

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA ARRO S.A.S

JAIME ALBERTO TABARES DIOSA

JOHN BYRON YEPES URIBE

LEONARDO GAVIRIA QUÍNTERO

Programa Académico

INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

Director(es) del trabajo de grado

CARLOS ALBERTO ACEVEDO ALVAREZ, IM.

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

FACULTAD DE INGENIERIAS

INGENIERIA EN ELECTROMECAÁNICA

2016

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

RESUMEN

Entiéndase por sistema de gestión, a los conceptos, principios, normatividades, actividades y comportamientos que se encuentran encaminados u orientados a obtener un fin, objetivo o meta propuesto y definido.

El resultado de la planeación y diseño del sistema de gestión, evidencia la afectación positiva de la empresa en materia de optimización de recursos y por ende de su modelo productivo; el presente trabajo presenta el desarrollo en materia de investigación actual, del estado del mantenimiento de la compañía ARRO comparado con respecto a las tendencias mundiales normalizadas y plantea la posibilidad de implementar un sistema de gestión del mantenimiento para la empresa en mención acorde a las necesidades, criterios, requisitos y límites de la organización.

El beneficio de implementar el sistema de gestión del mantenimiento tiene un impacto inmediato en la confiabilidad de los activos de la organización, así mismo en materia económica pues maximiza los recursos y el modelo productivo, además de efectuar un proceso con más control y producto final de mayor calidad.

El objetivo primordial es brindarle a la compañía la posibilidad de adaptarse a las tendencias globalizadas actuales con el fin de que sea competente en el medio, eficaz en sus prácticas de mantenimiento y eficiente en su campo productivo y financiero.

Palabras clave: *Gestión del mantenimiento, tipos de mantenimiento, gestión de la información.*

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

ABSTRACT

Understood by management system, the concepts, principles, normativities, activities and behaviors that are directed or oriented to obtain a purpose or goal proposed and defined.

The result of the planning and design of the management system, demonstrates the positive involvement of the company in terms of value for money and thus its production model; This paper presents the development in current research, the state of maintenance of the company compared to global trends regarding standard and raises the possibility of implementing a maintenance management system for the company in question according to the needs, criteria , requirements and organizational boundaries.

The benefit of implementing the maintenance management system has an immediate impact on the reliability of the assets of the organization, also in economic matters as maximizes resources and the production model, besides making process with more control and final higher quality product.

The primary objective is to give the company the ability to adapt to current trends globalized order that is competent in the middle, effective maintenance practices and efficient in their production and finance fields.

Keywords: *Management maintenance, types of maintenance, information management.*

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

RECONOCIMIENTOS

Agradecimientos sinceros a nuestro estimado tutor, docente y sobre todo líder Carlos Alberto Acevedo Álvarez por su valiosa gestión, su entrega desinteresada y su exigencia continua en busca de la excelencia, comprometiéndonos a dar siempre nuestro máximo con el fin de obtener los mejores resultados posibles.

A nuestras familias por su compañía durante esta labor, por su atención especial durante estas jornadas, por su voz de aliento, por esas muestras de cariño que reconfortan el alma en momentos difíciles.

Agradecimientos al Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) que nos brindó el espacio para nuestra formación observando siempre como ayudar de mejor manera a sus estudiantes, a todos los docentes que plasmaron sus conocimientos en horas de estudio e incrementaron nuestros criterios profesionales y personales con ejemplo de personas serias, honestas y de gran calidad humana.

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

ACRÓNIMOS

ACR: Análisis de la causa raíz

CMMS: Sistema de la organización del mantenimiento computarizado (Computerized management maintenance system)

CTR: Criticidad total por Riesgo

DOFA: Matriz de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas.

FF: Frecuencia de fallos

GMAO: Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador

JIPE: Instituto Japonés de ingenieros de planta

LCC: Costo del ciclo de vida (Life cycle cost)

MBC: Mantenimiento centrado en la condición (Maintenance base don condition)

MCC: Mantenimiento centrado en la confiabilidad

MP: Mantenimiento Preventivo

MTTF: Tiempos medios entre fallas (Mean time to failure)

MTTR: Tiempo medio de reparación (Mean time to repair)

OCR: Optimización Coste – Riesgo

RCM: Mantenimiento basado en confiabilidad (Reliability Centered Maintenance)

SGC: Sistema de gestión de la calidad

TPM: Mantenimiento productivo total (Total productive maintenance)

TQM: Control de calidad total (Total quality maintenance)

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 14 |
| 1.2. Objetivos | 15 |
| 1.3. Justificación | 17 |
| 1.4. Alcances..... | 18 |
| 1.5. Limitaciones | 18 |
| 2 MARCO TEÓRICO..... | 20 |
| 2.1 QUE ES LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO | 20 |
| 2.2. QUE ES MANTENIMIENTO..... | 21 |
| 2.3. QUIEN ESTA ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO | 22 |
| 2.4. ORIGEN E HISTORIA DEL MANTENIMIENTO..... | 23 |
| 2.5. OBJETIVOS DE LA GESTION DEL MANTENIMIENTO | 26 |
| 2.6. CRITERIOS DE LA GESTION DEL MANTENIMIENTO. | 28 |
| 2.7. CLASIFICACIÓN DE FALLAS | 30 |
| 2.8. CONCEPTOS GENERALES EN LA SOLUCION DE PROBLEMAS | 32 |
| 2.9. MÉTODO IMPLEMENTACIÓN GESTIÓN DE MANTENIMIENTO | 33 |
| 3. TIPOS DE MANTENIMIENTO | 36 |
| 3.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO | 37 |
| 3.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO..... | 39 |
| 3.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO | 39 |
| 3.4. MANTENIMIENTO PARTICIPATIVO TOTAL (TPM)..... | 40 |
| 3.4.1. CARACTERISTICAS DEL TPM | 40 |
| 3.4.2. LAS 5 “S” | 43 |
| 3.4.2.1. BENEFICIOS DE LAS 5 “S”..... | 44 |
| 4. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO | 45 |
| 4.1. DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO DE REPARACIÓN DE UNA AVERÍA | 46 |
| 4.2. ASIGNACIÓN DE PRIORIDADES..... | 48 |
| 4.3. LISTA DE AVERÍAS. AYUDAS AL DIAGNÓSTICO..... | 49 |
| 4.4. CAUSAS DE FALLOS..... | 51 |

| | |
|--|-----|
| 4.5 ANÁLISIS DE FALLOS..... | 52 |
| 5. GESTIÓN DE REPUESTOS..... | 54 |
| 5.1 CLASIFICACIÓN DE LOS REPUESTOS..... | 55 |
| 5.2. ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA SELECCIÓN DE UN REPUESTO | 57 |
| 5.3 DETERMINACIÓN DEL REPUESTO QUE DEBE PERMANECER EN STOCK..... | 61 |
| 5.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS REPUESTOS..... | 61 |
| 5.5. ALMACENES..... | 63 |
| 5.6. INVENTARIOS | 67 |
| 5.7. HERRAMIENTAS DE APOYO AL MANTENIMIENTO..... | 68 |
| 6. MODELO DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA | 71 |
| 6.1. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO | 72 |
| 6.2 ETAPAS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO | 73 |
| 6.3 MODELOS DE MANTENIMIENTO..... | 78 |
| 6.3.1. TPM; MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL..... | 78 |
| 6.3.2. MCC; MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD | 79 |
| 6.3.3. SGC; SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD | 79 |
| 6.3.4. ACR; ANÁLISIS CAUSA RAÍZ | 80 |
| 6.3.5. OCR; OPTIMIZACIÓN COSTE – RIESGO | 80 |
| 6.4. ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE MANTENIMIENTO | 80 |
| 6.5. LISTA DE EQUIPOS..... | 81 |
| 6.6 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS..... | 83 |
| 6.7 ANALISIS DE CRITICIDAD | 86 |
| 6.8. SELECCIÓN DEL MODELO DE MANTENIMIENTO..... | 94 |
| 6.9 BENEFICIOS DE APLICACIÓN DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO..... | 95 |
| 7. GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN | 97 |
| 7.1 ORDEN DE TRABAJO..... | 99 |
| 7.2 INDICADORES | 102 |
| 7.3 INFORMES PERIÓDICOS | 105 |
| 7.4. ARCHIVOS DE MANTENIMIENTO | 109 |
| 7.5. ARCHIVO TÉCNICO | 110 |

| | |
|--|-----|
| 7.6. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO ASISITIDO POR COMPUTADOR (GMAC)..... | 111 |
| 5 METODOLOGÍA..... | 113 |
| 8. DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO..... | 113 |
| 8.1. ENTORNO DE LA EMPRESA. | 115 |
| 8.1.1. Visión de la empresa. | 115 |
| 8.1.2. Misión de la empresa. | 115 |
| 8.1.3. Estructura Organizativa de la empresa. | 115 |
| 8.1.4. Descripción de las funciones. | 116 |
| 8.1.5 Descripción de las áreas de trabajo. | 116 |
| 8.2 INFORMACIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Y MAQUINARIAS..... | 117 |
| 8.3 ENCUESTA. | 117 |
| 8.4. INFORMACION OBTENIDA DE LA ENCUESTA | 118 |
| 8.5 ESTADO ACTUAL DE LA EMPRESA | 120 |
| 9. MODELO DE MANTENIMIENTO A APLICAR. | 122 |
| 9.1 TIPO DE MODELO. | 123 |
| 9.2 JUSTIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL MODELO. | 123 |
| 9.3 PROCEDIMIENTOS Y TRABAJOS A EFECTUAR..... | 125 |
| 9.3.1. Anunciar la decisión de implementar el TPM | 129 |
| 9.3.2. Crear campañas de información, sensibilización y formación del personal. | 130 |
| 9.3.3. Iniciación al TPM | 130 |
| 9.3.4. Difusión del TPM | 131 |
| 9.3.5. Seleccionar una sección o área piloto..... | 133 |
| 9.3.6. Mantenimiento planeado | 133 |
| 9.3.7. Mantenimiento autónomo..... | 136 |
| 9.3.8. Capacitaciones..... | 139 |
| 9.3.9. Entrenamiento. | 139 |
| 9.3.10. Nuevas metas para perfeccionar el TPM. | 139 |
| 9.3.11. Dificultades en la implementación del TPM. | 139 |
| 9.4. FORMATOS A IMPLEMENTAR. | 142 |
| 9.4.1. Hoja de vida..... | 145 |

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

| | |
|--|-----|
| 9.4.2. Ficha técnica..... | 146 |
| 9.4.3. Orden de trabajo | 146 |
| 9.4.4. Solicitud de servicio de mantenimiento..... | 146 |
| 9.4.5. Registro de mantenimiento | 147 |
| 10.1 CONCLUSIONES | 163 |
| 10.2. RECOMENDACIONES | 164 |
| REFERENCIAS | 165 |
| 12.1. ANEXO 1 DATOS DE LA EMPRESA - ENCUESTA | 173 |
| 12.1.1. DATOS DE LA EMPRESA..... | 173 |
| 12.1.2. ENCUESTA..... | 173 |
| 12.2. ANEXO 2. FORMATO HOJA DE VIDA..... | 182 |
| 12.3. ANEXO 3- FORMATO FICHA TÉCNICA..... | 183 |
| 12.4. ANEXO 4. FORMATO ORDEN DE TRABAJO..... | 184 |
| 12.5. ANEXO 5. FORMATO SOLICITUD DE MANTENIMIENTO..... | 185 |
| 12.6. ANEXO 6. FORMATO REGISTRO MANTENIMIENTO | 186 |

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Visión general de la gestión del mantenimiento..... | 21 |
| Figura 2. Organigrama departamento de mantenimiento..... | 23 |
| Figura 3. Repaso histórico del mantenimiento | 26 |
| Figura 4. Ciclo de prioridades en el mantenimiento..... | 29 |
| Figura 5. Patrones devolución de las fallas | 31 |
| Figura 6. Método para la solución de problemas | 33 |
| Figura 7. Esquema de implementación de gestión del mantenimiento | 35 |
| Figura 8. Planificación del mantenimiento..... | 37 |
| Figura 9. Flujo grama mantenimiento correctivo..... | 38 |
| Figura 10. Pilares del TPM..... | 42 |
| Figura 11. Las 5'S..... | 43 |
| Figura 12. Mantenimiento correctivo | 45 |
| Figura 13. Distribución del tiempo en reparación de averías | 47 |
| Figura 14. Prioridades para el desarrollo de una gestión del mantenimiento..... | 48 |
| Figura 15. Estrategia para el diagnóstico de averías..... | 50 |
| Figura 16. Principales causas de las fallas | 51 |
| Figura 17. Esquema para analizar las fallas basado en el (MCC) | 52 |
| Figura 18. Gestión del mantenimiento | 55 |
| Figura 19. Selección del modelo de mantenimiento según análisis de estado..... | 58 |
| Figura 20. Método de análisis de criticidad | 59 |
| Figura 21. Diagrama de administración de inventario..... | 60 |
| Figura 22. Situación internacional en la gestión de inventarios..... | 68 |

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

| | |
|---|-----|
| Figura 23. Organización del conocimiento para definir el sistema de gestión del mantenimiento . | 70 |
| Figura 24. Modelo de gestión del mantenimiento..... | 72 |
| Figura 25. Pilares dentro del proceso de gestión del mantenimiento..... | 73 |
| Figura 26. Proceso del análisis en la innovación de gestión del mantenimiento..... | 77 |
| Figura 27. estructura de árbol de planta industrial..... | 82 |
| Figura 28. Criterios normalmente usados en el análisis de criticidad..... | 87 |
| Figura 29. Modelo del flujograma de criticidad..... | 89 |
| Figura 30. Matriz de criticidad semi cuantitativa..... | 94 |
| Figura 31. Modelo de gestión de la información..... | 98 |
| Figura 32. Ejemplo de ejecución de una orden de trabajo..... | 101 |
| Figura 33. Diagrama árbol de indicadores de gestión..... | 104 |
| Figura 34. Porque medir usando indicadores..... | 105 |
| Figura 35. Uso de gráficas en informes periódicos..... | 107 |
| Figura 36. Ejemplo de informe de gestión usando gráficas..... | 108 |
| Figura 37. Ejemplo de informe de gestión usando gráficos y valores alfanuméricos..... | 108 |
| Figura 38. Ciclo de vida de la información..... | 109 |
| Figura 39. Las seis grandes pérdidas definidas por el TPM..... | 124 |
| Figura 40. Etapas de implementación del TPM..... | 129 |
| Figura 41. Estructura de TPM..... | 141 |
| Figura 42. Clasificación..... | 137 |

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

| | |
|---|-----|
| Figura 43. Sensor entrada tela máquina ARTOS..... | 148 |
| Figura 44 Cepillos pisadores de tela..... | 149 |
| Figura 45 Agujas de pisadores..... | 149 |
| Figura 46 Tren de movimiento acoplado a tornillo sin fin..... | 150 |
| Figura 47 Sistema eléctrico del equipo ARTOS..... | 151 |
| Figura 48 Parte interna de la máquina, acumulación de fibras y aceites..... | 151 |
| Figura 49 Autoclave MCS..... | 153 |
| Figura 50 Equipo Laip Jet 800..... | 154 |
| Figura 51 Equipo ATYC..... | 155 |
| Figura 52 Equipo IVAPE..... | 156 |
| Figura 53 Equipo Brazzoli..... | 157 |
| Figura 54 Equipo Brazzoli | 158 |
| Figura 55 Sello mecánico..... | 159 |
| Figura 56 Acople elastómero equipo Brazzoli..... | 160 |
| Figura 57 Cuarto de calderas | 161 |

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Abastecimiento y control de materiales..... | 57 |
| Tabla 2. Tipo de almacén..... | 64 |
| Tabla 3. Proceso de gestión de almacén..... | 65 |
| Tabla 4. Sistema de almacenamiento..... | 66 |
| Tabla 5. Líneas de tiempo para los modelos de gestión del mantenimiento..... | 81 |
| Tabla 6. Ejemplo de listado de equipos..... | 83 |
| Tabla 7. Características de los indicadores..... | 103 |

| | | | |
|---|-----------------------------------|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

1.INTRODUCCIÓN

La globalización y estandarización de los procesos productivos de los bienes y/o servicios ha estado vinculada a una constante evolución de acuerdo a los requisitos mundiales cada vez más exigentes, ajustados y competitivos. Así pues, el mantenimiento como parte del proceso también se ve afectado por las condiciones que el mundo moderno interpone, y por lo tanto debe asumir retos y comportamientos que propendan por aportar al cumplimiento de las metas corporativas correspondientes a calidad y cumplimiento a costo razonable.

El desarrollo e implementación de un modelo real y factible para la gestión global del mantenimiento se ha convertido en un tema de investigación y discusión fundamental para alcanzar un buen desempeño en la gestión de mantenimiento, cuyos objetivos están alineados al cumplimiento de los objetivos de la empresa (Viveros, 2013)

El mantenimiento industrial es la función de conservación de los equipos e instalaciones con el fin de maximizar su disponibilidad, así pues, su importancia radica en poder propiciar las condiciones de operación adecuadas de los ya mencionados con el fin de reducir fallas, tiempos improductivos y optimizar los recursos.

Cabe mencionar que, aunque existen diversos métodos de mantenimiento que se han desarrollado través de la historia, muchas compañías aún cuentan con prácticas primitivas, poco modernas, modelos que poco aportan al crecimiento de la empresa puesto que están basados en información desactualizada, o se encuentran asentados en las bases del pensamiento arcaico de algunos dirigentes que no brindan al mantenimiento la importancia y el respeto que se merece.

Es por ello que la gestión del mantenimiento debe plantearse como una herramienta poderosa y trascendental para las empresas y sus objetivos; bajo esos preceptos, el diseño de dicho sistema debe ser crítico y ajustado a las necesidades y requerimientos de cada compañía, debe velar por el correcto y óptimo funcionamiento de los activos de la compañía, la preservación de la integridad de las personas y el cuidado al medio ambiente. Dicho de otra forma, el sistema de gestión del mantenimiento se transforma en un poderoso factor de competitividad en un

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

mundo estandarizado y cada día tiene mayor importancia en el desarrollo empresarial.

El sistema de gestión debe diseñarse de acuerdo a requisitos y parámetros críticos que permitan su control durante la etapa de ejecución y así mismo brinden la posibilidad de retroalimentar el mismo durante la fase de evaluación para poder efectuar los ajustes necesarios y de esa manera establecerlo como un sistema eficiente.

1.2 Objetivos

4.1 General

Partiendo de las prácticas actuales de mantenimiento efectuadas en la empresa, investigar, documentar, diseñar y ejecutar un sistema de gestión del mantenimiento retroactivo, retroalimentado e inteligente, que permita a la compañía optimizar sus recursos, actualizar tecnologías, modernizar equipos con el fin de garantizar altos estándares de confiabilidad en maquinaria y recurso humano, propendiendo por el mejoramiento continuo de sus procesos utilizando indicadores que permitan medirlo y controlarlo; estableciendo normas, políticas y comportamientos que garanticen la efectividad del mismo; creando una cultura altamente motivada para obtener desempeños de excelencia incesante.

4.2 Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa TEXTILES ARRO S.A.S. en cuanto a la gestión actual y el mejoramiento de las condiciones electromecánicas del mantenimiento que han sido efectuadas.
- Identificar y clasificar las falencias que presenta el sistema de mantenimiento, buscando un método que permita impactar y crear constantemente mejoramientos en los procedimientos que se gestionan dentro de los sistemas electromecánicos. De ese modo, crear una cohesión de todo el proceso de la empresa, mejorando los indicadores de calidad y productividad.
- Identificar y clasificar los equipos y herramientas propias del proceso productivo en sus respectivas áreas, efectuando una detallada descripción de los mismos donde se plasme evidencia de su estado actual, responsable, localización, vida útil, calibraciones realizadas

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

(si aplica), proveedor, fecha de ingreso al proceso, entre otras; obteniendo así un control estratégico sobre ellos

- Analizar los factores que originan las fallas en el sistema, clasificarlos de acuerdo a su criticidad y periodicidad y determinar planes de acción sobre los mismos.
- Redactar instructivos para la elaboración e implementación de formatos que permitan la recolección y manejo de la información. Socializar la información y buscar cooperación del personal operativo ya que este se encuentra constantemente interactuando con el proceso, crear un programa de incentivos y generar cultura de participación y compromiso total con la compañía.
- Efectuar una exhaustiva y extensa búsqueda de información para que el diseño del modelo de gestión del mantenimiento sea el más ajustado a las condiciones propias de la organización.
- Documentar y diseñar el sistema de gestión en mantenimiento. Retroalimentando constantemente la información, cruzándola con tendencias mundiales actuales y estableciendo comparativos con el desarrollo de la industria a nivel nacional.
- Proponer a la compañía, la implementación de una herramienta de mantenimiento que permita agilizar y dar un mejor manejo a la información con el uso de ordenadores (software de mantenimiento).

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

1.3 Justificación

Explícitamente como objetivo primordial en toda organización, está la optimización de los recursos en los procesos y estar a la altura competitiva mundial en cualquiera que sea su área de producción.

No ajena a este objetivo se encuentra la empresa TEXTILES ARRO SAS. A pesar de ser una empresa relativamente nueva, su maquinaria y equipo no lo son, pues ha sido adquirida en su gran mayoría de excedentes de empresas multinacionales de la región que han debido disminuir o hasta cerrar sus plantas agobiados por la crisis económica.

Es aquí donde nace la necesidad de diseñar, documentar e implementar un sistema de gestión de mantenimiento que permita a la empresa una mejor organización de los procesos, que permita el desarrollo integral y el cumplimiento de una política de calidad, haciéndola competitiva, brindando servicios de alta calidad con el objetivo de captar nuevos clientes y fortificando los existentes, ofreciéndole a estos, los mejores productos que lo llevaran a convertirse en un aliado ideal en el área de procesos de tintura y termo fijado de telas.

Además, con el apoyo de este sistema de gestión de mantenimiento, apoyado en las filosofías del TPM y de herramientas como las 5 “S” permitirán:

- El óptimo manejo de los recursos ya sean económicos, de infraestructura y/o maquinarias.
- Mejorar las áreas de trabajo, convirtiéndolo en lugares limpios y ordenados.
- Reducir tiempos de trabajo, minimizando los mantenimientos correctivos.
- Reducción de accidentes por desorden y falta de aseo.
- Aumentar la confianza del cliente, enseñándole un lugar limpio y seguro, donde sus productos serán tratados de la mejor manera.

Aplicar estas herramientas sin duda garantiza efectividad, productividad y una gran competitividad.

La elección de las herramientas debe estar basada sobre un conjunto apropiado de parámetros de costo, plazos, rendimientos y evaluación del riesgo, en general

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

deben ser definidas y afinadas mediante un proceso iterativo y deben sustentarse sobre evaluaciones y procesos de verificación.

1.4 Alcances

Los conceptos aquí expuestos son aplicables a todos los equipos de la compañía en mención y a sus semejantes en cuanto a tipo de organización se refiere que pretendan planear, desarrollar, implementar y evaluar un sistema de gestión del mantenimiento en aras de optimizar sus procesos productivos.

Con este proyecto se pretende demostrar de forma documentada que las actividades de mantenimiento, se preparan, planifican, programan, ejecutan y miden, analizan y mejoran, en el marco de un sistema de gestión.

Este panorama anterior permite determinar cuantitativamente la incidencia del mantenimiento en cuanto a las actividades generales y particulares de la organización, principalmente relacionadas con la función producción.

Cada organización desarrollará los criterios especificados de acuerdo a sus características particulares. Estos requisitos no pretenden establecer estructuras rígidas sino estructuras dinámicas, flexibles en el marco del respeto a planes y programas, respetuosas de regulaciones éticas y sociales, orientadas a la mejora continua, y orientadas al constante crecimiento del personal de mantenimiento.

1.5 Limitaciones

La compañía aún no cuenta con una gestión documental que permita crear una bitácora de equipos con información precisa y relevante, por lo tanto, se debe iniciar con ésta a fin de crear una base de datos con las hojas de vida de los equipos involucrado en la producción, de ésa manera se puede establecer y mantener un riguroso control al sistema de gestión del mantenimiento a implementar.

La capacidad de inversión que posee la empresa está sujeta a revisiones periódicas con el fin de establecer criterios de importancia para poder efectuarlas; así pues, el presupuesto se encuentra limitado por condiciones ajenas a la voluntad del departamento de mantenimiento y todo lo que puede conllevar la implementación de la gestión del mismo.

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

La implementación de nuevos modelos en cualquier organización es un proceso dispendioso y de planeación estratégica para evitar colapsos en la compañía; las estrategias deben apuntar a minimizar los posibles impactos durante la etapa de ejecución del sistema de gestión de modo que el proceso productivo pueda continuar de manera habitual y la gestión del mantenimiento se integre a éste sin mayores repercusiones.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

2 MARCO TEÓRICO

2.1 QUE ES LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

Se describe como gestión del mantenimiento, la coordinación, dirección y organización de los recursos materiales, humanos y flujos de información destinados al correcto funcionamiento y administración de los equipos, máquinas y herramientas partícipes en el proceso productivo de una compañía a fin de optimizar el proceso y maximizar el desempeño.

Como toda filosofía de gestión, la del mantenimiento se apoya en procesos que le permiten canalizar los diferentes esfuerzos y orientarlos metódicamente para ejecutar los planes y lograr los objetivos de manera eficiente, es decir, planificación, organización, dirección y control. (García, 2006)

El modelo de gestión puede representarse usando la figura 1, entendiéndola de la siguiente manera: la gestión del mantenimiento busca reducir costos, incrementar la rentabilidad, calidad y producción; para ello debe definir los objetivos del negocio e integrarlos a las dependencias involucradas, vinculando elementos que faciliten su implementación (personal, equipos, procesos) y para garantizar que todo eso sea posible, es imprescindible adherir al proceso al personal idóneo, quien de la mano de tecnología adecuada y procesos eficaces, pueden garantizar el éxito del modelo, de esa manera se logra obtener disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad de la empresa, su proceso productivo y sus equipos.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |



Figura 1. Visión General De La Gestión Del Mantenimiento (Canales, 2006)

2.2. QUE ES MANTENIMIENTO

Existen innumerables definiciones para el mantenimiento, dicho en palabras comprensibles, el mantenimiento básicamente es el conjunto de actividades, procedimientos y medidas que permiten prolongar y mantener la vida útil de dispositivos y equipos de cualquier sistema productivo dentro de especificaciones y parámetros establecidos previamente diseñados.

La finalidad principal es conservar la planta física, equipos, servicios e instalaciones en condición de cumplir la función para la cual fue diseñado cada uno de los mencionados, brindando capacidad, calidad, seguridad y economía.

Es imprescindible que el mantenimiento vaya ligado al aspecto humano pues en la gran mayoría de los casos (si no en todos), de éste depende el éxito del mismo; cuando incluimos labores desempeñadas por personas, debemos velar por cumplir con los mínimos criterios de seguridad que propendan por el bienestar y la preservación de la integridad del individuo, para ello, hay que tener en cuenta criterios básicos, pero sumamente importantes como los siguientes:

- Mano de obra o personal calificado para ejercer dichas labores.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- Adecuada planeación, programación y ejecución de las funciones de mantenimiento en la organización.
- Herramientas, dispositivos y equipos adecuados y en óptimas condiciones para desempeñar los trabajos.
- Capacitación y retroalimentación al personal acerca de las condiciones, requerimientos y criterios para disminuir los riesgos y efectuar labores seguras.

El mantenimiento ha estado en constante evolución, a principios del siglo XX, la mención de la palabra mantenimiento era relacionada a herramientas, recurso y personas consideradas un “mal necesario”, lamentablemente algunas organizaciones mantienen ésa percepción aún, sin embargo, existe una clara tendencia global a posicionar a las organizaciones y departamentos de mantenimiento como lo que realmente son: entidades que generan valor cumpliendo un rol fundamental para el cumplimiento de los objetivos corporativos, entre los que se destacan rentabilidad, seguridad, calidad, confiabilidad y disponibilidad. (Canales, 2006).

2.3. QUIEN ESTA ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO

La dirección del organismo encargado de mantenimiento varía de acuerdo al tipo de compañía, su razón social, su producto, presupuesto, maquinaria, procesos, entre otras múltiples variables que deben considerarse; sin embargo, el departamento de mantenimiento por lo general se encuentra constituido por un grupo de personas en diverso orden jerárquico pre establecido por la organización y donde cada individuo posee ciertas características que lo hacen acorde a ocupar cierta posición y presentar desempeños definidos.

Dicho de otra forma, el departamento de mantenimiento posee una dirección (gerencia) que es cabeza visible ante la empresa y es quien se encarga de presentar ante la misma, los resultados del mantenimiento en forma de números, presupuestos, informes detallados, mejoras y aspectos por mejorar, estado de procesos y demás datos estadísticos de evaluación y desempeño. Aparte de la gerencia, se presenta la figura de coordinador, quien debe cumplir el papel de gestión de la información concerniente al mantenimiento y actúa como enlace entre la cadena administrativa y la operativa. Algunas compañías incluyen personal supervisor como eslabón entre coordinadores y operativos, dicho supervisores poseen la responsabilidad de velar por el cumplimiento de las labores y

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

procesos asumidos por la gerencia del departamento en aras de cumplir a cabalidad con las tareas programadas y aquellas novedades imprevistas. Por último, pero no menos importante, se encuentra el personal operativo, quienes tienen la responsabilidad de efectuar labores, tareas, trabajos y procesos sobre los equipos, dispositivos, infraestructura, entre otros, con el fin de mantenerlos funcionando bajo los parámetros para los cuales fueron diseñados. Ver figura 2.



Figura 2. Organigrama departamento de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia

2.4. ORIGEN E HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

Se puede pensar que la historia del mantenimiento está ligada únicamente a la vida industrial, sin embargo, si repasamos las eras de la humanidad, podemos encontrar hallazgos que evidencian la práctica de rutinas de mantenimiento primitivas, subdesarrolladas y arcaicas. Para comprender mejor estos conceptos, se puede mencionar al hombre primitivo que fabricaba sus utensilios para sobrevivir con piedra y madera, herramientas que él mismo conservaba de manera óptima pues su vida dependía de ello. Durante la era agrícola, los procesos eran muy manuales, sin embargo, toda vez que se sucedía algún adelanto importante, éste era replicado; dichos adelantos incluyeron en su gran mayoría el uso de dispositivos y herramientas que facilitaban las labores, sin embargo, también eran susceptibles al deterioro normal por el uso, lo que conllevó al ser humano a definir prácticas que buscaban alargar la vida útil de dichos desarrollos y maximizar su vida útil.

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial eran los propios operarios quienes se encargaban de las reparaciones de los equipos. Conforme las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos.

Durante los últimos cincuenta años aparece el concepto de fiabilidad y los departamentos de mantenimiento buscan no solo solucionar las fallas que se producen en los equipos sino además prevenirlas, es decir, actuar para que no se produzcan. Esto supone crear una nueva figura en el departamento de mantenimiento, personal cuya función es estudiar qué tareas de mantenimiento deben realizarse con el fin de evitar las fallas. Así aumenta el personal no destinado a la realización de tareas y con él, los costes de mantenimiento, pues se busca aumentar la producción, evitar las pérdidas por averías y paradas innecesarias y sus costes asociados.

De esta manera han ido apareciendo diversos métodos de mantenimiento, con la idea de mejorar los objetivos que persigue el mantenimiento para que el equipo o instalación sigue cumpliendo con sus funciones establecidas. Así pues, surge el mantenimiento preventivo, cuya funcionalidad está basada en la realización periódica de mantenimiento, dejando el correctivo en un segundo plano. Con el mantenimiento preventivo, aún de mejorar los resultados que se obtenían con correctivo, se desconoce cuándo se va a producir un fallo en el equipo, puesto que el mantenimiento se realiza en plazos fijos, por lo que se plantea la posibilidad de un mantenimiento con el cual se pueda prever cuando se va a producir el fallo, apareciendo así lo que se conoce como mantenimiento predictivo. A este último le sigue el proactivo cuyo cumplimiento requiere de la participación en mantenimiento de todos los componentes de la empresa. Del mismo modo, van apareciendo modelos de mantenimiento más avanzados como es el modelo basado en fiabilidad (RCM). El RCM se basa en los estudios de los equipos, en análisis de los modos de fallos, y en la aplicación de técnicas estadísticas y tecnología de detección. (Cruz, 2013).

Paralelamente, sobre todo a partir de los años 80s, comienza a introducirse la idea de que puede ser rentable volver de nuevo al modelo inicial: que los operarios de producción se ocupen del mantenimiento de los equipos. Se desarrolla el TPM, o Mantenimiento

| | | | |
|--|--|---------|------------|
| | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Productivo Total, en el que algunas de las tareas normalmente realizadas por el personal de mantenimiento son ahora realizadas por operarios de producción. Esas tareas ‘transferidas’ son trabajos de limpieza, lubricación, ajustes, reaprietes de tornillos y pequeñas reparaciones. Se pretende conseguir con ello que el operario de producción se implique más en el cuidado de la máquina, siendo el objetivo último de TPM conseguir “Cero Averías”. Como filosofía de mantenimiento, el TPM se basa en la formación, motivación e implicación del equipo humano (desde el personal de producción y de mantenimiento hasta los altos mandos), en lugar de la tecnología.

TPM y RCM no son formas opuestas de dirigir el mantenimiento, sino que ambas conviven en la actualidad en muchas empresas. En algunas de ellas, RCM impulsa el mantenimiento, y con esta técnica se determinan las tareas a efectuar en los equipos; después, algunas de las tareas son transferidas a producción, en el marco de una política de implantación de TPM. En otras plantas, en cambio, es la filosofía TPM la que se impone, siendo RCM una herramienta más para la determinación de tareas y frecuencias en determinados equipos.

Como se puede comprobar, las diferentes técnicas de mantenimiento han evolucionado a lo largo del último siglo en función de las carencias que se observaban en cada uno de los modelos de mantenimiento al aplicarlos a la situación industrial real, de manera que unas engloban a otras, algunas interactúan entre ellas, y todas se han ido adaptando a los nuevos usos de la industria. Ver figura 3.

En la actualidad son las necesidades concretas de cada equipo y de cada industria las que marcan el modelo de mantenimiento que optimiza sus recursos y sus necesidades. Por lo general, el método que se impone mayoritariamente es el Mantenimiento Productivo Total o TPM, que incluye las tareas de Mantenimiento Preventivo y Predictivo, integrado siempre en un modelo de Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO), y apoyado según necesidades por el modelo de Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM). (Iribarren, 2010)

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |



Figura 3. Repaso histórico del mantenimiento. (Abella, 2003)

2.5. OBJETIVOS DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

La gestión del mantenimiento como se ha podido observar hasta ahora, tiene sus fundamentos en el arduo desarrollo y los continuos avances en materia de mejoramiento de las prácticas industriales en los procesos productivos y de servicios.

La gestión del mantenimiento propende por maximizar los recursos, optimizar los procesos, incrementar rentabilidades, alargar la vida útil de los equipos y estructuras y brindar confiabilidad y estabilidad a las prácticas productivas de las empresas, visto de manera generalizada, sin embargo, se puede detallar cada aspecto y observar cada función como un criterio individual provisto de un conjunto de operaciones que buscan un objetivo en común.

Visto de otro modo, entre los objetivos de un sistema de gestión del mantenimiento se encuentran:

- Maximizar el nivel de satisfacción del cliente (incluyendo cliente interno)

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- Maximización del aprovechamiento de los recursos humanos.
- Reducción del uso de los recursos materiales.
- Reducción de nivel de stock de refacciones.
- Maximización de vida útil de equipos, dispositivos, estructura.
- Minimización de costes de operación y mantenimiento.
- Maximización relación producción / costes de mantenimiento.
- Disminución tiempo en retorno de inversión para activos.
- Minimización de costes en niveles de riesgo
- Mejora continua en producción, seguridad, ambiente e higiene.
- Maximización de la eficacia a mínimo costo. (García, 2006)

Son sólo algunos ejemplos de los objetivos que pretende la gestión del mantenimiento, sin embargo, cada compañía define sus propios conceptos de mantenimiento y así mismo las prácticas, planes y controles que ello implica en su implementación. Cada concepto de mantenimiento puede inclusive convertirse en una filosofía, dogma o actitud. Lo que sí es claro es que cada vez más compañías están invirtiendo tiempo y esfuerzos determinando que tipo de mantenimiento se ajusta más a sus necesidades y requerimientos. (Parodi-Herz, 2008).

La satisfacción del cliente es objetivo trascendental de cualquier organización, en ésta categoría se debe incluir al cliente interno y entenderse como la relación entre departamentos dentro de la empresa, así pues, la gestión del mantenimiento busca afianzar las buenas prácticas con el fin de consolidar las óptimas relaciones entre procesos afianzando así el modelo productivo e incrementando la calidad del objeto o servicio final. Este proceso involucra de manera directa la mano de obra personal y ejerce influencia en busca de la excelencia y el compromiso requerido de parte de cada individuo para alcanzar las metas establecidas; bajo estos criterios, se crean actitudes y aptitudes que propenden por el máximo aprovechamiento de los recursos productivos, disminuyendo así los costes de producción y la generación de residuos (beneficio ambiental e higiénico), lo que afianza en la cultura organizacional el concepto de máximo modelo productivo de manera económica. Los objetivos de la gestión del mantenimiento requieren que las personas sean competentes, no sólo entrenadas, esto quiere decir que el individuo debe comprender que es lo que está haciendo, el concepto de “el mono hace lo que ve” ya no es aceptable, la comprensión y el entendimiento requieren de conocimiento subyacente. (Sondalini, 2015).

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Mejorar continuamente las habilidades de los individuos involucrados en el proceso de gestión del mantenimiento permite obtener prácticas eficaces y eficientes en todos los subtemas que abarca el concepto de gestión. Es responsabilidad del departamento supervisar constantemente el almacenamiento y stock de insumos concernientes al plan de mantenimiento, con esto se vigila detalladamente la rotación y disposición de elementos y se ejerce un estricto control sobre el presupuesto para ajustarlo a las necesidades, requerimientos y objetivos del departamento de mantenimiento con respecto a la organización.

Personal calificado, continuamente en entrenamiento y mejoramiento de aptitudes, inventario acorde a las necesidades, buenas prácticas y compromiso, conllevan a resultados ideales con respecto a los planes e mantenimiento, traduciéndose ello en el incremento de la vida útil de los activos de la compañía, confiabilidad en el proceso involucrando la parte de seguridad y medio ambiente y mejoramiento en la eficacia y la rentabilidad.

2.6. CRITERIOS DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.

Al desarrollar un sistema de gestión del mantenimiento, pretendemos así mismo optimizar los aspectos que se hacen fundamentales como, costos, calidad y producto. Estos buscan estar acorde a las principales necesidades que hacen de un desarrollo de gestión algo importante y más que esto, fundamental para el mantenimiento, que así mismo maneja una cantidad importante de información.

Por lo tanto, se deben priorizar sus necesidades, para establecer el objetivo y la orientación a la que pretendemos llegar; cada caso se puede llevar de formas diferentes. En la industria no se ha establecido una regla general, solo se puede tomar cada tipo de actividad a la que la empresa espera mejorar y así establecer los parámetros que van a ser tomados como prioridad. Definiendo, así como base del mantenimiento un grupo de actividades que de acuerdo a su ejecución nos permitirán establecer así el grado de confiabilidad de toda la planta que interviene en el proceso productivo (equipos, máquinas, instalaciones, infraestructura).

Es ampliamente reconocido que la función mantenimiento aporta valor a la organización productiva, cuando esta es realizada de forma adecuada, o sea, que sus objetivos sean definidos en concordancia con el negocio de la organización. Las empresas están

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

descubriendo la importancia de un plan estructurado de mantenimiento de los equipamientos por medio de la aplicación de los conceptos de confiabilidad

Los principales procesos desarrollados en el área de mantenimiento apuntan a la atención de la planificación, programación, asignación de taras o trabajos y su ejecución. Posteriormente se deben alcanzar objetivos que nos orienten a la mejora continua, con un análisis de actividades que generen oportunidad a la mejora, lo que hace del programa de mantenimiento una oportunidad de renovación y cambio continuo, lo que se debe hacer teniendo en cuenta primero la necesidad y emergencia con la que debemos atender la situación. Priorizando los recursos con los que se cuenta y la gestión a la que estos se deben someter, estableciendo así que los costos deberán estar acordes a la oferta y demanda. Ver figura 4. (Viveros, 2013)

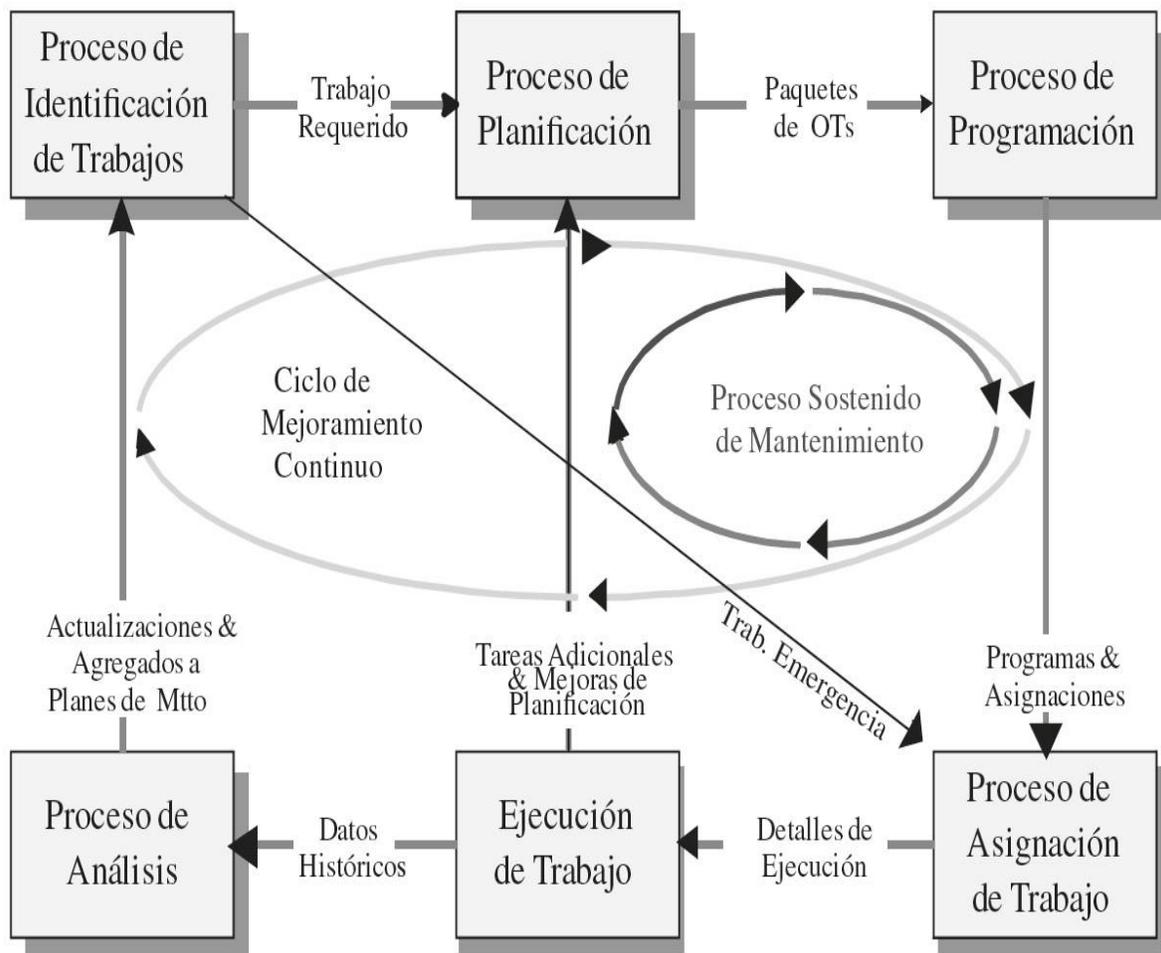


Figura 4. Ciclo de prioridades en el mantenimiento. (Arata, 2009)

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

2.7. CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS

Entiéndase como fallo, la eventualidad que inutiliza parcial o totalmente los activos de una organización y son utilizados para efectuar un proceso productivo o de servicio. El término inutiliza puede traducirse como el funcionamiento anómalo bajo las condiciones normales de diseño y operación del dispositivo.

Las situaciones que se presentan debido a los paros tienen como fundamento las fallas cuando un equipo no cumple con las características normales de funcionamiento, para esto se deben generar estrategias de solución. Esto corresponde directamente a mantenimiento; para alcanzar estos objetivos se deben clasificar tanto los modos de falla como las respectivas tareas que el personal debe asumir.

Básicamente, las fallas pueden integrarse en varios sub grupos haciendo referencia al tiempo de funcionamiento del activo puede clasificarse en tempranas, adultas y tardías, y a su vez, cada subgrupo puede presentar condiciones de clasificación de la falla en físicas y funcionales.

Una falla se clasifica como temprana cuando ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje. Adultas son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores, además pueden preverse por experiencias previas, en éste tipo de fallas la información histórica es muy valiosa para su atención. Las fallas Tardías representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida del bien, en ocasiones no implican mayores peligros, así mismo puede presentar la condición de no volver a su estado original debido al alto uso del activo. Dentro de las tres clasificaciones anteriores se presentan dos criterios que han de ser tenido en cuenta, el tipo de falla físico que tiene que ver con las condiciones de operación normal del equipo (ejemplo medición de variables), y funcional que está relacionada con la labor que desempeña el dispositivo dentro de la organización y su proceso, siendo esta última de mucho más atención y cuidado pues puede afectar drásticamente el modelo productivo y por ende el cumplimiento de las metas. (Aguilar, 2010)

Las fallas siguen alguno de los siguientes patrones de evolución, Ver figura 5:

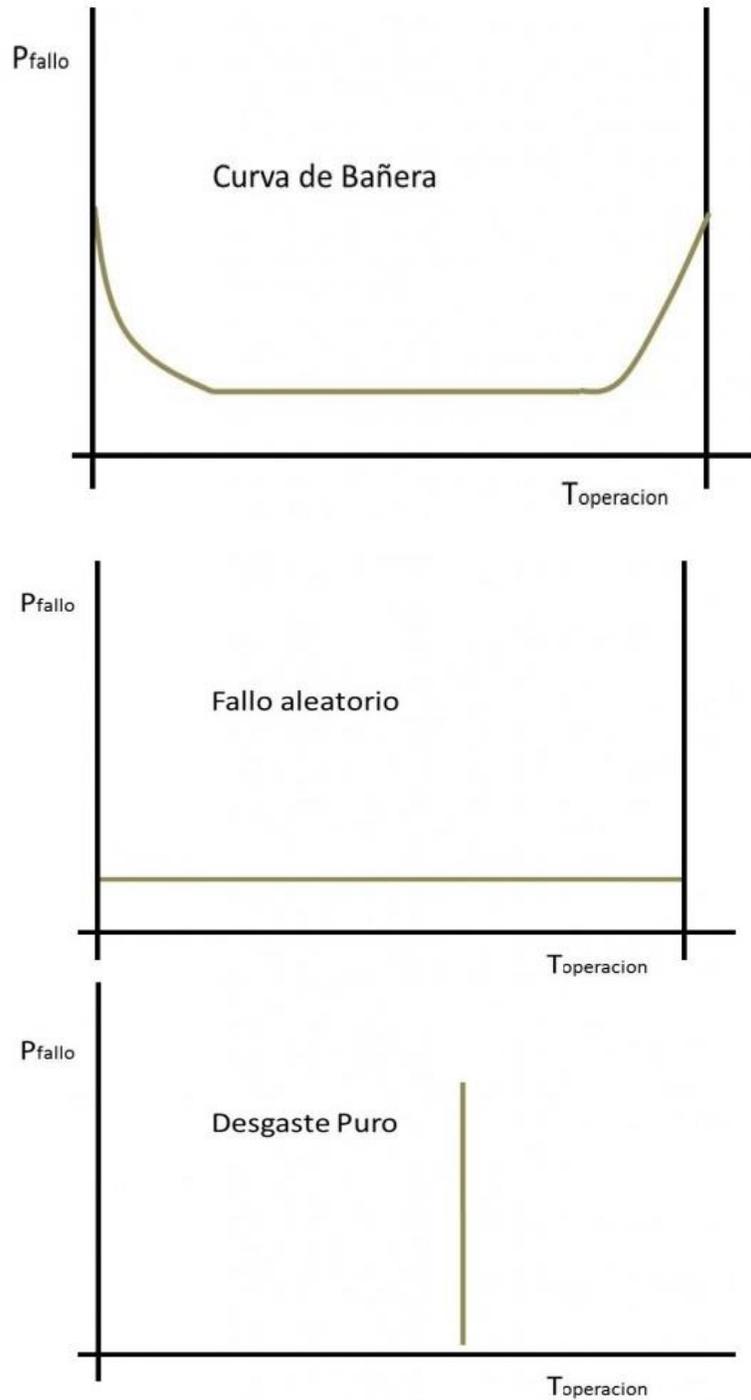


Figura 5. Patrones de evolución de las fallas. (Araújo, 2015)

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- **Curva de la Bañera:** Aquellos cuya Probabilidad de que ocurra aumenta con el tiempo de operación, o con el número de operaciones realizadas por el dispositivo, o con los esfuerzos aplicados.
- **Aleatorios:** Aquellos que no pueden preverse por examen o monitorización previos. Es decir, su probabilidad de que ocurra es prácticamente constante en el tiempo de operación o de calendario.
- **Puros de Desgaste:** Componentes que tienen una Vida de Operación y que salvo por condiciones anómalas o malas operaciones no excederán ese tiempo de operación.

2.8. CONCEPTOS GENERALES EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Para analizar éste criterio debe observarse que problema puede definirse como todo aquel suceso o evento anómalo durante el transcurso normal de un proceso que impide obtener el resultado esperado, y solución es el medio para lograr la transformación que permita retornar dicho proceso a la normalidad teniendo presente los criterios y restricciones propias del sistema.

La evolución del concepto de mantenimiento ha sido latente y puede reflejarse en la importancia que cada vez más compañías le brindan a dicho aspecto ya que con éste se establecen prácticas, comportamientos y actitudes orientadas a la obtención de logros dentro de la empresa.

Por lo tanto, el reto está en conseguir un modelo de gestión adecuado para conducir las actividades de mantenimiento el cual tiene que ir evolucionando por una cuestión fundamental, que es alcanzar la eficacia y la eficiencia de la gestión de mantenimiento para cumplir los objetivos de la compañía. (Fuentes, Sin fecha)

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir que la gestión del mantenimiento debe estar constantemente evolucionando para cumplir los requerimientos de las organizaciones conforme pasa el tiempo y se presentan adelantos, desarrollos y evoluciones en los activos y modelos productivos de las mismas. En ése orden de ideas, los lineamientos para la atención de solicitudes, novedades y rutinas de mantenimiento debe propender por mantenerse actualizados en lo que respecta a prácticas y procesos a fin de efectuar labores efectivas evitando reprocesos.

La solución de problemas, inconvenientes y anomalías dentro de un sistema de gestión del mantenimiento implica análisis, detalle y criterio minucioso para estudiar y

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

determinar el origen y causa del mismo. La gestión adecuada permite crear bitácoras de servicio, historiales y hojas de vida donde queda consignada toda la información concerniente a las eventualidades que pueden presentarse en los activos de la organización, instructivos y en general, un compendio de datos que se convierten en herramienta trascendental para la toma de decisiones en cuanto al mantenimiento se refiere. Ver figura 6.

Desde el punto de vista de la ingeniería, la gestión del mantenimiento requiere que los conceptos para la solución de problemas se diseñen de manera acertada y asertiva, para ello, se cuentan con herramientas como la matriz *espina de pescado*, *DOFA*, *bitácoras de diseño*, *cálculos y memorias*, *paretos*, *diagramas de flujo*, *5M*, *5S*, *lluvia de ideas*, entre otros.



Figura 6. Método para la solución de problemas. (Segovia, 2011)

2.9. MÉTODO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Para efectuar las gestiones requeridas y finalmente la implementación de un sistema de gestión del mantenimiento es necesario verificar algunas situaciones y tener en cuenta consideraciones cómo las siguientes:

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- Identificar el estado actual del mantenimiento en la compañía (como ha sido, donde está y a donde se pretende llegar).
- Establecer criterios y requisitos de elección e ingreso para el personal del departamento en cuestión.
- Examinar hojas de chequeo, reportes, rutinas y demás registros de información donde pueda apreciarse que tan ajustado se encuentra el mantenimiento con respecto a los objetivos de la empresa.
- Verificar si se cuenta con hojas de vida para los activos, que tipo de información se registró allí, que tan actualizada está dicha información, quienes diligenciaban las formas y con qué periodicidad.
- Determinar en lo posible que tan factible es definir un presupuesto básico global para la etapa de implementación del sistema de gestión del mantenimiento de manera que puedan cubrirse las necesidades básicas para el óptimo desarrollo del mismo.

Todo lo anterior requiere una gestión eficiente y concienzuda de la información que posee la compañía, pues ésta brinda un dictamen muy ajustado a la realidad y se pueden establecer bases sólidas sobre las cuales apoyar decisiones trascendentales.

No basta sólo con analizar la información, definir una ruta, trazar un plan y establecer un derrotero o instructivo permite vigilar y monitorear el desarrollo del mismo de manera consciente y en tiempo real; ajustando el modelo cuando así se requiere y maximizando su desempeño. Ver figura 7.

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

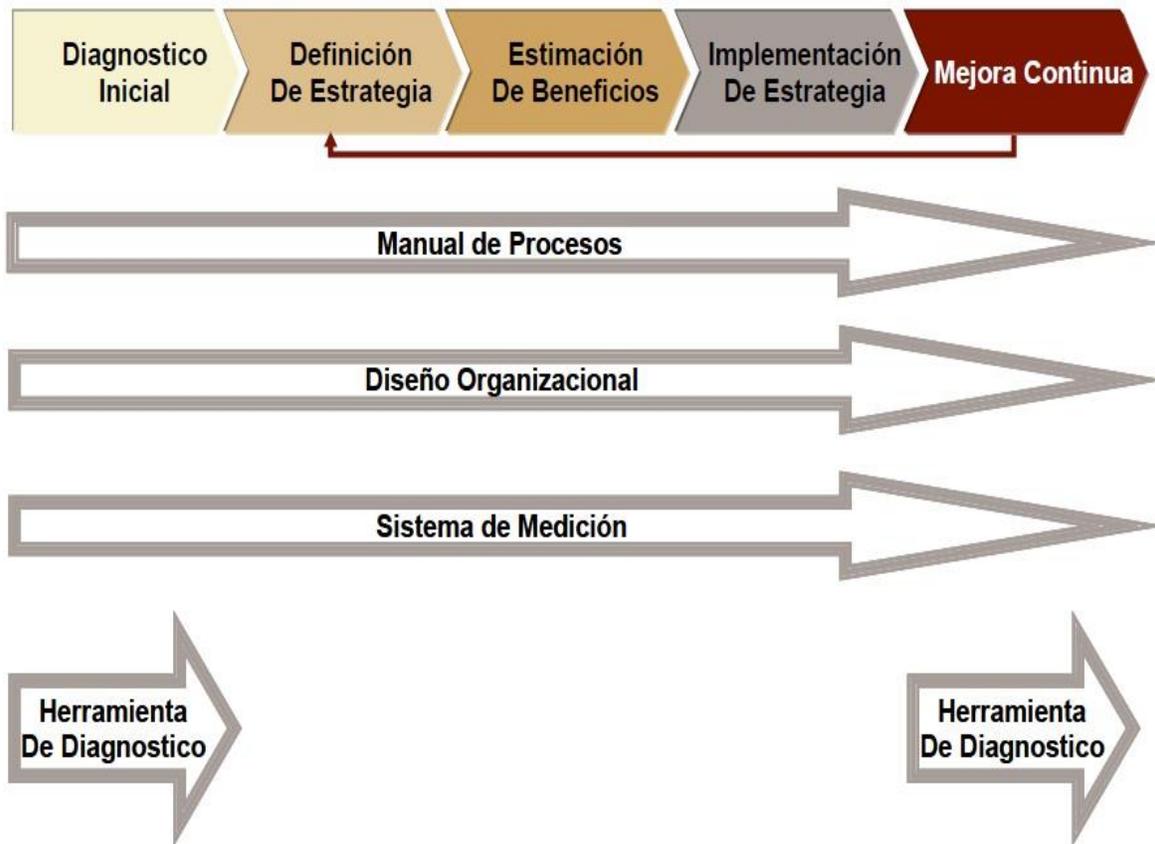


Figura 7. Esquema de implementación gestión del mantenimiento. (Canales, 2006)

La implementación de un sistema de gestión del mantenimiento tiene que ser un proceso en constante evolución, debe retroalimentarse y constituirse como un modelo que busca el mejoramiento continuo y la excelencia de sus prácticas y resultados, de esa manera se convierte en una trascendental herramienta para la compañía y sus intereses.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

3. TIPOS DE MANTENIMIENTO

Dentro de las áreas que permiten a una empresa ser eficiente, encontramos el mantenimiento como uno de esos pilares fundamentales cuyo principal objetivo es trabajar orientados a conservar y adecuar a un nivel económico aceptable todos los medios de producción existentes en una planta.

En el camino que se debe tomar para llegar a establecer las bases del mantenimiento, se plantea una alternativa que agrupa un conjunto de actividades que se deben realizar a las instalaciones y equipos, con fin de corregir y prevenir fallas, buscando que estos presten un servicio acorde a la necesidad básica de fabricación para la cual estos fueron diseñados.

Para que un sistema en gestión de mantenimiento cumpla con su objetivo es necesario desarrollar ciertas tácticas ya definidas dentro del sistema y que están basadas en estándares de calidad; estas tácticas permitirán evaluar las situaciones, procedimientos y pasos a seguir. Posteriormente el tratamiento y prioridad que se deban dar a cada una de las actividades propias al mantenimiento. Ver figura 8.

En cualquier empresa lo que se espera de mantenimiento se centra en dos objetivos fundamentales; reducir costos de producción y garantizar la seguridad industrial. Encontrando estrategias que permitan mantener en funcionamiento constante los equipos durante el transcurso de su vida útil, reduciendo así los factores de desgaste, deterioros y desajustes.

Al tener un departamento de mantenimiento bien conformado y orientado, la planificación reducirá considerablemente los costos de operación y reparación de equipos. La lubricación, limpieza y ajuste en los equipos nos da consecuentemente un resultado positivo en ahorro de energía y la calidad de los productos. (Cuartas, 2008)

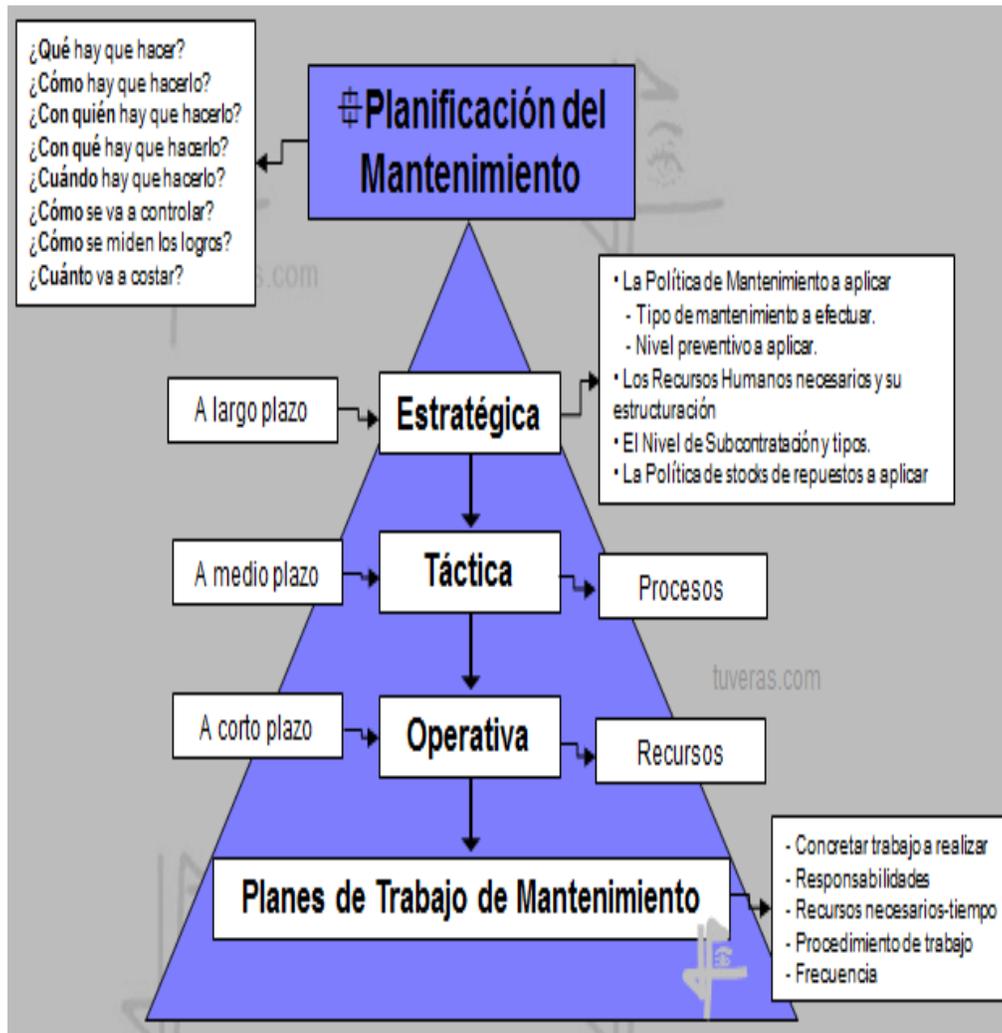
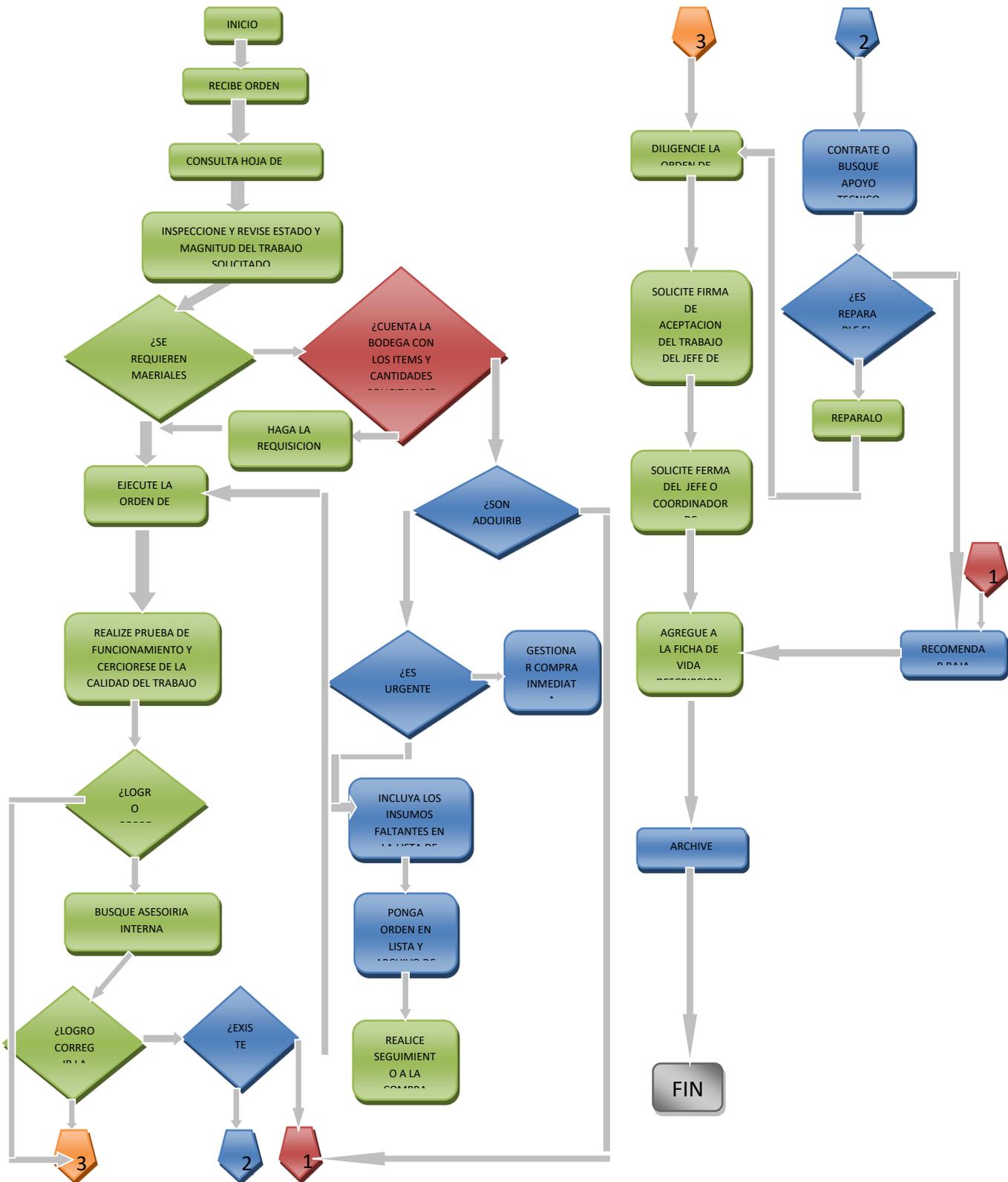


Figura 8. Planificación del mantenimiento. (www.tuveras.com , 2015)

3.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Consiste en reparar la avería una vez se ha producido. Por lo general, cuando se realiza este mantenimiento el proceso de fabricación está parado, por tanto, la producción disminuye y los costes aumentan. Es muy impredecible conocer el tiempo de reparación, así como el gasto que deriva de la avería ya que se presenta de forma imprevista originando atrasos en la programación de la línea productiva. Estas pueden tener un impacto en la productividad a nivel, mínimo, medio o total. Ver figura 9. (Shkiliova, 2011)



| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Figura 9. Flujo grama mantenimiento correctivo. Fuente: Elaboración propia.

3.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este mantenimiento está planificado en el tiempo y su objetivo es evitar que se produzca la avería. A diferencia del anterior, no es necesario realizarlo en tiempo de producción y por tanto es planificado en tiempos libres de fábrica.

A este tipo de mantenimiento es al que se pretende llegar en todo sistema de gestión de mantenimiento, sería ideal que se intervinieran los equipos antes de una posible avería, evitando costos inesperados, daños en las materias primas y retrasos en la producción.

Con este proyecto pretendemos dar a conocer a las directivas de la empresa, la importancia de la implementación de este tipo de mantenimiento para el buen desempeño de su empresa.

En este tipo de mantenimiento se diseña un programa con una frecuencia determinada acorde a la disponibilidad de los equipos, en busca de desarrollar las actividades para cambios, reparaciones, ajustes, cambio de fluidos a fin de dar un uso operativo de manera continua y eficiente. (Córdova, 2011)

3.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Al igual que el preventivo, este mantenimiento consiste en anteponerse a la avería. La diferencia es que se basa en la aplicación de herramientas ó técnicas de detección de los diferentes elementos medibles de anticipación al fallo, como por ejemplo el desgaste. Su objetivo es realizar el mantenimiento justo en el momento preciso.

Para realizarlo es necesario disponer de tecnología basada en indicadores que sean capaces de medirnos las variables que marquen la intervención a la máquina, así como personal preparado en la interpretación de los datos.

Existen además otros tipos de mantenimiento que podrían llamarse de tipo secundario, que no por ser llamados así son menos importantes, estos mantenimientos comprenden las áreas de limpieza de equipos, lubricación, ajuste, puesta a punto, entre otras.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

3.4. MANTENIMIENTO PARTICIPATIVO TOTAL (TPM).

En 1971 el Instituto Japonés de Ingenieros de Planta (JIPE) estableció la primera definición de TPM de la siguiente manera:

“El TPM se orienta a maximizar la eficacia del equipo (mejorar la eficiencia global) estableciendo un sistema de mantenimiento productivo de alcance amplio que cubre la vida entera del equipo, involucrando todas las áreas relacionadas con el equipo (planificación, producción, mantenimiento, etc.), con la participación de todos los empleados desde la alta dirección hasta los operarios, para promover el mantenimiento productivo a través de la gestión de la motivación, o actividades de pequeños grupos voluntarios” Aunque se da el crédito de su creación al alto funcionario del instituto japonés (Seiichi Nakajima), ya que este lo definió en primera instancia, se afirma que esta filosofía fue iniciada por la manufactura americana, mucho antes que los japoneses la adoptaran y utilizaran en su planta manufacturera de partes eléctricas automotrices. (Álvarez, 2008)

El TPM está orientado a lograr cero accidentes, cero defectos y cero averías. Es un sistema de organización donde la responsabilidad no recae solo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa, donde el buen funcionamiento de los equipos o instalaciones depende y es responsabilidad de todos. (Bustamante, 2009)

La filosofía del TPM considera que un proceso interrumpido a causa de un paro de maquinaria ya sea por avería o por cambios en formatos, una maquina o proceso que no trabaje al 100% o la fabricación de productos con cualquier tipo de defectos son hechos intolerables que deben ser allanados y suprimidos de inmediato, ya que lo único que generan son pérdidas a la empresa. Ver figura 10.

3.4.1. CARACTERÍSTICAS DEL TPM

- Maximiza la efectividad de los equipos.
- Crea espacios donde cada persona puede aportar lo mejor de sí mismo.
- Fortalece el trabajo en equipo
- Permite el desarrollo de competencias laborales de las personas.
- Sostiene un ambiente de trabajo óptimo, que involucra a todo el personal de la empresa. Desde la alta gerencia hasta los operarios.

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- Con pequeños grupos de trabajo autónomos pretende realizar las actividades de mantenimiento.
- Es sistematizado.
- Reduce el tiempo de operación.
- Reduce los costos.
- Mejora la velocidad de respuesta.
- La raíz de las paradas de los equipos lo atribuye a las personas involucradas en los procesos.
- Mejora las condiciones ambientales.
- Mejora la calidad del producto final.
- Eliminación de causas potenciales de accidentes e incidentes de trabajo.
- Eliminación de fuentes de contaminación.
- Maximiza la eficacia de los sistemas de producción.
- Previene todo tipo de pérdidas en la línea productiva.
- Está presente en todos los sectores de la empresa.
- Establece una figura de operador- mantenimiento.
- P pretende eliminar los paros de maquinaria no programados. Ver figura 10.

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |



Figura 10. Pilares Del T.P. M. Fuente: Elaboración propia

- **Mantenimiento Autónomo:** lo conforman todas aquellas actividades diarias que realizan los trabajadores a los equipos que operan, dentro de estas actividades se encuentran limpieza, lubricación, inspecciones, cambios o ajustes menores a piezas, etcétera. Siempre en pro del mejoramiento continuo y la optimización de los recursos.
- **Medio Ambiente, Seguridad e higiene:** Este pilar pretende la implementación de políticas de protección al medio ambiente y de trabajo, la seguridad en la operación de equipos y la inocuidad en los procesos productivos.
- **Mantenimiento programado:** tiene como objetivo, reunir la información arrojada por cada uno de los tipos de mantenimiento buscando con esta planear, programar e intervenir los equipos de manera oportuna eliminando los paros no programados.

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- **Mejoras individuales:** su finalidad es la de llevar a cero las pérdidas en los equipos y procesos bajo la filosofía de que siempre se podrá mejorar un proceso, equipos y/o herramientas.
- **Proyectos MP/LCC (Mantenimiento Preventivo/Costo del Ciclo de Vida),** Analizar los costos garantiza el sostenimiento del proceso.
- **Educación y Capacitación:** la formación continua, garantiza el buen mantenimiento y operación de los equipos, un operario capacitado para mantenimiento es un aporte invaluable en el proceso de producción.
- **Mantenimiento de la Calidad:** este tipo de mantenimiento centra su esfuerzo en el producto final y pretende localizar las fallas en los procesos y plantear soluciones a las mismas. En éste como en cada uno de los pilares intervienen todos los integrantes de la organización, incluso los proveedores de materias prima.
- **Control Administrativo:** con la ayuda de algunas formas de control como las 5 “S” busca optimizar al máximo el área de mantenimiento.

3.4.2. LAS 5 “S”

Se llama estrategia de las 5S porque representa acciones que son principios expresados con Palabras japonesas que comienza por S. Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar. Ver figura 11.



Figura 11. Las 5's. (Hernández, 2009)

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- **Clasificar. (Seiri):** esta palabra significa eliminar de las áreas de trabajo, todos aquellos elementos que no son necesarios para realizar las labores de un área específica, clasificar los elementos que si son necesarios por uso, frecuencia y seguridad y definir que se hará con aquellos elementos que no se van a utilizar.
- **Organizar. (Seiton):** se trata de ubicar los elementos que hemos seleccionado como necesarios, en un lugar donde se puedan encontrar fácilmente.
- **Limpiar. (Seiso):** los lugares sucios y desordenados pueden provocar accidentes y alteraciones importantes a un producto, es por eso que esta palabra define la limpieza no solo superficial de las áreas y equipos, si no encontrar la fuente de la suciedad y tomar acciones que permitan eliminar la generación de esta suciedad.
- **Limpieza Estandarizada. (Seiketsu):** con esta palabra lo que se quiere es mantener los logros obtenidos en las 3 primeras palabras.
- **Disciplina. (Shitsuke):** Pretende promover el hábito de reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas y estándares establecidos que ayudan a conservar el sitio de trabajo impecable, así como las normas que regulan el buen funcionamiento de la organización.

3.4.2.1. BENEFICIOS DE LAS 5 “S”

- Satisfacción de los clientes.
- Productividad.
- Energía positiva
- Mantenimiento preventivo
- Sugerencias de mejora.
- Bajo índice en los accidentes.
- Reducción de ausentismo.
- Velocidad de respuesta.
- Disposición de sitios adecuados para cada cosa.
- Mejor información del proceso.
- Aseo y limpieza del lugar de trabajo.
- Libera espacio.
- Elimina perdidas por errores.
- Facilita el mantenimiento.

4. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento nos indica de acuerdo a un debido manejo, que es un servicio compuesto de una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles e instalaciones. Cuando éste es adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos y a reducir el número de fallas. (Saltmarsh, 2013).



Figura 12. Mantenimiento correctivo. (Willgo, 2015)

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que éste debía entregar, cuando aparecen causas inesperadas que generan efectos no deseados, según las características y especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

Las fallas se pueden clasificar en, tempranas, adultas y tardías. Ocurren como su nombre lo indica al principio, durante y al final de la vida de útil de los bienes; las tempranas constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, diseño o montaje. Las fallas adultas son generadas principalmente por condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores, se pueden dar por suciedades, estado de componentes internos, cambio y recambio de elementos de desgaste por uso, ajuste en la tolerancia y ensambles, estado de los fluidos utilizados para lubricar el equipo. Las fallas tardías, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida del bien, puede ocasionarse primordialmente por desgaste natural debido a un alto uso, pérdida en las propiedades de algunos fluidos y elementos de aislamiento, deterioro y alto desgastes estructurales que afecta al

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

rendimiento y uso eficiente de los elementos propulsores, deterioro en los recubrimientos de los elementos propulsores y estructuras en general, falla de los elementos que sincronizan estos equipos, controladores dañados; entre otros.

En la primera fase del mantenimiento se responsabiliza directamente a los operarios de las máquinas y encargados de las secciones. El departamento de mantenimiento es quien determina como debe ser la orientación que se le debe dar al personal, para que las intervenciones efectuadas por el personal operativo sean adecuadas y efectivas.

El mantenimiento correctivo es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro de la maquina o instalación. Se pueden considerar dos tipos de enfoques; Mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo) se encarga de reponer el funcionamiento del equipo, aunque no queda eliminada la fuente que provoco la falla. Mantenimiento curativo (de recuperación) su objetivo es la reparación del equipo, pero con la eliminación de las causas que han producido la falla. Este último resulta de mayor costo ya que requiere un stock de repuestos muy completo o realizar un pedido de carácter prioritario si no se tiene la existencia.

En una gestión adecuada del mantenimiento se minimizan los correctivos, hasta un nivel óptimo de rentabilidad para la empresa. El correctivo no se puede eliminar en su totalidad, el principal objetivo para concluir con una buena gestión es extraer un análisis completo que nos acerque a las posibles hipótesis de causa de la falla, para establecer rutas dentro de los procedimientos que nos permita una reparación definitiva o una programación de paro, para evitar tiempos perdidos de producción.

Claro está, debemos tomar un panorama global de la empresa y determinar si ésta estrategia es la adecuada hablando de rentabilidad, ya que en algunas empresas por capacidad es más adecuado atender los correctivos. (Garrido, 2003)

4.1. DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO DE REPARACIÓN DE UNA AVERÍA

Dentro del mantenimiento es muy importante manejar de manera eficiente el tiempo para atender los correctivos por averías. Es fundamental estar preparados para reaccionar ante un evento que nos pida atención de manera inmediata y lo más importante es tener un plan adecuado que nos oriente a tener una respuesta precisa; entendiendo que el tiempo del personal dedicado al mantenimiento se emplea en su mayor parte a atender fallas que son reportadas por el personal de producción, esto está por fuera del mantenimiento programado. Ver figura 13.



Figura 13. Distribución del tiempo en reparación de avería. (Avendaño, 2014)

La reparación se define como la acción que implica un mantenimiento correctivo que se condiciona a la solución de un paro ocasionado por una falla externa o interna del proceso. La puesta en marcha se restablece con la reparación, sea parcial o total del equipo, éste influye de manera directa en la calidad del servicio y estará reflejado en los índices de confiabilidad.

En la interrupción del funcionamiento de un equipo por una avería podemos encontrar muchas condiciones que nos orientan en sentido del análisis, o razón de éste; lo que nos puede orientar más al diagnóstico, dándonos así elementos para determinar; como y de qué forma se hace tangible el tiempo para recalculer condiciones en los equipos.

Todos estos factores nos indicarán un camino que se puede reconstruir, haciendo el seguimiento que nos conduce a la determinación desglosada de un paso a paso. Para esto se analiza la causa principal de cada uno de los momentos influyentes en estos paros y encontramos mirando la situación general, todo se centre en; detectar en qué punto específico se encuentra el objeto o foco de la avería, comunicar oportunamente, minimizar la espera, al tener todos los elementos claros estaremos más precisos en determinar el diagnóstico al que se debe dar solución, la respuesta y reacción de mantenimiento con las herramientas y los medios técnicos requeridos, tienen un papel fundamental para generar un puente que este sólido, con un lenguaje común y claro para gestionar los repuestos y materiales, la reparación puede darse con mayor eficacia , las pruebas del funcionamiento serán de mayor precisión, la puesta en marcha y la recopilación de la información debidamente documentada nos permitirán tener un registro al que podremos así mismo analizar posteriormente y desglosar para obtener mejores procesos .

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

La respuesta y solución en algunos casos es muy rápida. Una gestión de mantenimiento correctivo adecuada debe estar centrada en tomar uno a uno cada factor y analizar de forma minuciosa las causas para identificar los procesos que se verán orientados a una continua mejora de estrategias. (Zapata, 2007)

4.2. ASIGNACIÓN DE PRIORIDADES

Dentro del concepto que define la ingeniería de mantenimiento, encontramos que es la mejora continua del proceso de gestión del mantenimiento mediante la incorporación de conocimientos, inteligencia y análisis, permitiendo utilizar estos medios para gerenciar unos resultados favorables dentro de la economía y el desempeño del proceso. Apuntando a obtener mejores desempeños en la ejecución, programación y planificación del mantenimiento, llegando a impactar de manera positiva la oferta y demanda del bien. Esperando que el proceso haga parte integral de toda la operación. Ver figura 14.



Figura 14. Prioridades para el desarrollo de una gestión del mantenimiento.
(www.monografias.com , 2012)

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Para el personal que se encarga del mantenimiento es importante conocer bien los equipos para determinar cuáles son prioridad dentro de la producción, esto permite tener una eficiente acción frente a las decisiones que deben tomarse al respecto. En muchos casos se presentan muchas situaciones en un momento, lo que exige actuar con criterio y tomando de forma global toda la planta, en ese momento el gestor se convierte en un líder que está encargado de atender a esa situación, para la cual debe tener preparación y en determinado caso asignar funciones a los operarios para alcanzar las metas de la puesta en marcha de los equipos a la mayor brevedad.

Teniendo esto claro podemos pasar a determinar el tipo de prioridad que se maneja. Estas pueden tener carácter de urgentes (no dan espera), importantes (se les da solución luego de tener controladas las urgentes), cuya solución no es de tanta importancia y pueden esperar a una programación posterior (se espera a un paro de producción para atender esta y otras soluciones).

En estas situaciones de manejo de prioridades, se toman opciones como diagramas de flujo para la determinación de la importancia que tiene el equipo en cuanto a función, seguridad del personal, las instalaciones, el medio ambiente y todo el entorno en general.

Se toman todos los factores y se analizan de menos a más, este proceso nos ayuda a determinar varios puntos de vista, para establecer así una mejor panorámica de cómo se debe actuar. Todo nos conduce a mejorar constantemente las estrategias y alcanzar mejores resultados. (Viveros, 2013)

4.3. LISTA DE AVERÍAS. AYUDAS AL DIAGNÓSTICO

Desarrollando de manera sistemática el mantenimiento se tienen ventajas, por lo que es muy importante la comunicación de todo el personal no solo de mantenimiento sino también operativo, que deben establecer entre sí una función mancomunada para alcanzar los objetivos propuestos, teniendo la claridad de lo que acarrea el mantenimiento correctivo por ser este algo salido de todo plan. Por esta razón es fundamental minimizar al máximo los tiempos muertos, entre la alerta de la falla y la solución de la misma. En muchas ocasiones estos lapsos son cortos y no tienen incidencia directa con el tiempo total, pero en algunos casos esto no es así e incide de manera considerable. Esto no se verá bien en los resultados de la producción generando diferencias y malestares entre las dependencias. Ver figura 15.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

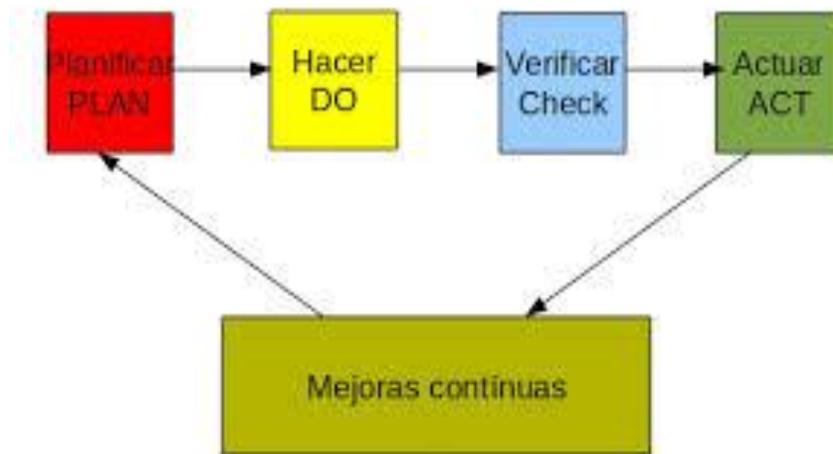


Figura 15. Estrategia para el diagnóstico de averías. (Mifsud, 2012)

Las principales causas apuntan a la mala planificación y ejecución por razones como nueva instalación de equipos y locaciones en las que no se tiene un conocimiento adecuado cuando se efectúan trabajos con personal poco idóneo ajeno al propio, cuando se presentan averías poco comunes de carácter instrumental.

Los tipos de averías se pueden definir como menores (menor a diez minutos), intermedia (entre diez y cincuenta minutos) y el máximo (mayor a sesenta minutos).

Todo apunta a la preparación que solo se alcanza con la experiencia y con el tiempo. Para esto es importante conformar un equipo óptimo y respaldarlo con un soporte de información, a la que se pueda acceder fácilmente.

Otros factores que afectan de manera directa las actividades y la calidad del mantenimiento son, por ejemplo, el movimiento del personal en donde se observa como primeras causas la rotación de personal por diferentes causas (renovación, despidos, ascensos, entre otros).

Es importante tener al día la información que se debe recopilar con cada fallo y procedimiento, esto ayuda a que cuando se presente nuevamente esta situación, se pueda acceder a las posibles causas, lo que nos ahorraría tiempo y nos permite tener una mejor eficiencia. (Herrera, 2008)

4.4. CAUSAS DE FALLOS

Analizando de manera objetiva la importancia de la falla, entenderemos que la primera inquietud que surge ante esta situación es; ¿Cuál será la consecuencia y sus implicaciones? Dentro de esta interrogante surge así una acción que nos exige entender primero la falla en sí, para proceder a desglosar sus principales características a las que atiende ésta seguridad, compromete la producción, al personal, el medio ambiente, el costo del producto. Para tomar una primera acción, se debe determinar cómo debemos clasificar este tipo de problema.

Parte de esta clasificación conduce a determinar la falla y su consecuencia así; oculta (no impacta directamente, pero influye a convertirse en falla múltiple seria que en algunos casos es de carácter desastroso. Relacionadas en su mayoría a dispositivos de seguridad), seguridad y medio ambiente (Afectaciones directas a personas y su salud, parcial o permanentemente (Ver figura 16). operativas (Estas inciden de manera directa en la producción, la calidad, el servicio, los costos), no operativas (No inciden con la seguridad, ni ambiente, ni operatividad. Si inciden en los costos de reparación).



Figura 16. Principales causas de las fallas. (Astros, 2015)

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Lo realmente importante es que sea cual sea el método, todos los departamentos estén dispuestos a establecer un lenguaje común que apunte a plantear un precedente en el que todos puedan avanzar. Dónde se parta de una jerarquía y apliquen con disciplina cada función dentro de la organización. Planteando los ajustes de la forma más adecuada para la compañía, dejando claras las necesidades más fundamentales y apuntando a construir una mejor estrategia. (Barrera, 2015)

4.5 ANÁLISIS DE FALLOS

Para analizar las fallas se pueden tomar muchos métodos y apropiarlos de acuerdo a las necesidades en determinado proceso. La falla se puede definir como la forma en que un activo pierde la capacidad de desempeñar su función de manera adecuada y eficiente. Cada modo de falla exige un tipo de análisis y acción individual. La consecuencia que estas pueden tener, van a afectar el proceso y orientarlo a el no cumplimiento de objetivos. Individuales o colectivos, dentro de los puntos en que intervienen ya sea mantenimiento u otras aéreas, para el diseño del plan de mantenimiento. (Ver figura 17)

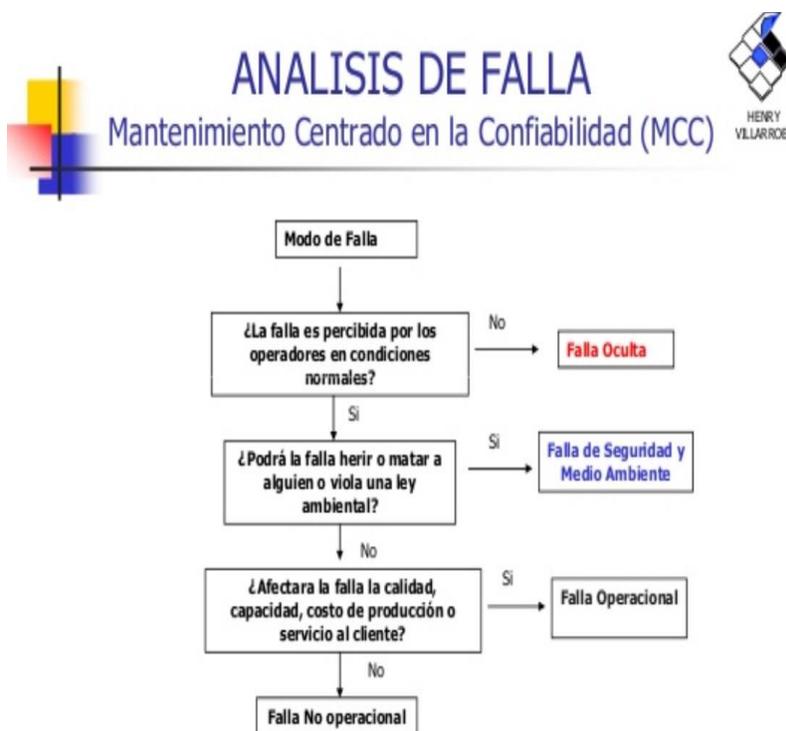


Figura 17. Esquema para analizar las fallas basado en el (MCC).
(Villarrol, www.google.com.co , 2015)

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Entendiendo el modo de falla, se llega a considerar que el efecto es la forma de manifestación de la falla dentro del proceso, haciendo parte de un activo. Se puede reflejar como el nivel de la temperatura (aumentando o disminuyendo), señales, alarmas, dispositivos de seguridad. Sus síntomas (Ruido, vibración). Se toman con respecto al impacto que éstas generan en la seguridad de las personas, bienes, medio ambiente y producción. Como el análisis de cada falla se hace de manera individual, debe existir una relación que integre las consecuencias para la efectuar la selección de tareas.

Al tener la falla dentro de un rango de importancia según la frecuencia en la que esta se presenta, podemos orientarnos hacia los sectores donde se presentan las oportunidades más visibles, para tener un enfoque de la inversión que le demos a los recursos, tanto en lo humano como en lo económico. El criterio de la falla se toma de acuerdo a su importancia y frecuencia en tiempo dónde esta puede generarse así; alta, media, baja y remota. El modo de falla se obtiene con cada situación o tipo de falla, esté puede repercutir en una falla funcional, al final puede darse que varios modos de falla generen una falla funcional. Al detallar bien la identificación del modo de falla, tendremos un amplio material para atender a una tarea de prevención y mitigación del riesgo dentro del mantenimiento y su gestión, para esto el modo de fallo deberá establecerse por un significado claro, creíble o que anteriormente se haya presentado dentro del proceso y que esta pueda generarse nuevamente en el futuro. Para determinar que el efecto de la falla sea en ese lugar, corriente arriba o corriente abajo, o si presenta un efecto en las personas, la producción o el medio ambiente. Ya definiendo los efectos, debemos analizar qué consecuencia tienen los mismos para tener un diagnostico detallado de la falla y de dónde se manifiesta.

Todo esto nos guiará hacia una alternativa viable de mantenimiento, para alcanzar un nivel aceptable de riesgo y a su vez se permitirá observar de manera detalla el manejo del proceso de la planta, como pueden fallar los activos. Alcanzando el objetivo principal que es el análisis. Teniendo dentro de este proceso un grupo interdisciplinario de expertos de todas las aéreas, no solo mantenimiento. Planteando unos fines que sean comunes, regidos por disciplina en las normas y procesos, para el análisis del riesgo, el proceso y la confiabilidad. (Aguilar, 2010).

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

5. GESTIÓN DE REPUESTOS

Alcanzar un punto adecuado en el mantenimiento siempre se hace un poco complicado, primordialmente por lo que se debe obtener en cuanto a recursos; estos se fundamentan en un presupuesto al que se espera dar un manejo eficiente. Podemos denominar la gestión, como el punto de partida para solucionar de forma efectiva una situación específica.

En términos de mantenimiento, un tema primordial son los repuestos. Que se convierten en determinado momento fundamentales para solucionar rápido y de manera eficiente los temas que son causados por fallas y averías en la maquinaria, consecuentes con la producción.

En la industria, conocemos que debido a una actividad a la que obedecen unos propósitos de demanda y oferta, se desarrollan labores de gestión para alcanzar unas metas traducidas en rentabilidad. Esto, trasladado a mantenimiento, significa minimizar el inventario de repuestos, garantizando la disponibilidad requerida de los equipos, no obstante, la complejidad de los sistemas hace que la satisfacción de ambos criterios sea difícil, e incluso a veces no alcanzable.

Desde el punto de vista técnico, cuantas más piezas de repuesto se dispongan en stock más se asegurará la disponibilidad de los equipos y, desde el punto de vista económico, cuantas menos piezas haya almacenadas, menor capital inmovilizado existirá. Así, resulta evidente la importancia del inventario de repuestos, ya que supone un alto costo de almacenamiento cuando se tiene, y cuando no se tiene puede acarrear costes de indisponibilidad de carácter alto. Por ello, resulta necesario buscar fórmulas que permitan asegurar el nivel deseado de disponibilidad de los equipos con el mínimo capital inmovilizado posible.

Los aspectos principales que deben tenerse en cuenta a la hora de seleccionar los repuestos críticos son: Criticidad de los equipos (jerarquizar), tasa de consumo, plazos de aprovisionamiento (nivel de cobertura) y el costo unitario.

La definición de repuestos críticos se presenta como un proceso y resultado de la integración de tres principales etapas, diseño de planes, programación y ejecución del mantenimiento, información que debiera ser una entrada para abastecimiento, gestión y políticas de compra de repuestos y partes principales. De este modo, se puede entender

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

como son estas tres etapas retroalimentadas las que determinan los repuestos críticos. Es necesario indicar que también los análisis de criticidad y puntos débiles es un proceso fundamental para definir repuestos críticos, considerando también todas las posibles variables que, según el contexto de operación, puedan afectar de una u otra manera a la gestión óptima de los repuestos en una organización. (Viveros, 2013)

3. Recursos - Repuestos - Almacén

- ✓ **Personal:** interno y externo
- ✓ **Definir repuestos** necesarios
- ✓ **Codificación** para facilitar el control

FORMACIÓN
 +
INFORMACIÓN



Figura 18. Gestión del mantenimiento. (Ángel, 2013)

5.1 CLASIFICACIÓN DE LOS REPUESTOS

Determinando la importancia que toma un buen manejo de los recursos se entiende que para llegar a un punto óptimo de manejo es indispensable la clasificación y organización de los repuestos. Teniendo como base el desarrollo de la administración en inventarios de los materiales en los que se utiliza una gran parte del presupuesto del mantenimiento, a su vez este se ubica como un factor económico. Determinando que este será bien manejado cuando su inversión en las refracciones y materiales son acordes a las necesidades de las reparaciones y servicios de los equipos. La respuesta que se espera para minimizar los tiempos muertos cuando los equipos no pueden operarse, debido a

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

falta de mantenimiento o algún repuesto se dirige a encontrar un sistema que administre el inventario y sea equilibrado.

En el proceso que se toma para elaborar y planificar, debe verificarse las existencias. La disponibilidad de materiales es decisiva para la planeación, organización y control eficiente de los trabajos efectuados en el mantenimiento.

Para alcanzar un sistema rápido y acertado de información dedicado a gestionar los materiales de mantenimiento se hace fundamental un departamento encargado de las compras o un almacén de materiales y a su vez estos se deben comunicar directamente con el sistema de información de mantenimiento, para establecer un buen manejo de las bases de datos al sistema de inventarios.

El departamento de mantenimiento debe manejar el estimado en precio de los materiales; debido a que la decisión de la adquisición de estos es definida por otro departamento. La clasificación de los materiales para la determinación de los inventarios, tampoco corresponde a la gestión del mantenimiento.

Al poseer un sistema de gestión del mantenimiento este puede proporcionarnos información en tiempo real sobre la condición del inventario, información que se hace necesaria en la programación de las rutinas técnicas. Carecer de la información propia a los inventarios de repuestos en los momentos críticos, genera consecuencias directas en la productividad y operatividad de las plantas.

Poseer un directorio de proveedores de los servicios propios del mantenimiento y de los fabricantes, con características como desempeño e información de contacto, nos garantiza una efectividad a la hora de contratar un servicio; así mismo esta información es requerida por los proveedores de materiales. De ahí la importancia de mantener estos registros actualizados.

El departamento de compras y el de mantenimiento deben manejar una comunicación permanente y directa, debido a que los repuestos y materiales que se requieren dentro del mantenimiento normalmente se clasifican con unas especificaciones técnicas definidas, que al no cumplir con dichas condiciones afectarán el desarrollo y funcionamiento de la producción Ver Tabla 1. (Oliva, 2010).

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Tabla 1. Abastecimiento y control de materiales. (Oliva, 2010)

| Característica | Porcentaje (%) |
|---|-----------------------|
| Existencia de base de datos de materiales y repuestos para mantenimiento. | 50 |
| Información registrada en la base de datos: | |
| - Código | 100 |
| - Descripción del material o repuesto | 100 |
| - Proveedor | 85,7 |
| - Cantidad en existencia | 85,7 |
| - Precio | 42,9 |
| - Clasificación | 42,9 |
| El sistema permite la consulta de la condición del inventario en cualquier momento. | 21,4 |
| El sistema registra información sobre los proveedores. | 35,7 |

5.2 ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA SELECCIÓN DE UN REPUESTO

Para entrar a considerar los aspectos esenciales en la selección de los materiales o repuestos hay cuatro aspectos principales que debemos tener en cuenta a la hora de la selección del stock de repuestos:

- **CRITICIDAD DEL EQUIPO**

Antes de definir la labor de fijar los stocks de repuesto, es necesario analizar los equipos y determinar su importancia. Esto se denomina Análisis de Criticidad, y establece tres categorías para los diferentes equipos de la planta: A, o equipos críticos; B, o equipos importantes; y C, o equipos prescindibles. Lógicamente, el almacén de repuesto estará formado básicamente por componentes de equipos A, y en menor medida, por componentes de equipos B y C. Ver figura 19.

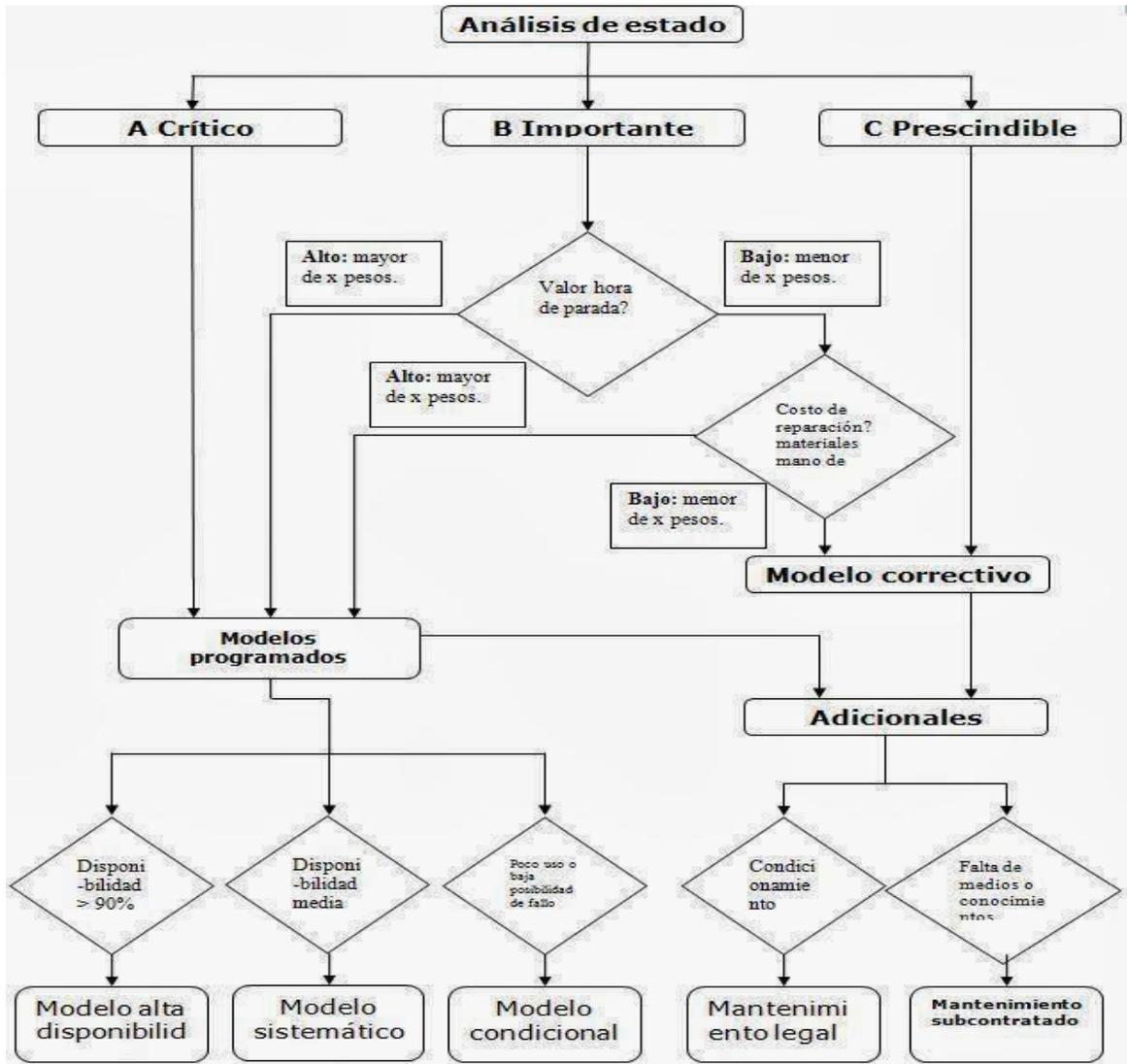


Figura 19. Selección del modelo de mantenimiento según análisis de estado. (Rios, 2014)

Dentro del análisis de criticidad encontramos como objetivo el ordenar de modo jerárquico un sistema, una instalación o un equipo. Para facilitar esas labores correspondientes a la gestión que se deben realizar en todo el proceso de mantenimiento, orientados a encontrar cuales son las prioridades de materiales determinando así un stock en el almacén, donde se debe; definir un alcance y propósito para el análisis, estableciendo los criterios a evaluar y seleccionando el método que será evaluado en la jerarquización. (Huerta, 2015). Ver figura 20.



Figura 20. Método de análisis de criticidad. (Huerta, 2015)

- **CONSUMO**

Estos comprenden aquellos elementos cuya duración es inferior a un año, cuya vida útil de fácil predicción, de costo bajo y que generalmente son reemplazados sin esperar a que manifiesten señales por su mal estado, generalmente son filtros y lubricantes; cuyo fallo representa averías mayores.

Tras el análisis del histórico de averías, o de la lista de elementos adquiridos en periodos anteriores (uno o dos años), puede determinarse que elementos se consumen habitualmente. Todos aquellos que se consuman habitualmente y que sean de bajo coste deben considerarse como firmes candidatos a pertenecer a la lista de repuesto mínimo. Así, los elementos que no son críticos pero que frecuentemente se averían, deberían estar en stock (retenes, rodetes, cierres, entre otros).

- **PLAZO DE APROVISIONAMIENTO**

Se puede analizar este tema como el plazo que tarda en estar disponible un periodo desde que es solicitado.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Algunas piezas se encuentran en stock permanente en proveedores cercanos a la planta. Otras, en cambio, se fabrican bajo pedido, por lo que su disponibilidad no es inmediata, e incluso, su entrega puede demorarse tiempos indeterminados.

Aquellas piezas que pertenezcan a equipos críticos cuya entrega no sea inmediata, deberían integrar el almacén de repuesto.

Aquellas piezas que aún no pertenecientes a equipos A o críticos, puedan suponer que un equipo B permanezca largo tiempo fuera de servicio deben considerarse igualmente en esa lista.

- **COSTO DE LA PIEZA**

Lo principal que debemos entender es cuales piezas y materiales realmente deben estar en nuestro almacén, así se establece un sistema de costo eficiente.

Puesto que se trata de tener un almacén con el menos coste posible, el precio de las piezas formará parte de la decisión sobre el stock de las mismas. Aquellas piezas de gran precio (grandes ejes, coronas de gran tamaño, equipos muy especiales) no deberían estar en stock, y en cambio, deberían estar sujetas a un sistema de mantenimiento predictivo eficaz. (Garrido, 2009). Ver figura 21.

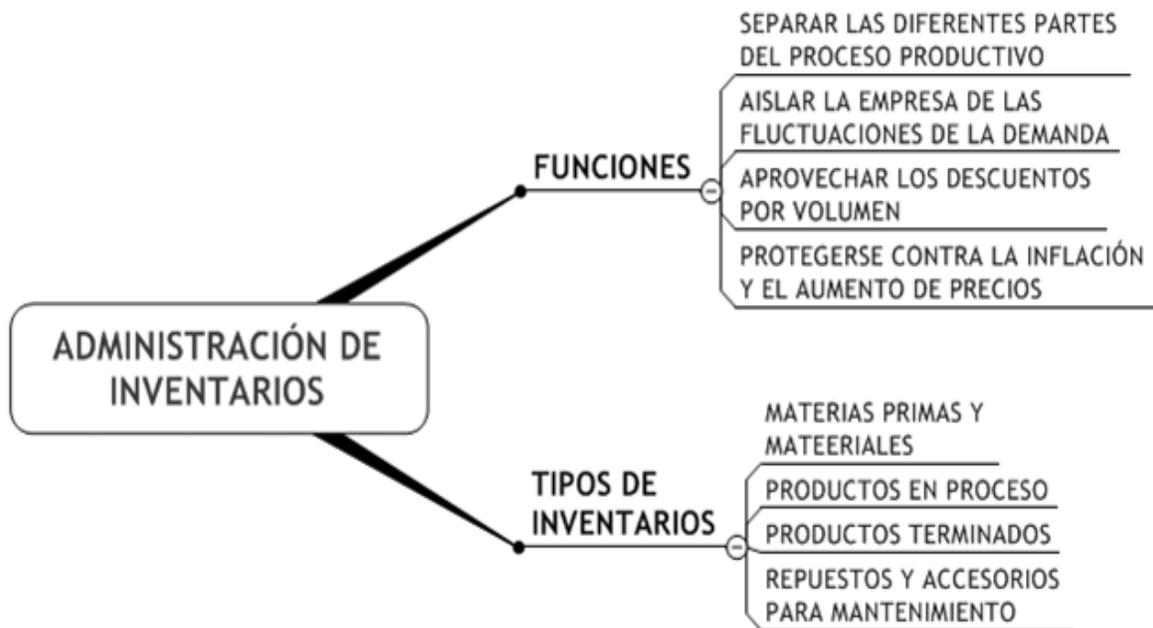


Figura 21. Diagrama de administración de inventarios. (Moreno, 2009)

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

5.3 DETERMINACIÓN DEL REPUESTO QUE DEBE PERMANECER EN STOCK

El repuesto que debe permanecer en stock, es el de tipo A, para equipos críticos, que a su vez se puede clasificar en repuesto de gran rotación, cuya mayoría está compuesta de consumibles y material, que puede usarse en cantidad variada de equipos, por ser estos considerados estándares cuya opción de uso es elevada.

Este tipo de repuestos “A”, son los de mayor importancia financiera ya que intervienen directamente en la producción mercantil de la entidad y segundo porque, aunque representa un porcentaje inferior de los artículos en stock, corresponde a un porcentaje mayor de la inversión en el inventario, el costo unitario de inversión es el más alto. Esto demuestra que la empresa debe tener un control intensivo de este grupo de artículos, por la razón de inversión considerable que representan y aplicarle las técnicas más sofisticadas de control existentes. (Faxas, 2011)

5.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS REPUESTOS

En el almacén, todas las piezas existentes y repuestos deben estar perfectamente identificados por lo menos con los siguientes datos;

- Código del repuesto
- Tipo de repuesto (consumible, genérico, específico)
- Modelo de reposición (Que debe hacerse cuando este se consume)
- Descripción
- Referencia comercial
- Fabricante y/o proveedor
- Tipo de empaquetamiento
- Número de referencia del plano en el que figuran las especificaciones de la pieza, si se considera necesario
- Hoja de características técnicas
- Inspecciones o ensayos que requiere, en el momento de su recepción
- Sistema de almacenamiento, si tuviera alguna condición especial
- Ubicación dentro del almacén
- Coste

Los seis primeros datos deben figurar en una etiqueta adhesiva, el resto si son necesarios, en hojas adicionales que deben conservarse, junto a la pieza o en un soporte informático.

| | | | |
|--|--|---------|------------|
| | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

En la codificación se puede utilizar el sistema alfanumérico; Ocho dígitos, en los que la primera letra indica el tipo de repuesto (mecánico, eléctrico, ...), con otras dos letras se indica la denominación del repuesto (motor, cilindro, rodamiento...), tres dígitos para indicar la sección en la que se ubica el equipo y dos dígitos para el número de orden del equipo.

El más útil y práctico es un sistema de 8 dígitos, utilizando números y letras, es decir, estaríamos hablando de un equipo que quedaría codificado de la siguiente forma 00AA1122.

El equipo estaría definido por cuatro grupos de dos dígitos, disponiendo de 100 combinaciones para cada grupo de números, más que suficiente para englobar a todos los equipos de una fábrica. El significado del código sería el siguiente:

- Con los dos primeros dígitos (00) determinamos el área de la fábrica donde se encuentra el equipo. Podemos definir líneas de producción o zonas generales (como oficinas, instalación contraincendios, seguridad, recepción, entre otros)
- Con las dos letras (AA) indicamos el tipo de equipo a codificar, por ejemplo:
M_: en este caso hablamos de motores, indicando con la segunda letra un tipo más específico, MB como motor de bomba.
B_: en este otro caso estaríamos hablando de una bomba. Con la segunda letra especificaríamos el producto que impulsa (A agua, Q químico, ...).
- Otras sugerencias para equipos serían, RE para un reductor, LI para un indicador de nivel (Level Indicator, pudiendo sustituirlo también por IN), LT para un transmisor de nivel, FL para un filtro en línea, etc.
- Con los dos siguientes números (11) indicaríamos el grupo o sección dentro de una misma línea de producción, por ejemplo: línea de vacío, vapor, aire comprimido, refrigeración, línea de químico y así sucesivamente.
- Con los dos últimos números (22) indicaríamos la posición de los equipos dentro de la sección (01, 11, 21, ...). En caso de necesitar más números, debido a una cantidad superior de equipos o a una reforma en la que se introdujeran nuevos equipos, podríamos llegar a utilizar la solución de añadir 1,. 2,... o incluso también en el caso de existir varios equipos para

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

una misma ubicación, es decir, equipos que alternan el funcionamiento o redundantes. (Partida, 2014).

El anterior modelo es una sugerencia o forma de las múltiples variaciones y elecciones que se puede tener cuando se trata de determinar qué tipo de codificación utilizará la compañía para el control y registro de sus activos e inventario de repuestos en almacén. Toda organización de acuerdo a sus políticas, objetivos y planes, tiene la autonomía de apropiar el sistema de clasificación que considere más conveniente y ajustado a sus necesidades, criterios y requerimientos.

5.5. ALMACENES

Los almacenes están direccionados a mejorar la productividad y eficiencia de las empresas, utilizando como método la gestión y direccionamiento de los procesos dedicados a los suministros con base a mejorar la administración de inventarios, estableciendo un canal de comunicación directo con el cliente.

La gestión de almacenes se enfoca a efectuar de manera óptima los recursos y capacidades del almacén dependiendo de las características y el volumen de los productos a almacenar. Dentro de los objetivos principales en la gestión, encontramos la coordinación con los otros procesos logísticos, el buen manejo de inventarios, un buen servicio a los clientes y la capacidad para adaptarse a los desafíos que propone día a día la globalización.

Determinando el tipo de almacén encontramos la correcta operación de nuestra empresa. Para esto se muestran a continuación los tipos o funciones más comunes Ver Tabla 2. (Correa, 2010).

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Tabla 2. Tipos de almacén. (Correa, 2010)

| |
|--|
| 1. Operativo o planta de producción |
| 1.1 Almacén de materia prima Buscar garantizar un nivel de inventario para garantizar la disponibilidad de materia prima y así permitir la normal operación del proceso de producción. |
| 1.2 Almacén de producto en proceso Mantener un nivel de inventario para proteger el sistema productivo contra daños de máquinas, interrupciones inesperadas, ineficiencias y falta de coordinación entre operaciones que retrasan el cumplimiento de órdenes de entrega. |
| 1.3 Almacén de producto terminado Desarrollar un conjunto de procesos logísticos y garantizar un nivel adecuado de inventarios en cumplimiento de la demanda de los clientes. |
| 1.4 Almacén auxiliar Mantener un nivel de inventario para garantizar la disponibilidad de material auxiliar. Este material puede ser el embalaje usado, los repuestos de la maquinaria, etc. |
| 2. Logístico |
| 2.1 Almacén de fábrica Se encuentra en las propias instalaciones de la empresa y desde este se despachan los pedidos de los clientes o a centros de distribución de la empresa. |
| 2.2 Almacén regulador ó centro de distribución intermedio Se encarga de administrar el flujo de productos a los diversos canales de distribución, este suele estar cerca de la fábrica, centraliza y soporta altos niveles de inventarios. Envía productos a los distribuidores y clientes. |
| 2.3 Distribuidores Almacenes o distribuidores secundarios que atienden una zona o región geográfica específica. Su uso se ve disminuido con el avance en infraestructura de transporte, mejoramiento de las TIC y servicios ofrecidos por operadores logísticos. |
| 2.4 Plataforma de tránsito ó <i>crossdocking</i> Se almacenan temporalmente los productos y se realizan operaciones de consolidación y desconsolidación de cargas con el fin de maximizar el flujo de productos, la ocupación de camiones (Urzelai, 2006), y minimización de costos de mantenimiento de inventario, manipulaciones, espacios, obsolescencias, etc. |

De acuerdo a la importancia, los procesos de gestión en los almacenes encontraremos generalidades de los procedimientos de recepción, almacenamiento, montaje de pedidos y despacho. Ver tabla 3.

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Tabla 3. Procesos de la gestión de almacén. (Correa, 2010)

| Recepción, control e inspección | Almacenamiento |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Descargar el camión y registrar los productos recibidos. • Inspeccionar cuantitativa y cualitativamente, los productos recibidos para determinar si el producto cumple o no con las condiciones negociadas. • Distribuir los productos para su almacenamiento u otros procesos que lo requieran. | <ul style="list-style-type: none"> • Ubicar los productos en las posiciones de almacenamiento. • Dentro de la organización del almacén, se debe considerar la categorización ABC, la cual prioriza las posiciones y productos por nivel de rotación. • Almacenar el producto en el área de reserva o recuperación rápida. • Guardar físicamente los productos hasta que sea demandado por el cliente. |
| Preparación de pedidos | Embalaje y despacho |
| <ul style="list-style-type: none"> • Consiste en la preparación y adecuación de las órdenes de pedidos para atender las necesidades de los clientes. • Recuperación de los productos desde su ubicación de almacenamiento para preparar los pedidos de los clientes. • Establecimiento de políticas acerca de diseño y distribución de la zona de preparación de los pedidos, según las características de órdenes y clientes. | <ul style="list-style-type: none"> • Chequear, empacar y cargar los vehículos en el medio de transporte. • Establecer políticas para ubicar las unidades de carga en camiones en la zona de cargue. • Preparar los documentos de despacho, incluyendo facturas, lista de chequeo, etiqueta con dirección de entrega, entre otros. |

Los sistemas de almacenamiento buscan la combinación de los métodos y los equipos para mejorar el almacenamiento de productos. Estos constantemente varían y su uso se condiciona a los recursos que se disponen al momento y de acuerdo a características que se den en la empresa para dichos productos. Ver tabla 4.

Tabla 4. Sistemas de almacenamiento. (Correa, 2010)

| | |
|--|--|
| Almacenaje en bloque o arrume negro | |
| En este tipo de almacenamiento las unidades de carga se almacenan una encima de otra y no se utiliza ningún tipo de estructura de almacenamiento, por lo cual, la altura de apilamiento depende de las características de los productos y la utilización del sistema FIFO (<i>First In First Out</i>) o PEPS (Primero en entrar, primero en salir) se hace poco viable según Mauleón (2003). | |
| Almacenamiento en silos | |
| Son un modo de almacenamiento en granel que puede ser diseñado para un solo producto o para múltiples, se utilizan generalmente para granos, cereales, materiales de construcción y líquidos. | |
| Almacenamiento en estantería | |
| La utilización de una estructura para el almacenamiento de las unidades de carga. | |
| Ligera | Utilizado para productos livianos y poco peso. |
| Cargas largas | Son utilizadas para el almacenamiento de productos alargados como barras y tubos. |
| Pallets | Es el sistema más utilizado por las empresas, el peso de las unidades de carga es soportado por la estructura y permite la utilización de FIFO. |
| Paletización compacta | Es un bloque compacto de profundidades en el cual no existen pasillos, por lo cual se optimiza la utilización del espacio. A su vez esta estantería se divide en el Drive-in y Drive-through, de las cuales la primera solo permite LIFO (<i>Last In First Out</i>) y la segunda permite tanto FIFO como LIFO. |
| Paletización móvil | Es una estantería compacta que tiene la capacidad de abrirse y cerrarse, por lo cual elimina el problema de acceso al stock de la estantería anterior y permite el FIFO. |
| Paletización dinámica | Es un sistema de almacenamiento compacto el cual tiene un grado de inclinación, por medio del cual, se desliza el pallet por gravedad al otro extremo. Solamente se permite flujo de productos FIFO. |
| Estanterías especiales | Son aquellas diseñadas para el manejo de productos con características especiales o cuando se requiere que se adapten a un espacio físico, una gestión FIFO o LIFO o adaptarse a medios de manipulación especiales. |
| Almacenamiento automático | |
| Son sistemas totalmente automatizados para la gestión de almacenes dentro de los que se considera los carruseles, paternóster, miniload (cargas ligeras) y transelevadores de pallet y pocas piezas. | |

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

5.6. INVENTARIOS

Con respecto al sistema de gestión de inventarios dentro de las empresas, este se hace muy específico dependiendo del caso que se requiera; algunos requieren obtener mayores volúmenes y en cambio otras menores cantidades, lo que afecta las decisiones en beneficio de los inventarios y su operación. En la realidad empresarial se expresa la incertidumbre en la demanda y en cuanto a los suministros para tener un adecuado manejo de los bienes y alcanzar a su vez una utilidad razonable, generando así satisfacción para los clientes y la propia compañía.

Existen algunos modelos matemáticos que nos servirán para mejorar la parte aplicativa no siendo siempre para toda ocasión la mejor decisión, se deben considerar aspectos no paramétricos que son propios a cada organización y gestión de la cadena de suministros, en el manejo de temas un poco complejos como la globalización, la operación y el volátil mercado. Se entiende que cada situación se debe tomar individualmente y darle un manejo propio de cada empresa.

Se debe dar importancia especial a la gestión de inventarios, evaluando de manera integral esta problemática, donde todos interactúen para llegar a establecer un fin común que nos oriente a tener una comunicación constante de las funciones internas en el manejo de los suministros.

La gestión de inventarios es el proceso que busca asegurar la disponibilidad de productos a través de la administración de los mismos, de diversas empresas que a su vez componen una cadena de suministros y proporciona información a los responsables en la organización.

La medición del desempeño mediante indicadores solo ayuda a la identificación de problemas existentes, analizando el histórico de una operación, pero se considera necesaria la identificación de las causas de estos problemas para tomar acciones asociadas a su solución (Lopes, 2013). Ver figura 22.

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

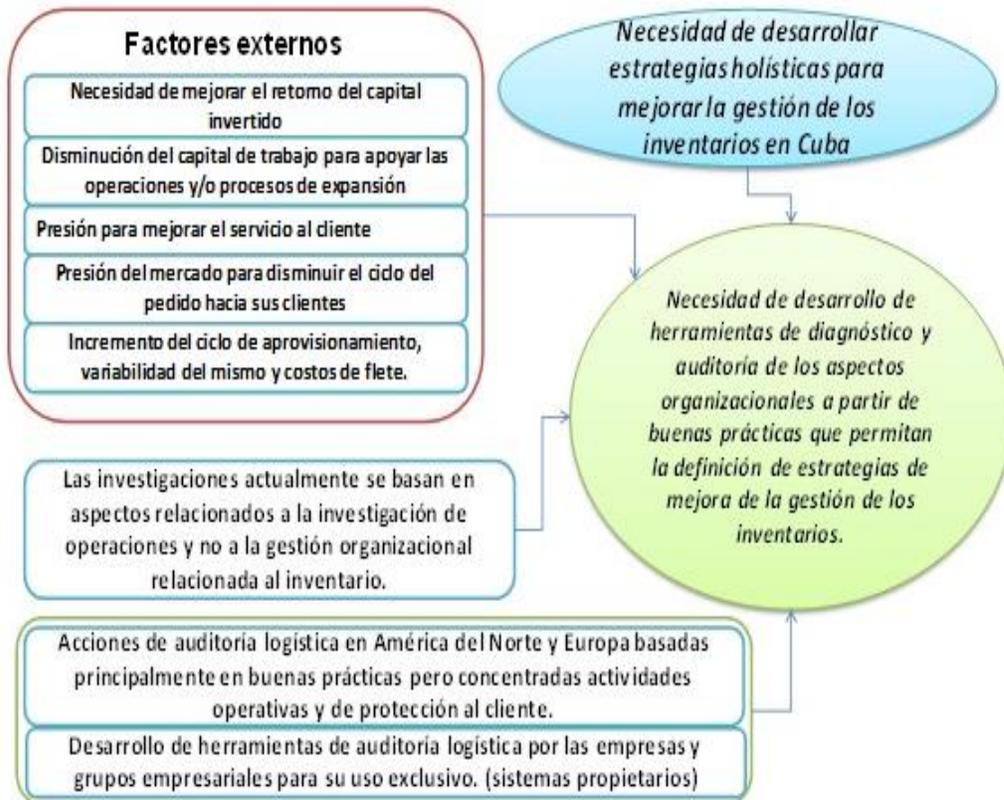


Figura 22. Situación internacional en la gestión de inventarios. (Lopes, 2013)

5.7. HERRAMIENTAS DE APOYO AL MANTENIMIENTO

Actualmente nuestros avances nos orientan siempre a la implementación y acondicionamiento de nuevos sistemas y técnicas que hacen a una empresa un foco de importantes oportunidades para mejorar las condiciones básicas con las que se concibe un medio donde competir, encontrando en el camino, tecnologías de innovación, mayores exigencias ambientales, aumento en la complejidad de los sistemas. Debido a estas y muchas otras situaciones se observa la exigencia para cumplir con unas características especiales en dónde, tiempo, calidad y eficiencia, se convierten en un aliciente para competir en un mercado globalizado.

Aquí es dónde el mantenimiento nos hace tomar ventaja de todas estas situaciones, para convertirlas en estrategias efectivas para el manejo de calidad y productividad buscando siempre utilizar los recursos de la mejor manera para generar un bajo costo con una técnica eficiente. Se considera el mantenimiento un aliado para el crecimiento y el buen

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

desarrollo dentro de la organización, siempre y cuando se direccionen estos objetivos hacia los negocios de la empresa, definiendo así la confiabilidad.

Un sistema eficiente de mantenimiento nos lleva a utilizar en su objetivo o fin una técnica tal como; MCC (mantenimiento centrado en confiabilidad), TPM (mantenimiento, productivo, total), o bien herramientas tales como MBC (mantenimiento centrado en la condición), CMMS (sistema de la organización del mantenimiento computarizado, entre otras). La clave del éxito estará en definir qué tipo de técnica debo utilizar, dependiendo de cada necesidad para cada tipo de empresa. El mantenimiento primero debe establecer sus pautas y objetivos, para así llegar a un derrotero de conclusiones que nos darán la clave del éxito. (Cabeza, 2010). (Ver figura 23).

La combinación de acciones técnicas definidas en el mantenimiento, se toman como las acciones administrativas y de gestión que se efectúan en el transcurso de la vida útil del equipo en pro de mantener o hacer que éste funcione a la medida de cumplir con su tarea. El estado de alta eficiencia se alcanza mediante la alta confiabilidad, elevada mantenibilidad y una eficiente sustentabilidad, todos estos acompañados de un permanente monitoreo. El concepto de mantenimiento se ha estudiado y analizado bajo unos criterios científicos, encontrando así la definición de sus principales características.

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

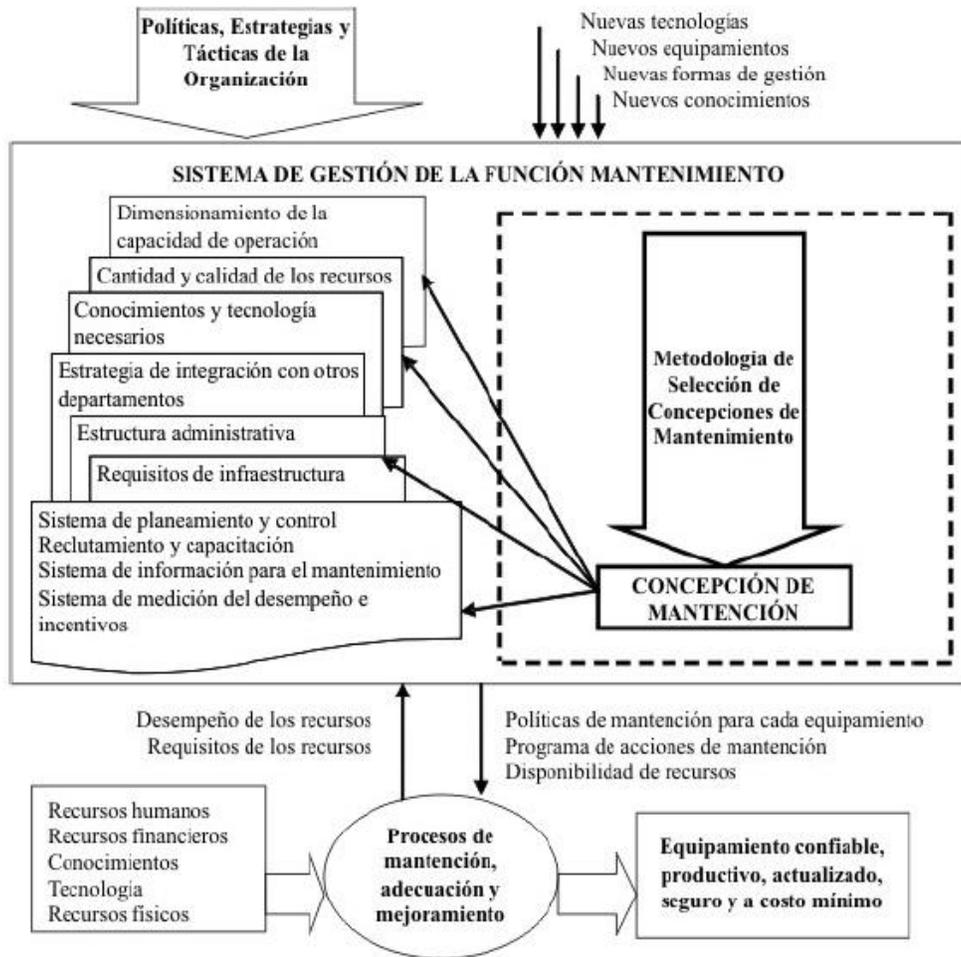


Figura 23. Organización del conocimiento para definir el sistema de gestión del mantenimiento. (Cabeza, 2010)

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

6. MODELO DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA

Considerando que en la empresa se maneja en alguna medida el mantenimiento, podemos hacer un análisis de la situación para proceder a definir los objetivos, las estrategias y la asignación de las responsabilidades a las que corresponde el área de mantenimiento. Primero se debe hacer una evaluación de las herramientas e indicadores (hablando de un sistema informático) cuyo objetivo se centra en el mantenimiento y su gestión.

Al poseer o no un método establecido de gestión se hace necesario este análisis. El diagnóstico se debe centrar en los equipos de los que tengamos información, manejando aspectos como planificación, programación y puesta en marcha de las tareas establecidas de mantenimiento, indicador histórico de las fallas, tiempos medios entre fallas (MTTF) y tiempo medio de reparación (MTTR), los recursos que la organización destina al mantenimiento, el impacto que se genera en la economía o en la producción (dadas por los paros debido a las fallas de los equipos), paradas que no son programadas en la planta (sistema) o subsistemas.

En el mantenimiento se hace de carácter fundamental y primordial establecer los objetivos (metas), que se esperan obtener, para así generar los procesos estratégicos que nos van a conducir hacia el desarrollo y culminación de las metas, en medio de estos planteamientos se deben establecer las responsabilidades propias al personal que está ligado al proceso productivo, desde operarios hasta la alta gerencia. Ver figura 25. (Viveros, 2013)

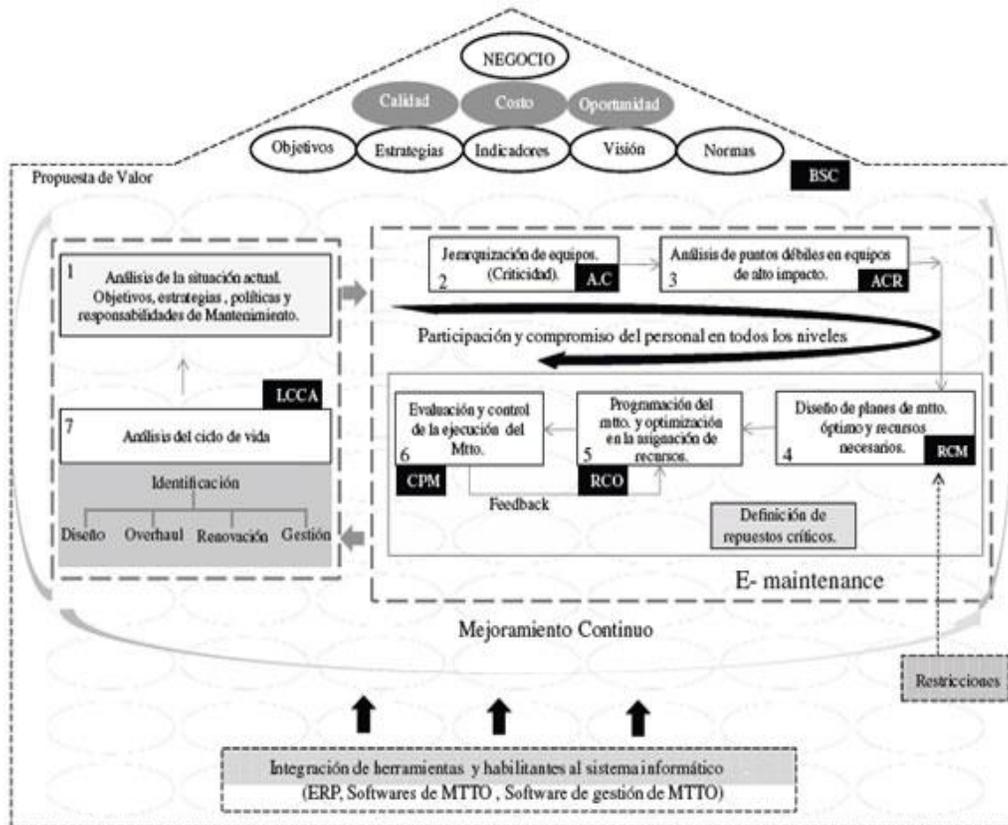


Figura 24. Modelo de gestión de mantenimiento. (Viveros, 2013)

6.1. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

Las empresas de hoy se ven comprometidas a competir en un campo de globalización, teniendo así una tarea importante en el mantenimiento para el que deben generar unas estrategias dinámicas que permitan la permanencia dentro de este campo competitivo.

La gestión en el mantenimiento busca que las compañías puedan ser negocios rentables en cuanto al manejo que sus activos les presten a ellos mismos y a sus clientes garantizándoles un nivel seguro de confiabilidad y seguridad. El mantenimiento cumple ahora un papel principal en la generación de utilidades, permitiendo que el proceso opere de manera eficiente. Generando así impacto en la seguridad, confiabilidad, medio ambiente y rentabilidad.

Para alcanzar esas condiciones con efectividad se deben sumar a este fin una serie de factores que serán claves. (García, 2010). Ver figura 26.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- Utilizar “Talento Humano” idóneo
- Gestionar el conocimiento pertinente
- Tomar las decisiones en forma correcta

Teniendo establecidos y organizados estos objetivos debemos pasar a darle a estos unos propósitos claros que nos orienten a crear una cultura basada en:

- Creer que el cambio es importante y valioso
- Tener una visión que describa el estado deseado
- Implementar estrategias para alcanzar la visión
- Identificar las barreras reales y potenciales
- Entrenar y formar para corregir comportamientos no deseados



Figura 25. Pilares dentro de los procesos de gestión de mantenimiento.
(García, 2010)

6.2 ETAPAS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Tomaremos al mantenimiento como una herramienta base de la gestión orientada a la mejora de la actividad productiva de la empresa, para así adecuar cada una de las etapas

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

importantes dentro del proceso para obtener resultados efectivos. Esperando que así se puedan integrar dentro de los lineamientos y estrategias a todos los trabajadores desde los operarios hasta los directivos y altos gerentes en búsqueda de crear un lenguaje común para la empresa donde se analicen las condiciones del proceso y se puedan definir conclusiones importantes que nos orienten a la mejora continua e implementación de nuestros sistemas de trabajo. Desglosando cada etapa del proceso de la siguiente forma:

- **Iniciación y creación de un requerimiento de trabajo.**
- **Identificación del trabajo.** Colocando ahí la información necesaria para la ejecución correcta del trabajo. De acuerdo a la prioridad y el tipo de trabajo, identificando así su disposición y creando la orden de trabajo.
- **Revisión y aprobación de los requerimientos.** Al generar una orden de trabajo, hay disposición de la información para acceder en el sistema donde se consulta diariamente para generar los cronogramas de trabajo del día de acuerdo a su prioridad, generando las órdenes de trabajo.
- **Análisis, recolección de datos, alcance y estimaciones.** El planificador hace un consenso con los involucrados en el trabajo a realizar, operaciones, mantenimiento, técnicos, especialistas, inspectores o ingenieros. Se hace una revisión del trabajo a realizar, con objeto de tener claro cómo se va a proceder en la labor y así el planificador desarrolle su plan de trabajo y se tomen en cuenta las condiciones de este y los equipos requeridos para llevar a cabo y con éxito la ejecución de este.
- **Identificación de materiales, necesidades y estrategia de ejecución.**
Se revisa que los todos los recursos que se requieren para la labor, estén disponibles. Elementos y repuestos en almacén, procedimientos para la tarea desarrollados, maquinaria y herramientas identificados y disponibles. Esto nos asegura que la tarea se puede ejecutar posteriormente a la programación del mismo y el tiempo será utilizado de manera eficiente. Así mismo el planificador tendrá información referente a los recursos y materiales que podrá solicitar en caso de no estar en el stock del almacén. Revisando en sistema que este la orden de compra, orden de trabajo, el estado del material “en espera” posterior a emitir la solicitud de compra del material o repuesto.
- **Identificación de los recursos, servicios, competencias y habilidades requeridas**
- **Evaluación de mano de obra,** anterior a la ejecución del trabajo. Se procede a planificar los trabajos en base al conocimiento y habilidades especiales que se necesitan para desarrollar la actividad, esta función es propia del planificador. La

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

mano de obra se determina en la programación y se ajustara el plan si es necesario.

- **Creación de la orden de trabajo**

En el momento que todos los pasos anteriores estén desarrollados se procederá a generar la orden de trabajo, que en el momento de su creación pasa al estado de “planificada”. Mínimamente, deberá contener la siguiente información:

- Que trabajo se realizara, detalladamente en la orden
- Tipo de mantenimiento a efectuar (preventivo, correctivo, servicio, proyecto, entre otros)
- Código del equipo a intervenir y ubicación.
- Tiempo en horas que tomara, realizar el trabajo.

Dentro de la misma orden se deberá ingresar así mismo los datos de cierre del trabajo:

- Tiempo de inicio y final del trabajo.
 - El procedimiento y recomendaciones del trabajo realizado por mantenimiento.
 - Recomendaciones sobre algún cambio en el procedimiento de ejecución.
 - Materiales y repuestos adicionales, que fueron utilizados, sean de almacén o externos.
- **Programación y jerarquización de las ordenes de trabajo**

En la programación se deberá verificar la mano de obra y disposición de los equipos y herramientas, para así determinar la viabilidad de los trabajos. El programador deberá solicitar esta información semanalmente a los supervisores de mantenimiento, para asegurar que previamente se han gestionado las tareas.

La planificación no puede ejecutarse sin antes tener una orden de trabajo, para esto se utiliza la jerarquización de las ordenes de trabajo, en función del tipo de trabajo, criticidad del equipo a intervenir, prioridad en la producción, efectos del no funcionamiento del equipo, entre otros factores.

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- **Reunión de coordinación**

Teniendo ya establecida una programación ingresada en el programa, el programador deberá reunir a todos los involucrados en la tarea, para planear la parte logística. Donde deberán incluir como mínimo a compras, almacén, operaciones de producción, supervisor de mantenimiento y de seguridad, higiene y ambiente.

Operaciones de producción informara sobre la disponibilidad de los equipos, de acuerdo al plan de producción y orientara al programador sobre el desarrollo del plan o alguna novedad para la ejecución del mismo.

Posterior a la aprobación del programa y sus conclusiones, el programador pasara a darle ejecución final a la programación. La orden pasará a “programada” con una fecha de ejecución de la misma.

- **Ejecución de la actividad**

Al estar la tarea programada, el programador debe proporcionar a los supervisores de mantenimiento los planes de trabajo, los que se encargarán de dar ejecución a estos trabajos. Estos a su vez informaran y programaran las actividades con los técnicos de mantenimiento y ultimarán los detalles, en cuando a la seguridad y los recursos para así cumplir el objetivo planteado. Posterior a la ejecución del trabajo el técnico deberá cerrar la orden y los permisos que fueron requeridos para el desarrollo de la actividad programada. Además, restablecer los equipos y entregarlos a operaciones.

- **Retroalimentación, seguimiento, reporte técnico y cierre de la orden**

La tarea no estará concluida hasta que el técnico informe al supervisor y lo retroalimente acerca de las tareas que se realizaron. Dentro de lo que debe tener esta retroalimentación estará; el tiempo en oras por mano de obra utilizado, materiales, personal, procedimientos, planes de trabajo, (para implementarlos en pos de su mejora), herramientas adicionales utilizadas y elementos. Todo lo anterior se debe contener en un informe escrito por el técnico que realizo el trabajo y completarlo con las observaciones y comentarios del supervisor. Esta información es muy importante para el planificador tomar las recomendaciones y mejorar así sus planes, optimizando los procesos y generando un historial de seguimiento.

- **Indicadores de gestión**

Estos son claves para medir el rendimiento del proceso de programación y planificación y así optimizar la utilización de los recursos, generando una

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

programación más eficiente. Estos indicadores deberán ser medidos y reportados, en los tiempos adecuados y a su vez se deberá comparar su resultado con los objetivos de la empresa.

Planificar y programar actividades de mantenimiento aumenta considerablemente la capacidad para ejecutar exitosamente las solicitudes de trabajo. Los planes de trabajo y procedimientos previamente elaborados evitan las demoras y permiten de ese modo su programación (Jimenez, 2012). (Ver figura 27).

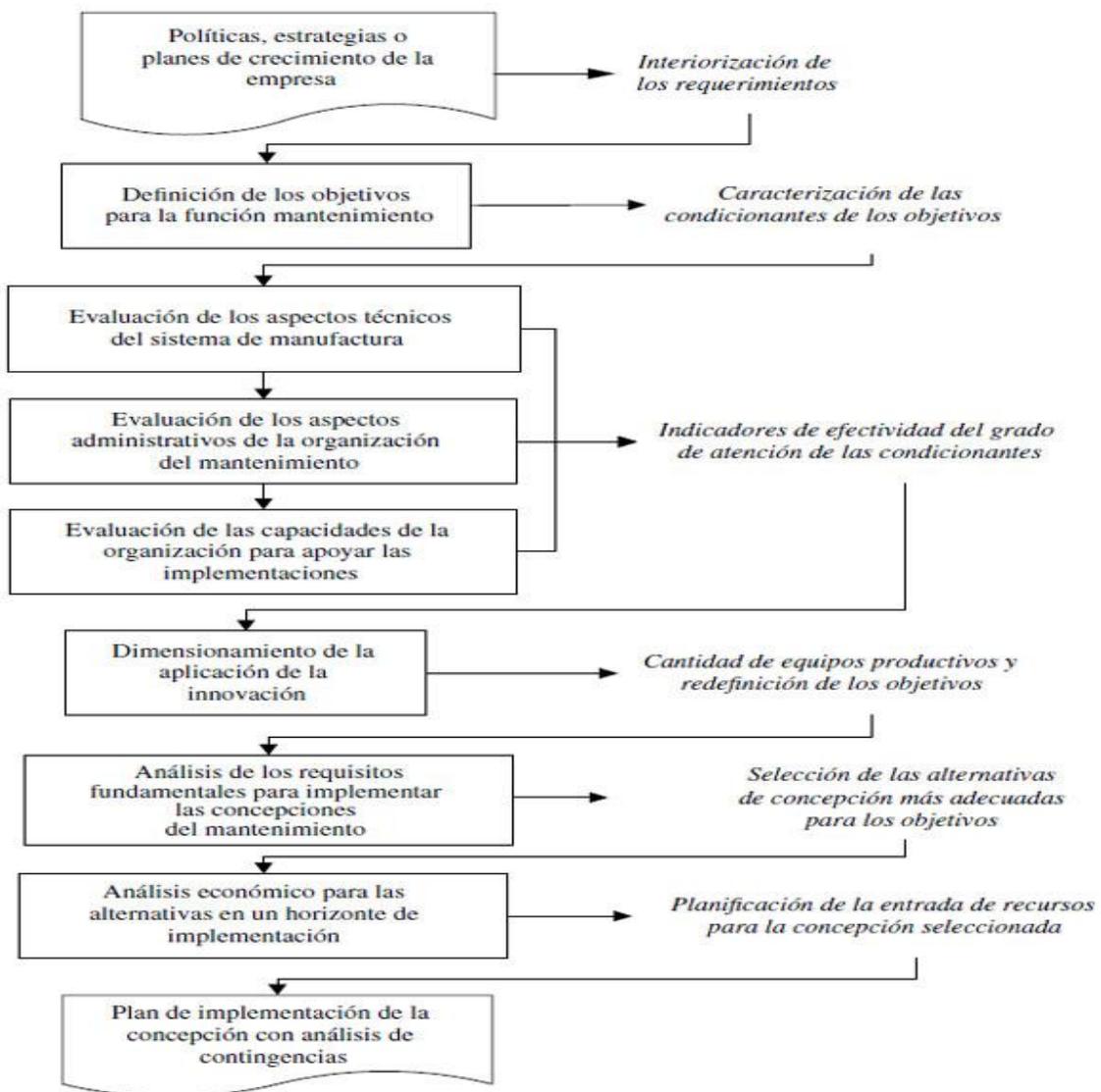


Figura 26. Proceso de análisis en la innovación de gestión del mantenimiento. (Espinosa, 2012)

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

6.3 MODELOS DE MANTENIMIENTO

En el desarrollo de mejoramiento y adaptación de las empresas para encontrar su identidad propia en el camino que nos muestra “donde estamos y a donde nos dirigimos”. Podemos encontrar un sin número de oportunidades de organizarnos y reinventarnos.

Allí es donde aparecen los modelos de gestión del mantenimiento como; TQM (Control de calidad, total), el TPM (mantenimiento, productivo, total), el RCM (Mantenimiento centrado en confiabilidad), el CMMS (Sistema de gestión de mantenimiento sistematizado), el mantenimiento estratégico, el mantenimiento de oportunidad. Y seguro aparecerán nuevos modelos enfocados a los desarrollos de investigación en el tema en cuestión.

La solución de cada empresa puede ser diferente, la razón de encontrar un modelo adecuado a las necesidades que se plantean en cada situación, serán a su vez la clave del éxito que puede ser proyectado a encontrar una manera de medir así la eficiencia de integración a un sistema que atienda la mayor parte de requisitos y que este intercomunicado en todas las dependencias de la empresa.

6.3.1. TPM - MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Su finalidad es realizar el mantenimiento de los equipos con el personal propio a producción, en medio de un proceso continuo de mejoramiento y de gestión de calidad. El TPM, involucra a todos los sectores de la empresa y su objetivo es mejorar la disponibilidad real de los equipos reduciendo la pérdida de la productividad.

Al implementar el TPM se afrontan seis fuentes de fallos:

- Los fallos.
- Los ajustes y calibraciones, posterior a la puesta en marcha.
- El funcionamiento sin producción, los paros menores si causa justificada y la puesta en marcha de equipos a mínima potencia.
- Mínimo rendimiento del equipo en la producción.
- Defectos dentro del proceso al interior de la producción.
- Controles fuera de tiempo sin causa justificada.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Medidas a tomar para eliminar los fallos:

- Satisfacer las condiciones básicas del equipo.
- Ejecutar la operación del equipo de acuerdo a las condiciones especificadas en el manual.
- Corregir causas de posibles fallos del equipo, anterior a que se presenten.
- Corregir las deficiencias de fábrica y/o diseño.
- Mejorar las funciones de operación y mantenimiento. Identificando las fallas humanas.

Etapas a cumplir en programa de TPM:

1. Fase de preparación.
2. Fase de realización.
3. Fase de consolidación.

6.3.2. MCC - MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD

Permite de forma eficiente, optimizar los procesos de producción y disminuir al máximo los posibles riesgos sobre la seguridad en personas y ambiente, que genera fallos de activos a un nivel operacional específico.

Su principal propósito es incrementar la disponibilidad de los activos continúen cumpliendo con las funciones de diseño, confiabilidad de operación. Este sistema sirve como guía para la identificación de las actividades propias al mantenimiento y su frecuencia, en los activos más importantes en la operación, tomando en cuenta la seguridad de la persona, el ambiente, las operaciones y la razón coste/beneficio.

6.3.3. SGC; SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

- **Calidad en la prestación de servicios**

En los 80s, en el tema de mantenimiento no se tomaban las mismas características en cuanto a la calidad de la productividad, a partir de esos momentos se empezaron a centrar en el mantenimiento, a su vez la integración de todos estos procesos productivos en calidad y adecuados a un sistema integral de tecnología sistematizada. La calidad tiene que encontrarse con todas las áreas de la compañía, con la creación e implementación de

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

la norma ISO 9000-2000, estos indicadores de calidad para mantenimiento se hacen esenciales dentro del negocio.

6.3.4. ACR - ANÁLISIS CAUSA RAÍZ

Se enfoca principalmente en la identificación de las causas que originan los fallos, que al ser corregidas evitan que se presenten nuevamente. Lo que identifican son causas lógicas y el efecto a el que estas se relacionan, es un análisis deductivo, el cual identifica la relación la causa que conduce al sistema, equipo o componente a fallar.

Es utilizado a una gran variedad de técnicas y depende del tipo de problema, la disponibilidad y el conocimiento de las técnicas; análisis causa-efecto, árbol de fallo, diagrama espina de pescado, análisis de cambio, análisis de barrera y eventos, análisis de factores causales.

Al ocurrir un fallo, este se manifiesta en fenómenos localizables (síntomas), sus causas (causa raíz), dependen de la complejidad de los sistemas, a mayor complejidad será así mismo la localización de ese origen, sus causas y su recurrencia.

6.3.5. OCR: OPTIMIZACIÓN COSTO – RIESGO

Este método es altamente efectivo y eficiente para ejecutar estudios en un tiempo corto con resultados de gran impacto de confiabilidad operacional del proceso. Este nos permite analizar diferentes escenarios, para así encontrar el momento oportuno para desarrollar determinada actividad de mantenimiento, determinar su viabilidad económica y determinar el número óptimo de repuestos. Para optimizar esos procesos de gestión de confiabilidad operacional en una empresa. (Amendola, 2011)

6.4. ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE MANTENIMIENTO

De acuerdo a los modelos de gestión del mantenimiento y su importancia, se puede realizar un análisis a las innovaciones que fueron propuestas por estos. Teniendo en cuenta dentro de su desarrollo la metodología explicada con claridad dentro de la implementación, para que se complemente con las herramientas adecuadas para su soporte en la práctica y su desarrollo en ciclos.

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Con referencia a la norma EN 13306, 2002, se determina que la gestión del mantenimiento, son todas aquellas tareas de gestión que definen las bases del mantenimiento, sus objetivos, estrategias y responsabilidades. Igualmente, estas se realizan de manera planeada, por medio de un control y una supervisión del mantenimiento, realizando constantemente mejoras a sus métodos de organización y además de sus aspectos económicos.

Durante la historia se han generado nuevos modelos que mediante el estado del arte muestran sus sistemas. (López, 2007). (Ver tabla 5).

Tabla 5. Línea de tiempo para los modelos de gestión del mantenimiento. (Viveros, 2013)

| Año | Autores |
|------------|--|
| 1990 | Pintelon, L. & Van Wassenhove |
| 1997 | Riis, J., Luxhoj, J. & Thorsteinsson |
| 1998 | Wireman, T. |
| 2000 | Duffuaa, S., Raouf, A. & Dixon Campbell, J. |
| 2001 | Hassanain, M.A., Froese, T.M. & Vanier, D.J. |
| 2001 | Campbell, J. D. & Jardine, A.K.S. |
| 2002 | Tsang, A. |
| 2002 | Waeyenbergh, G. & Pintelon, L. |
| 2001 | Murthy, D.N.P., Atrens, A. & Eccleston, J.A. |
| 2004 | Cholasuke, C., Bhardwa, R. & Antony, J. |
| 2005 | Abudayyeh, O., Khan, T., Yehia, S. & Randolph, D. |
| 2006 | Pramod, V.R., Devadasan, S.R., Muthu, S., Jagathyraj, V.P. & Dhakshina Moorthy, G. |
| 2006 | Kelly, A. |
| 2007 | Tam, A., Price, J. & Beveridge, A. |
| 2007 | Söderholm, P., Holmgren, M. & Klefsjö, B. |
| 2007 | Crespo Marquez A. |
| 2010 | López, M., Gómez, J.F., González, V., Crespo A. |

6.5. LISTA DE EQUIPOS

Al tomar como tarea la elaboración de la lista de los equipos, llegamos a encontrarnos con inconvenientes propios de mantenimiento, como la falta de equipos estándar y así mismo sus componentes. Para llegar al análisis adecuado antes debemos consolidar la estructura

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

de la planta en general, para proceder a definir y desglosar así cada componente. Ver figura 28.

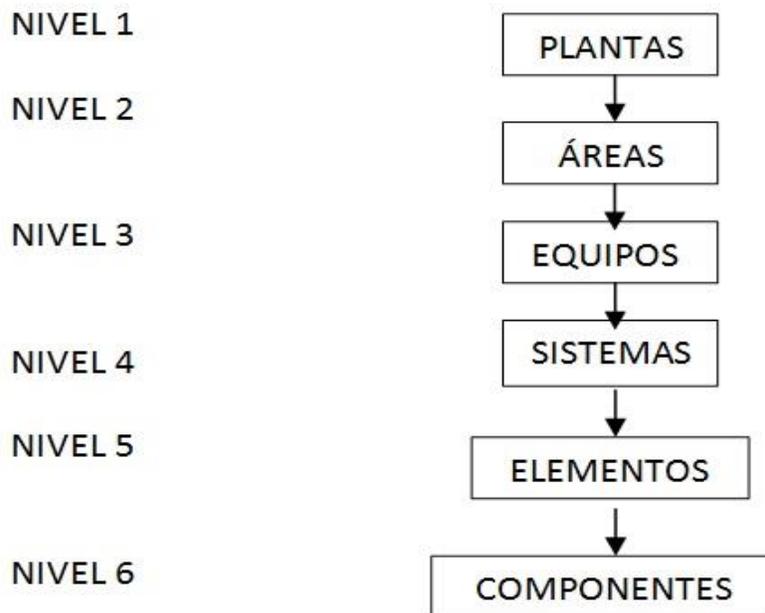


Figura 27. Estructura de árbol de una planta industrial. Elaboración propia.

La empresa puede dividirse en una o varias plantas de producción y así cada una puede dividir sus áreas de modo distinto. Cada área se compone de varios equipos y cada equipo se divide en sistemas. Los sistemas se desglosan en subsistemas, que se consideran componentes, estos son partes más pequeñas y son estas partes las que son sustraídas y cambiadas en las reparaciones. (García G. S., 2010)

Para entender de lo que hablamos, definiremos los términos anteriores:

- **Planta:** Centro de trabajo.
- **Área:** Zona ubicada dentro de la planta.
- **Equipo:** Dispositivo electro mecánico en unidad, dentro de la producción de la zona de la planta.
- **Sistema:** Conjunto de elementos que tienen una función en el equipo.
- **Elemento:** Cada una de las partes que integran un sistema.
- **Componentes:** Partes en que se puede subdividir un elemento.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

De acuerdo a lo anteriormente mencionado nos vamos a referir a ejemplos de tablas, propias al listado de los equipos. Ver tabla 6.

Tabla 6. Ejemplo de listado de equipos. (Díaz, 2012)

| No. | Nombre del Activo | No. | Nombre del Activo |
|-----|----------------------------------|-----|--------------------------|
| 1 | Zaranda | 18 | Bombas |
| 2 | Fermentadores de inóculo | 19 | Maquina de Enfriamiento |
| 3 | Fermentadores de producción | 20 | Conductos |
| 4 | Tanques | 21 | Sopladores |
| 5 | Bombas de trasiego | 22 | Filtros |
| 6 | Bombas dosificadoras | 23 | Caldera |
| 7 | Tanques | 24 | Tanques |
| 8 | Centrífuga de discos | 25 | Reactores |
| 9 | Centrífuga alta resolución | 26 | Bombas |
| 10 | Bombas de trasiego (Centrífugas) | 27 | Piscina |
| 11 | Secador | 28 | Construcción mampostería |
| 12 | Tanques | 29 | Construcción Metálica |
| 13 | Reactores | 30 | Pisos Drenajes |
| 14 | Bombas centrífugas | 31 | Divisiones Aluminio |
| 15 | Compresores | 32 | Techos y falsos techos |
| 16 | Sopladores | 33 | Áreas Exteriores |
| 17 | Piscina de residuales | | |

6.6 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

Al tener definida la lista de equipos es de vital importancia realizar en ellos una identificación de cada equipo, que los ubique dentro de un sistema que maneje un código único.

La codificación significa en grandes rasgos dar a las máquinas y equipos una dirección donde ubicarlas y un nombre con el cual identificarlas. Permitiendo tener un control y conocimiento sobre información técnica, centros de costo, características generales, etc. De cada una de las máquinas, equipos y componentes emplazados en la empresa.

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Ubicación Técnica Este concepto va directamente relacionado al proceso de planificación de la mantención, pero la utilidad que presta el contar con ubicaciones técnicas de las máquinas y los equipos se extiende a toda la empresa. La Ubicación Técnica representa un área de un sistema, en el que se puede instalar un objeto. Las ubicaciones técnicas son creadas jerárquicamente y pueden también crearse basándose en los siguientes criterios:

- Funcional: “compresor”, triturador”.
- Relativos al proceso: Ejemplo “pintado”, “escuadrado”
- Espacial: “hall”, “Patio”.

La Ubicación Técnica es la dirección de la máquina (equipo) o donde está emplazada. A través de ella deducimos si corresponde a un aserradero, a una planta re manufacturara, celulosa, entre otras. También nos indica a cuál planta corresponde: Valdivia, Cholguán, entre otros. Por medio de ella podemos saber en qué área de la empresa está ubicado un equipo, y a que máquina específica corresponde y por último nos indica a que subconjunto o división de la máquina corresponde.

El Primer Nivel de la ubicación técnica corresponde en su conjunto de caracteres al Centro de División al que pertenece el objeto técnico. Este Centro de División identifica el tipo de negocio, el tipo de empresa y la planta específica donde está instalado el objeto técnico. A continuación, se definen los caracteres del primer nivel del código de ubicación técnica.

El 1er carácter del Primer Nivel se utiliza para identificar el tipo de planta o negocio al que pertenecerá la ubicación técnica a crear, es decir:

- A: Aserradero
- T: Paneles
- F: Forestal
- M: Centro madera
- C: Celulosa

El 2do carácter del Primer Nivel representa el tipo de empresa y/o lugar:

- A: Aserradero
- C: Celulosa Arauco Constitución
- A: Celulosa Arauco, Paneles Arauco
- R: Re manufactura

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

El 3er y 4to carácter del Primer Nivel identifica a la planta:

- 01: Aserradero Araucana
- 09: Aserradero El Cruce
- 05: Re manufactura Valdivia, etc.

Por lo tanto, como inicio (Primer Nivel) de cualquier codificación para las plantas de Arauco S.A. se deben utilizar siglas como las siguientes:

- AR05:
- A Aserradero Arauco
- R Re manufactura.
- 05 Planta Re manufactura Valdivia

El Segundo Nivel de la ubicación técnica corresponde a las áreas definidas dentro de la planta. Para tener un orden, AASA tiene todas las áreas establecidas, las que se encuentran con su respectivo código en el segundo nivel de la ubicación técnica. Esta es general en todas sus plantas, las áreas son:

- 010 Área Seguridad.
- 035 Área Servicios comunes.
- 045 Área General planta.
- 050 Área Administración.
- 060 Área Mantención.
- 070 Área Subestación eléctrica.
- 076 Área Selectiva.
- 077 Área Trozado.
- 078 Área Finger.
- 079 Área Moldura 082 Área Protección de incendio.
- 083 Área Distribución eléctrica. 084 Área Aire comprimido.
- 097 Área Pintado.
- 098 Área Escuadrado.

El Tercer Nivel de la codificación corresponde a la correlación de las máquinas inmersa en el área productiva, ejemplo: ES1 Corresponde a la máquina Escuadradora 1 -- HU3 Corresponde a la máquina Sierra Huincha 3

| | | | |
|--|--|---------|------------|
| | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

El Cuarto Nivel de la codificación corresponde a los subconjuntos inmersos dentro de la máquina definida en el tercer nivel, ej: CHI001. Corresponde a la central hidráulica de la máquina.

El Quinto Nivel corresponde al desglose de los componentes o equipos inmersos en el cuarto nivel, ej.: MOT001 Primer motor de la máquina.

Por ejemplo, si se quisiera realizar una mantención o inspección en el área de extracción de Re manufactura Valdivia y específicamente al motor, se notificaría por la siguiente codificación: AR05 – 035 – EX1 – VEN003 – MOT002

Dónde:

AR05: Planta Re manufactura Valdivia, según AASA.

035: Área dentro de la planta. (035, Servicios comunes).

EX1: Codificación general, para las líneas de extracción según AASA.

VEN003: Ventilador número tres, dentro de planta Re manufactura.

MOT002: Motor número dos, dentro del sistema de extracción.

Por lo tanto, cuando se realizan mantenciones o inspecciones preventivas, a los mantenedores se les puede indicar específicamente que máquina y que equipo intervenir. (Castro, 2006)

6.7 ANALISIS DE CRITICIDAD

Es una metodología que permite establecer jerarquías entre:

- Instalaciones
- Sistemas
- Equipos
- Elementos de un equipo

De acuerdo con su impacto total del negocio, obtenido del producto de la frecuencia de fallas por la severidad de su ocurrencia, sumándole sus efectos en la población, daños al personal, impacto ambiental, pérdida de producción y daños en la instalación. Además, apoya la toma de decisiones para administrar esfuerzos en la gestión de mantenimiento,

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

ejecución de proyectos de mejora, rediseños con base en el impacto en la confiabilidad actual y en los riesgos. (operacional S. d., 2015)

Dicho en otras palabras, el análisis de criticidad permite valorar de manera ajustada el panorama actual de los activos de la organización con el fin de determinar en cuáles de los anteriores debe centrarse la atención en algún determinado momento para efectos de mejora y optimización, además, permite prever posibles eventualidades en el normal desarrollo del proceso productivo de los equipos de la empresa obteniendo con ello un mejor y más eficiente control sobre el modelo de gestión. (Ver figura 29).



Figura 28. Criterios normalmente usados en el análisis de criticidad. (Huerta , 2015)

Aunque son múltiples los criterios de selección, ninguno de ellos representa de manera significativa una figura única sobre los otros, es decir, todos tienen la misma importancia debido a que cada uno representa una subdivisión importantísima dentro del conglomerado puesto que de acuerdo a su análisis se pueden establecer pautas específicas que de otro modo posiblemente no sería evidentes.

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Existen diversos métodos para efectuar el análisis de criticidad tal como lo veremos a continuación:

- Modelos Cualitativos:** Este modelo está basado en la obtención de información desde la fuente, llámese operativos, intermedios y administrativos teniendo muy presente el modelo productivo para proceder con la jerarquización de activos de acuerdo a opiniones especializadas. Este método tiene la particularidad de tornarse subjetivo y ser poco efectivo, no es muy recomendado para grandes organizaciones o procesos complejos.

Para llegar a esa clasificación final se procede de forma secuencial a realizar una serie de preguntas al equipo natural de trabajo conformado en la empresa para tal fin. La secuencia marca la importancia que da el equipo de trabajo a cada atributo que se analiza a la hora de establecer la prioridad del mismo. De alguna forma, el orden en la secuencia marca el peso que damos en nuestra gestión a cada uno de los atributos. De cada pregunta existen tres respuestas posibles A, B ó C que nos sirven para caracterizar al equipo. Ver figura 30.

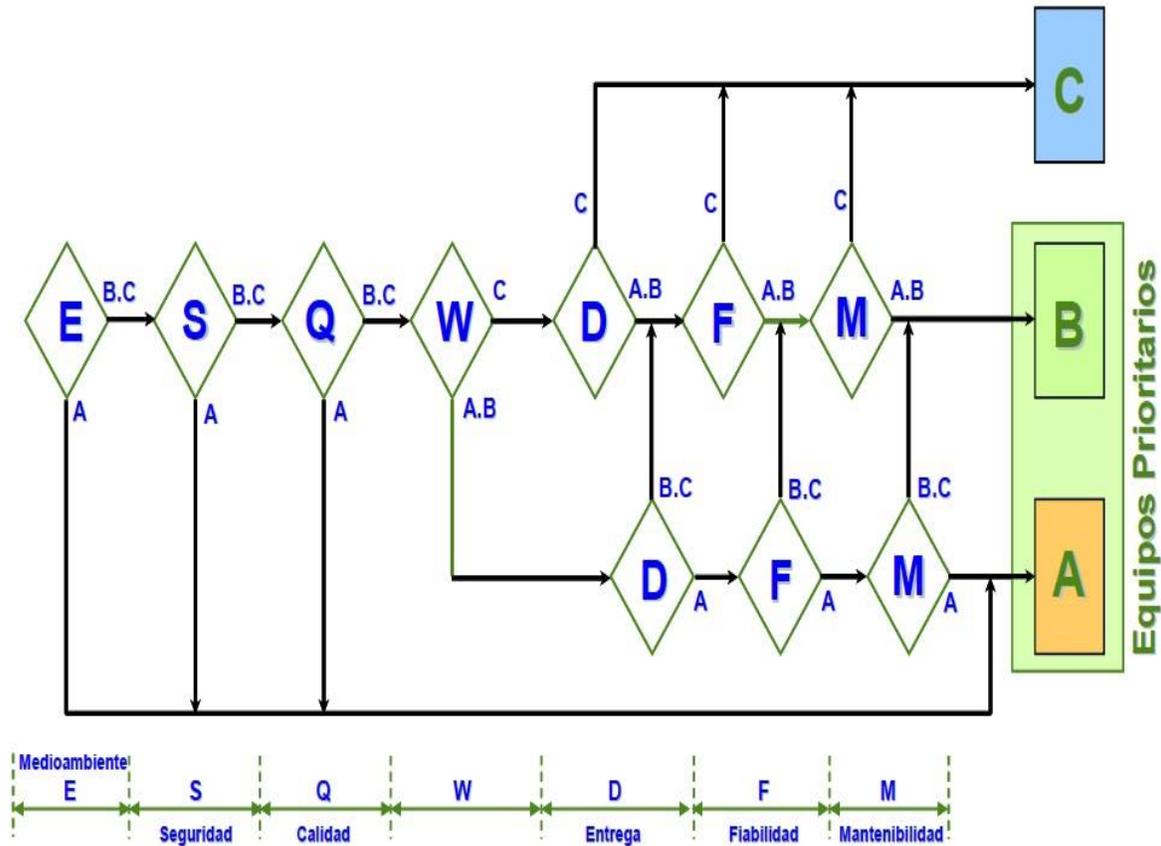


Figura 29. Modelo del flujograma de criticidad (Crespo, 2007)

Así, por ejemplo:

- La primera pregunta hace referencia al medio ambiente (E), un equipo se podría considerar como categoría A, si un fallo del mismo puede provocar que la empresa tenga que recurrir a dar aviso a las autoridades públicas por problemas que pudiesen afectar a la salud de las personas y del medio ambiente (por ejemplo: Una fuga de amoníaco). El equipo sería de categoría B si un fallo del mismo provocase una contaminación o afección que pudiera gestionarse en el interior de la empresa (por ejemplo, una fuga de sosa que se controla con la red de aguas de la empresa). Finalmente, un equipo se podría considerar de categoría C si un fallo del mismo no produjese ningún tipo de contaminación medioambiental.
- Las cuestiones de seguridad (S) se consideran a continuación. Los activos de categoría "A" serán aquellos cuyos fallos pueden producir accidentes que provocan

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

absentismo laboral temporal o permanente en el lugar de trabajo. Los fallos en activos de la categoría "B" podría causar daños menores a la gente en el trabajo, no producen la ausencia de trabajo. Una vez más, los activos de la categoría "C" son activos cuyos fallos no pueden crear consecuencias relacionadas con la seguridad de las personas.

- La calidad (Q) es la siguiente cuestión que debe evaluarse utilizando el flujograma. El procedimiento para esta evaluación es muy similar al que ya hemos llevado a cabo para la evaluación medio ambiental de los equipos.
Los fallos de calidad también pueden producir un importante impacto externo, o una imagen muy negativa de la compañía en el mercado, al detectarse un fallo después de llegar el producto al cliente final (los consumidores en nuestro caso de estudio). Categoría A se dedica ahora a los activos que pudieran sufrir este tipo de fallo. Categoría "B" y "C" sería que los activos que, cuando no se mantienen adecuadamente, podría sufrir fallos que producen sólo una consecuencia interna o que no ocasionan ningún impacto, respectivamente.
- El tiempo de trabajo de un activo (W) también puede condicionar su criticidad. En este caso de estudio, los activos que trabajan a tres turnos serán de categoría "A". Los activos con dos turnos de trabajo estarán bajo categoría "B". Finalmente, cuando los activos de producción tienen en programación un solo turno de trabajo al día, los incluiremos en la categoría "C".

En algunas ocasiones el trabajo extra que se requiere para el mantenimiento correctivo de activos, como media, también se puede considerar dentro de este criterio. Los activos que requieren una gran cantidad de horas extras para ser reparados entrarían en categoría "A", y así sucesivamente.

- La entrega (D) es un criterio relacionado con el impacto operacional de un fallo del activo. Los activos de categoría "A" son ahora los que producen un paro en toda la fábrica cuando fallan. Los activos de categoría "B" pueden dejar sólo una línea de producción parada al fallar. Por último, los activos que no producen una interrupción significativa de la producción serían de la categoría "C".
- La fiabilidad (F) se introduce como criterio igualmente en el flujograma y se relaciona con la frecuencia de fallo que pueda existir en un activo que no se mantiene correctamente. En nuestro caso de estudio, consideramos como categoría "A" los activos con frecuencia de fallo menor de 5 h. Los activos con frecuencias de las fallas mayores de 5 horas y menor de 10 horas se incluirán en la categoría "B". Finalmente, para activos con frecuencias de fallo superiores a 10 h,

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

utilizaríamos la categoría "C". Es normal tener en cuenta un criterio de frecuencia que produce el 20% de los activos dentro de la categoría "A", sobre un 30% de la "B", mientras que el 50% entraría en categoría "C".

- La mantenibilidad (M), o aptitud del activo para ser mantenido, es el último criterio que debe ser tenido en cuenta. Este criterio se relaciona con el tiempo medio necesario para reparar un fallo. Los activos que requieren un tiempo medio de reparación de más de 90 minutos se catalogan como "A". Entre 45 y 90 minutos estaría en categoría "B". Por último, aquellos cuyo tiempo medio de reparación es inferior a 45 minutos estarían dentro de categoría "C". (Parra, 2012)
- **Modelos cuantitativos:** Reúne los criterios técnicos especializados con los datos numéricos arrojados por el análisis matemático de los mismos (análisis financiero, de tiempos, de métodos, entre otros). Cómo este modelo conlleva datos numéricos, es posible realizar cálculos estadísticos para efectos de tendencias y picos, minimizando así la subjetividad.

A continuación, se presentan de forma detallada, las expresiones utilizadas para jerarquizar los sistemas a partir del modelo:

$$CTR = FF \times C \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

CTR: Criticidad total por Riesgo

FF: Frecuencia de fallos (rango de fallos en un tiempo determinado (fallos/año))

C: Consecuencias de los eventos de fallos

Donde se supone además que el valor de las consecuencias (C), se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$C = (IO \times FO) + CM + SHA \quad \text{Ecuación 2}$$

Siendo:

IO = Factor de impacto en la producción

FO = Factor de flexibilidad operacional

CM = Factor de costes de mantenimiento

SHA = Factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

La expresión final del modelo de priorización de CTR será la siguiente:

$$CTR = FF \times ((IO \times FO) + CM + SHA)) \quad \text{Ecuación 3}$$

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión del riesgo se presentan a continuación:

- **Factor de Frecuencia de Fallos (FF)** (escala 1 - 4)
 - 4: Frecuente: mayor a 2 eventos al año.
 - 3: Promedio: 1 y 2 eventos al año.
 - 2: Bueno: entre 0,5 y un 1 evento al año.
 - 1: Excelente: menos de 0,5 eventos al año.

- **Factores de Consecuencias o Impacto Operacional (IO)** (escala 1 - 10)
 - 10: Pérdidas de producción superiores al 75%
 - 7: Pérdidas de producción entre el 50% y el 74%
 - 5: Pérdidas de producción entre el 25% y el 49%
 - 3: Pérdidas de producción entre el 10% y el 24%
 - 1: Pérdidas de producción menor al 10%

- **Impacto por Flexibilidad Operacional (FO)** (escala 1 - 4)
 - 4: No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes.
 - 2: Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedios.
 - 1: Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños.

- **Impacto en Costes de Mantenimiento (CM)** (escala 1 - 2).
 - 2: Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a 20.000 dólares.
 - 1: Costes de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 20.000 dólares.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- **Impacto en Seguridad, Higiene y Ambiente (SHA) (escala 1 - 8).**

8: Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor (catastrófico) que exceden los límites permitidos.

6: Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil restauración.

3: Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el corto plazo) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas.

1: No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales.

Se seleccionan los sistemas a priorizar y se genera una tormenta de ideas en la que se le asignan a cada equipo los valores correspondientes a cada uno de los factores que integran la expresión de Criticidad Total por Riesgo. (Ecuación 3)

El valor de frecuencia de fallos se ubica en el eje vertical y el valor de consecuencias se ubica en el eje horizontal (se toma el resultado final de la expresión $(IO \times FO) + CM + SHA$). La matriz de criticidad mostrada a continuación permite jerarquizar los sistemas en tres áreas (Ver Figura 31):

- Área de sistemas No Críticos (NC)
- Área de sistemas de Media Criticidad (MC)
- Área de sistemas Críticos (C)

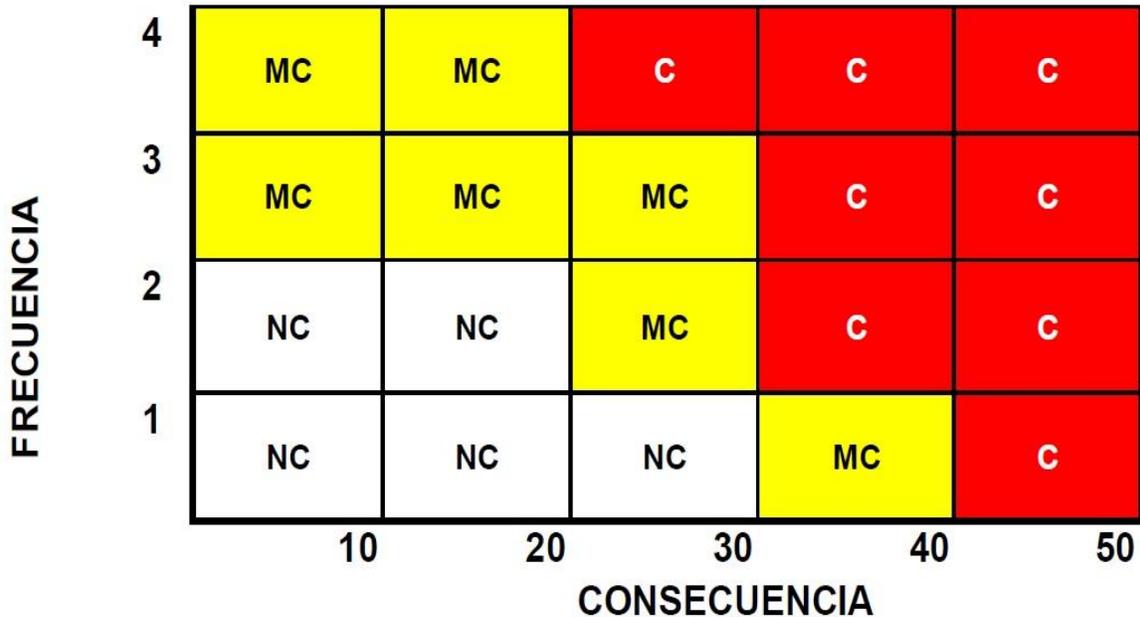


Figura 30. Matriz de Criticidad Semi cuantitativa. (Parra, 2012)

El riguroso análisis que debe efectuarse en los activos de la compañía cuya función se encuentre bajo la gestión del departamento de mantenimiento es trascendental para poder efectuar el anterior proceso y así poder determinar y conformar el sistema de gestión del mantenimiento más ajustado a las políticas de la organización y los objetivos propuestos.

6.8. SELECCIÓN DEL MODELO DE MANTENIMIENTO.

Después de analizar la criticidad de los equipos, podemos entonces considerar que tipo de modelo de mantenimiento implementar en una planta.

Si el equipo resulta ser crítico, el modelo de mantenimiento será alguno de los tres que corresponden a mantenimiento programado. Si el equipo es importante, tendremos que estudiar todavía un poco más las consecuencias de una avería. Si el equipo, por último, es prescindible, ya sabemos que el modelo que le corresponderá será el modelo correctivo. Para un equipo importante entonces, se evalúa principalmente el costo que tiene una reparación por una avería y se toma la decisión, según esto, de hacer o no un programa de mantenimiento, ya que muchas veces sus averías son difíciles de predecir, pues son esporádicas. Un equipo que está en este nivel, permite que se planeen mantenimientos en pro de su mejoramiento y correcto funcionamiento, cabe anotar también que este tipo

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

de máquinas no están en operación las 24/7 y es por esto que es posible elaborar un programa de mantenimiento en su entorno.

Ahora bien, para los equipos que se encuentran en un nivel prescindible, es decir, equipos que jamás tienen paros programados, su mantenimiento constituye uno de los modelos más costosos. Su paro afecta directa y notablemente a la producción. Además de los costes por averías y paros esta por considerar también los desgastes en las piezas y componentes de las maquinas sumado a su deterioro natural. (Garrindo, 2003)

6.9 BENEFICIOS DE APLICACIÓN DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO.

Para una organización, implementar un sistema de gestión en mantenimiento, constituye un sinfín de beneficios operativos que se traducen en beneficios económicos.

Es con este tipo de labores que las empresas logran un estatus, logran posicionarse a un alto nivel de competencia gracias a sus políticas de mejoramiento continuo y eficiencia de los procesos, optimizando los recursos y entregando al cliente un producto de óptima calidad.

Lograr integrar a todos los trabajadores en pro de un proyecto como este, es mejorar sin dudas las capacidades de la organización. Al aplicar un sistema de gestión en mantenimiento se logra además alargar la vida útil de los equipos, mantener en perfecto estado las áreas y locaciones y generar un ambiente libre de contaminación, así como un espacio en el trabajo agradable y seguro.

Cuando sistema de gestión de mantenimiento es aplicado correctamente, produce:

- Cuando se conocen las deficiencias y necesidades de los colaboradores es más fácil proporcionar las soluciones adecuadas y oportunas.
- Conocer los costos ayuda a canalizar los recursos económicos.
- Integrar el personal, mejora las relaciones y por consiguiente mejora el trabajo en equipo, esto permite lograr las metas y cumplir con los objetivos de la compañía.
- Analizar los equipos en los procesos, ayuda a identificar las fallas y posibles causales de accidentes en el trabajo y contra el medio ambiente.
- Documentar las labores de mantenimiento permite realizar diagnósticos más rápidos de las fallas.
- Reducción del desgaste natural de los equipos.

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- Reducción en el tiempo de paro por averías.
- La capacitación de los operarios en las labores de mantenimiento minimiza el uso de personal externo para las labores de mantenimiento.
- Con listas de chequeo cada vez más mejorada, se eliminan rutinas innecesarias de mantenimiento.
- Gracias a la organización de la información que se tiene de los equipos, se hace más fácil la elaboración de manuales de actividades de mantenimiento.
- No es necesario que un especialista intervenga los equipos, con la información colectada y al alcance de todos, cualquier persona puede encontrar fácilmente una falla y sus causas.
- No es necesario ir hasta el principio de los programas para implementar una tecnología o implementar una mejora.

| | | | |
|---|-----------------------------------|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

7. GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información ha sido parte fundamental en el desarrollo de la raza humana, sin embargo, no siempre ha tenido una administración adecuada para los fines que en ocasiones se planteaba, por ende, el hombre en uso de su racionalidad comenzó a dejar evidencia del manejo de la misma y construyó de esa manera su propia bitácora, prueba de ello son las piedras relatando historias y experiencias, papiros con jeroglíficos y toda clase de muestras de comunicación escrita plasmada a lo largo de la historia de la humanidad.

Los adelantos y desarrollos tecnológicos han permitido hacer más amigable los diferentes tipos de comunicación del hombre, así pues, el mundo moderno cuenta con plataformas y lenguajes comprensibles aplicables a un sin número de aspectos, procesos y procedimientos que comprenden su cotidianidad en los campos personal y productivo como ente y por consiguiente como sociedad.

Un sistema de información comprende todos los procesos, procedimientos y recursos involucrados en mantener una organización en funcionamiento, se realimenta a través de su propia producción de información y a través de generación de información externa a ella. (Bayona, 2010).

Como todo proceso de gestión de la información, éste sistema posee *entradas* comprendidas por reportes, informes, actas, evaluaciones y cualquier documento que el departamento de mantenimiento haya considerado importante para tener en cuenta durante el adecuado desarrollo de sus funciones y programación; una vez creada la entrada, el proceso a seguir es el *análisis de la información*, estudiar de manera minuciosa la documentación y con los criterios definidos en el plan de acción para alcanzar los objetivos, tomar decisiones asertivas.

Toda vez que se tomen decisiones y queden registrados los hechos pertinentes, se crea la *salida*, en otras palabras, se emiten las órdenes para ejecutar procesos, tareas y labores en procura de atender la situación que generó la *entrada* y así poder dar por culminado el proceso; estando atentos a eventualidades para poder retroalimentar el mismo, dejando evidencia y prueba de lo anterior, a éste último se le denomina *almacenamiento*.

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Los sistemas de información de mantenimiento resultan fundamentales para la efectiva gestión de las labores de mantenimiento, de manera que debe considerarse los criterios fundamentales que sirven de base para el desarrollo de un sistema de información de gestión del mantenimiento, con énfasis en el costo-beneficio de esta actividad, parte integrante y fundamental de la estrategia empresarial, que además presenta los componentes clásicos que debe manejar un sistema de esta naturaleza, su clara y oportuna integración con las áreas funcionales de la empresa, y sobre todo para que el mantenimiento operativo sea efectiva contribución al incremento de la productividad. (Ver figura 32).

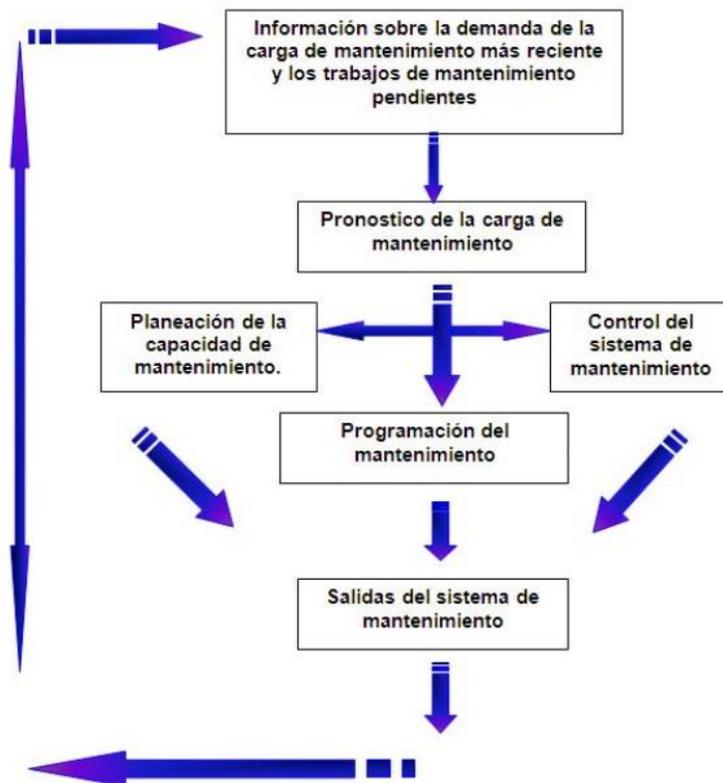


Figura 31. Modelo de gestión de la información (José, 2012)

El diseño de cualquier sistema de información debe tener en cuenta los siguientes criterios

- Los datos no constituyen en sí mismos información. Son sólo la materia prima para una información útil.
- El exceso de información suele conducir a no prestar atención a la información realmente útil.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- En general la mayor parte de los problemas a resolver proceden de una parte muy pequeña de los hechos que se producen en la empresa y esto también es válido en mantenimiento.
- Aunque un dato sea necesario para múltiples finalidades, su captura debe ser única, en la medida posible.
- La información innecesaria para la toma de decisiones se convierte en fósil nada más al nacer, así mismo la información útil, retrasada en aras de su perfección, queda degradada para su finalidad pretendida. (J.M., 1990).

7.1 ORDEN DE TRABAJO

Como su nombre lo indica, la orden de trabajo es un formato trascendental dentro del sistema de gestión del mantenimiento, esencial para el adecuado manejo de información puesto que se convierte en herramienta de acceso y se configura como la razón de inicio del ciclo de mantenimiento planteado dentro del sistema. Además de ser la apertura al sistema, su figura permite retroalimentar el mismo y su óptimo desarrollo generará valor para la cadena de almacenamiento de información.

Este formato permite cuantificar o asignar diversos tipos de indicadores que permitan medir el flujo de información comparado con las labores efectuadas y/o ejecutadas y arrojar un resultado confiable y ajustado para medir la eficiencia del sistema de gestión.

Este formato no posee un diseño predefinido pues cada organización tiene la facultad de diseñarlo acorde a sus necesidades, y su información debe contemplar aspectos específicos que propendan por el adecuado desarrollo del sistema de gestión. Dicho documento debe cumplir por lo menos con los siguientes requisitos:

- Debe ser considerado el documento base para cualquier labor
- Ha de ser un formato individual para cada activo de la compañía.
- Se requiere de un procedimiento para su generación y respectivo uso.
(Araújo, 2015)

Los anteriores son criterios generales, sin embargo, la orden debe contemplar otro tipo de información más detallada que contenga lo siguiente:

- Departamento solicitante
- Fecha de diligenciamiento
- A quien va dirigido
- Identificación del activo y breve descripción de la anomalía

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- Criterio de importancia para el proceso
- Firma de quien recibe y fecha de recibido
- Fecha de culminación satisfactoria del servicio.

Son sólo algunas de las múltiples variables que puede presentar el documento de orden de trabajo que, además, por tratarse de un formato para el sistema de gestión, debe poseer nombre e identificación formal que lo identifique como tal para el eficaz desarrollo del sistema en mención.

Como parte íntegra del sistema, la responsabilidad sobre la gestión de la orden de trabajo recae sobre todo el departamento de mantenimiento pues cada uno de sus integrantes desempeña un rol fundamental para el adecuado y efectivo manejo de ésta y cada participante en el proceso debe asumir su compromiso para garantizar un que éste sea exitoso (Ver figura 33).

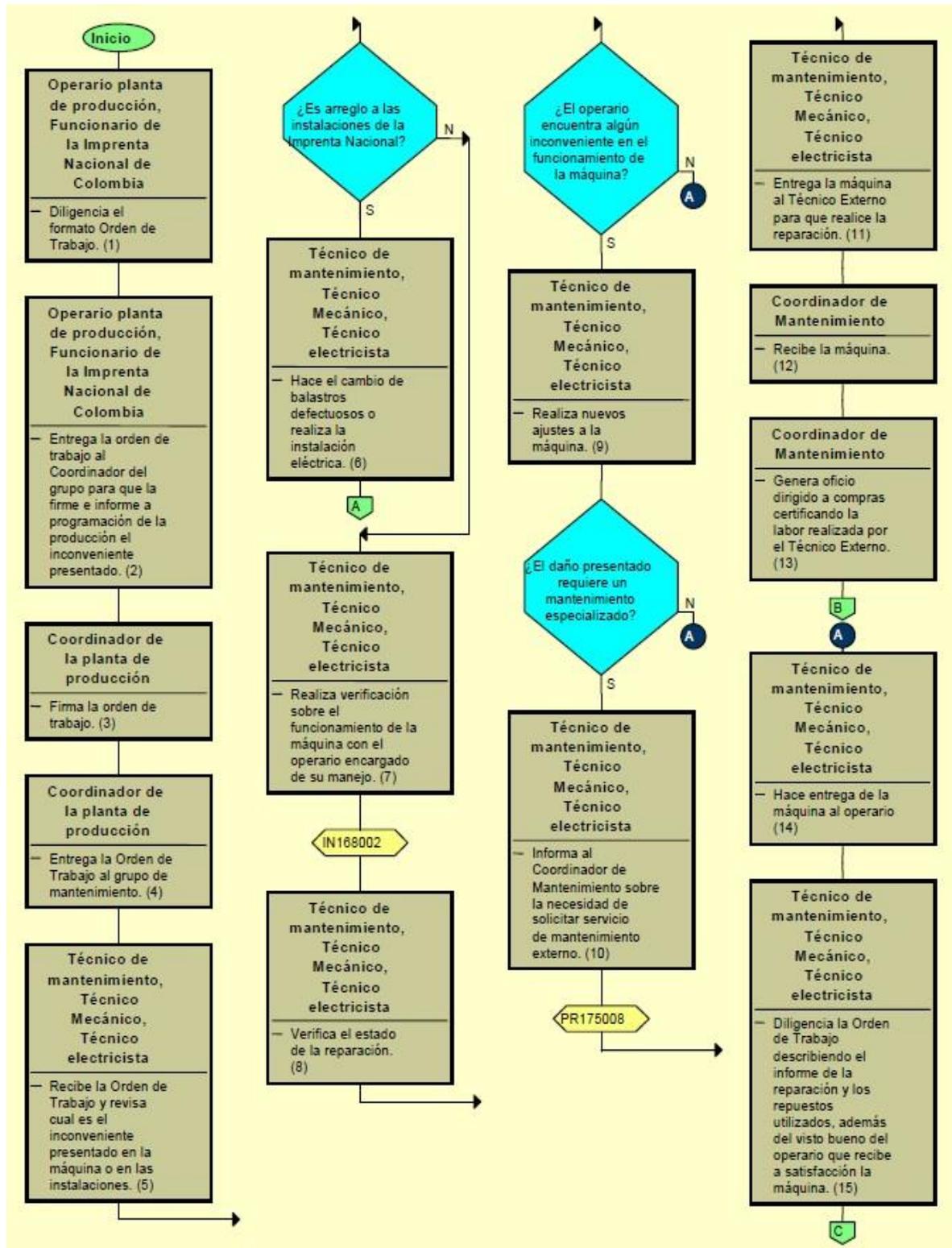


Figura 32. Ejemplo de ejecución Orden de trabajo (Bernal, 2006)

| | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|---------|------------|
| Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

7.2 INDICADORES

Dentro de todo sistema de gestión, cuantificar las diversas etapas del proceso permite tener un valor ajustado del programa en conjunto, la medición, control y valoración del mismo permite ajustar los parámetros y magnificar la condición de retroalimentar y mejorar constantemente el desarrollo del sistema. En otras palabras, se mide el proceso para echar un vistazo al pasado con el fin de evaluar y de acuerdo a los resultados, se ajusta el mismo con el fin de optimizar su futuro ya todo proceso medible es susceptible de mejora

Los indicadores normalmente son cuantificaciones y valoraciones numéricas que se obtienen usando diversas técnicas y criterios, en su gran mayoría, se trata de relaciones (comparaciones) para estimar o determinar cuan ajustado se encuentra la etapa con respecto a lo determinado según el sistema o a todo el proceso

Las características fundamentales que deben cumplir los indicadores de mantenimiento, siempre con la mirada puesta en lo que se desea alcanzar en un sistema de gestión del mantenimiento, son las siguientes:

- Pocos, pero suficientes para analizar la gestión.
- Claros de entender y calcular.
- Útiles para conocer rápidamente como van las cosas y por qué

Es por ello que los índices deben:

- Identificar los factores claves del mantenimiento y su afectación a la producción.
- Dar los elementos necesarios que permiten realizar una evaluación profunda de la actividad en cuestión.
- Establecer un registro de datos que permita su cálculo periódico.
- Establecer unos valores plan o consigna que determinen los objetivos a lograr.
- Controlar los objetivos propuestos comparando los valores reales con los valores planificados o consigna.
- Facilitar la toma de decisiones y acciones oportunas ante las desviaciones que se presentan. (Llanes, 2006)

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

El registro y control de indicadores es una tarea administrativa que debe ser efectuada de manera minuciosa pues dicha cuantificación cuando es observada de manera individual y aislada del proceso no representa datos de mayor interés o importancia, sin embargo, cuando se evalúa el histórico de éstos, se puede determinar si existen tendencias y el proceso cuenta con una media, o si el proceso presenta variaciones y picos que pueden sugerir controles poco efectivos o diseño inadecuado del mismo.

Los indicadores pueden clasificarse de acuerdo a la tabla 7.

Tabla 7. Características de los indicadores. (Linares, 2012).

| TIPO | REVISION | ENFOQUE | PROPOSITO |
|--------------------|---|---------------------|--|
| ESTRATEGICO | Desempeño global de la empresa | Largo plazo | Alcances de la misión y visión de la empresa |
| FUNCIONAL | Desempeño de las áreas funcionales | Corto y medio plazo | Apoyo de las áreas funcionales para el logro de las metas estratégicas |
| OPERATIVO | Desempeño individual de empleados, equipos, productos, servicios y procesos | Cotidiano | Alineamiento del desempeño de los empleados, equipos, productos, servicios y de los procesos con las metas de la organización y de las áreas funcionales |

El histórico de los indicadores le permite a la organización conocer el estado de subsistemas integrados a la gestión del mantenimiento tales como:

- Fallas de los activos y atención de éstos
- Tiempo de respuesta a los fallos
- Costes del mantenimiento por fuera del presupuesto

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- Confiabilidad de los equipos para el proceso productivo
- Compromiso del departamento de mantenimiento para el cumplimiento de metas

Son solo algunos de los múltiples resultados que pueden evidenciarse usando indicadores para la medida del sistema de gestión.

Hay que tener presente que todo sistema que carezca de un subsistema de indicadores de eficiencia o de retroalimentación, probablemente tendrá una vida operacional muy corta. (Espinosa F. F., 2015). (Ver figuras 34 y 35).

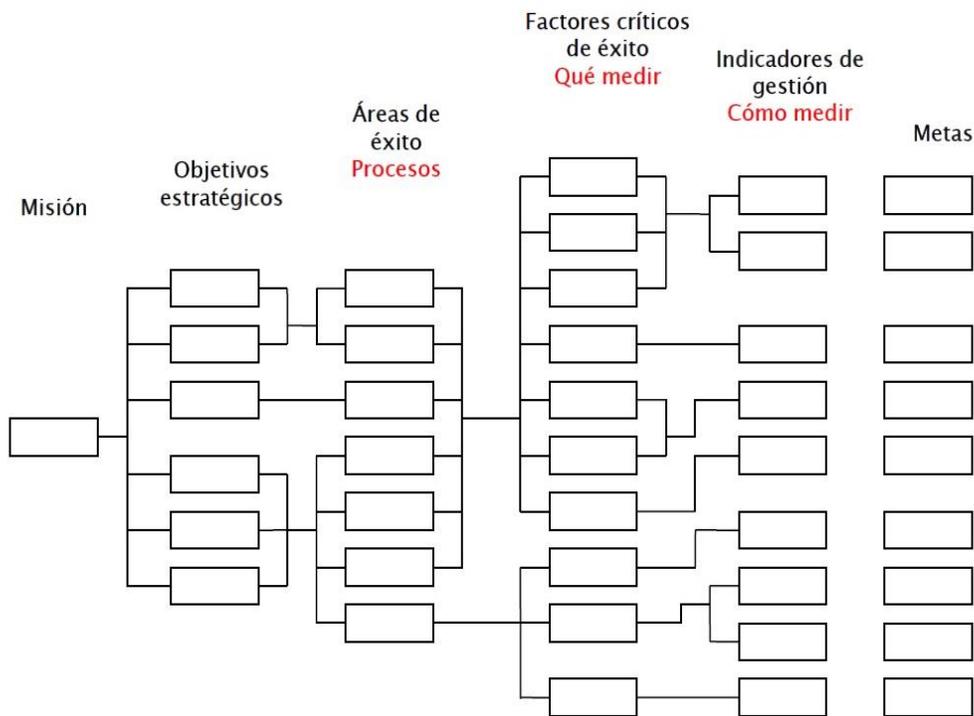


Figura 33. Diagrama árbol de indicadores de gestión. (Espinosa, 2015)

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |



Figura 34. Por qué medir usando indicadores. (Negocios, 2015)

7.3 INFORMES PERIÓDICOS

La gestión de la información en el mantenimiento reúne una serie de requisitos y condiciones especiales que han de ser tenidas en cuenta para el cumplimiento de los objetivos propuestos por el sistema. Las hojas de vida de los activos de la empresa, las actas de reuniones, las ordenes de trabajo, el consolidado de indicadores y los informes periódicos de diversa índole, son sólo algunos de los múltiples documentos con los que cuenta el sistema de gestión para ajustarse, evaluarse y cumplir las metas fijadas.

Cuando se habla de informes periódicos se hace referencia a documentos donde puede evidenciarse el estado global de la gestión dividido por subsistemas ya que dichos informes pueden ser referentes a los diversos tipos de mantenimientos practicados en la organización (preventivo, predictivo, correctivo, TPM, entre otros), al cumplimiento en tiempo determinado de los indicadores designados por la empresa, a los avances logrados en cada reunión buscando optimizar el proceso, a los reportes en materia ambiental, productiva y humana, entre otras.

La emisión de informes periódicos involucra todas las áreas del departamento de mantenimiento ya que son éstas las responsables directas del desarrollo eficaz del proceso y quienes obtienen gran parte de los datos que se publicarán en dichos

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

documentos, además, tiene en cuenta también a toda la organización para mantenerla al tanto de los resultados obtenidos con el sistema de gestión.

Es trascendental para el sistema, que la gestión de la información sea eficaz, la alimentación de las diversas bases de datos con información veraz, actualizada y ajustada es una tarea que requiere atención al detalle y criterio cognitivo con el fin de filtrar la misma para dejar solamente aquella que es relevante para la toma de decisiones, orientaciones y planteamientos dentro del sistema de gestión del mantenimiento.

Dentro de los múltiples tipos de informes periódicos, pueden nombrarse los siguientes:

- **Informe de gamas de mantenimiento:** Tras la realización de una gama de mantenimiento, es conveniente dejar reflejados los resultados de la intervención preventiva efectuada.
- **Informes de avería:** Cuando sucede una avería de cierta transcendencia, que ha afectado a los resultados productivos o ha supuesto un alto coste de reparación es conveniente realizar un informe de la avería en el que se identifiquen las causas que lo han provocado, las medidas correctivas tendentes a corregir el problema y las medidas preventivas a adoptar en caso de fallo (bitácora).
- **Informes de Indicadores:** Es el documento donde se plasman de manera numérica los datos que se obtienen como resultado de comparar las actividades realizadas versus las actividades programadas.
- **Informes de gestión en recursos humanos:** Todo el personal que hace parte del departamento de mantenimiento debe asumir una serie de roles, comportamientos y compromisos que propendan por la optimización del sistema.
- **Gestión y cumplimiento del presupuesto.** Acá se evidencia que tan ajustado se encuentra el cálculo presupuestal para el sistema de gestión del mantenimiento.

Los anteriores son sólo unos pocos ejemplos de la diversidad de informes posibles en un sistema de gestión, a todo lo anterior se le debe asignar una periodicidad de emisión (semanal, mensual, trimestral, anual, entre otros) y corresponde a cada organización definir dicho criterio basado en sus políticas internas; además de definir periodicidad, es pertinente también establecer a que dependencias y encargados se hará llegar copia del respectivo informe. Sin embargo, los informes no son solamente para el personal administrativo de cada departamento, existen informes periódicos internos dentro de cada área donde se socializa con cada miembro del equipo el estado y comportamiento de cada sección que posee la compañía, para el caso del departamento de mantenimiento,

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

existen informes, actas, memorandos, entre otros; donde se informa, capacita y retroalimenta a todo el personal relacionado con el mismo.

Además de poseer información escrita incluyendo datos y valores numéricos, el uso de gráficos se convierte en una herramienta clave para la asimilación y comprensión clara del informe, estas permiten establecer comparaciones, vigilar tendencias y comportamientos y detallar de manera práctica el registro histórico del sistema, evidenciando picos o alteraciones que afectan el mismo. (Ver figuras 36, 37 y 38)



Figura 35. Uso de gráficas en informes periódicos. (ingeniería, 2015)

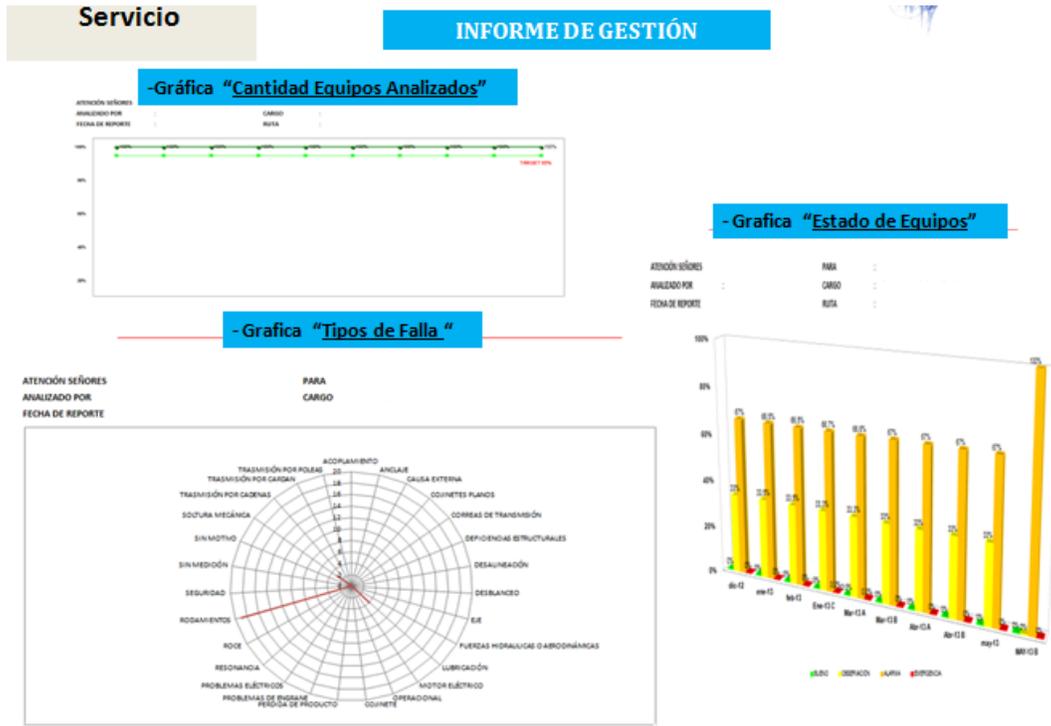


Figura 36. Ejemplo de Informe de gestión usando gráficos. (Ingenieriamures, 2012)



Figura 37. Ejemplo de informe gestión usando gráficos y valores alfanuméricos. (Goicochea, 2012)

7.4. ARCHIVOS DE MANTENIMIENTO

La gestión de la información dentro del sistema ya se evidenció que es una tarea que requiere detalle, criterio y conceptos claros para determinar qué tipos de datos son trascendentales, relevantes, importantes, informativos, reciclables y desechables. Es tarea del departamento de mantenimiento, registrar toda la información que involucre y/o afecte al sistema y su desarrollo, asimismo, es su función jerarquizar la misma para determinar su disposición, aumentando la disponibilidad de ésta en el registro, retroalimentando el sistema, renovando conceptos y eliminando la obsoleta.

(Ver figura 39).

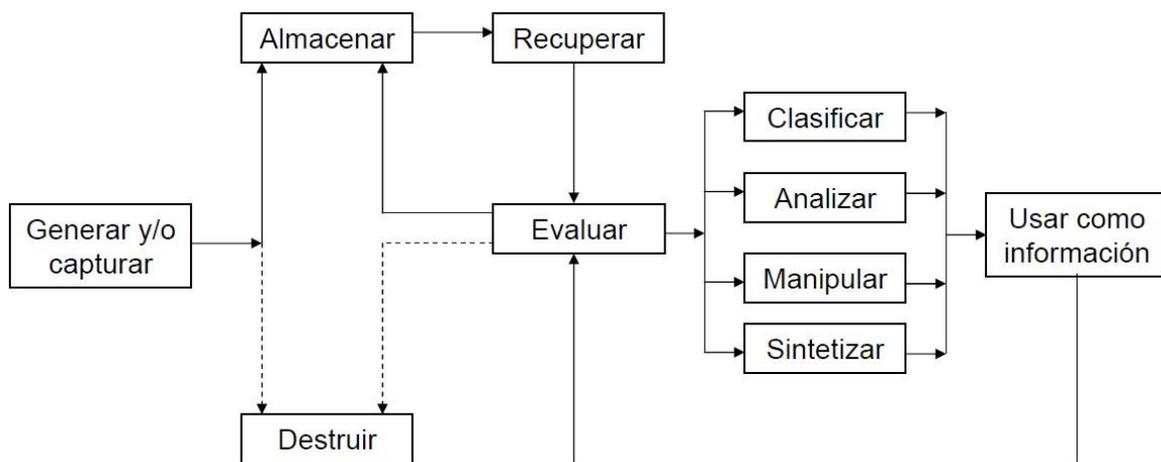


Figura 38. Ciclo de vida de la información (Fuentes, 2015).

Los archivos de mantenimiento incluyen la diversa documentación generada por el sistema de gestión, actas, informes, hojas de vida, ordenes de trabajo, cálculos de presupuesto, entre otras; de manera que la base de datos sea amplia y segmentada, apropiada para predecir comportamientos e histórica para generar instructivos, derroteros y guías, convirtiéndolo en poderosa herramienta para el adecuado y eficaz desarrollo del modelo de gestión.

En el pasado, el manejo ineficiente y aislado de la información no permitía establecer criterios de medidas y tendencias y las prácticas realizadas por el personal involucrado en el asunto en cuestión, solían volverse ineficientes y obsoletas, diseñar e implementar un

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

sistema de gestión permite crear una serie de registros de experiencias positivas, además de establecer vínculos dentro de la información con el fin de recrear, duplicar, transmitir dichas experiencias y ajustar el proceso de acuerdo a los objetivos establecido en la fase de diseño del sistema de gestión.

Llámesse biblioteca, bitácora, registro o archivo, la información relevante dispuesta de manera organizada, comprensible y accesible para todos es una de las bases más sólidas para el óptimo desarrollo y eficiencia del sistema de gestión del mantenimiento, en ése orden de ideas, ha de brindársele la importancia y atención respectiva a tan trascendental labor.

Estos son algunos de los documentos que pueden almacenarse en el archivo de mantenimiento:

- Órdenes y permisos de trabajo.
- Valores de referencia en parámetros normalizados de operación
- Informes de intervenciones.
- Procedimientos, instructivos, guías de procesos.
- Histórico de averías y clasificación de ellas.
- Inventario de activos y herramientas del departamento.
- Propuestas de mejora.
- Cálculos de presupuesto e índices económicos.

7.5. ARCHIVO TÉCNICO

Como su nombre lo indica claramente, se trata del almacenamiento de datos con criterios y aspectos netamente técnicos sobre los activos de la compañía, especificaciones y recomendaciones del fabricante, memorias de diseño, evaluación y montaje, planos, diagramas y todo tipo de información que haga referencia a la selección, montaje, uso y mantenimiento de los equipos y espacios con los que cuenta la organización.

El archivo técnico es una subdivisión de los archivos de mantenimiento ya que la información se encuentra segregada y clasificada para la útil función de convertirse en bitácora del mantenimiento pues en ella se debe centrar la atención cuando se realizan planeamientos y predicciones respectivas al mantenimiento en general de la empresa.

| | | | |
|--|--|---------|------------|
| | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Así pues, hacen parte de éste concepto los siguientes documentos:

- Recomendaciones del fabricante, garantías y *brochure* de cada equipo.
- Hojas de vida de activos de la compañía.
- Reportes de mantenimiento, calibraciones, ajustes e intervenciones realizadas.
- Indicadores económicos, costes de intervenciones, entre otros.

7.6. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADOR (GMAC)

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. (Bayona, 2010).

El volumen de información para cualquier sistema de gestión es muy alto, la complejidad de la misma obliga a usar recursos externos para la adecuada y óptima administración de ésta vital herramienta, es por ello que sistematizar o automatizar con ayudas electrónicas inteligentes todo aquel flujo de datos, es una solución adecuada, práctica y responsable; ajustada a las exigencias del exigente mercado globalizado actual.

El control ejercido a la información cuando se digitaliza en formatos electrónicos permite determinar con alta confiabilidad los comportamientos más adecuados y eficientes a seguir durante el desarrollo normal y/o eventual del proceso de mantenimiento en la empresa.

Ventajas de un GMAC:

- Permite contrastar datos y disponer de ellos en tiempo real, por lo que la toma de decisiones será más rápida y flexible y con criterios objetivos. Se puede analizar y ajustar las tareas de forma más eficiente reduciendo los tiempos de análisis.
- Facilita el análisis de las averías, pudiendo detectar más fácilmente las averías repetitivas, permitiendo de esta forma atacar la causa raíz, algo que habitualmente no es posible debido a la falta de tiempo. Optimiza el sistema, reduciendo unas tareas y potenciando otras, es decir, realizando un mantenimiento más adecuado.
- Permite avanzar, es decir, pasar de un correctivo a un preventivo, de un preventivo a un predictivo, de un predictivo a un proactivo, posibilita optimizar tareas y reducir tiempos y costes.

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- Permite acceder a la información necesaria de forma inmediata donde se necesite. Los operarios pueden disponer de terminales (móviles inteligentes, Tablet) con los que la introducción de datos y la consulta se puede realizar en campo.
- Se dispone de un histórico de averías y reparaciones, de forma que posteriormente puedan aparecer dichas anotaciones en las órdenes de trabajo, facilitando así las actuaciones de los operarios.
- Facilita la planificación de las tareas al poder consultar de forma inmediata los trabajos pendientes, la asignación de los trabajos a los operarios, el nivel de ocupación de los empleados, el análisis de los tiempos empleados y de los recursos necesarios.
- Control de la documentación, puesto que permite asignar a un equipo la documentación necesaria (planos, manuales, entre otros) y los repuestos adecuados, facilita el estudio de la posibilidad de utilización de un mismo repuesto para distintos equipos, así como saber cuándo y cómo se han utilizado los repuestos. De forma sencilla conocer el stock del repuesto y realizar un seguimiento de los pedidos. (Partida, 2013)

La implementación de un GMAC es un proceso dispendioso y requiere mucho análisis y detalle ya que hay altos picos en la información, sin embargo, el control y gestión que se obtiene con ello justifica todo el proceso en aras de maximizar el modelo productivo para lograr los objetivos propuestos por la organización.

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

8. METODOLOGÍA

8. DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO

Para el desarrollo y cumplimiento de cada uno de los objetivos del proyecto se consideraran unas actividades previas para la implantación de un sistema de gestión de mantenimiento. En las cuales se utilizara el método investigativo, tanto documental como en campo, teniendo control sobre el objeto de estudio efectuando las respectivas actividades de retroalimentación necesarias:

- Para conocer el estado actual del mantenimiento en la compañía, se efectuará una recolección de información usando una encuesta y revisando reportes, dicha encuesta arrojará resultados que pueden cruzarse o con los cuales se puedan definir datos estadísticos para identificar tendencias y comportamientos actuales, brindando con ellos el punto de partida para el establecimiento de políticas y prácticas que propendan por el adecuado desarrollo del sistema de gestión.
- De acuerdo a la situación actual de la empresa TEXTILES ARRO S.A.S., se puede determinar, que no se cuenta con ningún sistema de gestión para el mantenimiento de la planta y su infraestructura, para esto se plantea a manera de proyecto proporcionar a las directivas, la propuesta de la implementación de un sistema para la gestión del mantenimiento, este tendrá como fin permitirle a la compañía realizar de forma práctica un proceso de alta calidad y eficiencia, en el que se debe como primera función, capacitar al personal en general para generar un ambiente cooperativo de compromiso, entrega y entusiasmo en aras de mejorar y optimizar los procesos productivos; crear manuales para orientarlos a todos, para desarrollar un lenguaje estandarizado y evitar posibles confusiones por interpretaciones inadecuadas (en este proceso se pasa a determinar los temas a trabajar y a su vez se crea un equipo interdisciplinario académico, dónde se repartirán dichas funciones, dando responsabilidades a cada integrante “3 ingenieros”, estos se encargarán de recolectar la información pertinente al sistema de gestión, política de calidad, misión y visión de la empresa, y cruzarla con investigación soportada por planteamientos científicos comprobados, a todo lo anterior, se le agregan datos reales de la empresa para generar una base de datos sólida, con la que posteriormente podrán ser medidas las condiciones reales de calidad y productividad. Todo esto sujeto a la aprobación de las directivas previa revisión y ponencia de las bondades que implica implementar un sistema de gestión alineado con los intereses de la organización.

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- Efectuar de manera eficaz y dinámica dentro del desarrollo de este proyecto el conocimiento impartido en materias cursadas dentro del currículo de la ingeniería, tales como; Maquinas térmicas, diseño mecánico, transferencia de calor, termodinámica, instalaciones eléctricas industriales, control lógico programable, hidráulica y neumática etc ya que los conocimientos adquiridos nos permiten entender los procesos correctivos a realizar y las prácticas que pretenden implementarse para el mantenimiento mejorativo, en las que se plantea dentro del desarrollo de las mismas, impactar de modo positivo el medio ambiente y la promoción y prevención de la integridad al ser humano, generando en el camino estrategias que nos ayuden a mitigar los efectos adversos causados por la tecnología en el desarrollo industrial. En ése orden de ideas, el ahorro energético es una tendencia global que debe atenderse como asunto de vital importancia y que significa para la organización un compromiso y exigencia continua para crear dicha cultura; intervenir los procesos productivos desde la ingeniería para optimizarlos, es un reto que asumirá el desarrollo de un sistema de gestión del mantenimiento, propendiendo por la generación de ideas de mejora incesantes, desarrollo de nuevas prácticas, modernización de activos y demás condiciones que se encuentran alineadas con éste vital objetivo. El trabajo en equipo es una característica fundamental para alcanzar las metas ya que reparte y asigna funciones, obligaciones, cargas y compromisos, optimizando de manera eficiente el recurso valioso del tiempo, la preparación continua con micro proyectos, muestras tecnológicas y demás requisiciones impartidas en nuestra institución, nos brindan la preparación idónea para atender tales exigencias, incluyendo aquellos de alto impacto en corto plazo, este es uno de ellos (el desarrollo de este trabajo).
- Consolidar la información y por medio de la estadística, tabular los datos para poder clasificarla, cruzarla, compararla y segregarla de acuerdo a los criterios afines al desarrollo del modelo del plan de gestión del mantenimiento apropiado para implementar.
- Emitir un diagnóstico general de la situación actual de la empresa con respecto al área de mantenimiento, diagnóstico técnico, crítico, acertado, asertivo y ajustado en aras de establecer parámetros de decisión eficientes; para esto se ha diseñado una lista de chequeo basada en diversos modelos de mantenimiento en la que además de evaluarse la forma en que está siendo llevado a cabo, se evalúen las 5" s" como apoyo al modelo de gestión a implementar.
- Se definirán los diferentes modelos de mantenimiento, sus etapas, herramientas de apoyo y objetivos para que sirvan como marco de referencia de acuerdo a las políticas que adoptará la compañía durante el desarrollo e implementación del sistema de gestión del mantenimiento.
- Se formulara un Diagnóstico con los datos entregados por la lista de chequeo.
- Con base en el resultado del diagnóstico se estudiará, diseñará y elegirá un modelo de mantenimiento acorde a las necesidades de la empresa.

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- Se definirá la documentación de apoyo para la implementación del sistema de gestión de mantenimiento. Dicha documentación reúne experiencias exitosas, modelos implementados en el medio, avances técnicos actualizados, información actualizada en cuanto a modernización y mejoramiento de activos, artículos tecnológicos, tesis de grado, estados del arte, entre otras que deben previamente revisarse y clasificarse por parte del personal de ingeniería para garantizar la veracidad e idoneidad de la misma.
- Se diseñaran formatos que ayudaran a implementar el sistema. Dichos formatos serán creados de manera conjunta con el personal de la compañía, involucrando todos los niveles buscando de ése modo el entendimiento en conjunto del tema, utilizando lenguaje técnico amigable, comprensible y sensato.

Pretendemos dar a conocer a las directivas de la empresa de que se trata un sistema de gestión de mantenimiento, la importancia de implementarlo, sus beneficios, las consideraciones e impactos económicos para la organización, las tendencias del mundo globalizado en materia de competitividad y su participación y la de sus empleados en él.

8.1. ENTORNO DE LA EMPRESA.

Textiles ARRO S.A.S. es una empresa antioqueña fundada en el año 2010, está ubicada en la zona sur del área metropolitana de la ciudad de Medellín, en el municipio de Itagüí. Fue creada con el objetivo de prestar servicios de tintura y termo-fijado de telas a la industria textil y de confecciones en general.

8.1.1. Visión de la empresa.

Calidad, producción, satisfacción a los servicios entregados al cliente, mejoramiento continuo, competencia del personal, minimizar el impacto ambiental negativo

8.1.2. Misión de la empresa.

Somos una organización especializada y comprometida en prestar el mejor servicio de tintura y termo fijado para el embellecimiento de telas del sector textil.

8.1.3. Estructura Organizativa de la empresa.

Actualmente la empresa TEXTILES ARRO S.A.S. no cuenta con una estructura organizacional definida, por lo cual las decisiones financieras y operacionales, las estrategias y objetivos a ejecutar, la supervisión y evaluación de los sistemas de calidad de la empresa están a cargo de la dirección general.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

8.1.4. Descripción de las funciones.

TEXTILES ARRO S.A.S. No posee una estructura organizacional definida, por ende, no cuenta con un manual de organización en la que se definan las funciones de cada unidad organizacional que debe poseer una empresa.

Como ya se mencionó en el ítem anterior la dirección general de la empresa está encargada en una sola unidad de la toma de decisiones y de la planeación y administración de cada una de las dependencias de la empresa.

8.1.5 Descripción de las áreas de trabajo.

La empresa tiene por 28 empleados distribuidos en las siguientes áreas de trabajo:

- **Área de oficinas**

En esta área está reunido todo el personal administrativo de la empresa, conformado por 6 trabajadores entre los que se encuentran 2 directores, 1 jefe de producción, 2 supervisores de producción (1 por cada turno) y una secretaria general. En esta área se encuentra la dirección general, el área de costos y administración.

- **Área de producción**

Esta es el área más grande la empresa, está compuesta por trabajadores divididos entre operarios de máquinas de tintura, operarios de la termo-fijadora y auxiliares de producción que hacen las veces de supernumerarios y ayudan en las labores de limpieza de equipos en las labores de mantenimiento preventivo.

- **Área de almacén**

La empresa cuenta con un área destinada al almacenamiento de materiales, repuestos y herramientas de uso permanente en los mantenimientos.

Cabe anotar que el almacén no cuenta con un programa de almacenamiento que permita el control de inventarios, ni mucho menos una lista de los repuestos, de herramientas, de equipos entrantes y salientes, ni una codificación de los elementos que allí se encuentra.

- **Área de mantenimiento**

Esta área a pesar de ser la más importante de la empresa, solo cuenta con un mecánico de planta que se encarga de las labores de mantenimiento, en su mayoría labores correctivas que se presentan a lo largo de los turnos de trabajo.

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Los trabajos de mantenimiento programados, las modificaciones o implementaciones que se requieran, son realizados por personal externo de la empresa.

En los mantenimientos de maquinaria textil es fundamental limpiar los residuos resultantes de la manipulación de telas, ya que son elementos combustibles de fácil ignición, para este tipo de labores son empleados los operarios y auxiliares de producción.

8.2 INFORMACIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Y MAQUINARIAS

TEXTILES ARRO S.A.S. Cuenta solo con la documentación técnica suministrada por los fabricantes en los equipos nuevos, ya que en su mayoría la maquinaria de la empresa son saldos de empresas del sector que entraron en liquidación con la crisis textil, estos equipos no cuentan en su mayoría ni siquiera con planos.

Los pocos manuales con que cuenta no están organizados y en algunos casos se desconoce su ubicación, para efectos de mantenimiento nunca son requeridos.

La empresa no cuenta con hojas de vida ni de los equipos, ni de herramientas, no cuenta además con instructivos de mantenimiento, ni ningún tipo de formato de inspección ni control.

8.3 ENCUESTA

Como primera etapa en el proceso de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento se dio inicio al diagnóstico inicial que permitió identificar el estado real en cuestión de mantenimiento de la empresa TEXTILES ARRO S.A S.

El día 13 de septiembre de 2015 se realizó un diagnóstico inicial al área de mantenimiento de la empresa, para este diagnóstico se aplicó una lista de verificación elaborada por los integrantes de este grupo de trabajo con base en una lista de verificación realizada en 2011 en una tesis de Maestría (Orrego, 2011) y otras listas de verificación que a su vez se basan en sistemas de gestión de calidad como la norma ISO 9001-2008 y en sistemas de apoyo al mantenimiento como las 5 “S” (anexo 1).

El desarrollo de la lista de verificación se realizó con el jefe de producción, los supervisores, el mecánico de la empresa, los gerentes y los integrantes de este grupo de trabajo de grado.

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Los criterios de evaluación de la encuesta están expresados en cada ítem.

8.4. INFORMACION OBTENIDA DE LA ENCUESTA

El diagnóstico entregó los siguientes resultados:

- TEXTILES ARRO S.A.S. no cuenta una estructura organizacional definida.
- A pesar de contar con el personal idóneo en las labores de mantenimiento, que en su mayoría son contratistas, la empresa no cuenta con el personal suficiente la mayoría del tiempo para atender oportunamente la planta.
- A pesar que el personal que opera las máquinas de la empresa, conoce a la perfección su funcionamiento, este personal no es capacitado para que interactúe en los mantenimientos, lo que beneficiaría al área de mantenimiento notablemente.
- La programación en los mantenimientos, más que en su necesidad, se basa en tiempos máximos de intervención y en procedimientos inaplazables por fallas.
- Muchas de las actividades que se podrían realizar a la maquinaria mientras están en funcionamiento, no se hacen, pues el personal que existe para mantenimiento, casi siempre está ejecutando labores de mantenimiento correctivo.
- Los operarios rara vez previenen daños mayores en la maquinaria, debido a la falta de capacitación en áreas de mantenimiento, lo que genera paros en las líneas de producción.
- No existen hojas de vida de los equipos.
- Las herramientas y equipos de mantenimiento no tienen ningún tipo de codificación para su identificación y control.
- La información que se conoce de los equipos, no es suficiente para la elaboración de instructivos.
- No se cuenta con personal capacitado para realizar mediciones de métodos y tiempos.
- A pesar que el personal conoce los riesgos en algunos trabajos, estos son realizados sin los equipos y herramientas adecuados.
- No existe un procedimiento estándar para evaluar la permanencia de un equipo y hasta qué punto se debe invertir en su reparación.
- No se realizan planes de mantenimiento, ni preventivo, ni predictivo.
- No se analizan ni evalúan los paros de maquinaria.
- No existen políticas de mantenimiento, ni objetivos de mantenimiento.

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- No existen manuales de mantenimiento.
- No existen instructivos de mantenimiento.
- No están documentados los procedimientos para intervención de equipos.
- No se cuentan con registros de las actividades realizadas en los mantenimientos.
- No existen procedimientos para el control de los registros de mantenimiento.
- No se tiene un presupuesto establecido para las labores de mantenimiento.
- La empresa no cuenta con un taller de mantenimiento adecuado para las labores de mantenimiento, por lo cual se utilizan para el mantenimiento, estaciones improvisadas de trabajo.
- No existen procedimientos para dar de baja las herramientas defectuosas.
- La planeación de los mantenimientos que se realiza, no es la adecuada para garantizar el desarrollo eficiente del sistema.
- No hay oportunidad de mejora en los procesos, ya que no se documentan las fallas y mucho menos las soluciones que se han dado.
- Durante el desarrollo de los mantenimientos, tanto el recurso humano como el de herramientas son suministrados sin ningún tipo de evaluación o al menos no de forma documentada.
- No existe ningún tipo evaluación del desempeño del personal.
- No existe registro de competencias de ningún empleado de la empresa, en ningún oficio o labor.
- No existen mecanismos para detectar las necesidades de formación del personal en ninguna área.
- No se realizan actividades de sensibilización del personal en cuanto a la importancia del mantenimiento y la oportuna presentación de las fallas.
- No hay registros que muestren la competencia requerida en cada uno de los puestos de trabajo.
- No se cuenta con procedimientos que definan las metodologías a la hora de intervenir los equipos.
- No se tienen en cuenta los tiempos requeridos para las actividades de mantenimiento.
- La empresa cuenta con un sistema de comunicación muy informal, por lo que no se guardan registros de los reportes hechos por ninguna persona.
- Los criterios para la selección de proveedores de repuestos o herramientas están basados en recomendaciones de terceros.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- La verificación de los repuestos que se solicitan, se hacen de forma visual por el personal que lo recibe y casi nunca pasa por el encargado de pedirlos.
- No se cuenta con un historial de pedidos.
- No se tienen estudios de los costos de repuestos en el mercado.
- La mayoría de repuestos se piden al instante que son requeridos por las máquinas, ya que predominan los mantenimientos correctivos y no se tiene un stock de repuestos.
- No se cuenta con una lista de existencias en el almacén.
- No existe un formato de entrega y salida de repuestos.
- Los repuestos y materiales que existen en el almacén, no cuentan con ningún tipo de identificación para su identificación y control.
- No se tiene un orden de almacenaje de repuestos.
- No se conoce la herramienta que se tiene en la empresa, la necesaria, ni la que falta.
- Existen máquinas con bajo desarrollo tecnológico en la empresa, máquinas que son antiguas y funcionan con lógica cableada, con complejos elementos mecánicos y casi en un 90 % necesitan la intervención de los operarios para su calibración y buen desempeño.
- No hay evidencia de que las reparaciones hayan sido o no, una solución permanente o si es necesario intervenir de nuevo los equipos.
- No existe algún plan de mantenimiento que permita establecer los responsables en las actividades programadas de mantenimiento.
- No se cuenta con sistemas informáticos para la documentación y planeación de los mantenimientos
- No hay mecanismos para la medición de procedimientos, tiempos, frecuencia, etc.
- No hay inspecciones de mantenimiento.
- No existen listas de chequeo.
- No existen formatos para plasmar los mantenimientos rutinarios.
- No hay procedimientos para la detección pronta de averías.

8.5 ESTADO ACTUAL DE LA EMPRESA

Teniendo en cuenta la información recolectada y el ítem anterior podemos entonces concluir sobre la situación actual de la empresa:

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

TEXTILES ARRO S.A.S. No cuenta con control apropiado en la ejecución de ningún tipo de mantenimiento de la empresa, no se recopila información de las causas, las soluciones, los repuestos, los costos y las posibles mejoras que pudieran surgir de la intervención de los equipos, en el caso del mantenimiento correctivo que realiza.

Sin la documentación de este tipo de información, sin saber a ciencia cierta con cuales herramientas y que equipos son los que se van a intervenir, es prácticamente imposible elaborar un programa de mantenimiento preventivo, ya que conocer lo que se ha hecho en materia de soluciones, constituye un pilar importante en la formulación de mantenimientos futuros, así como de sus costos y tiempos.

Además de no poseer suficiente información técnica de las máquinas y de no documentar los mantenimientos que se realizan, la empresa no cuenta con el personal suficiente para realizar las actividades rutinarias de mantenimiento, pues las personas con las que cuenta para esta labor centran sus esfuerzos en la eliminación de paros en la maquinaria.

La empresa no cuenta con un comité encargado de las funciones del mantenimiento, por lo que se hace necesario, en primera instancia nombrar un comité de mantenimiento en el cual se establezcan las funciones a cada miembro y participante de los procesos, así como la sensibilización de todo el personal en cuanto a la importancia de una buena gestión de mantenimiento.

Se hace necesario la formulación de la política de mantenimiento, así como sus objetivos y la capacitación de cada una de las partes para su desarrollo.

Ya antes en este documento se ha hablado sobre la implementación de un software que permita la centralización de la información, así como su fácil consulta y formulación de reportes.

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

9. MODELO DE MANTENIMIENTO A APLICAR

Antes de determinar el modelo que más se ajuste a las necesidades de la compañía, han de adoptarse algunas posturas que propendan por la adecuada y eficiente selección del mismo debido a que el presupuesto con el que cuenta la organización es limitado y cualquier tipo de retraso originado por una planeación deficiente trasciende en costos que afectan negativamente el balance fiscal de la empresa. Así pues, se debe trazar una política, misión y visión del SGM como se enuncia a continuación

9.1 POLITICA DEL SISTEMA DE GESTION DEL MTTO TEXTILES ARRO S.A.

Textiles ARRO S.A.S. es una empresa antioqueña fundada en el año 2010, fue creada con el objetivo de prestar los mejores servicios de tintura y termo-fijado de telas a la industria textil y de confecciones en general, con calidad en su producción, satisfacción a los servicios entregados al cliente, mejoramiento continuo, competencia del personal y minimizando el impacto ambiental negativo. Para cumplir a cabalidad con lo anterior, la compañía establece como política de gestión del mantenimiento, la optimización y mejoramiento permanente de los recursos físicos y humanos que intervienen en el modelo productivo, garantizando la confiabilidad en sus equipos, idoneidad de personal técnico para las prácticas de mantenimiento y procedimientos estandarizados y ajustados a los requerimientos del mercado actual, retroalimentando constantemente el sistema con el fin de permanecer actualizados con respecto a tecnologías, modelos, normatividades y exigencias de la industria en cuestión.

9.2 MISIÓN DEL SISTEMA DE GESTION DEL MANTENIMIENTO (SGM)

Establecer procedimientos, prácticas y comportamientos que propendan por el óptimo estado, desempeño, funcionalidad y rendimiento de los activos físicos de la compañía y sus componentes humanos, impactando de manera positiva los indicadores de producción, seguridad, salud, calidad y medio ambiente.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

9.3 VISIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO (SGM)

Mejorar y estructurar de manera sistemática, organizada y planeada, las prácticas de mantenimiento para garantizar la confiabilidad constante de los equipos, idoneidad y capacitación permanente de personal y mejoramiento continuo del modelo productivo, elevando los estándares de calidad y satisfacción de usuarios.

9.4 TIPO DE MODELO

En pro de la solución de los problemas que se presentan en la planta de la empresa TEXTILES ARRO S.A.S debido a la falta de la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento y teniendo en cuenta que el punto de origen de las fallas en un sistema de gestión radica en el incorrecto procesamiento y organización de la información, consideramos aplicar la filosofía del mantenimiento Participativo Total (TPM) al que además se le debe agregar, como apoyo, la técnica de las 5 “S” con la idea de crear o reforzar los buenos hábitos en el puesto de trabajo, construyendo una cultura de calidad total.

9.5 JUSTIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL MODELO.

La necesidad de cualquier organización es la de mantener documentada y organizada la información que diariamente se genera, poseer un sistema que le permita administrar esta información de forma ágil y oportuna e involucrar a cada una de las personas que intervienen en un proceso determinado.

Algunos de los beneficios de implementar el TPM se encuentran enunciados a continuación:

- La eficiencia total del equipo.
- corregir quejas de los clientes.
- reducir el coste de fabricación en gran medida.

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- Satisfacer las necesidades de los clientes de casi el 100% (la entrega de la cantidad correcta, en el momento correcto, en la calidad requerida)
- Reducir los accidentes.
- Seguimiento de las medidas de control de contaminación.
- Mayor nivel de confianza entre los empleados.
- Mantener el lugar de trabajo limpio, ordenado y agradable.
- Cambio favorable en la actitud de los operarios.
- Alcanzar metas, trabajando como equipo.
- Despliegue horizontal de un nuevo concepto en todas las áreas de la organización.
- Compartir conocimientos y experiencia.
- Los trabajadores tienen el sentimiento de ser dueños de la máquina. (Sorabh Gupta, s.f)

Están definidas 6 grandes pérdidas en los procesos industriales cuya eliminación es el principal objetivo del TPM. (Ver figura 40)



Figura 39. Las seis grandes pérdidas definidas por el TPM. (Sorabh Gupta, s.f)

| | | | |
|--|--|---------|------------|
| | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

El buen manejo de la información garantiza el éxito de una organización, pues se mejora el desarrollo de la calidad de un producto, evita pérdidas en los procesos por paros no programados, y permite a las directivas hacer una planeación impecable en los procesos de mejora eficiente de la maquinaria.

Este modelo de mantenimiento no solo mejorará el área de mantenimiento de la empresa, mejorará las demás áreas ya que incluirá a todo el personal en los distintos procesos de la compañía, desde las directivas hasta los auxiliares en producción.

9.6 PROCEDIMIENTOS Y TRABAJOS A EFECTUAR.

Para la efectiva implementación de un SGM, las acciones a efectuar deben ir acompañadas de un plan de acción que sea verificable, cuantificable y flexible para adaptarse a cambios que propendan por su mejoramiento continuo, así pues, una vez determinada la política del SGM, su misión y visión, los pasos a seguir deben procurar además de ceñirse a estas últimas, colaborar con el cumplimiento de los objetivos que el SGM tiene trazados; considerando el adecuado planteamiento, las etapas por las cuales se debe pasar y los métodos requeridos; las acciones propuestas a corto plazo (implementación inmediata con un máximo de 6 meses) son las siguientes:

- Capacitación de todo el personal de la compañía donde se informe, explique y desglose que es un sistema de gestión del mantenimiento y qué ventajas representa para la empresa.
- Vinculación del personal administrativo con respecto a las políticas y objetivos del SGM, es decir, alinear los intereses de la compañía dispuestos por el personal directivo, con los objetivos fundamentales que posee el SGM.
- Establecer un estrecho vínculo entre el personal operativo y los encargados de implementar el SGM pues la relación diaria de los operarios con los equipos de producción son una de las herramientas más eficaces a la hora de diagnosticar estados actuales de maquinaria y sus respectivas necesidades.
- Se realizó una encuesta dentro de la compañía para obtener información concerniente al sistema actual de mantenimiento, se debe analizar detallada y minuciosamente esa encuesta a fin de determinar y establecer en qué punto actual se encuentra la compañía y a partir de allí, trazar un plan que sea verificable y cuantificable para evidenciar el progreso de la implementación de un SGM

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- Una vez diagnosticado el estado actual de mantenimiento y maquinaria, crear hojas de vida para los equipos donde se incluya un historial de averías e incidencias; consolidar la información para una efectiva gestión de la misma, aprovechando las herramientas digitales que nos permiten almacenar la información en medios magnéticos con su respectivo soporte en el papel.
- El historial y hoja de vida de cada activo debe acompañarse del manual técnico y del operario (brindado por el fabricante) para cada equipo, además, crear y documentar prácticas y listas de chequeo diaria por equipo que sean ejecutadas por el operario, dotándolo de los insumos requeridos para tal fin.
- Intervenir de manera rápida aquellos equipos que sean críticos para el proceso, poniéndolos a punto a fin de iniciar un proceso desde cero.
- Definir perfil de personal técnico para el mantenimiento, nivel educativo, competencias, valores, aptitudes, actitudes y demás con el fin de comenzar prontamente con la implementación de acciones eficientes y eficaces para los intereses del SGM y por ende de la compañía.
- Estimar stock mínimo de repuestos sugeridos para los equipos de la compañía, evitando incurrir en elementos de altos costo y poca rotación.

Estas son las acciones a implementar de manera más ágil y temprana pues no requieren de una gran inversión de dinero, tiempo y personal y su impacto para el proceso productivo es mínimo para lo que concierne a retrasos y siempre positivo en todo lo relacionado con la optimización del mismo.

Una vez efectuados los planes de corto plazo, el proceso requiere de otro tipo de acciones y prácticas que conllevan un poco más de criterio, técnica, tiempo, recursos y otros aspectos que propenden por la eficiencia del SGM y su máximo impacto en la compañía; en el mediano plazo (a partir del cuarto mes hasta 12 meses), las acciones sugeridas son:

- Definir perfil profesional para integrantes del departamento de mantenimiento en calidad de supervisor, coordinador y jefe puesto que el personal operativo ya fue definido; este equipo debe revisar la política del sistema, su misión, visión y objetivos; modificarla si lo considera adecuado y proceder a socializar la información con la alta dirección de la empresa.
- Estimar los costos requeridos para el óptimo desempeño del departamento de mantenimiento, presentarlos como un plan de presupuesto por períodos mensuales, bimensuales, trimestrales, entre otros; como se determine de acuerdo a las directivas y en cabeza del jefe del departamento en mención.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- De acuerdo a la información consolidada sobre los equipos, manual del fabricante, hojas de vida, bitácoras y reportes, comenzar con la planeación de la programación de rutinas de mantenimiento preventivo, estableciendo pautas, comportamientos y hábitos concernientes a la cultura del SGM; además, crear formatos para el mismo en aras de la debida estandarización e implementación del proceso.
- Documentar las prácticas de mantenimiento establecidas basándose en la experiencia práctica del personal encargado de las mismas, generando con ellos la creación de estándares en los procesos de mantenimiento, uno de los fines primordiales del SGM.
- Generar vínculos con otros departamentos implicados de manera indirecta con el SGM (compras, almacén, producción, calidad, entre otros) de manera que su participación sea siempre oportuna, práctica y beneficiosa para la compañía, explicando a sus líderes cada detalle del proceso y la importancia de adherirse a las políticas establecidas por la dirección para el cumplimiento de los objetivos organizacionales.
- Como cualquier sistema de gestión, la documentación de las buenas prácticas es trascendental, por lo tanto, todo aquel proceso que no pertenezca directamente al departamento de mantenimiento, pero que se vincule al modelo productivo y se vea afectado por el SGM, debe registrar información consolidada para su normalización.
- Creación de indicadores de control y medición (todo proceso medible es susceptible de mejora), para poder efectuar cálculos, estimaciones, cuantías, comparaciones y demás criterios críticos para el proceso, verificar su nivel de efectividad y si es el caso, reajustar o establecer nuevos parámetros.

La implementación gradual de estas pautas son una gran herramienta de análisis cualitativo y cuantitativo del SGM con respecto al impacto económico y productivo de la compañía, el análisis de ellas permite efectuar retroalimentaciones en pro de la máxima optimización del sistema, así mismo, se asegura que el proceso de diseño e implementación del SGM está siendo evaluado constantemente y se ajusta o transforma conforme avanza de acuerdo a los plazos presupuestados.

Aun con la realización de las labores planteadas en los plazos descritos, es pertinente enunciar que existen otros procesos, actividades y tareas que deben efectuarse en un rango de tiempo más amplio (después de 12 meses de iniciar con el proceso de implementación del SGM) y son acciones que buscan consolidar el proceso y tener

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

controles más rigurosos y estrictos del mismo, teniendo en cuenta lo anterior, las acciones a largo plazo son:

- Efectuar un análisis minucioso sobre ventajas y aspectos por mejorar para sistematizar el proceso en software especializado en SGM, teniendo presente el estricto y ajustado control que estas tecnologías ofrecen y los requerimientos para su plataforma tecnológica con todo lo que conlleva.
- En caso de no recurrir a softwares especializados, utilizar herramientas digitales más básicas, aunque también altamente eficaces como la administración en hojas de cálculo electrónicas (Excel) y la implementación de bases de datos (Acces).
- Integración de acciones complementarias concernientes al proceso productivo que pueden verse mejoradas con la gestión efectuada por el SGM, propendiendo por el aumento en la calidad del producto final, la optimización de los recursos y materias primas, la adecuada disposición de residuos y la elevación de los niveles de satisfacción del usuario final.
- Planeación de capacitaciones constantes para consolidar la sustentabilidad en el tiempo del SGM, desarrollando constantemente el personal y creando sinergia en toda la compañía en aras de establecer una cultura de la innovación que mejore continuamente el sistema.
- Efectuar un estudio para estimar y cuantificar la implementación de un sistema de gestión de activos basados en la normatividad aplicable y vigente para tal fin.

Todo lo anteriormente mencionado es susceptible sin previo aviso a cambios, mejoras, adición y omisión de elementos o lineamientos y demás consideraciones que la empresa contemple una vez que se esté adelantando el proceso de implementación del SGM, por tanto, no se configura como una camisa de fuerza cada aspecto enunciado.

El proceso de implementación del TPM es un proceso a largo plazo, pues se debe intervenir primero en el recurso humano de la compañía. Se pretende cambiar la actitud del personal, motivarlo a la competencia y mejora de sus capacidades y la efectividad de sus labores.

El TPM es un sistema orientado a la máxima eficiencia de la producción, prevención de pérdidas y la eliminación de accidentes. Focalizada en un producto final con cero defectos.

Para la implementación del TPM, se deben seguir una serie de pasos descritos e ilustrados a continuación. Ver figura 41.

| ETAPAS | PASOS | CONTENIDOS |
|---------------------------|---|---|
| PREPARACIÓN | 1. Decisión de la dirección de aplicar el TPM en la organización. | Comité de dirección |
| | 2. Campaña de información técnica o educativa. | Seminarios y presentaciones. |
| | 3. Estructura de promoción TPM. | Grupos de Trabajo y comisiones de líderes |
| | 4. Establecer políticas y objetivos del TPM. | Diagnostico y análisis de condiciones actuales. |
| | 5. Plan maestro y desarrollo del mismo. | Plan de implementación. |
| IMPLEMENTACIÓN PRELIMINAR | 6. Lanzamiento del TPM. | Programación de evento de difusión del lanzamiento del TPM. |
| IMPLEMENTACIÓN DEL TPM | 7. Mejora de la efectividad de los equipos. | Selección y mejoramiento de equipos. |
| | 8. Desarrollo del programa de mantenimiento autónomo. | Desarrollo de los pasos del Mantenimiento Autónomo. |
| | 9. Plan y programación del mantenimiento. | Desarrollo del sistema dedicado al mantenimiento. |
| | 10. Mejorar las habilidades de operaciones y mantenimiento. | Entrenamiento en técnicas de detección y acción correctiva. |
| | 11. Desarrollo del programa de gerencia. | Diseño de mantenimiento productivo. Análisis del costo de vida. |
| ESTABILIZACIÓN | 12. Implementación perfecta y aumento de niveles del TPM. | Evaluar el costo del mantenimiento productivo y establecer objetivos mayores. |

Figura 40. Etapas de implementación de TPM. (Montoya, 2010)

9.6.1. Anunciar la decisión de implementar el TPM

Se debe iniciar entonces este proceso, dando a conocer a todos los integrantes de la organización la decisión de implementar un sistema de gestión en mantenimiento basado en las buenas prácticas de manufactura, y el buen manejo de la información, se deben dar a conocer los objetivos a los que se quiere llegar, la política de calidad en el mantenimiento con la que se piensa operar, las expectativas que se tienen al implementar un programa de tal magnitud como lo es el TPM.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Esta política será la base organizacional de la empresa, todas las actividades de la empresa iniciaran con esta nueva política de calidad.

Se plantearán entonces una serie de objetivos para cada posición de la estructura organizacional y se traza una serie de actividades a realizar para que la información siempre este actualizada y al alcance de todos.

9.6.2. Crear campañas de información, sensibilización y formación del personal.

Es necesario que el comité directivo de TPM cree jornadas de información, sensibilización y formación que permitan crear una cultura de participación total, elevar la moral y romper con la resistencia al cambio, así como la creación de una nueva conciencia acerca de los beneficios de la implementación de este tipo de programas para la empresa.

Es ideal que en estas jornadas este incluido todo el personal de la empresa desde los directivos hasta los operarios.

Se hace necesario a su vez un plan de comunicaciones con el que se garantice la difusión de la información y su fácil entendimiento, ya que se espera que cada integrante aporte su opinión y sugerencia al proyecto.

Se debe crear un lenguaje universal en cuanto al suministro de la información por parte de cada uno de los integrantes.

Se requiere la asignación de tareas específicas a cada uno de los integrantes en cada puesto de trabajo de la compañía.

9.6.3. Iniciación al TPM

Con esta iniciación se quiere describir a los espectadores:

- el origen y el plan metodológico del TPM.
- se dan a conocer las herramientas que ayudaran a la implementación del sistema.
- la importancia de pertenecer al proceso.
- Los principios del sistema.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- Los recursos con los que cuenta la empresa para la implementación del programa.
- Los ocho pilares con los que cuenta el TPM.
- Las estrategias.
- Las responsabilidades que cada integrante tendrá.
- La nueva política de mantenimiento con calidad.



Figura 41. Estructura de TPM. (Sorabh Gupta, recuperado de <http://www.maintenanceworld.com/wp-content/uploads/2013/07/TPM-Concept.pdf>)

9.6.4. Difusión del TPM

Toda acción que involucre TPM debe estimular la mejora continua y el compromiso responsable de cada uno de los integrantes.

Se deben difundir en esta primera instancia los objetivos concretos y de alto nivel, con fechas precisas y metas establecidas.

Se crearan grupos pequeños o comités que servirán de apoyo para la consecución de los objetivos, estos equipos se encargaran de la capacitación, evaluación y seguimiento en actividades propias del TPM.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

En orden jerárquico de los comités estarían formados así:

- Comité TPM con directivos:

Este comité estará conformado por la dirección general de la empresa y su función principal será la de promover el lineamiento general con liderazgo, estableciendo las reglas y metas del programa.

Definirá además las políticas y estrategias a seguir para el logro de los objetivos, así como el monitoreo y la evaluación de los avances en el proceso.

- Comité TPM de coordinación:

Este comité estará liderado por la persona designada para desarrollar y conducir el programa, esta persona podría ser el encargado de mantenimiento de la empresa, ya que es quien más conoce las maquinarias y los procesos productivos.

Este comité coordinador:

- Planeara la instalación del TPM como programa.
 - Dará la asistencia técnica en el desarrollo del programa.
 - Planeará el entrenamiento a las personas afianzando las habilidades de cada integrante.
 - Servirá de enlace entre los comités directivos y el comité TPM administrativo.
- Comité TPM administrativo:

Este comité será conformado por personal del área administrativa y personal del área operativa, este comité tendrá como funciones principales:

- difundir los métodos a toda la organización.
- Analizara regularmente los resultados obtenidos.
- Aplicara planes de mejora en procesos y planes.
- Diseñara los programas de formación.
- Redactara los soportes técnicos y la información obtenida.
- Asegurara la sostenibilidad del programa, manteniendo los estándares logrados.

Es necesario que se elabore un cronograma de todas estas actividades y que se vele por su cumplimiento inaplazable.

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

9.6.5. Seleccionar una sección o área piloto.

Una instalación piloto TPM debe cubrir entre el 10 y el 25% de los equipos de la planta, no sólo unas pocas máquinas seleccionadas. Debe haber un mínimo de seis equipos de TPM para asegurar la supervivencia de la instalación. Las áreas apropiadas para instalaciones piloto son donde se necesita una mejora importante (demasiadas averías, retrasos, o el tiempo de inactividad, o la baja capacidad o productividad) y donde el éxito rápido es probable. Se requiere un buen estudio de viabilidad para todas las áreas piloto. Todos los empleados en las áreas piloto deben recibir capacitación TPM. Metas y plazos claros deben ser establecidos y reuniones de equipo deben celebrarse en la fecha prevista. (Sorabh Gupta, s.f)

Para el caso específico de TEXTILES ARRO SAS. Se seleccionará la termo-fijadora o rama, una máquina de la empresa que constituye el mayor ingreso de activos, es en la que más tiempo y dinero se invierte, y a la de más interés por parte de las directivas.

Esta área estará sujeta a los estudios propios y la implementación del TPM a medida que se avance en la consecución de los objetivos del TPM, se ira expandiendo a las demás máquinas, áreas y departamentos de la empresa.

9.6.6. Mantenimiento planeado

- **Como Pasar De Las Practicas De Mantenimiento Correctivas A Las Preventivas**

La compañía cuenta actualmente sólo con prácticas de mantenimiento correctivo, se atienden las fallas y averías de los equipos sólo cuando estos ocurren, trayendo consigo toda una serie de repercusiones poco amigables para el proceso productivo.

Ahora, esta práctica resulta inevitable puesto que es imposible predecir y evitar todos los fallos en los activos; para efectuar cambios en pro de la mejora continua, dicho tipo de mantenimiento debe cambiar gradualmente a procesos cada vez más programados, es decir, efectuar mantenimiento preventivo ya que está demostrado lo trascendental que este es para los intereses de las empresas que lo ejecutan de tal forma; para efectuar una adecuada transición de prácticas se deben tener en cuenta aspectos críticos como capacidad de respuesta del departamento de mantenimiento, costos de paros programados, presupuesto de repuestos e insumos requeridos para las rutinas, capacitación de personal encargado, nivel de criticidad del equipo, comunicación

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

conjunta, asertiva y sinérgica de los departamentos involucrados (mantenimiento, producción, compras, entre otros), rutinas amigables con el personal técnico y operativo.

El proceso, la calidad y el medio ambiente; debe contemplarse si es el caso, la intervención de personal externo a la compañía (contratista – *outsourcing*) debidamente certificado y amparado en el marco de competencias y legalidad para efectuar procedimientos que el departamento de mantenimiento desconozca o no esté en la capacidad de atender. Estos son sólo algunos de los aspectos más relevantes para ejecutar la transición óptima de prácticas y avanzar en la implementación efectiva del SGM, cabe mencionar que cada criterio debe ser revisado por la dirección de la compañía y la jefatura del departamento de mantenimiento para poder alinear los procedimientos con los intereses concernientes a las políticas definidas desde gerencia.

Dicho de otra forma, realizar la progresión de practicar mantenimiento correctivo a preventivo se inicia desde la etapa de diagnóstico del estado actual de los activos, en esta primera etapa, los líderes del departamento de mantenimiento determinan cual es el nivel de criticidad de los equipos evaluados utilizando los instrumentos y herramientas adecuadas para ello (software, clasificación, matriz, entre otros) con el fin de generar prioridades de atención para el personal encargado del proceso operativo (personal evaluado por competencias para tal fin).

De acuerdo a las rutinas y manuales técnicos del fabricante, se establece un instructivo de tareas por desarrollar buscando ejecutar un procedimiento eficiente, evitando al máximo retrasos por eventualidades, por lo mismo, se establecen acuerdos con el departamento de producción para realizar los procesos mitigando el impacto negativo que este conlleva en él, es importante gestionar con el área de compras el oportuno, adecuado y correcto suministro de insumos en el plazo establecido con el fin de cumplir con la programación e itinerarios calculados para el desarrollo eficiente de las tareas programadas; una vez se tenga certeza plena de cumplimiento de todo lo anterior, es función del jefe de mantenimiento autorizar el inicio de labores del personal operativo, delegando responsabilidades en sus coordinadores y/o supervisores para efectuar controles paulatinos al proceso y mejorar las prácticas si es el caso.

El SGM establece que este proceso debe documentarse para poder generar los estándares de tareas a desarrollar por el departamento de mantenimiento.

Todo lo anterior es netamente un proceso correctivo para poner a punto (en óptimas condiciones de operación) los equipos de la compañía; para comenzar un proceso

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

programado desde cero. Se debe garantizar plenamente que cada activo intervenido para poner a punto se encuentre en condiciones similares a las originales de fabricación y de ese modo establecer pautas y lineamientos definidos por el departamento de mantenimiento para iniciar con los procesos programados y establecidos por el SGM. Aun así, sólo se considera efectiva la transición cuando los indicadores de paro por avería no planificada se acerquen a la cifra cero y los indicadores de confiabilidad se consoliden en un rango estable y obviamente aceptable para la compañía.

Los beneficios de la transición de prácticas deben verse reflejados en el aumento de los niveles productivos, de calidad y de satisfacción, ampliación en el concepto de vida útil de los activos, reduciendo con ello capital de inversión en los mismos; el cumplimiento de metas, objetivos, presupuestos y alcances definidos por las gerencias y por consiguiente, los índices de rentabilidad de la empresa como conjunto. Así pues, este significativo avance es sólo uno de los fundamentos y criterios que contiene la implementación de un SGM toda vez que tiene efectos inmediatos y resultados verificables y cuantificables por la alta dirección en materia comparativa de inversiones y retorno a diversos intervalos de tiempo.

No implementar un SGM se traduce en que la organización no efectúa ningún tipo de cambio a su modelo actual, continúa con sus prácticas poco eficientes, de alto costo e impacto para producción y compras, la disminución de disponibilidad y confiabilidad de activos además de la carencia absoluta de información relevante de los mismos, afectando el resultado final, su calidad, y aún peor; el margen de utilidad apropiado para que la organización sea sustentable y provechosa en materia económica.

Como ya se indicó antes, lo que busca el TPM, es convertir todos los trabajos en mantenimientos planeados y eliminar totalmente los mantenimientos correctivos.

El primer paso para lograr esto, es coleccionar toda la información técnica que se tenga de los equipos, buscar la información faltante y crear catálogos para cada equipo y maquinaria, así como implementar instructivos de mantenimiento, listas de chequeo y listas de partes, repuestos y componentes.

Luego y para crear un registro histórico de los equipos, se debe llevar una minuta de las actividades realizadas al equipo, su duración y los costos que genero la intervención.

| | | | |
|--|--|---------|------------|
| | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Es con esta información que se comenzarán a generar mantenimientos preventivos a la maquinaria y se irán eliminando los paros por averías.

Los formatos para la implementación de este tipo de mantenimiento se encuentran descritos en la sección de anexos.

Es importante anotar que un mantenimiento preventivo se debe iniciar incluso en las nuevas adquisiciones, no importa si un equipo es nuevo, se debe adoptar esta cultura de inmediato y nunca se debe subestimar su tiempo de inicio al deterioro y falla.

9.6.7. Mantenimiento autónomo

El Equipo de TPM es entrenado en los métodos y herramientas de TPM y controles visuales. Los operarios de máquinas asumen la responsabilidad de la limpieza y la inspección de sus equipos y la realización de tareas básicas de mantenimiento. El personal de mantenimiento capacita a los operarios sobre cómo a realizar el mantenimiento de rutina, y todos están involucrados en el desarrollo de los procedimientos de seguridad. Los administradores de grupo inician la recolección de datos para determinar las actividades a realizar. (Melesse, 2012)

Este tipo de mantenimiento pretende implementar los buenos hábitos en el puesto de trabajo, el autocuidado y la prevención del deterioro de las máquinas y equipos de la empresa.

Inicialmente se llevará a cabo en el área piloto que se ha escogido para la implementación del TPM. Este tipo de mantenimiento está basado en técnica de las 5 “S” y se quiere aplicar de la siguiente forma para cada puesto de trabajo:

- **Clasificar (Seiri):**
 - Realizar un inventario de materiales, herramientas, documentos, objetos y repuestos necesarios en los puestos de trabajo y para cada área.
 - Realizar una lista de materiales, herramientas, documentos, objetos y repuestos que no pertenecen al área o puesto de trabajo.
 - Por último, se reubican o desechan, según sea el caso, los elementos de la lista que no deban estar allí.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- Para una óptima disposición de los elementos se recomienda seguir el siguiente diagrama.

Con esta actividad se pretende minimizar el riesgo de accidentes, controlar los elementos necesarios para la realización del trabajo y mantener el lugar de trabajo libre de obstáculos que dificultan la buena operación de los equipos.

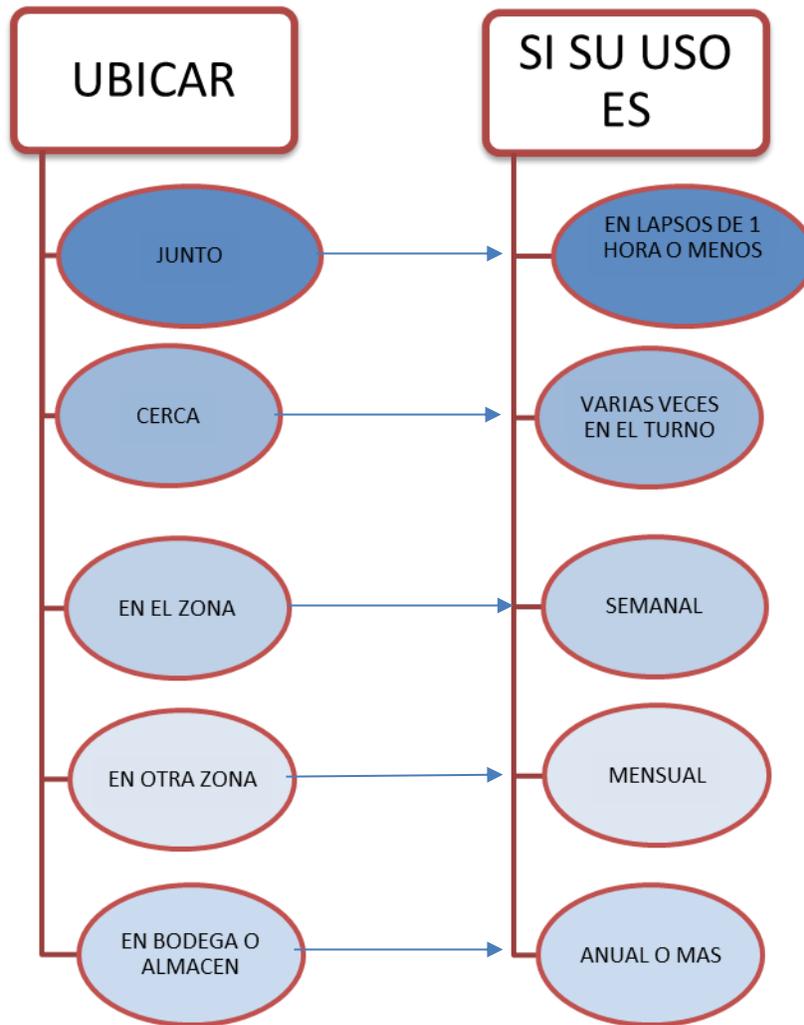


Figura 42. Clasificación. Elaboración propia

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- **Ordenar (Seiton):**

- Luego de tener en el puesto de trabajo solo los elementos que de alguna u otro se van a necesitar para la operación o mantenimiento de los equipos, se procederá a ordenarlos según criterios de calidad (evitar que se deterioren, por acciones naturales o forzadas), eficacia (que sea fácil y rápido encontrarlos) y seguridad (que no estorben, que no se puedan mover ni caer).

- **Limpiar (Seiso):**

- No basta con mantener el lugar de trabajo limpio y las maquinas relucientes, hay que incrustar este pensamiento de orden y limpieza en la mente, no se trata de hacerlo por directriz, se trata de actitud hay que hacerlo parte de la vida diaria y volverlo un hábito, se necesita localizar la suciedad desde su origen y eliminarla.

- **Sanear (seiketsu):**

- Mantener el orden.
- Establecer normas de limpieza, lubricación y ajuste constante.
- Conservar el estado de organización logrado en las 3 primeras "S"
- Distribuir las áreas y demarcarlas.
- Identificar cada elemento y documento y darle su lugar.

- **Autodisciplina (shitsuke):**

- Si se logra convertir en hábito las buenas prácticas de manufactura, el orden y el aseo, la autodisciplina solo será parte del modo de ser de cada persona y no tendrá ninguna dificultad.
- Para volver estas prácticas un hábito, se requiere una estimulación constante, campañas de sensibilización, auditorias, retroalimentación, y un gran compromiso por parte de las directivas del programa que permita un buen desarrollo de este.

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

9.6.8. Capacitaciones

Con las capacitaciones lo que se busca es que el personal desarrolle nuevas habilidades en sus áreas de trabajo, afianzando las habilidades de cada uno en el desempeño de su trabajo.

Se hace necesaria en la planeación de las capacitaciones una evaluación previa que permita conocer las dificultades que presenta el personal en cuanto a implementación del programa.

9.6.9. Entrenamiento

Las capacitaciones deben tener, además de una formación de información una etapa de implementación de conocimientos en los equipos que opera.

Se debe llevar los conocimientos adquiridos en las salas, a los sitios de trabajo que es realmente donde serán empleados estos conocimientos.

9.6.10. Nuevas metas para perfeccionar el TPM

Como paso “final” aunque no debería llamarse final sino de reinicio, se hará una evaluación de los avances y contratiempos obtenidos a lo larga del proyecto piloto, se corregirán las falencias presentadas en cada paso y se formularan nuevos objetivos a alcanzar durante la expansión del TPM a todas las áreas y equipos de la empresa.

9.6.11. Dificultades en la implementación del TPM

Una de las dificultades en la implementación de TPM como metodología es que se necesita un número considerable de años.

El tiempo necesario depende del tamaño de la organización. La falta de apoyo a la gestión se atribuye a no entender por completo el verdadero objetivo del programa TPM. Por ejemplo, si la administración considera que el TPM es un medio para reducir el personal de mantenimiento, significa que no han podido entender el verdadero objetivo y el propósito del programa. El verdadero objetivo es aumentar la eficacia de los equipos, no reducir la mano de obra laboral. El tiempo necesario para cambiar de un programa de reactivo a un enfoque proactivo será considerable según algunas estimaciones puede ser

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

de tres a cinco años de riesgo antes de lograr una empresa competitiva para la programación TPM. (Gautam Kocher, 2012)

Otros factores que dificultan la implementación son:

- Recursos suficientes como personas, dinero, tiempo, etc. y la asistencia no se proporcionan.
- TPM no es un enfoque de solución rápida, la cultura latinoamericana no considera mucho los aspectos que llevan tiempo para obtener resultados.
- Comprensión incompleta de la metodología y la filosofía de la gerencia media.
- Los trabajadores muestran una fuerte resistencia a cualquier oportunidad de cambio.
- Muchas personas consideran actividades de TPM como el trabajo adicional o amenaza.

9.6.12. Viabilidad técnica y económica para la implementación del modelo de SGM

Factibilidad es la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señalados, la factibilidad se apoya en 3 aspectos básicos:

- **Operativo.**
- **Técnico.**
- **Económico.**

El éxito de un proyecto está determinado por el grado de factibilidad que se presente en cada una de los tres aspectos anteriores. El estudio de Factibilidad sirve para recopilar datos relevantes sobre el desarrollo de un proyecto y en base a ello tomar la mejor decisión, si procede su estudio, desarrollo o implementación. La investigación de factibilidad en un proyecto consiste en descubrir cuáles son los objetivos de la organización, luego determinar si el proyecto es útil para que la empresa logre sus objetivos. La búsqueda de estos objetivos debe contemplar los recursos disponibles o aquellos que la empresa puede proporcionar, nunca deben definirse con recursos que la empresa no es capaz de brindar. Una vez definidos los objetivos, se analizan tres aspectos o niveles de factibilidad a saber:

- Factibilidad Operativa:** Se refiere a todos aquellos recursos donde interviene algún tipo de actividad (Procesos), depende de los recursos humanos que participen

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

durante la operación del proyecto. Durante esta etapa se identifican todas aquellas actividades que son necesarias para lograr el objetivo y se evalúa y determina todo lo necesario para llevarla a cabo. Para el caso de la implementación de un SGM en la empresa textiles ARRO S.A. este aspecto se relaciona directamente con la sinergia que debe crearse entre los departamentos de la compañía interconectados para los procesos eficientes en las prácticas de mantenimiento, es decir, mantenimiento, producción, calidad y compras deben ser objetos de estudio para poder establecer que requerimientos presenta cada uno, intervenirlos y aplicar las medidas necesarias para la atención efectiva de los mismos. Actualmente, en el departamento de mantenimiento se presenta la requisición de la figura administrativa líder en calidad de jefe y la participación de coordinadores o supervisores para la verificación y control de tareas.

- b. Factibilidad Técnica:** Se refiere a los recursos necesarios como herramientas, conocimientos, habilidades, experiencia, etc., que son necesarios para efectuar las actividades o procesos que requiere el proyecto. Generalmente nos referimos a elementos tangibles (medibles). El proyecto debe considerar si los recursos técnicos actuales son suficientes o deben complementarse. Como para la organización, el tema de un SGM es algo nuevo, los recursos y habilidades actuales son insuficientes, por lo tanto deben adquirirse herramientas especializadas, formar y transmitir conocimientos modernos y ajustar nuevas prácticas, destrezas y rutinas que propendan por determinar un factor técnico suficiente para el óptimo desarrollo en la implementación del sistema, ubicando siempre en el contexto de la mejora continua a toda la compañía, con especial cuidado y atención al detalle de operarios de activos y facilitadores del mantenimiento de los mencionados.
- c. Factibilidad Económica:** Se refiere a los recursos económicos y financieros necesarios para desarrollar o llevar a cabo las actividades o procesos y/o para obtener los recursos básicos que deben considerarse son el costo del tiempo, el costo de la realización y el costo de adquirir nuevos recursos. Generalmente la factibilidad económica es el elemento más importante ya que a través de él se solventan las demás carencias de otros recursos, es lo más difícil de conseguir y requiere de actividades adicionales cuando no se posee. Textiles ARRO S.A. es una compañía relativamente nueva, su capacidad de inversión es limitada y se encuentra sujeta a múltiples verificaciones y aprobaciones por parte de gerencia; sin embargo, el concepto de implementar un SGM es atractivo para la compañía ya que los beneficios obtenidos son altos, las inversiones se efectúan de manera

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

gradual toda vez que se planteen los presupuestos requeridos en cada de etapa de implementación del sistema.

9.6.13. Creación de Indicadores

Como todo sistema de gestión, es trascendental poder establecer criterios de verificación que permitan efectuar mediciones al proceso, su avance e impacto. Por ello se requiere la creación de indicadores que propendan por arrojar datos ajustados y reales como apoyo al sistema para la optimización del mismo.

Como definición se tiene lo siguiente: Un indicador de gestión es la expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se toman acciones correctivas o preventivas según el caso. (Jaramillo, S.d.)

Todo proceso medible es susceptible de mejora, así pues, el uso de indicadores nos permite trazar un mapa del estado en el que se desarrolla la implementación del SGM y nos permite establecer medidas ajustadas en pro de maximizar el rendimiento e impacto del sistema dentro de la organización.

Cómo crear indicadores:

1. Analizar el objetivo cuyo avance desea medirse (ejemplo: cumplimiento del plan de mantenimiento)
2. Seleccionar los aspectos relevantes a medir (ejecución de tareas programadas)
3. Formular indicador, es decir, darle nombre y establecer la fórmula que puede ser una relación expresada en términos porcentuales o en ocasiones implique uso de términos estadísticos y algebraicos.
4. Definir los medios de verificación (herramientas de soporte).
5. Validar si es un criterio ajustado o replantear.
6. Establecer frecuencia de uso y metas.

Para la implementación eficiente de un SGM, los indicadores han de reflejar de manera ajustada el nivel de desarrollo y avance del mismo, el cumplimiento de objetivos definidos en la política, el uso racional y óptimo de los recursos de la organización y la relación costo – beneficio para la empresa como consolidado.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Al tratarse de una compañía de tamaño pequeño y prácticas sencillas, los indicadores sugeridos para el SGM de textiles ARRO S.A. se sugiere que sean expresados en términos porcentuales de las relaciones establecidas entre lo efectuado versus lo estimado; para análisis más exhaustivos se puede definir el uso de herramientas estadísticas que arrojen valores más específicos.

De acuerdo a la política del SGM, los indicadores podrían ser los siguientes:

Como se tiene definido que el personal de mantenimiento requiere constante capacitación, estimar el valor e impacto económico de esa gestión se puede gestionar de la siguiente manera:

- $\frac{\text{Horas dedicadas a capacitación}}{\text{Horas de jornada laboral}} \times 100$

Este indicador nos brinda una cifra porcentual de las horas dedicadas a la capacitación del personal, para poder determinar su impacto económico se debe enfrentar con el valor promedio de la hora del departamento de mantenimiento que no es más que una media estadística y se aplica así:

- $\frac{\text{Valor (\$) total de remuneración personal del departamento de mantenimiento}}{\text{N° total de personas que conforman el departamento de mantenimiento}}$

Cuando enfrentamos estos dos indicadores anteriores podemos establecer el impacto económico que posee la capacitación del departamento de mantenimiento, esto nos brinda la posibilidad de realizar mejores y más efectivas jornadas con el fin de maximizar conceptos y disminuir afectaciones de índole económico para la organización.

Siguiendo con el tema de indicadores, la labor del departamento de mantenimiento puede medirse de la siguiente forma:

Cumplimiento de prácticas de mantenimiento programado mensual:

- $\frac{\text{Tareas efectuadas}}{\text{Tareas programadas}} \times 100$

Para estimar el tiempo promedio de atención al servicio de mantenimiento programado mensual, se establece lo siguiente:

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- $$\frac{\text{N}^\circ \text{ de tareas efectuadas}}{\text{N}^\circ \text{ de horas hombre estimadas mensual}} = \text{Tiempo medio}$$

Este indicador nos permite determinar los costes del proceso de acuerdo a lo estimado en el presupuesto ya que se calcula el valor (\$) promedio del departamento de mantenimiento.

Sin embargo, el cálculo anterior no podría efectuarse si no se tiene el indicador del valor (\$) promedio del departamento de mantenimiento que se obtiene de la siguiente manera:

- $$\text{\$ Hora promedio} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de horas de mantenimiento}}{\text{Costo total M.O. departamento de mantenimiento}}$$

Donde el N° de horas se obtiene con la sumatoria de las horas definidas para cada rutina de acuerdo a los estándares realizados, y M.O es mano de obra.

- Cumplimiento del presupuesto mensual establecido por el departamento de mantenimiento:
 - $$\frac{\text{Recursos utilizados}}{\text{Recursos disponibles}} \times 100$$

Para medir los activos en función de su disponibilidad y poder tomar decisiones que afecten de manera positiva el mismo, se puede determinar de manera conjunta con el departamento de producción, la siguiente relación:

- $$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales Equipo} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$$

Este resultado le brinda a la gerencia un panorama general de los procesos de mantenimiento y todas las consideraciones que implica un sistema de gestión bien implementado, en especial si se compara con el siguiente indicador:

$$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{\text{Horas totales Equipo} - \text{Horas parada por avería}}{\text{Horas totales}}$$

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Este resultado permite determinar el impacto de los procesos correctivos ya que no se tienen en cuenta los paros programados, el jefe del departamento de mantenimiento debe explicar de manera clara y detallada a gerencia lo nociva que es la anterior práctica para los intereses de rentabilidad en la organización.

Toda vez que se quiera poder obtener un registro comparable con las metas establecidas dentro del SGM, podemos hacer uso de los índices de mantenimientos programado (IMP) y correctivo (IMC) de la siguiente manera:

- IMP = $\frac{\text{Horas totales de mantenimiento programado}}{\text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}}$
- IMC = $\frac{\text{Horas totales de mantenimiento correctivo}}{\text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}}$

Ambos datos nos proporcionan una visión del contexto del SGM ya que el primero debe acercarse a 1, mientras que el segundo debe acercarse a 0 ya que se trata de una relación directa y bajo la cual se puede determinar la competitividad del desarrollo en la implementación del SGM.

Es importante tener en cuenta que no sólo es valioso conocer el valor de un indicador o índice, sino también su evolución. Por ello, en el documento en el que exponamos los valores obtenidos en cada uno de los índices que se elijan deberíamos reflejar su evolución, mostrando junto al valor actual los valores de periodos anteriores (meses o años anteriores) para conocer si la situación mejora o empeora. (Garrido, No disponible)

9.7. FORMATOS A IMPLEMENTAR

9.7.1. Hoja de vida

Este formato se utiliza para plasmar todas las novedades que se presentan en una maquina o equipo específicamente, en él se encuentra información general de la maquina

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

estos son: ubicación de manuales y planos, herramientas a utilizar según la parte a intervenir, su ubicación en la planta, su identificación de los demás equipos, entre otros.

Al momento de intervenir un equipo se debe tener a mano este documento, que permitirá saber que se le ha hecho y cuando se le hizo además debe ser actualizado con cada intervención para el posterior estudio de mejora, tanto de la máquina, como del plan de mantenimiento. (Ver Anexo 2)

9.7.2. Ficha técnica

Este documento contiene una descripción de las características principales de las máquinas y equipos, así como el modo y precauciones en su operación. La información que allí se plasma en su mayoría es suministrada por el fabricante de la máquina. (Ver Anexo 3)

9.7.3. Orden de trabajo

En este formato se plasman las instrucciones detalladas que define el trabajo que debe realizarse por la organización de Mantenimiento en la Planta. Este formato lo debe expedir el programador de mantenimiento y está dirigido a las personas que ejecutan los mantenimientos, ya sean mecánicos, eléctricos o electrónicos. (Ver Anexo 4)

9.7.4. Solicitud de servicio de mantenimiento.

Este documento no siempre es utilizado por pequeñas empresas ya que no cuentan con una gran cantidad de departamentos, sin embargo, para el caso de textiles ARRO SAS será un formato necesario ya que allí se contrata con terceros el servicio de mantenimiento.

En éste formato, se brindan las pautas a seguir, así como las causas por las cuáles se solicita el servicio de mantenimiento y las observaciones bajo las que se guiarán quienes ejecuten el servicio. (Ver Anexo 5).

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

9.7.5. Registro de mantenimiento

Con este elemento lo que se pretende es que estén documentados todas y cada una de las labores que se realizan en un mantenimiento, ya sea por avería o programado, se debe plasmar en este documento los equipos intervenidos.

Es importante que en la planeación de nuevos mantenimientos se tenga a la mano este documento para definir manuales, frecuencias y personal necesario.

La correcta utilización de esta herramienta permitirá un avance sustancial en la optimización del mantenimiento preventivo. (Ver Anexo 6)

10. MAQUINARIA DE LA EMPRESA, ANÁLISIS DE FALLAS Y CAUSAS DE FALLA

Equipo: Termofijadora ARTOS

También llamada RAMA, esta máquina es la más utilizada a nivel industrial para la termofijación de tejidos planos, tiene como finalidad conseguir una mayor estabilidad dimensional de las fibras de telas sintéticas, para el caso de TEXTILES ARRO SAS, telas de poliéster.

La termo-fijación en TEXTILES ARRO SAS, se realiza luego de haber aplicado las tinturas a las telas, este proceso tiene como ventajas, que no hay fijación de impurezas y no se afectan las absorciones de colorantes ya que estos fueron aplicados con antelación, también se destaca el rendimiento de la maquina hablando de kilos de producción que se encuentra entre los 4000 y 4500 kg / día.

El proceso productivo involucra gradientes de temperatura que deben controlarse para garantizar la efectividad del mismo, el equipo cuenta con sensores y sistemas de control mecánico para ajustar los parámetros del mismo.

- Principales fallas y causas del equipo
 - **Sensores:** Las fallas más recurrentes en los sensores críticos del equipo obedecen a cambios de referencia de los mismos (actualizaciones del fabricante)



Figura 43. Sensor entrada tela máquina ARTOS (Cortesía Textiles ARRO SAS)

- **Finales de carrera (elementos mecánicos):** Pérdida de la calibración por trabajos en vacío (sin materia prima), trayendo consigo sobrecalentamientos.
- **Pisadores de tela:** mecanismo del equipo cuyo principio de funcionamiento está basado en la interacción de agujas y cadenas con la ayuda de unos cepillos; estos últimos son elementos consumibles de recambio preventivo continuo por uso; cuando no se realiza el cambio oportuno, el proceso no se realiza de manera adecuada y genera pérdidas de material.



Figura 44. Cepillos pisadores de tela (tomada de <https://images.sstatic.com/cepillos-para-ramas-en-todas-las-marcas-y-modelos-1400185z0-00000046.jpg>)

- **Agujas de pisadores:** se presentan rupturas y desajuste de los elementos que las sujetan debido a los gradientes de temperatura, ocasionan pérdidas de material, atascamiento en cadenas y por consiguiente, paros inesperados y extensos debido a que la máquina debe enfriarse para realizar el proceso correctivo.



Figura 45. Agujas de pisadores (tomada de <http://www.co.all.biz/img/co/catalog/26009.jpg>)

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- Variadores mecánicos de anchura:** de acuerdo al tipo de proceso y de tela, deben reajustarse los parámetros para trabajar con diversos calibres en el ancho de la tela, esta graduación se realiza con trenes de movimiento que usan tornillos sin fin conectados mecánicamente por medio de cuñas y tornillos prisioneros; aunque poco ocurrente, su falla es debido a los gradientes de temperatura ya que ocasiona que dichos elementos mecánicos de acople se suelten o pierdan fijación, para poder realizar el correctivo se requiere que el equipo se enfríe y esto toma tiempo valioso de producción.



Figura 46. Tren de movimiento acoplado a tornillo sin fin (Cortesía Textiles ARRO SAS)

- Sistemas eléctricos:** Al tratarse de un equipo fabricado en 1976, su sistema eléctrico es antiguo, se han realizado algunas modificaciones de las que no existe registro alguno y posee elementos inservibles, obsoletos y algunos cables sueltos que no brindan ningún servicio y tampoco han sido retirados. Lo anterior obedece a las prácticas poco ortodoxas de mantenimiento.

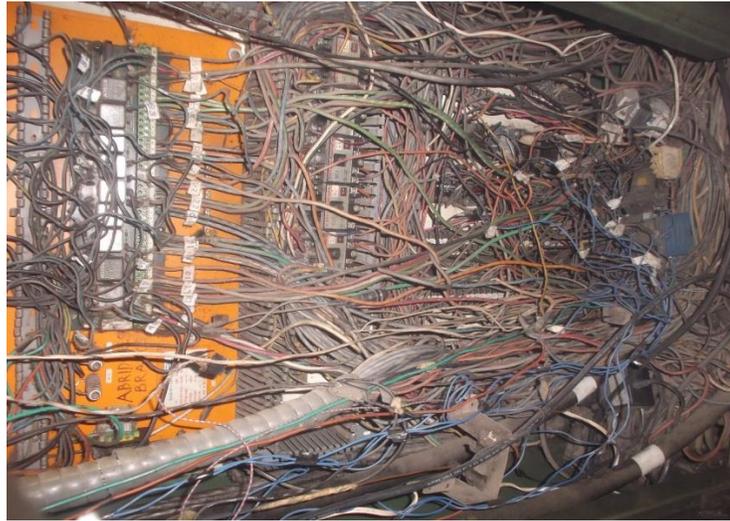


Figura 47. Sistema eléctrico del equipo ARTOS (Cortesía Textiles ARRO SAS)

- **Limpieza:** para cualquier equipo de procesos que incluyan tintas, la limpieza es vital, la falla más recurrente se presenta en el producto terminado debido a que aparecen en ocasiones manchas producidas por liberación de vapores de aceite producido por las altas temperaturas, generando costos extras por limpieza de producto. Aparte a esto, se generan residuos de tejeduría, pequeños hilos sueltos que se adhieren a las paredes de los ductos de extracción y están impregnados de material volátil en un equipo que trabaja a altas temperaturas, produciéndose así una situación peligrosa que puede conllevar a daños catastróficos.



Figura 48. Parte interna de la máquina, acumulación de fibras y aceites (Cortesía Textiles ARRO SAS)

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

La prueba piloto para el diseño, implementación y evaluación del SGM habría de efectuarse en este equipo debido a que es la máquina que cumple la principal función en el departamento de producción y tiene una alta carga en materia económica para los intereses de la compañía; además de eso, al ser un equipo con tecnologías antiguas ha de establecerse un eficiente y óptimo plan de modernización con el fin de optimizar el desempeño del mismo, incluyendo en éste, un SGM que permita prolongar su vida útil.

A continuación, se enuncian los otros equipos con los que cuenta la organización, se realiza una breve descripción de ellos.

- **MÁQUINAS DE TINTURA DE TELA**

AUTOCLAVE MCS

Marca: MCS

Modelo: 6601

Origen: Italia.

Año de fabricación: 2002

Tensión Eléctrica: 240 V.

Frecuencia: 60 Hz

Potencia: 13 kW

Presión: 3 bar.

Temperatura: 144°C.

Capacidad: 400 kg.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |



Figura 49. Autoclave MCS (Cortesía Textiles ARRO SAS)

Máquina atmosférica y de alta temperatura, especialmente diseñada para tejidos de rizo, como las toallas y felpas, posee unos inyectores de hasta 220 mm de diámetro, y bombas especiales para manejo de flujo suave, posee una relación de baño de 1:5 (una parte de agua por 5 de tela)

- **MÁQUINA DE TEÑIDO A CHORRO DE CUERDAS-LAIP JET 800**

Marca: LAIP

Modelo: 800 HT

Origen: Italia.

Año de fabricación: 2002

Tensión Eléctrica: 240 V.

Frecuencia: 60 Hz

Presión: 3 bar.

Temperatura: 150°C.

Capacidad: 1200 kg.



Figura 50. Equipo Laip Jet 800 (Cortesía Textiles ARRO SAS)

Máquina para tincura de cuerdas de todo tipo de tejidos, posee gran flexibilidad en todo tipo de fibras, tiene una relación de baño de 1 parte de agua por 3 de tela, gracias a la rápida preparación y transferencia de los baños, reduce hasta en un 30% el tiempo total de los procesos de tincura.

- **JET DE TINTURA ATYC**

Marca: ATYC (Argelich Termes y C^a,S.A.)

Modelo: 3- 150

Origen: España.

Año de fabricación: 1984

Tensión Eléctrica: 240 V.

Frecuencia: 60 Hz

Presión: 3,5 bar.

Temperatura: 135°C.

Capacidad: 150 kg.

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |



Figura 51. Equipo ATYC (Cortesía Textiles ARRO SAS)

Maquina diseñada exclusivamente para tejidos delicados, consiste en una cámara horizontal inclinada de baja relación de baño (1 parte de agua, por 4 de tela), tiene un sistema interior de impregnación del baño y lavado programable de interior, posee un cono posterior, pensado específicamente para evitar los pliegues de las telas y marcas, a su vez proporciona un flujo más uniforme evitando turbulencias en el baño de tintura y enredos.

Posee una bomba de presión variable y de alto caudal, esta permite una regulación de flujo de baño, de muy suave hasta altas presiones de trabajo.

- **JET DE TINTURA GEMINI**

Marca: IVAPE
Modelo: GEMINI 300 TD HT
Origen: Brasil.
Año de fabricación: 2003.
Tensión Eléctrica: 240 V.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Frecuencia: 60 Hz
Presión: 3,3 bar.
Temperatura: 130°C.
Capacidad: 300 kg.



Figura 52. Equipo IVAPE (Cortesía Textiles ARRO SAS)

Esta máquina al igual que la anterior fue diseñada exclusivamente para tejidos delicados, a diferencia de la jet de tintura sencilla, esta posee dos cámaras horizontales inclinadas, tiene la misma relación de baño (1 parte de agua, por 4 de tela), tiene un sistema interior de impregnación del baño y lavado programable de interior, posee un conos posteriores, pensados específicamente para evitar los pliegues de las telas y marcas, a su vez proporciona un flujo más uniforme evitando turbulencias en el baño de tintura y enredos.

Posee dos bombas de presión variable y de alto caudal, que permiten una regulación de flujo de baño, de muy suave hasta altas presiones de trabajo; es de bajo consumo energético y bajo consumo de agua por kilo lo que la hace muy productiva.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- **JET DE TINTURA GEMINI**

Marca: BRAZZOLI

Modelo: NAT'L BD HT

Origen: Italia.

Año de fabricación: 1992.

Tensión Eléctrica: 240 V.

Frecuencia: 60 Hz

Presión: 40,6 psi.

Capacidad: 550 Lb.

Temperatura: 288°F.



Figura 53. Equipo Brazzoli (Cortesía Textiles ARRO SAS)



Figura 54. Equipo Brazzoli (Cortesía Textiles ARRO SAS)

En esta máquina el movimiento de la tela se hace a través de un baño y en forma cíclica, este movimiento es suave pero constante para garantizar la homogeneidad de las tinturas. Estas máquinas pueden trabajar abierta o cerrada, dependiendo el tipo de proceso que se realice en ella y de la naturaleza del colorante.

10.1 PRINCIPALES FALLAS EN CONJUNTO DE LOS EQUIPOS MENCIONADOS

Para este tipo de máquinas, en las que se manejan altas temperaturas y altas velocidades, las principales fallas se presentan en las bombas centrífugas de recirculación en los acoples de los sistemas de transmisión y en las empaquetaduras de los sistemas de transporte y contención de fluidos.

10.1.1. SELLOS MECANICOS

Un sello mecánico está diseñado para una parte fija con una parte móvil, para el caso particular de las tintorerías, estos, están ubicados en las bombas centrífugas de recirculación ya que este dispositivo proporciona un cierre hermético de la unión previniendo fugas.

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Existen diferentes tipos de sellos y diferentes materiales para la fabricación de sellos, en tintorerías industriales se utilizan los de grafito, acero inoxidable y losa cerámica.



Figura 55. Sello mecánico (tomada de <http://www.lbaindustrial.com.mx/wp-content/uploads/2013/06/partes-sello-mecanico.png>)

10.1.2. ACOPLES

Los acoples mecánicos son elementos de máquina que sirven para transmitir energía, conectan ejes y prolongan líneas de transmisión de ejes, incluso en planos diferentes o ejes con diferentes dimensiones.

Estos elementos permiten cierta desalineación y fácil desconexión de sus partes, lo que lo hace ideal para labores de mantenimiento.

Además de su fácil desconexión tiene ventajas mecánicas, como lo son la reducción en la transmisión de vibraciones, reducen el choque que se transmite de un eje a otro, protegen contra las sobrecargas.

No requieren lubricación y no necesita ser desmontado para hacerle una inspección.



Figura 56. Acople elastómero equipo Brazzoli (Cortesía Textiles ARRO SAS)

10.1.3. EMPAQUETADURAS

Para todo sistema de transporte y contención de fluidos se hace indispensable el uso de empaques y aislantes en juntas y tapas de componentes, así como en la unión de tuberías y tanques.

Las tintorerías industriales por su naturaleza requieren de un gran uso de estos elementos, máxime sabiendo que están expuestas a variaciones de temperaturas que comprimen y dilatan los componentes.

Estos empaques están fabricados en muchos tipos de materiales, los más usados en tintorería, son los siliconados, de teflón, neopreno y los ya muy poco utilizados de asbesto debido a su descontinuada producción por toxicidad.

- **CALDERAS**

Marca: ELECTROVAPOR

Modelo: 60 V 1

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Origen: Colombia.
 Año de fabricación: 2015.
 Tensión Eléctrica: 220 V.
 Frecuencia: 60 Hz
 Presión de diseño: 150 psi.
 Presión de trabajo: 125 psi.
 Consumo de combustible: 60 m³.



Figura 57. Cuarto de calderas (Cortesía Textiles ARRO SAS)

La función principal de esta máquina es la de generar vapor, debido a la gran demanda de éste que tiene la planta de TEXTILES ARRO S.A.S para sus procesos productivos, la compañía cuenta con dos calderas para satisfacer sus necesidades.

Estos equipos fueron adquiridos de manera reciente y no se han presentado fallos aún, sin embargo, es importante para la adecuada planeación de las tareas y funciones a realizar de acuerdo a la política del SGM, mencionar que tipo de fallas son comunes al tratarse de calderas como se describe a continuación:

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

- **Fugas en válvulas.** Las más propensas son las que soportan unas condiciones de trabajo más difíciles, esto es, las válvulas de control de la zona de alta presión, en caso de que la turbina tenga varios niveles de presión. Las fugas en las válvulas de seguridad y en las de drenaje son también habituales.
- Fugas de vapor y de agua por tuberías externas.
- Rupturas internas en haces tubulares (pinchazos) y colectores. Estas rupturas suelen tener su origen en corrosiones, fatiga del material, defectos de construcción y defectos de diseño.
- Obstrucción de filtros.
- Fallos en los motores y las bombas de agua de alimentación.

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

11. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

11.1 CONCLUSIONES

- Luego de hacer un análisis de la situación actual de la empresa TEXTILES ARRO SAS y con la ayuda de una encuesta, se puede concluir que no existe un programa de mantenimiento definido en la planta, que permita o ayude al buen funcionamiento de las máquinas y equipos de la empresa. Así como se puede detectar la falta de personal en el área de mantenimiento.
- Se decidió aplicar como estrategia de mejora y sistema de gestión en mantenimiento la filosofía del TPM, ya que promueve el trabajo en equipo, la mejora continua en pro de un producto con calidad total con una productividad de participación conjunta total.
- Para la implementación del sistema de gestión del mantenimiento, y el modelo de mantenimiento seleccionado, la investigación, documentación, preparación y diseño son factores críticos y de especial atención ya que deben ajustarse a las condiciones de la organización en aras de que su desarrollo sea eficiente y eficaz.
- La principal batalla a vencer en la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento es la actitud de los operarios de las máquinas, que ven este tipo de gestiones como una carga adicional al trabajo, ven estos sistemas como una amenaza a sus puestos y a la permanencia en la compañía. Es necesario para el éxito en la implementación del programa, que el operario tenga un sentido de propiedad con la empresa, con sus equipos y área de trabajo. Se requiere que el operario piense en el TPM como una forma de “ayudar “a que las cosas funcionen mejor, a que los productos tengan la mejor calidad y que entienda que un mejor producto beneficia a toda la compañía.
- La implementación del TPM no es una labor fácil, si la dirección no pone el 100% de sus energías y conocimientos en pro del proyecto, el logro de los objetivos de la implementación está condenada al fracaso.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

11.2. RECOMENDACIONES

Tras realizar el análisis de la información recogida se recomienda:

- Destinar recursos de la empresa en el area de mantenimiento para la implementacion del sistema de gestion de mantenimiento sugerido.
- Acondicionar un area en la planta para la instalacion de un taller de mantenimiento.
- Dotar un taller con herramienta necesaria para la realizacion de los mantenimientos.
- Identificar, implementar y dotar la planta con elementos de proteccion personal y seguridad industrial.
- Contratar personal calificado tanto para la implementacion del sistema de gestion de mantenimiento, como para la realizacion de los mantenimientos.
- Identificar y rotular los equipos y maquinarias de la empresa.
- Implementar los formatos sugeridos, como medida inicial en la implementacion del sistema de gestion de mantenimiento.
- Realizar planos de despiece y distribucion de la maquinaria.
- Generar listas de repuestos y partes de las máquinas.
- Implementar hojas de chequeo de equipos.
- Realizar chequeos periodicos a los equipos y maquinarias.
- Implementar un software que pueda facilitar la planeacion y ejecucion de un programa de mantenimiento.
- Insentivar y capacitar al personal en labores propias a su oficio dentro de la planta.

| | | | |
|--|--|---------|------------|
| | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

12. REFERENCIAS

- Abella, M. B. (2003). *MANTENIMIENTO INDUSTRIAL*. Leganés (España).
- Aguilar, O. J. (2010). Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad. *Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C.V. Saltillo, México*.
- Álvarez, L. H. (18 de 09 de 2008). *¿Realmente que es T.P.M?* Obtenido de <http://www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/definicion%20para%20publicar%20e>
- Amendola, L. (2011). Modelos Mixtos en la Gestión del Mantenimiento. *Asset Management* , 1-8.
- Ángel, P. (30 de 01 de 2013). *www.mantenimiento-mi.es*. Recuperado el 14 de 10 de 2015, de <http://es.slideshare.net/AngelPA70/las-7-claves-en-la-gestion-de-un-sistema-de-mantenimiento>
- Arata, A. (2009). *Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales*. Santiago, Chile: RIL Editores. 1a Edición. p. 442. Obtenido de <http://www.scielo.cl/fbpe/img/ingeniare/v21n1/art11-fig01.jpg>
- Araújo, R. L. (2015). *Ingeniería mantenimiento*. Obtenido de Blog para la Optimización de Procesos Productivos mediante el uso de Técnicas de Ingeniería de Mantenimiento. Obtenido de: <http://www.ingenieriamantenimiento.org/analisis-de-fallos/>
- Astros, I. J. (25 de 01 de 2012). *www.monografias.com*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos98/mantenimiento-de-clase-mundial/image003.jpg>
- Astros, I. J. (06 de 10 de 2015). *www.monografias.com*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos93/analisis-estadistico-gestion-mantenimiento/img1.png>
- Avendaño, J. C. (06 de 10 de 2014). *meisoportemed@gmail.com*. Obtenido de <http://files.mei23.webnode.com.co/200000058-07b3908ac1/Correctivo%202.jpg>

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Barrera, J. C. (16 de 06 de 2008). *http://es.slideshare.net*. Obtenido de <http://image.slidesharecdn.com/cap-2-1216222125956673-9/95/tpm-3-1024.jpg?cb=1226031683>

Barrera, J. C. (2015). Consecuencias de falla y el MCC. *Confiabilidad.Net. La cultura de confiabilidad*.

Bayona, L. G. (2010). *Desarrollo De Sistemas De Información Para La Gestion Del Mantenimiento Industrial*. Bucaramanga.

Bernal, E. M. (2006). *Diseño De Un Modelo De Gestión De Mantenimiento Para Maquinas Impresoras Con Base En El Proceso Productivo De La Imprenta Nacional De Colombia*. Bogotá (colombia).

Bustamante, Z. L. (2009). *Diseño De Un Sistema De Gestion De Mantenimiento Para Una Empresa De Servicios En El Area De Telecomunicaciones*. Barcelona, Esp, España: Trabajo de Grado. Departamento de Computacion y Sistemas, Universidad de Oriente.

Cabeza, M. A. (2010). Principales concepciones de la gestión del mantenimiento una nueva visión gerencial. *Universidad, Ciencia y Tecnología*. v.14 n.55.

Canales, A. P. (2006). *Modelo Gerencial de Mantenimiento - Fundamento Filosófico*. Monterrey (México).

Castro, Á. E. (2006). Codificación de equipos. *Proceso de Codificación de Equipos y Aplicación*. Valdivia, Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile. Escuela de Ingeniería Mecánica.

Córdova, D. X. (06 de 2011). *Diseño y elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para el área de producción de la empresa carli snacks*. Quito, Ecuador.

Correa, E. A. (2010). *Gestión De Almacenes Y Tecnologías De La Información Y Comunicación (TIC)*. *Estudios Gerenciales*. vol.26 no.117 .

Crespo, M. A. (2006). Computers in Industry . *Editorial Special issue on emaintenance*. 57, 473-475.

Cruz, A. M. (2013). *Estudio de un sistame de mantenimiento predictivo basado en análisis de vibraciones, implantado en isntalaciones de bombeo y generación*. Sevilla, España.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Cuartas, P. L. (2008). <http://www.unalmed.edu.co/>. Obtenido de http://www.unalmed.edu.co/tmp/curso_concurso/area3/QUE_ES_EL_MANTENIMIENTO_MECANICO.pdf

Díaz, C. A. (2012). Propuesta de un modelo para el análisis de criticidad en plantas de productos biológicos. *Ingeniería Mecánica vol.15 no.1*.

Espinosa, F. F. (2012). Un procedimiento para evaluar el riesgo de la innovación en la gestión del mantenimiento industrial. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería. vol.20 no.2*, 242. Obtenido de <http://www.scielo.cl/fbpe/img/ingeniare/v20n2/art11-fig01.jpg>

Espinosa, F. F. (2015). *Indicadores de eficiencia para el mantenimiento*. Santiago de Chile.

Faxas, d. T. (2011). Administración de inventario para el análisis económico financiero de la empresa . *Revista académica de economía* .

Fuentes, E. F. (2015). Mayor información relevante menor juicio intuitivo. En E. F. Fuentes, *Sistemas de Información* (pág. 15).

Fuentes, F. E. (s.f.). *El Mejoramiento Continuo: Conceptos Para El Mantenimiento Industrial*. Talca.

García, G. S. (2010). Lista de equipos. En G. S. García, *Organización y gestión integral de mantenimiento* (págs. 8-10). Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

García, P. O. (2010). Gestión Integral de Mantenimiento Basada en Confiabilidad. *Confiabilidad.net*.

García, R. E. (2006). *Modelo Teórico de un Sistema de Gestión del Mantenimiento basado en los principios de la gerencia de proyectos*. Caracas.

Garrido, S. G. (2003). Organización y gestión integral de mantenimiento. En S. G. Garrido, *Organización y gestión integral de mantenimiento* (pág. 99). Madrid: Ediciones Diaz de Santos. S. A.

Garrido, S. G. (2009). Gestión del Repuesto (o qué debo tener en el almacén). En S. G. Garrido, *Ingeniería del Mantenimiento* (págs. 431-438). Madrid: renovatec.

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Gautam Kocher, R. K. (mayo. de 2012). Approach for Total Productive Maintenance and Factors Affecting its Implementation in Manufacturing Environment. *International Journal on Emerging Technologies.*, 3(1), 41-47.

Goicochea, A. (2 de 3 de 2012). *Anibal Goicochea*. Obtenido de Tecnologías de la información y la estrategia: <http://anibalgoicochea.com/2012/04/02/sap-bpc-for-ipad-pero-no-es-de-sap-ag/uno-de-los-informes-que-ofrece-la-aplicacion-de-cxo-cockpit-for-sap-bpc-para-ipad-analizando-segun-las-dimensiones-tipicas-de-un-modelo-bpc/>

Hernández, L. (12 de Octubre de 2009). *Slide Share*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/luigy9112/expo-5-s>

Herrera, D. A. (2008). *Implementación de una estrategia de mantenimiento basada en el negocio, para una empresa manufacturera de detergentes*. Merida, Venezuela: Sientiae en ingeniería de mantenimiento.

Huerta, M. R. (2015). El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional. Jhon Crane. *La cultura de la confiabilidad*. Obtenido de <http://confiabilidad.net/articulos/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope/>

Ingenieria, S. d. (2015). *AEM Sistemas*. Obtenido de Advanced engineering management: <http://www.aemsistemas.com/servicios-ingenieria-avanzada/aem-tecnologias-de-la-informacion/procesos-de-control-de-los-sistemas/>

Ingenieriamures. (2012). www.ingenieriamuresi.com. Obtenido de <http://www.ingenieriamuresi.com/wp-content/uploads/2015/01/INFORME-DE-GESTION1.png>

Iribarren, L. S. (2010). *Implantación de plan de mantenimiento TPM en planta de cogeneración*. Pamplona, España.

J.M., L. (1990). Criterios para la información de la gestión del mantenimiento. *Revista Mantenimiento Nº1, AÑO 1990, 2*.

Jimenez, N. A. (2012). Planificación y Programación de Mantenimiento - Factor Clave de la Estrategia de Confiabilidad. *MANTENIMIENTO LA*.

José, T. A. (2012). *Elaboración plan de mantenimiento de reemplazo de equipos*. Guyana.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Linares, L. J. (2012). *Modelo de indicadores de mantenimiento y gestión para empresas de transporte*. Bucaramanga, Santander.

Llanes, A. A. (18 de Enero de 2006). *Gestiópolis*. Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/medicion-gestion-mantenimiento-empresa/>

Lopes, M. I. (2013). Auditoría logística para evaluar el nivel de gestión de inventarios en empresas. *Ingeniería Industrial*. vol.34 no.1.

López, C. M. (2007). Un modelo de referencia para la gestión del mantenimiento. *Departamento de Organización Industrial y Gestión de Empresas. Universidad de Sevilla*. , 1-4.

Melesse Workneh Wakjira, A. P. (febrero de 2012). Total Productive Maintenance: A Case Study in Manufacturing. *Global Journal of researches in engineering*, 12(1), 6.

Mifsud, E. (26 de 03 de 2012). http://www.google.com.co/imgres?imgurl=http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/images/upload/elvira_mifsud/Introduccion_seguridad_html_m3824b9db.png&imgrefurl=http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/en/software/software-general/1040-intr. Obtenido de <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTOM2erEUcq6AsjRSliNzE8L24u7UzdKiHJer8e6QwyGKAYsd-s>

Montoya Delgado, I. y. (agosto de 2010). Implementación del Total Productive Management (TPM) como tecnología de gestión para el desarrollo de los procesos de maquiavícola Ltda. *Trabajo de Grado*. Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia.

Moreno, F. J. (2009). *www.monografias.com*. Recuperado el 16 de 10 de 2015, de <http://www.monografias.com/trabajos12/trabajho/trabajho.shtml>

Negocios, R. (03 de 2015). *www.elblogg.com*. Obtenido de <http://negociosrentables.elblogg.com/wp-content/uploads/2015/03/seguimiento.png>

Oliva, K. A. (2010). Sistemas de información para la gestión de mantenimiento en la gran industria del estado Zulia. *Revista Venezolana de Gerencia v.15 n.49*.

Operacional, S. d. (2015). *Metodología análisis de criticidad*. PEMEX aprendizaje virtual.

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Orrego, J. (2011). Determinación del potencial de ahorro energético en pymes del sector manufacturero en el valle del Aburrá basado en la aplicación de estrategias de mantenimiento. Tesis de Maestría. . Medellin.

Palmas, I. M. (s.f.). Mantenimiento Industrial. Las palmas, Gran Canaria. Obtenido de <http://www.iesmaritimopesquerolp.org/asignaturas/mantenimiento/FALLAS.TIPOS.pdf>

Parodi-Herz, L. P. (2008). *Maintenance: An Evolutionary Perspective*.

Parra, M. C. (2012). *Técnicas de Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicadas en el proceso de Gestión de Activos*. Sevilla: Ingeman.

Partida, A. (17 de 08 de 2013). *Mantenimiento & Mentoring Industrial*. Obtenido de GMAO: La importancia del software para la gestión del mantenimiento (blog): <http://mantenimiento-mi.es/2013/gmao-la-importancia-del-software-para-la-gestion-del-mantenimiento>

Partida, A. (2014). Diseño de un plan de mantenimiento. Caso practico. *Mantenimiento y mentoing industrial*.

Rios, C. H. (22 de 03 de 2014). *www.blogspot.com.co*. Recuperado el 16 de 10 de 2015, de <http://mantenimientoindyelec.blogspot.com.co/2014/03/unidad-3.html>

Saltmarsh, D. E. (2013). Simulating corrective maintenance: Aggregating component level. *Procedia Computer Science 16*, 459-468.

Segovia, E. C. (2011). *El método de solución de problemas y la ingeniería*. Tepatepec (México).

Senati. (Junio de 2007). Principios De Gestión, Planeamiento Y Programación De Mantenimiento - Módulo I - guía del participante. *Principios De Gestión, Planeamiento Y Programación De Mantenimiento*. Lima, Perú.

Shkiliova, L. F. (2011). Systems of Technical Maintenance and Repair and their application in the Agriculture. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias vol. 20 n° 1*.

Sondalini, P. B. (2015). Asset Maintenance Management, The Path toward Defect Elimination. *The Evolution of maintenance practices*. Obtenido de http://www.lifetime-reliability.com/free-articles/maintenance-management/Evolution_of_Maintenance_Practices.pdf

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Sorabh Gupta, P. T. (s.f.). TPM CONCEPT AND IMPLEMENTATION APPROACH. Haryana, India.

Turnero Astros, I. J. (octubre de 2013) estudio de factibilidad técnico-económica para la contratación del servicio de mantenimiento

Villarroel, H. (14 de 01 de 2015). <http://es.slideshare.net/henry44/analisis-de-fallas-de-componentes-mecanicos>. Obtenido de <http://image.slidesharecdn.com/analisisdefallasdecomponentesmecanicos-150114145324-conversion-gate01/95/analisis-de-fallas-de-componentes-mecanicos-58-638.jpg?cb=1421247339>

Viveros, P. R. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. Proposal of a maintenance management model and its main support tools. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería vol.21 no.1*, 125-138.

Viveros, P. S. (2013). Proposal of a maintenance management model and its main support tools. *Revista chilena de ingeniería, vol. 21 N° 1*, 125-138.

Viveros, P. S. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, vol. 21 N° 1*.

Willgo, T. (06 de 10 de 2015). info@tecnilacwillgo.com. Obtenido de <http://www.tecnilacwillgo.com/imagenes/principal2.jpg>

www.calabia.com. (03 de 10 de 2003). Recuperado el 16 de 10 de 2015, de <http://www.calabia.com/mto/MTO.ht9.jpg>

www.monografias.com. (25 de 01 de 2012). *monografias.com*. Obtenido de Astros, I. J. (25 de 01 de 2012). [www.monografias.com. http://www.monografias.com/trabajos98/mantenimiento-de-clase-mundial/image003.jpg](http://www.monografias.com/trabajos98/mantenimiento-de-clase-mundial/image003.jpg)

www.tuveras.com. (09 de 10 de 2015). <http://www.tuveras.com>. Obtenido de <http://www.tuveras.com/mantenimiento/gestion.gif>

Zapata, C. J. (2007). Valoración del desempeño del proceso de reparaciones en un sistema de distribución de electricidad. *Scientia Et Technica*, 1-6. Obtenido de Zapata, C.

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

J., Burbano, O. L., & Silva, S. C. (2007). Valoración del desempeño del proceso de reparaciones en un sistema de distribución de electricidad. Scientia Et Technica, 1-6. Obtenido de: [mantenimientopetroquimica.com: http://www.mantenimientopetroquimica.com/mantenimientocorrectivopetroquimica.html](http://www.mantenimientopetroquimica.com/mantenimientocorrectivopetroquimica.html)

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

13. ANEXOS

13.1. ANEXO 1 DATOS DE LA EMPRESA - ENCUESTA

13.1.1. DATOS DE LA EMPRESA

Nombre Empresa

TEXTILES ARRO S.A.S.

Actividad económica

FABRICACION DE OTROS ARTICULOS TEXTILES N C P

Ubicación

CALLE 29 A 42-80 ITAGUI- ANTIOQUIA

Teléfono – email

(4)3729847-textillarro2010@hotmail.com

Total de empleados

28

Misión:

Somos una organización especializada y comprometida en prestar el mejor servicio de tintura y termofijado para el embellecimiento de telas del sector textil.

Visión:

Calidad, producción, satisfacción del cliente, mejoramiento continuo, competencia del personal, minimizar el impacto ambiental negativo.

13.1.2. ENCUESTA

| | <i>si</i> | <i>no</i> |
|---|-----------|-----------|
| Tiene organigrama de mantenimiento? | | X |
| Tiene definido los perfiles del personal de mantenimiento? | | X |
| Tiene definidas las funciones del personal de mantenimiento? | | X |

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

| | | |
|--|--------------------------|-------------------------------------|
| Tiene definidos los resultados esperados del personal de mantenimiento? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
|--|--------------------------|-------------------------------------|

MANTENIMIENTO

EL mantenimiento se realizan de acuerdo a:
(Indique con un número de 1 a 7, siendo 7 la razón más utilizada y 1 la menos utilizada.)

| | |
|---------------------------------|----------|
| Quejas | 5 |
| Normas de Seguridad | 2 |
| Inspecciones | 3 |
| Orden de gerencia | 6 |
| Mantenimiento Sistemático | 1 |
| Solicitudes de Orden de Trabajo | 4 |
| Avería | 7 |

Los mantenimientos están dados en qué orden?
(enumere de 1 a 4, siendo 4 el más utilizado y 1 el de menos uso)

| | |
|--------------------------|----------|
| Mantenimiento Predictivo | 2 |
| Mantenimiento Preventivo | 3 |
| Mantenimiento Proactivo | 1 |
| Mantenimiento Correctivo | 4 |

Responda sí o no, según sea el caso.

| | si | no |
|--|--------------------------|-------------------------------------|
| Existen formatos para solicitar un servicio o intervención a los equipos | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Existen listados de equipos de la empresa? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Se realiza análisis de costos de equipos? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Se realiza análisis de seguridad en la operación de equipos? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Se realiza análisis de seguridad en actividades de mantenimiento? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Se realiza análisis de afectación al medio ambiente? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Se realiza algún tipo de análisis a los equipos? Cual? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Existe algún plan o procedimiento para intervenir los equipos | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Se tiene alguna estrategia de administración del mantenimiento? Cual? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Se utilizan indicadores de gestión para la administración del mantenimiento? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Se tiene establecida alguna metodología para el análisis de fallas? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Se realizan inspecciones periódicas en maquinaria y equipos? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Como registran los resultados de las inspecciones realizadas?

| | <i>si</i> | <i>no</i> |
|-------------------------------------|-----------|-----------|
| Listas de chequeo | N | A |
| Directamente en un software | N | A |
| Formatos de inspección | N | A |
| Una hoja sin formato | N | A |
| <i>Fichas técnicas del equipo</i> | N | A |
| <i>Ordenes de trabajo</i> | | |
| <i>Informes de mantenimiento</i> | N | A |
| <i>Actividades de mantenimiento</i> | | |
| <i>Formatos de inspección</i> | N | A |
| <i>Fichas de lubricación</i> | N | A |

PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO

**Quien realiza la programación de los mantenimientos?
(enumere de 1 a 5, siendo 5 quien más interviene en los programas de mantenimiento y 1 quien menos)**

| | |
|---|----------|
| <i>Jefe de mantenimiento</i> | 1 |
| <i>Jefe de producción</i> | 2 |
| <i>Jefe mantenimiento y jefe producción</i> | 3 |
| <i>Administrador</i> | 5 |
| <i>encargado de mantenimiento (mecánico, electricista)</i> | 4 |

Se tienen en cuenta alguno o algunos de estos aspectos en la planeación del mantenimiento?

| | <i>si</i> | <i>no</i> |
|---|-----------|-----------|
| <i>Recomendaciones del fabricante</i> | | X |
| <i>Según hoja de vida del equipo</i> | | X |
| <i>Según Inspecciones realizadas</i> | | X |
| <i>Según la criticidad de la máquina</i> | | X |
| <i>De acuerdo a las órdenes de producción</i> | | X |
| <i>Tiempos de intervención.</i> | | X |
| <i>Calidad</i> | | X |
| <i>Costo</i> | | X |
| <i>Disponibilidad</i> | | X |
| <i>Seguridad de operación</i> | | X |

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

| | | |
|---|--|------------|
| <i>Seguridad en actividades de mantenimiento</i> | | X |
| <i>Se realiza un seguimiento a la programación de las actividades de mantenimiento?</i> | | X |
| <i>Como se mide este seguimiento y cuál es la meta?</i> | | N/A |
| <i>Se tiene establecido un presupuesto de mantenimiento?</i> | | X |

En qué orden se utilizan los siguientes aspectos para elaborar un presupuesto de mantenimiento?

(Enumere de 1 a 7, siendo 7 el aspecto que más se tiene en cuenta y 1 el que menos)

| | |
|--|------------|
| <i>ventas</i> | N/A |
| <i>costos de producción</i> | N/A |
| <i>inversiones</i> | N/A |
| <i>valor de las instalaciones</i> | N/A |
| <i>Costo de mantenimiento por vida útil del activo</i> | N/A |
| <i>Histórico ajustado</i> | N/A |
| <i>Conocimiento (Experiencia)</i> | N/A |

Quien realiza el presupuesto de mantenimiento de la empresa?

Marque con un (X)

| | |
|---------------------------------|----------|
| <i>Mantenimiento</i> | |
| <i>Producción – operaciones</i> | |
| <i>Área financiera</i> | X |
| <i>Gerencia</i> | X |
| <i>Grupo interdisciplinario</i> | |

Cuál es el costo promedio invertido en mantenimiento al mes?

Marque con una (X)

| | |
|---|----------|
| <i>menos de \$20'000.000</i> | X |
| <i>Entre \$21'000.000 y \$50'000.000</i> | |
| <i>Entre \$51'000.000 y \$150'000.000</i> | |
| <i>Entre \$151'000.000 y \$499'000.00</i> | |
| <i>Más de \$500'000.00</i> | |
| <i>Se desconocen</i> | X |

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

| | <i>si</i> | <i>no</i> |
|---|-----------|-----------|
| <i>Se han cuantificado los costos de mantenimiento en el caso de un paro de maquinaria?</i> | | X |
| <i>Si contestó si, a cuánto equivalen? Y en qué equipo?</i> | | |

Quien realiza el mantenimiento preventivo de la empresa?

Marque con una (X)

| | |
|-------------------------------|----------|
| <i>Personal de la empresa</i> | X |
| <i>Contratistas</i> | X |

| | <i>si</i> | <i>no</i> |
|--|-----------|-----------|
| <i>Se tiene un programa de uso racional de energía en la planta?</i> | | X |

Si la respuesta es sí, en cuál de estos aspectos se viene trabajando?

(Marque con un (X))

| | |
|--------------------------|------------|
| <i>Energía eléctrica</i> | N/A |
| <i>Vapor</i> | N/A |
| <i>Aire</i> | N/A |
| <i>Agua</i> | N/A |
| <i>Otro. Cuál?</i> | |

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS PARA MANTENIMIENTO

| | <i>si</i> | <i>no</i> |
|--|-----------|-----------|
| <i>Se tiene definido un listado de herramienta para las actividades de mantenimiento?</i> | | X |
| <i>Se tiene definido un listado de equipos auxiliares para las actividades de mantenimiento?</i> | | X |
| <i>Existe un inventario de herramienta y equipos básicos?</i> | | X |
| <i>Existe un inventario de herramienta y equipos especializados?</i> | | X |
| <i>Existe una valoración y presupuesto de las herramientas y equipos?</i> | | X |
| <i>Existe manejo de herramientas y equipos controlado?</i> | | X |
| <i>Existe control de préstamo de herramientas y equipos?</i> | | X |
| <i>Se tienen establecidas las herramientas y equipos por cada tipo de trabajo o actividad?</i> | | X |
| <i>Se tiene definido la cantidad de herramientas y equipos requerida para los trabajos de mantenimiento?</i> | | X |

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

Tiene recopilada la siguiente información de equipos?

| | <i>si</i> | <i>no</i> |
|---|-----------|-----------|
| <i>Información básica técnica</i> | | X |
| <i>Despieces (repuestos / partes)</i> | | X |
| <i>Atributos ó características de máquina</i> | | X |
| <i>Codificación de los equipos</i> | | X |

| | <i>si</i> | <i>no</i> |
|---|-----------|-----------|
| <i>Se cuenta con planos y catálogos de las maquinas?</i> | | X |

Si la respuesta fue si:

| | <i>si</i> | <i>no</i> |
|--|-----------|------------|
| <i>Están clasificados los catálogos y planos</i> | | N/A |
| <i>Están organizados los catálogos y Planos</i> | | N/A |
| <i>Están actualizados los catálogos y Planos</i> | | N/A |
| <i>Están bien almacenados los catálogos y Planos</i> | | N/A |

FORMACION PERSONAL

| | <i>si</i> | <i>no</i> |
|--|-----------|-----------|
| <i>La empresa cuenta con programas de capacitación en mantenimiento?</i> | | X |
| <i>Existe un programa de formación definido y funcionando?</i> | | X |
| <i>Alguna vez la empresa ofrece permite la capacitación del personal en cursos ofrecidos por firmas o proveedores?</i> | | X |
| <i>Por alguna razón el personal no asiste a capacitaciones?</i> | X | |

En qué aspectos se fundamenta el plan de capacitación?

| | <i>si</i> | <i>no</i> |
|---|-----------|-----------|
| <i>Formación del personal</i> | X | |
| <i>Necesidades de producción</i> | X | |
| <i>Cumplimiento de horas de capacitación obligatorias por ley</i> | | X |
| <i>Por iniciativa propia de la empresa en sus políticas</i> | | X |

| | <i>si</i> | <i>no</i> |
|--|-----------|-----------|
| <i>En los diferentes cargos de la empresa, existe la posibilidad de ascenso?</i> | X | |
| <i>Existe un plan de formación para el personal de mantenimiento?</i> | | X |
| <i>Se certifican los oficios?</i> | | X |
| <i>Se evalúa efectivamente el adiestramiento?</i> | | X |

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

| | | |
|---|----------|----------|
| Se están midiendo los efectos de la educación y el adiestramiento? | | X |
| Si se certifican los oficios, a la fecha cuantos han sido certificados? | N | A |
| Cuántos ascensos se han dado al interior de la empresa como producto del desarrollo de carrera? | N | A |

INVENTARIOS

| | <i>si</i> | <i>no</i> |
|---|-----------|-----------|
| <i>Están codificados los repuestos?</i> | | X |
| <i>Están recopilados los repuestos para reemplazos programados?</i> | | X |
| <i>Está recopilados los repuestos para mantenimiento sistemático?</i> | | X |
| <i>Se conoce el consumo histórico de repuestos global?</i> | | X |
| <i>Se conoce el consumo histórico de repuestos por equipo?</i> | | X |
| <i>Se conoce el consumo histórico de repuestos por causa de falla?</i> | | X |
| <i>Se conoce el valor actual de los repuestos?</i> | | X |
| <i>Se trabaja en el que pedir, cuando pedir y cuanto pedir para el manejo de inventarios?</i> | | X |

Quien realiza el que pedir, cuando pedir y cuanto pedir para el manejo de inventarios?

Marque con una (X)

| | |
|-----------------------------------|----------|
| <i>Administrador</i> | X |
| <i>jefe de mantenimiento</i> | |
| <i>Encargado de mantenimiento</i> | X |

Como se realiza y controla el presupuesto para los inventarios de mantenimiento?

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

En qué orden se toman los siguientes criterios para definir estos requerimientos?

(enumere de 1 a 4, siendo 4 el más importante y 1 el menos importante)

| | |
|---------------------------------------|----------|
| <i>Costos</i> | 1 |
| <i>Criticidad</i> | 4 |
| <i>Recomendaciones del fabricante</i> | 3 |
| <i>Historia de las máquinas</i> | 2 |

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

En qué orden es tomada en cuenta la gestión de planeación de la demanda de repuestos?

(Enumere de 1 a 4, siendo 4 la opción que más es tomada en cuenta y 1 la que menos en cuenta se tiene)

| | |
|---|----------|
| <i>Programas de mantenimiento Anuales</i> | 1 |
| <i>Programas de mantenimiento Semestrales</i> | 3 |
| <i>Programas de mantenimiento Mensuales</i> | 2 |
| <i>Mantenimientos correctivos</i> | 4 |

INFORMATIZACION DEL MANTENIMIENTO

| | <i>si</i> | <i>no</i> |
|---|-----------|-----------|
| La empresa dispone de algún Software para la administración del mantenimiento? | | X |

En caso de que exista, este es administrado en?

| | <i>N</i> | <i>A</i> |
|--|----------|----------|
| <i>Computador Central</i> | N | A |
| <i>tabletas o PCs en sitio</i> | N | A |
| <i>Compañías Externas especializadas</i> | N | A |

| | <i>si</i> | <i>no</i> |
|---|-----------|-----------|
| La empresa dispone de algún programa informático para la administración del mantenimiento? | | X |

Los programas informáticos, han sido principalmente?

| | <i>si</i> | <i>no</i> |
|---|-----------|-----------|
| <i>Preparados por personal de la empresa</i> | N | A |
| <i>Programas comerciales</i> | N | A |
| <i>Programa hecho a medida por especialista</i> | N | A |

En qué orden es utilizada la información que arroja el programa?

(enumere de 1 a 7, siendo 7 la opción más utilizada y 1 la menos utilizada)

| | <i>N/A</i> |
|----------------------------------|------------|
| <i>Planeación de actividades</i> | N/A |
| <i>Datos técnicos</i> | N/A |
| <i>Historia de los equipos</i> | N/A |
| <i>Análisis de fallas</i> | N/A |
| <i>Costos del mantenimiento</i> | N/A |
| <i>Indicadores de gestión</i> | N/A |
| <i>Programación de personal</i> | N/A |

| | | | |
|--|-----------------------------------|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

| | | |
|--|-----------------|-----------------|
| | <i>si</i> | <i>no</i> |
| <i>Es totalmente confiable la informacion del programa?</i> | <i>N</i> | <i>A</i> |

Cuanto tiempo tarde en Generar cualquier reporte solicitado para su análisis?

(marque con X)

| | |
|----------------|-------------------|
| <i>Minutos</i> | <i>N/A</i> |
| <i>Horas</i> | <i>N/A</i> |
| <i>Días</i> | <i>N/A</i> |
| <i>Semanas</i> | <i>N/A</i> |
| <i>Meses</i> | <i>N/A</i> |

| | | |
|--|-----------------|-----------------|
| | <i>si</i> | <i>no</i> |
| <i>Se tiene definido un plan de mejoramiento para mantenimiento y producción?</i> | <i>N</i> | <i>A</i> |
| <i>Está sistematizado el plan de mejoramiento?</i> | <i>N</i> | <i>A</i> |
| <i>Es socializado el plan de mejoramiento al personal de la empresa?</i> | <i>N</i> | <i>A</i> |

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

13.3. ANEXO 3. FORMATO FICHA TÉCNICA

| | | | |
|---|---------------------------------------|---|---|
|  | | FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPOS N° ARRO2015-001 formato: ARRO2015-002 | |
| TIPO DE DOCUMENTO: | FORMATO | CODIGO: ARRO2015-002 | |
| NOMBRE: | FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPOS | VERSIÓN:01 | |
| RESPONSABILIDAD DE IMPLEMENTACION | DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO | Página: 1 de 1 | |
| NOMBRE DEL EQUIPO O MAQUINARIA: | | | |
| DESCRIPCION: | | | |
| RESPONSABLE DEL EQUIPO: | | | |
| CÓDIGO: | MARCA: | VOLTAJE: | |
| UBICACIÓN: | REFERENCIA: | N° DE SERIE: | |
| | FACTURA: | AÑO DE ADQUISICION / DD / AA | |
| CUENTA CON GARANTIA: | SI <input type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> | UBICACIÓN DEL MANUAL <input type="text"/> |
| CARACTERISTICAS GENERALES DEL EQUIPO | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| REQUERIMIENTOS ESPECIFICOS DE INSTALACION Y OPERACIÓN | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---------|----------------|---------------|---------------|
| | ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROVADO POR: |
| NOMBRES | _____ | _____ | _____ |
| FECHA | _____ | _____ | _____ |

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

13.4. ANEXO 4. FORMATO ORDEN DE TRABAJO

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------------|------------|------------------------------|----------------------|--|
|  | | | | | | ORDEN DE TRABAJO N° ARRO2015-001 formato: ARRO2015-003 |
| TIPO DE DOCUMENTO: | | FORMATO | | | CODIGO: ARRO2015-003 | |
| NOMBRE: | | ORDEN DE TRABAJO | | | VERSIÓN:01 | |
| RESPONSABILIDAD DE IMPLEMENTACION: | | DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO | | | Página: 1 de 1 | |
| NOMBRE DEL EQUIPO O MAQUINARIA: | | CODIGO: | | FECHA: | | |
| UBICACIÓN DEL EQUIPO: | | ZONA: | | FOLIO: | | |
| DEPARTAMENTO QUE SOLICITA: | | NOMBRE DEL SOLICITANTE: | | | | |
| ENCARGADO DE DEPARTAMENTO: | | FIRMA DEL SOLICITANTE: | | | | |
| DEPARTAMENTO QUE EJECUTA LA ORDEN: | | NOMBRE DE QUIEN EJECUTA: | | | | |
| ENCARGADO DE DEPARTAMENTO: | | FIRMA DE QUIEN EJECUTA: | | | | |
| FECHA DE RECIBO DE LA ORDEN: | DD/MM/AAAA | FECHA DE RECIBO DEL EQUIPO: | DD/MM/AAAA | FECHA DE ENTREGA DEL EQUIPO: | DD/MM/AAAA | |
| DESCRIPCION DE LA ORDEN | | | | | | |
| | DESCRIPCION DEL MANTENIMIENTO | AVERIA O DAÑO ENCONTRADO | REPUESTOS | RESPONSABLE MITTO. | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| FECHA | OBSERVACIONES SOBRE EL ESTADO DE LA MAQUINARIA O EQUIPO | | | | RESPONSABLE MITTO. | |
| MM / DD / AA | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROVADO POR:

NOMBRES

FECHA

| | | | |
|--|--|---------|------------|
|  Institución Universitaria | INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO | Código | FDE 089 |
| | | Versión | 03 |
| | | Fecha | 2015-01-27 |

13.5. ANEXO 5. FORMATO SOLICITUD DE MANTENIMIENTO

| | | | |
|---|--|--|------------|
|  | | ORDEN DE TRABAJO Nº ARRO2015-001 formato: ARRO2015-005 | |
| TIPO DE DOCUMENTO: | FORMATO | CODIGO: ARRO2015-005 | |
| NOMBRE: | SOLICITUD DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO | VERSIÓN:01 | |
| RESPONSABILIDAD DE IMPLEMENTACION: | DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO | Página: 1 de 1 | |
| NOMBRE DEL EQUIPO O MAQUINARIA: | | CODIGO: | FECHA: |
| UBICACIÓN DEL EQUIPO: | | ZONA: | FOLIO: |
| DEPARTAMENTO QUE SOLICITA: | | NOMBRE DEL SOLICITANTE: | |
| ENCARGADO DE DEPARTAMENTO: | | FIRMA DEL SOLICITANTE: | |
| DEPARTAMENTO QUE EJECUTA LA SOLICITUD: | | NOMBRE DE QUIEN EJECUTA: | |
| ENCARGADO DE DEPARTAMENTO: | | FIRMA DE QUIEN EJECUTA: | |
| FECHA DE RECIBO DE LA SOLICITUD: | DD/MM/AAAA | FECHA DE RECIBO DEL EQUIPO: | DD/MM/AAAA |
| | | FECHA DE ENTREGA DEL EQUIPO: | DD/MM/AAAA |
| TIPO DE SERVICIO | DESCRIPCION DE LA SOLICITUD | | |
| LIMPIEZA | | | |
| AJUSTE | | | |
| REVISION | | | |
| LUBRICACION | | | |
| DESMONTAJE | | | |
| REPARACION | | | |
| ADECUACION | | | |
| REFORMA | | | |
| PINTURA | | | |
| OBSERVACIONES | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROVADO POR:

NOMBRES

FECHA

FIRMA ESTUDIANTES 





FIRMA ASESOR 

FECHA ENTREGA: _Enero 11 de 2017_

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO___ ACEPTADO___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES___

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____