

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA  
METCOL LTDA.**

**ALEJANDRO MELÉNDEZ FONTALVO**

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

**2015**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA  
METCOL LTDA.**

**ALEJANDRO MELÉNDEZ FONTALVO**

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

**Director**

**CARLOS BORRAS PINILLA**

**Ingeniero Mecánico, Ph.D**

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

**2015**

## **DEDICATORIA**

*A DIOS POR DARME FORTALEZA Y SABIDURÍA,  
A MIS PADRES ARELYS Y ALIRIO POR SU COMPRENSIÓN, PACIENCIA,  
CONSEJOS, Y APOYO INCONDICIONAL.  
A MI HIJA ALICE MARIANA POR INSPIRARME Y DARME TANTA FELICIDAD  
A MI TÍA SELMIRA POR SU APOYO DURANTE VARIOS AÑOS  
A MIS AMIGOS CARLOS ALBERTO, DANIEL, OWEIMAR, GUSTAVO, RAMIRO,  
LUCHO, GEORGE, ALEXIS, POR SU APOYO Y CONSEJOS DURANTE TODOS  
ESTOS AÑOS.*

***ALEJANDRO MELÉNDEZ FONTALVO***

## **AGRADECIMIENTOS**

*A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Y A LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER POR LA FORMACIÓN BRINDADA. A CARLOS BORRAS PINILLA DIRECTOR DE PROYECTO, POR SU IMPECABLE ORIENTACIÓN, CONFIANZA, COLABORACIÓN Y SUGERENCIAS EN LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO DE GRADO. A LA EMPRESA METCOL LTDA., POR PERMITIR REALIZAR EL PROYECTO DE GRADO. A MAURO EDWIN CARVAJAL, GERENTE GENERAL DE LA EMPRESA METCOL LTDA. POR SU RESPALDO Y COLABORACIÓN A YESID, INGENIERO DE PRODUCCIÓN, ENCARGADO DE LAS LABORES DE MANTENIMIENTO DE METCOL LTDA., POR SU DISPOSICIÓN, CONSEJOS Y APORTES EN EL TRANSCURSO DEL PROYECTO.*

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.1.1 Justificación para solucionar el problema	22
2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN	23
2.1 MÓDULO DE MAQUINAS	23
2.2 MÓDULO DE ÓRDENES DE TRABAJO	24
2.3 MÓDULO INDICADORES DE GESTIÓN	24
2.4 MÓDULO ACCIONES DE MANTENIMIENTO.	24
2.5 MÓDULO EMPRESA.	24
3. OBJETIVOS	26
3.1 OBJETIVO GENERAL.	26
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	26
4. SISTEMA DE INFORMACIÓN	27
5. GENERALIDADES DE METCOL LTDA.	28
5.1 RESEÑA HISTÓRICA	30
5.2.1 Desarrollo Cronológico	31
5.3 ORGANIZACIÓN	32
5.3.1 Declaración de Principios	32
5.4 MISIÓN	33
5.5 VISIÓN	33
5.6 POLÍTICA INTEGRADA DE GESTIÓN	33
5.7 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	34
5.8 SISTEMA DE GESTIÓN	35
5.8.1 Certificación ISO 14001:2004.	35

5.8.2 Certificación OHSAS 18001:2007	35
5.8.3 Certificación ISO 9001:2000	35
5.9 INSTALACIONES Y PROCESO DE PRODUCCIÓN.	35
5.9.1 Unidad de Maquinado o Mecanizado	36
5.9.2 Unidad de Estructuras	37
5.9.3 Unidad de Ensamble y Montaje	37
5.9.4 Unidad de Servicios	37
5.9.5 Sección de almacén	37
5.10 SERVICIOS Y PRODUCTOS OFRECIDOS POR METCOL LTDA.	38
5.10.1 Servicio de Metalizado a Través de Procesos Térmicos	38
5.10.2 Servicio de Soldadura por Medio de Electrodo revestidos	39
5.10.3 Servicio de Soldadura MIG – TIG	39
5.10.4 Servicio de Taladrado	39
5.10.5 Rectificación de Ejes	39
5.10.6 Servicio de Torneado	39
5.10.7 Servicio de Torno con Control Numérico Computarizado (CNC)	40
5.10.8 Servicio de Fresado	40
5.10.9 Corte con Plasma	40
5.10.10 Rectificado de Superficies Planas	40
5.10.11 Alesado	40
5.10.12 Babbitado	40
5.11 PRODUCTOS	41
6. AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO	42
6.1 DIAGNÓSTICO DE LA FUNCIÓN DE MANTENIMIENTO EN METCOL LTDA.	44
7. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	54
7.1 DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO	54
7.2 OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO	55
7.2.1 Evolución Histórica del Mantenimiento	55
7.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	58

7.4 MANTENIMIENTO PREDICTIVO	59
7.5 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	60
7.6 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	61
7.6.1. Pasos para Desarrollar un Programa de Mantenimiento Preventivo	63
7.6.2. Responsable por el Mantenimiento Preventivo	66
7.7 DEFINICIÓN DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	66
7.8 INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	68
7.8.1 Indicadores de Efectividad	68
7.9 SISTEMAS DE INFORMACIÓN	70
8. CODIFICACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS	72
8.1 CÓDIGO DE ÁREA DE PRODUCCIÓN	72
8.1.1 Clase de Equipo	73
8.1.2 Numero Consecutivo	74
8.2 INVENTARIO DE MAQUINAS Y EQUIPOS	75
8.3 ESTADO ACTUAL DE LOS EQUIPOS METCOL LTDA.	77
8.3.1 Tipo de Mantenimiento	77
8.3.2 Personal de Mantenimiento	78
8.3.3 Soporte Informático	78
8.3.4 Documentación Técnica	78
8.4 LEVANTAMIENTO DE INVENTARIO SITUACIONAL DE LOS EQUIPOS Y MAQUINARIA	79
8.4.1 Centro de Mecanizado	79
8.4.2 Tornos	79
8.4.3 Mandriladora	82
8.4.4 Rectificadoras	83
8.4.5 Fresadora	84
8.4.6 Taladro Radial	84
8.4.7 Limadora	84
8.4.8 Sierra	85
8.4.9 Equipos de Soldadura	85

8.4.10 Compresor	87
8.5 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS	87
8.6 MÉTODO DE FACTORES PONDERADOS BASADOS EN EL CONCEPTO DE RIESGO	88
8.6.1 Resultado del Análisis de criticidad Área de mecanizado	93
8.6.2 Resultado del Análisis de Criticidad Área de Estructuras	94
8.6.3 Resultado del Análisis de Criticidad de Área de Banco, Suministros, Equipos de Transporte y Almacén de Herramientas	96
9. ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	99
9.1 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.	99
9.1.1 Inspecciones Periódicas Programadas	100
9.2 NIVELES DE INFORMACIÓN	101
9.2.1 Información para la Dirección	102
9.2.2 Información para las Operaciones	102
9.2.3 Información para el puesto de trabajo	102
9.3 MANEJO DE DATOS PARA LA DOCUMENTACIÓN	102
9.3.1 Aspecto Técnico	103
9.3.2 Gestión del Mantenimiento	103
9.3.3 Mano de Obra	103
9.4 DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	103
9.4.1 Ficha Técnica	104
9.4.2 Inventario de Máquinas y Equipo	105
9.4.3 Historia de Máquinas y Equipos	109
9.4.4 Costos de Mantenimiento por Equipo	109
9.4.5 Orden de Trabajo de Mantenimiento	110
9.4.6 Formato de Lubricación	111
9.4.7 Control de Lubricación	112
9.4.8 Programa de Mantenimiento Preventivo por Equipo	112
9.4.9 Mantenimiento Autónomo	115

9.4.10 Mantenimiento Programado	115
9.5 SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE METCOL LTDA. (SIMMET)	122
9.5.1 Entrada al sistema SIMMET	123
9.6 PANTALLA USUARIO-ADMINISTRADOR	124
9.6.1 Pantalla de Inicio	125
9.6.2 Modulo Equipos	127
9.6.3 Modulo órdenes de Trabajo	129
9.6.4 Modulo Indicadores de Gestión	130
9.6.5 Modulo Acciones de Mantenimiento	131
9.6.6 Modulo Empresa	132
10. CONCLUSIONES	133
11. RECOMENDACIONES	135
BIBLIOGRAFÍA	136
ANEXOS	138

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Esquema de Módulos de Información	25
Figura 2. Logotipo de la empresa	28
Figura 3. Planta Física	29
Figura 4 Mapa Ubicación de la empresa METCOL LTDA.	30
Figura 5. Organigrama	34
Figura 6 Infraestructura METCOL LTDA.	36
Figura 7. Plano General METCOL LTDA.	38
Figura 8. Actividades de Auditoría	43
Figura 9. Grafico Resultado Auditoria	47
Figura 10. Codificación de Maquinas	72
Figura 11. Matriz de Criticidad	90
Figura 12. Matriz Torno Sofía	93
Figura 13. Matriz de Criticidad Área de Mecanizado	94
Figura 14. Matriz de Criticidad de Área de Estructuras	95
Figura 15. Matriz de criticidad Área de Banco, Suministro, Equipos de transporte y Almacén de Herramientas	97
Figura 16. Equipos Críticos	98
Figura 17. Diagrama entradas y salidas del Sistema de Información SIMME	122
Figura 18. Entrada sistema	123
Figura 19. Pantalla Usuario-Administrador	124
Figura 20. Entrada Administrador	125
Figura 21. Pantalla de Inicio	126
Figura 22. Indicadores visual Izquierda.	127
Figura 23. Barra Inferior de Navegación	127

Figura 24. Selección Ficha Técnica	128
Figura 25. Pantalla de Inventario y Formato Historial de Inventario	129
Figura 26. Pantalla ordenes de trabajo	130
Figura 27. Pantalla Indicadores de gestión	131
Figura 28. Selección Archivo Indicadores de Gestión	131
Figura 29. Pantalla acciones de mantenimiento	132
Figura 30. Pantalla Empresa	132

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Auditoria Mantenimiento	44
Tabla 2. Resultados Auditoria Metcol Ltda.	46
Tabla 3. Auditoria	48
Tabla 4. Código de Área de Producción	73
Tabla 5. Código de Equipos	73
Tabla 6. Tabla Inventario de Equipos	75
Tabla 7. Factores Ponderados	88
Tabla 8. Formato de encuesta análisis de criticidad	91
Tabla 9. Análisis de criticidad Torno paralelo Sofía.	92
Tabla 10. Lista de Equipos Área de Mecanizado	93
Tabla 11. Lista de Equipos Área de Estructuras.	94
Tabla 12. Lista de equipos de Área de Banco, Suministro, Equipos de transporte y Almacén de Herramientas	96
Tabla 13 Análisis criticidad equipos	97
Tabla 14 Ficha Técnica	105
Tabla 15.Tabla Inventario.	107
Tabla 16 Historia de Máquinas y Equipos	108
Tabla 17 Costo de Mantenimiento	110
Tabla 18 Programa de Mantenimiento Preventivo por Equipo	111
Tabla 19 Formato de Lubricación.	113
Tabla 20 Control de Lubricación	114
Tabla 21 Orden de trabajo de mantenimiento	116
Tabla 22. Mantenimiento Autónomo	117
Tabla 23. Cronograma Anual de Mantenimiento	120
Tabla 24 Tabla Inspección de Máquinas y equipos	121

## LISTA DE ECUACIONES

	<b>Pág.</b>
Ecuación 1 Tiempo Promedio de fallo	69
Ecuación 2 Tiempo Promedio para Reparar	69
Ecuación 3 Disponibilidad	70
Ecuación 4 Criticidad Total	89
Ecuación 5 Consecuencia	89

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. Fichas técnicas de equipos	139
ANEXO B. Gráficos indicadores de gestión	147
ANEXO C. Mantenimiento autónomo para equipos	149
ANEXO D. Carta de lubricación de equipos	154
ANEXO E. Inspección de máquinas y equipos	160
ANEXO F Cronograma de mantenimiento	172

## GLOSARIO

**ANÁLISIS DE CRITICIDAD:** Es una técnica que permite jerarquizar instalaciones, sistemas y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones.

**CONFIABILIDAD:** La confiabilidad puede definirse como la probabilidad de que un equipo no falle en servicio durante un período de tiempo dado.

**DISPONIBILIDAD:** Es la capacidad del equipo para llevar a cabo con éxito la función requerida en un elemento específico o durante un período de tiempo específico.

**HOJA DE VIDA:** Hoja de identificación del equipo. Contiene las especificaciones del equipo como los datos del fabricante, año de fabricación entre otros.

**MANTENIMIENTO CORRECTIVO:** Consiste en permitir que un equipo funcione hasta el punto en que no puede desempeñar normalmente su función.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO:** Consiste en la inspección, periódica y armónicamente coordinada, de los elementos propensos a fallas y la corrección antes de que esto ocurra.

**MANTENIMIENTO:** Actividad científica cuyo desarrollo permite la más alta disponibilidad con calidad y mantenibilidad de todos los activos.

**VIDA ÚTIL:** Lapso de tiempo en el cual se puede esperar que el elemento se comporte eficientemente exento de fallas imprevistas.

## RESUMEN

**TITULO:** PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA METCOL LTDA.<sup>1</sup>

**AUTOR:** MELÉNDEZ FONTALVO Alejandro\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Mantenimiento preventivo, Criticidad de Equipos, Sistema de Información.

### **DESCRIPCIÓN:**

La presente tesis 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 METCOL LTDA.

El cual tiene como objetivo garantizar la disponibilidad y confiabilidad operacional de los equipos de la planta de producción, de una manera eficiente y segura. METCOL LTDA es una empresa ubicada en la ciudad de Barrancabermeja

El proyecto inicio con la investigación y el análisis de los aspectos relacionados con la actividad industrial y los procedimientos pertinentes al mantenimiento de la empresa, con el fin de generar un diagnóstico de la gestión del mantenimiento, luego se realizó un inventario y codificación de equipos, para posteriormente realizar un análisis de criticidad de los equipos, Con base en los equipos críticos se diseñó el programa de mantenimiento preventivo que está conformado por el mantenimiento autónomo, las inspecciones periódicas programadas, las actividades de lubricación por equipo; basado en los manuales del fabricante y la experiencia de los operarios.

Finalmente se desarrolló e implementó el sistema de información, ajustado a las necesidades de la Empresa METCOL LTDA., de fácil manejo y acorde con las herramientas de hardware existentes, que garantiza la mejora en la gestión del mantenimiento de la empresa y la optimización de las actividades de mantenimiento.

---

<sup>1</sup>Trabajo de grado.

\*\* Universidad Industrial de Santander; Facultad de ingeniería Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director: Ingeniero Carlos Borrás Pinilla PhD., MSc.

## SUMMARY

**TÍTULO:** PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR THE COMPANY METCOL LTDA.<sup>2</sup>

**AUTHOR:** MELÉNDEZ FONTALVO Alejandro

**KEY WORDS:** Preventive Maintenance, Equipment Criticality \*\*

### DESCRIPTION:

The present thesis describes the production and implementation of the program of preventive maintenance for the machines and critical equipment's that intervene in the process of production of the company METCOL LTDA.

This has as aim guarantee the availability and operational reliability of the equipment's of the plant of production, of an efficient and sure way. METCOL LTDA is a company located in the city of Barrancabermeja

The project began with research and analysis of the aspects related to industrial activity and the relevant procedures to maintain the company in order to generate a diagnostic maintenance management, Then an inventory and codification of equipment's was realized, later to realize an analysis of criticality of the equipment's, With base in the critical equipment's there was designed the program of preventive maintenance that is shaped by the autonomous maintenance, the periodic programmed inspections, the activities of lubrication by equipment; based on the manuals of the manufacturer and the experience of the operatives.

Finally it developed and implemented the information system adjusted to the needs of the Company METCOL LTDA., of easy managing and according to tool existing of hardware, which guarantees the improvement in the management of the maintenance of the company and the optimization of the activities of maintenance.

---

<sup>2</sup> Degree Work.

\*\*Universidad Industrial de Santander; Facultad de ingeniería Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director: Ingeniero Carlos Borrás Pinilla PhD., MSc.

## **INTRODUCCIÓN**

El siguiente informe presenta el cumplimiento de los objetivos del anteproyecto planteados bajo la modalidad de tesis de grado, desarrollados en el departamento de producción de la empresa METCOL LTDA. El objetivo principal del proyecto es aumentar la rentabilidad y competitividad de los activos mediante la implementación de un programa de mantenimiento preventivo con base en análisis de criticidad sobre las máquinas de mecanizado y equipos.

# 1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

## 1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

METCOL LTDA. es una empresa santandereana, dedicada al servicio de la fabricación de piezas para equipos rotativos en la industria del petróleo, también se encarga de los diferentes procesos de soldadura especiales, babitado y metalizado de acuerdo a los requerimientos que necesite el cliente. Actualmente se encuentran ubicados en la ciudad de Barrancabermeja, más exactamente en la Av. 25 de agosto. La empresa METCOL LTDA. Metalmecánica de Colombiana fue constituida en el año de 1991 teniendo como actividad inicial todo lo relacionado con los servicios prestados en la Industria Metalmecánica.

METCOL LTDA. ha ido creciendo de manera considerable en los últimos años en el mercado del mecanizado de piezas para equipos rotativos y procesos de soldadura.; con sus exigentes niveles de calidad basadas en normas lcontec la empresa METCOL LTDA. se ve en la necesidad de contribuir en sus procesos, la agilidad y el buen uso de las máquinas y equipos por medio de un mantenimiento preventivo el cual facilitaría la vida útil de las mismas y a la vez un cambio en el proceso que se lleva la empresa referente al mantenimiento.

Basados en un buen principio del mantenimiento preventivo se llevara un cambio económico en los procesos de mecanizado de la empresa METCOL LTDA., ya que se está implementando un mantenimiento correctivo el cual es costoso y generan poca confianza en la empresa. Actualmente la empresa carece de un sistema eficaz de mantenimiento y a la vez de no poseer manuales de inspección de las máquinas.

Se suministrara un sistema de información el cual facilite el manejo de los equipos de mecanizado; para obtener un buen control de los tiempos de mantenimiento de las máquinas, reduciendo los costos y alargando la vida útil de los componentes del sistema.

Con la implementación de este sistema de información basado en la plataforma Access, se llevara un mejor funcionamiento y usos de los activos de la empresa, dándole competitividad y prestigio en el amplio mercado del mecanizado de partes vinculados a la industria petrolera y demás necesidades

**1.1.1 Justificación para solucionar el problema.** Con la ejecución de un sistema de información para el mantenimiento de los equipos de la empresa METCOL LTDA. Permitirá un adecuado control sobre los tiempos de parada mantenimiento de las máquinas, consecuencia de esto evitará paradas innecesarias reduciendo los costos que cada una de esta implica, de tal forma que esto conlleve al alargamiento de la vida útil de las máquinas.

Esta herramienta será útil y muy importante en el desarrollo de las actividades de la empresa, y de uso fácil y sencillo para el personal encargado en las tareas del mantenimiento, donde se consignaran todas las actividades correspondientes como son compra de repuestos, características de los equipos, y demás actividades que logren planificar las necesidades de las personas que constituyen la empresa y optimización de los recursos de la misma.

Con la elaboración de la documentación del sistema informativo llevado a cabo en la empresa METCOL LTDA., aumentaría la vida útil de las máquinas, y crecería aún más como empresa líder en los servicios de la metalmecánica dándole rentabilidad y posicionándola de una buena forma en el mercado de la industria petrolera.

## **2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

El objetivo primordial para el desarrollo de este proyecto es la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a la empresa METCOL LTDA.; enfocados en los buenos resultados del plan sobre la empresa en cuanto a lo administrativo y lo productivo, se conocerá exactamente cuándo un equipo necesita mantenimiento; para así de esta forma mejorar la calidad y vida útil de las máquinas.

Una forma de alcanzar excelentes resultados en el mantenimiento a los equipos es la relación que se debe tener en la información de los datos obtenidos y la plataforma de adquisición de datos basados en ACCESS.

La aplicación de esta herramienta surge debido a la necesidad de organizar, alertar, y modificar las tareas provenientes del mantenimiento de una manera más ágil, sencilla y oportuna.

La plataforma que incorporara los datos de la empresa METCOL LTDA., constara de varios posibles módulos adecuados para la satisfacción de las necesidades, estos son los que más se ajustan a ella:

### **2.1 MÓDULO DE MAQUINAS**

Registro del inventario de las máquinas que posee la empresa; información correspondiente a Fichas técnicas, hojas de vida, codificación y fotos de los diferentes equipos y máquinas.

## **2.2 MÓDULO DE ÓRDENES DE TRABAJO**

Genera órdenes de trabajo provenientes de la programación del mantenimiento de la empresa para su solicitud, planeación y control de dicho mantenimiento.

## **2.3 MÓDULO INDICADORES DE GESTIÓN**

Asociado al comportamiento del mantenimientos, a través de variables muy importantes como son la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad determinantes en la calidad y operatividad de la empresa.

## **2.4 MÓDULO ACCIONES DE MANTENIMIENTO.**

Módulo encargado de planificar las acciones de mantenimiento a las respectivas máquinas en el tiempo correspondiente, que necesite los equipos para su mantenimiento.

## **2.5 MÓDULO EMPRESA.**

Módulo donde se encuentra ubicado la información sobre los empleados, nombre completo, identificación, teléfono entre otros; este módulo dispone también de datos generales de la empresa.

**Figura 1. Esquema de Módulos de Información**



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL.**

Fortalecimiento de vínculos entre la universidad industrial de Santander y la empresa METCOL LTDA., garantizando al estudiante la aplicación de sus conocimientos adquiridos durante su ciclo universitario, dando soluciones a la industria de la metalmecánica mediante la implementación de un programa de mantenimiento preventivo sobre las máquinas de mecanizado y equipos, para satisfacer el desarrollo de los procesos productivos y la minimización de costos.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Desarrollar una auditoria de mantenimiento a los activos con el objeto de analizar la gestión de mantenimiento de la empresa METCOL LTDA.
- Realizar un análisis de criticidad a todos los activos de mecanizado y procesos de soldadura de la empresa METCOL LTDA.
- Realizar el inventario codificado de activos, fichas técnicas y hojas de vida de las máquinas y equipos.
- Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa METCOL LTDA.
- Implementar la información generada del plan de mantenimiento preventivo, en el sistema de información basado en la plataforma ACCESS, en base a los siguientes módulos básicos: De Maquinas, Órdenes de Trabajo, Indicadores de Gestión, Acciones de Mantenimiento y Empresa.

#### 4. SISTEMA DE INFORMACIÓN

De acuerdo a los parámetros como facilidad del manejo y uso de la información de la empresa METCOL LTDA., se seleccionó la plataforma ACCESS.

Esta aplicación está diseñada para crear, manipular y modificar base de datos acerca de cualquier tema, este maneja varias tipos de datos de manera sencilla; además de importar y exportar datos de Word, Excel y otras bases de datos.

Entre las principales funcionalidades de ACCESS se encuentra:

- ✓ Modificar tabla de datos.
- ✓ Formularios.
- ✓ Informes
- ✓ Crear tabla de datos.
- ✓ Compartir datos.

## 5. GENERALIDADES DE METCOL LTDA.

METCOL LTDA. Es una empresa santandereana, dedicada al servicio de la fabricación de piezas para equipos rotativos en la industria del petróleo, también se encarga de los diferentes procesos de soldadura especiales, babitado y metalizado de acuerdo a los requerimientos que necesite el cliente. Actualmente se encuentran ubicados en la ciudad de Barrancabermeja, más exactamente en la Av. 25 de agosto. La empresa METCOL LTDA. Metalmecánica de Colombiana fue constituida en el año de 1991 teniendo como actividad inicial todo lo relacionado con los servicios prestados en la Industria Metalmecánica.

**Figura 2. Logotipo de la empresa**



Fuente: METCOL LTDA.

**Figura 3. Planta Física**



Barrancabermeja - Colombia

Barrio: La Libertad

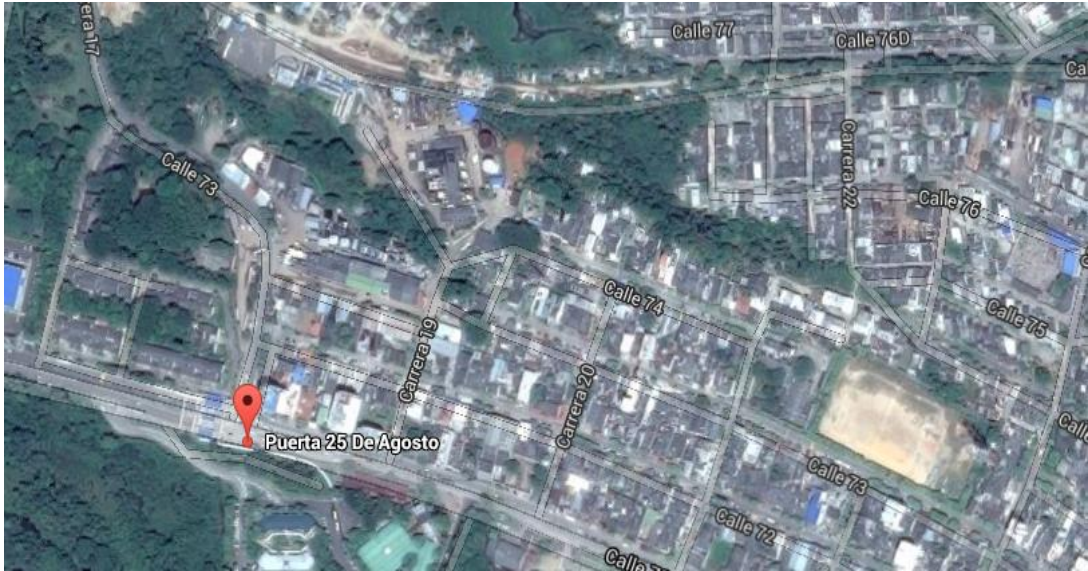
Dirección: Calle 71 # 19 – 77

Tel: (57) 620 0821 – (57) 622 7729

FAX: 620 0339

[www.metcolltda.com](http://www.metcolltda.com)

**Figura 4 Mapa Ubicación de la empresa METCOL LTDA.**



## **5.1 RESEÑA HISTÓRICA**

La empresa METCOL LTDA. Metalmecánica de Colombiana fue constituida mediante escritura pública N° 2395 el 04 de febrero de 1991 teniendo como actividad inicial todo lo relacionado con los servicios prestados en la Industria Metalmecánica.

Fue una reunión de trabajadores de Talleres Metalmecánicos de la ciudad de Barrancabermeja, que sintieron la necesidad de cambiar su rol de trabajador a empresario.

METCOL LTDA., no maneja una producción en serie, ya que su objeto social es realizar servicios metal mecánicos por medio de máquinas, herramientas; babitado, metalizado; y soldaduras especiales, de acuerdo a los requerimientos que necesite el cliente, lo más importante del servicio prestado, es que la empresa

cuenta con personal calificado para atender las necesidades del cliente y darle una buena orientación.

En el devenir histórico de la empresa se ha adquirido tecnología de control numérico computarizado; para las maquinarias convencionales se ha renovado estas, a través de la consecución de modelos recientes. METCOL LTDA. ha reconocido la influencia y la importancia que adquiere el cumplimiento de las necesidades del cliente, en puntualidad y calidad, con el reconocimiento a nivel competitivo en el mercado industrial

**5.2.1 Desarrollo Cronológico.** A mediados del 1991 hasta el 2000 se contaban con tres tornos y una fresadora y un área de trabajo de 96 mt<sup>2</sup> los mismos fundadores eran los que desarrollaban las actividades productivas, con capacidad de personal 8 empleados.

En el desarrollo del tiempo hubo una expansión de infraestructura se adquirió un nuevo predio de mayor área de 1240 mt<sup>2</sup> y adquiriendo más maquinas 5 tornos, una fresadora, taladro radial, equipos de soldadura. Rectificadora cilíndricas.

A mediados del 2001 hasta 2010 se amplió la infraestructura a 1450 mts<sup>2</sup> se adquirió más maquinas como la alesadora, rectificadora de cigüeñal, torno vertical, se fabricaron dos puente grúas de 15 y 5 ton también se creó un almacén con la disposición de variedad de materiales en cuanto diámetros y especificaciones.

2011 al 2014 se adquirió un torno de mayor capacidad de volteo de 2 metros por 5 metros de longitud.

El mercado inicial se empezó trabajando a la electrificadora de Santander (termo barranca), Ecopetrol y el centro de Ecopetrol, empresas pequeñas del sector barranquito e igualmente a medida del tiempo transcurre también se trabaja a las

plantas extractoras de aceite se incursiona en el mercado de otras regionales de Ecopetrol por medio de las licitaciones públicas y a empresas contratistas que se desarrollan por la explotación y transformación del petróleo.

### **5.3 ORGANIZACIÓN**

La estructura organizacional de METCOL LTDA. tiene un número mínimo de niveles administrativos y operativos, los cuales están de acuerdo a la funcionalidad de la empresa e igualmente apoya y estimula el trabajo en equipo para dar mejores resultados.

**5.3.1 Declaración de Principios.** La gerencia de METCOL LTDA. cree en la calidad y salud ocupacional como un proceso cultural que involucra a todos los miembros de la empresa. El compromiso con la calidad abarca todas las variables de recursos disponibles en METCOL LTDA., no se escatima esfuerzo en el aseguramiento de la calidad, por eso, la búsqueda consta de la satisfacción del cliente es responsabilidad de todos en la empresa.

Una de las formas de expresar ese compromiso, es mediante la promoción permanente de la participación de todos los objetivos de la empresa que garantiza también el compromiso de todos con la calidad.

Con una filosofía sostenible de la calidad, se garantiza el saber y la practica en la realización de todos los trabajos y servicios prestados, eso además nos nutre de que cuando llegue un nuevo trabajador, entre inmediatamente al proceso “Calidad”, los hombres son pasajeros y las instituciones quedan, ahí queda en la empresa la cultura de la calidad.

## **5.4 MISIÓN**

Prestamos los servicios de mantenimiento, mecánico a equipos estáticos y rotativos, a través de talento humano idóneo, con una infraestructura física y tecnológica que nos permita ser oportuno y competitivos para garantizar la disponibilidad y el óptimo funcionamiento del principio de la satisfacción de nuestros clientes.

## **5.5 VISIÓN**

Ser reconocido en el sector metalmecánico a nivel nacional, con servicios de óptima calidad que satisfagan las necesidades de nuestros clientes, con una tecnología en máquinas y equipos que nos permitan elevar los niveles de complejidad en la fabricación y mantenimientos de los componentes en equipos rotativos y estáticos para estar acorde con las tecnologías.

## **5.6 POLÍTICA INTEGRADA DE GESTIÓN**

Es responsabilidad y compromiso de Metcol Ltda. clasificada en riesgo III; trabajar con funcionalidad y productividad, intimar con el cliente interno y externo para una satisfacción mutua; alcanzar índices competitivos a través del mejoramiento continuo en sus procesos y actividades, en la prevención de lesiones y enfermedades, en la gestión del desempeño en la seguridad y salud ocupacional, y en la prevención de la contaminación ambiental.

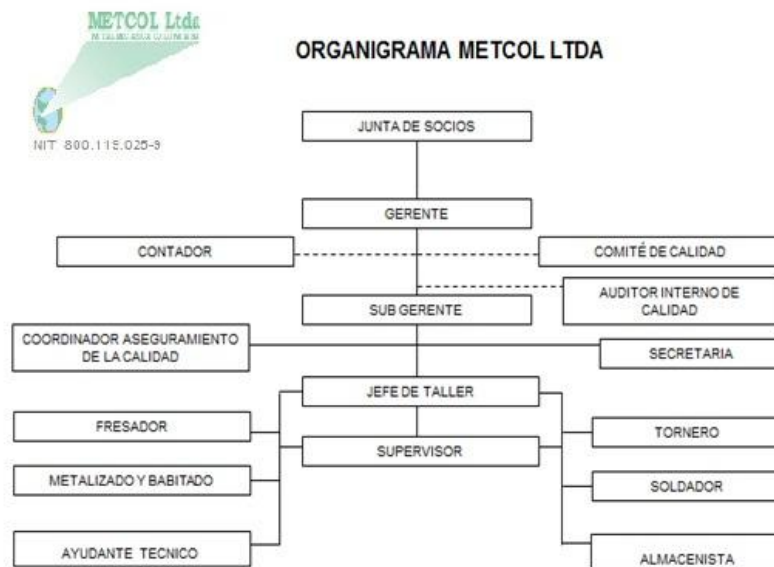
Cumplir con la legislación vigente aplicable y otros requisitos que la organización suscriba relacionado con la calidad, los peligros de seguridad y salud ocupacional, y lo relacionado con los aspectos ambientales producto de su actividad económica.

La alta gerencia destina los recursos necesarios para asegurar el cumplimiento de la política del sistema integrado de gestión, su difusión y comunicación a las partes interesadas; esta política es revisada periódicamente para su continua adecuación a las prácticas productivas de la organización; y proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos del sistema de gestión.

## 5.7 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

**Número De Empleados:** 30 empleados directos

**Figura 5. Organigrama**



Fuente: METCOL LTDA.

## **5.8 SISTEMA DE GESTIÓN**

**5.8.1 Certificación ISO 14001:2004.** METCOL LTDA., al recibir certificado de gestión Ambiental, posee una política orientada a la prevención de la contaminación ambiental y en brindar a clientes internos y externos, productos y servicios que satisfagan sus necesidades y expectativas pero dando cumplimiento a la legislación, haciendo mejora continua en los procesos para minimizar el impacto ambiental derivado de nuestra actividad económica.

**5.8.2 Certificación OHSAS 18001:2007.** METCOL LTDA., se compromete que actividades se realicen en forma segura a través de la identificación, evaluación y control de los riesgos. Prevenir los accidentes de trabajo, las enfermedades profesionales y los daños a equipos e instalaciones; mediante el compromiso del mejoramiento continuo y el cumplimiento de la legislación vigente y otros requisitos.

**5.8.3 Certificación ISO 9001:2000.** METCOL LTDA., posee el certificado de calidad ICONTEC aplicable a las siguientes actividades: Servicio de torneado por control numérico computarizado (CNC) - convencional, Rectificado de superficies planas - cilíndricas, Fresado, Taladro, Metalizado, Babbitado y Soldadura TIG - MIG, Electrodo Revestido.

## **5.9 INSTALACIONES Y PROCESO DE PRODUCCIÓN.**

METCOL LTDA., cuenta con una planta física con un área total de 1450 metros cuadrados, compuesta por una sección de producción; con oficinas en un primer piso para el área administrativa y gerencial y en un segundo nivel para el área de

mantenimiento y diseño; posee una bodega de herramientas y aceros al lado izquierdo de la sección de producción, también posee una sección de productos terminados y control de calidad del producto terminado.

Dentro del esquema general de distribución de planta de METCOL LTDA. (figura 5), se encuentran las siguientes unidades de producción:

### Figura 6 Infraestructura METCOL LTDA.



Fuente: METCOL LTDA.

**5.9.1 Unidad de Maquinado o Mecanizado.** Los equipos que conforman esta área son: tornos, fresadoras, mandriladora, limadora, taladro radial.

**5.9.2 Unidad de Estructuras.** Unidad de producción, donde 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.

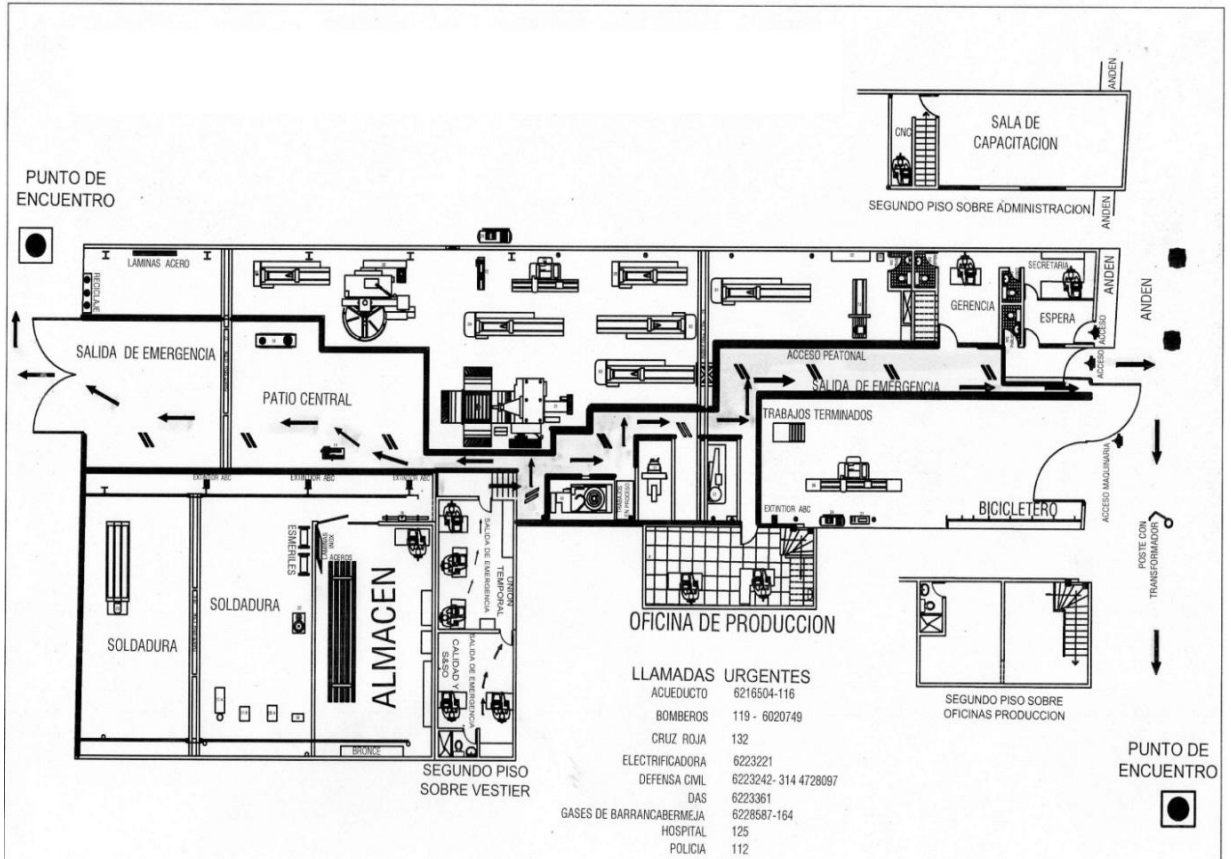
**5.9.3 Unidad de Ensamble y Montaje.** El objetivo principal en esta unidad se orientan a dar un acople y ajuste en piezas o conjuntos que funcionarán como sistema dentro del producto terminado.

**5.9.4 Unidad de Servicios.** Unidad que presta suministro y apoyo a la producción. Estos equipos se encuentran distribuidos a lo largo de la planta de producción como son puente grúas, compresores de aire.

**5.9.5 Sección de almacén.** La empresa dispone de una sección de almacenamiento en la cual se ordenan los insumos, instrumentos de medición y herramientas para la fabricación de maquinaria y repuestos. También se cuenta con área destinada para almacenar los productos terminados.

En cuanto a la distribución de las diferentes unidades de procesos en la empresa, se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 7. Plano General METCOL LTDA.**



Fuente: METCOL LTDA.

## 5.10 SERVICIOS Y PRODUCTOS OFRECIDOS POR METCOL LTDA.

**5.10.1 Servicio de Metalizado a Través de Procesos Térmicos.** Servicio mediante procesos térmicos con soldadura micro pulverizada, dando durezas hasta 69 Roswell C., muy utilizado para la fabricación y reconstrucción de elementos tales como ejes, cilindros, pistones, camisas.

#### **5.10.2 Servicio de Soldadura por Medio de Electroodos revestidos**

Proceso de aplicación de electrodos convencionales y especiales a materiales ferrosos y no ferrosos como son la aplicación de soldadura a metales de fundición gris, inoxidable, aluminios, etc.

**5.10.3 Servicio de Soldadura MIG – TIG.** Servicio muy conocido en la industria por su buen rendimiento y fácil aplicación a materiales, aceros al carbón, aceros inoxidables, aluminios en Soldadura MIG; y en Soldadura TIG para materiales ferrosos y no ferrosos tales como aluminios, ejes de acero al carbón, inoxidable martensítico y austenítico.

**5.10.4 Servicio de Taladrado.** De gran aplicación en la industria para la fabricación de agujeros de diámetro no mayor a 70mm, mediante taladros radiales de 2000mm de bandera para su ancho y 3000 mm de columna para su altura con un giro de 360°

**5.10.5 Rectificación de Ejes.** La empresa METCOL LTDA. Presta el servicio de rectificación de ejes hasta un diámetro de 900 milímetros de diámetro y de 3500 milímetros de longitud entre puntos con geometrías excéntricas para el caso de cigüeñales.

**5.10.6 Servicio de Torneado.** Fabricación de repuestos (tales como ejes, camisas, pernos de anclaje, etc.) con tornos de volteo hasta 1250 milímetros y 4000 mm de bancada entre puntos y amplias gamas de rosca en milímetros y pulgadas.

**5.10.7 Servicio de Torno con Control Numérico Computarizado (CNC).**

METCOL LTDA. presta este servicio mediante Torno con control numérico computarizado hasta 800 mm de volteo por 3000 milímetros entre puntos muy aplicado para la fabricación de piezas en serie o elementos con geometrías poco comunes como por ejemplo esferas, pasos de rosca no normalizados, etc. válvulas, etc., de vital trabajo en las unidades de la industria.

**5.10.8 Servicio de Fresado.** La empresa METCOL LTDA. se encarga de este servicio de gran aplicación en la industria para la fabricación de repuestos (tales como piñones, cremalleras, ejes sin fin, etc.) mediante fresadoras universales de una muy buena gama de herramientas de corte.

**5.10.9 Corte con Plasma.** Servicio de corte con plasma a materiales ferrosos y no ferrosos mediante equipos de corte con plasma hasta 40 milímetros de espesor.

**5.10.10 Rectificado de Superficies Planas.** Servicio de Rectificado de Superficies Planas a piezas no mayores de 1200 milímetros de diámetro.

**5.10.11 Alesado.** El alesado es una operación de ensanchamiento cilíndrico de un agujero o de una cavidad, hasta llevarla a una determinada dimensión diametral, el cual se realiza con maquinaria de 3.500 mm, de longitud de columna y mesa de 1.600 mm de ancho por 1800 mm de longitud.

**5.10.12 Babbitado.** Recuperación y fabricación de cojinetes mediante metales de antifricción Babbitts, los cuales tienen excelente capacidad embebedora (o sea de encerrar o enclavar dentro de sí las partículas extrañas) y conformabilidad (capacidad para deformación plástica y compensar las irregularidades en el cojinete).

## 5.11 PRODUCTOS

- ✓ Fabricación de cojinetes
- ✓ Fabricación de ejes y camisas
- ✓ Reparación y reconstrucción de bombas en voladizo, verticales de junta horizontal y desplazamiento positivo
- ✓ Fabricación de esfera para válvulas, anillo de onda
- ✓ Disponibilidad de material para la fabricación y reparación

## 6. AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO

Para tener un concepto claro sobre auditoría debemos definirla como un; Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la Auditoría y Evaluarla de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de la Auditoría.<sup>3</sup>

Se dice que es una herramienta de carácter sistemático, porque se debe realizar de una manera lógica y organizada, de tal manera que la información recopilada sea adecuada y suficiente para emitir un informe final. Se trata de realizar una valoración de la gestión de la entidad y realizar una identificación de mejoras. La auditoría no busca culpables, busca la mejora de los procesos y servicios de la Entidad.

En la norma ISO 19011 se da una estructura sobre las actividades de un proceso de auditoría entre las cuales se encuentran:

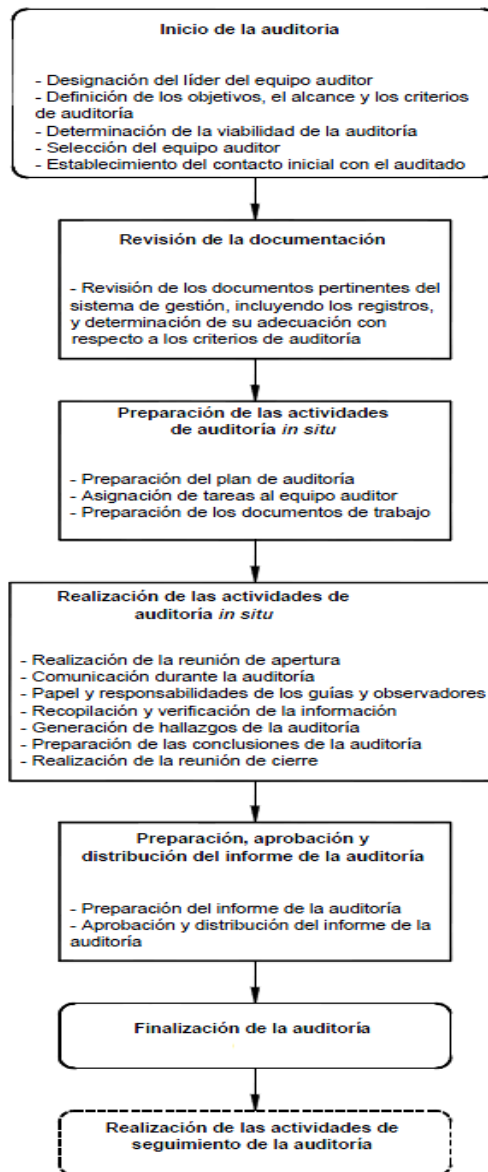
- ✓ Inicio de la auditoría: donde se define el líder del equipo auditor, objetivos y alcance, viabilidad, etc.
- ✓ Revisión de la documentación: antes de las actividades de auditoría in situ, la documentación del auditado debe ser revisada para determinar la conformidad del sistema, según la documentación, con los criterios de auditoría. La documentación puede incluir documentos y registros pertinentes del sistema de gestión e informes de auditorías previas.
- ✓ Preparación de las actividades de auditoría in situ.
- ✓ Realización de las actividades de auditoría in situ.
- ✓ Preparación, aprobación y distribución del informe de auditoría.
- ✓ Finalización de la auditoría.

---

<sup>3</sup> Norma técnica colombiana NTC-ISO 19011.

La siguiente figura muestra una visión global de las actividades típicas de auditoría.

**Figura 8. Actividades de Auditoría**



Fuente: NTC-ISO 19011

## 6.1 DIAGNÓSTICO DE LA FUNCIÓN DE MANTENIMIENTO EN METCOL LTDA.

La empresa METCOL LTDA., no cuenta con un departamento de mantenimiento estructurado y organizado, por lo tanto las operaciones de mantenimiento que se realizan en los equipos son de tipo correctivo en su mayoría, generando así, paradas imprevistas, pérdidas de producción, daños severos en los equipos, además se puede observar que los equipos no tienen una codificación clara ignorando el área de ubicación de la máquina y un orden específico, se posee escasa información técnica, manuales de operación y de mantenimiento.

Se llevó a cabo un test de auditoría de mantenimiento, con el fin de tener un diagnóstico cuantitativo e identificar las secciones críticas en esta área. El test consta de varios ítems, cada uno con un bloque de preguntas que tienen un puntaje establecido según el caso.

Los ítems que se tienen en cuenta para el diagnóstico del área de mantenimiento son los siguientes:

**Tabla 1. Auditoria Mantenimiento**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
<b>Organización General</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Organización y Estructura.</li><li>• Planificación, Coordinación y Control.</li><li>• Funciones y Responsabilidades.</li></ul>
<b>Métodos y Sistemas de Trabajo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Planificación.</li><li>• Métodos y procedimientos.</li><li>• Preparación.</li><li>• Clasificación.</li><li>• Documentación y Archivo.</li></ul>

Tabla 1. Auditoria mantenimiento (Continuación)

<b>Control Técnico de Instalaciones y Equipos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventario</li> <li>• Codificación</li> <li>• Hojas de vida</li> <li>• Documentación Clasificada.</li> <li>• Priorización de Actividades</li> </ul>
<b>Gestión De Carga De Trabajo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones de Mantenimiento.</li> <li>• Planeación de Trabajo.</li> <li>• Solicitudes de Trabajo</li> </ul>
<b>Compra Y Registro De Repuestos Y Equipos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stock de Repuestos.</li> <li>• Compra de Equipos y Partes.</li> <li>• Proveedores.</li> <li>• Procedimientos.</li> </ul>
<b>Sistemas Informáticos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Software Especializado</li> </ul>
<b>Organización del Taller del Mantenimiento.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio Asignado a las Secciones de la Empresa.</li> <li>• Instrucciones y Protocolos Establecidos</li> <li>• Herramientas, Transporte y Utilillaje.</li> <li>• Zonas de inventario.</li> </ul>
<b>Herramientas Y Medios De Prueba</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventario de Herramientas.</li> <li>• Calibración de Herramientas.</li> <li>• Disposición de caja de Herramientas</li> </ul>
<b>Documentación Técnica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fichas Técnicas</li> <li>• Planos</li> <li>• Manuales de Operación y Mantenimiento</li> <li>• Documentación clasificada.</li> </ul>
<b>Personal y Formación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirección y control de actividades</li> <li>• Formación</li> <li>• Seguridad y prevención</li> <li>• Entrenamiento.</li> </ul>
<b>Contratación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicio Empresas Contratistas.</li> </ul>
<b>Control de la Actividad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de mantenimiento preventivo</li> <li>• Informes</li> <li>• Indicadores</li> <li>• Eficiencia</li> <li>• Costos del mantenimiento</li> </ul>

El desarrollo y solución de las preguntas de este test, se realizó con la colaboración del Ingeniero de producción Yesid López, el técnico de mantenimiento Eduardo Pérez y el supervisor de la empresa Marcelino Díaz.

Los resultados obtenidos en este diagnóstico, generan un porcentaje máximo del 100% para cada ítem, este puntaje permite medir el estado de las secciones del área de mantenimiento y de cierta forma jerarquizarlas. Se evaluó asignando una puntuación de la siguiente manera:

- [1] Situación Desfavorable.
- [3] Situación Aceptable.
- [5] Situación Muy Favorable.

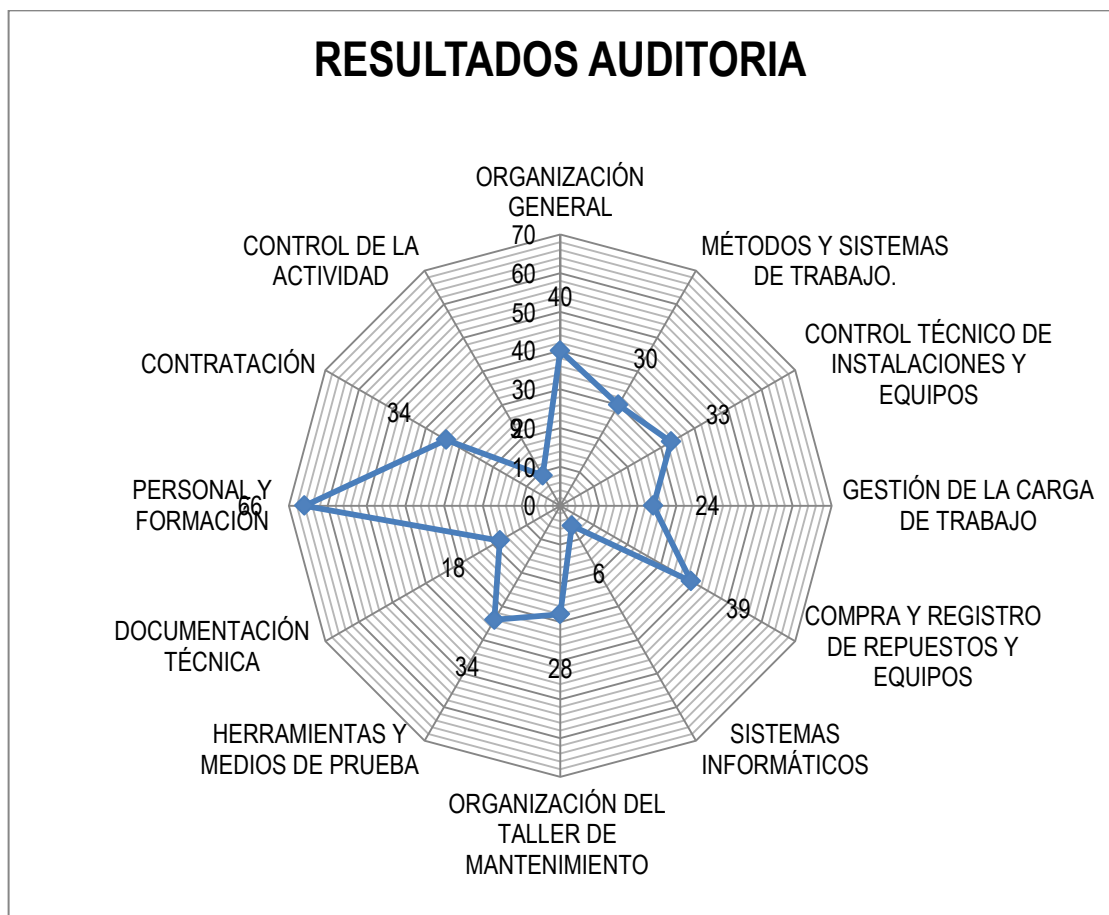
Los resultados se encuentran en la siguiente tabla.

**Tabla 2. Resultados Auditoria Metcol Ltda.**

	RESULTADOS
ÍTEM	%
ORGANIZACIÓN GENERAL	40
MÉTODOS Y SISTEMAS DE TRABAJO.	30
CONTROL TÉCNICO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS	33
GESTIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO	24
COMPRA Y REGISTRO DE REPUESTOS Y EQUIPOS	39
SISTEMAS INFORMÁTICOS	6
ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO	28
HERRAMIENTAS Y MEDIOS DE PRUEBA	34
DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	18
PERSONAL Y FORMACIÓN	66
CONTRATACIÓN	34
CONTROL DE LA ACTIVIDAD	9

Una vez obtenido el puntaje por cada área se procede a realizar un diagrama radial, con el objetivo de tener una visión de lo que sucede y cuáles son los aspectos a mejorar en el área mantenimiento para cada una de las secciones críticas, en términos generales se puede observar que el control de la actividad y la documentación técnica arrojan los resultados más bajos en el test.

**Figura 9. Grafico Resultado Auditoria**



A continuación se detalla las preguntas llevadas a cabo en la auditoria con su respectivo ítem.

**Tabla 3. Auditoria**

<b>A. Organización General</b>	
1.	¿Está definida por escrito y aprobada, la organización y responsabilidades del departamento del mantenimiento (Organigrama)?
2.	¿Existe un encargado de mantenimiento?
3.	¿El personal encargado de mantenimiento conoce las responsabilidades, limitaciones y obligaciones de su cargo?
4.	¿Está suficientemente dimensionada la estructura de la dirección de mantenimiento y su equipo técnico para abordar nuevos procesos de mejora?
5.	¿El taller cuenta con personal certificado y calificado para realizar los mantenimientos?
6.	¿Tiene cada sección y o actividad un presupuesto de funcionamiento y hay seguimientos periódicos de su adecuación a la realidad?
7.	¿Existe un área de planificación y coordinación de trabajos para realizar estudios de mejora y formación?
8.	¿Existe descripciones de las funciones (En el terreno de responsabilidad y en el de iniciativa) para cada uno de los puestos de ejecución?
9.	¿El personal de producción tiene instrucciones para llevar a cabo operaciones de mantenimiento de primer nivel y las ejecutan?
10.	¿Todas operaciones preventivas y correctivas se ejecutan con órdenes de trabajo y aplican adecuadamente las actividades y repuestos?
11.	¿Tiene objetivos claros e indicadores de funcionamiento que sirvan de pauta como resultados del servicio prestado?
12.	¿Hay reuniones periódicas y se realizan seguimientos de niveles de calidad de servicios percibidos por nuestros clientes?
<b>B. Métodos Y Sistemas De Trabajo</b>	
1.	¿Disponen de sistema de planificación y preparación de trabajo para intervenciones importantes (cronogramas de actividades y actividades a realizar)?
2.	¿Tiene procedimientos para preparar trabajos, establecer presupuesto y justificar nuevas adquisiciones o proponer nuevas actividades?
3.	¿Disponen ustedes de métodos operativos escritos para los trabajos complejos o delicados?
4.	¿Tienen ustedes un procedimiento por escrito (y aplicado) que defina las autorizaciones de trabajo (consignación, des consignación) para los trabajos que conlleven riesgos?
5.	¿se archivan en los expedientes o historiales de equipos y sistemas los trabajos de preparación y planificación de grandes intervenciones?
6.	¿Hay acciones que lleven a organizar las máquinas y unidades?

Tabla 3. Auditoria (Continuación)

7. ¿Tiene ustedes métodos para estimación de tiempos distintos de la estimación global?
8. ¿utilizan ustedes el método de gratt, para la preparación de trabajos largos, importantes o que necesiten mucha coordinación?
9. Tiene métodos formalizados para hacer las reparaciones y protocolos de pruebas
10. ¿Guardan ustedes la unidades en almacén, hacen que preparar kits (piezas o herramientas) antes de sus intervenciones?
11. Esta el conjunto de la documentación debidamente clasificada y fácil mente accesible
12. ¿Tiene sistemas de priorización de actividades con base en su criticidad, repercusión necesaria etc.?
<b>C. Control Técnico De Instalaciones Y Equipos</b>
1. ¿Disponen ustedes de una lista recapitulada (inventario) de ubicación de los equipamientos de su unidad?
2. ¿La empresa cuenta con planos de ubicación y/o disposición de cada máquina?
3. ¿Tienen cada equipamiento un número de identificación cronológico de inmovilización?
4. ¿En su instalación tiene todo el equipamiento un número de identificación claramente señalado?
5. ¿Se registran sistemáticamente las modificaciones, instalaciones nuevas o la supresión de equipamientos?
6. ¿Hay un archivo informático o en papel de cada equipo o instalación, y de sus subgrupos funcionales, con reseñas históricas de todos los trabajos llevados a cabo y su costo?
7. ¿Tiene efectuados análisis de criticidad de equipos y estudio de averías y modos de fallo (MFE, RCM, etc.)?
8. ¿Disponen ustedes de información sobre las horas pasadas las piezas consumidas y los costes, equipamiento por equipamiento?
9. ¿Hay uno (o varios) responsables del cuidado de las reseñas históricas de los trabajos?
10. ¿Está asegurado el seguimiento y control formal de las operaciones reglamentarias y de seguridad llevadas a cabo?
11. ¿Se audita periódicamente la situación de inventario y su documentación?
12. ¿Tiene posibilidad de analizar sistema a sistema el coste real de los ciclos de vida LCC?
13. ¿Posee la empresa algún método de estimación de costos por mantenimiento de las diferentes máquinas y herramientas?
<b>D. Gestión De Carga De Trabajo</b>
1. ¿Tienen ustedes, un programa establecido de mantenimiento preventivo? (Acciones preventivas, periodicidad, carga de trabajo)
2. ¿Disponen ustedes de fichas (o check-lists) escritas de mantenimiento preventivo?

Tabla 3. Auditoria (Continuación)

3. ¿Existe algún responsable del conjunto de las acciones de mantenimiento preventivo (en términos de control y de actualización)?
4. ¿Tiene los usuarios (u operadores) de los equipos responsabilidades en materia de ajuste y mantenimiento de rutina?
5. ¿Tienen ustedes un sistema de registro de las demandas o solicitudes de trabajo?
6. ¿Hay alguna persona más específicamente responsable de la planificación de los trabajos?
7. ¿Tienen ustedes reglas definidas que permitan asignar los trabajos según las prioridades?
8. ¿Existe algún documento (o solicitud de trabajo) que permita informar o seguir toda intervención que se utilice sistemáticamente para cada trabajo?
9. ¿Disponen ustedes de una planeación semanal (o periódica) de distribución de los trabajos?
10. Cuando un trabajo no puede ser abordado con la celeridad que les exige producción, ¿tiene un procedimiento para informar de ello y poner medidas correctivas y preventivas?
<b>E. Compra Y Registro De Repuestos Y Equipos</b>
1. Cuando se realiza un mantenimiento, ¿existe registro de materiales utilizados?
2. ¿Existe un registro de repuestos o piezas de la maquinaria que se reemplazan durante el mantenimiento?
3. ¿Tienen un almacén específico o diferenciado para mantenimiento y un sistema de lanzamiento y seguimiento de pedidos a su medida?
4. ¿Disponen de un sistema de libre servicio para artículos y piezas de consumo habitual?
5. ¿El stock de repuestos está al día, accesible a su personal de forma informatizada y disponible el valor, número de artículos, plazo, etc.?
6. ¿Esta todas las piezas de repuesto identificadas y codificadas?
7. ¿Hay un procedimiento formalizado de solicitud de ofertas con pliegos adaptados a sus necesidades y adjudicación de pedidos?
8. ¿Los procedimientos de aprovisionamiento son rápidos y flexibles?
9. ¿Tiene proveedores concertados que almacenan en sus dependencias los materiales y repuestos de su suministro?
10. ¿Tiene facilidad y homologados suministradores distintos al propio fabricante del equipamiento o instalación?
11. ¿Tienen un sistema rápido y eficaz de reparación de equipos y sistemas de inventario?
12. ¿hay gran conexión entre el servicio de compras y de mantenimiento para las decisiones de compra y negociación con los suministros?
13. ¿los procedimientos administrativos y operativos para solicitar un repuesto o un traslado son ágiles y amigables?

Tabla 3. Auditoria (Continuación)

<b>F. Sistemas Informáticos</b>
1. ¿Cuentan con un software especializado para administrar el mantenimiento preventivo de los equipos?
2. ¿La empresa tiene un programa informático para llevar un control de gastos de mantenimiento?
3. ¿se dispone de una herramienta informática con las especificaciones y pasos a seguir para el mantenimiento?
4. ¿Existe un software o inventario de los repuestos que se pueden encontrar en la bodega o una base de datos de empresas que los pueda suministrar?
<b>G. Organización Del Taller De Mantenimiento</b>
1. ¿El espacio que tiene asignado a su Departamento para actividades de banco, oficina, de planificación e ingeniería, almacén, etc., es suficiente?
2. ¿Dispone a pie de obra de las instrucciones operativas y protocolos para ser consultados por sus Mandos y operarios directamente?
3. ¿Se encuentra bien ubicado el almacén de herramientas y respuestas?
4. ¿disponen de suficiente utillaje y medio de manutención y transporte adecuados a sus trabajos preventivos y correctivos?
5. ¿Las órdenes de trabajo se abren y cierran a pie de obra, con terminales ubicados en la planta o con terminales portátiles?
6. ¿Las zonas destinadas a materiales útiles, a averiados y de envío o recepción exterior están correctamente identificadas y delimitadas?
7. ¿Hay un responsable de logística de la custodia de herramientas y útiles de la verificación y calibración periódica de ellas?
<b>H. Herramientas Y Medios De Prueba</b>
1. ¿Dispone de un inventario documentado y actualizado de herramientas y equipos de pruebas?
2. ¿Dispone de Departamento, en propiedad o con accesibilidad inmediata, de las herramientas especiales y equipamientos que precisan?
3. ¿Está correctamente definido el procedimiento de verificación y calibración de herramientas especiales y útiles?
4. ¿Dispone de proceso de puesta a disposición o bono de responsabilización de herramientas para el caso de que estas se utilicen por contratistas?
5. ¿Cada operario dispone de una caja de herramientas personal?
6. ¿Existen verificaciones periódicas de puesta en conformidad de máquinas y herramientas, nuevas, usadas, o modificadas por Ustedes?

Tabla 3. Auditoria (Continuación)

7.	Quando necesitan un medio extraordinario de manutención o transporte, ¿Lo disponen con las características y celeridad precisa?
8.	¿La logística, contratación y gestión de nuevas herramientas y medios, es realizada directamente por Uds.?
<b>I. Documentación Técnica</b>	
1.	¿Disponen Uds. de documentación técnica general suficiente: mecánica de construcción, electricidad, código de entorno y nocividad, regulaciones?
2.	¿Disponen Uds. de planos de conjunto y los esquemas necesarios?
3.	¿Están disponibles las instrucciones técnicas de utilización y mantenimiento, así como las listas de las piezas sueltas para equipamientos de mayor envergadura?
4.	¿Son fácilmente obtenibles y utilizables (en español) los planos de las instalaciones?
5.	¿Se ponen al día los planos y los esquemas a medida que se aportan las modificaciones?
6.	¿Se registran los trabajos de modificaciones de los equipamientos y se archivan los expedientes de preparación correspondientes (preparación, puesta al día de la documentación)?
7.	¿Son fácilmente obtenibles los contratos de mantenimiento de constructores, contratistas?
8.	¿Son suficientes los medios de fotocopiado e impresión?
<b>J. Personal Y Formación</b>	
1.	¿El ambiente de trabajo es en general positivo?
2.	¿Dirigen y supervisan correctamente los manejos intermedios los trabajos efectuados por los operarios bajo su responsabilidad?
3.	¿Se examinan en grupo los problemas a menudo, incluyendo también a los operarios (círculos de calidad, grupos de progreso)?
4.	¿Se llevan a cabo encuentro periódicos de apreciación entre personal directivo y el operario?
5.	¿Los mandos intermedios y los operarios están lo suficientemente disponibles? ( Alargamiento de jornada laboral para acabar un trabajo trabajar los domingos)
6.	¿Consideran Uds. en general que la formación técnica de su personal es satisfactoria?
7.	En el trabajo diario, ¿estiman Uds. que el personal tiene la iniciativa necesaria?
8.	¿Sus mandos intermedios aseguran de forma regular el perfeccionamiento del personal en materias técnicas?
9.	¿Reciben sus mandos intermedios formación en nuevas tecnologías gracias a estancias, visitas a constructores, a exposiciones, etc.?
10.	¿Recibe su personal en seguridad y prevención de accidentes de forma regular?
11.	¿Programa y domina la formación del personal el servicio de mantenimiento?
12.	¿Se sigue rigurosamente las cualificaciones y la habilitación del personal?

Tabla 3. Auditoria (Continuación)

13. ¿Tienen Uds. pérdidas importantes de tiempo productivo debido a retrasos, ausencias?
14. ¿Son buenas las relaciones de su personal con los agentes de Producción?
<b>K. Contratación</b>
1. ¿Tiene Uds. Un proceso de evaluación formas de los contratistas?
2. Se elaboran cuidadosamente los documentos descriptivos de los trabajos y los pliegos de condiciones?
3. La selección de los contratistas se llevan a cabo según criterios de técnica y competencia?
4. Cuando el mantenimiento no se realiza por personal de la empresa, ¿se tiene base de datos de personas o empresas que realicen el trabajo?
5. ¿Contratan Uds. las tareas para las que se consideran no disponen de suficientes técnicos?
6. ¿Incluyen en sus contratos con las empresas contratistas de cláusulas de resultados?
7. ¿Desarrollan Uds. una garantía de calidad y la colaboración con los contratistas?
8. ¿Crean Uds. y ponen al día un expediente por asunto, según un procedimiento de constitución predeterminado?
9. El control de los trabajos de los contratistas y la recepción de estos ¿las lleva a cabo una persona de su servicio, especialmente designada y según procedimientos rigurosos?
10. ¿Disponen Uds. de documentación específica para que empresas externas lleven a cabo el mantenimiento de sus equipamientos?
<b>L. Control De La Actividad</b>
1. ¿Se dan informes regulares del control de las horas, los costos de mano de obra y repuestos?
2. ¿Se controla la eficacia, grado de saturación y tiempos muertos del potencial de mantenimiento?
3. ¿Dominan ustedes su carga de trabajo?
4. ¿Posee la empresa algún método de estimación de costos por mantenimiento de las diferentes máquinas y herramientas?
5. ¿Emiten ustedes de forma regular un informe de las actividades a desarrollar (todos los meses y anualmente)?

## **7. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

En este capítulo se presentan los conceptos y aspectos teóricos acerca del mantenimiento en general con la finalidad de concretar las bases científicas en el desarrollo de este proyecto en búsqueda del objetivo principal de hacer un programa de mantenimiento preventivo para los equipos críticos de la empresa METCOL LTDA.

### **7.1 DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO**

La European Federation of National Maintenance Societies<sup>4</sup> define mantenimiento como: todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida, cualquier actividad como comprobaciones, mediciones, remplazos, ajustes y reparaciones necesarios para mantener o reparar una unidad funcional de forma que esta pueda cumplir sus funciones.

Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.

---

<sup>4</sup> European Federation Of National Maintenance Societies. Definición de Mantenimiento. Disponible en: <http://www.efnms.org/what-EFNMS-Stand-for/m1312/what-EFNMS-Stand-for.html>

## 7.2 OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO

El objetivo del mantenimiento es conservar todos los activos que hacen parte del sistema de una empresa directa o indirectamente afectados a los servicios, en las mejores condiciones y con el máximo nivel de efectividad en el funcionamiento, con un muy buen nivel de confiabilidad, calidad y al menor costo posible.

El mantenimiento debe estar encaminado a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.

**7.2.1 Evolución Histórica del Mantenimiento**<sup>5</sup>. Históricamente el mantenimiento ha pasado por diversas concepciones y técnicas entre las cuales podemos destacar las siguientes:

**Mantenimiento Accidental:** Los encargados del mantenimiento y propietarios consideraban que lo correcto era operar un equipo hasta que su funcionamiento fuera completamente defectuoso y perdiera toda posibilidad de prestar algún servicio.

**Mantenimiento Progresivo:** En este tipo de mantenimiento el equipo se subdivide racionalmente para mantenerlo en forma progresiva, con este tipo de mantenimiento se lograba la máxima disponibilidad de la maquina o equipo, pero no se obtenía la máxima vida de sus elementos, ni se lograba la máxima

---

<sup>5</sup> Gonzales B. Carlos Ramón. Mantenimiento y montajes Conferencias cap.2 generalidades. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander.UIS.2001

eficiencia, ni existía protección contra fallas prematuras, pues cada elemento se revisaba solo en el momento en que cumplía su periodo establecido.

**Mantenimiento Periódico:** En este tipo de mantenimiento todo el equipo en su conjunto se desarmaba, inspeccionaba y reparaba en forma periódica, cada vez que había cumplido un tiempo calendario, o un tiempo de servicio o producido una cierta cantidad. Esta clase de programas tiene muy poca elasticidad. Dificulta la determinación de la vida útil del equipo y generalmente presenta remplazos prematuros de piezas del equipo, incrementando los costos de mantenimiento.

**Mantenimiento Preventivo:** Es el mantenimiento que se realiza a los equipos de una planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas y debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminada a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de los equipos.

El mantenimiento preventivo más que una técnica específica de mantenimiento es una filosofía o estado de ánimo que comienza desde el mismo momento en que se diseña el equipo, ya que allí se piensa en la facilidad de mantenimiento y montaje, en la confiabilidad, duración y cuidados de cada una de sus partes.

**Mantenimiento Predictivo:** El mantenimiento predictivo es aquel que se realiza mediante la utilización de indicadores y/o registradores, con alarma o sin ella, para medir los parámetros fundamentales de funcionamiento óptimo de las máquinas. Estos aparatos de control pueden ser: vibro metros, manómetros, termómetros, termógrafos, niveles de ruido, analizadores de gases, aceites, medidores de espesores, aislamientos eléctricos, etc.

El mantenimiento predictivo es el futuro del mantenimiento ya que muchos equipos se están construyendo hoy en día con sensores de diversas clases, que puedan enviar señales a indicadores y registradores cada vez más sofisticados, conectados a microprocesadores.

**Mantenimiento Productivo:** Cuando en la década de los 80 comienza a hablarse de la excelencia en el proceso productivo, el cambio de mentalidad sobre el control de la calidad, el acaparamiento a través de inventarios y las discrepancias entre el operador y el mantenedor, se hace imperiosa la necesidad de modificar la estructura, el ambiente y la política de la empresa. En la década de los 80, los japoneses a través de su filosofía del control total de la calidad y la excelencia en la manufactura irradian este influjo sobre el mantenimiento; creando las bases del mantenimiento productivo total, el cual puede definirse por los 5 elementos que lo comprenden:

- ✓ Lograr la máxima efectividad del equipo por medio del Mantenimiento Preventivo económico.
- ✓ Un programa de mantenimiento preventivo para toda la vida del equipo.
- ✓ El mantenimiento es realizado por todas las dependencias de la empresa. Los operarios se encargan de prestar los primeros auxilios. Se acaba el “Yo opero, Tu operas”.
- ✓ Todos los miembros de la organización tienen participación y responsabilidad. Se realiza un programa autónomo por parte de operarios.
- ✓ Se crean pequeños responsables de las actividades del mantenimiento, la existencia de estos grupos hace la diferencia entre Mantenimiento Productivo y Mantenimiento Productivo Total.

### 7.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo es una intervención necesaria para poder solucionar un defecto o falla ya ocurrida. Es la actividad de reparar averías a medida que estas se van produciendo en máquinas o equipos, el personal encargado de notificar la avería es el mismo operador y el encargado de realizar la reparación es el personal de mantenimiento.

La mayor parte de los ingenieros de mantenimiento están familiarizados con el mantenimiento por avería. Desde luego supone que se permite que el equipo siga en servicio hasta que no pueda desempeñar su función normal y el departamento de producción se vea obligado a llamar a los ingenieros de mantenimiento no atienden de nuevo el equipo hasta que vuelva a tener algún fallo.

Las actividades del mantenimiento correctivo son:

- ✓ Detención del fallo
- ✓ Localización del fallo
- ✓ Desmontaje
- ✓ Recuperación o sustitución
- ✓ Montaje y Pruebas
- ✓ Verificación

Las desventajas:

- ✓ Altos tiempos improductivos de los equipos
- ✓ Baja confiabilidad
- ✓ Bajo nivel de organización
- ✓ Tiene gran incidencia en los costos de mantenimiento
- ✓ Está basada en intervenciones rápidas y pasajeras

Procedimiento a seguir luego de una avería:

- ✓ Realizar una inspección para determinar cuáles piezas han sido afectadas y cuales se necesitan cambiar
- ✓ Determinar el tiempo necesario para la reparación total o parcial
- ✓ Gestionar repuestos
- ✓ Realizar la reparación, ajustar e inspeccionar

**Pre-averías:** Son actividades programadas con anterioridad a las fallas o al desgaste normal de cada equipo. Estas actividades inspeccionan, previenen y detectan posibles fallas insipientes y evitan aumentos en los tiempos de paro para la debida realización de mantenimiento.

#### **7.4 MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

Consiste en el análisis de parámetros en funcionamiento cuya evolución permite detectar una falla antes de que esta tenga consecuencias más graves. Consiste en estudiar la evolución temporal de ciertos parámetros y asociarlos a la evolución de las paradas, para así determinar en qué periodo de tiempo, esa falla va a tomar una relevancia importante, y así poder planificar todas las intervenciones con tiempo suficiente, para que esa parada no tenga consecuencias graves.

Tipo de actividades técnicas utilizadas sin la interrupción del equipo:

- ✓ Análisis de Vibraciones
- ✓ Inspección visual
- ✓ Inspección Acústica
- ✓ Control de Temperaturas
- ✓ Control de Lubricantes
- ✓ Detención de Perdidas

- ✓ Monitoreo de Vibraciones
- ✓ Control de Ruidos
- ✓ Control de Corrosión
- ✓ Tomografía Infrarroja

Técnicas usadas con la interrupción del equipo:

- ✓ Chequeo de espesores
- ✓ Líquidos y partículas magnéticas
- ✓ Análisis metalográficos
- ✓ Análisis de aceites
- ✓ Chequeo de corrientes y aislamiento
- ✓ Monitoreo en la línea de sistemas hidráulicos

Las ventajas son:

- ✓ Reduce el tiempo de parada
- ✓ Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo
- ✓ Optimiza la gestión del personal de mantenimiento
- ✓ Requiere una plantilla de mantenimiento más reducida
- ✓ Permite tomar decisiones inmediatas
- ✓ Permite conocer con exactitud el tiempo límite de actuación.

## **7.5 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

El mantenimiento autónomo es una de las etapas de la preparación de las condiciones de implantación del TPM por parte del comité de implantación. Posteriormente en la etapa de implantación, en la formación del personal en la metodología del TPM es una actividad importante. Esto nos indica que se fija en el principio y se corrige más tarde.

Estas actividades comprenden: metodología de las cinco S, y el mantenimiento autónomo, promoción y soporte total de los siete pasos del mantenimiento autónomo y establecimiento de diagnóstico de habilidades (capacitación y adiestramiento en multi-habilidades) y procedimientos de trabajo.<sup>6</sup>

El mantenimiento autónomo en siete pasos:

1. Limpieza Inicial.
2. Proponer medidas y señalar las causas y efectos de las basuras y el polvo
3. Estándares de Limpieza y Lubricación
4. Inspección General
5. Inspección Autónoma
6. Organización y Ordenamiento
7. Término de la implantación del mantenimiento autónomo.

## **7.6 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.

---

<sup>6</sup> Mantenimiento Planificado Disponible en: <http://www.mantenimientoplanificado.com/>

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 demandas, desmotivación a la calidad y productividad.

### **7.6.1. 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. En general, para iniciar el establecimiento de un programa de mantenimiento preventivo se pueden tener en cuenta los siguientes pasos:

**7.6.1.1. 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.

**7.6.1.2. 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).

**7.6.1.3. 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.

**7.6.1.4. 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.

**7.6.1.5. 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.

**7.6.1.6. 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.

**7.6.1.7. 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.

**7.6.1.8. 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.

**7.6.2. Responsable por el Mantenimiento Preventivo.** 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.

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.

## **7.7 DEFINICIÓN DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD <sup>7</sup>**

Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar un análisis de Criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis.

---

<sup>7</sup> Guerra Benjumea, Jorge Enrique. Bejarano Carvajal, David Antonio. Plan de Mantenimiento Preventivo para la Empresa Pladesan LTDA. Tesis de Grado. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica. Bucaramanga. 2014. 87p

El objetivo de un Análisis de Criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable. La información recolectada en el estudio podría ser utilizada para:

- ✓ Priorizar ordenes de trabajo de operaciones y mantenimiento.
- ✓ Priorizar proyectos de inversión.
- ✓ Diseñar políticas de mantenimiento.
- ✓ Seleccionar una política de manejo de repuestos y materiales.
- ✓ Dirigir las políticas de mantenimiento hacia las áreas o sistemas más críticos

El Análisis de Criticidad aplica en cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes que requieran ser jerarquizados en función de su impacto en el proceso o negocio donde formen parte. Sus áreas comunes de aplicación se orientan a establecer programas de implantación y prioridades en los siguientes campos: mantenimiento, inspección, materiales, disponibilidad de planta, personal.

Los criterios para llevar a cabo este análisis por medio de la expresión riesgo son los siguientes<sup>8</sup>:

- **Frecuencia de Fallas:** Es el número de repeticiones en un periodo de tiempo de una alteración del cumplimiento satisfactorio de un sistema, maquina o pieza.
- **Impacto Operacional:** Porcentaje de producción que se perjudica cuando acontece una falla.

---

<sup>8</sup> Vargas Acevedo, Camilo Andrés, Programa de mantenimiento preventivo para el taller Mayorautos s.a basado en el análisis de criticidad. Universidad Industrial de Santander.UIS.2013.P.50

- **Flexibilidad Operacional:** Facilidad que tiene la producción de efectuar un cambio rápido sin recaer en el aumento de costos o pérdidas.
- **Costos de Mantenimiento:** Son gastos que implica la labor de mantenimiento, sin incluir los costos producidos por la falla en la producción.
- **Impacto de Seguridad y Medio Ambiente:** Es un diagnostico en donde se observan los inconvenientes que tiene el sistema, maquina o pieza sobre las personas o el ambiente.

## 7.8 INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

**7.8.1 Indicadores de Efectividad.** Los indicadores de mantenimiento son utilizados para medir o cuantificar la gestión en las grandes industrias por parte del departamento de mantenimiento en la administración de los equipos y de la empresa en general. Juegan un papel importante en la gerencia y supervisión por parte del departamento de mantenimiento y son aquellos que muestran que tan eficiente es en su proceso la empresa además de la confiabilidad del proceso y la rapidez con que atacan un imprevisto durante la producción.

**7.8.1.1 Confiabilidad y Tiempo Promedio para Fallar<sup>9</sup>:** La confiabilidad es uno de los principales atributos que determina la efectividad de un equipo o sistema. Se define como la posibilidad de que un equipo o sistema desempeñe satisfactoriamente la función que se requiere de él, bajo condiciones específicas de operación, durante un periodo de tiempo determinado.

Es claro que se debe definir un funcionamiento adecuado o satisfactorio para establecer cuando el equipo entra en falla. El tiempo que tarda en fallar un equipo o sistema, es decir, su “vida”, no se puede determinar con precisión por lo tanto se

---

<sup>9</sup> Manual de Indicadores de Mantenimiento. Indicadores de Efectividad. P18.

le designa como una variable aleatoria asignándole una función de probabilidad a la variable aleatoria del tiempo de fallo.

Una medida de hallar de forma indirecta el indicador de confiabilidad del equipo o sistema es el *Tiempo Promedio para Fallar (TPPF)*, que es un valor esperado o medio del tiempo para la variable aleatoria de fallo. Este indicador mide el tiempo promedio capaz de operar el equipo o sistema a capacidad sin interrupciones dentro del periodo considerado.

El tiempo promedio para fallar se calculara como:

$$TPPF = \frac{CANTIDAD DE HORAS OPERADAS}{NUMERO DE FALLOS}$$

**Ecuación 1 Tiempo Promedio de fallo**

**7.8.1.2 Mantenibilidad y Tiempo Promedio para Reparar:** El Tiempo Promedio para Reparar (TPPR) es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Dicho de otra manera, el TPPR mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por una falla, dentro de un periodo de tiempo determinado, y considerando al tiempo de fallo igual al tiempo para reparar. El Tiempo Promedio para Reparar se calculara como:

$$TPPR = \frac{CANTIDAD DE HORAS DE FALLA}{NUMERO DE FALLOS}$$

**Ecuación 1 Tiempo Promedio para Reparar**

**7.8.1.3 Disponibilidad:** Se define como la capacidad del equipo o instalación para realizar una función requerida bajo condiciones específicas sobre un periodo de tiempo determinado, asumiendo que los recursos externos requeridos son suministrados. Es un indicador determinístico que traduce los resultados de las acciones de mantenimiento a un índice combinado para un equipo o sistema. Se basa en la pregunta, “¿Está disponible el equipo en condiciones de trabajo cuando se le necesita?”. Se utiliza el análisis de disponibilidad para determinar una solución que permita establecer los requisitos para la confiabilidad y susceptibilidad de mantenimiento. Es útil para determinar cifras significativas del equipo o sistema en si, como las de frecuencia y tipo de ocurrencia de fallos, posibilidad de reparación y análisis de trabajos de mantenimiento.

La disponibilidad se calcula como:

$$D = \frac{TPPF}{TPPF + TPRR} * 100$$

### **Ecuación 2 Disponibilidad**

## **7.9 SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

Las estrategias, técnicas, operaciones e instrumentos que se utilizan en la Gestión y Operación de Mantenimiento, requieren de una plataforma informática especializada para su adecuada administración. Los datos, la información y su análisis en tiempo real permiten tomar mejores y más acertadas decisiones en Mantenimiento. La industria de la tecnología de Información es la de más crecimiento y desarrollo, la mayor comercialmente y la de mayor potencial de transformación a personas e industrias. Representa oportunidades de trabajo y mayor competitividad.

El sistema de información en la gestión del mantenimiento industrial sirve para organizar, controlar y administrar la información que se requiere en la gestión del mantenimiento para la toma de decisiones.

Es una herramienta poderosa porque: Documenta la información de los equipos y su localización en la empresa; referente a los manuales de operación, manuales técnicos, planos, diagramas, fotografías, proveedores. Organiza, programa y documenta los planes de gestión del mantenimiento preventivo y correctivo. Documenta el historial de los trabajos realizados y recursos empleados.

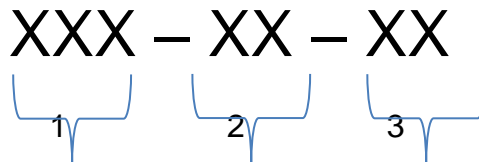
## 8. CODIFICACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

Para llevar a cabo este proceso de codificación se optó por un sistema nuevo, para una mejor ubicación de los equipos de una manera ágil y eficaz.

Esta codificación nos permite los diferentes equipos en sus respectivas áreas y sus características más importantes.

Este código alfanumérico diseñado especialmente a la empresa METCOL LTDA.; está compuesto por un código de área de producción, también llevara asignado de forma abreviada la clase de equipo y su respectivo consecutivo.

**Figura 10. Codificación de Maquinas**



1. Código de área de producción.
2. Clase de equipo
3. Número consecutivo

### 8.1 CÓDIGO DE ÁREA DE PRODUCCIÓN

Este código está conformado por tres letras las cuales son la primera y las dos más significativas.

**Tabla 4. Código de Área de Producción**

ÁREA DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO
Almacén de Herramientas e Insumos	AHT
Banco	BAN
Ensamble y Montaje	ENS
Estructuras	EST
Equipos de Transporte	ETR
Mecanizado	MEC
Pintura y Acabado	PIN
Suministro	SMT

**8.1.1 Clase de Equipo.** Conformado por la primera letra del nombre de la máquina o equipo y seguido de su primera consonante. Para aquellos equipos que estén compuestos por dos palabras, el código se formara por la primera letra de cada una de las palabras.

**Tabla 5. Código de Equipos**

EQUIPOS	CÓDIGO
AIRE ACONDICIONADO	AA
CALENTADOR DE BALINERAS	CB
COMPRESOR DE AIRE	CA
COMPUTADOR	PC
CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO	CNC
CORTADORA DE PLASMA	CP
ENDEREZADORA DE EJE	ENE
ESCÁNER IMPRESORA	EI
ESMERIL	ES
IMPRESORA	IM
LIMADORA	LM
MANDRILADORA HORIZONTAL	MH

Tabla 5. Código de equipos (Continuación)

EQUIPOS	CÓDIGO
METALIZADORA	MT
MOTOR ELÉCTRICO	ME
MOTOR TOOL	MO
PRENSA HIDRÁULICA	PH
PRENSA MANUAL	PM
PUENTE GRÚA	PG
PULIDORA	PL
RECTIFICADORA PARA SUPERFICIES PLANAS	RSP
RECTIFICADORAS DE CIGÜEÑALES	RC
ROLADORA	RL
ROSCADORA DE TUBO	RT
SIERRA ELÉCTRICA ALTERNATIVA	SEA
SOLDADOR DE ARCO ELÉCTRICO	SA
SOLDADOR ELECTRODO REVESTIDO	SER
SOLDADOR MULTIPROCESO	SMP
SOLDADOR MIG	MG
SOLDADOR TIG	TG
SOLDADOR OXICORTE	SO
SOLDADOR PLASMA	SP
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	SE
TALADRADORA RADIAL	TR
TALADRO MANUAL	TM
TORNO PARALELO	TP
TORNO VERTICAL	TV
VENTILADOR DE PLANTA	VP

**8.1.2 Numero Consecutivo.** Este tendrá dos dígitos consecutivos con su respectiva zona y clase de equipo.

Ejemplo:

*Código de Equipo:* MEC-TV-01

área de Producción: MEC= Mecanizado.

Clase de Equipo: TH= Torno Vertical.

Número Consecutivo: 01.

## 8.2 INVENTARIO DE MAQUINAS Y EQUIPOS

En la siguiente tabla se podrá observar con más detalle el inventario actual de las máquinas y equipos del área de producción con su respectivo código, fabricante y modelo.

**Tabla 6. Tabla Inventario de Equipos**

CÓDIGO	EQUIPO	FABRICANTE	MODELO
MEC-CNC-01	Torno CNC	GÉMINIS	S CNC 870-DC
MEC-TP-01	Torno Paralelo	C13 MB	93530 L 3000
MEC-TP-02	Torno Paralelo	RUSO	1M636
MEC-TP-03	Torno Paralelo	RUSO	1M636
MEC-TP-04	Torno Paralelo	ZMM INC SOFIA	21004 / 2001
MEC-TP-05	Torno Paralelo	RECKORD	Nº 2971
MEC-TP-06	Torno Paralelo	CHINO	SUPER 30R 550 A
MEC-TP-07	Torno Paralelo	USSRR(RUSO)	3111A
MEC-TV-01	Torno Vertical	USSRR	4371
MEC-RC-01	Rectificadora de Cigüeñales	SCHOU	034
MEC-RSC-01	Rectificadora de Superficies Cilíndricas	HILLE	S1 – 100 VENRST
MEC-RSP-01	Rectificadora de Superficies Planas	JOTES	SAB 100W 1978
MEC-FR-01	Fresadora Universal	CHINA	Nº 31054
MEC-TR-01	Taladradora Radial	APC RUSIA LUTRAINEL	2 A554 VERSIÓN 30
MEC-LM-01	Limadora	SHAPE	DH6070

Tabla 6. Tabla inventario de equipos (Continuación)

CÓDIGO	EQUIPO	FABRICANTE	MODELO
MEC-MH-01	Mandriladora Horizontal	SACEM	110. 1051
EST-SEA-01	Sierra Eléctrica Alternativa	CHINA	013
EST-SEA-02	Sierra Eléctrica Alternativa	DOALL	C9
EST-PH-01	Prensa Hidráulica	ENARPAY	014
EST-ENE-01	Enderezadora de Ejes	METCOL	001
EST-SLR-01	Soldador de Electrodo Revestido	MILLER	M304
EST-SLR-02	Soldador de Electrodo Revestido	MILLER	XMT 300
EST-TG-01	Soldador Tig	POW CON	250
EST-MT-01	Metalizadora	CASTODYN DS - 8000	Nº 5176
EST-CP-01	Cortadora a Plasma	CEBORA	508824
EST-CP-02	Cortadora a Plasma	PAK MASTER 50XL	PCH / M – 28
EST-CB-01	Calentador de Balineras	SKF	729659 C
EST-SO-01	Soldador Oxicorte	VICTOR	350
EST-SO-02	Soldador Oxicorte	VICTOR	350
EST-RO-01	Roladora	METCOL	002
EST-SA-01	Soldador de Arco	INFRA	ALENA t16 352
EST-SLR-03	Soldador de Electrodo Revestido	ATW GLE. ATIMA. DIESE	2009 4 16
EST-RT-01	Roscadora de Tubos	Nº 300 COMPACTA RIDGID	006
SMT-CA-01	Compresor de Aire	CARSON	F 1292
SMT-CA-02	Compresor de Aire	HANSHIN MACHINERY	009
ETR-PG-01	Puente Grúa	YALE	10T
ETR-PG-02	Puente Grúa	YALE	5T
BAN-ES-01	Esmeril	Dewalt	752-B3
BAN-ES-02	Esmeril	Dewalt	752-B3
BAN-ES-03	Esmeril	BLACK & DECKER	370W-3
AHT-PL-01	Pulidora	Dewalt	DW494
AHT-PL-02	Pulidora	Dewalt	DW494
AHT-PL-03	Pulidora	Dewalt	DW474
AHT-MT-01	Moto Tool	Ferton	DRJ001

Tabla 6. Tabla inventario de equipos (Continuación)

CÓDIGO	EQUIPO	FABRICANTE	MODELO
AHT-MT-02	Moto Tool	Dewalt	DW887
AHT-TM-01	Taladro Manual ½	BLACK & DECKER	500
AHT-TM-02	Taladro Manual 3/8	MAKITA	MKMDP303H

### 8.3 ESTADO ACTUAL DE LOS EQUIPOS METCOL LTDA.

Para llevar a cabo un análisis de los activos en general de las máquinas y equipos que componen la empresa METCOL LTDA, es necesario un estudio preliminar del estado de los equipos y la información existente de ellos tales como manuales operacionales, datos de repuestos adquiridos.

Esta fase se realizó con la ayuda del jefe de mantenimiento y de igual forma con cada uno de los operarios encargados de sus equipo; por medio visitas programadas a la empresa donde se inspeccionó el equipo de manera visual y en su momento de operación ; cabe recordar que se llevó a cabo una auditoría de los activos para el perfecto análisis del mantenimiento de los equipos, dicha auditoría consta de varios aspectos entre los cuales se destaca organización general, documentación técnica, organización del taller entre otros.

**8.3.1 Tipo de Mantenimiento.** El mantenimiento que presenta en la actualidad la empresa METCOL LTDA., es un tipo de mantenimiento correctivo, este se presenta en los diferentes equipos de mecanizado y soldadura de la empresa, por consecuencia de esto se llevan paradas en la producción.

La empresa no posee un plan de mantenimiento establecido a sus equipos, tampoco rutinas para el cuidado y uso de los equipos.

**8.3.2 Personal de Mantenimiento.** La empresa cuenta con un supervisor capacitado por el SENA, el cual es la persona con más experiencia en la rama del mantenimiento de los equipos ya que trabaja desde los inicios de la empresa, también cuenta con un ingeniero de producción, quien es el jefe de mantenimiento.

Si la falla en los equipos supera las capacidades del personal de mantenimiento y la falla no se puede corregir, se pasa el debido informe a gerencia para que la empresa contratista IMOCOM, desempeñe las labores de corregir la falla.

**8.3.3 Soporte Informático.** Actualmente METCOL LTDA., no cuenta con ningún tipo de software o alguna base de datos bien diseñada que le permita manejar de manera óptima el mantenimiento de los equipos.

**8.3.4 Documentación Técnica.** Los equipos no cuentan con un tipo de información que soporte la capacidad de generar un buen mantenimiento, tampoco dispone de la mayoría de los manuales de los equipos. La empresa posee fichas técnicas de los equipos las cuales son demasiada corta de información con referencia a las características y registro importantes del equipo. Durante el desarrollo de la investigación se generaron nuevos registros de codificación para el reconocimiento organizado de los equipos ya que estos estaban enumerados sin ningún orden específico.

## **8.4 LEVANTAMIENTO DE INVENTARIO SITUACIONAL DE LOS EQUIPOS Y MAQUINARIA**

### **8.4.1 Centro de Mecanizado**

**8.4.1.1 Torno CNC GÉMINIS S CNC 870-DC:** Esta máquina posee daños muy frecuentes los últimos años con respecto a su parte electrónica, los cuales son muy repetidos en el equipo por causa de la variación de voltaje en las instalaciones de la empresa, esto produce fallas en la tarjeta electrónica del torno, la cual se cambió durante el mes julio del presente año.

También se cambió la tarjeta del husillo durante la misma fecha ya que generaba una alarma durante su funcionamiento, todo para prevenir el calentamiento constante del servomotor del husillo. No existe fugas de aceite y el sistema hidráulico no presenta problemas. Esta es una de las maquinas con mayor carga de producción, de ahí sus 8 horas de trabajo diarias.

El operario revisa diariamente los niveles de aceite, aseo de la maquina en general, lubricación de las partes móviles, finalizado su turno deja la maquina en completa limpieza.

### **8.4.2 Tornos**

**8.4.2.1 Torno Paralelo C13 MB [93530 L 3000]:** El operario de la maquina se encarga del aseo y cuidado del equipo, también verifica el nivel de aceite diariamente antes de iniciar operaciones en el equipo.

El torno posee un desajuste considerable durante su operación por su lado del cabezal fijo, ya que las guías de la bancada están demasiado gastadas, la solución rápida para corregir de una manera no tan adecuada esta falla, se

encuentra en la capacidad de resolver este tipo de situaciones por medio de la experiencia del operario de lo contrario para resolver de una buena forma, es por medio del cambio total de las guías, lo que la empresa en estos momentos no tiene dispuesto a desarrollar.

La caja de cambios del carro porta herramientas genera demasiada vibración al momento de su funcionamiento, ya que sus piñones se encuentran algo desgastados por su excesivo uso operacional.

**8.4.2.2 Torno Paralelo Ruso 1m636:** El torno es aseado por el operario cada vez de iniciado y finalizado su turno, también verifica de manera visual y periódica el nivel de aceite, el cual fue cambiado durante el primer periodo del 2014

Este torno posee fallas durante su encendido; el sistema eléctrico de arranque se encuentra averiado y esto genera paradas durante su operación. El carro longitudinal posee una fuga de aceite, a pesar que se la ha cambiado los sellos aún persiste la fuga.

**8.4.2.3 Torno Paralelo Ruso 1M638:** Aspecto visual del torno en buen estado, como sucede en la mayoría de las máquinas y equipos, cada operario es encargado de la funcionalidad de la maquina por medio de su limpieza, atención con respecto a sus niveles de lubricación y cuidado en general.

La parte eléctrica no ha presentado falla, la bancada tiene un desgaste normal por el uso de 8 horas diarias de constante trabajo. Se ajustó su contrapunto y se llevó un cambio en la parte de las guías del carro transversal.

**8.4.2.4 Torno Paralelo ZMM INC SOFIA 21004 / 2001:** Torno con la mayor carga excesiva de trabajo en la zona de mecanizado, ya que en este se realizan además de la operación del torno, es utilizado para el metalizado de ejes, procedimiento para el recubrimiento de estos.

La zona de las guías de la bancada por el cabezal fijo se encuentra demasiado gastada, esto produce errores considerables durante el mecanizado de piezas de precisión, durante el proceso de mecanizado de alguna pieza la capacidad de solución del operario es la solución más cercana al momento, por ello se aún se encuentra en espera el cambio de guías de la bancada el cual es considerablemente costoso.

La parte electrónica del equipo se encuentra en buen estado, el funcionamiento de la bomba de aceite es bueno, lo mismo que su sistema de engrase. El operario del equipo siempre aseca y lubrica las guías del equipo en su turno de trabajo, al igual que la verificación de su sistema de lubricación y nivel.

**8.4.2.5 Torno Paralelo RECKORD N° 2971:** Equipo que es inspeccionado por el operario durante su turno por medio de la limpieza de sus componentes y de su respectiva lubricación de guías y chequeo de nivel de aceite.

Existe una falla eléctrica en la maquina muy repetida durante los últimos meses esto debido al cambio de variación del voltaje en la zona industrial y la adquisición de nuevos equipos en la empresa los cuales generan más consumo de energía en la zona por consecuente las constantes fallas y paradas, que generan demora en la entrega de piezas para sus socios.

Su bancada se encuentra en buen estado al igual que el sistema del carro portaherramientas, no posee fugas de aceite, visualmente se encuentra en buenas condiciones.

**8.4.2.6 Torno Paralelo Chino SUPER 30R 550 A:** Torno en buen estado, las condiciones de la bancada se encuentran en perfectas condiciones, el mecanismo de avance se encuentra funcionando de la mejor manera.

Diariamente el operario verifica de forma visual el estado del equipo, también aseaa el equipo durante su turno de trabajo. La parte eléctrica del torno se encuentra en buen estado, todos sus componentes eléctricos funcionan en excelente manera.

**8.4.2.7 Torno Vertical USSRR 4371:** Máquina para trabajos especiales de dimensiones relativamente grande, es de poco uso, por tal motivo se encuentra en buenas condiciones. Al momento de iniciar la labor de maquinado de piezas el operario verifica de manera cuidadosa la limpieza de la maquina con respecto a la cantidad de viruta generada durante su operación, de igual forma el operario inspecciona tanto la taladrina y el nivel de aceite diariamente.

La parte eléctrica se encuentra en buenas condiciones, pero se la ha solicitado al operario de manera conjunta con el jefe de mantenimiento el cambio de algunos cables que se encuentran desgastados, su sistema de lubricación trabaja en buena forma. Su portaherramientas se encuentra trabajando muy bien; al igual que su tablero de control y sus respectivos interruptores.

### **8.4.3 Mandriladora**

**8.4.3.1 Mandriladora Universal SACEM [110-1051]:** Al inicio de operaciones diariamente el operario, realiza una limpieza, lo mismo que una inspección visual del nivel de aceite, también verifica el desplazamiento correcto de la máquina.

La alesadora posee fugas de aceite considerable, lo cual perjudica el funcionamiento en operación del equipo; el sistema de frenado del brazo de maquinado es demasiado lento y en algunos casos se debe esperar hasta que pierda su movimiento. Se le llevo a cabo el cambio del husillo, se enderezo el

tornillo sin fin y a su vez se aprovechó para un cambio de aceite, esto ocurrió durante marzo del presente año.

#### **8.4.4 Rectificadoras**

**8.4.4.1 Rectificadora de Cigüeñales SCHOU [034]:** Maquina encontrada en buen estado, al igual que la parte eléctrica y sus respectivas conexiones. El operario es el encargado de la limpieza y cambio de refrigerante del equipo, en este caso se debe cambiar frecuentemente por el uso de las piedras encargadas de rectificar los diferentes cigüeñales. En Julio del presente año se llevó a cabo un mantenimiento completo en su bomba hidráulica ya que presentaba fallas en su funcionamiento al mismo tiempo se ajustó su contrapunto.

**8.4.4.2 Rectificadora de Superficies Cilíndricas HILLE S1 – 100 VENRS:** Al igual que ciertos equipos ubicados por un lado posterior de la planta, presentan fallas con respecto al sistema de alimentación eléctrica y sus diferentes cambios de voltaje, perjudican el funcionamiento del motor eléctrico al igual que su bomba de lubricación.

El operario es la persona encargada del cambio del refrigerante durante su tiempo de uso, también de la limpieza general del equipo, y su responsabilidad con los niveles de aceite del equipo son vitales para la vida y funcionamiento del mismo.

**8.4.4.3 Rectificadora de Superficies Planas JOTES SAB 100W 1978:** Equipo con poca carga de trabajo por el uso de rectificado para piezas especiales, por este motivo la maquina se encuentra en buen estado al igual que todos sus componentes móviles. El cambio general de refrigerante se llevó a cabo durante abril, en esta misma fecha se niveló su carro longitudinal, que fue lo más destacado de mantenimiento se refiere al equipo.

#### **8.4.5 Fresadora**

**8.4.5.1 Fresadora Universal CHINA N° 31054:** El operario se encarga diariamente de la limpieza de la máquina y observa que su nivel de aceite se encuentre en óptimas condiciones, esta fresadora utiliza aceite hidráulico Tellus 68 para su piñonería.

Esta máquina actualmente labora en jornadas de 8 horas durante toda la semana. La parte eléctrica se encuentra en buen estado, no presenta anomalías en sus conexiones, la bancada del equipo se encuentra en perfectas condiciones, al igual que su eje portaherramientas y carro transversal.

#### **8.4.6 Taladro Radial**

**8.4.6.1 Taladro Radial APC RUSIA LUTRAINEL 2 A554 VERSIÓN 30:** El equipo no presenta ningún problema, su sistema de lubricación y refrigeración se encuentran funcionando; sus conexiones eléctricas están en buen estado. El operario se encarga de la limpieza de la bancada, recientemente se lubrico su piñonería con un cambio de aceite para sus partes móviles.

#### **8.4.7 Limadora**

**8.4.7.1 Limadora SHAPE DH6070:** Equipo que presenta mediana carga de trabajo, visualmente se encuentra en perfecto estado. Su sistema de lubricación trabaja de la mejor manera al igual que su sistema de refrigeración. Bancada y portaherramientas en perfecto estado. El operario se encarga de chequear el nivel de aceite y su respectiva limpieza.

#### **8.4.8 Sierra**

**8.4.8.1 Sierra Eléctrica CHINA:** Maquina en excelente estado, su bancada al igual que su prensa de ajuste están en optimo cuidado por el operario, quien es el encargado del mantenimiento de la máquina, por medio de la limpieza y verificación del líquido refrigerante. Comandos de encendido y apagado en funcionamiento, el operario informa de manera anticipada sobre el cambio de la hoja al momento de encontrarse desgastada.

#### **8.4.9 Equipos de Soldadura**

**8.4.9.1 Soldador Multiproceso MILLER 304:** Equipo en buen estado, fue reparado el año anterior por daños en la tarjeta electrónica, se halla trabajando las 8 horas de lunes a domingo. Se debe tener cuidado con este equipo de soldar en cuestión de limpieza, ya que es un lugar donde se encuentra expuesto al polvo, este puede obstruir los canales de aire perjudicando al equipo y al mismo trabajo, también se recomienda al operario esta función de limpieza y la de periodos semestrales limpiar el equipo por medio de chorros de aire a baja presión. El conjunto de cables del equipo y su sistema de boquilla están en buen estado; en general el equipo se encuentra en condiciones recomendables.

**8.4.9.2 Soldador Multiproceso MILLER 300 XMT:** Este equipo de soldadura visualmente se encuentra en condiciones de regular estado, pero el cual se debe cambiar los terminales de soldadura, al igual que parte de sus cables que están deteriorados. El operario del equipo es el responsable de solicitar al jefe de mantenimiento sobre el cambio de estas piezas gastadas, también será el encargado de la limpieza del equipo durante su turno de trabajo y de disponer cuando sea necesario de barrido por medio de aire comprimido a través de las ranuras delanteras y traseras del equipo de soldar.

**8.4.9.3 Soldador Multiproceso POWCON 250:** Equipo al cual se le debe cambiar periódicamente la boquilla de soldar las cuales se desechan muy rápidamente por el constante uso del equipo. Sus conexiones se encuentran en buen estado, la limpieza superficial y la asistida por aire comprimido es tarea del operario encargado. En general el equipo se encuentra y trabaja en buenas condiciones.

**8.4.9.4 Cortador de Plasma CEBORA 508824:** Se deben hacerle cambios permanentes a los inyectores del equipo por medio del cual efectúa su corte. Sus conexiones eléctricas se encuentran en perfecto estado, la limpieza del equipo recae sobre el operador de la misma.

**8.4.9.5 Cortador de Plasma PAK MASTER 50XL PCH / M – 28:** Equipo en buen estado, se le ha cambiado su boquilla de corte para su excelente funcionamiento durante su operación de trabajo. se revisaron sus conexiones eléctricas y están en buen estado. Mínimo una vez al mes se debe limpiar por medio de aire comprimido el equipo, funciones desempeñadas por la persona encargada de operar el equipo de corte.

**8.4.9.6 Soldador Oxicorte 250:** Equipo en estado aceptable, se deben cambiar la boquilla la cual presenta averías por el lado de las mangueras, la persona encargada del equipo también dispone del cuidado del mismo por medio de limpieza, tanto del equipo como su lugar de trabajo.

**8.4.9.7 Soldador de Arco Eléctrico INFRA ALENA t16 352:** Este equipo de soldar se encuentra en buenas condiciones, sus conexiones no presentan averías, su sistema de control digital funciona muy bien. El operario a trabajar el equipo se encargara de las labores de cuidado, como es su limpieza y ajuste de cualquier conexión, también se encargara por lo menos cada mes por medio de aire comprimido limpiar las partes internas del equipo.

#### **8.4.10 Compresor**

**8.4.10.1 Compresor de Aire HANSHIN MACHINERY 300 PSI:** Actualmente se encuentra en perfecto funcionamiento, dispone de un juego de bandas nuevo el cual fue cambiado en el mes de mayo por el jefe de mantenimiento debido a su excesivo uso; dispone de buenos niveles de aceite, el compresor es puesto en marcha por medio de un motor con caballaje de 10 HP y 1750 RPM.

**8.4.10.2 Compresor de Aire CARSON F 1292:** Se encuentra ubicado en la zona de estructuras y funciona de buena forma, se debe tener cuidado de algunas conexiones eléctricas en mal estado, las cuales son reparadas en conjunto con el supervisor de mantenimiento y el operario; quien recae la tarea de la limpieza del equipo.

#### **8.5 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS**

Es de vital importancia evaluar la criticidad de cada uno de los equipos de producción de la empresa METCOL LTDA.; de esta manera se evitara el descuido de aquellos equipos de constante manejo y de la misma manera se impide el gasto innecesario de dinero en máquinas que no lo necesiten.

Para llevar a cabo este estudio de criticidad a la empresa METCOL LTDA. Se hizo uso del método de factores ponderados basado en el concepto de riesgo.

## 8.6 MÉTODO DE FACTORES PONDERADOS BASADOS EN EL CONCEPTO DE RIESGO

Este método fue desarrollado por un grupo de consultoría inglesa denominado: The Woodhouse Partnership Limited [Woodhouse Jhon. “Criticality Analysis Revisited”, The Woodhouse Partnership Limited, Newbury, England 1994].

Estos factores serán evaluados bajo las condiciones que se encuentren (ver Figura)<sup>10</sup>

**Tabla 7. Factores Ponderados**

FRECUENCIA DE FALLAS		COSTO DE MANTENIMIENTO	
Pobre mayor a 2 fallas/año	4	Mayor o igual al 5 % del costo del equipo	2
Promedio 1-2 fallas/año	3	Inferior al 5% del costo todo el equipo	1
Buena 0, 5-1 fallas /año	2	<b>IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE</b>	
Excelente menos de 0,5 fallas/año	1		
<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>		Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación ante externos de la organización	8
Perdida de todo el despacho	10	Afecta el ambiente/instalaciones	7
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7		
Impacta en niveles de inventario o calidad	4		
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	Afecta las instalaciones causando daños severos	5
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>		Provoca daños menores (ambiente-seguridad)	3
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4		
Hay opción de repuesto compartido/almacén	2		
Función de repuesto disponible	1	No provoca ningún daño a personas, instalaciones o ambientes.	1

Fuente: Conferencias Ingeniería de Mantenimiento

<sup>10</sup> Gonzales B. Carlos Ramon. Conferencias de ingeniería de mantenimiento. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. UIS. 2001

Estos factores se evalúan en reuniones de trabajo con la participación de las distintas personas involucradas en el contexto operacional (operaciones, mantenimiento, procesos, seguridad y ambiente).

Una vez que se evalúan en consenso cada uno de los factores presentados en la tabla anterior, se introducen en la fórmula de Criticidad Total y se obtiene el valor global de criticidad

**CRITICIDAD TOTAL = FRECUENCIA DE FALLAS X CONSECUENCIA**

**Ecuación 3 Criticidad Total**

**CONSECUENCIA= [ (IMPACTO OPER. X FLEXIB.) + COSTO MTTO +IMPACTO SAH ]**

**Ecuación 4 Consecuencia**

Una vez realizado el cálculo del valor de criticidad de los equipos se toman los valores totales individuales de cada uno de los factores principales: frecuencia, consecuencias y se ubican en la matriz de criticidad; valor de frecuencia en el eje Y, valor de consecuencias en el eje X y de esta forma obtener el nivel de criticidad de cada sistema. La matriz de criticidad que se presenta a continuación (ver fig.)<sup>11</sup> Permite jerarquizar los sistemas en tres áreas:

---

<sup>11</sup> Mocada Duvan. Rodríguez, Edder y Quiñonez, Jelder .Seminario De Investigación en metodologías de análisis de falla. Tesis de Grado Ingeniero Mecánico. Bucaramanga. Uis.Escuela de Ingeniería Mecánica. 2009.113 P.

**Figura 11. Matriz de Criticidad**



FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Fuente: Seminario de Investigación en metodologías de análisis de falla

- Área de sistemas No Críticos (NC): Son equipos que en el caso de fallar no repercutirán de manera importante en el proceso productivo.
- Área de sistemas de Media Criticidad (MC): Son equipos que en caso de fallar afectan levemente el sistema productivo, ya sea en la calidad del producto o en la eficiencia del proceso, pero permiten lapsos relativamente largos para reparar la avería.
- Área de Sistemas Críticos (C): Son equipos que al fallar ocasionan el paro de la cadena productiva o de un subsistema y por lo tanto su reparación es de carácter urgente.

En la siguiente figura se observara el ejemplo de formato que se utiliza para encuestar a los operarios de los equipos de la empresa METCOL LTDA. Dicha encuesta tiene como componente 5 preguntas, las cuales tienen una serie de respuestas con valores diferentes.

**Tabla 8. Formato de encuesta análisis de criticidad**

FORMATO PARA ANÁLISIS DE CRITICIDAD					
					
Fecha:	_____	Nombre del Equipo:	_____		
Equipo	_____	# del Inventario:	_____		
FRECUENCIA DE FALLAS					
Pobre mayor a 2 fallas/año		4			
Promedio 1-2 fallas/año		3			
Buena 0, 5-1 fallas /año		2			
Excelente menos de 0,5 fallas/año		1			
IMPACTO OPERACIONAL					
Pérdida de todo el despacho		10			
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas		7			
Impacta en niveles de inventario o calidad		4			
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción		1			
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL					
No existe opción de producción y no hay función de repuesto		4			
Hay opción de repuesto compartido/almacén		2			
Función de repuesto disponible		1			
COSTO DE MANTENIMIENTO					
Mayor o igual al 5 % del costo del equipo		2			
Inferior al 5% del costo todo el equipo		1			
IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE					
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación ante externos de la organización		8			
Afecta el ambiente/instalaciones		7			
Afecta las instalaciones causando daños severos		5			
Provoca daños menores (ambiente-seguridad)		3			
No provoca ningún daño a personas, instalaciones o ambientes.		1			
<b>Valor Criticidad</b>					

En base a los resultados obtenidos se establecen los tres grupos de criticidad ya mencionados:

- I. índice de criticidad entre 60-200: Equipos críticos los cuales se le implementará el plan de mantenimiento preventivo.
- II. Índice de criticidad entre 25-59: Equipos de un nivel medio de criticidad, que un determinado tiempo pueden ser críticos.
- III. Índice de criticidad menor 1-25: Equipos que presentan un nivel muy bajo, los cuales pueden estar sometidos a un programa de mantenimiento correctivo.

A continuación se presentara el procedimiento aplicado de criticidad para una máquina, seguidamente se tabulara para los demás equipos METCOL LTDA.

**Tabla 9. Análisis de criticidad Torno paralelo Sofía.**

EMPRESA: METCOL LTDA.	CRITERIO	PUNTAJE
DEPARTAMENTO: MECANIZADO	FRECUENCIA DE FALLAS	4
MAQUINA CÓDIGO INC SOFIA	IMPACTO OPERACIONAL	7
CÓDIGO: MEC-TP-04	FLEXIBILIDAD OPER.	2
	COSTO DE MTTO	2
	IMPACTO SAH	5

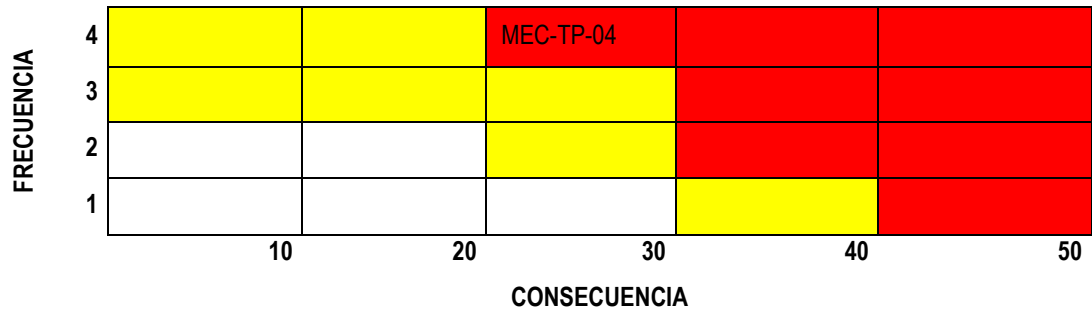
**CONSECUENCIA= [ (IMPACTO OPER. X FLEXIB.) + COSTO MTTO +IMPACTO SAH ]**

**CONSECUENCIA= [( 7 x 2 )] + 2 + 5 = 21**

**CRITICIDAD TOTAL = FRECUENCIA DE FALLAS X CONSECUENCIA**

**CRITICIDAD TOTAL= 4 x 21 = 84**

**Figura 12. Matriz Torno Sofía**



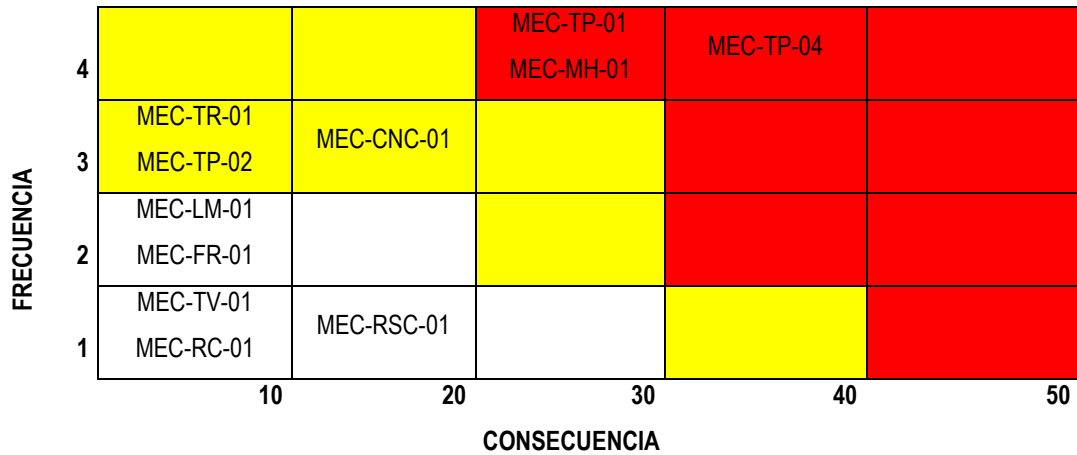
**8.6.1 Resultado del Análisis de criticidad Área de mecanizado**

**Tabla 10. Lista de Equipos Área de Mecanizado**

CÓDIGO	EQUIPO	F.F	I.O	F.O	C.M	I.S.A.H	CONS	CR
MEC-TP-04	TORNO PARALELO	4	7	4	2	5	35	140
MEC-TP-01	TORNO PARALELO	4	7	2	2	5	21	84
MEC-MH-01	MANDRILADORA	4	7	2	2	5	21	84
MEC-CNC-01	TORNO CNC	3	4	2	1	3	12	36
MEC-TR-01	TALADRO RADIAL	3	4	2	1	3	9	27
MEC-TP-02	TORNO PARALELO	3	4	1	1	3	8	24
MEC-LM-01	LIMADORA	2	4	2	1	1	10	20
MEC-RSC-01	RECTIF. SUPER. CILIND.	1	4	2	1	3	12	12
MEC-TP-05	TORNO PARALELO	2	4	1	1	1	6	12
MEC-RSP-01	RECTIF. SUPER. PLANAS	1	4	2	1	3	12	12
MEC-TP-06	TORNO PARALELO	2	1	1	1	3	5	10
MEC-TV-01	TORNO VERTICAL	1	4	2	1	1	10	10
MEC-FR-01	FRESADORA UNIVERSAL	2	4	2	1	1	4	8
MEC-TP-03	TORNO PARALELO	2	1	1	1	1	3	6
MEC-RC-01	RECTIFICADORA DE CIGUE.	1	1	2	1	3	6	6

Abrev.: F.F: Frecuencia de falla; I.O: Impacto operacional; F.O: Flexibilidad operacional; C.M: Costo de mantenimiento; I.S.A.H: Impacto en seguridad, ambiente e higiene; CONS: Consecuencia; CR: Criticidad.

**Figura 13. Matriz de Criticidad Área de Mecanizado**



### 8.6.2 Resultado del Análisis de Criticidad Área de Estructuras

**Tabla 11. Lista de Equipos Área de Estructuras.**

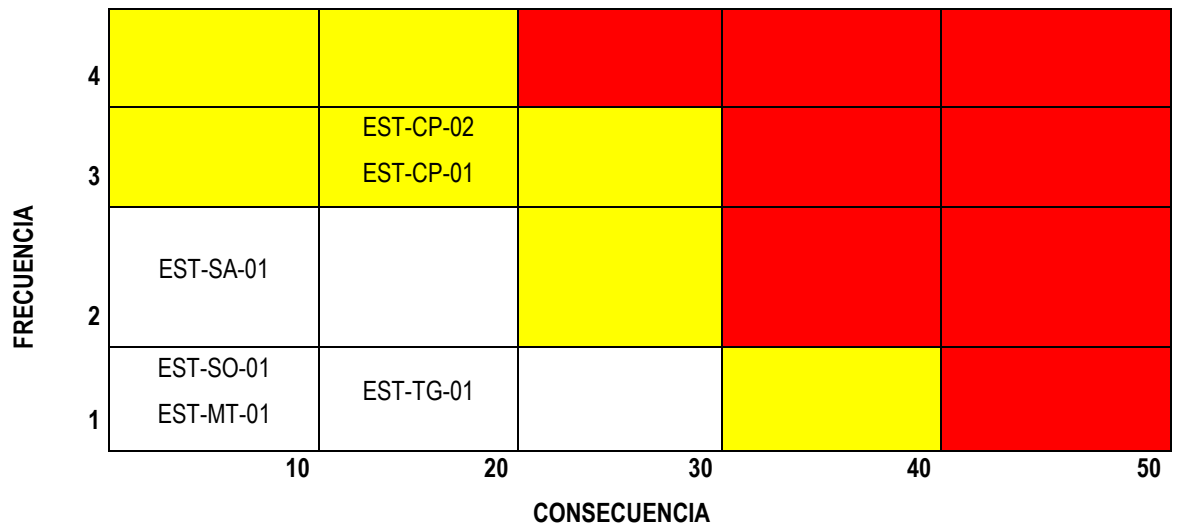
CÓDIGO	EQUIPO	F.F	I.O	F.O	C.M	I.S.A.H	CONS	CR
EST-CP-01	CORTADOR DE PLASMA	3	4	2	1	5	14	42
EST-CP-02	CORTADOR DE PLASMA	3	4	2	1	5	14	42
EST-SA-01	SOLDADOR DE ARCO	2	4	1	1	3	8	16
EST-SLR-01	SOLDADOR ELECTRODO REVESTIDO	1	4	2	1	3	12	12
EST-SLR-02	SOLDADOR ELECTRODO REVESTIDO	1	4	2	1	3	12	12
EST-TG-01	SOLDADOR TIG	1	4	2	1	3	12	12
EST-SLR-03	SOLDADOR ELECTRODO REVESTIDO	2	1	1	1	3	5	10
EST-ENE-01	ENDEREZADORA DE EJES	2	1	2	1	1	4	8
EST-SO-02	SOLDADOR OXICORTE	1	4	1	1	3	8	8
EST-SEA-01	SIERRA ELÉCTRICA	1	4	1	1	1	6	6
EST-PH-01	PRENSA HIDRÁULICA	2	1	1	1	1	3	6
EST-RO-01	ROLADORA	2	1	1	1	1	3	6

Tabla 11. Lista de equipos área de estructuras (Continuación)

CÓDIGO	EQUIPO	F.F	I.O	F.O	C.M	I.S.A.H	CONS	CR
EST-SO-01	SOLDADOR OXICORTE	1	1	2	1	3	6	6
EST-CB-01	CALENTADOR DE BALINERAS	1	1	2	1	1	4	4
EST-MT-01	METALIZADORA	1	1	1	1	1	3	3

Abrev.: F.F: Frecuencia de falla; I.O: Impacto operacional; F.O: Flexibilidad operacional; C.M: Costo de mantenimiento; I.S.A.H: Impacto en seguridad, ambiente e higiene; CONS: Consecuencia; CR: Criticidad.

Figura 14. Matriz de Criticidad de Área de Estructuras



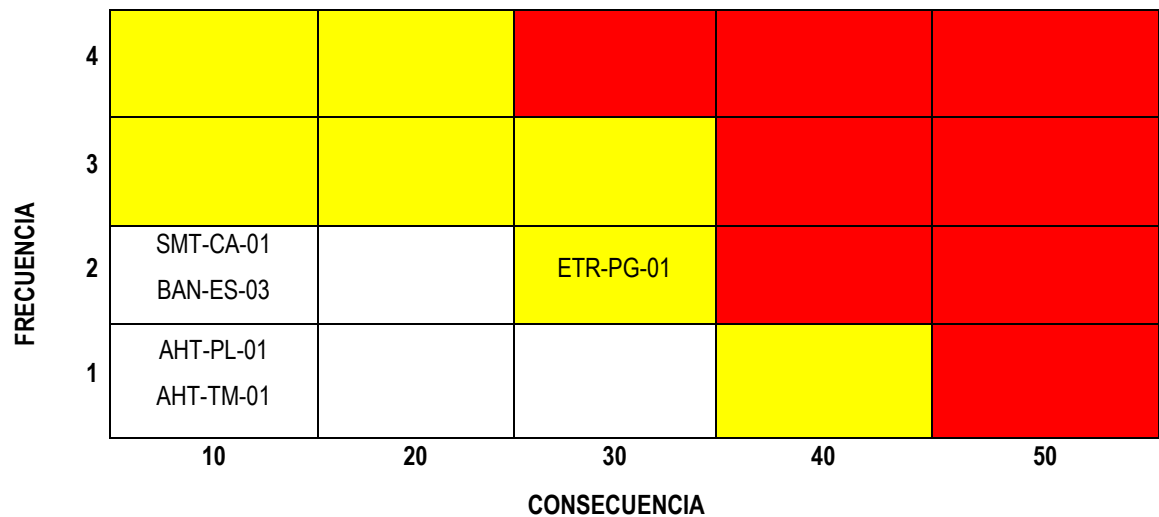
### 8.6.3 Resultado del Análisis de Criticidad de Área de Banco, Suministros, Equipos de Transporte y Almacén de Herramientas

**Tabla 12. Lista de equipos de Área de Banco, Suministro, Equipos de transporte y Almacén de Herramientas**

CÓDIGO	EQUIPO	F.F	I.O	F.O	C.M	I.S.A.H	CONS	CR
ETR-PG-01	PUENTE GRÚA [10 T]	3	1	2	1	5	12	36
SMT-CA-01	COMPRESOR DE AIRE	2	4	2	1	1	10	20
BAN-ES-03	ESMERIL B&D	2	4	2	1	1	10	20
SMT-CA-02	COMPRESOR DE AIRE	1	4	2	1	1	10	10
BAN-ES-01	ESMERIL DEWALT	1	4	2	1	1	10	10
BAN-ES-02	ESMERIL DEWALT	1	4	2	1	1	10	10
AHT-TM-01	TALADRO MANUAL	1	4	2	1	1	10	10
AHT-TM-02	TALADRO MANUAL	1	4	2	1	1	10	10
ETR-PG-02	PUENTE GRÚA [5 T]	2	1	2	1	1	4	8
AHT-MT-01	MOTOR TOOL FERTON	2	1	2	1	1	4	8
AHT-MT-02	MOTOR TOOL DEWALT	2	1	2	1	1	4	8
AHT-PL-03	PULIDORA DEWALT	2	1	1	1	1	3	6
AHT-PL-01	PULIDORA DEWALT	1	1	1	1	1	3	3
AHT-PL-02	PULIDORA DEWALT	1	1	1	1	1	3	3

Abrev.: F.F: Frecuencia de falla; I.O: Impacto operacional; F.O: Flexibilidad operacional; C.M: Costo de mantenimiento; I.S.A.H: Impacto en seguridad, ambiente e higiene; CONS: Consecuencia; CR: Criticidad

**Figura 15. Matriz de criticidad Área de Banco, Suministro, Equipos de transporte y Almacén de Herramientas**



Teniendo en cuenta la frecuencia de falla y la consecuencia; las máquinas y equipos de la empresa METCOL LTDA. Se ubican de la siguiente manera.

**Tabla 13 Análisis criticidad equipos**

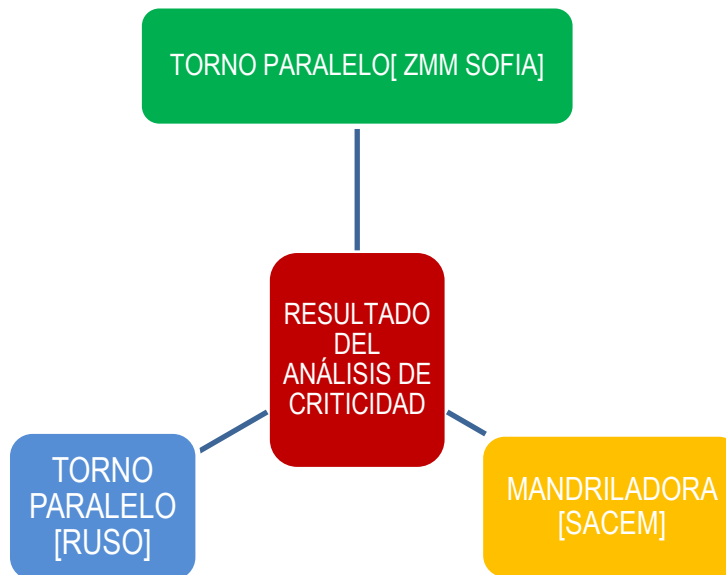
EQUIPO	CRITICIDAD	RANGO DE CRITICIDAD
TORNO PARALELO [ZMM SOFIA]	140	ALTA 50-200
TORNO PARALELO [RUSO]	84	
MANDRILADORA [SACEM]	84	
CORTADOR DE PLASMA [CEBORA]	42	MEDIA 24-49
CORTADOR DE PLASMA [PAK MASTER 50XL]	42	
TORNO CNC [GÉMINIS]	36	
PUENTE GRÚA [10 T] YALE	36	
TALADRO RADIAL [APC RUSIA]	27	
TORNO PARALELO [RUSO]	24	

Tabla 14 Análisis criticidad equipos (Continuación)

EQUIPO	CRITICIDAD	RANGO DE CRITICIDAD
RECTIF. SUPER. PLANAS [JOTES]	12	BAJA 0-23
SOLDADOR TIG	12	
TORNO PARALELO [CHINO]	10	
TORNO VERTICAL [USSRR]	10	
ESMERIL [DEWALT]	10	

Como resultado final del Análisis de Criticidad, se establecieron los 3 equipos que hacen parte del estudio hacia el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo, estos equipos son:

Figura 16. Equipos Críticos



## **9. ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO<sup>12</sup>**

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:

### **9.1 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.

---

<sup>12</sup> Sierra Álvarez, Gabriel. Programa de Mantenimiento Preventivo para la empresa Metalmecánica Industrias AVM s.a. Tesis de Grado. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica. Bucaramanga. 2004. 53p

- 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.

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

El sistema de inspecciones periódicas estará conformado de acuerdo al grado de intervención en el equipo su intervalo de ejecución.

**9.1.1.1 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.

**9.1.1.2 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.

**9.1.1.3 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.

- ✓ **Lubricación.** Actividades tendientes a mejorar el comportamiento de desgaste de superficies en contacto y en movimiento.
- ✓ **Ajustes.** Actividades orientadas a devolver las características del montaje a los equipos de acuerdo a los estándares definidos.

## 9.2 NIVELES DE INFORMACIÓN <sup>13</sup>

La información que se va a manejar en el diseño del programa de mantenimiento preventivo, debe ubicarse en niveles de información dependiendo a quien va dirigido y el tipo de datos. De acuerdo a esto, se pueden identificar tres niveles de información:

---

<sup>13</sup> Vargas Acevedo, Camilo Andrés. Programa de Mantenimiento Preventivo para el Taller de Mayorautos s.a basado en el análisis de criticidad. Tesis de Grado. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica. Bucaramanga. 2013. 66p

**9.2.1 Información para la Dirección.** Este nivel contiene todos los datos que se relacionan con los costos de mantenimiento, repuestos y datos que gestionan las acciones de mantenimiento, permitiendo a la dirección, evaluarlos y analizarlos y determinar las acciones a seguir.

**9.2.2 Información para las Operaciones.** Este nivel contiene los datos que permiten conocer los parámetros fundamentales para la ejecución de trabajos en los equipos, datos técnicos, historiales y órdenes de trabajo e influencia de los equipos en los procesos.

**9.2.3 Información para el puesto de trabajo.** Este nivel contiene datos referentes a necesidades con respecto a la formación del personal, frente a la implementación del programa de mantenimiento, sus perfiles e incentivos de los mismos.

### **9.3 MANEJO DE DATOS PARA LA DOCUMENTACIÓN**

Para lograr recopilar la información necesaria para el diseño del programa de mantenimiento, es necesario abarcar cuatro aspectos fundamentales como:<sup>14</sup>

- Aspecto Técnico
- Mano de Obra
- Gestión del Mantenimiento

---

<sup>14</sup> Carvajalino Ardila, Luis Carlos. Salazar Suarez, Pedro Ernesto. Programa de Mantenimiento Preventivo para los Equipos críticos de los Laboratorios: Caracterización de Materiales de construcción y químico de suelos. Tesis de Grado. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica. Bucaramanga. 2013. 107p

**9.3.1 Aspecto Técnico.** En este punto se describe la naturaleza de los equipos basándose en datos como:

- Manuales de operación y mantenimiento
- Capacidad del equipo
- Dimensiones
- Subsistemas
- Datos de recepción del equipo

**9.3.2 Gestión del Mantenimiento.** Este aspecto depende principalmente de la disponibilidad de los equipos y de los tiempos de ejecución de servicios, los cuales pueden ser evaluados de acuerdo a:

- Tiempos para el mantenimiento
- Tiempo de reparación y efectos de las averías
- Paros de equipos
- Tiempo entre fallos

**9.3.3 Mano de Obra.** Este aspecto muestra la información correspondiente al personal de mantenimiento que atiende las solicitudes y condiciones de trabajo dispuestas.

## **9.4 DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Teniendo en cuenta los parámetros anteriores, existen suficientes elementos para diseñar los formatos que permitirán la recolección de datos y realizar su respectivo registro, estos formatos nos permitirán un manejo y evaluación de la información y un respaldo a toda la gestión del programa de mantenimiento.

El diseño de los formatos será sencillo, fácil de diligenciar y de interpretar, de tal manera que la información registrada sea fácilmente estandarizada y organizada, para efectos de planeación, ejecución y control de las actividades del mantenimiento. Cabe recordar que estos formatos serán incluidos en los módulos ya mencionados anteriormente en el capítulo.


A continuación se establecen los documentos a diseñar e implementar considerando los aspectos ya mencionados:

**9.4.1 Ficha Técnica.** Es el registro donde se consignan las características técnicas y variables físicas de cada equipo. Durante la auditoria de mantenimiento llevada a cabo en METCOL LTDA., se registró grandes debilidades en esta área. El formato de ficha lleva la siguiente información.

- Código METCOL.
- Datos del equipo:
  - Equipo.
  - Fabricante.
  - Modelo.
  - Serie.
  - Año de fabricación.
  - Peso total.
  - Dimensiones.
- Trabajo:
  - Crítico.
  - Esporádico.
  - Turno.
  - Intermitente.
- Sistemas
- Características técnicas.

- Motores.
- Registro Fotográfico.

**Tabla 14 Ficha Técnica**

								
METCOL LTDA.								
CÓDIGO METCOL:								
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>								
EQUIPOS			MODELO			SERIE		
FABRICANTE			AÑO DE FABRICACIÓN					
PESO TOTAL		DIMENSIONES		X[Largo]	Y[Ancho]	Z[Alto]		
<b>TRABAJO</b>								
CRÍTICO		TURNO	ESPORÁDICO		INTERMITENTE			
<b>TIPO DE TRABAJO</b>								
ELÉCTRICO	TIPO	VOLTAJE [V]		CORRIENTE [A]		FRECUENCIA [Hz]		
HIDRÁULICO								
REFRIGERACIÓN								
LUBRICACIÓN								
NEUMÁTICO								
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>								
<b>MOTORES ELÉCTRICOS</b>								
No	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
FOTOGRAFÍA DE LA MAQUINA								

**9.4.2 Inventario de Máquinas y Equipo.** Formato que recoge la información de máquinas y equipos que se encuentran en el área de producción, describiendo:

- Nombre de máquina o equipo.
- Código METCOL.
- Modelo.
- Serie.
- Año de fabricación.





- Documentación técnica.
- Fichas de mantenimiento

**9.4.3 Historia de Máquinas y Equipos.** Es el documento en el cual se encuentran consignadas todas las actividades de mantenimiento efectuadas en el equipo. 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.

**9.4.4 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. 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.



**Tabla 18 Programa de Mantenimiento Preventivo por Equipo**

		
METCOL LTDA.		
EQUIPO		CÓDIGO METCOL
FABRICANTE	MODELO	

FRECUENCIA	TIPO DE MTO PREVENTIVO	PARTE ELEMENTO /CONSTRUCTIVO

**9.4.6 Formato de Lubricación.** Describe las instrucciones sobre las actividades de lubricación que se deben realizar con determinada periodicidad sobre el equipo. El formato de lubricación contiene:

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


**9.4.7 Control de Lubricación.** Formato que permite llevar registro de las actividades de lubricación realizadas a cada equipo. La información a registrar es:

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

**9.4.8 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.

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

**Tabla 19 Formato de Lubricación.**

 <p style="text-align: center;"><b>METCOL LTDA.</b></p>			
<b>MAQUINA:</b>	<b>FABRICANTE :</b>	<b>MODELO:</b>	<b>CÓDIGO METCOL</b>
<b>CLASE DE ACTIVIDAD: RN:</b> revisar nivel y completar. <b>RF:</b> revisar flujo. <b>AA:</b> aplicar aceite. <b>AG:</b> aplicar grasa <b>CA:</b> cambio de aceite			

FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	MECANISMO / PARTE A LUBRICAR	TIPO DE LUBRICACIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	LUBRICANTE	
					TIPO	CANTIDAD



**9.4.9 Mantenimiento Autónomo.** Detalla 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).

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

**9.4.10 Mantenimiento Programado.** La administración del mantenimiento, consiste en realizar ciertas actividades que acerquen al equipo a su condición de operación inicial, dado que no es simplemente reparar el equipo de manera rápida apenas presente una falla.

Un plan de mantenimiento, se convierte en una herramienta valiosa para los de mantenimiento, el cual se encarga de controlar la programación, el presupuesto y ejecución de las actividades, colaborando para el alcance de las metas y objetivos de la entidad, además evalúa los resultados y el grado de satisfacción, obtenido a través de los procesos operativos de mantenimiento.<sup>15</sup>

En base al análisis de criticidad implementado en METCOL LTDA., y con la participación del jefe de mantenimiento, su experiencia, la de los operarios y fundamentalmente de los manuales y catálogos de los fabricantes, se lleva a cabo el plan de mantenimiento preventivo a los equipos con mayor grado de criticidad, los cuales son vitales en la producción de la empresa.


---

<sup>15</sup> ALBA NIÑO, Diego Alexander. BÁEZ VALDERRAMA, Diego Julián. Plan de Mantenimiento para la Maquinaria Pesada, Maquinaria Agrícola y Vehículos de Transporte de la Alcaldía del Municipio de Belén Boyacá. Tesis de Grado. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica. Bucaramanga. 2013. 73p

**Tabla 21 Orden de trabajo de mantenimiento**

 METCOL LTDA.					
SOLICITADA POR:			FECHA: HORA:		SOLICITUD DE TRABAJO N°
EQUIPO O INSTALACIÓN:			CÓDIGO METCOL		TIPO DE SOLICITUD NORMAL URGENTE
PARTE	ANOMALÍA	CAUSA	POSIBLE SOLUCIÓN		
SOLICITADA POR:			REVISADA POR:		AUTORIZADA POR:
FIRMA:			FIRMA:		FIRMA:
FECHA:			FECHA:		FECHA:
					DTO. ADMS Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN GENERA ORDEN DE TRABAJO DE MTTO SI NO
ORDEN DE TRABAJO ASIGNADA POR:		ORDEN DE TRABAJO ASIGNADA A:	FECHA: HORA:	ORDEN DE TRABAJO DE MTO No.	
No.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR		TIPO ORDEN DE TRABAJO NORMAL URGENTE		
			CONDICIÓN DE PARADA CON PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN SIN PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN		
			TIPO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO PREVENTIVO MECÁNICO ELÉCTRICO		
MATERIALES, REPUESTOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS REQUERIDOS					
No	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS ENCONTRADOS:			FECHA DE INICIO		
			D/M/A:	HORA:	
			FECHA DE TERMINACIÓN		
			D/M/A:	HORA:	
DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS			COSTOS		
			MANO DE OBRA		
			MATERIALES		
			TOTAL		
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:					
EJECUTÓ:			RECIBÍ Y APROBÓ:		
FIRMA:			FIRMA:		
FECHA:			FECHA:		

**Tabla 22. Mantenimiento Autónomo**

	<p>MANTENIMIENTO AUTÓNOMO</p>
<p>CÓDIGO METCOL:</p>	<p>FOTO EQUIPO</p>
<p>EQUIPO:</p>	
<p>FABRICANTE:</p>	
<p>MODELO:</p>	
<p><b>NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO</b></p>	
<p><b>LUBRICACIÓN</b></p>	
<p><b>NORMAS DE SEGURIDAD</b></p>	

Dentro de las actividades a realizar se encuentran:

- ✓ Lubricación del equipo.
- ✓ Inspección, cambio y ajustes en componentes mecánicos
- ✓ Limpieza y cambio de filtros.
- ✓ Inspección, cambio y ajustes en componentes eléctricos
- ✓ Limpieza externa del equipo
- ✓ Cambios de aceite
- ✓ Inspección en la calidad de la energía.

El calendario generado para el plan de mantenimiento es anual, el cual se encuentra dividido en semanas para no generar un archivo tan extenso y rígido en este calendario va consignada la siguiente información:

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

En la Tabla 22 se muestra el calendario anual de mantenimiento para los equipos relacionados y codificados. En el Anexo F se detalla el calendario anual para la mayoría de los equipos de la planta de producción de METCOL LTDA.


**9.4.11 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. 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 24 Tabla Inspección de Máquinas y equipos**

 <b>METCOL LTDA.</b>											
<b>MÁQUINA:</b>				<b>FABRICANTE:</b>				<b>MODELO:</b>		<b>CÓDIGO METCOL:</b>	
<b>TIPO DE INSPECCIÓN:</b>						<b>FRECUENCIA:</b>					
<b>ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO</b>				<b>ASIGNADA POR:</b>			<b>ASIGNADA A:</b>			<b>FECHA D/M/A:</b>	
ELEMENTO CONSTRUCTIVO	EQUIPO EN MOVIMIENTO		ESTADO			SE CORRIGIÓ		GENERA SOLICITUD TRABAJO		OBSERVACIONES	
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO		
<b>REALIZADO POR:</b> FIRMA: NOMBRE: FECHA:						<b>REVISADO POR:</b> FIRMA: NOMBRE: FECHA:					

## 9.5 SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE METCOL LTDA. (SIMMET)

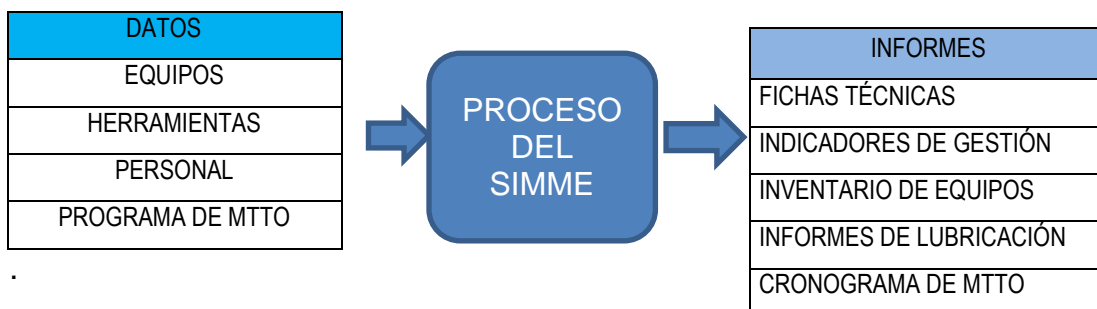
Entre los objetivos planteados del presente proyecto se estableció la implementación de un sistema de información para la gestión del mantenimiento de la empresa metalmecánica Metcol Ltda., el cual se diseñó por medio de la plataforma ACCESS de acuerdo a los parámetros como facilidad del manejo y uso de la información.

Este sistema de información es muy útil para la gestión y administración de mantenimiento, lo cual permite a la empresa obtener buenos resultados en cuanto a:

- ✓ Definición de procesos óptimos.
- ✓ Normalización de procedimientos.
- ✓ Obtención de indicadores de gestión.

Este es un sistema abierto, de almacenamiento y procesamiento de información, que maneja una interacción de ambientes, es decir recibe entradas (datos) y produce salidas (información).

**Figura 17. Diagrama entradas y salidas del Sistema de Información SIMME**

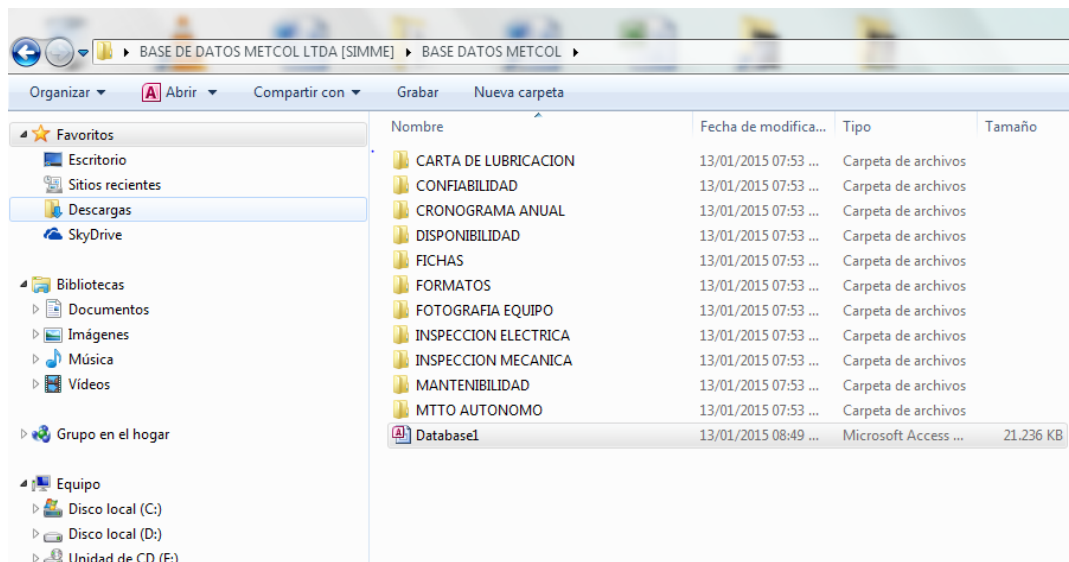


Para poder asistir en la gestión del mantenimiento de SIMMET tiene 5 módulos indispensables con la posibilidad de observar al momento de la búsqueda características principales como código del equipo, operador y sus respectivos informes para cumplir de la mejor manera el plan de mantenimiento.

**9.5.1 Entrada al sistema SIMMET.** Para ingresar al sistema, se necesita de un computador el cual posea ACCESS; por lo general la mayoría de computadores posee herramientas de Microsoft las cuales permiten la facilidad y disponibilidad de esta herramienta informática.

La base de datos con todos los registros y módulos se halla en una carpeta ubicada en la unidad del pc llamada BASE DATOS METCOL.

**Figura 18. Entrada sistema**



## 9.6 PANTALLA USUARIO-ADMINISTRADOR

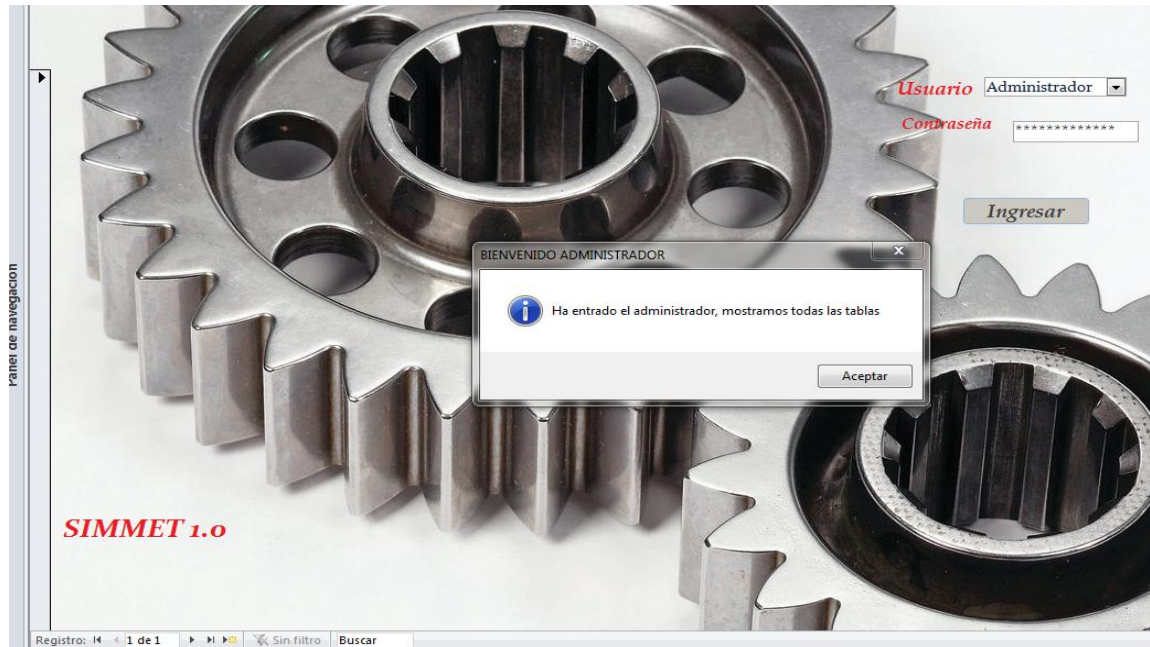
Disponemos de abrir el archivo de Access, y de inmediato se despliega nuestra entrada a la base de datos creada para Metcol Ltda. en esta, aparece una ventana con dos espacios.

**Figura 19. Pantalla Usuario-Administrador**



Uno será para digitar el nombre de usuario, y otro para Administrador (administrativos), según sea el interés y otro espacio para digitar la contraseña con la cual podrá acceder al sistema. Cuando el sistema verifique estos datos permitirá el acceso a los módulos con sus características debidamente visible

**Figura 20. Entrada Administrador**



**9.6.1 Pantalla de Inicio.** En esta ventana se observa cada uno de los módulos desplegados por toda la vista principal de nuestro pantallazo de inicio; nos brindan la opción de realizar registro, modificación y visualización de la información del programa de mantenimiento por medio de los datos almacenados en la base de datos.

Figura 21. Pantalla de Inicio



Además de los registros como código de máquina, nombres del operario, fabricante y otras funciones de los módulos, se pueden observar por medio de un icono de Word o de Excel según sea el caso el archivo correspondiente de la maquina o equipo.

Al costado izquierdo se pueden observar ocultos los datos archivados (ver siguiente figura), en este caso observaremos los datos de gestión del mantenimiento, los cuales incluyen gráficos elaborados para cada equipo y la función de mantenimiento a elegir ya sea mantenibilidad, disponibilidad o confiabilidad, estos parámetros se pueden observar individualmente en la barra superior principal

**Figura 22. Indicadores visual Izquierda.**



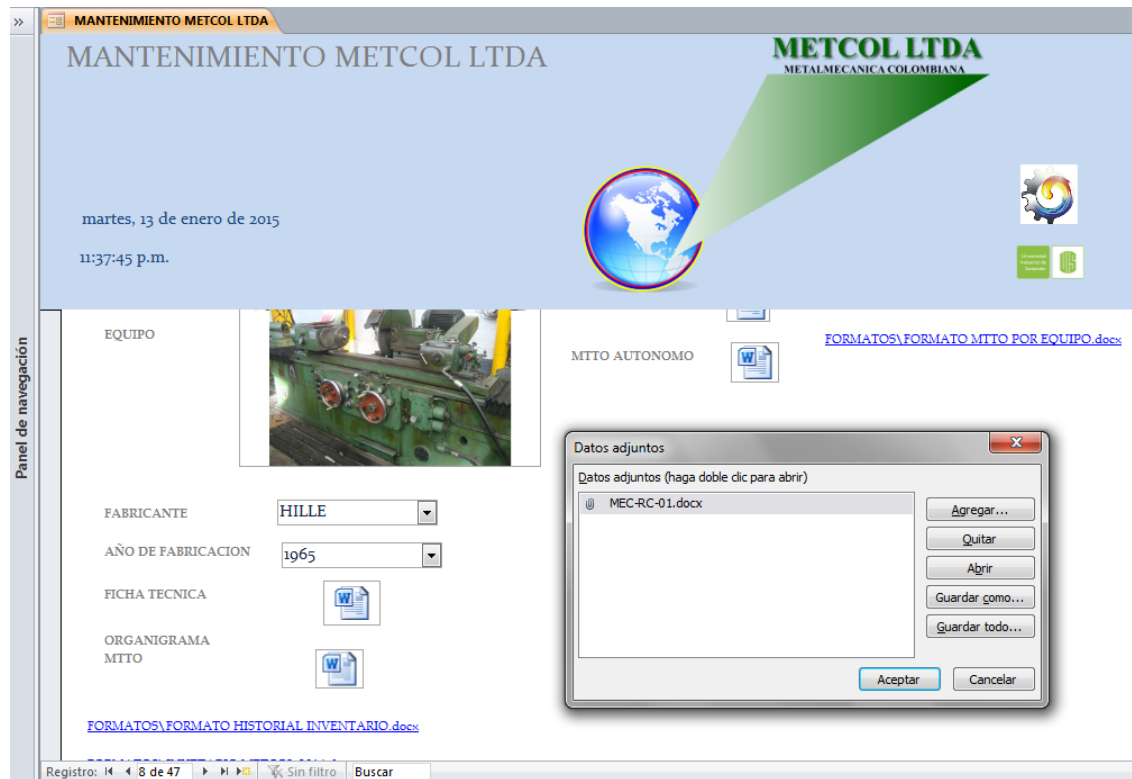
**9.6.2 Modulo Equipos.** Al seleccionar algún equipo codificado previamente, podemos encontrar su ficha técnica donde encontraremos información general del equipo como nombre del equipo, Fabricante, código, especificaciones técnicas del fabricante, observaciones y su respectiva imagen. Además en la vista general del sistema de información se puede observar ciertos parámetros de nuestro modulo para mayor facilidad del usuario, la cual nos permite dar un click sobre los iconos mencionados anteriormente, es el caso de las fichas técnicas las cuales se pueden observar al momento de deslizarse sobre la barra de navegación inferior.

**Figura 23. Barra Inferior de Navegación**



A continuación se puede observar como desplegar y ubicar las diferentes fichas creadas para todos los equipos y máquinas de Metcol Ltda.

**Figura 24. Selección Ficha Técnica**



De una forma muy sencilla y rápida se puede ubicar cada archivo con tan solo seleccionarlo y darle la opción de abrir como se muestra en la figura, seguidamente el archivo se abre mostrando todas las características que posee el equipo seleccionado. Este tipo de ficha se puede observar en los anexos.

En este mismo modulo se puede observar en un enlace ubicado en la parte inferior de la pantalla principal, el cual nos facilita los archivos el historial de las maquinas inventariadas y otro archivo en el cual se encuentran ordenados de una

manera codificada las máquinas y los diferentes equipos de producción de Metcol Ltda.

**Figura 25. Pantalla de Inventario y Formato Historial de Inventario**



**9.6.3 Modulo órdenes de Trabajo.** Este módulo se encuentra en nuestra parte derecha de nuestra pantalla principal, el cual se encuentra ubicado como un enlace, para su facilidad en el manejo de información para cada uno de los equipos. Con tan solo seleccionarlo podemos registrar nuestras órdenes de trabajo.

**Figura 26. Pantalla ordenes de trabajo**



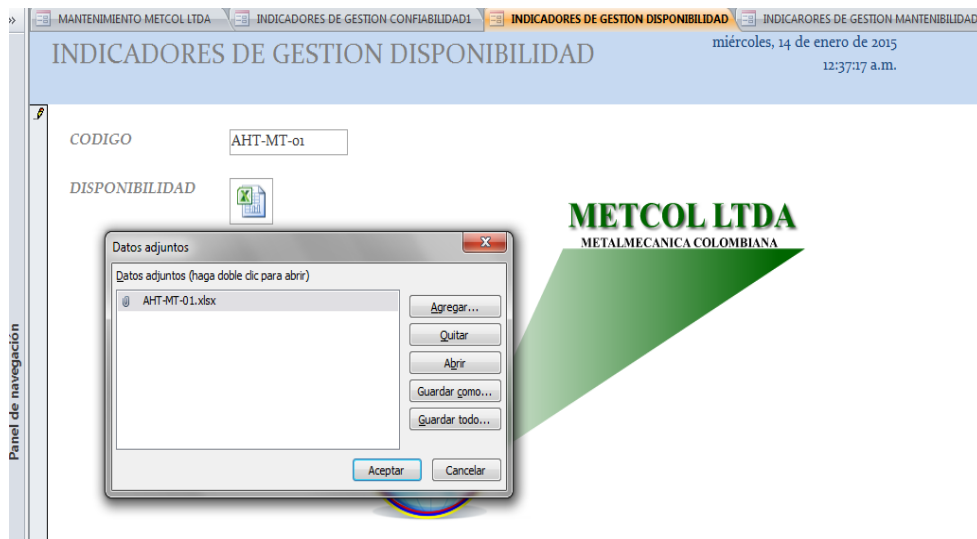
**9.6.4 Modulo Indicadores de Gestión.** Los diferentes tipos de indicadores de gestión se encuentran ubicados en la barra superior de nuestra pantalla principal por medio de pestañas para su facilidad de búsqueda, de la misma manera la base de datos genera el código del equipo el cual nos muestra un icono de Excel el cual posee las diferentes indicadores mencionados anteriormente.

El contenido y su correspondiente grafica se encuentran al final en anexos.

**Figura 27. Pantalla Indicadores de gestión**



**Figura 28. Selección Archivo Indicadores de Gestión**



**9.6.5 Modulo Acciones de Mantenimiento.** Ubicado en la parte superior derecha de nuestra pantalla principal, posee varios formatos entre los cuales el cronograma anual de mantenimiento, inspecciones de lubricación, mecánicas, eléctricas, y su respectivo formato de mantenimiento autónomo.

Figura 29. Pantalla acciones de mantenimiento



**9.6.6 Modulo Empresa.** Esta sección se encuentra ubicado en la parte superior derecha de nuestra pantalla principal, en el se puede observar de primera medida, registro fotográfico, nombre del operario, código de la máquina.

Figura 30. Pantalla Empresa



## 10. CONCLUSIONES

- ✓ Con el desarrollo de este trabajo de grado, se fortalecieron lazos entre la Universidad Industrial de Santander y la empresa Metalmecánica Metcol LTDA., beneficiándose mutuamente, ya que aportaron en el progreso y mejoramiento de la calidad de los procesos productivos de la empresa.
- ✓ Se hizo un diagnóstico del área de mantenimiento dentro de la empresa teniendo en cuenta factores como su organización general, Métodos y Sistemas de Trabajo, Organización del Taller del Mantenimiento, Documentación Técnica, Personal y Formación, Sistemas Informáticos, Control de la Actividad entre otros. Gracias a este procedimiento se pudo establecer las acciones necesarias para atender las debilidades, y seguir contribuyendo a las fortalezas del área, por medio del plan de mantenimiento preventivo.
- ✓ Se elaboró el inventario y nueva codificación de los equipos con el fin de una mejor ubicación en su área de producción y fácil registro de los mismos.
- ✓ Se realizó un análisis de criticidad de las máquinas y equipos con los que cuenta actualmente la empresa METCOL LTDA., con el fin de tener un estudio para la gestión de mantenimiento, permitiendo priorizar las máquinas, facilitando la toma de decisiones acertadas y efectivas, y mejorando la confiabilidad operacional.
- ✓ Se diseñaron los formatos de , Orden de Trabajo, Inspección, hojas de vida y fichas técnicas de los equipos para organizar y controlar el sistema de información

- ✓ Se diseñó el programa de mantenimiento preventivo para los equipos críticos del área de producción según recomendaciones de los fabricantes, personal operativo y técnico.
  
- ✓ Se crearon las rutinas de mantenimiento para los equipos inventariados en la planta de producción de METCOL Ltda. Las cuales especifica la tarea a realizar y frecuencia a partir de las recomendaciones de los fabricantes y experiencia de los operarios, con esto se generan los calendarios anuales de mantenimiento preventivo.
  
- ✓ Por medio del mantenimiento autónomo se relacionó al operario en la ejecución de las actividades de mantenimiento, logrando un sentido de pertenencia y responsabilidad.
  
- ✓ Se desarrolló una herramienta para la fácil programación y seguimiento de la producción, siendo de gran ayuda como herramienta gerencial para la toma de decisiones a la hora de concentrar esfuerzos en la producción de los procesos críticos.
  
- ✓ Se llevaron a cabo las respectivas pruebas del sistema de información, se informó y se capacitó al personal de la empresa en sus respectivos niveles de accesibilidad y seguridad al sistema
  
- ✓ Se garantizó la seguridad en el manejo de la información, implementando un módulo de usuarios con el cual se ingresará al programa mediante una clave de acceso y podrán tener permiso total o limitado a diferentes módulos y ejecutar funciones determinadas.

## 11. RECOMENDACIONES

- ✓ Para un adecuado manejo y realización del sistema de información, se requiere de una persona calificada en la planeación y programación de actividades de mantenimiento.
- ✓ La base de datos debe ser alimentado constantemente con datos reales, a fin de obtener información confiable que permita tomar las decisiones correctas.
- ✓ Un plan de mantenimiento se debe evaluar y mejorar continuamente.
- ✓ Este sistema de información es una herramienta base para la correcta y oportuna planificación del mantenimiento y la evaluación de su gestión, dejando abierta la posibilidad de seguir trabajando y perfeccionando su alcance.

## BIBLIOGRAFÍA

ALBA NIÑO, Diego Alexander. Báez Valderrama, Diego Julián. Plan de Mantenimiento para la Maquinaria Pesada, Maquinaria Agrícola y Vehículos de Transporte de la Alcaldía del Municipio de Belén Boyacá. Bucaramanga. 2013. 73p. Tesis de Grado. Ingeniero Mecánico. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica

BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de Mantenimiento. En: Asignatura de Ingeniería de Mantenimiento. (2013: Bucaramanga). Lecturas y diapositivas de la asignatura Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2013. 291p

GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento y montajes. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2007.

GUERRA BENJUMEA, Jorge Enrique. Bejarano Carvajal, David Antonio. Plan de Mantenimiento Preventivo para la Empresa Pladesan LTDA. Bucaramanga. 2014. 87p Tesis de Grado. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

OSORIO TRIANA, Oscar Mario; MARTÍNEZ FRAGOSO, Cesar Alberto, Plan de mantenimiento preventivo para la planta principal de la empresa productos alimenticios La Victoria. Bucaramanga, 2013, 241p. Trabajo de grado (Ingeniero mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas.

ORTIZO FORERO, Luis Eduardo; CAMARGO ARIAS, Oscar Julián, Creación de modelo de gestión de mantenimiento en plataforma Access para Aguilar Construcciones S.A. Bucaramanga, 2010,126p. Trabajo de grado (Especialización en Gerencia de Mantenimiento). Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas.

SIERRA ÁLVAREZ, Gabriel Antuan, Programa de mantenimiento preventivo para la empresa Metalmecánica Industrias AVM S.A. Bucaramanga, 2004, 196p. Trabajo de grado (Ingeniero mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas

# **ANEXOS**

## ANEXO A. Fichas técnicas de equipos

										
METCOL LTDA.										
CÓDIGO METCOL: MEC-TP-02										
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>										
EQUIPO : Torno Paralelo				MODELO:			SERIE: 1M636			
FABRICANTE: URSS (RUSO)				AÑO DE FABRICACIÓN: 1995						
PESO TOTAL: 2000 Kg		DIMENSIONES		X[Largo] 3000mm		Y[Ancho] 1500mm		Z[Alto] 1300mm		
<b>TRABAJO</b>										
CRÍTICO	SI	TURNO	SI	INTERMITENTE	SI					
<b>SISTEMAS</b>										
ELÉCTRICO	SI		VOLTAJE [V] 220			CORRIENTE [A]		FRECUENCIA [Hz] 60		
HIDRÁULICO	SI	TIPO	Bomba de engranajes para sistema de lubricación.							
REFRIGERACIÓN	SI	TIPO	Enfriamiento por líquido refrigerante.							
LUBRICACIÓN	SI	TIPO	Bomba de engranajes.							
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>										
DISTANCIA ENTRE PUNTAS			1500mm		CONO INTERIOR DEL HUSILLO			MORSE N° 6		
DIAM. MAX. SOBRE LA BANCADA			400mm		ALTURA DE PUNTAS			215mm		
DIAM. MAX. EN EL ESCOTE			650mm		LONGITUD MAX EN EL ESCOTE			150mm		
DIAM. MAX. SOBRE EL CARRO			420mm							
<b>MOTORES ELÉCTRICOS</b>										
No	FUNCIÓN			KW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal			1.5	220		1760	60		
2	Bomba de Lubricación			0.18	220		2800	60		
										



METCOL LTDA.

CÓDIGO METCOL: MEC-TP-04

**DATOS DEL EQUIPO**

EQUIPO : Torno Paralelo	MODELO:	SERIE: 21004 / 2001
FABRICANTE: ZMM INC SOFIA	AÑO DE FABRICACIÓN: 2001	
PESO TOTAL: 1800 Kg	DIMENSIONES	X[Largo] 3540mm Y[Ancho] 1250mm Z[Alto] 1295mm

**TRABAJO**

CRÍTICO	SI	TURNO	SI	INTERMITENTE	SI		
---------	----	-------	----	--------------	----	--	--

**SISTEMAS**

ELÉCTRICO	SI		VOLTAJE [V] 220	CORRIENTE [A]	FRECUENCIA [Hz] 60
HIDRÁULICO	SI	TIPO	Bomba de engranajes para sistema de lubricación.		
REFRIGERACIÓN	SI	TIPO	Enfriamiento por líquido refrigerante.		
LUBRICACIÓN	SI	TIPO	Bomba de engranajes.		

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

DISTANCIA ENTRE PUNTAS	770mm	CONO INTERIOR DEL HUSILLO	MORSE N° 6
DIAM. MAX. SOBRE LA BANCADA	580mm	ALTURA DE PUNTAS	285mm
DIAM. MAX. EN EL ESCOTE	620mm	NUMERO DE ROSCAS	288
DIAM. MAX. SOBRE EL CARRO	420mm		

**MOTORES ELÉCTRICOS**

No	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	11	220		1760	60		
2	Bomba de Lubricación	0.09	220		2800	60		





METCOL LTDA.

CÓDIGO METCOL: MEC-FR-01

**DATOS DEL EQUIPO**

EQUIPO : Fresadora Universal	MODELO: N° 31054	SERIE:
FABRICANTE: CHINO	AÑO DE FABRICACIÓN: 1982	
PESO TOTAL: 250 Kg	DIMENSIONES	X[Largo] 700mm Y[Ancho] 520mm Z[Alto] 13100mm

**TRABAJO**

CRÍTICO	SI	TURNO	SI
---------	----	-------	----

**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.			
LUBRICACIÓN	SI	TIPO	Presión por una bomba, por salpique, Manual.			

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS (Mesas)**

	Entre Puntas	Numero de Velocidades	Gama de Revoluciones
Desplazamiento Horizontal	1300	15	12-1500mm/min.
Desplazamiento Transversal	400	15	12-1500mm/min
Desplazamiento Vertical	400	15	3-375mm/min.

Giro de la Mesa Longitudinal alrededor del Eje:  $\pm 45^\circ$

**MOTORES ELÉCTRICOS**

No	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	15	220/380		1445	60		
2	Bomba de Lubricación	0.180	220/380		2880	60		
3	Bomba de refrigeración	0.070	220/380		2800	60		





METCOL LTDA.

CÓDIGO METCOL: MEC-TR-01

**DATOS DEL EQUIPO**

EQUIPO : Taladradora Radial	MODELO: 2 A554	SERIE: 88C2
FABRICANTE: APC CCCP LUTRAINEL	AÑO DE FABRICACIÓN: 1987	
PESO TOTAL: 5100 Kg	DIMENSIONES	[Largo] 2665mm [Ancho] 1030mm [Alto] 3430mm

**TRABAJO**

CRÍTICO	SI	TURNO	NO
---------	----	-------	----

**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.			
LUBRICACIÓN	SI	TIPO	Presión por una bomba accionada mecánicamente.			

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Bandera	2000mm	Cono	MT5
Dimensiones Mesa Cubica	1300x900mm		
24 Velocidades	18-200RPM		

**MOTORES ELÉCTRICOS**

No	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Motor Para Taladrar	5.5	380		1450	60		
2	Bomba de Lubricación	1.1	380		1380	60		
3	Bomba de refrigeración	0.125	380		2880	60		





METCOL LTDA.

CÓDIGO METCOL: MEC-MH-01

**DATOS DEL EQUIPO**

EQUIPO : Mandrinadora	MODELO: MST-XC/110	SERIE: 1051
FABRICANTE: SACEM	AÑO DE FABRICACIÓN: 1990	
PESO TOTAL: 13 T	EJES	X[Long.] 1350mm
		Y[Trans.] 1700mm
		Z[Vert.] 1000mm

**TRABAJO**

CRÍTICO	SI	TURNO	SI
---------	----	-------	----

**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.			
LUBRICACIÓN	SI	TIPO	Presión por una bomba accionada mecánicamente.			

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

LONG. DE LA MESA	1450mm	VELOCIDAD MAX. DEL HUSILLO	1000 RPM
ANCHO DE LA MESA	1200mm	DESPLAZAMIENTO HUSILLO	80mm
DIÁMETRO DEL HUSILLO	110mm		

**MOTORES ELÉCTRICOS**

No	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	13.5	220		1760	60		
2	Bomba de Lubricación	0.09	220		1500	60		
3	Bomba de refrigeración	0.14	220		2500	60		





METCOL LTDA.

CÓDIGO METCOL: EST-TG-01

**DATOS DEL EQUIPO**

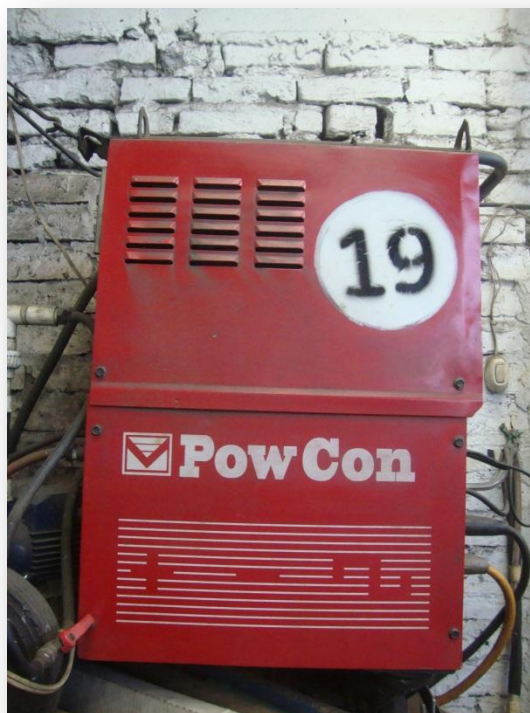
EQUIPO : Soldador TIG	MODELO: 250	SERIE: K 202158
FABRICANTE: POW COM	AÑO DE FABRICACIÓN: 1995	
PESO TOTAL: 32 kg	DIMENSIONES [Ancho] 260mm	[Alto] 430mm [Prof.] 490mm

**TRABAJO**

CRÍTICO	SI	TURNO	SI
---------	----	-------	----

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Salida Nominal de Corriente	300 Amp.	Máximo Voltaje Circuito Abierto	80
Gama de Voltaje	10-36		
Gama de Amperaje	30-375		





METCOL LTDA.

CÓDIGO METCOL: EST-SA-01

**DATOS DEL EQUIPO**

EQUIPO : Soldador de Arco		MODELO: ALENA t16 352		SERIE:	
FABRICANTE: INFRA		AÑO DE FABRICACIÓN: 1999			
PESO TOTAL: 262kg	DIMENSIONES	[Ancho] 559mm	[Alto] 838mm	[Largo.] 1232mm	

**TRABAJO**

CRÍTICO	SI	TURNO	SI	
---------	----	-------	----	--

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Corriente Nominal de Soldadura	350 A – 34 V	Máximo Voltaje Circuito Abierto	80
Rango de Soldadura	3-400 Amp.	CC/ CA	220V





METCOL LTDA.

CÓDIGO METCOL: SMT-CA-01

### DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO : Compresor de Aire		MODELO: F 1292	SERIE:	
FABRICANTE: CARSON		AÑO DE FABRICACIÓN: 2000		
PESO TOTAL: 95kg	DIMENSIONES	[Ancho] 450mm	[Alto] 500mm	[Largo] 980mm

### TRABAJO

CRÍTICO	SI		
---------	----	--	--

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

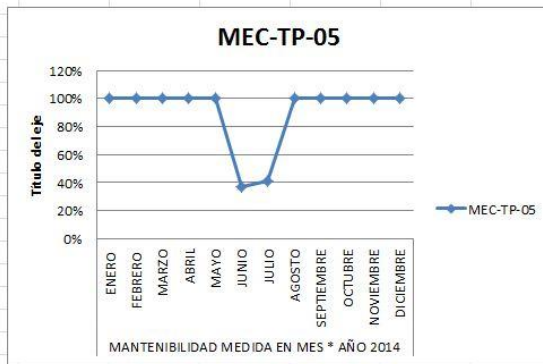
Potencia	1,8 kW	Presión de Trabajo	90 PSI
Máxima Presión	125 PSI	Amperaje	14 Amp.
Máxima Velocidad	3400 RPM		



## ANEXO B. Gráficos indicadores de gestión

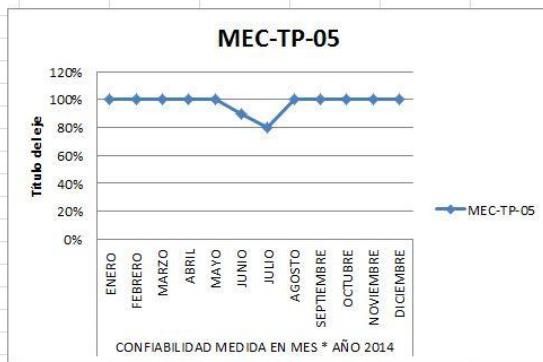
### Mantenibilidad Mec-Tp-05

	MANTENIBILIDAD MEDIDA EN MES * AÑO 2014											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
MEC-TP-05	100%	100%	100%	100%	100%	37%	41%	100%	100%	100%	100%	100%



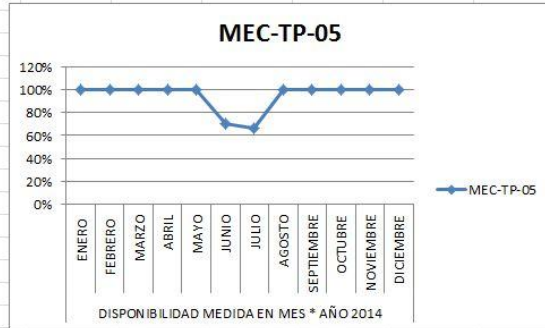
### Confiabilidad MEC-TP-03

	CONFIABILIDAD MEDIDA EN MES * AÑO 2014											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
MEC-TP-05	100%	100%	100%	100%	100%	90%	80%	100%	100%	100%	100%	100%



## Disponibilidad MEC-TP-03

DISPONIBILIDAD MEDIDA EN MES * AÑO 2014												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
MEC-TP-05	100%	100%	100%	100%	100%	70%	66%	100%	100%	100%	100%	100%




## ANEXO C. Mantenimiento autónomo para equipos

	<b>MANTENIMIENTO AUTÓNOMO</b>
<b>CÓDIGO METCOL: MEC-TP-02</b> <b>EQUIPO: TORNO PARALELO</b> <b>FABRICANTE: URSS (RUSO)</b> <b>MODELO:</b>  <b>INFORMAR AL JEFE DE PLANTA SOBRE TODOS LOS DEFECTOS E IRREGULARIDADES OBSERVADOS TANTO ANTES, COMO DURANTE EL TRABAJO DE LA MÁQUINA.</b>	
<b>NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina.</li> <li>2. Verificar sujeción de la pieza mediante el ajuste de las mordazas.</li> <li>3. Verificar tornillos de fijación de la torre porta-herramientas.</li> <li>4. Verificar la posición de los apoyos de las barras de roscar, cilindrar y de mandos.</li> <li>5. No colocar herramientas ni instrumentos de medición sobre las guías de la bancada.</li> <li>6. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo</li> </ol>	
<b>LUBRICACIÓN</b>	
<p><b>DIARIA</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar el nivel de aceite en todos los depósitos y reponer en caso necesario.</li> <li>2. Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite.</li> <li>3. Lubricar las guías de la bancada y de los carros longitudinal y transversal.</li> <li>4. Lubricar el carro longitudinal y transversal.</li> <li>5. Lubricar cojinetes, tornillo y ejes de la contrapunta.</li> </ol> <p><b>SEMANAL</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lubricar ruedas de cambio y cojinete intermedio de la lira.</li> </ol>	
<b>NORMAS DE SEGURIDAD</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa.</li> <li>2. Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina.</li> <li>3. Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rotule el interruptor con tarjeta de <b>NO OPERAR</b>.</li> </ol>	

	<b>MANTENIMIENTO AUTÓNOMO</b>
<b>CÓDIGO METCOL: MEC-TP-04</b>	
<b>EQUIPO: TORNO PARALELO</b>	
<b>FABRICANTE: ZMM INC SOFIA</b>	
<b>MODELO:</b>	
<b>INFORMAR AL JEFE DE PLANTA SOBRE TODOS LOS DEFECTOS E IRREGULARIDADES OBSERVADOS TANTO ANTES, COMO DURANTE EL TRABAJO DE LA MÁQUINA.</b>	
<b>NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina.</li> <li>2. Verificar sujeción de la pieza mediante el ajuste de las mordazas.</li> <li>3. Verificar tornillos de fijación de la torre porta-herramientas.</li> <li>4. Verificar la posición de los apoyos de las barras de roscar, cilindrar y de mandos.</li> <li>5. No colocar herramientas ni instrumentos de medición sobre las guías de la bancada.</li> <li>6. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo</li> <li>7. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina.</li> </ol>	
<b>LUBRICACIÓN</b>	
<p><b>DIARIA</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar el nivel de aceite en todos los depósitos y reponer en caso necesario.</li> <li>2. Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite.</li> <li>3. Lubricar las guías de la bancada y de los carros longitudinal y transversal.</li> <li>4. Lubricar el carro longitudinal y transversal.</li> <li>5. Lubricar cojinetes, tornillo y ejes de la contrapunta.</li> <li>6. Lubricar barra de roscar y barra de cilindrar.</li> </ol> <p><b>SEMANAL</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lubricar ruedas de cambio.</li> </ol>	
<b>NORMAS DE SEGURIDAD</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa.</li> <li>2. Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina.</li> <li>3. Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rotule el interruptor con tarjeta de <b>NO OPERAR</b>.</li> </ol>	

	<b>MANTENIMIENTO AUTÓNOMO</b>
<b>CÓDIGO METCOL: MEC-FR-01</b>	
<b>EQUIPO: FRESADORA UNIVERSAL</b>	
<b>FABRICANTE: CHINO</b>	
<b>MODELO: N° 31054</b>	
<b>INFORMAR AL JEFE DE PLANTA SOBRE TODOS LOS DEFECTOS E IRREGULARIDADES OBSERVADOS TANTO ANTES, COMO DURANTE EL TRABAJO DE LA MÁQUINA.</b>	
<b>NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar la posición y fijación de los topes de recorrido.</li> <li>2. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina.</li> <li>3. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo</li> <li>4. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados.</li> </ol>	
<b>LUBRICACIÓN</b>	
<b>DIARIA</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>2. Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite de la caja de velocidades mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite.</li> <li>3. Lubricar las guías de las mesas y consola mediante el accionamiento de la bomba manual. Mínimo dos veces por turno.</li> </ol>	
<b>NORMAS DE SEGURIDAD</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa.</li> <li>2. Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina.</li> <li>3. Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rotule el interruptor con tarjeta de <b>NO OPERAR</b>.</li> </ol>	

	<b>MANTENIMIENTO AUTÓNOMO</b>
<b>CÓDIGO METCOL:</b> MEC-MH-01 <b>EQUIPO:</b> MANDRINADORA <b>FABRICANTE:</b> SACEM <b>MODELO:</b> MST-XC/110 <b>INFORMAR AL JEFE DE PLANTA SOBRE TODOS LOS DEFECTOS E IRREGULARIDADES OBSERVADOS TANTO ANTES, COMO DURANTE EL TRABAJO DE LA MÁQUINA.</b>	
<b>NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar que las puertas del tablero eléctrico se encuentre cerrada.</li> <li>2. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina.</li> <li>3. Verificar que no se presenten piezas que obstruyan el movimiento de los carros.</li> <li>4. Verificar que la presión de aceite del sistema hidráulico de fijación del cabezal de husillo sea de 30 kg/cm<sup>2</sup>.</li> <li>5. Verificar que la presión de aceite del sistema hidráulico de fijación de los carros y mesa porta pieza sea de 75 kg/cm<sup>2</sup>.</li> <li>6. Cuidar de la limpieza de la máquina y la buena organización de su puesto de trabajo</li> <li>7. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados.</li> </ol>	
<b>LUBRICACIÓN</b>	
<p><b>DIARIA</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar el nivel de aceite en los depósitos del cabezal de husillo y los carros. Reponer en caso necesario.</li> <li>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.</li> <li>3. Verificar el nivel de aceite del depósito del sistema hidráulico de fijación del cabezal de husillo.</li> <li>4. Verificar el nivel de aceite del depósito del sistema hidráulico de fijación de los carros y mesa porta pieza.</li> <li>5. Lubricar el husillo con una película fina de aceite.</li> </ol> <p><b>SEMANAL</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lubricar copa porta herramienta mediante grasera.</li> <li>2. Lubricar guías de las cubiertas de las mesas.</li> <li>3. Limpieza del filtro magnético del sistema de lubricación de las guías del cabezal y tuerca de desplazamiento vertical.</li> </ol>	
<b>NORMAS DE SEGURIDAD</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa.</li> <li>2. Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina.</li> <li>3. Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rotule el interruptor con tarjeta de <b>NO OPERAR</b>.</li> </ol>	

	<b>MANTENIMIENTO AUTÓNOMO</b>
<b>CÓDIGO METCOL: EST-SLR-01</b>	
<b>EQUIPO: SOLDADOR ELECTRODO REVESTIDO</b>	
<b>FABRICANTE: MILLER</b>	
<b>MODELO: XMT 304</b>	
<b>INFORMAR AL JEFE DE PLANTA SOBRE TODOS LOS DEFECTOS E IRREGULARIDADES OBSERVADOS TANTO ANTES, COMO DURANTE EL TRABAJO DE LA MÁQUINA.</b>	
<b>NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar que todas las conexiones eléctricas estén firmes y bien aisladas.</li> <li>2. Inspeccionar el cable de antorcha, el cable de masa y el portaelectrodo.</li> <li>4. Durante el funcionamiento del equipo verifique el correcto funcionamiento del ventilador. Este no debe presentar ruidos y vibraciones anormales.</li> <li>5. Mantener limpia la boquilla de escorias de metal. En la limpieza no utilizar cuerpos puntiagudos para no deteriorar el orificio de la boquilla.</li> <li>6. Cuando cambie el calibre del alambre o tipo revise los rodillos y calibre de la guía de alambre.</li> <li>7. Al finalizar la jornada de trabajo limpiar exteriormente el equipo de soldadura.</li> </ol>	
<b>NORMAS DE SEGURIDAD</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa.</li> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>5. Proteja a los demás contra las chispas y los rayos de luz producidos por el arco al soldar.</li> <li>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.</li> </ol>	



**ANEXO D. Carta de lubricación de equipos**



METCOL LTDA.

<b>MAQUINA:</b> Torno Paralelo	<b>FABRICANTE :</b> URSS (RUSO)	<b>MODELO:</b>	<b>CÓDIGO METCOL</b> MEC-TP-02
<b>CLASE DE ACTIVIDAD:</b> RN: revisar nivel y completar. RF: revisar flujo. AA: aplicar aceite. AG: aplicar grasa CA: cambio de aceite			

\* 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.

FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	MECANISMO / PARTE A LUBRICAR	TIPO DE LUBRICACIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	LUBRICANTE	
					TIPO	CANTIDAD
<b>DIARIO</b>	Indicador de nivel de aceite en la caja de cambios, caja de avances y caja del mando del carro.		RN	1/2 Min.	Shell Tellus 68	Nivel medio del indicador de aceite.*
	Indicador de flujo de aceite en la caja de cambios y delantal.	Por bomba de aceite.	RF	1/2 Min.	Shell Tellus 68	Flujo pulsante.**
	Guías de la bancada.	Bomba de pistón	AA	1/2 Min.	Shell Tellus 68	Necesaria.
	Guías del carro transversal.	Aceitera de mano.	AA	1/2 Min.	Shell Tellus 68	Necesaria.
	Guías del carro longitudinal.	Aceitera de mano.	AA	1/2 Min.	Shell Tellus 68	Necesaria.
	Barra de roscar	Aceitera de mano.	AA	1/2 Min.	Shell Tellus 68	Necesaria.
	Barra de cilindrar	Aceitera de mano.	AA	1/2 Min.	Shell Tellus 68	Necesaria.
	Barra de conexión del husillo	Aceitera de mano.	AA	1/2 Min.	S. Tellus 68	Necesaria.
<b>SEMANAL</b>	Ruedas de cambio (lira).	Grasera de mano.	AG	1min	Shell Albania EP2	Necesaria.
	Cojinete intermedio de la lira.	Grasera de mano.	AG	1min	Shell Albania EP2	Necesaria.
<b>TRIMESTRAL</b>	Cadena y piñón del motor de avance rápido.	Grasera de mano.	AG	5min	Shell Albania EP2	Necesaria.
	Rodamientos de los motores eléctricos.	Grasera de mano.	AG	30min	Shell Albania EP2	Necesaria.
<b>CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN</b>	Cabezal de husillo	Salpique y bomba de engranaje	CA	15mi.	Shell Tellus 68	5G.
	Caja de avances.	Salpique	CA	15mi.	Shell Tellus 68	1/4G
	Caja de mando del carro.	Salpique y bomba de Pistón.	CA	15mi.	Shell Tellus 68	1G
	Filtros de aceite.		LIMPIEZA	20mi.	Shell Tellus 68	



**METCOL LTDA.**

<b>MAQUINA:</b> Tomo Paralelo	<b>FABRICANTE :</b> ZMM INC SOFIA	<b>MODELO:</b>	<b>CÓDIGO METCOL</b> MEC-TP-04
<b>CLASE DE ACTIVIDAD:</b> RN: revisar nivel y completar. RF: revisar flujo. AA: aplicar aceite. AG: aplicar grasa CA: cambio de aceite			

\* 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.

FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	MECANISMO / PARTE A LUBRICAR	TIPO DE LUBRICACIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	LUBRICANTE	
					TIPO	CANTIDAD
<b>DIARIO</b>	Indicador de nivel de aceite en la caja de cambios, caja de avances y caja del mando del carro.		RN	1/2 Min.	Shell Tellus 68	Nivel medio del indicador de aceite.*
	Indicador de flujo de aceite en la caja de cambios y delantal.	Por bomba de aceite.	RF	1/2 Min.	Shell Tellus 68	Flujo pulsante.**
	Guías de la bancada.	Bomba de pistón	AA	1/2 Min.	Shell Tellus 68	Necesaria.
	Guías del carro transversal.	Aceitera de mano.	AA	1/2 Min.	Shell Tellus 68	Necesaria.
	Guías del carro longitudinal.	Aceitera de mano.	AA	1/2 Min.	Shell Tellus 68	Necesaria.
	Barra de roscar	Aceitera de mano.	AA	1/2 Min.	Shell Tellus 68	Necesaria.
	Barra de cilindrar	Aceitera de mano.	AA	1/2 Min.	Shell Tellus 68	Necesaria.
	Barra de conexión del husillo	Aceitera de mano.	AA	1/2 Min.	S. Tellus 68	Necesaria.
<b>SEMANAL</b>	Ruedas de cambio (lira).	Grasera de mano.	AG	1min	Shell Albania EP2	Necesaria.
	Cojinete intermedio de la lira.	Grasera de mano.	AG	1min	Shell Albania EP2	Necesaria.
<b>TRIMESTRAL</b>	Cadena y piñón del motor de avance rápido.	Grasera de mano.	AG	5min	Shell Albania EP2	Necesaria.
	Rodamientos de los motores eléctricos.	Grasera de mano.	AG	30min	Shell Albania EP2	Necesaria.
<b>CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN</b>	Cabezal de husillo	Salpique y bomba de engranaje	CA	15mi.	Shell Tellus 68	5G.
	Caja de avances.	Salpique	CA	15mi.	Shell Tellus 68	1/4G
	Caja de mando del carro.	Salpique y bomba de Pistón.	CA	15mi.	Shell Tellus 68	1G
	Filtros de aceite.		LIMPIEZA	20mi.	Shell Tellus 68	



METCOL LTDA.

<b>MAQUINA:</b> Fresadora Universal	<b>FABRICANTE :</b> CHINO	<b>MODELO:</b> N° 31054	<b>CÓDIGO METCOL MEC-FR-01</b>
<b>CLASE DE ACTIVIDAD:</b> RN: revisar nivel y completar. RF: revisar flujo. AA: aplicar aceite. AG: aplicar grasa CA: cambio de aceite			

\* 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.

FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	MECANISMO / PARTE A LUBRICAR	TIPO DE LUBRICACIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	LUBRICANTE	
					TIPO	CANTIDAD
<b>DIARIO</b>	<b>CABEZAL DE HUSILLO</b>					
	Indicador de nivel de aceite.		RN		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.**
	Indicador de nivel de aceite del depósito de lubricación para las guías de las mesas y consola.		RN		Shell Tellus 68	Nivel medio del indicador de aceite.*
	Guías de las mesas y consola.	Bomba de aceite Accionada manualmente.	AA	½ min.	Shell Tellus 68	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 68	Nivel medio del indicador de aceite.*
<b>SEMANAL</b>	Tomillo mesa longitudinal	Grasera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria
	Tomillo mesa transversal.	Grasera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria
<b>MENSUAL</b>	Caja transmisora del cardan. (mesa longitudinal)	Grasera de mano.	AG	5 min.	Shell Albania EP2	Necesaria
<b>CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN</b>	Cabezal del husillo	Bomba de aceite y salpique.	CA	15 min	Shell Tellus 68	
	Depósito de la caja de avances de las mesas.	Bomba de aceite.	CA	15 min	Shell Tellus 68	
	Cojinetes del motor eléctrico.	Grasera de mano.	AG	1 min	Shell Albania EP2	Necesaria



METCOL LTDA.

<b>MAQUINA:</b> Mandrinadora	<b>FABRICANTE :</b>	<b>MODELO:</b>	<b>CÓDIGO METCOL MEC-MH-01</b>
<b>CLASE DE ACTIVIDAD: RN:</b> revisar nivel y completar. <b>RF:</b> revisar flujo. <b>AA:</b> aplicar aceite. <b>AG:</b> aplicar grasa <b>CA:</b> cambio de aceite			

\* 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.

FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	MECANISMO / PARTE A LUBRICAR	TIPO DE LUBRICACIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	LUBRICANTE	
					TIPO	CANTIDAD
<b>DIARIO</b>	<b>CARRO DE DESPLAZAMIENTO TRANSVERSAL-MESA PORTA PIEZA</b>				SAE 40	
	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.**
<b>SEMANAL</b>	Filtro magnético del sistema de lubricación de las guías del cabezal y tuerca de desplazamiento vertical.	Circulación por bomba de aceite	AG	5 min.		
	Copa porta herramienta	Grasera de mano.	AA	½ min.	Shell Albania EP2	
	Guías de las cubiertas de las mesas.	Aceitera de mano.	AG	5 min.	SAE 40	
<b>MENSUAL</b>	<b>CARROS Y MESA PORTA PIEZA</b>					
	Caja de avances de los carros.	Grasera de mano.	AG	5 min.	Shell Albania EP2	Necesaria.
	<b>BASTIDOR  </b>					
<b>MENSUAL</b>	Rodamiento del eje de mando de los carros y mesa.	Grasera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.
	Rodamiento del eje de mando de la luneta.	Grasera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.

<b>TRIMESTRAL</b>	<b>SOPORTE</b>					
	Rodamiento del tornillo sin fin.	Grasera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.
	Rodamiento del eje de mando del cabezal de husillo.	Grasera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.
	Piñón y cadena	Grasera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.
	<b>LUNETAS</b>					
	Rodamiento del tornillo sin fin	Grasera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.
	Engranaje del tornillo sin fin del avance del cojinete.	Grasera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.
	Engranaje del tornillo sin fin del avance longitudinal.	Grasera de mano.	AG	½ min.	Shell Albania EP2	Necesaria.
	<b>CAJA DE DISTRIBUCIÓN</b>					
Engranajes, rodamientos.	Grasera de mano.	AG	5 min.	Shell Albania EP2	Necesaria.	
<b>SEMESTRAL</b>	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.
<b>CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN</b>	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	
<b>ANUAL</b>	Acoplamiento de arranque de discos.	Grasera de mano.	AG	1 min.	Shell Albania EP2	Necesaria.

## **ANEXO E. Inspección de máquinas y equipos**



METCOL LTDA.

<b>MÁQUINA:</b> Torno Paralelo	<b>FABRICANTE:</b> URSS (RUSO)	<b>MODELO:</b>	<b>CÓDIGO METCOL:</b> MEC-TP-02
--------------------------------	--------------------------------	----------------	---------------------------------

TIPO DE INSPECCIÓN: MECÁNICA						FRECUENCIA: TRIMESTRAL					
ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO		ASIGNADA POR:			ASIGNADA A:				FECHA D/M/A:		
ELEMENTO CONSTRUCTIVO	EQUIPO EN MOVIMIENTO		ESTADO			SE CORRIGIÓ		GENERA SOLICITUD TRABAJO		OBSERVACIONES	
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO		
<b>BANCADA</b>											
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								
<b>CABEZAL FIJO</b>											
Verificar estado de guardas de poleas y engranajes.			X								
Revisar el sistema de fijación de la copa.			X								
Revisar el husillo de trabajo.			X								
Verificar estado de la copa y mordazas.			X								
Verificar estado de los indicadores de nivel de aceite.			X								
<b>CABEZAL MÓVIL</b>											
Verificar estado del cuerpo.			X								
Verificar estado del husillo.			X								
Verificar estado del tornillo de fijación.			X								

CARROS Y ACCIONAMIENTOS										
Verificar estado de la barra de roscar.		X								
Verificar estado de la barra de cilindrar.		X								
Verificar estado del carro longitudinal.		X								
Verificar estado del carro transversal.		X								
Verificar estado de la torre porta herramienta.		X								
<b>OBSERVACIONES:</b>										
<b>REALIZADO POR:</b>						<b>REVISADO POR:</b>				
FIRMA:						FIRMA:				
NOMBRE:						NOMBRE:				
FECHA:						FECHA:				



METCOL LTDA.

MÁQUINA: Torno Paralelo

FABRICANTE: URSS (RUSO)

MODELO:

CÓDIGO METCOL: MEC-TP-02

TIPO DE INSPECCIÓN: ELÉCTRICA						FRECUENCIA: TRIMESTRAL				
ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO		ASIGNADA POR:			ASIGNADA A:				FECHA D/M/A:	
ELEMENTO CONSTRUCTIVO	EQUIPO EN MOVIMIENTO		ESTADO			SE CORRIGIÓ		GENERA SOLICITUD TRABAJO		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								
Medir y registrar el valor de la corriente de consumo del motor principal.	x									
Verificar estado del sistema de alumbrado.		x								
<b>REALIZADO POR:</b>						<b>REVISADO POR:</b>				
FIRMA:						FIRMA:				
NOMBRE:						NOMBRE:				
FECHA:						FECHA:				



METCOL LTDA.

MÁQUINA: Torno Paralelo

FABRICANTE: CHINA RECKORD

MODELO:

CÓDIGO METCOL: MEC-TP-05

TIPO DE INSPECCIÓN: MECÁNICA						FRECUENCIA: TRIMESTRAL					
ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO			ASIGNADA POR:			ASIGNADA A:				FECHA D/M/A:	
ELEMENTO CONSTRUCTIVO	EQUIPO EN MOVIMIENTO		ESTADO			SE CORRIGIÓ		GENERA SOLICITUD TRABAJO		OBSERVACIONES	
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO		
<b>BANCADA</b>											
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									
<b>CABEZAL FIJO</b>											
Verificar estado de guardas de poleas y engranajes.		X									
Revisar el sistema de fijación de la copa.		X									
Revisar el husillo de trabajo.		X									
Verificar estado de la copa y mordazas.		X									
Verificar estado de los indicadores de nivel de aceite.		X									
<b>CABEZAL MÓVIL</b>											
Verificar estado del cuerpo.		X									
Verificar estado del husillo.		X									
Verificar estado del tornillo de fijación.		X									
<b>CARROS Y ACCIONAMIENTOS</b>											
Verificar estado de la barra de roscar.		X									

Verificar estado de la barra de cilindrar.	X									
Verificar estado del carro longitudinal.	X									
Verificar estado del carro transversal.	X									
Verificar estado de la torre porta herramienta.	X									
<b>OBSERVACIONES:</b>										
<b>REALIZADO POR:</b> FIRMA: NOMBRE: FECHA:					<b>REVISADO POR:</b> FIRMA: NOMBRE: FECHA:					



METCOL LTDA.

MÁQUINA: Torno Paralelo

FABRICANTE: CHINA RECKORD

MODELO:

CÓDIGO METCOL: MEC-TP-05

TIPO DE INSPECCIÓN: ELÉCTRICA						FRECUENCIA: TRIMESTRAL				
ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO			ASIGNADA POR:			ASIGNADA A:				FECHA D/M/A:
ELEMENTO CONSTRUCTIVO	EQUIPO EN MOVIMIENTO		ESTADO			SE CORRIGIÓ		GENERA SOLICITUD TRABAJO		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								
Medir y registrar el valor de la corriente de consumo del motor principal.	x									
Verificar estado del sistema de alumbrado.		x								
REALIZADO POR:						REVISADO POR:				
FIRMA:						FIRMA:				
NOMBRE:						NOMBRE:				
FECHA:						FECHA:				



METCOL LTDA.


**MÁQUINA:** Fresadora Universal

**FABRICANTE:** CHINO

**MODELO:** N° 31054


**CÓDIGO METCOL:** MEC-FR-01

TIPO DE INSPECCIÓN: MECÁNICA						FRECUENCIA: TRIMESTRAL				
ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO		ASIGNADA POR:			ASIGNADA A:				FECHA D/M/A:	
ELEMENTO CONSTRUCTIVO	EQUIPO EN MOVIMIENTO		ESTADO			SE CORRIGIÓ		GENERA SOLICITUD TRABAJO		OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
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		X								
<b>OBSERVACIONES:</b>										
<b>REALIZADO POR:</b> FIRMA: HOMBRE: FECHA:						<b>REVISADO POR:</b> FIRMA: NOMBRE: FECHA:				

				<b>METCOL LTDA.</b>			
<b>MÁQUINA:</b> Fresadora Universal		<b>FABRICANTE:</b> CHINO		<b>MODELO:</b> N° 31054		<b>CÓDIGO METCOL:</b> MEC-FR-01	

<b>TIPO DE INSPECCIÓN: ELÉCTRICA</b>						<b>FRECUENCIA: TRIMESTRAL</b>				
<b>ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO</b>			<b>ASIGNADA POR:</b>			<b>ASIGNADA A:</b>				<b>FECHA D/M/A:</b>
<b>ELEMENTO CONSTRUCTIVO</b>	<b>EQUIPO EN MOVIMIENTO</b>		<b>ESTADO</b>			<b>SE CORRIGIÓ</b>		<b>GENERA SOLICITUD TRABAJO</b>		<b>OBSERVACIONES</b>
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
Verificar estado de contactores, interruptores, relés, fusibles y cableado eléctrico										
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	X								
Verificar que el motor de la caja de avances de las mesas no presente ruidos, vibraciones y recalentamiento anormal.	X									
Medir y registrar el valor de la corriente de consumo del motor principal.	X	X								
Verificar estado del sistema de alumbrado.										
<b>OBSERVACIONES :</b>										
<b>REALIZADO POR:</b> FIRMA:						<b>REVISADO POR:</b> FIRMA:				

NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:

			
<b>METCOL LTDA.</b>			
<b>MÁQUINA:</b> Mandrinadora	<b>FABRICANTE:</b> SACEM	<b>MODELO:</b> MST-XC/110	<b>CÓDIGO METCOL:</b> MEC-MH-01

TIPO DE INSPECCIÓN: MECÁNICA						FRECUENCIA: TRIMESTRAL				FECHA D/M/A:
ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO		ASIGNADA POR:			ASIGNADA A:					
ELEMENTO CONSTRUCTIVO	EQUIPO EN MOVIMIENTO		ESTADO			SE CORRIGIÓ		GENERA SOLICITUD TRABAJO		OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
<b>CABEZAL DE HUSILLO</b>										
Revisar sujeción del motor principal.										
Revisar palancas, volantes y accionamientos.										
Revisar indicadores de nivel y flujo de aceite.										
Revisar externamente el husillo de trabajo.										
Revisar el tornillo sinfín de desplazamiento del husillo de trabajo.										
Revisar el sistema de fijación de la copa.										
Revisar sinfín y cremallera de la copa.										
Revisar sistema hidráulico de fijación del cabezal.										
Verificar que el sistema de lubricación no presente fugas.										
Revisar cable del cabezal- contrapeso.										
Verificar estado de las correas del sistema de elevación del cabezal de husillo.										
<b>CARROS Y MESA PORTA PIEZA</b>										
Verificar estado del carro longitudinal.										

Verificar estado de carro transversal.	X									
Verificar estado de la mesa porta pieza.	X									
Verificar estado de correas.										
Verificar estado de limpiadores de guardas y guías.										
Revisar sistema hidráulico de fijación.										
Verificar que el sistema de lubricación no presente fugas.										
<b>BANCADA</b>										
Verificar estado de la bancada.										
Verificar estado de las guías de la bancada										
<b>REALIZADO POR:</b> FIRMA: NOMBRE: FECHA:					<b>REVISADO POR:</b> FIRMA: NOMBRE: FECHA:					



METCOL LTDA.

**MÁQUINA:** Mandrinadora

**FABRICANTE:** SACEM

**MODELO:** MST-XC/110

**CÓDIGO METCOL:** MEC-MH-01

TIPO DE INSPECCIÓN: ELÉCTRICA						FRECUENCIA: TRIMESTRAL				
ESTADO: B: BUENO R: REGULAR M: MALO		ASIGNADA POR:			ASIGNADA A:				FECHA D/M/A:	
ELEMENTO CONSTRUCTIVO	EQUIPO EN MOVIMIENTO		ESTADO			SE CORRIGIÓ		GENERA SOLICITUD TRABAJO		OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
Verificar estado de contactores, interruptores, relés, fusibles y cableado eléctrico										
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	X								
Verificar que el motor de la caja de avances de las mesas no presente ruidos, vibraciones y recalentamiento anormal.	X									
Medir y registrar el valor de la corriente de consumo del motor principal.	X	X								
Verificar estado del sistema de alumbrado.										
<b>OBSERVACIONES :</b>										
<b>REALIZADO POR:</b> FIRMA: NOMBRE: FECHA:					<b>REVISADO POR:</b> FIRMA: NOMBRE: FECHA:					

## **ANEXO F Cronograma de mantenimiento**



METCOL LTDA.

		CÓDIGO	MEC-TP-02	EQUIPO	Torno Paralelo	FABRICANTE	URSS (RUSO)																																										
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				
Lubricación de bancada	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.																																																



METCOL LTDA.

		CÓDIGO	MEC-TP-04	EQUIPO	Torno Paralelo	FABRICANTE	ZMM INC SOFIA																																										
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				
Lubricación de bancada	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	MEC-FR-01	EQUIPO	Fresadora Universal	MODELO	Nº 31054																																										
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				
Lubricar tornillos de traslación de mesa longitudinal y transv.	Semana	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Lubricar caja transmisora del cardan. (mesa longitudinal)	Mensual	■																																															
Cambio de aceite de los depósitos	Cada 3000 hrs.																																																
Aplicar grasa a los cojinetes del motor eléctrico principal	Cada 3000 hrs.																																																
Inspección Mecánica	Trimestral						■																																										
Inspección eléctrica.	Trimestral.							■																																									
Inspección Mecánica	Semestral.										■																																						
Limpieza filtro de taladrina.	Semestral										■																																						
Revisión general.	Anual										■																																						







METCOL LTDA.

CÓDIGO

MEC-TP-01

EQUIPO

Torno Paralelo

FABRICANTE

MB (BÚLGARO)

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				
Lubricación de bancada	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.																																																



METCOL LTDA.

		CÓDIGO	MEC-TP-06	EQUIPO	Tomo Paralelo				FABRICANTE	CHINO																																							
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				
Lubricación de bancada	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	MEC-TR-01	EQUIPO	Taladradora Radial	MODELO	2 A554																																										
ACTIVIDAD	FRECU.	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				
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	Cada																																																

