo D. Carta de lubricación de equipos	146
Anexo E. Formatos de inspección de máquinas y equipos	155
Anexo F. Programa Anual de Mantenimiento Preventivo	175

RESUMEN

TÍTULO: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA METALMECÁNICA INDUSTRIAS AVM S.A.*

AUTOR: Gabriel Antuán Sierra Álvarez. **

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento Preventivo, Programa de Mantenimiento, Sistema de Inspecciones, Disponibilidad.

DESCRIPCIÓN

El presente trabajo describe la elaboración e implementación del programa de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos críticos que intervienen en el proceso de producción de la empresa metalmecánica Industrias AVM S.A.

La implementación del programa de mantenimiento preventivo en Industrias AVM S.A., 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.

Se realizó en primer lugar el diagnóstico de la función de mantenimiento en Industrias AVM S.A., describiendo las fortalezas y debilidades al respecto. Posteriormente se elaboró el modelo para la administración del mantenimiento en la empresa. Este modelo cuenta con un sistema de información que permite llevar el mantenimiento de una manera organizada y controlada. Durante la implementación se realizó el inventario y codificación de los equipos, seguidamente se determinó el índice de criticidad para cada uno de ellos. Con base en los equipos críticos se diseñó el programa de mantenimiento preventivo que está conformado por el mantenimiento autónomo, las inspecciones periódicas programadas, ajustes menores y las actividades de lubricación por equipo. Al final se presenta los indicadores de mantenimiento que permiten evaluar el desempeño del programa y realizar los ajustes y correcciones pertinentes.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Alfonso García Castro.

SUMMARY

TITLE: PREVENTIVE MAINTENANCE PROGRAM FOR THE METALMECHANIC INDUSTRIES AVM S.A. COMPANY.*

AUTHOR: Gabriel Antuán Sierra Álvarez.**

KEY WORDS: Preventive Maintenance, Maintenance Program, Inspections System, Availability.

DESCRIPTION:

The following work describes the elaboration and implementation of the preventive maintenance program for the machines and critical equipment which take part in the Metalmechanic Industries AVM S.A. Company production process.

The purpose of the implementation of the preventive maintenance program in AVM Industries S.A. is to guarantee the availability and operational reliability of the equipments of the production plant, in an efficient and safe way, in order to contribute with the quality requirements established by the company.

Firstly, the diagnosis of the maintenance function at Industries AVM S.A. was made, describing its strengths and weaknesses. Secondly, the model for the company maintenance management was built. This model counts on an information system that allows to take the maintenance in an organized and controlled way. During the implementation, the inventory and equipment codification were carried out. After that, the criticism index for each one of them was determined. Based on the critical equipment, the preventive maintenance program was designed, which is formed by the autonomous maintenance, the regular scheduled inspections, minors adjusts and the activities of the lubrication per equipment. Finally, the maintenance indicators are presented. These allow to evaluate the program performance and make the pertinent adjusts and corrections.

* Degree Work.

** Physical-Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Alfonso García Castro.

INTRODUCCIÓN

Recientemente, las empresas manufactureras y de servicios se han visto sometidos a una enorme presión para ser competitivas y ofrecer una entrega oportuna de productos de alta calidad. Este nuevo entorno ha obligado a los gerentes y a los ingenieros a optimizar todos los sistemas que intervienen en el proceso de producción., con el fin de cumplir los requerimientos por parte de los clientes. En busca de lo planteado, Industrias AVM S.A., 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 las Calidad ISO 9000 - 2.000.

La implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo en la Empresa Industrias AVM S.A. 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 falla 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.

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1. HISTORIA

En el año 1994 el empresario Víctor Julio González, quien ya había fundado otra empresa de gran prestigio en el sector metalmecánico -Industrias Tanuzi- decide abrir un espacio para especializarse en la rama de la agroindustria centrada en la producción de maquinaria para la extracción del aceite de palma africana. Es así como decide establecer una nueva empresa que garantice la calidad de productos y asesorías técnicas y para la cual se vale de la importante experiencia que para ese entonces tenía el Ing. José Miguel Díaz, quien por muchos años había dirigido plantas extractoras de aceite de palma africana.

Figura 1. Frente de Industrias AVM S.A.



Fue entonces cuando ambos emprendieron 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 plantas colombianas y extranjeras. Es así como Industrias AVM, nace rápidamente y se posiciona en el mercado.

La sociedad se ha caracterizado por innovar y aportar con ingeniería y calidad productiva, maquinaria que mejore y garantice calidad en los trabajos de extracción. La empresa se interesa por el bienestar y progreso de su gente. Los fundadores han permanecido muy de cerca en todo proceso de gestación y crecimiento de la empresa y su gente.

Desde su nacimiento la empresa ha orientado una parte importante de la fuerza de ventas hacia el exterior, por eso en la actualidad atienden clientes en países como son: Venezuela, Panamá, Honduras, Costa Rica y Ecuador.

1.2. MISIÓN

Somos una empresa Industrial Metalmecánica con una estructura tecnológica competente, que aplica todos sus recursos a la fabricación de maquinaria y repuestos y la prestación de servicios de Ingeniería, principalmente mecánica y servicios técnicos, en los sectores de la agroindustria, petróleo, minería y alimentos.

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

INDUSTRIAS AVM empresa metalmecánica, en el futuro será reconocida como líder en Latinoamérica, 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. NEGOCIO DE LA ORGANIZACIÓN

INDUSTRIAS AVM S.A. dedica su actividad empresarial a atender los requerimiento de fabricación de maquinaria y equipos, así como las emergencias de sus clientes en cuanto a ingeniería, principalmente mecánica aplicada a los ingenios industriales de extracción de aceite de la fruta de la palma africana, al suministro de soluciones de alta eficiencia mediante máquinas de su fabricación para ese sector agroindustrial, 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,

el sector petrolero, el sector eléctrico, la industria de alimentos, la industria semi-pesada y las instalaciones portuarias.

1.5. POLÍTICA DE CALIDAD

INDUSTRIAS AVM S.A. 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 – 2.000.

1.6. ORGANIGRAMA

En la figura 2 se puede observar la estructura organizacional general de la empresa Industrias AVM S.A.

1.7. INSTALACIONES Y PROCESO DE PRODUCCIÓN.

Industrias AVM S.A., cuenta con una planta física con un área total de 1300 metros cuadrados, 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 AVM S.A. (figura 3), se encuentran las siguientes unidades de producción:

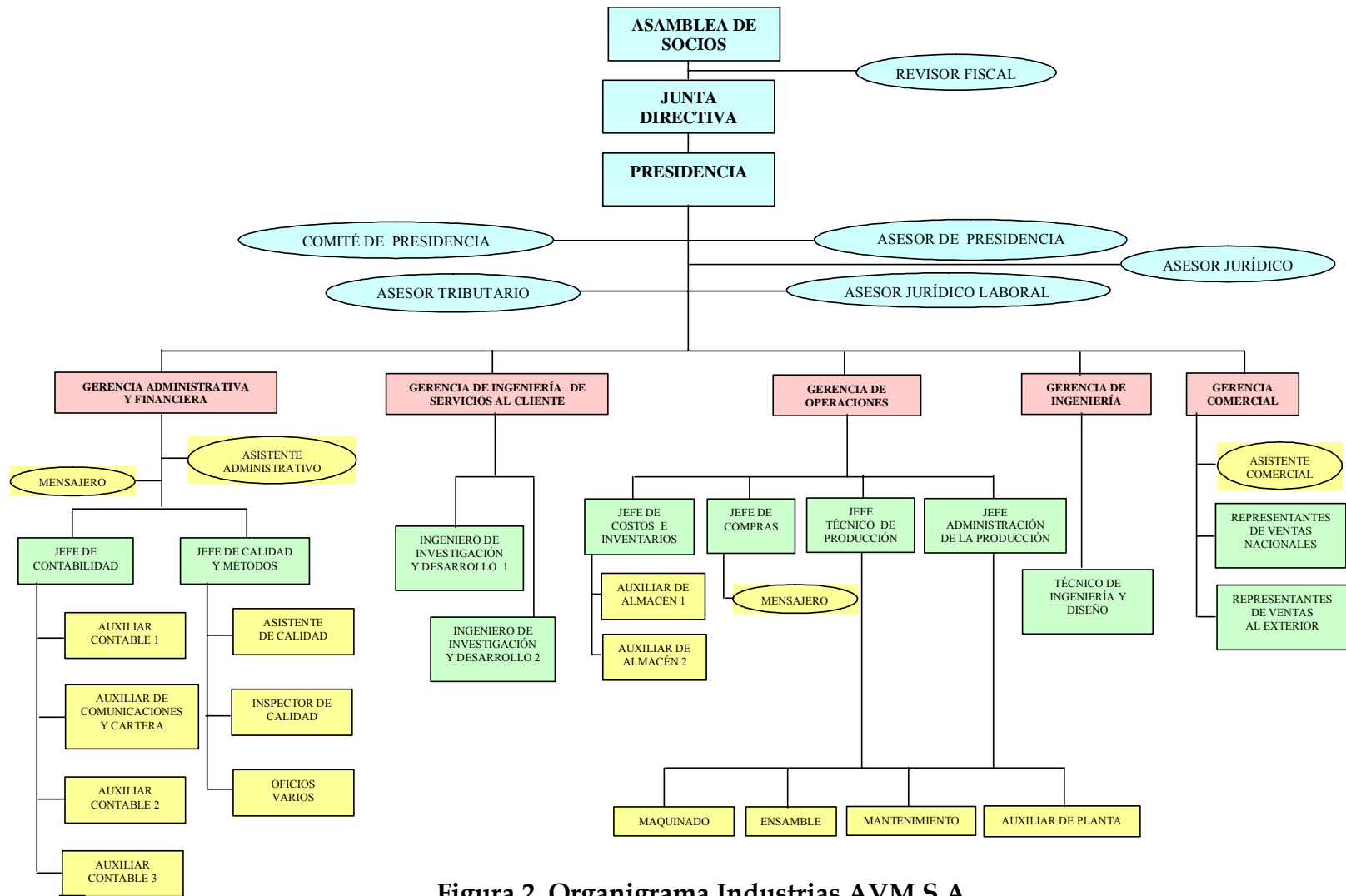


Figura 2. Organigrama Industrias AVM S.A.

Figura 3. Planta Industrias AVM S.A.



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, Pavonado y Acabado. 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.

En el proceso de pavonado (proceso químico), se producen cambios en los metales, por la acción de agentes químicos para fijar recubrimientos sobre las piezas a fin de protegerlas de la corrosión del medio ambiente, aumentando así la resistencia al desgaste y mejorando su presentación.

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. Banco de pruebas. En esta sección se realizan las pruebas de balanceo dinámico de la máquina centrífuga, que es uno de los productos líderes de la empresa en el sector de la extracción de aceite de palma. Para esto se cuenta con un analizador de vibraciones y una estación de bombeo que simula las condiciones de trabajo de la máquina.

1.7.7. 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.

1.7.8. 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. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. MANTENIMIENTO

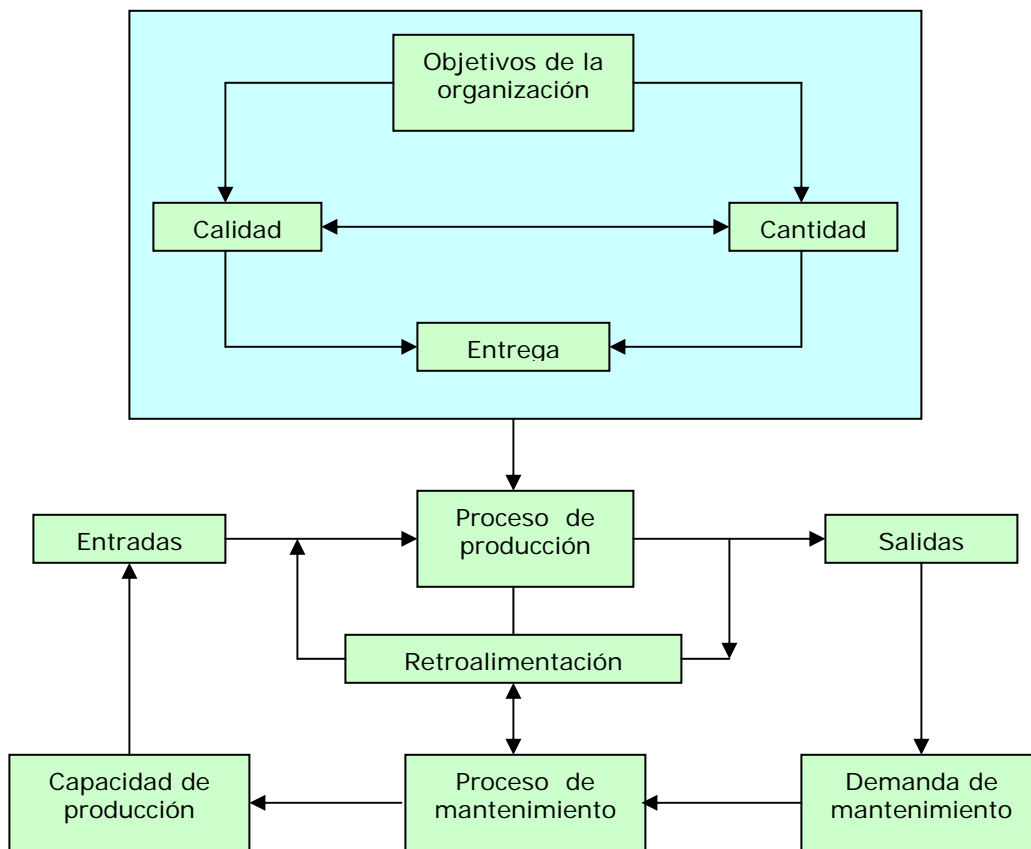
El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas. Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa. Las inconsistencias en la operación del equipo de producción dan por resultado una variabilidad excesiva en el producto y, en consecuencia, ocasionan una producción defectuosa. Para producir con un alto nivel de calidad, el equipo de producción debe operar dentro de las especificaciones, las cuales pueden alcanzarse mediante acciones oportunas de mantenimiento.

Un sistema es un conjunto de componentes que trabajan de manera combinada hacia un objetivo común. El mantenimiento puede ser considerado como un sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los sistemas de producción. En la figura 6 se muestra un diagrama de relaciones entre los objetivos de la organización, el proceso de producción y el mantenimiento. Producción generalmente se ocupan de convertir entradas o insumo, como materias primas, mano de obra y procesos, en productos que satisfacen las necesidades de los clientes.

La principal salida de producción son los productos terminados; una salida secundaria es la falla de un equipo. Esta salida secundaria genera una

demanda de mantenimiento, la cual es tomada por el sistema de mantenimiento como una entrada y le agrega conocimiento experto, mano de obra y refacciones, y produce un equipo en buenas condiciones que ofrece una capacidad de producción.

Figura 6. Relación entre los objetivos de la organización, el proceso de producción y el mantenimiento.



La principal meta general de producción es elevar al máximo las utilidades a partir de las oportunidades disponibles en el mercado, y la meta secundaria tiene que ver con los aspectos económicos y técnicos del proceso de conversión. Mantenimiento también contribuyen al logro de estas metas al incrementar las utilidades y la satisfacción del cliente. Éstas se logran

reduciendo al mínimo el tiempo muerto de la planta, mejorando la calidad, incrementando la productividad y entregando oportunamente los pedidos a los clientes.

2.1.1. Objetivos del mantenimiento. La responsabilidad fundamental del Mantenimiento es contribuir al cumplimiento de los objetivos de la empresa o entidad la cual forma parte. Para ello, los objetivos del Mantenimiento deben establecerse dentro de la estructura de los objetivos generales de la empresa.

Los objetivos del Mantenimiento son:

- ✓ Maximizar la disponibilidad de la maquinaria y equipo necesario para la actividad productiva.
- ✓ Preservar o conservar el “valor” de la planta y de su equipo, minimizando el desgaste y el deterioro.
- ✓ Cumplir estas metas, tan económicamente como sea posible.

La acción del Mantenimiento para cumplir estos objetivos, se genera a través, del desempeño de un cierto número de actividades o funciones que se pueden dividir en dos grupos:

FUNCIONES PRIMARIAS

- ✓ Mantenimiento del equipo. Incluye: Reparaciones, revisiones mantenimiento preventivo y reconstrucción.
- ✓ Mantenimiento de edificios
- ✓ Lubricación.

- ✓ Generación y distribución de servicios: Energía eléctrica, vapor, aire, agua potable, etc.
- ✓ Cambios de equipos y edificios.
- ✓ Nuevas instalaciones.
- ✓ Desarrollar una efectiva planeación y programación de los trabajos de Mantenimiento.
- ✓ Seleccionar y entrenar personal calificado para llevar a cabo las responsabilidades y deberes del Mantenimiento.

FUNCIONES SECUNDARIAS

- ✓ Asesores en la compra de nuevos equipos y procesos, con el propósito de asegurar que ellos cumplan los requerimientos de Mantenimiento.
- ✓ Iniciar las requisiciones de herramientas, materiales de mantenimiento, repuestos y equipo necesario para la actividad de mantenimiento.
- ✓ Preparar y realizar estudios de reposición de repuestos para la maquinaria y equipo de producción. Revisar los puntos de reposición, inventarios mínimos etc.
- ✓ Manejar los almacenes de repuestos.
- ✓ Supervisor y/o ejecutar las labores en limpieza y recolección de basuras y desperdicios.
- ✓ Administración y/o colaboración en la administración de la seguridad industrial.
- ✓ Contabilidad e inventario de los activos.
- ✓ Control de la contaminación: ruido, polvos, desechos.

2.1.2. Tipos de Mantenimiento. Existen diferentes tipos de mantenimiento, siendo la comparación de los logros o beneficios obtenidos de ellos el mejor camino para definir su aplicabilidad. Así, se hace una división de los diferentes tipos de mantenimiento, distintos en cuanto a forma, no así en sus fines: lograr resultados que abatan los costos.

Tabla 1. Tipos de Mantenimiento.

Mantenimiento Correctivo	Una acción
Mantenimiento Progresivo	Recomendación del fabricante
Mantenimiento Programado	Metodología
❖ Periódico ❖ Sistemático	
Mantenimiento con Proyecto	Ingeniería de Proyectos
Mantenimiento Preventivo	Una Filosofía
Mantenimiento Predictivo	Una Tecnología
Mantenimiento Productivo	Una Estrategia
Mantenimiento Total	Un Ideal.

Fuente: GONZÁLEZ, Carlos Ramón. Ingeniería de Mantenimiento. Cap. III. UIS. Bucaramanga.

A continuación describiremos con detalle el mantenimiento preventivo, ya que este es fundamento teórico sobre el cual se desarrolla la práctica empresarial.

2.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo es la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos con el fin de detectar condiciones y estados inadecuados de esos elementos que puedan ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones, y realizar en forma permanente el cuidado de mantenimiento adecuado de la planta para evitar

tales condiciones, mediante la ejecución de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están en estado inicial de desarrollo.

El objetivo del mantenimiento preventivo es aumentar al máximo la disponibilidad y confiabilidad del equipo llevando a cabo un mantenimiento planeado, basado en las inspecciones planificadas y programadas de los posibles puntos a falla.

Una buena organización de mantenimiento que aplica el sistema preventivo obtiene los siguientes beneficios:

- **Seguridad.** Las obras e instalaciones sujetas a mantenimiento preventivo operan en mejores condiciones de seguridad puesto que se conoce mejor su estado físico y condiciones de funcionamiento u operación.
- **Vida útil.** Una instalación sujeta a mantenimiento preventivo tiene una vida útil mucho mayor que la que tendría con un sistema de mantenimiento correctivo.
- **Costo de reparaciones.** Es posible reducir el costo de reparaciones si se utiliza el mantenimiento preventivo en lugar del correctivo.
- **Inventarios.** Es posible reducir el costo de inventarios empleando el sistema de mantenimiento preventivo, puesto que se determina en forma más precisa los materiales de mayor consumo y se puede prever su uso en el tiempo.

- **Carga de trabajo.** La carga de trabajo para el personal de mantenimiento preventivo es más uniforme que en un sistema de mantenimiento correctivo, por lo que se puede reducir al minimizar las emergencias.
- **Aplicabilidad.** Mientras más complejas sean las instalaciones y más confiabilidad se requiera, mayor será la necesidad del mantenimiento preventivo.

En resumen y considerando los costos directos e indirectos a mediano y largo plazo, se estima que una sana combinación de mantenimientos correctivo y preventivo puede reducir los costos en 40 a 50%. Hay que recordar que entre los costos indirectos están: pérdida de prestigio por incumplimiento de programas de producción y entregas, primas por accidentes, litigios y desmandas, desmotivación a la calidad y productividad.

2.2.1. Pasos para desarrollar un programa de mantenimiento preventivo.

Cualquier buen Ingeniero pueda establecer un programa de mantenimiento preventivo con el fin de conservar la planta y equipo a mínimo costo, pero debe aprender desde el principio, a examinar los efectos de todas las fases del programa sobre los costos de manufactura.

El programa de mantenimiento preventivo debe ser hecho sobre medidas: medido y cortado para satisfacer los requerimientos individuales. La razón es clara: no hay dos plantas idénticas en tamaño, edad, localización, equipo y servicios; difieren en organización, políticas de operación; personal. Los problemas de mantenimiento preventivo son diferentes así como los problemas del mantenimiento y no responden al mismo tratamiento.

Esto no quiere decir que no haya parecido entre dos sistemas de mantenimiento preventivo. Lo hay pero se encuentra en objetivo y principios básicos, no en la Ingeniería y el papeleo. EL papeleo o los sistemas que se apliquen son importantes pero puede costar más de lo que de debiera si es de la clase errada. En general, para iniciar el establecimiento de un programa de mantenimiento preventivo se pueden tener en cuenta los siguientes pasos:

2.2.1.1. Administración del plan. El primer paso en el desarrollo de un programa completo de mantenimiento preventivo consiste en reunir una fuerza de trabajo que inicie y ejecute el plan. Se designará a una sola persona como jefe de la fuerza de trabajo, además de que es esencial el compromiso de la dirección para el cumplimiento exitoso del plan. Después de anunciar el plan y formar la organización necesaria para el mismo, la fuerza de trabajo deberá emprender la tarea de conformar el programa.

2.2.1.2. Inventario de las instalaciones. El inventario de las instalaciones es una lista de todas las instalaciones, incluyendo todas las piezas, de un sitio. Se elabora con fines de identificación. Se deberá elaborar una hoja de inventario de todo el equipo que muestre la identificación de éste, la descripción de la instalación, su ubicación, tipo y prioridad (importancia).

2.2.1.3. Identificación del equipo. Es esencial desarrollar un sistema mediante el cual se identifique de manera única a cada equipo de la planta. Se deberá establecer un sistema de códigos que ayude en este proceso de identificación. El código deberá indicar la ubicación, tipo y número de máquina.

2.2.1.4. Registro de las instalaciones. El registro de las instalaciones es un archivo (electrónico o en papel) que contiene los detalles técnicos acerca de los equipos incluidos en el plan de mantenimiento. Estos datos son los primeros que deben alimentarse al sistema de información de mantenimiento. El registro del equipo (partida) debe incluir el número de identificación, ubicación, tipo de equipo, fabricante, fecha de fabricación, número de serie, especificaciones, tamaño, capacidad, velocidad, peso, energía de servicio, detalles de conexiones, detalles de cimiento, dimensiones generales, tolerancias, número de plano de referencia, número de referencia para los manuales de servicio, intercambiabilidad con otras unidades, etc.

2.2.1.5. Programa específico de mantenimiento. Debe elaborarse un programa específico de mantenimiento para cada pieza de equipo dentro del programa general. El programa es una lista completa de las tareas de mantenimiento que se van a realizar en el equipo. El programa incluye el nombre y número de identificación del equipo, su ubicación, número de referencia del programa, lista detallada de las tareas que se llevarán a cabo (inspecciones, mantenimiento preventivo, reemplazos), frecuencia de cada tarea, tipo de técnicos requeridos para realizar la tarea, tiempo para cada tarea, herramientas especiales que se necesitan, materiales necesarios y detalles acerca de cualquier arreglo de mantenimiento por contrato.

2.2.1.6. Especificaciones del trabajo. La especificación del trabajo es un documento que describe el procedimiento para cada tarea. Su intención es proporcionar los detalles de cada tarea en el programa de mantenimiento. La especificación del trabajo deberá indicar el número de identificación de la pieza (equipo), ubicación de la misma, referencia del programa de mantenimiento, número de referencia de especificación del trabajo, frecuencia

del trabajo, tipo de técnicos requeridos para el trabajo, detalles de la tarea, componentes que se van a reemplazar, herramientas y equipos especiales necesarios, planos de referencia, y manuales y procedimientos de seguridad a seguir.

2.2.1.7. Programa de mantenimiento. El programa de mantenimiento es una lista donde se asignan las tareas de mantenimiento a períodos de tiempo específicos. Cuando se ejecuta el programa de mantenimiento, debe realizarse mucha coordinación a fin de balancear la carga de trabajo y cumplir con los requerimientos de producción. Esta es la etapa en donde se programa de mantenimiento preventivo entra en ejecución.

2.2.1.8. Control del programa. El programa de mantenimiento preventivo debe ejecutarse según se ha planeado. Es esencial una vigilancia estrecha para observar cualquier desviación con respecto al programa.

2.2.2. Responsable por el mantenimiento preventivo. En las circunstancias modernas actuales la continua introducción de equipos mecánicos de servicios, de maquinaria perfeccionada y de nuevos métodos de fabricación se agregan continuamente a las tareas del mantenimiento. La elección de la maquinaria de producción es principalmente de la incumbencia del Departamento de Producción, pero a menudo se consulta al Ingeniero de Mantenimiento sobre la instalación, las necesidades de fuerza motriz y servicio y sobre las especificaciones que afectan el mantenimiento.

Para que los costos de mantenimiento sean mínimos, es preciso que se aplique un criterio de ingeniería competente tanto en la elección de la

maquinaria como en la disposición de la misma y en el desarrollo de herramientas eficientes y buenas prácticas de mantenimiento.

Como un campo tan amplio de atender, es necesario que el mantenimiento preventivo este bajo la responsabilidad de un Ingeniero, que a la vez tenga buenos conocimientos técnicos y sea un buen ejecutivo.

El Ingeniero de Mantenimiento Preventivo debe tener en cuenta que establecer un programa de mantenimiento toma tiempo y que no debe esperar resultados inmediatos, sin embargo, al cabo de pocos meses verá gradualmente el progreso.

En las etapas preliminares el Ingeniero se mantendrá completamente ocupado y lleno de responsabilidades, a menos que pueda delegar convenientemente el trabajo de papeleo y el movimiento de records, reportes, etc, no podrá atender la gran masa de detalles que encontrará al principio.

El Ingeniero debe tener en cuenta para el éxito del programa de mantenimiento: el tamaño de la planta, la capacidad de los inspectores, mecánicos y ayudantes, adecuada ayuda de oficina y las condiciones presentes de la fábrica y su equipo.

2.2.3. Métodos para prevención de fallas. La pregunta más crítica en el mantenimiento preventivo es: ¿Qué tarea o serie de tareas deben realizarse para impedir una falla? Obviamente, si entendemos el mecanismo de la falla real del equipo, podemos decidir qué tareas son lógicas para impedir la falla y cuáles no son pertinentes.

Si el mecanismo dominante de falla se basa en el tiempo o se debe al desgaste, es decir, si la probabilidad de la falla aumenta gradualmente con el tiempo, la edad o el uso, entonces las tareas de mantenimiento tienen que basarse en el tiempo. Si, por otra parte, la probabilidad de una falla es constante independientemente del tiempo, la edad o el uso, y existe una degradación gradual desde el principio de la falla, entonces las tareas de mantenimiento pueden basarse en las condiciones. Las tareas basadas en el tiempo se justifican si un restablecimiento o un reemplazo periódicos de componentes restablecen el equipo al estado en que pueda realizar las funciones para las que fue creado. Esta tarea podría variar en complejidad desde una reparación general completa de toda la unidad hasta el simple reemplazo de un filtro.

Las tareas basadas en las condiciones, justificadas cuando se desconoce el enfoque de prevención de fallas, se centran en la medición de un parámetro que indique un deterioro o una degradación en el rendimiento funcional del equipo. Las mediciones y las inspecciones mismas pueden programarse regularmente, pero no las tareas de restauración. Estas mediciones pueden relacionarse directamente con la operación de la máquina, como la vibración, la temperatura durante el funcionamiento, el amperaje requerido, los contaminantes en el aceite de lubricación o el nivel del ruido, o puede ser una medida sustituta de la operación de la máquina, como la calidad del producto, sus dimensiones, patrones de desgaste o composición.

Si se consideran los rodamientos, por ejemplo, sólo un pequeño porcentaje de éstos fallan realmente durante el servicio y, de hecho, por lo general duran más tiempo que el equipo donde se instalan. La mayoría de las fallas de los rodamientos ocurren debido a una lubricación deficiente o inadecuada, a contaminantes sólidos o líquidos que entran en el rodamiento, o a un

inadecuado manejo o montaje. Cuando los rodamientos se manejan, se montan, se alinean, se sellan y se lubrican correctamente y se mantienen fuera de temperaturas extremas, su modo predominante de falla es la fatiga (envejecimiento). Por lo tanto, el mantenimiento preventivo sin intrusión con base en las condiciones es la elección lógica para el monitoreo de los rodamientos.

El mantenimiento basado en el tiempo (por ejemplo, reparaciones generales) es técnicamente factible si la pieza tiene una vida promedio identificable. La mayoría de las piezas sobreviven dicha edad y la acción restablece la condición de la pieza a su función deseada. El mantenimiento basado en las condiciones es técnicamente factible si es posible detectar condiciones o funcionamiento degradado, si existe un intervalo de inspección práctico, y si el intervalo de tiempo (desde la inspección hasta falla funcional) es suficientemente grande para permitir acciones correctivas o reparaciones. Las figuras 7 y 8 muestran cuándo se debe emplear el mantenimiento basado en el tiempo o el mantenimiento basado en las condiciones.

Figura 7. Reparación general basada en el tiempo.

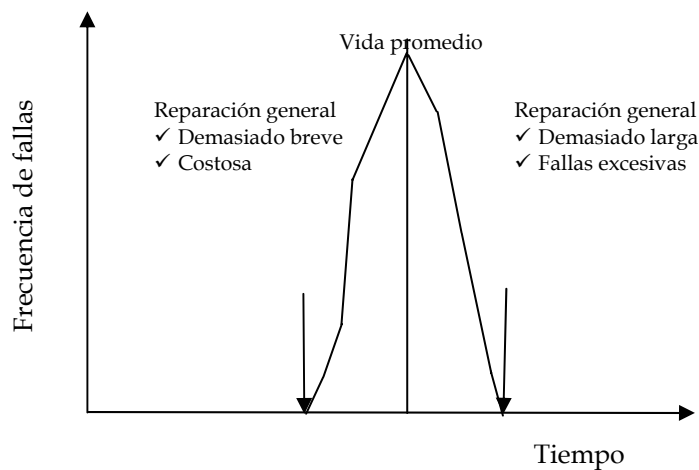
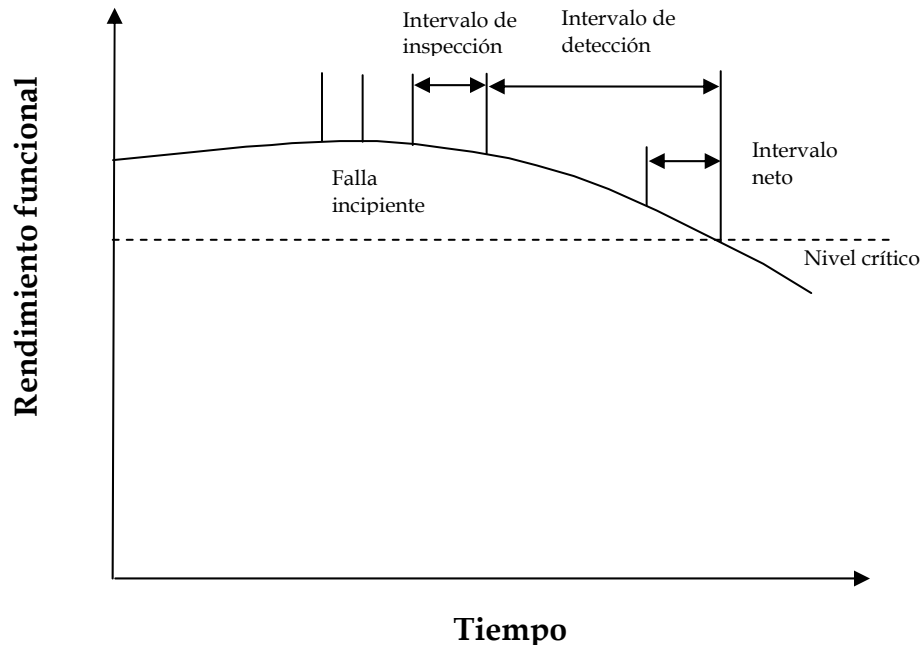


Figura 8. Mantenimiento basado en las condiciones.



Debido a que los equipos complejos y sus componentes tendrán varias causas posibles de falla, es necesario desarrollar una serie de acciones de mantenimiento preventivo algunas basadas en condiciones y otras basadas en el tiempo para el mismo equipo, y consolidar éstas en un Programa de Mantenimiento Preventivo. El programa tendrá tareas agrupadas por periodicidad (es decir, diaria, semanal o anualmente, por horas de operación, por ciclos, etc.) y agrupadas por oficio (es decir, mecánico, electricista, operador, técnico, etc.)

2.2.4. ¿Qué equipos se deben inspeccionar? Esto depende principalmente de las condiciones especiales de cada planta. Como regla general un buen programa de mantenimiento preventivo debe incluir la mayor parte de las instalaciones físicas de la planta.

Para llegar a una decisión sobre el particular, se debe hacer un análisis global y tomar como guías las respuestas que se dan a las siguientes preguntas:

- *¿Es un equipo vital?* Si su falla causa una pérdida de producción mayor a una vería costosa o daños al personal, se justifica incluirlo en el programa de mantenimiento preventivo.
- *¿Hay equipos de emergencia o reemplazo en caso de falla?* Es posible poner en operación otro equipo para satisfacer la demanda de producción. En tal caso la necesidad de incluir tales equipos en el programa de mantenimiento preventivo depende de otros factores, tales como costo de la reparación o el valor del equipo.
- *¿El costo del mantenimiento preventivo es mayor que el costo de la parada de los equipos y los costos de reparaciones y reemplazo?* Si el valor de parar una maquinaria para reparar o corregir una falla repetitiva no es menor que el costo total de la reparación, es difícil certificar la utilización del mantenimiento preventivo.
- *¿La vida normal del equipo de mantenimiento preventivo excede las necesidades de producción?* Si el equipo ha de ser obsoleto antes de que se arruine por completo, el Mantenimiento Preventivo puede ser un gasto innecesario.

En el caso de equipo que no sea de operación la decisión de incluirlo en el programa de mantenimiento preventivo puede guiarse por la siguiente consideración:

Si la falta de mantenimiento o ajuste de un equipo va a producir, en caso de una falla, daños personales o a otros equipos o problemas en la producción, debe considerarse seriamente la posibilidad de incluirlo en el programa de mantenimiento preventivo.

Para poder determinar que equipos se deben incluir, es indispensable saber con que maquinaria contamos, así que el primer paso a tomar es el de efectuar un inventario de toda la maquinaria.

2.2.5. ¿Qué partes deben inspeccionarse? Una vez decidido que equipo va a incluirse en el programa de mantenimiento preventivo, el paso siguiente es determinar que partes de cada equipo necesitan atención. En este estudio es donde se logra compaginar la teoría y la práctica del mantenimiento preventivo.

Las partes de cada equipo que se deben inspeccionar se determinan mediante la integración de la siguiente información

- Recomendaciones de los fabricantes.
- Manuales de servicio emitidos para cada equipo.
- Experiencia del personal de mantenimiento en general.
- Listas de recomendaciones suministrados por los mecánicos que ajustan regularmente los equipos; ellos pueden localizar una parte susceptible de desgaste o de perder ajuste bajo las condiciones locales, que no habían sido consideradas por el fabricante.
- Los registros históricos.

2.2.6. Tipos de inspección. El paso siguiente consiste en la determinación de los requisitos de lubricación, mantenimiento mecánico y mantenimiento eléctrico.

2.2.6.1. Requerimientos de lubricación. Una vez que se ha determinado el empadronamiento de toda la maquinaria y se ha decidido que equipos parte del programa de mantenimiento preventivo, se debe continuar con la revisión de lubricación del equipo para determinar los lubricantes adecuados y la frecuencia de lubricación.

Los elementos principales para la determinación de los requerimientos de lubricación son los siguientes:

- Reconocimiento previo de los puntos de lubricación para seleccionar los mejores lubricantes y su frecuencia de aplicación.
- Reducir el número de lubricantes a unos pocos de buena calidad.
- Inspeccionar los dispositivos y sistemas de lubricación para asegurarse que están en buenas condiciones y son adecuados.
- Desarrollar un sistema para programar la lubricación que se adapte a las características de la planta, de forma que los lubricantes se apliquen debidamente con prontitud.
- Evitar la contaminación de los lubricantes durante su almacenamiento y manipulación.

Para establecer el plan de lubricación que sirva de base para la programación, se debe utilizar las “cartas de lubricación” que permitan recoger la siguiente información:

- Descripción del equipo.
- Partes a lubricar.
- Sistemas de lubricación.
- Lubricante usado.
- Frecuencia de lubricación o análisis.
- Cantidad.

2.2.6.2. Mantenimiento mecánico. El mantenimiento mecánico cubre un campo muy extenso, ya que la mayoría de los sistemas tienen componentes y mecanismos que requieren de revisión y mantenimiento en condiciones de operación.

Las tareas de mantenimiento mecánico son muy variadas, pues incluyen actividades como:

- Inspección y evaluación.
- Ajuste y calibración.
- Ensamble y desensamble.
- Lavado y limpieza.
- Sujeción.
- Soldadura y metalización.
- Maquinado.
- Tratamientos físicos y térmicos.
- Acabado de superficies.

2.2.6.3. Mantenimiento eléctrico. En forma general, el equipo eléctrico y sus redes son de un relativo fácil mantenimiento, ya que por un lado se tienen

pocas partes de movimiento continuo (excepto motores), y por otro el equipo eléctrico utiliza diseños probados que deben cumplir con normas y reglamentos.

El mantenimiento en esta área se da a instalaciones de conducción, equipo de protección, control, medición, señalamiento, comunicación, motores y transformadores.

2.2.7. Frecuencia de las inspecciones. La decisión de cuán a menudo se debe inspeccionar probablemente tiene la mayor incidencia en los costos y ahorros de un Programa de Mantenimiento Preventivo. El exceso de inspección es un gasto innecesario y la falta de inspección resulta en más paradas de emergencia y reemplazo prematuros de repuestos y piezas. Un buen balance es necesario para obtener óptimos ahorros.

El primer paso para establecer y medir el mejor ciclo de frecuencia es un análisis de Ingeniería de su equipo desde los siguientes puntos de vista:

- **Edad, condiciones y valores.** Los equipos más viejos y en pobres condiciones necesitan servicios más frecuentes. Si los equipos están listos para ser dados de baja o serán obsoletos en breve tiempo, será más barato inspeccionar una base de la armadura en general y no en la totalidad de las partes.
- **Severidad del servicio.** Aplicaciones más severas de equipo idéntico requieren ciclos más cortos.

- **Requerimiento de seguridad.** Equipos con un alto potencial de riesgo de accidentes requieren frecuencias altas de inspección.
- **Horas de operación.** Muchas casas constructoras sugieren ciclos de frecuencia basados en días de ocho horas de trabajo; otras se basan en el uso (tal como en el millaje). A veces se usan las dos bases, poniendo en práctica la que se cumpla primero.
- **Susceptibilidad de averías.** Si el equipo está sujeto a vibraciones, sobrecargas o abusos, este debe someterse a revisiones frecuentes del estado o condición de funcionamiento.
- **Susceptibilidad de desgaste.** Cuál es la exposición al mugre, fricción, fatigas, esfuerzos o corrosión? Cuál es el tiempo de vida esperado?.
- **Susceptibilidad a perder ajuste.** Si las tolerancias dadas por la casa constructora son muy precisas, es necesario acortar los ciclos de inspección. También se evalúa que tanto afectará el mal ajuste o desalineamiento la calidad del producto.

El establecimiento de las frecuencias apropiadas de inspecciones es cuestión de experiencia. ¿Cómo puede uno saber si está dando exceso de mantenimiento o si por el contrario éste es insuficiente o si está en el punto correcto? Esto conduce a un análisis de los resultados del programa. Este análisis se puede hacer en primer lugar mediante el control de costos: por un lado se dispone del número y el costo de las inspecciones y por el otro del número y el costo total de las reparaciones y paradas de producción; si no hay reparaciones es probable que se está sobreinspeccionado, si hay

demasiadas reparaciones entonces no se tendrá el número y frecuencia adecuada de inspecciones.

La tendencia en las primeras etapas del programa de mantenimiento preventivo es la de sobre inspeccionar, lo cual trae como resultado un costo de inspecciones más elevado de lo necesario. Sin embargo, si la frecuencia de inspecciones no es lo suficientemente alta se presentará un gran número de trabajos de emergencia y los costos de paradas de producción serán mayores de lo que debieran ser. Esto se puede apreciar mejor si analizamos la representación gráfica de la relación entre la cantidad de mantenimiento y el costo total de las paradas.

Figura 9. Curva de costos mantenimiento-parada de producción.

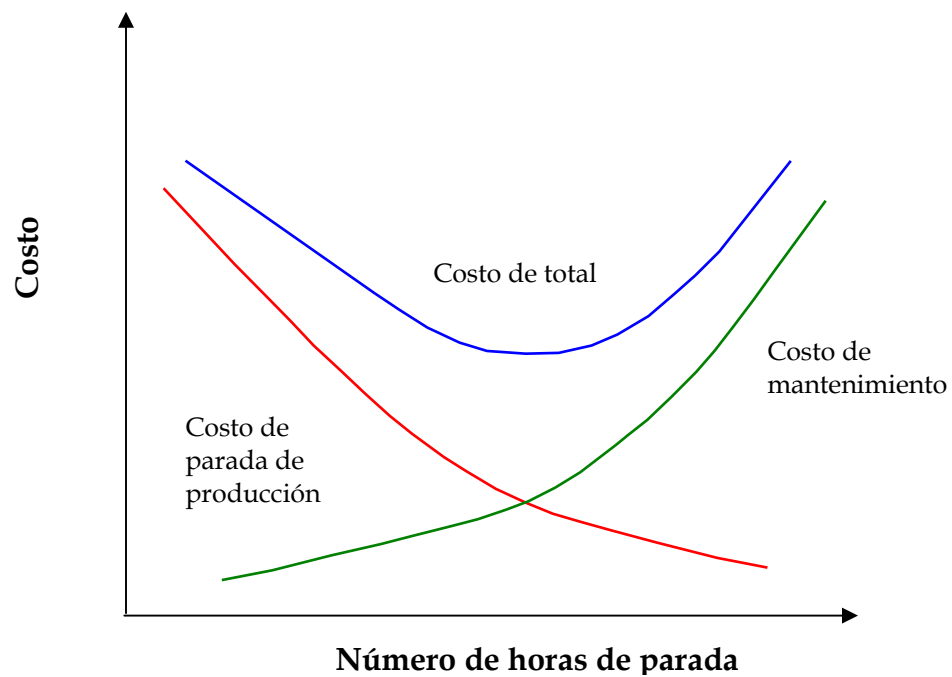
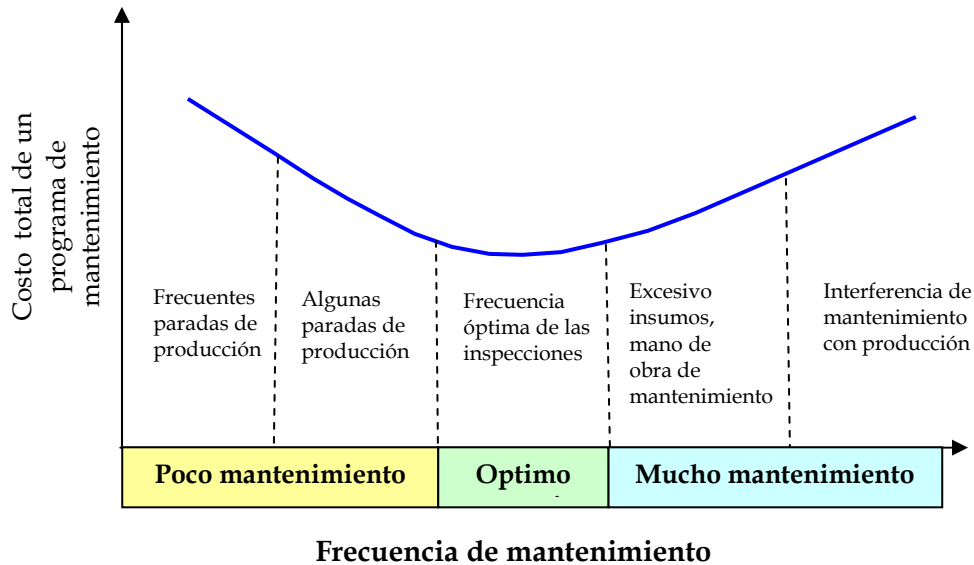


Figura 10. Frecuencia óptima de las inspecciones.



De la figura 9 y 10 podemos apreciar que el nivel económico óptimo puede ser el tener una cierta cantidad de tiempo de parada de producción el cual estará dado al analizar el costo de mantenimiento contra el costo de paradas: de la consideración de estos costos y su suma se puede también establecer el nivel de mantenimiento que dará el máximo retorno económico.

De las gráficas podemos además deducir:

- La ausencia total de horas de parada o una cantidad muy baja de ellas produce unos costos de mantenimiento muy altos, lo cual indica que la planta está sobremantenida y que su mantenimiento es antieconómico.
- Un costo de mantenimiento muy bajo está indicando que hay exceso de horas de parada y por consiguiente un alto costo de paradas de producción.

- Por último se deduce que demasiado mantenimiento puede ser costoso como muy poco mantenimiento.

En resumen se puede decir que es deseable empezar con frecuencia de inspecciones altas e ir observando lo que ocurre con los tiempos de paradas producidas por fallas de los equipos. Si este tiempo, se observa que está en un nivel apropiado, se disminuye la frecuencia de inspeccionar hasta al punto óptimo.

Otro método para evaluar el éxito de un programa de mantenimiento preventivo (número de inspecciones y su frecuencia) es de comparar el mantenimiento programado (rutinas y reparaciones) con el mantenimiento no programado (trabajo de emergencia). Cuando hay mucho trabajo no programado esto nos indica que hace falta mantenimiento preventivo. Esto puede significar muy pocas unidades inspeccionadas o frecuencia de inspección muy baja. Ningún trabajo no programado puede ser el otro extremo. Cuál puede ser una buena relación?. Algunas plantas establecen del 80% al 90% del total de horas - hombre del departamento, en trabajos programados, incluyendo las reparaciones de mantenimiento preventivo.

2.2.8. Elementos del programa de mantenimiento preventivo. El sistema de papelería es básico para un adecuado funcionamiento del programa de mantenimiento preventivo.

Se debe tratar de utilizar un sistema que sea:

- Fácil de instalar.
- Fácil de entender

- Fácil de administrar
- Reportar economía para la fábrica.

Sobre esta base se recomienda un sistema que utiliza los siguientes elementos:

- **Ficha técnica:** Registro permanente de los datos físicos o especificaciones de la maquinaria o equipo y su instalación. Estas deben ser cuidadosamente archivadas pues forman la base del sistema.
- **Registros históricos:** Es de primordial importancia que todas las reparaciones y ajustes más significativos sean registrados con el propósito de disponer de una información para propósito de análisis de mantenimiento efectuado, pues solamente conociendo lo que ha pasado se pueden tomar medidas correctivas para mejorar las operaciones y reducir los costos de mantenimiento en el futuro.
- **Ficha de mantenimiento preventivo:** Resume las actividades de lubricación, mantenimiento mecánico y eléctrico, con sus respectivas frecuencias.
- **Hojas de inspección:** Simultáneamente con la determinación de los equipos y las partes que deben inspeccionarse, hay necesidad de desarrollar una lista en la cual se anotan todos los puntos que se van a chequear en el equipo, para evitar que alguna tarea sea omitida por desconocimiento u olvido en la ejecución de las actividades de mantenimiento.

- **Ordenes de trabajo:** Es el formato que se utiliza para lograr la ejecución el programa de mantenimiento. En ella se van anotando los trabajos que hay que efectuar en cada máquina y el tiempo estimado para ejecutarlo. Una vez cumplida la orden son devueltas al Departamento de Mantenimiento con el dato de quien hizo el trabajo, cuanto tiempo gasto y que materiales fueron utilizados.
- **Tarjetas de costos:** Esta tarjeta se abre a cada máquina de la fábrica y en ella se van anotando los costos de la mano de obra, materiales y costos indirectos.
- **Manual de instrucciones:** En este manual se consignan todas las instrucciones sobre cada operación de mantenimiento.
- **Manual de mantenimiento preventivo:** Es indispensable elaborar un manual en el que se consignan todas las normas y procedimientos que el Departamento de Mantenimiento exige.

2.3. VÍNCULO DEL MANTENIMIENTO CON LA CALIDAD

El mantenimiento tiene un enlace directo con la calidad de los productos. El equipo con un buen mantenimiento produce menos desperdicios que el equipo con un mantenimiento deficiente.

El mantenimiento puede contribuir de manera significativa a mejorar y mantener productos de calidad; por ejemplo, la capacidad de una máquina herramienta en su mejor condición producirá más del 99% de piezas dentro de las tolerancias aceptadas Después de que la máquina ha estado en servicio

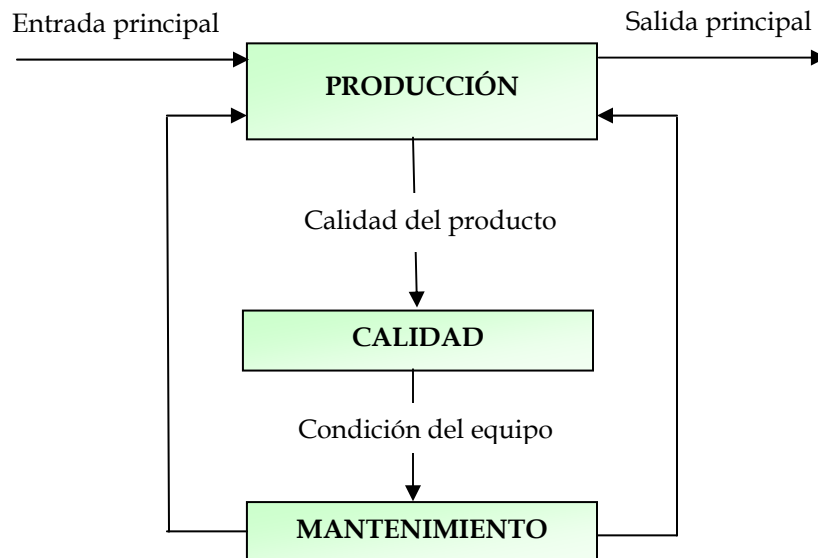
durante algún tiempo y se ha presentado desgaste en algunos de los componentes de la máquina, habrá mayor traqueteo y vibración. La distribución de las características de calidad tendrá mayor variación y se producirán más piezas fuera de las especificaciones. Además, más piezas tendrán algunas características de calidad particulares alejadas del valor meta de dichas características. En términos generales, un proceso fuera de control genera productos defectuosos y, en consecuencia, aumenta los costos de producción, lo cual se refleja en una menor rentabilidad, que pone en peligro la supervivencia de la organización.

El mantenimiento preventivo basado en las condiciones emplea una estrategia de mantenimiento de ciclo cerrado en la que se obtiene información del equipo y se utiliza para tomar decisiones para el mantenimiento planeado. La decisión de mantenimiento generalmente se basa en el empleo de un umbral, el cual, una vez alcanzado, significa que debe realizarse mantenimiento. Tal estrategia asegurará una alta calidad del producto, especialmente si el umbral se elige de tal manera que el equipo no se deteriore hasta un grado en el que se generen productos defectuosos o casi defectuosos.

El mantenimiento es un sistema que opera en paralelo con la función de producción. La principal salida de la producción es el producto deseado con un cierto nivel de calidad, que es definida por el cliente. Conforme continúa el proceso de producción, se genera una salida secundaria, a saber, la demanda de mantenimiento, que es una entrada al proceso de mantenimiento.

La salida del mantenimiento es un equipo en condiciones de dar servicio. Un equipo con un buen mantenimiento aumenta la capacidad de producción y representa una entrada secundaria a producción. Por lo tanto, el mantenimiento afecta la producción al aumentar la capacidad de producción y controlar la calidad y la cantidad de la salida. La figura 11 ilustra las relaciones entre producción, calidad y mantenimiento.

Figura 11. Relación entre producción, calidad y mantenimiento.



Un informe mensual sobre el porcentaje de trabajos repetidos y rechazados de productos, puede ayudar a identificar cuáles máquinas requieren una investigación para determinar las causas de problemas de calidad. Una vez que se investigan las máquinas, se tomará una medida de acción correctiva para remediar el problema. La medida puede dar por resultado una modificación de la política actual de mantenimiento y de la capacitación de la fuerza de trabajo de un oficio particular.

2.4. EL MANTENIMIENTO CON RELACIÓN A LAS NORMAS ISO SERIE 9000

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"*.

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.

2.5. COSTOS DEL MANTENIMIENTO

Desde el punto de vista de la administración del mantenimiento, uno de los factores más importantes es el costo. Por eso el Ingeniero tiene que analizar y

profundizar respecto a los costos de mantenimiento a fin de conocer su manejo y control, evitando así el crecimiento de estos.

El costo total de una parada de equipo, es la suma del costo del mantenimiento, que incluye los costos de mano de obra, repuestos, materiales, combustibles y lubricantes, y el costo de indisponibilidad que incluye el costo de pérdida de producción (horas no trabajadas), debido a: mala calidad del trabajo, falta de equipos, costo por emergencias, costos extras para reorganizar la producción, costos por repuestos de emergencia; penalidades comerciales e imagen de la empresa. Experiencias de evaluación del costo de indisponibilidad muestran que este representa más de la mitad del costo total de la parada.

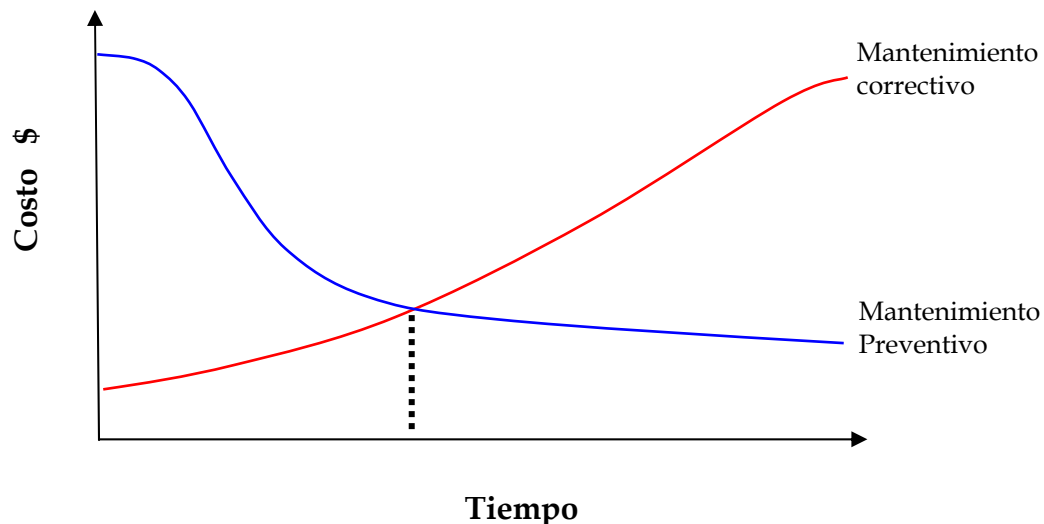
En el aspecto de costos, el mantenimiento correctivo a lo largo del tiempo, se presenta con la configuración de una curva ascendente, debido a la reducción de la vida útil de los equipos y la consecuente depreciación del activo, pérdida de producción o calidad de los servicios, aumento del stock de materia prima improductiva, pago de horas extras del personal de ejecución del mantenimiento, ociosidad de mano de obra operativa, pérdida de mercado y aumento de riesgos de accidentes.

La implantación de un programa de mantenimiento preventivo, buscando la prevención o predicción de la falla, presenta una configuración de costos invertida, con tasa negativa anual del orden de 20% y tendencia a valores estables.

La inversión inicial en el mantenimiento preventivo es mayor que el de mantenimiento correctivo y no elimina totalmente las fallas aleatorias, cuyo

alto valor inicial es justificado por la inexperiencia del personal de mantenimiento que, al actuar en el equipo, altera su equilibrio operativo. Con el pasar del tiempo y al ganar experiencia, el mantenimiento preventivo tiende a valores reducidos y estables. La suma general de los gastos del mantenimiento identificado como preventivo a partir de un determinado tiempo, pasa a ser inferior al de mantenimiento correctivo. Ver figura 12.

Figura 12. Curvas de costo del mantenimiento con relación al tiempo.



Consecuentemente los beneficios del mantenimiento preventivo solamente ocurrirán a partir del momento en que las áreas comprendidas entre las curvas de mantenimiento correctivo y con preventivo, antes y después de ese punto sean iguales. Si la vida útil de los equipos de la instalación es menor que el tiempo de obtención del beneficio, el mantenimiento preventivo pasa a ser económicamente inadecuado. La preparación previa del grupo de ejecución del mantenimiento preventivo reduce los costos iniciales del mantenimiento, sin embargo, el aumento de la inversión para la formación de ese grupo poco altera el resultado económico del período de generación de ingresos o beneficios.

3. DIAGNÓSTICO DE LA FUNCIÓN DE MANTENIMIENTO EN INDUSTRIAS AVM S.A.

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:

3.1. 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 Industrias AVM S.A. 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 Industrias AVM S.A. 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.

3.2. 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 flujograma.
- 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.

3.3. 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.

3.4. 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.

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.

3.5. 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.

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.

3.6. COSTOS DE MANTENIMIENTO

Conocer la manera como se administra la información de costos de mantenimiento y los análisis de tendencias es indicativo de qué actitud genera el causar costos y su impacto en la operación.

Los costos de mantenimiento en que incurren las máquinas, se consolidan en contabilidad y se encuentra disponible en forma sistematizada. Los Costos de mantenimiento se deducen de los costos indirectos de fabricación global mensual, y estos a su vez, de las órdenes de producción mensual, previo prorrateo por el número de horas trabajadas. No obstante, esa información no fluye a la Función Mantenimiento para determinar tendencias con el grupo de Mejoramiento Continuo y sirva en la toma de decisiones y en la elaboración de presupuestos de mantenimiento, individuales o globales.

3.7. 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.

3.8. 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.

3.9. 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.

3.10. 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.

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 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.

3.11. 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.

En Industria AVM S.A. 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.

3.12. 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.

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.

4. MODELO PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN INDUSTRIAS AVM S.A.

El modelo de mantenimiento en implementar en Industrias AVM S.A. 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.

4.1. OBJETIVO

El modelo de mantenimiento preventivo para los equipos de la planta de producción de Industrias AVM S.A. 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.

4.2. PROPÓSITO SECUNDARIO

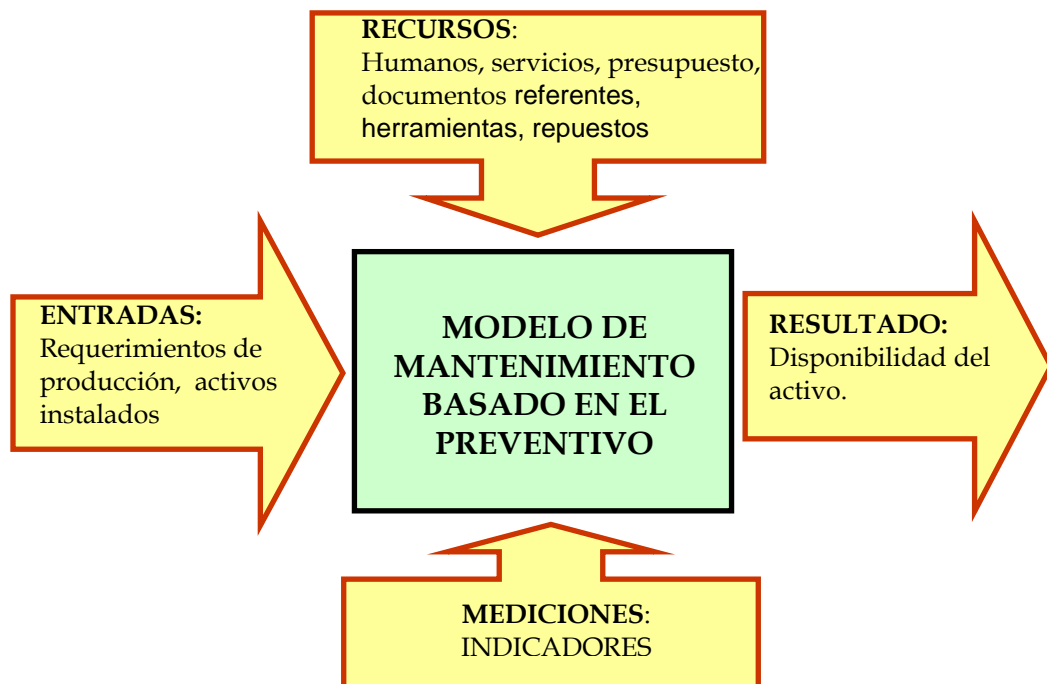
- ✓ Minimizar el tiempo muerto en producción imputable al mantenimiento.
- ✓ Mantener en óptimas condiciones de funcionamiento los equipos que puedan afectar de una manera directa la calidad del producto.

- ✓ Incrementar la vida útil de la maquinaria y equipos da la empresa.
- ✓ Reducir los costos de mantenimiento por mano de obra y materiales.

4.3. ENTRADAS Y SALIDAS DEL MODELO 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 13 se muestran las entradas y salidas del modelo de mantenimiento basado en el preventivo.

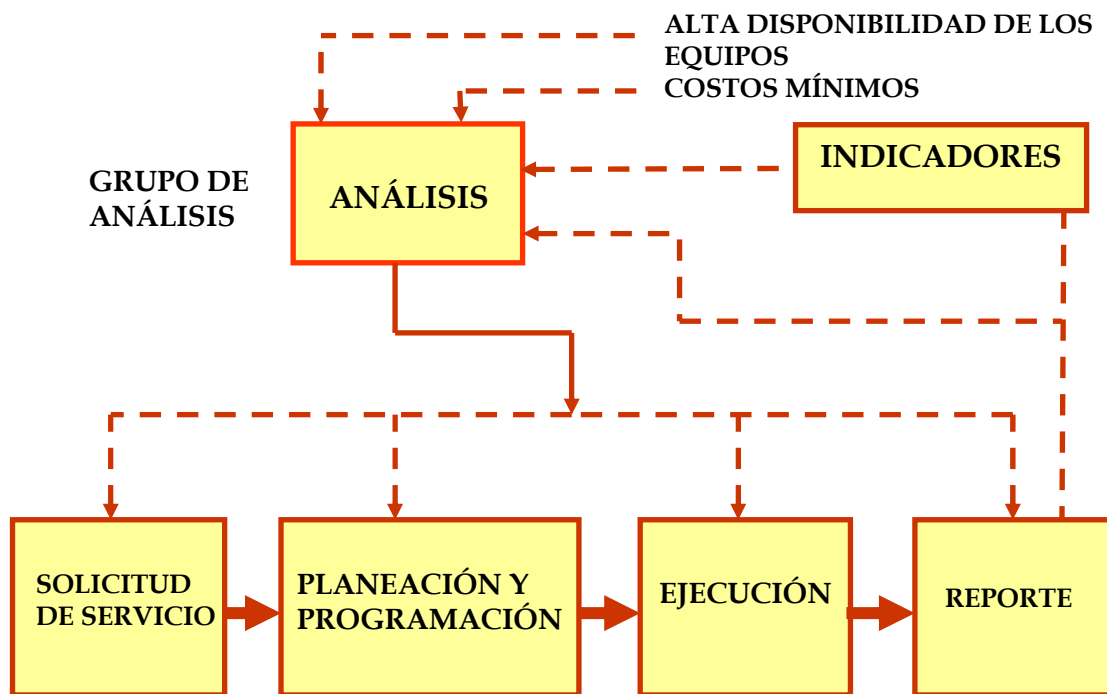
Figura 13. Entradas y salida del modelo de mantenimiento.



4.4. FLUJO BÁSICO DE MANTENIMIENTO

En la figura 14 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 modelo de mantenimiento preventivo.

Figura 14. Flujo básico de trabajos de mantenimiento.



4.5. ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Las actividades del programa de mantenimiento preventivo tendrán como objetivo de conservar las condiciones óptimas de funcionamiento y la de 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:

4.5.1. 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.

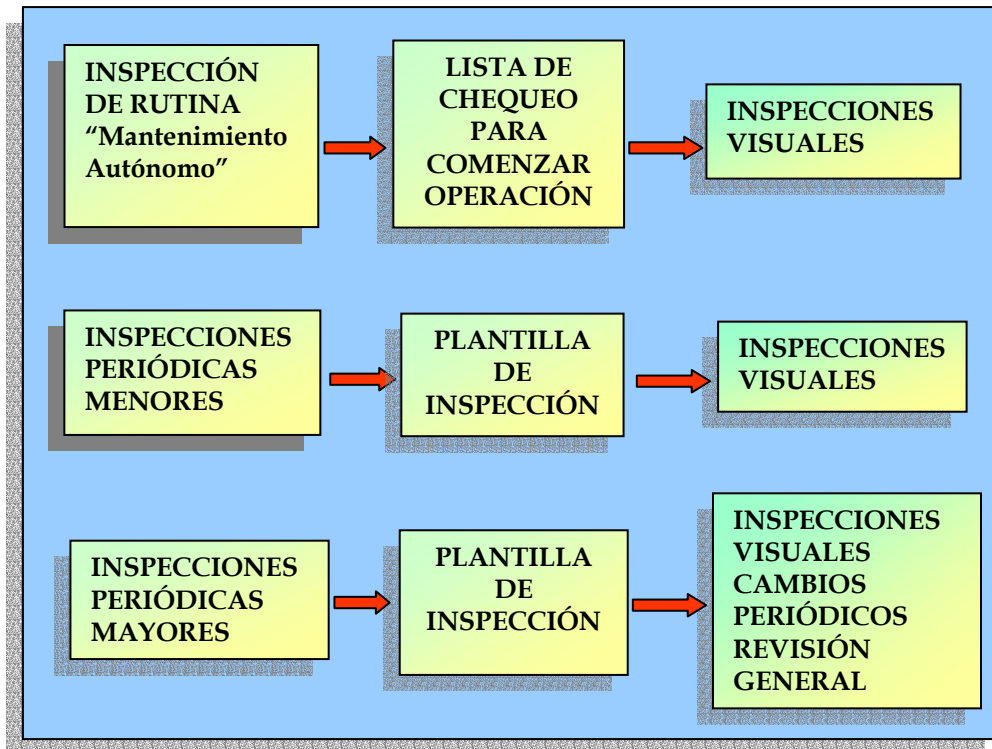
- ✓ Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador.
- ✓ Mejora de la moral en el trabajo.

4.5.2. 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 y intervalo de ejecución. En la figura 15 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 15. 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.

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

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

4.6. SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El soporte del programa de mantenimiento preventivo se encuentra en el sistema de información, 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 ó si su número es suficiente y los costos por mano de obra se justifican y están bien controlados.

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

4.6.1. 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 AVM.
- Modelo.
- Serie.
- Año de fabricación.
- Documentación técnica.
- Fichas de mantenimiento.

4.6.2. 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 AVM.
- 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 3. Ficha Técnica.

1. CÓDIGO DE COSTOS:				2. CÓDIGO AVM:				
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. INTERMITENTE					
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
35. FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA								

4.6.3. Carta de lubricación. Describe las instrucciones sobre las actividades de lubricación que se deben realizar con determinada periodicidad sobre el equipo (Ver tabla 4). La carta de lubricación contiene.

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

4.6.4. Control de lubricación. Formato que permite llevar registro de las actividades de lubricación realizadas a cada equipo (Ver tabla 5). 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.

4.6.5. Historia de máquinas y equipos. Es el documento en el cual se encuentran consignadas todas las actividades de mantenimiento efectuadas en el equipo (Ver tabla 6). 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.

4.6.6. 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 7). 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.

4.6.7. 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 8)

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


4.6.8. 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 9)

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

4.6.9. 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 10). 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.

Tabla 9. Mantenimiento Autónomo.

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

4.6.10. 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 F). Contiene:

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

4.6.11. 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 11)

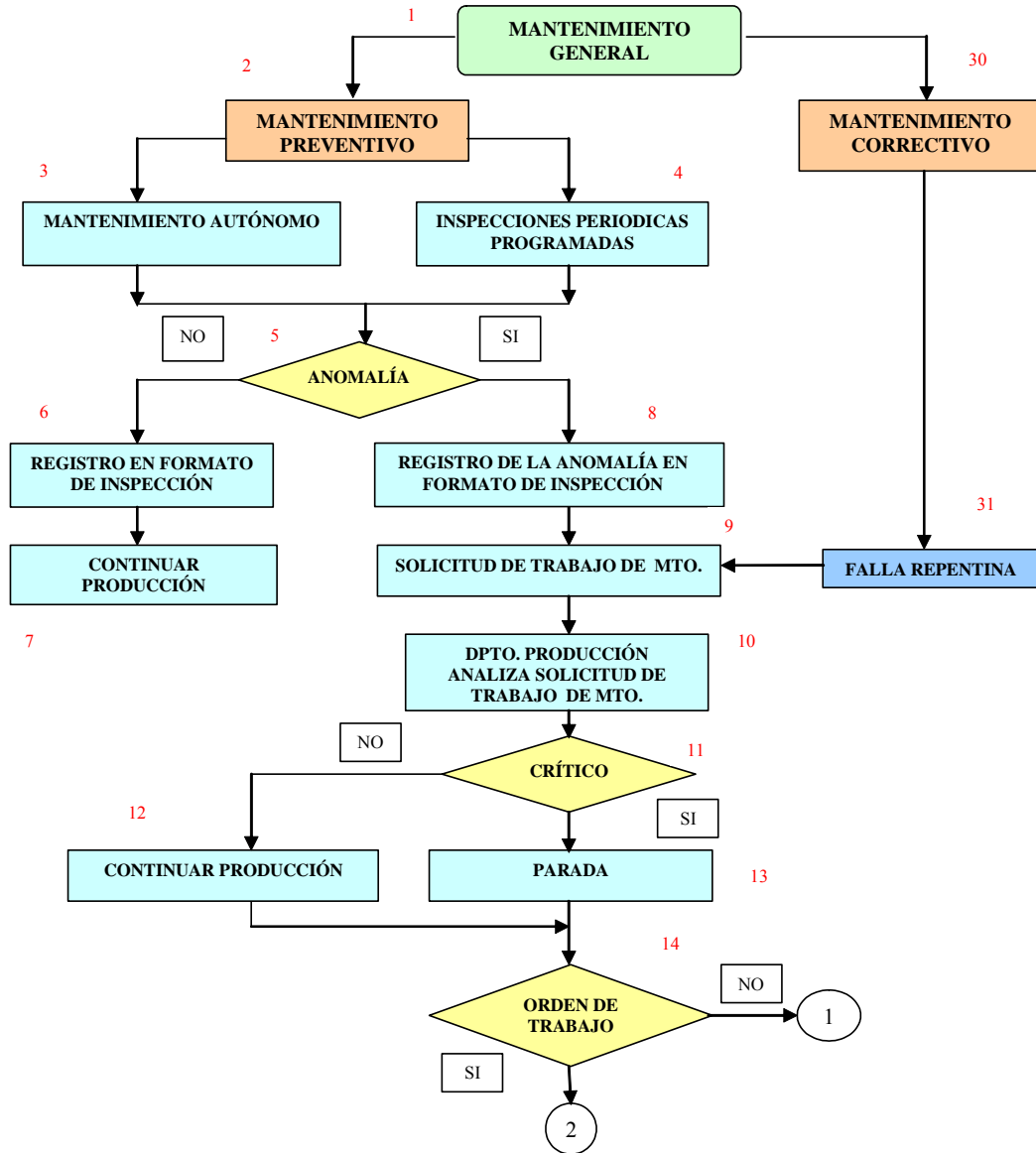
4.7. PROCEDIMIENTO GENERAL DE MANTENIMIENTO

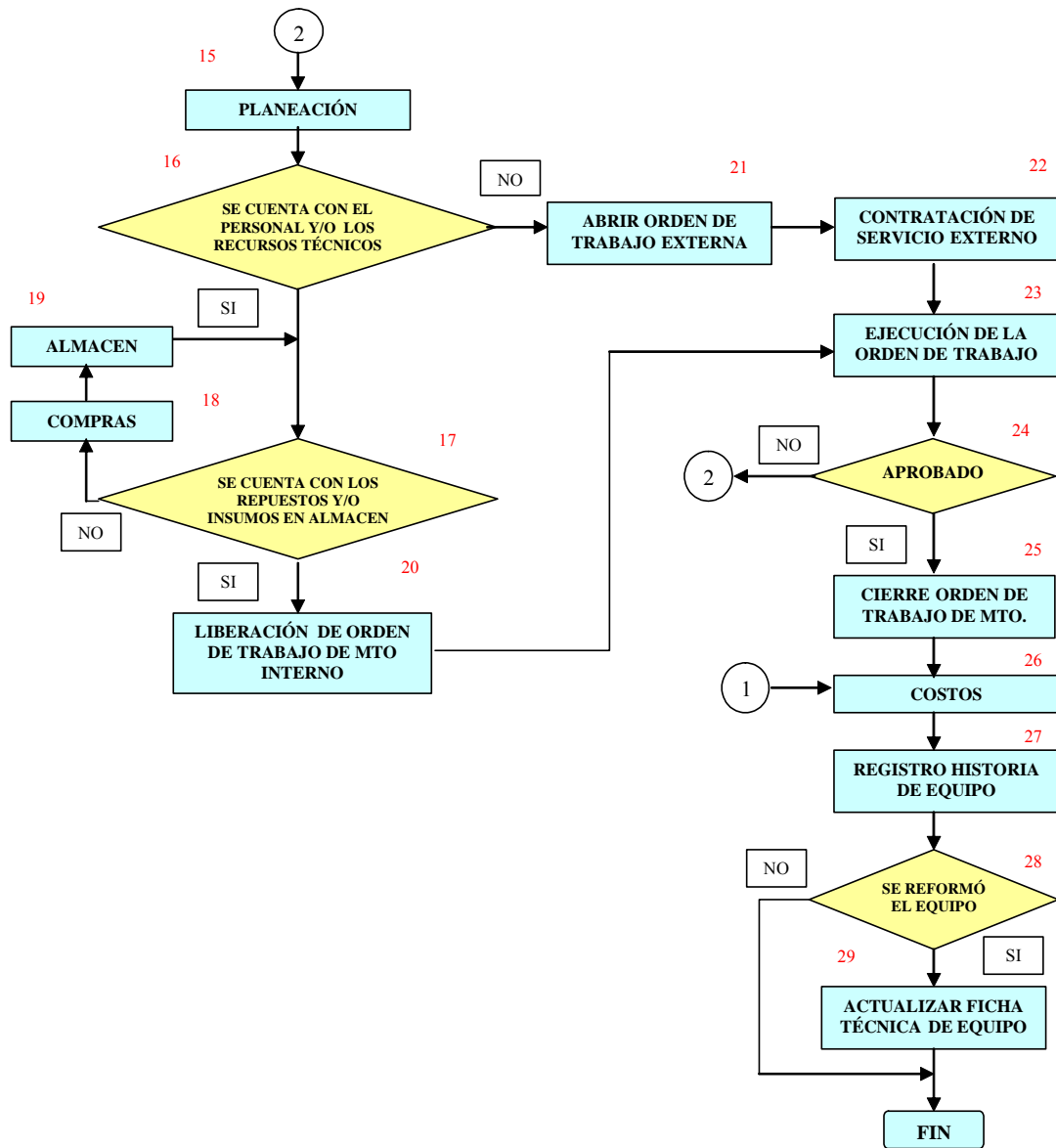
Las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo se desarrollaran bajo el procedimiento de mantenimiento general. En el flujograma de mantenimiento (figura 16) se describen los pasos necesarios que se deben seguir para el desarrollo de los trabajos de mantenimiento.

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 16. Flujograma 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.

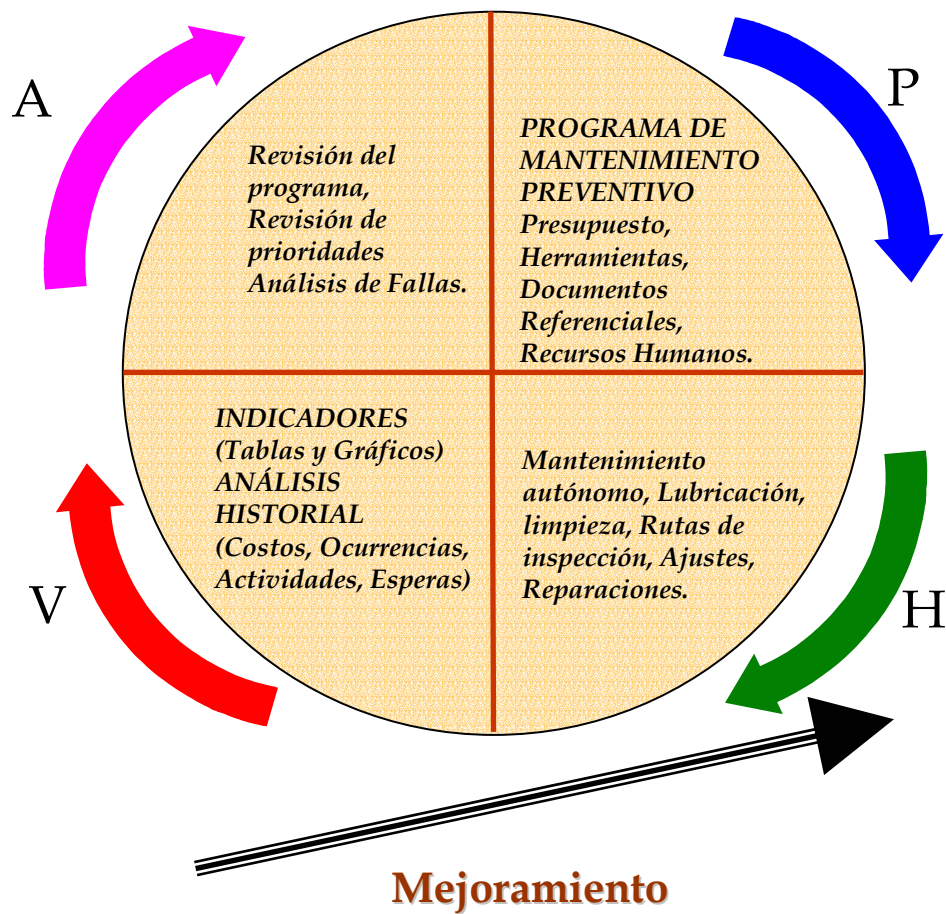
5. El operario y/o personal de mantenimiento deben cerciorarse de que el equipo no presente alguna anomalía antes y durante el funcionamiento.
6. El operario y/o el personal de mantenimiento registran en el formato “Inspección de máquinas y equipos”, el buen estado del equipo.
7. El operario después 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.

4.8. CICLO DE MEJORAMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El modelo de mantenimiento preventivo se desarrollará bajo el ciclo de mejoramiento continuo de Edward Deming: PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). Ver figura 17.

Figura 17. 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.

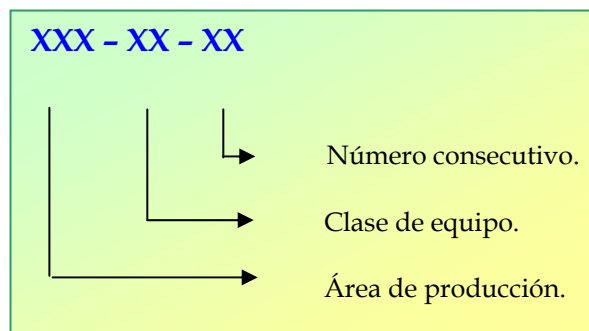
5. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

5.1. 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.

Figura 18. Estructura del código de equipos.



5.1.1. 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.

Tabla 12. 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
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

5.1.2. 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.

Tabla 13. 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
Taladro de árbol.	TA
Taladro múltiple.	TM
Taladro manual.	TN
Taladro radial.	TR
Torno paralelo universal.	TP
Vehículos de transporte.	VT

5.1.3. 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

En el anexo A se puede observar la vista en planta de la empresa, con sus respectivas áreas y equipos principales.

5.2. 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.

Tabla 14. 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 JIE4
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.		
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
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
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 ¾ IN		
AHT-CD-01	Caladora	BOSH	1506

5.3. ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Para determinar a cuales de los equipos se va a implementar el programa de mantenimiento preventivo, es necesario evaluar la criticidad de cada uno de ellos con respecto a la producción, calidad, mantenimiento y seguridad.

Los criterios para realizar el análisis de criticidad en cada uno de los equipos se basa en los siguientes aspectos:

5.3.1. Producción.

- Tasa de utilización del equipo.

Tabla 15. Valores para la tasa de marcha.

Calificación	Característica
4	> 80 %
2	Entre 50 y 80 %
1	< 50 %

- Equipo Auxiliar: valor que indica que posibilidades existen de recuperar la producción con otro equipo.

Tabla 16. Valores para equipo auxiliar

Calificación	Característica
5	Sin posibilidad de reemplazo. Única existencia
4	Equipos de la misma clase en el proceso productivo
1	Equipo con duplicado

- Influencia del equipo en el proceso de producción.

Tabla 17. Valores de influencia del equipo en el proceso.

Calificación	Característica
5	Paro del proceso de producción
4	Influencia importante
2	Influencia relativa
1	No interviene en el proceso principal

5.3.2. Calidad.

- Influencia del equipo en la calidad final del producto.

Tabla 18. Valores para la influencia en la calidad final del producto.

Calificación	Característica
5	Decisiva
4	Importante
2	Sensible
1	Nula

5.3.3. Mantenimiento.

- Costo mensual de mantenimiento.

Tabla 19. Valores según costo mensual de mantenimiento.

Calificación	Característica
4	> US \$ 500
2	US \$ 100-500
1	< US \$ 100

- Número de horas de paradas por averías en el mes.

Tabla 20. Valores para el número de horas de paro por mes.

Calificación	Característica
4	Mayor 3 horas
2	Entre 1 a 3 horas
1	Menor 1 hora

- Grado de especialización del equipo.

Tabla 21. Valores según grado de especialización del equipo.

Calificación	Característica
4	Especialista
2	Normal
1	Sin especialidad

5.3.4. Seguridad.

- Influencia que tiene el equipo con respecto a la seguridad industrial y medio ambiente.

Tabla 22. Valores de influencia del equipo sobre la seguridad industrial.

Calificación	Característica
5	Riesgo mortal
4	Riesgo para la instalación
2	Influencia relativa
1	Sin influencia

Con la suma de todas las puntuaciones se establecen tres grupos de criticidad:

- I. Índice de criticidad entre 25 y 35: Equipos críticos para los cuales se les implementará el programa de mantenimiento preventivo.
- II. Índice de criticidad entre 16 y 24: Equipos de importancia media, que en un determinado momento pueden llegar a ser críticos. A estos equipos se le llevará la documentación necesaria para hacerles control sobre las actividades de mantenimiento.
- III. Índice de criticidad menor a 15: Equipos secundarios en el proceso que pueden ser sometidos a un programa de mantenimiento correctivo.

En la tabla 23 se muestra la matriz de criticidad para los equipos de la planta de producción de Industrias AVM S.A.

Tabla 23. Matriz de criticidad para los equipos de Industrias AVM S.A.

CÓDIGO AVM	EQUIPO	PRODUCCIÓN			CALIDAD	MANTENIMIENTO			SEGURIDAD	VALOR DE CRITICIDAD
		Tasa de marcha	Equipo auxiliar	Influencia sobre el proceso	Influencia en la calidad del producto	Costo mensual de mantenimiento	Horas de paro en el mes	Grado de especialista	Influencia en la seguridad o medio ambiente	
MEC-MN-01	Mandriladora	4	5	5	5	4	4	4	4	35
MEC-FR-01	Fresadora	4	5	5	5	2	4	4	4	33
MEC-MN-02	Mandriladora	4	4	5	5	2	4	4	4	32
MEC-FR-02	Fresadora	4	4	5	5	2	4	4	4	32
MEC-TR-01	Taladro radial.	4	5	5	4	2	2	4	4	30
MEC-TP-01	Torno	4	4	4	5	2	4	2	4	29
MEC-TP-02	Torno	4	4	4	5	2	4	2	4	29
MEC-TP-03	Torno	4	4	4	5	2	4	2	4	29
MEC-TP-04	Torno	4	4	4	5	2	4	2	4	29
MEC-TP-05	Torno	4	4	4	5	2	4	2	4	29
MEC-TP-07	Torno	4	4	4	5	2	4	2	4	29
SMT-SE-01	Subestación eléctrica.	4	5	5	2	1	1	4	5	27
MEC-LM-01	Limadora.	4	5	5	5	1	2	2	4	28
EST-CP-	Cortadores de plasma	4	4	4	4	1	1	4	4	26
ETR-PG-01	Puente-Grúa.	4	5	5	1	1	2	2	5	25
SMT-CA-01	Compresor de aire.	4	5	5	2	2	1	2	4	25
MEC-TP-06	Torno	1	5	4	5	2	2	2	4	25
EST-MG-	Soldadores MIG	4	1	4	4	1	1	4	4	23
EST-SA-	Soldadores arco eléctrico	4	1	4	4	1	1	4	4	23

Tabla 23. Matriz de criticidad para los equipos de Industrias AVM S.A. (continuación)

CÓDIGO AVM	EQUIPO	PRODUCCIÓN			CALIDAD	MANTENIMIENTO			SEGURIDAD	VALOR DE CRITICIDAD
		Tasa de marcha	Equipo auxiliar	Influencia sobre el proceso	Influencia en la calidad del producto	Costo mensual de mantenimiento	Horas de paro en el mes	Grado de especialista	Influencia en la seguridad o medio ambiente	
EST-PH-01	Prensa hidráulica	2	5	5	2	1	2	2	2	21
EST-CL-01	Cilindradora.	1	5	5	4	1	1	2	2	21
MEC-TM-01	Taladro múltiple.	4	1	4	2	1	1	1	2	16
MEC-TA-01	Taladro de árbol.	4	1	4	2	1	1	1	2	16
PL-	Pulidoras	4	1	2	2	1	1	1	2	14
MEC-TM-02	Taladro múltiple.	2	1	2	2	1	1	1	2	12
MEC-TM-03	Taladro múltiple.	2	1	2	2	1	1	1	2	12
EST-SM-01	Segueta mecánica.	1	4	1	1	1	1	1	2	12
BAN-ES-	Esmeriles	2	1	2	2	1	1	1	2	12
MT-01	Motor Tool	2	1	2	2	1	1	1	2	12
AHT-CD-01	Caladora	1	5	1	1	1	1	1	1	12
EST-DB-01	Dobladora.	1	1	1	2	1	1	1	2	10
AHT-TN-01	Taladro manual ½	1	1	2	2	1	1	1	1	10
AHT-TN-02	Taladro manual 3/8	1	1	2	2	1	1	1	1	10
EST-DB-02	Dobladora.	1	1	1	2	1	1	1	1	9
EST-CL-02	Cilindradora.	1	1	1	2	1	1	1	1	9
SMT-CA-02	Compresor de aire.	1	1	1	1	1	1	1	2	9
SMT-CA-03	Compresor de aire.	1	1	1	1	1	1	1	2	9

5.4. INFORMACIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS

La información técnica de los equipos principales se recogió en el formato ficha técnica, que fue diseñada de acuerdo a las características de operación de cada máquina y equipo. En el anexo B se describen las fichas técnicas de los equipos críticos en el proceso de producción.

5.5. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

Con base a las recomendaciones hechas por los manuales de los fabricantes, la experiencia recogida por parte de los operarios y al estudio realizado de la literatura correspondiente al mantenimiento de equipos, se elaboró el programa de mantenimiento preventivo por equipo.

El programa de mantenimiento preventivo estará basado en el mantenimiento autónomo, las actividades de lubricación por equipo y las inspecciones periódicas programadas.

En el mantenimiento autónomo se establecerán las actividades de primer nivel que ejecutará el operario de cada equipo, como: inspección visual, lubricación, detección de fallas y aseo. Ver anexo C.

Las actividades de lubricación por equipo se recogen en la carta de lubricación. Ver anexo D.

Las inspecciones periódicas programadas se ejecutarán en los equipos críticos de la planta en forma planificada y programada anticipadamente, con

el fin de descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de los mismos. Estas inspecciones periódicas serán realizadas en cada equipo a intervalos fijos independientemente del estado. Las frecuencias de las inspecciones se clasifican en mensuales, trimestrales, semestrales y anuales. Las inspecciones en los equipos se dividen en actividades de tipo mecánico y tipo eléctrico. Las inspecciones de tipo mecánico pueden ser realizadas por el operario mismo o el personal de mantenimiento, según la complejidad de las actividades. La inspección del tipo eléctrico debe ser ejecutada sólo por el personal calificado de mantenimiento. En el anexo E se muestran los formatos de inspección de máquinas y equipos.

A continuación se describe las actividades de mantenimiento preventivo para los equipos críticos del área de producción:

5.5.1. Sección de mecanizado.

5.5.1.1. Tornos paralelos.

MANTENIMIENTO DIARIO:

Inspección:

- Verificar que las portezuelas se encuentren cerradas.
- Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina.
- Verificar sujeción de la pieza mediante el ajuste de las mordazas.
- Verificar tornillos de fijación de la torre porta-herramientas.
- Verificar la posición de los apoyos de las barras de roscar, cilindrar y de mandos.

- No colocar herramientas ni instrumentos de medición sobre las guías de la bancada.

Limpieza:

- Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados.

Lubricación:

- Verificar el nivel de aceite en todos los depósitos y reponer en caso necesario.
- Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite.
- Lubricar las guías de la bancada y de los carros longitudinal y transversal.
- Lubricar el carro longitudinal y transversal.
- Lubricar cojinetes, tornillo y ejes de la contrapunta.
- Lubricar barra de roscar y barra de cilindrar.

Normas de seguridad:

- Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa.
- Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina.
- Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rotule el interruptor con tarjeta de NO OPERAR.

MANTENIMIENTO SEMANAL:

Lubricación:

- Lubricar ruedas de cambio y cojinete intermedio de la lira.

Limpieza:

- Limpiar cuidadosamente cada una de las partes que constituyen el torno.

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL:

Inspección:

- Inspección mecánica. Ver anexo E.
- Inspección eléctrica. Ver anexo E.

Medición eléctrica:

- Medir corriente de consumo del motor principal.

Lubricación:

- Aplicar grasa a los rodamientos de los motores eléctricos.
- Aplicar grasa a la cadena y piñón del motor de avance rápido.

MANTENIMIENTO SEMESTRAL:

Inspección:

- Inspección mecánica. Ver anexo E.

Limpieza:

- Limpiar filtro del sistema de refrigeración.

CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN:

Lubricación:

- Cambio de aceite de la caja de mando del carro.
- Cambio de aceite de la caja de avances.
- Cambio de aceite del cabezal de husillo.
- Limpieza de los filtros del sistema de lubricación.

MANTENIMIENTO ANUAL

- Inspección de anclaje y pintura.
- Revisión general de la parte mecánica.
- Revisión general de motores eléctricos.
- Regulación y ajuste del juego de acuerdo al desgaste: embrague, guías del carro longitudinal y transversal, carro superior, cojinetes del husillo.

5.5.1.2. Mandriladora horizontal MEC-MN-01

MANTENIMIENTO DIARIO:

Inspección:

- Verificar que las puertas del tablero eléctrico se encuentre cerrada.
- Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina.

- Verificar que no se presenten piezas que obstruyan el movimiento de los carros.
- Verificar que la presión de aceite del sistema hidráulico de fijación del cabezal de husillo sea de 30 kg/cm².
- Verificar que la presión de aceite del sistema hidráulico de fijación de los carros y mesa porta pieza sea de 75 kg/cm².

Limpieza:

- Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados.

Lubricación:

- Verificar el nivel de aceite en los depósitos del cabezal de husillo y los carros. Reponer en caso necesario.
- Verificar el correcto funcionamiento de las bombas de aceite del cabezal de husillo y los carros de la mesa porta pieza, mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite.
- Verificar el nivel de aceite del depósito del sistema hidráulico de fijación del cabezal de husillo.
- Verificar el nivel de aceite del depósito del sistema hidráulico de fijación de los carros y mesa porta pieza.
- Lubricar el husillo con una película fina de aceite.

MANTENIMIENTO SEMANAL:

Lubricación:

- Lubricar copa porta herramienta mediante gracera.
- Lubricar guías de las cubiertas de las mesas.

- Limpieza del filtro magnético del sistema de lubricación de las guías del cabezal y tuerca de desplazamiento vertical.

Limpieza:

- Limpiar cuidadosamente cada una de las partes que constituyen la mandriladora.

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL:

Inspección:

- Inspección mecánica. Ver anexo E.
- Inspección eléctrica. Ver anexo E.

Medición eléctrica:

- Medir corriente de consumo del motor principal.

MANTENIMIENTO SEMESTRAL:

Inspección:

- Inspección mecánica. Ver anexo E.
-

Ajuste:

- Ajustar las tuercas de desplazamiento del cabezal, el brazo del husillo y la mesa transversal.

CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN:

Lubricación:

- Cambio de aceite del cabezal del husillo, carros y mesa porta pieza.
- Limpieza de los filtros del sistema de lubricación.

CADA 1000 HORAS DE OPERACIÓN:

Limpieza:

- Micro filtro del sistema hidráulico de fijación del cabezal.
- Micro filtro del sistema hidráulico de fijación de los carros y mesa porta-pieza.
- Sistema hidráulico del sistema de fijación de los carros y mesa porta-pieza.

MANTENIMIENTO ANUAL

- Inspección de anclaje y pintura.
- Revisión general de la parte mecánica.
- Revisión general de motores eléctricos.

Regulación y ajuste del juego de acuerdo al desgaste:

- Juego del cabezal del husillo en la guía del soporte.
- Juego del carro longitudinal en las guías de la bancada.
- Juego del carro transversal en las guías del carro longitudinal.
- Juego axial del perno central de la mesa.
- Juego axial del husillo principal.
- Juego axial del husillo de trabajo.

CADA 8000 HORAS DE OPERACIÓN:

Lubricación:

- Sistema hidráulico del sistema de fijación del cabezal de husillo.
- Sistema hidráulico del sistema de fijación de los carros y mesa portapieza.

5.5.1.3. Mandriladora horizontal MEC-MN-02

MANTENIMIENTO DIARIO:

Inspección:

- Verificar que la portezuela del tablero eléctrico se encuentre cerrada.
- Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina.
- Verificar que no se presenten piezas que obstruyan el movimiento de los carros.
- No colocar herramientas ni instrumentos de medición sobre las guías de la bancada.

Limpieza:

- Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados.

Lubricación:

- Verificar el nivel de aceite en los depósitos del cabezal de husillo y los carros. Reponer en caso necesario.

- Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite del cabezal de husillo mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite.
- Lubricar rodamiento del brazo del husillo.
- Lubricar superficies de las guías del cabezal del husillo mediante aceitera.
- Lubricar carros longitudinal y transversal accionando la bomba manual. Mínimo una vez por turno.
- Lubricar mesa porta pieza accionando la bomba manual de aceite. Mínimo una vez por turno.

MANTENIMIENTO SEMANAL:

Lubricación:

- Lubricar tuerca de desplazamiento del cabezal de husillo
- Lubricar tuerca de desplazamiento del husillo.
- Lubricar plato de sujeción.

Limpieza:

- Limpiar cuidadosamente cada una de las partes que constituyen la mandriladora.

MANTENIMIENTO MENSUAL

Lubricación:

- Caja de avances de los carros.
- Rodamiento del eje de mando de los carros y mesa..
- Rodamiento del eje de mando de la luneta.

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL:

Inspección:

- Inspección mecánica. Ver anexo E.
- Inspección eléctrica. Ver anexo E.

Medición eléctrica:

- Medir corriente de consumo del motor principal.

Lubricación:

- SOPORTE: Rodamiento del tornillo sin fin. Rodamiento del eje de mando del cabezal de husillo. Piñón y cadena.
- LUNETAS: Rodamiento del tornillo sin fin. Engranaje del tornillo sin fin del avance del cojinete. Engranaje del tornillo sin fin del avance longitudinal
- Engranajes, rodamientos de la caja de distribución.

MANTENIMIENTO SEMESTRAL:

Inspección:

- Inspección mecánica. Ver anexo E.

Lubricación:

- Rodamiento principal del husillo.
- Rodamiento de centrado de la mesa.

CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN:

Lubricación:

- Cambio de aceite del cabezal del husillo, carros y mesa porta pieza.
- Limpieza de los filtros del sistema de lubricación.

MANTENIMIENTO ANUAL

- Inspección de anclaje y pintura.
- Revisión general de la parte mecánica.
- Revisión general de motores eléctricos.

Regulación y ajuste del juego de acuerdo al desgaste:

- Juego del cabezal del husillo en la guía del soporte.
- Juego del carro longitudinal en las guías de la bancada.
- Juego del carro transversal en las guías del carro longitudinal.
- Juego axial del perno central de la mesa.
- Juego axial del husillo principal.
- Juego axial del husillo de trabajo.

5.5.1.4. Taladro Radial MEC-TR-01

MANTENIMIENTO DIARIO:

Inspección:

- Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina.
- Verificar que la portezuela del tablero eléctrico se encuentre cerrada.
- Verificar el ajuste de los tornillos de fijación de la pieza sobre la mesa.

- Verificar posicionamiento de la herramienta de corte.

Limpieza:

- Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados.

Lubricación:

- Verificar el nivel de aceite en los depósitos del carro portahusillo y mecanismo de elevación del brazo. Reponer en caso necesario.
- Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite en el carro portahusillo y mecanismo de elevación del brazo mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite.
- Lubricar las superficies guías del brazo sobre la camisa accionando la bomba manual de aceite. Una vez por turno.

MANTENIMIENTO SEMANAL:

Lubricación:

- Lubricar tuerca del tornillo de elevación del brazo.
- Lubricar superficies guías horizontales del brazo

Limpieza:

- Limpiar cuidadosamente cada una de las partes que constituyen el taladro radial.

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL:

Inspección:

- Inspección mecánica. Ver anexo E.

- Inspección eléctrica. Ver anexo E.

Medición eléctrica:

- Medir corriente de consumo del motor principal.

MANTENIMIENTO SEMESTRAL:

Inspección:

- Inspección mecánica. Ver anexo E.

Limpieza:

- Limpiar filtro del sistema de refrigeración.

CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN:

Lubricación:

- Cambio de aceite de la caja del carro porta- husillo y la caja sinfín para elevación del brazo.
- Lubricación de los cojinetes de los motores eléctricos.
- Limpieza de los filtros del sistema de lubricación.

MANTENIMIENTO ANUAL

- Inspección de anclaje y pintura.
- Revisión general de la parte mecánica.
- Revisión general de motores eléctricos.

CADA 10000 HORAS DE OPERACIÓN:

Lubricación:

- Lubricar cojinete del husillo.

5.5.1.5. Fresadoras MEC-FR-01 y MEC-FR-02.

MANTENIMIENTO DIARIO:

Inspección:

- Verificar la posición y fijación de los topes de recorrido.
- Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina.

Limpieza:

- Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados.

Lubricación:

- Verificar el nivel de aceite en los depósitos del cabezal de husillo, caja de avances y depósito de la bomba de lubricación manual. Reponer en caso necesario.
- Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite de la caja de velocidades mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite.
- Lubricar las guías de las mesas y consola mediante el accionamiento de la bomba manual. Mínimo dos veces por turno.

MANTENIMIENTO SEMANAL:

Lubricación:

- Lubricar Tornillos de la mesa longitudinal y transversal.

Limpieza:

- Limpiar cuidadosamente cada una de las partes que constituyen la fresadora.

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL:

Inspección:

- Inspección mecánica. Ver anexo E.
- Inspección eléctrica. Ver anexo E.

Medición eléctrica:

- Medir corriente de consumo del motor principal.

MANTENIMIENTO SEMESTRAL:

Inspección:

- Inspección mecánica. Ver anexo E.

Limpieza:

- Limpiar filtro del sistema de refrigeración.

CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN:

Lubricación:

- Cambio de aceite del cabezal del husillo.
- Cambio de aceite caja de avances de las mesas.
- Lubricación del cojinete del motor eléctrico principal.
- Limpieza de los filtros del sistema de lubricación.

MANTENIMIENTO ANUAL

- Inspección de anclaje y pintura.
- Revisión general de la parte mecánica.
- Revisión general de motores eléctricos.

5.5.2. Sección de estructuras y ensamble.

5.5.2.1. Equipo de corte por plasma.

MANTENIMIENTO DIARIO:

Inspección:

- Verificar que todas las conexiones eléctricas estén firmes y bien aisladas.
- Inspeccionar el cable de antorcha, el cable de masa y la antorcha misma.
- Controlar que la presión indicada por el manómetro sea de 73 psi. En caso contrario ajustarla maniobrando el reductor de presión.

- Durante el funcionamiento del equipo verifique el correcto funcionamiento del ventilador. Este no debe presentar ruidos y vibraciones anormales.
- Evitar tener inútilmente encendido el arco piloto en el aire, para no aumentar el consumo del electrodo, del difusor y de la boquilla.
- Acabado el corte después de haber soltado el pulsador, el aire continúa saliendo por el porta electrodo por aproximadamente 1 minuto y 30 segundos para permitir a la antorcha enfriarse. No apagar el equipo antes de que acabe ese tiempo.

Limpieza:

- Mantener limpia la boquilla de escorias de metal. En la limpieza no utilizar cuerpos puntiagudos para no deteriorar el orificio de la boquilla.
- Al finalizar la jornada de trabajo limpiar exteriormente el equipo.

Normas de seguridad:

- Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa.
- Mantenga su área de trabajo limpia y libre de peligros. Asegúrese de que no haya materiales inflamables, volátiles o explosivos dentro o cerca de la zona de trabajo.
- Mantenga la cabeza a distancia de los humos. No los respire. Si trabaja en interiores ventile el área o use sistema de extracción de los humos.
- Proteja a los demás contra las chispas y los rayos de luz producidos por el arco al cortar.
- No permita que las chispas producidas lleguen al equipo.

- Al realizar trabajos de mantenimiento, asegúrese que la fuente de poder se encuentre apagada y desconectada de la línea de alimentación.

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL:

Inspección:

- Limpieza interna de la consola por medio de aire limpio a una presión no mayor a 40 psi.
- Revisión y limpieza del filtro de entrada de aire.
- Verificación de estado y ajuste de contactos.

Medición eléctrica:

- Medir corriente de consumo del equipo.

CADA DOS AÑOS

- Revisión general por parte de personal especializado.

5.5.2.2. Equipo de soldadura MIG.

MANTENIMIENTO DIARIO:

Inspección:

- Verificar que todas las conexiones eléctricas estén firmes y bien aisladas.
- Inspeccionar el cable de antorcha, el cable de masa y la antorcha misma.

- Verificar diferentes conexiones de la botella y reductores de presión.
- Durante el funcionamiento del equipo verifique el correcto funcionamiento del ventilador. Este no debe presentar ruidos y vibraciones anormales.
- Mantener limpia la boquilla de escorias de metal. En la limpieza no utilizar cuerpos puntiagudos para no deteriorar el orificio de la boquilla.
- Cuando cambie el calibre del alambre o tipo revise los rodillos y calibre de la guía de alambre.

Limpieza:

- Al finalizar la jornada de trabajo limpiar exteriormente el equipo.

Normas de seguridad:

- Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa.
- Mantenga su área de trabajo limpia y libre de peligros. Asegúrese de que no haya materiales inflamables, volátiles o explosivos dentro o cerca de la zona de trabajo.
- Proteja las botellas de gas comprimido de la excesiva temperatura, los golpes y los arcos eléctricos.
- Mantenga la cabeza a distancia de los humos. No los respire. Si trabaja en interiores ventile el área o use sistema de extracción en el arco.
- Proteja a los demás contra las chispas y los rayos de luz producidos por el arco al soldar.
- No permita que las chispas producidas por la llama de gas lleguen a las mangueras o botella.
- Cuando la botella de gas esté vacía cierre la válvula y marque una “V”.

- Al realizar trabajos de mantenimiento, asegúrese que tanto la fuente de poder como el alimentador se encuentren apagados y desconectados de la línea de alimentación.

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL:

Inspección:

- Limpieza interna de la consola por medio de aire limpio a una presión no mayor a 40 psi.
- Revisión y limpieza del filtro de entrada de aire.
- Verificación de estado y ajuste de contactos.

Medición eléctrica:

- Medir corriente de consumo del equipo.

CADA DOS AÑOS

- Revisión general por parte de personal especializado.

5.5.2.3. Equipo de soldadura por arco eléctrico.

MANTENIMIENTO DIARIO:

Inspección:

- Verificar que todas las conexiones eléctricas estén firmes y bien aisladas.
- Inspeccionar el cable del porta-electrodo, el cable de masa y el porta-electrodo.

- Durante el funcionamiento del equipo verifique el correcto funcionamiento del ventilador. Este no debe presentar ruidos y vibraciones anormales.

Limpieza:

- Al finalizar la jornada de trabajo limpiar exteriormente el equipo.

Normas de seguridad:

- Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa.
- Mantenga su área de trabajo limpia y libre de peligros. Asegúrese de que no haya materiales inflamables, volátiles o explosivos dentro o cerca de la zona de trabajo.
- Mantenga la cabeza a distancia de los humos. No los respire. Si trabaja en interiores ventile el área o use sistema de extracción en el arco. Proteja a los demás contra las chispas y los rayos de luz producidos por el arco al soldar.
- No permita que las chispas producidas lleguen al equipo.
- Al realizar trabajos de mantenimiento, asegúrese que la fuente de poder se encuentre apagada y desconectada de la línea de alimentación.

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL:

Inspección:

- Limpieza interna de la consola por medio de aire limpio a una presión no mayor a 40 psi.

- Revisión y limpieza del filtro de entrada de aire.
- Verificación de estado y ajuste de contactos.

Medición eléctrica:

- Medir corriente de consumo del equipo.

CADA DOS AÑOS

- Revisión general por parte de personal especializado.

5.5.3. Sección de Suministro.

5.5.3.1. Compresor de aire SMT-CA-01

MANTENIMIENTO DIARIO:

- Verificar el nivel de aceite en el cabezote.
- Drenar el condensado en el tanque de almacenamiento de aire por lo menos dos veces al día.
- Drenar el condensado en el distribuidor de aire por lo menos dos veces al día.
- Verificar que no existan fugas de aire en las conexiones del compresor.

MANTENIMIENTO SEMANAL:

Al finalizar la semana limpiar la superficie exterior del compresor.

MANTENIMIENTO MENSUAL:

Inspección:

- Inspección mecánica. Ver anexo E.
- Inspección eléctrica. Ver anexo E.

CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN

Cambio de aceite del cabezote del compresor.

MANTENIMIENTO ANUAL

- Inspección de anclaje y pintura.
- Revisión general del motor eléctrico.

5.5.3.2. Subestación eléctrica SMT-SE-01

MANTENIMIENTO SEMESTRAL

- Verificar que no se presenten ruidos y calentamiento anormal.
- Desenergizar el transformador y revisar todas las conexiones del lado primario como las del secundario estén bien ajustadas.
- Observar el nivel de aceite y verificar que no existan fugas.

MANTENIMIENTO ANUAL

- Tomar muestra de aceite del transformador para su respectivo análisis de aceites.

5.5.4. Equipos de Transporte.

5.5.4.1. Puente Grúa ETR-PG-01

MANTENIMIENTO DIARIO:

- Conexiones eléctricas de la botonera.
- Pulsador de para de emergencia.

MANTENIMIENTO SEMANAL:

Lubricación:

- Lubricar chumaceras del eje de translación.
- Lubricar rodamientos de las ruedas de traslación.

MANTENIMIENTO MENSUAL:

Lubricación:

- Verificar el nivel de aceite del reductor de translación.
- Verificar el nivel de aceite del reductor de elevación.

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL:

Inspección:

- Inspección mecánica. Ver anexo E.
- Inspección eléctrica. Ver anexo F.

CADA 5000 HORAS DE OPERACIÓN:

Lubricación:

- Cambio de aceite del reductor de translación y el reductor de elevación.

6. 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:

6.1. INDICADORES DE GESTIÓN DE EQUIPOS

6.1.1. 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.

6.1.2. 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.

6.2. INDICADORES DE GESTIÓN DE COSTOS

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

6.2.1. 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.

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

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

6.3. 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.

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

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

6.3.2. Numero de trabajos de mantenimiento preventivo (NTMP)

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

6.4. 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.

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 modelo 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 críticos 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.
- 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.
- Durante el proceso de auditoría para la certificación de la Norma ISO 9001-2000, no se encontraron no conformidades ni acciones de mejora en el proceso de mantenimiento, que junto con la certificación de los demás procesos permiten a la empresa ser más competitiva en el ámbito nacional e internacional cumpliendo con los requerimientos de calidad establecidos por la norma ISO.

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 "Metalmecánica 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.

ANEXO A. VISTA EN PLANTA DE INDUSTRIAS AVM S.A.

TABLA DE UBICACION

NO. DESCRIPCION

- 01 AREA GENERAL PISO
- 02 PASADIZO
- 03 SALA DE REUNION
- 04 SALA DE REUNION
- 05 AREA GENERAL
- 06 AREA GENERAL
- 07 AREA GENERAL
- 08 AREA GENERAL
- 09 SALA DE REUNION
- 10 PASADIZO
- 11 AREA GENERAL PISO
- 12 AREA GENERAL
- 13 PASADIZO
- 14 SALA DE REUNION
- 15 AREA GENERAL
- 16 AREA GENERAL
- 17 AREA GENERAL PISO 2
- 18 AREA GENERAL PISO PRIMERO
- 19 SO-CORRIENTE GENERAL
- 20 AREA GENERAL
- 21 PASADIZO
- 22 PASADIZO Y AREA
- 23 AREA Y AREA
- 24 AREA
- 25 AREA Y AREA
- 26 AREA GENERAL
- 27 AREA GENERAL
- 28 AREA GENERAL Y PASADIZO DE ON Y AREA
- 29 AREA DE PASADIZO
- 30 AREA - PASADIZO DE PASADIZO GENERAL
- 31 AREA GENERAL PISO
- 32 PASADIZO Y PASADIZO
- 33 PASADIZO Y PASADIZO
- 34 PASADIZO
- 35 PASADIZO
- 36 PASADIZO
- 37 PASADIZO
- 38 PASADIZO Y PASADIZO DE ON Y AREA
- 39 AREA DE PASADIZO
- 40 PASADIZO GENERAL
- 41 PASADIZO Y PASADIZO DE PASADIZO
- 42 PASADIZO
- 43 PASADIZO
- 44 PASADIZO
- 45 PASADIZO
- 46 PASADIZO
- 47 PASADIZO
- 48 PASADIZO
- 49 PASADIZO
- 50 PASADIZO
- 51 PASADIZO
- 52 PASADIZO
- 53 PASADIZO
- 54 PASADIZO
- 55 PASADIZO
- 56 PASADIZO
- 57 PASADIZO
- 58 PASADIZO
- 59 PASADIZO
- 60 PASADIZO
- 61 PASADIZO
- 62 PASADIZO
- 63 PASADIZO
- 64 PASADIZO
- 65 PASADIZO
- 66 PASADIZO
- 67 PASADIZO
- 68 PASADIZO
- 69 PASADIZO
- 70 PASADIZO
- 71 PASADIZO
- 72 PASADIZO
- 73 PASADIZO
- 74 PASADIZO
- 75 PASADIZO
- 76 PASADIZO
- 77 PASADIZO
- 78 PASADIZO
- 79 PASADIZO
- 80 PASADIZO
- 81 PASADIZO
- 82 PASADIZO
- 83 PASADIZO
- 84 PASADIZO
- 85 PASADIZO
- 86 PASADIZO
- 87 PASADIZO
- 88 PASADIZO
- 89 PASADIZO
- 90 PASADIZO
- 91 PASADIZO
- 92 PASADIZO
- 93 PASADIZO
- 94 PASADIZO
- 95 PASADIZO
- 96 PASADIZO
- 97 PASADIZO
- 98 PASADIZO
- 99 PASADIZO
- 100 PASADIZO

TABLA DE UBICACION

NO. DESCRIPCION

- MEC-01-01 MECANIZADO MANDRILADO
- MEC-01-02 MECANIZADO TALADRO MUELLE
- MEC-01-03 MECANIZADO TALADRO DE ANIL
- MEC-01-04 MECANIZADO FREZADO
- MEC-01-05 MECANIZADO LAMINADO
- MEC-01-06 MECANIZADO TORNO PARALELO
- MEC-01-07 BANCO DE CEMENTO
- EST-01-01 ESTRUCTURA PERFORA METALICA
- EST-01-02 ESTRUCTURA DE ALUMINIO
- EST-01-03 ESTRUCTURA CLASIFICADORA
- EST-01-04 ESTRUCTURA SEBASTIA MECANICA
- EST-01-05 SUBESTACION COMPRESOR DE AIRE
- EST-01-06 EQUIPO DE TRANSPORTE PUNTE GIRA

INDUSTRIAS A.S. S.A.

PLANTA DE FABRICA PRIMER Y SEGUNDO PISO

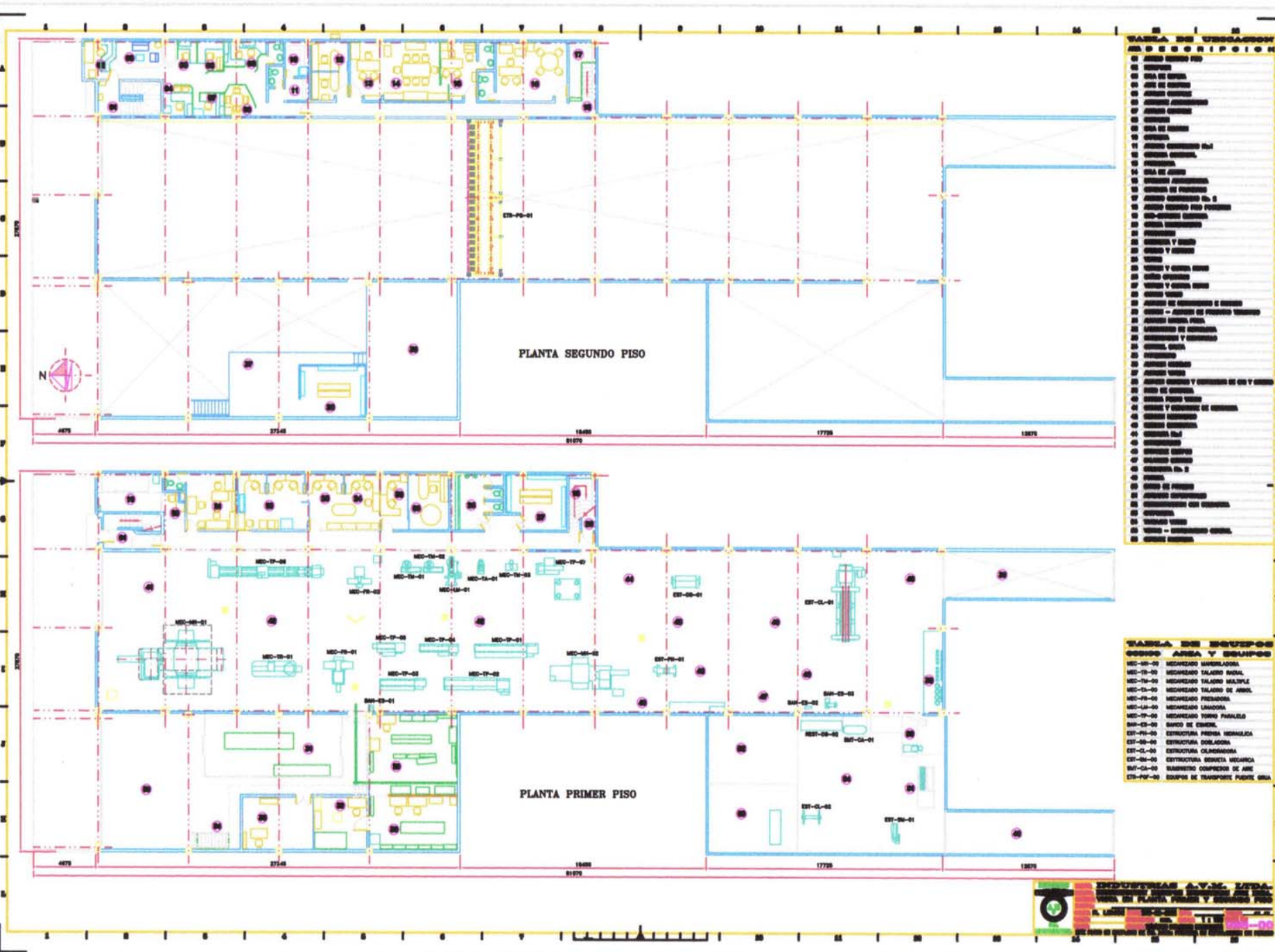
A. L. 111

111

111

PLANTA SEGUNDO PISO

PLANTA PRIMER PISO



ANEXO B. FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS



FICHA TÉCNICA

CÓDIGO DE COSTOS: 630480001		CÓDIGO AVM: MEC-TP-01						
DATOS DEL EQUIPO								
EQUIPO: Torno Paralelo Universal		MODELO: C10TM	SERIE: 1355					
FABRICANTE: MASHSTROY TROYAN		AÑO DE FABRICACIÓN: 2002						
PESO TOTAL : 3600 Kg	DIMENSIONES		X(largo): 5050mm Y(ancho) 1350mm Z(alto):1475mm					
TRABAJO								
CRÍTICO	si	TURNO	si					
INTERMITENTE	si	AÑO PUESTO EN SERVICIO: 2002						
SISTEMAS								
ELÉCTRICO	si	VOLTAJE [V] 3x220	CORRIENTE [A] FRECUENCIA [Hz] 60					
HIDRAULICO	si	TIPO Bomba de engranajes para sistema de lubricación.						
REFRIGERACIÓN	si	TIPO Enfriamiento por líquido refrigerante de la herramienta de trabajo.						
LUBRICACIÓN	si	TIPO Por bomba de engranaje. Por salpique. Manual						
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS								
DISTANCIA ENTRE PUNTAS		3000 mm	ALTURA DE PUNTAS					
Ø MAX. SOBRE LA BANCADA		730 mm	Ø MAX SOBRE EL CARRO					
Ø MAX EN EL ESCOTE		830 mm	LONGITUD MAX EN EL SCOTE					
CONO INTERIOR DEL HUSILLO		MORSE No.6	Ø DEL HUSILLO					
MOMENTO DE ROTACIÓN EN EL HUSILLO (a plena potencia)		2800 Nm						
PASO DE ROSCA								
CANTIDAD DE PASOS DE ROSCA		GAMA DE PASOS DE ROSCAS						
MÉTRICO			0.5-180 mm					
WITHWORTH			60-5/32 esp/pulg					
MÓDULO			0.125-45 mm					
DIAMETRAL PICH			240-43/64 esp/pulg					
CARRO		CONTRAPUNTO						
No. VELOCIDADES LONGITUDINAL			CONO DE LA PINULA					
GAMA DE ANCES LONGITUDINAL	0.05-18 mm/rev	MORSE No. 6						
No. VELOCIDADES TRANSVERSAL			Ø DE LA PINULA					
GAMA DE ANCES TRANSVERSAL	0.0217-7.826 mm/rev	200 mm						
		AVANCE TRANSVERSAL						
		-5+5 mm						
MOTORES ELÉCTRICOS								
No.	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	13	220/440		1715	60		
2	Carro transversal	0.55	220		950	60		
3	Bomba de lubricación.	0.18	220		2800	60		



FICHA TÉCNICA

CÓDIGO DE COSTOS: 6304200001		CODIGO AVM: MEC-TP-02						
DATOS DEL EQUIPO								
EQUIPO: Torno Paralelo Universal		MODELO: SN63C-71C	SERIE:471300880288					
FABRICANTE: TOS TRENCÍN		AÑO DE FABRICACIÓN:						
PESO TOTAL : 3330 Kg	DIMENSIONES	X(largo):5000 mm	Y(ancho) :1400mm Z(alto):1560mm					
TRABAJO								
CRÍTICO	si	TURNO	no					
INTERMITENTE	si	AÑO PUESTO EN SERVICIO:						
SISTEMAS								
ELÉCTRICO	si	VOLTAJE [V] 220	CORRIENTE [A] 23.66 FRECUENCIA [Hz] 60					
HIDRAÚLICO	si	TIPO	Bomba dentada y de pistones para sistema de lubricación.					
REFRIGERACIÓN	si	TIPO	Líquido de enfriamiento por electro bomba.					
LUBRICACIÓN	si	TIPO	Por bomba dentada, 2 de pistón y salpique de aceite en la caja.					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS								
DISTANCIA ENTRE PUNTAS	3000 mm	ALTURA DE PUNTAS	355 mm					
Ø MAX. SOBRE LA BANCADA	710 mm	Ø SOBRE EL CARRO	420 mm					
Ø MAX EN EL ESCOTE	960 mm	LONGITUD MAX EN EL ESCOTE	300 mm					
CONO INTERIOR DEL HUSILLO	MORSE No.5	Ø DEL HUSILLO	73.5 mm					
MOMENTO DE ROTACIÓN EN EL HUSILLO (a plena potencia)			Nm					
PASO DE ROSCA								
	CANTIDAD DE PASOS DE ROSCA	GAMA DE PASOS DE ROSCAS						
MÉTRICO	29	0.5-40 mm						
WITHWORTH Para Ø 1"	35	1-80						
MÓDULO	26	0.25-20 mm						
DIAMETRAL PITCH Para Ø 1"	31	2-72						
CARRO		CONTRAPUNTO						
No. VELOCIDADES LONGITUDINAL	38	CONO DE LA PINULA	MORSE No. 5					
GAMA DE AVANCES LONGITUDINAL	0.05-0.8mm/rev	Ø DE LA PINULA	90 mm					
No. VELOCIDADES TRANSVERSAL	38	AVANCE DE LA PINULA	240 mm					
GAMA DE AVANCES TRANSVERSAL	0.025-0.4mm/rev	AVANCE TRANSVERSAL	-10+10 mm					
MOTORES ELÉCTRICOS								
No.	FUNCIÓN	kW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	75	220	26.3	1740	60	MEZ	AS MOT
2	Electro bomba (enfriamiento)	0.09	220		2800			
3	Avance rápidos de carro.		220			60		



FICHA TÉCNICA

CÓDIGO DE COSTOS: 6304300001		CODIGO AVM: MEC-TP-03						
DATOS DEL EQUIPO								
EQUIPO: Torno Paralelo Universal		MODELO: C11TM 80	SERIE: 18795					
FABRICANTE: MASHSTROY TROYAN		AÑO DE FABRICACIÓN: 2002						
PESO TOTAL : 3600 Kg	DIMENSIONES	X(largo): 5050mm	Y(ancho) 1350mm Z(alto):1475mm					
TRABAJO								
CRÍTICO	si	TURNO	si					
INTERMITENTE	si	AÑO PUESTO EN SERVICIO:	2002					
SISTEMAS								
ELÉCTRICO	si	VOLTAJE [V] 3x220	CORRIENTE [A]					
HIDRÁULICO	si	TIPO	Bomba de engranajes para sistema de lubricación.					
REFRIGERACIÓN	si	TIPO	Enfriamiento por líquido refrigerante de la herramienta de trabajo.					
LUBRICACIÓN	si	TIPO	Por bomba de engranaje. Por salpique. Manual					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS								
DISTANCIA ENTRE PUNTAS	3000 mm	ALTURA DE PUNTAS	370 mm					
Ø MAX. SOBRE LA BANCADA	730 mm	Ø MAX. SOBRE EL CARRO	500 mm					
Ø MAX. EN EL ESCOTE	830 mm	LONGITUD MAX. EN EL SCOTE	425 mm					
CONO INTERIOR DEL HUSILLO	MORSE No.6	Ø DEL HUSILLO	55 mm					
MOMENTO DE ROTACIÓN EN EL HUSILLO (a plena potencia)			2800 Nm					
PASO DE ROSCA								
	CANTIDAD DE PASOS DE ROSCA	GAMA DE PASOS DE ROSCAS						
MÉTRICO		0.5-180 mm						
WITHWORTH		60-5/32 esp/pulg						
MÓDULO		0.125-45 mm						
DIAMETRAL PICH		240-43/64 esp/pulg						
CARRO		CONTRAPUNTO						
No. VELOCIDADES LONGITUDINAL		CONO DE LA PINULA	MORSE No. 6					
GAMA DE ANCES LONGITUDINAL	0.05-18 mm/rev	Ø DE LA PINULA	90 mm					
No. VELOCIDADES TRANSVERSAL		AVANCE DE LA PINULA	200 mm					
GAMA DE ANCES TRANSVERSAL	0.0217-7.826 mm/rev	AVANCE TRANSVERSAL	-5+5 mm					
MOTORES ELÉCTRICOS								
No.	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	13	220/440		1715	60		
2	Carro transversal	0.55	220		950	60		
3	Bomba de lubricación.	0.18	220		2800	60		





CÓDIGO DE COSTOS: 6304100001		CODIGO AVM: MEC-TP-04						
DATOS DEL EQUIPO								
EQUIPO: Torno Paralelo Universal		MODELO: TUG -40	SERIE: 3714					
FABRICANTE: METALEXPORT		AÑO DE FABRICACIÓN: 1980						
PESO TOTAL : 1900 Kg	DIMENSIONES	X(largo):3150 mm	Y(ancho) :1020mm Z(alto):1250mm					
TRABAJO								
CRÍTICO	si	TURNO	no					
INTERMITENTE	si	AÑO PUESTO EN SERVICIO:						
SISTEMAS								
ELÉCTRICO	si	VOLTAJE [V] 440-220	CORRIENTE [A] 10-20					
HIDRAULICO	si	TIPO Bomba de engranajes para sistema de lubricación.						
REFRIGERACIÓN	si	TIPO Enfriamiento por refrigerante de la herramienta de trabajo						
LUBRICACIÓN	si	TIPO Por bomba de engranajes, salpique de aceite, manual.						
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS								
DISTANCIA ENTRE PUNTAS	1500 mm	ALTURA DE PUNTAS	217.5 mm					
Ø MAX. SOBRE LA BANCADA	400 mm	Ø MAX SOBRE EL CARRO	420 mm					
Ø MAX EN EL ESCOTE	640 mm	LONGITUD MAX EN EL ESCOTE	156 mm					
CONO INTERIOR DEL HUSILLO	MORSE No.6	Ø DEL HUSILLO	52 mm					
MOMENTO DE ROTACIÓN EN EL HUSILLO (a plena potencia)	750 Nm							
PASO DE ROSCA								
	CANTIDAD DE PASOS DE ROSCA	GAMA DE PASOS DE ROSCAS						
MÉTRICO	32	0.75-28 mm						
WITHWORTH	35	28-3/4 esp/pulg						
MÓDULO	28	0.375-14 mm						
DIAMETRAL PITCH	35	56-1 1/2 esp/pulg						
CARRO		CONTRAPUNTO						
No. VELOCIDADES LONGITUDINAL	42	CONO DE LA PINULA	MORSE No. 5					
GAMA DE AVANCES LONGITUDINAL	0.045-3.36 mm/rev	Ø DE LA PINULA	mm					
No. VELOCIDADES TRANSVERSAL	42	AVANCE DE LA PINULA	180 mm					
GAMA DE AVANCES TRANSVERSAL	0.0225-1.68 mm/rev	AVANCE TRANSVERSAL	-15+15 mm					
MOTORES ELÉCTRICOS								
No.	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	5.5	220		1430	60		
2	Bomba de lubricación.	0.125	220		2800	60		





FICHA TÉCNICA

CÓDIGO DE COSTOS:		6304500001		CÓDIGO AVM:		MEC-TP-05		
DATOS DEL EQUIPO								
EQUIPO: Torno Paralelo				MODELO: 16516 JIE4		SERIE: 8000		
FABRICANTE: CPEOHEBO				AÑO DE FABRICACIÓN: 1993				
PESO TOTAL : 2130 Kg		DIMENSIONES		X(largo): 2580mm	Y(ancho) 1110mm	Z(alto):1505mm		
TRABAJO								
CRÍTICO	si	TURNO	si	INTERMITENTE	si	AÑO PUESTO EN SERVICIO:		
SISTEMAS								
ELÉCTRICO	si	VOLTAJE [V]	3x220		CORRIENTE [A]	22.5		
HIDRÁULICO	si	TIPO	Bomba de engranajes para sistema de lubricación.					
REFRIGERACIÓN	si	TIPO	Enfriamiento por líquido refrigerante de la herramienta de trabajo.					
LUBRICACIÓN	si	TIPO	Presión por una bomba accionada mecánicamente y una electro bomba. Por salpique. Manual					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS								
DISTANCIA ENTRE PUNTAS		1000 mm		ALTURA DE PUNTAS		400 mm		
Ø MAX. SOBRE LA BANCADA		400 mm		Ø MAX SOBRE EL CARRO		226 mm		
Ø MAX EN EL ESCOTE		NO presenta		LONGITUD MAX EN EL ESCOTE		NO presenta		
CONO INTERIOR DEL HUSILLO		MORSE No.6		Ø DEL HUSILLO		45 mm		
MOMENTO DE ROTACIÓN EN EL HUSILLO (a plena potencia)								Nm
PASO DE ROSCA								
		CANTIDAD DE PASOS DE ROSCA		GAMA DE PASOS DE ROSCAS				
MÉTRICO				0.25-56 mm				
WITHWORTH				112-0.5 esp/pulg				
MÓDULO				0.25-56 mm				
DIAMETRAL PICH				112-0.5 esp/pulg				
CARRO				CONTRAPUNTO				
No. VELOCIDADES LONGITUDINAL				CONO DE LA PÍNULA		MORSE No. 5		
GAMA DE AVANCES LONGITUDINAL		0.05-2.8 mm/rev		Ø DE LA PÍNULA		70 mm		
No. VELOCIDADES TRANSVERSAL				AVANCE DE LA PÍNULA		120 mm		
GAMA DE AVANCES TRANSVERSAL		0.025-1.4 mm/rev		AVANCE TRANSVERSAL		-5+5 mm		
MOTORES ELÉCTRICOS								
No.	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	5.5	220		1500	60		
2	Carro transversal	0.37	220		1500	60		
3	Bomba de lubricación.	0.18	220		1500	60		
4	Bomba de refrigeración	0.14	220		2680	60		





FICHA TÉCNICA

CÓDIGO DE COSTOS:		6304600001		CÓDIGO AVM:		MEC-TP-06	
DATOS DEL EQUIPO							
EQUIPO:		Torno Universal		MODELO:		SERIE: 28831	
FABRICANTE:		MEUSER & CO		AÑO DE FABRICACIÓN:			
PESO TOTAL : Kg		DIMENSIONES		X(largo): 8000mm		Y(ancho) 1600mm	
						Z(alto):2000mm	
TRABAJO							
CRÍTICO	si	TURNO	no	INTERMITENTE	si	AÑO PUESTO EN SERVICIO:	
SISTEMAS							
ELÉCTRICO	si	VOLTAJE [V] 220/440		CORRIENTE [A]		FRECUENCIA [Hz] 60	
HIDRÁULICO	si	TIPO	Bomba de engranajes para sistema de lubricación.				
REFRIGERACIÓN	si	TIPO	Enfriamiento por líquido refrigerante de la herramienta de trabajo.				
LUBRICACIÓN	si	TIPO	Por bomba de engranaje. Por salpique. Manual				
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS							
DISTANCIA ENTRE PUNTAS		5800 mm		ALTURA DE PUNTAS		630	
Ø MAX. SOBRE LA BANCADA		1260mm		Ø MAX. SOBRE EL CARRO		1060 mm	
Ø MAX. EN EL ESCOTE		1600 mm		LONGITUD MAX. EN EL SCOTE		230 mm	
CONO INTERIOR DEL HUSILLO		MORSE No.6		Ø DEL HUSILLO		mm	
MOMENTO DE ROTACIÓN EN EL HUSILLO (a plena potencia)						Nm	
PASO DE ROSCA							
		CANTIDAD DE PASOS DE ROSCA		GAMA DE PASOS DE ROSCAS			
MÉTRICO				0.25-76 mm			
WITHWORTH				1/2 - 1 0 1/2 esp/pulg			
MÓDULO				0.25-22 mm			
DIAMETRAL PICH				esp/pulg			
CARRO				CONTRAPUNTO			
No. VELOCIDADES LONGITUDINAL		42		CONO DE LA PÍNULA		MORSE No. 6	
GAMA DE ANCES LONGITUDINAL		0.045-3.36 mm/rev		Ø DE LA PÍNULA		70 mm	
No. VELOCIDADES TRANSVERSAL		42		AVANCE DE LA PÍNULA		240 mm	
GAMA DE ANCES TRANSVERSAL		0.0225-1.68 mm/rev		AVANCE TRANSVERSAL		mm	
MOTORES ELÉCTRICOS							
No.	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA
1	Principal	13	220/440		1715	60	
2	Carro transversal					60	
3	Bomba de lubricación.					60	





CÓDIGO DE COSTOS: 6301100002		CÓDIGO AVM: MEC-MN-01	
DATOS DEL EQUIPO			
EQUIPO: MANDRILADORA HORIZONTAL		MODELO: BFT 130/5	SERIE: 10667
FABRICANTE: HECKERT UNION		AÑO DE FABRICACIÓN:	
PESO TOTAL: 37000 kg	DIMENSIONES	X(largo): mm	Y(ancho): mm
		Z(alto):mm	
TRABAJO			
CRÍTICO	SI	TURNO	SI
INTERMITENTE	NO	AÑO PUESTO EN SERVICIO:	PESO PIEZA: kg
SISTEMAS			
ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V] 440	POTENCIA (KW): 30
TABLERO ELÉCTRICO	X	PESO: 600 Kg	FRECUENCIA [Hz] 60
HIDRAULICO	X	TIPO	Sist. de fijación del cabezal de husillo y mesas. Sistema de lubricación.
REFRIGERACIÓN	X	TIPO	Enfriamiento por líquido refrigerante de la herramienta de trabajo.
LUBRICACIÓN	X	TIPO	Por bomba. Por salpique. Manual.
CABEZAL DE HUSILLO			
Ø DEL HUSILLO DE TRABAJO	130 mm		DESPLAZAMIENTO DEL HUSILLO
CONO DEL HUSILLO	ISO 50/metr.80		1000 mm
ALTURA DEL EJE DEL HUSILLO A LA MESA	mín	0 mm	Ø DE LA COPA
	máx	2500mm	785 mm
		Ø MÁX DE TORNEADO CON COLIZA	1345 mm
MESA			
DESPLAZAMIENTO TRANSVERSAL MÁX	2800 mm	PESO MÁX DE LA PIEZA DE TRABAJO	kg
DESPLAZAMIENTO LONGITUDINAL MÁX	2500 mm	ÁREA ÚTIL DE LA MESA	1800x200 mm
VELOCIDADES			
		No. DE VELOCIDADES	GAMA DE REVOLUCIONES
HUSILLO	27		4.5-900 rpm
COPA	18		4.5-180 rpm
AVANCES			
Dependiendo del rango de velocidad	III		II
	PASOS	AVANCES	PASOS
Husillo, axial	18	0.03-1.6 mm/rev	18
Copa, radial	18	0.15-8 mm/rev	18
		I	AVANCES
Independiente del rango de velocidad		PASOS	AVANCES
Husillo y copa.		18	0.04-2 mm/rev
Mesa longitudinal y transversal		36	0.63-2000 mm/min.
Mesa de rotación relativa a 1000 mm de diámetro		1-3150 mm/min.	
Avance rápido del husillo y copa.		2500 mm/min	Avance rápido cabezal del husillo y mesa.
			2000 mm/min



FICHA TÉCNICA

CÓDIGO DE COSTOS: 6301100001		CÓDIGO AVM: MEC-MN-02						
DATOS DEL EQUIPO								
EQUIPO: MANDRILADORA HORIZONTAL		MODELO: H 100 A	SERIE:					
FABRICANTE: TOS		AÑO DE FABRICACIÓN:						
PESO TOTAL : 14000 Kg	DIMENSIONES	X(largo): 6003mm	Y(ancho) 3500mm Z(alto): 1860mm					
TRABAJO								
CRÍTICO	si	TURNO	si					
INTERMITENTE	si	AÑO PUESTO EN SERVICIO:						
		PESO PIEZA: 3000 kg						
SISTEMAS								
ELÉCTRICO	si	VOLTAJE [V] 220	CORRIENTE [A]					
		FRECUENCIA [Hz] 60						
TABLERO ELÉCTRICO		PESO: Kg	X(largo): 800 mm Y(ancho): 500 mm Z(alto): mm					
HIDRÁULICO	si	TIPO	Bomba de émbolo para sistema de lubricación.					
REFRIGERACIÓN	si	TIPO	Enfriamiento por líquido refrigerante de la herramienta de trabajo.					
LUBRICACIÓN	si	TIPO	Por bomba . Por salpicado. Manual					
CABEZAL DE HUSILLO								
Ø DEL HUSILLO DE TRABAJO		100 mm	DESPLAZAMIENTO DEL HUSILLO 900 mm					
CONO DEL HUSILLO CSN 22 0431 HUECO		50	Ø DEL PLATO DE SUJECIÓN 500 mm					
ALTURA DEL EJE DEL HUSILLO A LA MESA	mín	0 mm	Ø MÁX DE TORNEADO CON COLIZA 900 mm					
	máx	1120mm						
MESA								
DESPLAZAMIENTO TRANSVERSAL MÁX		1320 mm	PESO MÁX DE LA PIZA DE TRABAJO 3000 kg					
DESPLAZAMIENTO LONGITUDINAL MÁX		2500 mm	ALTURA DE LA MESA A LAS GUÍAS 400 mm					
ÁREA ÚTIL DE LA MESA		1250x1250 mm						
REVOLUCIONES								
		No. DE VELOCIDADES	GAMA DE REVOLUCIONES					
HUSILLO		23	7.1-1120 rpm					
PLATO DE SUJECIÓN		16	7.1-224 rpm					
AVANCES								
		No. DE VELOCIDADES	GAMA DE AVANCES					
AVANCES A TALADRAR		32	0.02-12 rpm					
AVANCES A FRESAR		18	18-900 mm/min					
AVANCES DEL PLATO DE SUJECIÓN		32	0.02-12 rpm					
AVANCE RÁPIDO DEL HUSILLO, CABEZAL DEL HUSILLO, LA MESA Y EL CARRO PORTA HTA.		2800 mm/min						
MOTORES ELÉCTRICOS								
No.	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Motor principal	11	220			60		
2	Bomba de refrigeración.					60		
3	Bomba de lubricación					60		



FICHA TÉCNICA

CÓDIGO DE COSTOS: 6303100001		CODIGO AVM: MEC-FR-01						
DATOS DEL EQUIPO								
EQUIPO: FRESADORA		MODELO: FA5B-U	SERIE: 27627					
FABRICANTE: TOS KURIM		AÑO DE FABRICACIÓN: 1982						
PESO TOTAL : Kg	DIMENSIONES	X(largo): 3080mm	Y(ancho) 2700mm Z(alto):2420mm					
TRABAJO								
CRÍTICO	si	TURNO	si					
INTERMITENTE	si	AÑO PUESTO EN SERVICIO:						
SISTEMAS								
ELÉCTRICO	si	VOLTAJE [V] 3-220	CORRIENTE [A] : 60 (máx) FRECUENCIA [Hz] 60					
TABLERO ELÉCTRICO	si	PESO: 185 Kg	X(largo): 640 mm Y(ancho): 519 mm Z(alto): 1310 mm					
HIDRAULICO	si	TIPO	Bomba de para sistema de lubricación.					
REFRIGERACIÓN	si	TIPO	Enfriamiento por líquido refrigerante de la herramienta de trabajo.					
LUBRICACIÓN	si	TIPO	Por bomba. Por salpique. Manual					
HUSILLO								
No. DE VELOCIDADES	20	GAMA DE VELOCIDADES	18-1400 rpm CONO DE HUSILLO ISO 50					
ALTURA MÁX DEL EJE DE HUSILLO A LA MESA LONGITUDINAL:								
MESAS								
	ENTRE PUNTAS	No. DE VELOCIDADES	GAMA DE REV.					
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL	1250 mm	15	12-1500 mm/min					
DESPLAZAMIENTO TRANSVERSAL	400 mm	15	12-1500 mm/min					
DESPLAZAMIENTO VERTICAL	400 mm	15	3-375 mm/min					
GIRO DE LA MEZA LONGITUDINAL ALREDEDOR DEL EJE Z: $\pm 45^\circ$								
MOTORES ELÉCTRICOS								
No.	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Motor principal	15	220/380		1445	60		VF160 L-0 M301
2	Mecanismo de avance	3	220/380		1420	60		AP100 L-4 M301
3	Bomba de refrigeración.	0.180	220/380		2880	60		2COA-2-12-P1
4	Bomba de lubricación	0.070	220/380		2800	60		2 CZB 05





CÓDIGO DE COSTOS: 6302100001		CÓDIGO AVM: MEC-TR-01						
DATOS DEL EQUIPO								
EQUIPO: Taladro Radial con mando programado		MODELO: VO 63	SERIE: 145251191					
FABRICANTE: KOVOSVIT		AÑO DE FABRICACIÓN:						
PESO TOTAL : 7100 Kg	DIMENSIONES	X(largo): 3700mm	Y(ancho) 1380mm Z(alto):4050mm					
TRABAJO								
CRITICO	si	TURNO	si					
INTERMITENTE	si	AÑO DE FABRICACIÓN:	1989					
SISTEMAS								
ELÉCTRICO	si	VOLTAJE [V] 380	CORRIENTE [A]					
HIDRÁULICO	si	TIPO	Bomba de engranajes para sistema de lubricación. Sistema de fijación del brazo.					
REFRIGERACIÓN	si	TIPO	Enfriamiento por líquido refrigerante de la herramienta de trabajo.					
LUBRICACIÓN	si	TIPO	Por bomba de engranaje. Por salpique. Manual					
DIÁMETROS A TALADRAR MÁXIMOS								
Ø DE TALADRAR EN ACERO DE 600 MPa DE RESISTENCIA.	Husillo Morse 5		Rosca máxima					
	63 mm	90 rev/min 0.28 mm/rev	M 64x4 mm					
Ø DE TALADRAR EN FUNDICIÓN GRIS DE 250 MPa DE RESISTENCIA.	80 mm		M 85x4 mm					
	31.5 rev/min 0.16 mm/rev							
DIMENSIONES PRINCIPALES								
DISTANCIA DEL EJE HUSILLO A LA SUPERFICIE DE LA GUÍA DE LA CAMISA		máx 2000 mm	mín 386 mm					
DISTANCIA DEL HUSILLO A LA BASE DE LA MÁQUINA		máx 1865 mm	mín 535mm					
RECORRIDO VERTICAL DEL BRAZO		950 mm						
RECORRIDO HORIZONTAL DEL CARRO PORTAHUSILLO SOBRE EL BRAZO		1613 mm						
GIRO DEL BRAZO ALREDEDOR DE LA COLUMNA		±180°						
CARRERA DEL HUSILLO		380 mm						
HUSILLO								
REVOLUCIONES DEL HUSILLO	No. De velocidades	16	AVANCES DEL HUSILLO					
	Gama de rev.	11.2-2000 rev/min	No. De velocidades					
			Gama de avances					
			16					
			0.035-2.8 mm/rev					
MOTORES ELÉCTRICOS								
No.	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Motor para taladrar	5.5	380		1450	60		
2	Motor de elevación de brazo	3	380		1420	60		
3	Motor de la bomba hidráulica	1.1	380		1380	60		
4	Motor de la bomba de enfriam.	0.125	380	0.22	2880	60	MEZ	3COA2-12P1



FICHA TÉCNICA

CÓDIGO DE COSTOS:				CÓDIGO AVM: SMT-CA-01					
DATOS DEL EQUIPO									
EQUIPO: COMPRESOR DE AIRE				MODELO:		SERIE: 06528			
FABRICANTE: A.F.M.				AÑO DE FABRICACIÓN:					
PESO TOTAL : Kg		DIMENSIONES		X(largo):1785mm	Y(ancho):700 mm	Z(alto):1400 mm			
TRABAJO									
CRÍTICO	si	TURNO	si	INTERMITENTE	si	AÑO PUESTO EN SERVICIO:			
MONTAJE									
ESTACIONARIO				X		MÓVIL			
SISTEMAS									
ELÉCTRICO	SI	NEUMÁTICO	SI	LUBRICACIÓN	SI	HIDRÁULICO	NO		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS									
TIPO		RECIPROCANTE		DIÁMETRO DE SUCCIÓN		1 pulg.			
PRESIÓN DE CARGA		90 PSI		DIÁMETRO DE DESCARGA		½ pulg.			
PRESIÓN DE DESCARGA		150 PSI							
CAPACIDAD		0.48 m ³							
MOTORES ELÉCTRICOS									
No.	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	COSØ	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	8.95	220	27	0.87	1750	60	SIEMENS	1LA3 133-4



ANEXO C. MANTENIMIENTO AUTÓNOMO DE EQUIPOS



MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

1. **CÓDIGO AVM:** MEC-TP-01

2. **EQUIPO:** TORNO PARALELO

3. **FABRICANTE:** MASHSTROY TROYAN

4. **MODELO:** C10TM

INFORMAR AL JEFE DE PLANTA SOBRE TODOS LOS DEFECTOS E IRREGULARIDADES OBSERVADOS TANTO ANTES, COMO DURANTE EL TRABAJO DE LA MÁQUINA.



7. NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

1. Verificar que las portezuelas se encuentren cerradas.
2. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina.
3. Verificar sujeción de la pieza mediante el ajuste de las mordazas.
4. Verificar tornillos de fijación de la torre porta-herramientas.
5. Verificar la posición de los apoyos de las barras de roscar, cilindrar y de mandos.
6. No colocar herramientas ni instrumentos de medición sobre las guías de la bancada.
7. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo
8. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados.

8. LUBRICACIÓN

DIARIA

1. Verificar el nivel de aceite en todos los depósitos y reponer en caso necesario.
2. Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite.
3. Lubricar las guías de la bancada y de los carros longitudinal y transversal.
4. Lubricar el carro longitudinal y transversal.
5. Lubricar cojinetes, tornillo y ejes de la contrapunta.
6. Lubricar barra de roscar y barra de cilindrar.

SEMANAL

1. Lubricar ruedas de cambio y cojinete intermedio de la lira.

9. NORMAS DE SEGURIDAD

1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa.
2. Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina.
3. Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rote el interruptor con tarjeta de **NO OPERAR**.



MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

1. CÓDIGO AVM:	MEC-MN-01
2. EQUIPO:	MANDRILADORA HORIZONTAL
3. FABRICANTE:	HECKERT UNION
4. MODELO:	BFT 130/5



INFORMAR AL JEFE DE PLANTA SOBRE TODOS LOS DEFECTOS E IRREGULARIDADES OBSERVADOS TANTO ANTES, COMO DURANTE EL TRABAJO DE LA MÁQUINA.

7. NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

1. Verificar que las puertas del tablero eléctrico se encuentre cerrada.
2. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina.
3. Verificar que no se presenten piezas que obstruyan el movimiento de los carros.
4. Verificar que la presión de aceite del sistema hidráulico de fijación del cabezal de husillo sea de 30 kg/cm².
5. Verificar que la presión de aceite del sistema hidráulico de fijación de los carros y mesa porta pieza sea de 75 kg/cm².
6. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo
7. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados.

8. LUBRICACIÓN

DIARIA

1. Verificar el nivel de aceite en los depósitos del cabezal de husillo y los carros. Reponer en caso necesario.
2. Verificar el correcto funcionamiento de las bombas de aceite del cabezal de husillo y los carros de la mesa porta pieza, mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite.
3. Verificar el nivel de aceite del depósito del sistema hidráulico de fijación del cabezal de husillo.
4. Verificar el nivel de aceite del depósito del sistema hidráulico de fijación de los carros y mesa porta pieza.
5. Lubricar el husillo con una película fina de aceite.

SEMANAL

1. Lubricar copa porta herramienta mediante gracera.
2. Lubricar guías de las cubiertas de las mesas.
3. Limpieza del filtro magnético del sistema de lubricación de las guías del cabezal y tuerca de desplazamiento vertical.

9. NORMAS DE SEGURIDAD

1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa.
2. Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina.
3. Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rotule el interruptor con tarjeta de **NO OPERAR**.



MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

1. CÓDIGO AVM: MEC-MN-02

2. EQUIPO: MANDRILADORA HORIZONTAL

3. FABRICANTE: TOS

4. MODELO: H100A

INFORMAR AL JEFE DE PLANTA SOBRE TODOS LOS DEFECTOS E IRREGULARIDADES OBSERVADOS TANTO ANTES, COMO DURANTE EL TRABAJO DE LA MÁQUINA.



7. NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

1. Verificar que la portezuela del tablero eléctrico se encuentre cerrada.
2. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina.
3. Verificar que no se presenten piezas que obstruyan el movimiento de los carros.
4. No colocar herramientas ni instrumentos de medición sobre las guías de la bancada.
5. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo
6. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados.

8. LUBRICACIÓN

DIARIA

1. Verificar el nivel de aceite en los depósitos del cabezal de husillo y los carros. Reponer en caso necesario.
2. Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite del cabezal de husillo mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite.
3. Lubricar rodamiento del brazo del husillo.
4. Lubricar superficies de las guías del cabezal del husillo mediante aceitera.
5. Lubricar carros longitudinal y transversal accionando la bomba manual. Mínimo una vez por turno.
6. Lubricar mesa porta pieza accionando la bomba manual de aceite. Mínimo una vez por turno.

SEMANAL

1. Lubricar tuerca de desplazamiento del cabezal de husillo
2. Lubricar tuerca de desplazamiento del husillo.
3. Lubricar plato de sujeción.

9. NORMAS DE SEGURIDAD

1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa.
2. Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina.
3. Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rote el interruptor con tarjeta de **NO OPERAR**.



MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

1. **CÓDIGO AVM:** MEC-FR-01

2. **EQUIPO:** FRESADORA

3. **FABRICANTE:** TOS KURIM

4. **MODELO:** FA5B-U

INFORMAR AL JEFE DE PLANTA SOBRE TODOS LOS DEFECTOS E IRREGULARIDADES OBSERVADOS TANTO ANTES, COMO DURANTE EL TRABAJO DE LA MÁQUINA.



7. NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

1. Verificar la posición y fijación de los topes de recorrido.
2. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina.
3. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo
4. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados.

8. LUBRICACIÓN

DIARIA

1. Verificar el nivel de aceite en los depósitos del cabezal de husillo, caja de avances y depósito de la bomba de lubricación manual. Reponer en caso necesario.
2. Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite de la caja de velocidades mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite.
3. Lubricar las guías de las mesas y consola mediante el accionamiento de la bomba manual. Mínimo dos veces por turno.

9. NORMAS DE SEGURIDAD

1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa.
2. Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina.
3. Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rotule el interruptor con tarjeta de **NO OPERAR**.



MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

1. **CÓDIGO AVM:** MEC-FR-02

2. **EQUIPO:** FRESADORA

3. **FABRICANTE:** TOS OLOMOUC

4. **MODELO:** FGU 32

INFORMAR AL JEFE DE PLANTA SOBRE TODOS LOS DEFECTOS E IRREGULARIDADES OBSERVADOS TANTO ANTES, COMO DURANTE EL TRABAJO DE LA MÁQUINA.



7. NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

1. Verificar que la portezuela del tablero eléctrico se encuentre cerrada.
2. Verificar la posición y fijación de los topes de recorrido.
3. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina.
4. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo
5. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados.

8. LUBRICACIÓN

DIARIA

1. Verificar el nivel de aceite en los depósitos del cabezal de husillo, caja de avances, sistema de movimiento de la consola y depósito de la bomba de lubricación manual. Reponer en caso necesario
2. Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite de la caja de velocidades mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite.
3. Lubricar las guías de las mesas mediante el accionamiento de la bomba manual. Mínimo dos veces por turno.

9. NORMAS DE SEGURIDAD

1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa.
2. Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina.
3. Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rotule el interruptor con tarjeta de **NO OPERAR**.



MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

1. **CÓDIGO AVM:** MEC-TR-01

2. **EQUIPO:** TALADRO RADIAL

3. **FABRICANTE:** KOVOSVIT

4. **MODELO:** VO63

INFORMAR AL JEFE DE PLANTA SOBRE TODOS LOS DEFECTOS E IRREGULARIDADES OBSERVADOS TANTO ANTES, COMO DURANTE EL TRABAJO DE LA MÁQUINA.



7. NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

1. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina.
2. Verificar que la portezuela del tablero eléctrico se encuentre cerrada.
3. Verificar el ajuste de los tornillos de fijación de la pieza sobre la mesa.
4. Verificar posicionamiento de la herramienta de corte.
5. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo
6. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados.

8. LUBRICACIÓN

DIARIA

1. Verificar el nivel de aceite en los depósitos del carro portahusillo y mecanismo de elevación del brazo. Reponer en caso necesario.
2. Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite en el carro portahusillo y mecanismo de elevación del brazo mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite.
3. Lubricar las superficies guías del brazo sobre la camisa accionando la bomba manual de aceite. Una vez por turno.

SEMANAL

1. Lubricar tuerca del tornillo de elevación del brazo.
2. Lubricar superficies guías horizontales del brazo

9. NORMAS DE SEGURIDAD

1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa.
2. Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina.
3. Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rote el interruptor con tarjeta de **NO OPERAR**.



MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

EQUIPO DE CORTE POR PLASMA

NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

1. Verificar que todas las conexiones eléctricas estén firmes y bien aisladas.
2. Inspeccionar el cable de antorcha, el cable de masa y la antorcha misma.
3. Controlar que la presión indicada por el manómetro sea de 73 psi. En caso contrario ajustarla maniobrando el reductor de presión.
4. Durante el funcionamiento del equipo verifique el correcto funcionamiento del ventilador. Este no debe presentar ruidos y vibraciones anormales.
5. Mantener limpia la boquilla de escorias de metal. En la limpieza no utilizar cuerpos puntiagudos para no deteriorar el orificio de la boquilla.
6. Evitar tener inútilmente encendido el arco piloto en el aire, para no aumentar el consumo del electrodo, del difusor y de la boquilla.
7. Acabado el corte después de haber soltado el pulsador, el aire continúa saliendo por el porta electrodo por aproximadamente 1 minuto y 30 segundos para permitir a la antorcha enfriarse. No apagar el equipo antes de que acabe ese tiempo.
8. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar exteriormente el equipo.

INFORMAR AL JEFE DE PLANTA SOBRE TODOS LOS DEFECTOS E IRREGULARIDADES OBSERVADOS TANTO ANTES, COMO DURANTE EL TRABAJO DE LA MÁQUINA.

NORMAS DE SEGURIDAD

1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa.
2. Mantenga su área de trabajo limpia y libre de peligros. Asegúrese de que no haya materiales inflamables, volátiles o explosivos dentro o cerca de la zona de trabajo.
3. Mantenga la cabeza a distancia de los humos. No los respire. Si trabaja en interiores ventile el área o use sistema de extracción de los humos.
4. Proteja a los demás contra las chispas y los rayos de luz producidos por el arco al cortar.
5. No permita que las chispas producidas lleguen al equipo.
6. Al realizar trabajos de mantenimiento, asegúrese que la fuente de poder se encuentre apagada y desconectada de la línea de alimentación.

LA LIMPIEZA Y EL ORDEN EN EL PUESTO DE TRABAJO SON EL PRINCIPIO DE LA BUENA ORGANIZACIÓN Y SEGURIDAD.



MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

EQUIPO DE SOLDADURA MIG

NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

1. Verificar que todas las conexiones eléctricas estén firmes y bien aisladas.
2. Inspeccionar el cable de antorcha, el cable de masa y la antorcha misma.
3. Verificar diferentes conexiones de la botella y reductores de presión.
4. Durante el funcionamiento del equipo verifique el correcto funcionamiento del ventilador. Este no debe presentar ruidos y vibraciones anormales.
5. Mantener limpia la boquilla de escorias de metal. En la limpieza no utilizar cuerpos puntiagudos para no deteriorar el orificio de la boquilla.
6. Cuando cambie el calibre del alambre o tipo revise los rodillos y calibre de la guía de alambre.
7. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar exteriormente el equipo de soldadura.

INFORMAR AL JEFE DE PLANTA SOBRE TODOS LOS DEFECTOS E IRREGULARIDADES OBSERVADOS TANTO ANTES, COMO DURANTE EL TRABAJO DE LA MÁQUINA.

NORMAS DE SEGURIDAD

1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa.
2. Mantenga su área de trabajo limpia y libre de peligros. Asegúrese de que no haya materiales inflamables, volátiles o explosivos dentro o cerca de la zona de trabajo.
3. Proteja las botellas de gas comprimido de la excesiva temperatura, los golpes y los arcos eléctricos.
4. Mantenga la cabeza a distancia de los humos. No los respire. Si trabaja en interiores ventile el área o use sistema de extracción en el arco.
5. Proteja a los demás contra las chispas y los rayos de luz producidos por el arco al soldar.
6. No permita que las chispas producidas por la llama de gas lleguen a las mangueras o botella.
7. Cuando la botella de gas esté vacía cierre la válvula y marque una "V".
8. Al realizar trabajos de mantenimiento, asegúrese que tanto la fuente de poder como el alimentador se encuentren apagados y desconectados de la línea de alimentación.

LA LIMPIEZA Y EL ORDEN EN EL PUESTO DE TRABAJO SON EL PRINCIPIO DE LA BUENA ORGANIZACIÓN Y SEGURIDAD.



MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

EQUIPO DE SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO

NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

1. Verificar que todas las conexiones eléctricas estén firmes y bien aisladas.
2. Inspeccionar el cable del porta-electrodo, el cable de masa y el porta-electrodo.
3. Durante el funcionamiento del equipo verifique el correcto funcionamiento del ventilador. Este no debe presentar ruidos y vibraciones anormales.
4. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar exteriormente el equipo de soldadura.

INFORMAR AL JEFE DE PLANTA SOBRE TODOS LOS DEFECTOS E IRREGULARIDADES OBSERVADOS TANTO ANTES, COMO DURANTE EL TRABAJO DE LA MÁQUINA.

NORMAS DE SEGURIDAD

1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa.
2. Mantenga su área de trabajo limpia y libre de peligros. Asegúrese de que no haya materiales inflamables, volátiles o explosivos dentro o cerca de la zona de trabajo.
3. Mantenga la cabeza a distancia de los humos. No los respire. Si trabaja en interiores ventile el área o use sistema de extracción en el arco.
4. Proteja a los demás contra las chispas y los rayos de luz producidos por el arco al soldar.
5. No permita que las chispas producidas lleguen al equipo.
6. Al realizar trabajos de mantenimiento, asegúrese que la fuente de poder se encuentre apagada y desconectada de la línea de alimentación.

LA LIMPIEZA Y EL ORDEN EN EL PUESTO DE TRABAJO SON EL PRINCIPIO DE LA BUENA ORGANIZACIÓN Y SEGURIDAD.

ANEXO D. CARTA DE LUBRICACIÓN DE EQUIPOS



CARTA DE LUBRICACIÓN

1. MÁQUINA: TORNO PARALELO UNIVERSAL	2. FABRICANTE: MASHSTROY TROYAN	3. MODELO: C10TM	4. CÓDIGO AVM: MEC-TP-01
5. CLASE DE ACTIVIDAD: RN: revisar nivel y completar. RF: revisar flujo. AA: aplicar aceite. AG: aplicar grasa CA: cambio de aceite.			

6. FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	7. MECANISMO / PARTE A LUBRICAR	8. TIPO DE LUBRICACIÓN	9. ACTIVIDAD	10. TIEMPO	11. LUBRICANTE	
					12. TIPO	13. CANTIDAD
DIARIO	Indicador de nivel de aceite en la caja de cambios, caja de avances y caja del mando del carro.		RN	½ min.	Shell Tellus 37	Nivel medio del indicador de aceite.*
	Indicador de flujo de aceite en la caja de cambios y delantal.	Por bomba de aceite.	RF	½ min.	Shell Tellus 37	Flujo pulsante.**
	Guías de la bancada.	Bomba de pistón.	AA	½ min.	Shell Tellus 37	Necesaria.
	Guías del carro transversal.	Aceitera de mano.	AA	½ min.	Shell Tellus 37	Necesaria.
	Guías del carro longitudinal.	Aceitera de mano.	AA	½ min.	Shell Tellus 37	Necesaria.
	Pínula, tornillo y cojinetes de la contrapunta.	Aceitera de mano.	AA	½ min.	Shell Tellus 37	Necesaria.
	Barra de roscar	Aceitera de mano.	AA	½ min.	Shell Tellus 37	Necesaria.
	Barra de cilindrar.	Aceitera de mano.	AA	½ min.	Shell Tellus 37	Necesaria.
Barra de conexión del husillo.	Aceitera de mano.	AA	½ min.	Shell Tellus 37	Necesaria.	
SEMANAL	Ruedas de cambio (lira).	Gracera de mano.	AG	1 min	Shell Albania EP2	Necesaria.
	Cojinete intermedio de la lira.	Gracera de mano.	AG	1 min	Shell Albania EP2	Necesaria.
TRIMESTRAL	Cadena y piñón del motor de avance rápido.	Gracera de mano.	AG	5 min	Shell Albania EP2	Necesaria.
	Rodamientos de los motores eléctricos.	Gracera de mano.	AG	30 min	Shell Albania EP2	Necesaria.
CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN	Cabezal de husillo.	Salpique y bomba de engranaje.	CA	15 min	Shell Tellus 37	6 Gal.
	Caja de avances.	Salpique.	CA	15 min	Shell Tellus 37	¼ Gal.
	Caja de mando del carro.	Salpique y bomba de pistón.	CA	15 min	Shell Tellus 37	1 Gal.
	Filtros de aceite.		Limpieza	20 min		

* En caso de que el nivel esté bajo, suministrar el aceite necesario hasta alcanzar el nivel medio del respectivo depósito de aceite.

** En caso de que no haya flujo de aceite, revisar la bomba de lubricación. No operar la máquina hasta que se haya corregido el problema.

1. MÁQUINA: MANDRILADORA HORIZONTAL		2. FABRICANTE: HECKERT UNION		3. MODELO: BFT 130/5		4. CÓDIGO AVM: MEC-MN-01	
5. CLASE DE ACTIVIDAD: RN: revisar nivel y completar. RF: revisar flujo. AA: aplicar aceite. AG: aplicar grasa CA: cambio de aceite.							
6. FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	7. MECANISMO / PARTE A LUBRICAR	8. TIPO DE LUBRICACIÓN	9. ACTIVIDAD	10. TIEMPO	11. LUBRICANTE		
					12. TIPO	13. CANTIDAD	
<i>DIARIO</i>	CABEZAL DE HUSILLO-CAJA DE VELOCIDADES	Sistema automático de circulación por bomba de engranajes.			Nuto H32		
	Indicador de nivel de aceite.		RN	½ min.		Nivel medio del indicador de aceite.*	
	Indicador de flujo de aceite.	Por bomba de aceite.	RF	Periódicamente.		Flujo pulsante.**	
	Superficie del husillo.	Aceitera de mano.	AA	Periódicamente.		Película fina	
	GUÍAS CABEZAL-TORRE Y TUERCA DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL DEL CABEZAL.	Sistema automático de circulación por bomba de engranajes.			Vactra Oil 2		
	Indicador de nivel de aceite.		RN	½ min.		Nivel medio del indicador de aceite.*	
	Indicador de flujo de aceite.	Por bomba de aceite.	RF	Periódicamente.		Flujo pulsante.**	
	Indicador de nivel de aceite de la caja de avances vertical del cabezal.	Salpique	RN	½ min.	Vactra Oil 2	Nivel medio del indicador de aceite.*	
	Indicador de nivel de aceite del sistema de fijación del cabezal de husillo.	Automático	RN	½ min.	Nuto H68	Nivel medio del indicador de aceite.*	
	Indicador de nivel de aceite del sistema de fijación de carros y mesa portapieza.	Automático	RN	½ min.	Nuto H68	Nivel medio del indicador de aceite.*	
	CARRO DE DESPLAZAMIENTO LONGITUDINAL				Vactra Oil 2		
	Indicador de nivel de aceite.		RN	½ min.		Nivel medio del indicador de aceite.*	
	Indicador de flujo de aceite.	Por bomba de aceite.	RF	Periódicamente.		Flujo pulsante.**	

1. MÁQUINA: MANDRILADORA HORIZONTAL		2. FABRICANTE: HECKERT UNION		3. MODELO: BFT 130/5		4. CÓDIGO AVM: MEC-MN-01	
5. CLASE DE ACTIVIDAD: RN: revisar nivel y completar. RF: revisar flujo. AA: aplicar aceite. AG: aplicar grasa CA: cambio de aceite.							
6. FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	7. MECANISMO / PARTE A LUBRICAR	8. TIPO DE LUBRICACIÓN	9. ACTIVIDAD	10. TIEMPO	11. LUBRICANTE		
					12. TIPO	13. CANTIDAD	
DIARIO	CARRO DE DESPLAZAMIENTO TRANSVERSAL-MESA PORTA PIEZA				Vactra Oil 2		
	Indicador de nivel de aceite.		RN	½ min.		Nivel medio del indicador de aceite.*	
	Indicador de flujo de aceite.	Por bomba de aceite.	RF	Periódicamente.		Flujo pulsante.**	
SEMANAL	Filtro magnético del sistema de lubricación de las guías del cabezal y tuerca de desplazamiento vertical.	Circulación por bomba de aceite.	Limpieza.	5 min.			
	Copa porta herramienta.	Gracera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
	Guías de las cubiertas de las mesas.	Aceitera de mano.	AA	5 min.	Vactra Oil 2	Necesaria.	
MENSUAL	Cable del cabezal-contrapeso.	Gracera de mano.	AG	5 min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN	Cabezal de husillo-caja de velocidades	Bomba de aceite y salpique.	CA	20 min.	Nuto H32	7 galones	
	Sistema de lubricación de las guías del cabezal y tuerca de desplazamiento vertical.	Automático por bomba de aceite.	CA	20 min	Vactra Oil 2		
	Carro de desplazamiento longitudinal.	Automático por bomba de aceite.	CA	20 min	Vactra Oil 2		
	Carro de desplazamiento transversal-mesa porta pieza	Automático por bomba de aceite.	CA	20 min	Vactra Oil 2		
CADA 1000 HORAS DE OPERACIÓN	Micro filtro del sistema hidráulico de fijación del cabezal.	Automático.	Limpieza.	15 min.			
	Micro filtro del sistema hidráulico de fijación de los carros y mesa porta-pieza.	Automático.	Limpieza.	15 min.			
CADA 8000 HORAS DE OPERACIÓN	Sistema hidráulico del sistema de fijación del cabezal de husillo.	Automático.	CA	30 min.	Nuto H68		
	Sistema hidráulico del sistema de fijación de los carros y mesa porta-pieza.	Automático.	CA	30 min.	Nuto H68		

* En caso de que el nivel esté bajo, suministrar el aceite necesario hasta alcanzar el nivel medio del respectivo depósito de aceite.

** En caso de que no haya flujo de aceite, revisar la bomba de lubricación. No operar la máquina hasta que se haya corregido el problema.

1. MÁQUINA: MANDRILADORA HORIZONTAL		2. FABRICANTE: TOS		3. MODELO: H100A		4. CÓDIGO AVM: MEC-MN-02	
5. CLASE DE ACTIVIDAD: RN: revisar nivel y completar. RF: revisar flujo. AA: aplicar aceite. AG: aplicar grasa CA: cambio de aceite.							
6. FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	7. MECANISMO / PARTE A LUBRICAR	8. TIPO DE LUBRICACIÓN	9. ACTIVIDAD	10. TIEMPO	11. LUBRICANTE		
					12. TIPO	13. CANTIDAD	
<i>DIARIO</i>	CABEZAL DE HUSILLO						
	Indicador de nivel de aceite.		RN	½ min.	Shell Tellus 68	Nivel medio del indicador de aceite.*	
	Indicador de flujo de aceite.	Por bomba de aceite.	RF	Periódicamente.	Shell Tellus 68	Flujo pulsante.**	
	Rodamiento del brazo del husillo.	Gracera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
	Superficies de las guías del cabezal del husillo.	Aceitera de mano.	AA	½ min.	Shell Tellus 68	Necesaria.	
	CARROS Y MESA PORTA PIEZA						
	Indicador de nivel de aceite en el carro longitudinal.		RN	½ min.	Shell Tellus 68	Nivel medio del indicador de aceite.*	
	Superficie de las guías, tuercas de desplazamiento, engranajes, rodamientos.	Bomba de aceite accionada manualmente.	AA	½ min.	Shell Tellus 68	Al comenzar el trabajo y durante su transcurso.	
	Mesa giratoria.	Bomba de aceite accionada manualmente.	AA	½ min.	Shell Tellus 68	Durante la rotación de la meza.	
	LUNETAS						
	Rodamiento principal.	Gracera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
<i>SEMANAL</i>	Tuerca de desplazamiento del cabezal de husillo.	Gracera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
	Tuerca de desplazamiento del husillo.	Gracera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
	Plato de sujeción.	Gracera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	

* En caso de que el nivel esté bajo, suministrar el aceite necesario hasta alcanzar el nivel medio del respectivo depósito de aceite.

** En caso de que no haya flujo de aceite, revisar la bomba de lubricación. No operar la máquina hasta que se haya corregido el problema.

1. MÁQUINA: MANDRILADORA HORIZONTAL		2. FABRICANTE: TOS		3. MODELO: H100A		4. CÓDIGO AVM: MEC-MN-02	
5. CLASE DE ACTIVIDAD: RN: revisar nivel y completar. RF: revisar flujo. AA: aplicar aceite. AG: aplicar grasa CA: cambio de aceite.							
6. FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	7. MECANISMO / PARTE A LUBRICAR	8. TIPO DE LUBRICACIÓN	9. ACTIVIDAD	10. TIEMPO	11. LUBRICANTE		
					12. TIPO	13. CANTIDAD	
<i>MENSUAL</i>	CARROS Y MESA PORTA PIEZA						
	Caja de avances de los carros.	Gracera de mano.	AG	5 min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
	BASTIDOR						
	Rodamiento del eje de mando de los carros y mesa..	Gracera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
	Rodamiento del eje de mando de la luneta.	Gracera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
<i>TRIMESTRAL</i>	SOPORTE						
	Rodamiento del tornillo sin fin.	Gracera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
	Rodamiento del eje de mando del cabezal de husillo.	Gracera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
	Piñón y cadena.	Gracera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
	LUNETAS						
	Rodamiento del tornillo sin fin.	Gracera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
	Engranaje del tornillo sin fin del avance del cojinete.	Gracera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
	Engranaje del tornillo sin fin del avance longitudinal.	Gracera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
CAJA DE DISTRIBUCIÓN							
	Engranajes, rodamientos.	Gracera de mano.	AG	5 min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
<i>SEMESTRAL</i>	Rodamiento principal del husillo.	Grasera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
	Rodamiento de centrado de la mesa.	Grasera de mano.	AG	1 min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
<i>CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN</i>	Cabezal del husillo.	Bomba de aceite y salpique.	CA	20 min.	Shell Tellus 68		
	Carros y mesa porta pieza.	Bomba de aceite accionada manualmente y salpique.	CA	15 min.	Shell Tellus 68		
<i>ANUAL</i>	Acoplamiento de arranque de discos.	Grasera de mano.	AG	1 min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	

1. MÁQUINA: FRESADORA		2. FABRICANTE: TOS KURIM		3. MODELO: FA5B-U		4. CÓDIGO AVM: MEC-FR-01	
5. CLASE DE ACTIVIDAD: RN: revisar nivel y completar. RF: revisar flujo. AA: aplicar aceite. AG: aplicar grasa CA: cambio de aceite.							
6. FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	7. MECANISMO / PARTE A LUBRICAR	8. TIPO DE LUBRICACIÓN	9. ACTIVIDAD	10. TIEMPO	11. LUBRICANTE		
					12. TIPO	13. CANTIDAD	
DIARIO	CABEZAL DE HUSILLO						
	Indicador de nivel de aceite.		RN		Shell Tellus 37	Nivel medio del indicador de aceite.*	
	Indicador de flujo de aceite.	Por bomba de aceite.	RF	Periódicamente.	Shell Tellus 37	Flujo pulsante.**	
	Indicador de nivel de aceite del depósito de lubricación para las guías de las mesas y consola.		RN		Shell Tellus 37	Nivel medio del indicador de aceite.*	
	Guías de las mesas y consola.	Bomba de aceite accionada manualmente.	AA	½ min.	Shell Tellus 37	Al comenzar el trabajo y durante su transcurso.	
	Indicador de nivel de aceite del depósito de la caja de avances de las mesas.	Bomba de pistón accionada mecánicamente	RN	½ min.	Shell Tellus 37	Nivel medio del indicador de aceite.*	
SEMANAL	Tornillo mesa longitudinal	Gracera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria	
	Tornillo mesa transversal.	Gracera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria	
MENSUAL	Caja transmisora del cardan. (mesa longitudinal)	Gracera de mano.	AG	5 min.	Shell Albania EP2	Necesaria	
CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN	Cabezal del husillo.	Bomba de aceite y salpique.	CA	15 min.	Shell Tellus 37		
	Depósito de la caja de avances de las mesas.	Bomba de aceite.	CA	15 min.	Shell Tellus 37		
	Cojinetes del motor eléctrico.	Gracera de mano.	AG	1 min.	Shell Albania EP2	Necesaria	

* En caso de que el nivel esté bajo, suministrar el aceite necesario hasta alcanzar el nivel medio del respectivo depósito de aceite.

** En caso de que no haya flujo de aceite, revisar la bomba de lubricación. No operar la máquina hasta que se haya corregido el problema.

1. MÁQUINA: TALADRO RADIAL		2. FABRICANTE: KOVOSVIT		3. MODELO: VO63		4. CÓDIGO AVM: MEC-TR-01	
5. CLASE DE ACTIVIDAD: RN: revisar nivel y completar. RF: revisar flujo. AA: aplicar aceite. AG: aplicar grasa CA: cambio de aceite.							
6. FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	7. MECANISMO / PARTE A LUBRICAR	8. TIPO DE LUBRICACIÓN	9. ACTIVIDAD	10. TIEMPO	11. LUBRICANTE		
					12. TIPO	13. CANTIDAD	
DIARIO	CARRO PORTAHUSILLO	Bomba de engranaje					
	Indicador de nivel de aceite.		RN		Shell Tellus 37	Nivel medio del indicador de aceite.*	
	Indicador de flujo.		RF	Periódicamente.	Shell Tellus 37	Flujo pulsante.**	
	MECANISMO DE ELEVACIÓN DEL BRAZO						
	Indicador de nivel de aceite.		RN		Shell Tellus 37	Nivel medio del indicador de aceite.*	
	Indicador de flujo.		RF	Periódicamente.	Shell Tellus 37	Flujo pulsante.**	
	Superficies guías del brazo sobre la camisa	Bomba de aceite accionada manualmente	AA	10 seg	Shell Tellus 37	Al comenzar el trabajo	
SEMANAL	Tuerca del tornillo de elevación del brazo.	Gracera de mano	AG	½ min	Shell Albania EP2	Necesaria.	
	Superficies guías horizontales del brazo	Aceitera de mano	AA	½ min	Shell Tellus 37	Aplicar en gotas y esparcir mediante una pieza de fieltro.	
MENSUAL	Tuerca del programador de profundidad.	Gracera de mano	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
	Husillo-funda.	Gracera de mano	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
Cada 3000 horas de operación.	Carro porta- husillo.	Bomba de engranajes.	CA	20 min	Shell Tellus 37	11 litros	
	Caja sinfin para elevación del brazo.	Salpique.	CA	20 min.	Shell Tellus 37	2 litros	
	Cojinetes de los motores eéctricos.	Gracera de mano.	AG	15 min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
Cada 10000 horas de operación.	Cojinetes del husillo.	Gracera de mano.	AG	45 min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	

* En caso de que el nivel esté bajo, suministrar el aceite necesario hasta alcanzar el nivel medio del respectivo depósito de aceite.

** En caso de que no haya flujo de aceite, revisar la bomba de lubricación. No operar la máquina hasta que se haya corregido el problema.



CARTA DE LUBRICACIÓN

1. MÁQUINA: MANDRILADORA	2. FABRICANTE: TOS	3. MODELO: H100A	4. CÓDIGO AVM: SMT-CA-01
5. CLASE DE ACTIVIDAD: RN: revisar nivel y completar. RF: revisar flujo. AA: aplicar aceite. AG: aplicar grasa CA: cambio de aceite.			

6. FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	7. MECANISMO / PARTE A LUBRICAR	8. TIPO DE LUBRICACIÓN	9. ACTIVIDAD	10. TIEMPO	11. LUBRICANTE	
					12. TIPO	13. CANTIDAD
<i>DIARIO</i>	Indicador de nivel de aceite en el cabezote.	Por salpicadura.	RN	½ min	RIMULA SAE 50	Nivel medio del indicador de aceite.*
<i>CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN</i>	Cabezote.	Por salpicadura.	CA	15min	RIMULA SAE 50	1/2 Gal.

* En caso de que el nivel esté bajo, suministrar el aceite necesario hasta alcanzar el nivel medio del respectivo depósito de aceite.

ANEXO E. FORMATOS DE INSPECCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS



INSPECCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

1. MÁQUINA: TORNO PARALELO UNIVERSAL		2. FABRICANTE:			3. MODELO:		4. CÓDIGO AVM: MEC-TP-01			
5. TIPO DE INSPECCIÓN: MECÁNICA					6. FRECUENCIA: TRIMESTRAL					
7. ESTADO: B : BUENO R : REGULAR M : MALO			8. ASIGNADA POR:			9. ASIGNADA A:			10. FECHA D/M/A:	
11. ELEMENTO CONSTRUCTIVO	12. EQUIPO EN MOVIMIENTO		13. ESTADO			14. SE CORRIGIÓ		15. GENERA SOLICITUD TRABAJO		16. OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
BANCADA										
Verificar estado de la bancada.		X								
Verificar estado de las guías de la bancada.		X								
Verificar estado del escote.		X								
Revisar sujeción del motor principal.		X								
CABEZAL FIJO										
Verificar estado de guardas de poleas y engranajes.		X								
Verificar estado de correas y poleas.		X								
Revisar ruedas de cambio y tuerca de fijación de la lira.		X								
Revisar el husillo de trabajo.		X								
Revisar el sistema de fijación de la copa.		X								
Verificar estado de la copa y mordazas.		X								
Revisar palancas de la caja de velocidad y de avances.		X								
Verificar estado de los indicadores de nivel de aceite.		X								
CABEZAL MÓVIL										
Verificar estado del cuerpo.		X								
Verificar estado de la pínula.		X								
Verificar estado del husillo.		X								
Verificar estado del tornillo de fijación.		X								

1.MÁQUINA: TORNO PARALELO UNIVERSAL			2.FABRICANTE:			3.MODELO:			4.CÓDIGO AVM: MEC-TP-01				
5.TIPO DE INSPECCIÓN: MECÁNICA						6.FRECUENCIA: TRIMESTRAL							
7.ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO			8.ASIGNADA POR:			9.ASIGNADA A:			10.FECHA D/M/A:				
11.ELEMENTO CONSTRUCTIVO			12.EQUIPO EN MOVIMIENTO			13.ESTADO			14.SE CORRIGIÓ		15.GENERA SOLICITUD TRABAJO		16.OBSERVACIONES
			SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO		
CARROS Y ACCIONAMIENTOS													
Verificar estado de la barra de roscar.				X									
Verificar estado de la barra de cilindrar.				X									
Verificar estado de la barra de accionamiento.				X									
Verificar estado del delantal.				X									
Verificar estado del carro longitudinal.				X									
Verificar estado del carro transversal.				X									
Verificar estado del carro superior.				X									
Verificar estado de la torre porta herramienta.				X									
17.OBSERVACIONES:													
18.REALIZADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:						19.REVISADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:							



1.MÁQUINA: TORNO PARALELO UNIVERSAL	2.FABRICANTE:	3.MODELO:	4.CÓDIGO AVM: MEC-TP-01
--	---------------	-----------	--------------------------------

5.TIPO DE INSPECCIÓN: MECÁNICA					6.FRECUENCIA: SEMESTRAL					
7.ESTADO: B : BUENO R : REGULAR M : MALO			8.ASIGNADA POR:			9.ASIGNADA A:			10.FECHA D/M/A:	
11.ELEMENTO CONSTRUCTIVO	12.EQUIPO EN MOVIMIENTO		13.ESTADO			14.SE CORRIGIÓ		15.GENERA SOLICITUD TRABAJO		16.OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
Realizar limpieza del filtro del sistema de refrigeración.		X								
Revisar sistema de refrigeración: Tanque, bomba, conductos.	X	X								
Revisar estado de los accesorios del torno.		X								
17.OBSERVACIONES:										
18.REALIZADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:						19.REVISADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:				



INSPECCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

1.MÁQUINA: TORNO PARALELO UNIVERSAL	2.FABRICANTE:	3.MODELO:	4.CÓDIGO AVM: MEC-TP-01
--	----------------------	------------------	--------------------------------

5.TIPO DE INSPECCIÓN: ELÉCTRICA				6.FRECUENCIA: TRIMESTRAL						
7.ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO		8.ASIGNADA POR:		9.ASIGNADA A:		10.FECHA D/M/A:				
11.ELEMENTO CONSTRUCTIVO	12.EQUIPO EN MOVIMIENTO		13.ESTADO			14.SE CORRIGIÓ		15.GENERA SOLICITUD TRABAJO		16.OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
Verificar estado de contactores, interruptores, relés, fusibles y cableado eléctrico.	X	X								
Verificar correcto funcionamiento de los interruptores de parada del motor principal.	X	X								
Verificar que el motor principal no presente ruidos, vibraciones y recalentamiento anormal.	X									
Verificar estado del ventilador del motor principal.	X	X								
Medir y registrar el valor de la corriente de consumo del motor principal.	X									
Verificar estado del sistema de alumbrado.		X								
17.OBSERVACIONES:										
18.REALIZADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:						19.REVISADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:				



INSPECCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

1.MÁQUINA: MANDRILADORA		2.FABRICANTE: HECKERT UNION			3.MODELO: BFT 130/5		4.CÓDIGO AVM: MEC-MN-01			
5.TIPO DE INSPECCIÓN: MECÁNICA					6.FRECUENCIA: TRIMESTRAL					
7.ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO			8.ASIGNADA POR:			9.ASIGNADA A:			10.FECHA D/M/A:	
11.ELEMENTO CONSTRUCTIVO	12.EQUIPO EN MOVIMIENTO		13.ESTADO			14.SE CORRIGIÓ		15.GENERA SOLICITUD TRABAJO		16.OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
CABEZAL DE HUSILLO										
Revisar sujeción del motor principal.		X								
Revisar palancas, volantes y accionamientos.	X	X								
Revisar indicadores de nivel y flujo de aceite.		X								
Revisar externamente el husillo de trabajo.		X								
Revisar el tornillo sinfin de desplazamiento del husillo de trabajo.		X								
Revisar el sistema de fijación de la copa.		X								
Revisar sinfin y cremallera de la copa.		X								
Revisar sistema hidráulico de fijación del cabezal.		X								
Verificar que el sistema de lubricación no presente fugas.		X								
Revisar cable del cabezal- contrapeso.		X								
Verificar estado de las correas del sistema de elevación del cabezal de husillo.		X								
CARROS Y MESA PORTA PIEZA										
Verificar estado del carro longitudinal.		X								
Verificar estado de carro transversal.		X								
Verificar estado de la mesa porta pieza.		X								



INSPECCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

1.MÁQUINA: MANDRILADORA		2.FABRICANTE: HECKERT UNION		3.MODELO: BFT 130/5		4.CÓDIGO AVM: MEC-MN-01				
5.TIPO DE INSPECCIÓN: MECÁNICA					6.FRECUENCIA: TRIMESTRAL					
7.ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO			8.ASIGNADA POR:			9.ASIGNADA A:			10.FECHA D/M/A:	
11.ELEMENTO CONSTRUCTIVO	12.EQUIPO EN MOVIMIENTO		13.ESTADO			14.SE CORRIGIÓ		15.GENERA SOLICITUD TRABAJO		16.OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
Verificar estado de correas.		X								
Verificar estado de limpiadores de guardas y guías.		X								
Revisar sistema hidráulico de fijación.		X								
Verificar que el sistema de lubricación no presente fugas.		X								
BANCADA										
Verificar estado de la bancada.		X								
Verificar estado de las guías de la bancada.		X								
17.OBSERVACIONES:										
18.REALIZADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:						19.REVISADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:				



INSPECCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

1.MÁQUINA: MANDRILADORA	2.FABRICANTE: TOS	3.MODELO: H100A	4.CÓDIGO AVM: MEC-MN-02
--------------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------------

5.TIPO DE INSPECCIÓN: MECÁNICA					6.FRECUENCIA: SEMESTRAL									
7.ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO			8.ASIGNADA POR:			9.ASIGNADA A:			10.FECHA D/M/A:					
11.ELEMENTO CONSTRUCTIVO				12.EQUIPO EN MOVIMIENTO			13.ESTADO			14.SE CORRIGIÓ		15.GENERA SOLICITUD TRABAJO		16.OBSERVACIONES
				SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO		
Verificar espacio entre los platos de fijación del cabezal de husillo y de las mesas.					X									
Verificar estado de los resortes y cuñas del sistema de fijación del cabezal y de las mesa.					X									
Ajustar las tuercas de desplazamiento del cabezal, el brazo del husillo y la mesa transversal.					X									
Revisar estado de los accesorios de la mandriladora.					X									
17.OBSERVACIONES:														
18.REALIZADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:							19.REVISADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:							



INSPECCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

1. MÁQUINA: MANDRILADORA	2. FABRICANTE: HECKERT UNION	3. MODELO: BFT 130/5	4. CÓDIGO AVM: MEC-MN-01
---------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------	---------------------------------

5. TIPO DE INSPECCIÓN: ELÉCTRICA					6. FRECUENCIA: TRIMESTRAL					
7. ESTADO: B : BUENO R : REGULAR M : MALO			8. ASIGNADA POR:		9. ASIGNADA A:			10. FECHA D/M/A:		
11. ELEMENTO CONSTRUCTIVO	12. EQUIPO EN MOVIMIENTO		13. ESTADO			14. SE CORRIGIÓ		15. GENERA SOLICITUD TRABAJO		16. OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
Verificar estado de contactores, interruptores, relés, fusibles y cableado eléctrico.	X	X								
Verificar estado del panel de control.		X								
Verificar correcto funcionamiento de los interruptores de parada de los motores.	X	X								
Verificar que los motores no presenten ruidos, vibraciones y recalentamiento anormal.	X									
Verificar estado del ventilador del motor principal.	X	X								
Medir y registrar el valor de la corriente de consumo del motor principal.	X									
Verificar estado del sistema de alumbrado.		X								
17. OBSERVACIONES:										
18. REALIZADO POR:						19. REVISADO POR:				
FIRMA:						FIRMA:				
NOMBRE:						NOMBRE:				
FECHA:						FECHA:				

1.MÁQUINA: MANDRILADORA		2.FABRICANTE: TOS			3.MODELO: H100A		4.CÓDIGO AVM: MEC-MN-02			
5.TIPO DE INSPECCIÓN: MECÁNICA					6.FRECUENCIA: TRIMESTRAL					
7.ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO			8.ASIGNADA POR:			9.ASIGNADA A:			10.FECHA D/M/A:	
11.ELEMENTO CONSTRUCTIVO	12.EQUIPO EN MOVIMIENTO		13.ESTADO			14.SE CORRIGIÓ		15.GENERA SOLICITUD TRABAJO		16.OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
CABEZAL DE HUSILLO										
Revisar sujeción del motor principal.		X								
Revisar palancas, volantes y accionamientos.	X	X								
Revisar indicadores de nivel y flujo de aceite.		X								
Revisar externamente el husillo de trabajo.		X								
Revisar el tornillo sinfin de desplazamiento del husillo de trabajo.		X								
Revisar el sistema de fijación de la copa.		X								
Revisar sinfin y cremallera de la copa.		X								
CARROS Y MESA										
Verificar estado del carro longitudinal.		X								
Verificar estado de carro transversal.		X								
Verificar estado de la mesa porta pieza.		X								
Verificar que el sistema de lubricación no presente fugas.		X								
BANCADA										
Verificar estado de la bancada.		X								
Verificar estado de las guías de la bancada.		X								
LUNETAS										
Revisar superficie de las guías de la luneta.		X								
Revisar tornillo sin fin.		X								
17.OBSERVACIONES:										
18.REALIZADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:						19.REVISADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:				



INSPECCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

1.MÁQUINA: MANDRILADORA	2.FABRICANTE: TOS	3.MODELO: H100A	4.CÓDIGO AVM: MEC-MN-02
--------------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------------

5.TIPO DE INSPECCIÓN: MECÁNICA					6.FRECUENCIA: SEMESTRAL					
7.ESTADO: B : BUENO R : REGULAR M : MALO			8.ASIGNADA POR:			9.ASIGNADA A:			10.FECHA D/M/A:	
11.ELEMENTO CONSTRUCTIVO	12.EQUIPO EN MOVIMIENTO		13.ESTADO			14.SE CORRIGIÓ		15.GENERA SOLICITUD TRABAJO		16.OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
Realizar limpieza del filtro de refrigeración.		X								
Revisar sistema de refrigeración: Tanque, bomba, conductos.		X								
Revisar estado de los accesorios de la mandriladora.		X								
17.OBSERVACIONES:										
18.REALIZADO POR:						19.REVISADO POR:				
FIRMA:						FIRMA:				
NOMBRE:						NOMBRE:				
FECHA:						FECHA:				



1.MÁQUINA: MANDRILADORA	2.FABRICANTE: TOS	3.MODELO: H100A	4.CÓDIGO AVM: MEC-MN-02
--------------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------------

5.TIPO DE INSPECCIÓN: ELÉCTRICA					6.FRECUENCIA: TRIMESTRAL					
7.ESTADO: B : BUENO R : REGULAR M : MALO			8.ASIGNADA POR:		9.ASIGNADA A:			10.FECHA D/M/A:		
11.ELEMENTO CONSTRUCTIVO	12.EQUIPO EN MOVIMIENTO		13.ESTADO			14.SE CORRIGIÓ		15.GENERA SOLICITUD TRABAJO		16.OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
Verificar estado de contactores, interruptores, relés, fusibles y cableado eléctrico.	X	X								
Verificar correcto funcionamiento de los interruptores de parada del motor principal.	X	X								
Verificar que el motor principal no presente ruidos, vibraciones y recalentamiento anormal.	X									
Verificar estado del ventilador del motor principal.	X	X								
Medir y registrar el valor de la corriente de consumo del motor principal.	X									
Verificar estado del sistema de alumbrado.		X								
17.OBSERVACIONES:										
18.REALIZADO POR:						19.REVISADO POR:				
FIRMA:						FIRMA:				
NOMBRE:						NOMBRE:				
FECHA:						FECHA:				

	<h2 style="margin: 0;">INSPECCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS</h2>
---	--

1.MÁQUINA: FRESADORA	2.FABRICANTE: TOS KURIM	3.MODELO: FA5B-U	4.CÓDIGO AVM: MEC-FR-01
-----------------------------	--------------------------------	-------------------------	--------------------------------

5.TIPO DE INSPECCIÓN: MECÁNICA					6.FRECUENCIA: TRIMESTRAL						
7.ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO			8.ASIGNADA POR:			9.ASIGNADA A:			10.FECHA D/M/A:		
11.ELEMENTO CONSTRUCTIVO	12.EQUIPO EN MOVIMIENTO		13.ESTADO			14.SE CORRIGIÓ		15.GENERA SOLICITUD TRABAJO		16.OBSERVACIONES	
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO		
Verificar estado del cabezal de husillo.		X									
Verificar estado del brazo soporte con cojinetes.		X									
Verificar sujeción de los motores eléctricos.		X									
Verificar estado de palancas, volantes y accionamientos.		X									
Verificar estado de los topes de final de carrera las mesas.	X	X									
Verificar que no se presenten fugas de aceite en los Indicadores de nivel y flujo de aceite.		X									
Verificar estado de la consola.		X									
Verificar estado de la caja de avances.		X									
Verificar estado de las mesas longitudinal y transversal.		X									
Verificar estado de la bomba de lubricación manual para las guías de las mesas y consola.		X									
17.OBSERVACIONES:											
18.REALIZADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:						19.REVISADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:					

	<h2 style="margin: 0;">INSPECCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS</h2>
---	--

1.MÁQUINA: FRESADORA	2.FABRICANTE: TOS KURIM	3.MODELO: FA5B-U	4.CÓDIGO AVM: MEC-FR-01
-----------------------------	--------------------------------	-------------------------	--------------------------------

5.TIPO DE INSPECCIÓN: MECÁNICA					6.FRECUENCIA: SEMESTRAL					
7.ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO			8.ASIGNADA POR:		9.ASIGNADA A:			10.FECHA D/M/A:		
11.ELEMENTO CONSTRUCTIVO	12.EQUIPO EN MOVIMIENTO		13.ESTADO			14.SE CORRIGIÓ		15.GENERA SOLICITUD TRABAJO		16.OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
Realizar limpieza del filtro de aspiración de la bomba de refrigeración		X								
Revisar sistema de refrigeración: Tanque, bomba, conductos.		X								
Revisar estado de los accesorios de la fresadora.		X								
17.OBSERVACIONES:										
18.REALIZADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:						19.REVISADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:				



INSPECCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

1.MÁQUINA: FRESADORA
 2.FABRICANTE: TOS KURIM
 3.MODELO: FA5B-U
 4.CÓDIGO AVM: MEC-FR-01

5.TIPO DE INSPECCIÓN: ELÉCTRICA				6.FRECUENCIA: TRIMESTRAL						
7.ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO			8.ASIGNADA POR:			9.ASIGNADA A:		10.FECHA D/M/A:		
11.ELEMENTO CONSTRUCTIVO	12.EQUIPO EN MOVIMIENTO		13.ESTADO			14.SE CORRIGIÓ		15.GENERA SOLICITUD TRABAJO		16.OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
Verificar estado de contactores, interruptores, relés, fusibles y cableado eléctrico.		X								
Verificar correcto funcionamiento de los interruptores de parada del motor principal.	X	X								
Verificar que el motor principal no presente ruidos, vibraciones y recalentamiento anormal.	X									
Verificar que el motor de la caja de avances de las mesas no presente ruidos, vibraciones y recalentamiento anormal.	X									
Verificar estado del ventilador del motor principal.	X	X								
Medir y registrar el valor de la corriente de consumo del motor principal.	X									
Verificar estado del sistema de alumbrado.		X								
17.OBSERVACIONES:										
18.REALIZADO POR:						19.REVISADO POR:				
FIRMA:						FIRMA:				
NOMBRE:						NOMBRE:				
FECHA:						FECHA:				



INSPECCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

1.MÁQUINA: TALADRO RADIAL	2.FABRICANTE: KOVOSVIT	3.MODELO: VO63	4.CÓDIGO AVM: MEC-TR-01
----------------------------------	-------------------------------	-----------------------	--------------------------------

5.TIPO DE INSPECCIÓN: MECÁNICA					6.FRECUENCIA: TRIMESTRAL					
7.ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO			8.ASIGNADA POR:		9.ASIGNADA A:			10.FECHA D/M/A:		
11.ELEMENTO CONSTRUCTIVO	12.EQUIPO EN MOVIMIENTO		13.ESTADO			14.SE CORRIGIÓ		15.GENERA SOLICITUD TRABAJO		16.OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
Verificar estado de guías de la columna.		X								
Verificar estado de guías horizontales del brazo.		X								
Verificar estado del carro porta husillo.		X								
Verificar estado de los elementos de mando en el carro porta husillo.	X	X								
Verificar estado de sujeción de los motores eléctricos		X								
Verificar estado de indicadores de nivel y flujo de aceite.		X								
17.OBSERVACIONES:										
18.REALIZADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:					19.REVISADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:					



INSPECCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

1.MÁQUINA: TALADRO RADIAL	2.FABRICANTE: KOVOSVIT	3.MODELO: VO63	4.CÓDIGO AVM: MEC-TR-01
----------------------------------	-------------------------------	-----------------------	--------------------------------

5.TIPO DE INSPECCIÓN: MECÁNICA					6.FRECUENCIA: SEMESTRAL					
7.ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO			8.ASIGNADA POR:			9.ASIGNADA A:			10.FECHA D/M/A:	
11.ELEMENTO CONSTRUCTIVO	12.EQUIPO EN MOVIMIENTO		13.ESTADO			14.SE CORRIGIÓ		15.GENERA SOLICITUD TRABAJO		16.OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
Realizar limpieza del filtro del sistema de refrigeración.		X								
Verificar estado del sistema de refrigeración: Tanque, bomba, conductos.	X	X								
Verificar estado de los accesorios del taladro.		X								
17.OBSERVACIONES:										
18.REALIZADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:						19.REVISADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:				

1.MÁQUINA: TALADRO RADIAL	2.FABRICANTE: KOVOSVIT	3.MODELO: VO63	4.CÓDIGO AVM: MEC-TR-01
---------------------------	------------------------	----------------	-------------------------

5.TIPO DE INSPECCIÓN: ELÉCTRICA					6.FRECUENCIA: TRIMESTRAL					
7.ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO			8.ASIGNADA POR:			9.ASIGNADA A:			10.FECHA D/M/A:	
11.ELEMENTO CONSTRUCTIVO	12.EQUIPO EN MOVIMIENTO		13.ESTADO			14.SE CORRIGIÓ		15.GENERA SOLICITUD TRABAJO		16.OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
Verificar estado de los contactores, interruptores, relés, fusibles y cableado eléctrico.		X								
Verificar estado de los interruptores principal y de la bomba de eléctrica.	X	X								
Verificar estado del pulsador de admisión de la tensión de mando.	X	X								
Verificar estado del pulsador de parada general (central Stop).	X	X								
Verificar que los motores eléctricos no presenten ruidos, vibraciones y recalentamiento anormal.	X									
Medir y registrar la corriente de consumo del motor eléctrico para taladrar.	X									
Medir y registrar la corriente de consumo del motor eléctrico de elevación del brazo.	X									
Medir y registrar la corriente de consumo del motor eléctrico de la bomba hidráulica.	X									
Verificar estado del sistema de alumbrado.		X								
17.OBSERVACIONES:										
18.REALIZADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:						19.REVISADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:				



INSPECCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

1.MÁQUINA: COMPRESOR DE AIRE	2.FABRICANTE: A.F.M.	3.MODELO:	4.CÓDIGO AVM: SMT-CA-01
-------------------------------------	-----------------------------	------------------	---------------------------------------

5.TIPO DE INSPECCIÓN: MECÁNICA					6.FRECUENCIA: MENSUAL					
7.ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO			8.ASIGNADA POR:			9.ASIGNADA A:			10.FECHA D/M/A:	
11.ELEMENTO CONSTRUCTIVO	12.EQUIPO EN MOVIMIENTO		13.ESTADO			14.SE CORRIGIÓ		15.GENERA SOLICITUD TRABAJO		16.OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
Verificar que el compresor no presente ruidos anormales y vibración excesiva.	X									
Verificar estado de la válvula de seguridad.	X	X								
Verificar estado de guarda de transmisión por poleas.		X								
Verificare estado de poleas y correas.		X								
Verificar estado del Manómetro.		X								
Verificar que no se presentes fugas de aceite.		X								
Realizar limpieza de los filtros de aire.		X								
17.OBSERVACIONES:										
18.REALIZADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:						19.REVISADO POR: FIRMA: NOMBRE: FECHA:				



INSPECCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

1.MÁQUINA: COMPRESOR DE AIRE	2.FABRICANTE: A.F.M.	3.MODELO:	4.CÓDIGO AVM: SMT-CA-01
-------------------------------------	-----------------------------	------------------	---------------------------------------

5.TIPO DE INSPECCIÓN: ELÉCTRICA					6.FRECUENCIA: MENSUAL					
7.ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO			8.ASIGNADA POR:			9.ASIGNADA A:			10.FECHA D/M/A:	
11.ELEMENTO CONSTRUCTIVO	12.EQUIPO EN MOVIMIENTO		13.ESTADO			14.SE CORRIGIÓ		15.GENERA SOLICITUD TRABAJO		16.OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
Verificar estado de los contactores de la caja de control eléctrico.		X								
Verifica estado del presóstato.		X								
Registrar presión de carga.	X									
Registrar presión de descarga.	X									
Verificar que el motor no presente ruidos, vibraciones y recalentamiento anormal.	X									
Medir y registrar corriente de consumo del motor eléctrico.	X									
17.OBSERVACIONES:										
18.REALIZADO POR:						19.REVISADO POR:				
FIRMA:						FIRMA:				
NOMBRE:						NOMBRE:				
FECHA:						FECHA:				

ANEXO F. PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

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-03	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-04	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																																																		

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 eléctrico 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				
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.																																								■								