



Universidad
Industrial de
Santander

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA
PLASTIBARRANCA S.A. Y DESARROLLO DE SU SISTEMA DE
INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO**

KELVIN ANDRES BAYONA SOLANO

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

2017

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA
PLASTIBARRANCA S.A. Y DESARROLLO DE SU SISTEMA DE
INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO**

KELVIN ANDRES BAYONA SOLANO

Proyecto de Grado para optar al título de Ingeniero Mecánico

Director

CARLOS BORRAS PINILLA

Ingeniero Mecánico

Codirector

DIEGO ARMANDO SÁNCHEZ REYES

Ingeniero mecánico

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

2017

DEDICATORIA

*A Dios, por ser la Luz que guía mi camino
Por acompañarme en cada momento de mi vida,
Porque me cuida, protege y me ama Como solo lo hace un Padre con su Hijo.*

*A mis padres, consuelo y marcos, por ser el ejemplo de mi vida
Porque me enseñaron los principios necesarios,
que con esfuerzo y paciencia todo se puede, los amo.*

*A mis abuelos, que sus recuerdos fueron el motor para nunca desfallecer, Por sus sabios y
amorosos consejos.*

*A mis hermanos, marcos y tito, por ser mis compañeros en tantas noches de estudio y Por
Compartir tantos momentos alegres, Porque ha sido la mejor compañía de mi infancia.*

A homero mi fiel amigo que siempre me recibía moviendo su cola en las noches cuando llegaba.

*A los profesores de la escuela de Ingeniería Mecánica quienes me han aportado todos los
conocimientos profesionales y personales para llegar a finalizar esta gran meta.*

A la señora Lucy por su motivación diaria, nunca me dejo desfallecer.

*A mis amigos, por cada uno de los momentos que compartimos Por sus sonrisas en los momentos
felices y por su apoyo en los momentos difíciles.*

KELVIN ANDRES BAYONA SOLANO

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece de manera especial y sincera a las personas que de forma desinteresada colaboraron con el desarrollo de este proyecto.

A Carlos Borrás Pinilla, Ing. Mecánico y director del proyecto, por su oportuna colaboración y apoyo en la planeación y desarrollo de este proyecto.

A el ingeniero Diego Armando Sánchez Reyes por su colaboración profesional y apoyo en la codirección y desarrollo del presente proyecto.

A los dueños y personal de la empresa Plastibarranca por su colaboración técnica y profesional.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. LA EMPRESA	16
1.1 HISTORIA	16
1.2 UBICACIÓN	16
1.3 MISIÓN	18
1.4 VISIÓN	18
1.5 PRODUCTOS	18
1.6 PROCESOS	19
1.6.1 Proceso de extrusión	20
1.6.2 Proceso de impresión	20
1.6.3 Proceso de sellado	21
2. OBJETIVOS	22
2.1 OBJETIVO GENERAL	22
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
3. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO	23
3.1 DEFINICION DEL MANTENIMIENTO	23
3.2 PROPÓSITO DEL MANTENIMIENTO	24
3.3 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	24
3.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO	25
3.4.1 Mantenimiento correctivo	25
3.4.2 Mantenimiento preventivo	26
3.4.3 Mantenimiento predictivo	28
3.4.4 Mantenimiento cero horas (Overhaul)	29
3.4.5 Mantenimiento en uso	29
3.5 CRITICIDAD	29
4. EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO	32
4.1 MODELO DE AUDITORIA	32
4.2 PROCESO DE EVALUACIÓN Y PONDERACIÓN DE RESULTADOS	35
4.3 PROCESO DE AUDITORÍA	36
4.3.1 Reconocimiento del lugar	36
4.3.2 Entrevistas	36
4.3.3 Recolección de datos	37
4.3.4 Sistema de mantenimiento	37
4.3.5 Compilación y análisis	37
4.3.6 Implementación de la auditoria	37

4.4 RESULTADOS DE LA AUDITORÍA	44
4.4.1 Criticidad en las rutas de inspección	44
4.4.2 Manejo de información sobre los equipos	45
4.4.3 Estado del mantenimiento actual	46
4.4.4 Antecedentes de costos de mantenimiento	47
4.4.5 Efectividad del mantenimiento actual	48
4.4.6 Conclusiones	48
5. INVENTARIO Y CODIFICACION DE LOS EQUIPOS	50
5.1 CODIFICACIÓN	50
5.2 INVENTARIO	53
5.2.1 Inventario de repuestos	53
6. ANALISIS DE CRITICIDAD	55
6.1 APLICACIÓN DEL ANALISIS DE CRITICIDAD EN LA EMPRESA	55
6.2 LISTADO DE EQUIPOS	55
6.3 RECOLECCIÓN DE DATOS	55
6.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	58
6.5 CONCLUSIÓN	58
7. DOCUMENTACION DE LA INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO	59
7.1 HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS	59
7.2 ORDEN DE TRABAJO	60
7.3 FICHA TECNICA	61
8. PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	63
8.1 DESCOMPOSICIÓN DE EQUIPOS POR PARTES	64
8.2 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y SUS FRECUENCIAS	64
8.3 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO	68
8.4 CHECK LIST	70
8.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EQUIPOS NO CRÍTICOS	71
8.6 INDICADOR DE GESTIÓN	71
9. SISTEMA DE INFORMACION Y CAPACITACIÓN	73
9.1 LENGUAJE DE PROGRAMACION	74
9.2 INGRESO AL PROGRAMA	74
9.3 ANALISIS DETALLADO DE LOS MODULOS DEL PROGRAMA	75
9.3.1 Usuarios	75
9.3.2 Inventarios	76
9.3.3 Biblioteca técnica	77
9.3.4 Orden de trabajo	79
9.3.5 Rutinas y hojas de vida de equipos	80
9.3.7 Alarmas	81
9.4 CAPACITACIÓN	81

10. VIABILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	82
11. CONCLUSIONES	84
12. RECOMENDACIONES	86
BIBLIOGRAFÍA	87
ANEXOS	88

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Logotipo de la empresa	16
Figura 2. Fachada exterior	17
Figura 3. Mapa de ubicación	17
Figura 4. Presentación de productos	19
Figura 5. Productos de inyección	19
Figura 6. Proceso de extrusión	20
Figura 7. Proceso de impresión	20
Figura 8. Proceso de sellado	21
Figura 9. Aspectos considerados en el modelo de la auditoria	33
Figura 10. Grafico rutas de inspección	44
Figura 11. Grafico manejo de información de los equipos	45
Figura 12. Gráfico mantenimiento actual	46
Figura 13. Grafico costos de mantenimiento	47
Figura 14. Grafico efectividad mantenimiento actual	48
Figura 15. Resultado total de la auditoria	49
Figura 16. Diseño codificación	50
Figura 17: Distribución de áreas	51
Figura 18. Diagrama de flujo plan maestro	63
Figura 19. Sistema de información	73
Figura 20. Ingreso al programa	74
Figura 21. Módulo usuarios sección registro de personal	75
Figura 22. Módulo inventarios	76
Figura 23. Tabla de herramientas	77
Figura 24. Módulo fichas técnicas	78
Figura 25. Tabla fichas técnicas	78
Figura 26. Módulo orden de trabajo	79
Figura 27. Módulo rutinas y hojas de vida de equipos	80
Figura 28. Módulo alarmas	81

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Criterios de evaluación de los aspectos de la auditoria	36
Tabla 2. Identificación y configuración de la empresa	38
Tabla 3. Criticidad de las rutas de inspección	39
Tabla 4. Manejo de la información sobre los equipos	40
Tabla 5. Estado del mantenimiento actual	41
Tabla 6. Antecedentes de costos de mantenimiento	42
Tabla 7. Efectividad del mantenimiento actual	43
Tabla 8. Resultados rutas de inspección	44
Tabla 9. Resultados manejo de información de los equipos	45
Tabla 10. Resultado mantenimiento actual	46
Tabla 11. Resultados costos de mantenimiento	47
Tabla 12. Resultados efectividad del mantenimiento actual	48
Tabla 13. Codificación de equipos	52
Tabla 14. Inventario de repuestos	54
Tabla 15. Encuesta análisis de criticidad	57
Tabla 16. Resultados análisis de criticidad	58
Tabla 17. Formato hoja de vida de los equipos	60
Tabla 18. Orden de trabajo	61
Tabla 19. Ficha técnica	62
Tabla 20. Fallas motores eléctricos	65
Tabla 21. Cronograma de actividades para la 05DIB01	69
Tabla 22. Lista de chequeo troqueladora 05DIB01	70
Tabla 23. Inversión para la implementación del sistema de información	82
Tabla 24. Análisis de inversión	83

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Fichas técnicas de los equipos	88
Anexo B. Cronogramas de mantenimiento	107
Anexo C. Listas de chequeo equipos no críticos	114
Anexo D. Manuales de mantenimiento preventivo	118

RESUMEN

TÍTULO: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA PLASTIBARRANCA S.A. Y DESARROLLO DE SU SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO*

AUTOR: KELVIN ANDRES BAYONA SOLANO**

PALABRAS CLAVES: Programa, Mantenimiento, Preventivo, Plástico, Plastibarranca.

DESCRIPCIÓN: El presente proyecto de grado tiene como objetivo principal diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa PLASTIBARRANCA S.A. Junto con la ayuda de un sistema de información que permita hacer las labores de mantenimiento más eficientes en la empresa. Con lo anterior, se pretende que la productividad de los equipos en la empresa aumente, con lo que ésta podrá ser más competitiva en el mercado nacional e internacional.

Como primera medida fue necesario realizar una auditoría a la empresa en busca del tipo de mantenimiento aplicado, su estado actual y su efectividad, con lo que se logró identificar los principales aspectos que estaban fallando y así enfocar las mejoras a implementar. Sumado a lo anterior, se realizó un inventario de equipos y repuestos, codificación de los equipos involucrados con los procesos productivos, así como diseñar y establecer las hojas de vida de cada uno de ellos, junto con el formato de órdenes de trabajo a realizar a cada equipo, sus fichas técnicas, tareas programadas de mantenimiento preventivo, y las listas de chequeo diario correspondientes.

Con la información recopilada se hizo un análisis de criticidad y se creó un sistema de información para la gestión y administración del mantenimiento, sistema el cual permitirá mostrar las fichas mencionadas, tiempos y hará más eficaz las labores de este departamento.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director: Ing. Mecánico Carlos Borrás Pinilla. Codirector: Ing. Mecánico Diego Armando Sánchez Reyes.

ABSTRACT

TITLE: PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR THE COMPANY PLASTIBARRANCA S.A. AND DEVELOPMENT OF ITS INFORMATION SYSTEM FOR MAINTENANCE MANAGEMENT*

AUTHOR: KELVIN ANDRES BAYONA SOLANO**

KEY WORDS: Software, Maintenance, Preventive, Plastic, Plastibarranca.

SUMMARY: This degree project's main objective is to design a preventive maintenance plan for the company PLASTIBARRANCA S.A. Along with the help of an information system that would enable the more efficient maintenance work in the company. With this, it is intended that the productivity of equipment in the company increases, so that it can be more competitive in the domestic and international markets.

As a first step it was necessary to audit the company in search of the rate applied maintenance, its current status and its effectiveness, so that it was possible to identify the main issues that were failing and thus focus on improvements to implement. Added to the above, an inventory of the equipment and spare parts, coding equipment involved in production processes took place, as well as design and establish the resumes of each of them, along with the format work orders to perform each team, their technical specifications, scheduled preventive maintenance tasks, and the corresponding daily check lists.

With the information gathered was an analysis of criticality and an information system for management and maintenance management system which allows display the tabs above, times and make more effective the work of this department it was created.

* Degree Work

** Physic Mechanical Faculty of Engineering, School of Mechanical Engineering, Director: Mechanical Engineer Carlos Borrás Pinilla. Mechanical Engineer Diego Armando Sánchez Reyes.

INTRODUCCIÓN

A la actualidad, el mantenimiento ha evolucionado enormemente dentro de las industrias, debido a el acelerado desarrollo tecnológico de los equipos de control y medida. La empresa PLASTIBARRANCA no está exenta de estos avances y en interés de satisfacer a sus clientes y mejorar la calidad de sus productos, ha decidido enfocarse en el diseño de un plan de mantenimiento preventivo en su planta, gestionado con ayuda de un sistema de información computarizado.

PLASTIBARRANCA S.A. es una empresa familiar de actividad económica manufacturera, que presta sus servicios principalmente al sector de los plásticos, mediante la fabricación de diferentes tipos de bolsas y accesorios plásticos como manijas, grapas y recipientes. La empresa actualmente realiza en mayoría mantenimiento correctivo de su maquinaria, con lo cual se generan gastos innecesarios y tiempos muertos no esperados.

Debido a esta problemática, con este proyecto de grado, se plantea la necesidad de realizar un plan de mantenimiento preventivo como una herramienta de ayuda para lograr mayor productividad y menos tiempos muertos resultando así menores costos de producción.

1. LA EMPRESA

1.1 HISTORIA

Figura 1. Logotipo de la empresa



Fuente: La empresa

PLASTIBARRANCA S.A. cuenta con el respaldo de más de 40 años en el mercado que la ubica como pionera y líder en la Industria del plástico en Santander en la producción y comercialización de rollos y bolsas de polietileno en alta y baja densidad y polipropileno con o sin impresión. A causa de su constante crecimiento se trasladó de la ciudad de Barrancabermeja al Municipio de Piedecuesta en 1999, donde funciona la planta actualmente. La empresa cuenta con una amplia planta de producción dotada de maquinaria de alta tecnología y un equipo humano calificado. La planta de producción cuenta con máquinas extrusoras de polietileno de alta y baja densidad, impresoras flexográficas y máquinas de sellado automáticas, que le permiten fabricar productos acordes a las necesidades de sus clientes y con una excelente calidad.

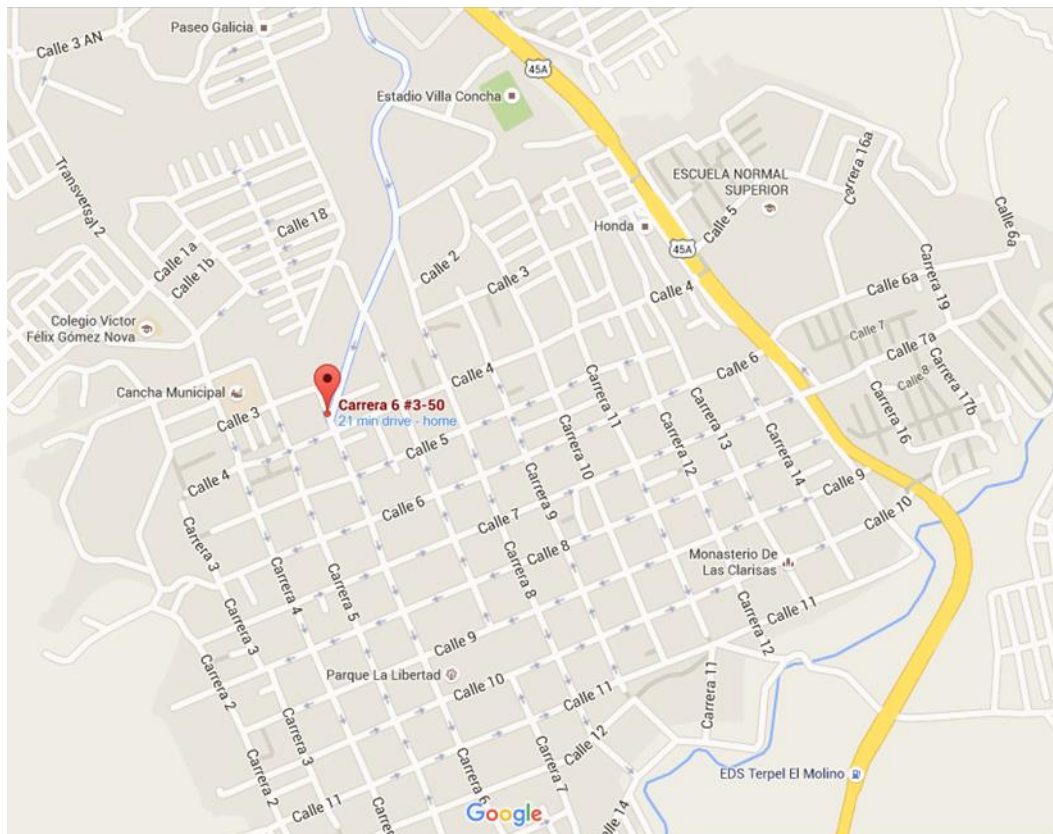
1.2 UBICACIÓN

La empresa está ubicada en el municipio de Piedecuesta, específicamente en la Carrera 6 # 3 - 50, como se puede apreciar en las siguientes figuras:

Figura 2. Fachada exterior



Figura 3. Mapa de ubicación



Fuente: Google maps 2016 Disponible en internet: <<https://www.google.es/maps>>

1.3 MISIÓN

Somos una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de rollos y bolsas en polietileno de alta y baja densidad y polipropileno, mediante el uso de maquinaria adecuada, el mejoramiento continuo de los procesos y el esfuerzo de un talento humano comprometido, buscando siempre la satisfacción del cliente.

1.4 VISIÓN

En el 2015 llegar a duplicar la capacidad de producción actual mediante la adquisición de maquinaria y tecnología de avanzada, el incremento de la planta de personal y la estructuración de todos los departamentos de la empresa con el fin de afianzarnos en el mercado nacional e incursionar en el mercado internacional.

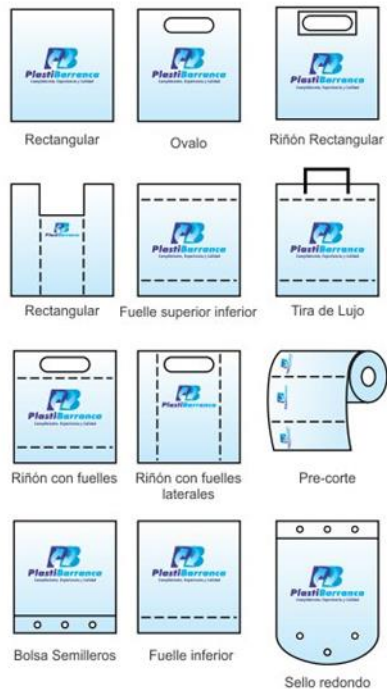
1.5 PRODUCTOS

La empresa está en la capacidad de producir empaques acordes a las necesidades específicas de sus productos, en tamaño, calibre e impresión con materias primas originales de la mejor calidad. Estos empaques pueden ser bolsas de baja densidad, bolsas de alta densidad y bolsas de polipropileno.

Ofrece productos de inyección a base de polietileno y polipropileno como:

- Manija de Ovalo o Riñon.
- Manija de Aro.
- Manija de Broche.
- Grapas.
- Recipiente de Orina.
- Recipiente Coprológico.

Figura 4. Presentación de productos



Fuente: La empresa

Figura 5. Productos de inyección



Fuente: La empresa

1.6 PROCESOS

Los procesos recurrentes en la manufactura de los productos anteriormente mencionados son:

1.6.1 Proceso de extrusión. Fabrica rollos tubular y láminas en diferentes calibres y medidas desde 10 centímetros hasta 1.20 metros de ancho a base de materias primas de excelente calidad y aditivos para darle mayor resistencia y flexibilidad.

Figura 6. Proceso de extrusión



1.6.2 Proceso de impresión. La empresa cuenta con una impresora flexografica hasta 6 tintas directas; maneja tintas de alta definición. Imprime en polietileno de alta y baja densidad, y en polipropileno Mono-Orientado y Bio-Orientado.

Figura 7. Proceso de impresión



1.6.3 Proceso de sellado. Selladoras automáticas de alto rendimiento las cuales garantizan un excelente sellado adicional, con diferentes tipos de sellado:

- Lateral fondo
- Ovalo
- Circular para pollos
- Franela
- Solapa

Figura 8. Proceso de sellado



2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Colaborar junto con la Universidad Industrial de Santander en el cumplimiento de su misión de formar personas de alta calidad profesional; en la generación y adecuación de conocimientos; y en la búsqueda de contribuir con el progreso de la industria local, mediante el desarrollo del presente plan de mantenimiento preventivo en la empresa PLASTIBARRANCA S.A., ubicada en el municipio de Piedecuesta.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una auditoría y diagnóstico, recopilando la información necesaria que dé a conocer de forma detallada cómo se gestiona actualmente el mantenimiento dentro de la empresa.
- Realizar el inventario de los activos y su codificación para la generación de una base de datos bajo la norma ISO 14224.
- Determinar los equipos críticos dentro de la empresa, mediante un análisis de criticidad basado en factores ponderados.
- Generar la información de documentación del mantenimiento; hoja de vida de equipos, fichas técnicas, y órdenes de trabajo.
- Generar el plan maestro de mantenimiento preventivo; planeación y programación del mantenimiento en equipos críticos.
- Desarrollar un sistema de información para la gestión del mantenimiento de la empresa, utilizando la herramienta ofimática Microsoft Access.
- Analizar la relación costo-beneficio de la futura implementación del presente plan de mantenimiento dentro de la empresa.

3. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO

3.1 DEFINICION DEL MANTENIMIENTO

Se entiende por mantenimiento como la función o actividad que debe realizarse en una instalación y su maquinaria, para garantizar su buen estado y funcionamiento, con el fin de corregir o prevenir fallas y permitir así el normal funcionamiento de las mismas. De esta manera podemos garantizar que la maquina se conserve y mantenga un buen desempeño dentro del proceso productivo de la empresa.

Se logra minimizar los costos de parada de equipo, los costos de operación y mantenimiento, se máxima la utilización del capital invertido en instalaciones y equipos, aumentando así su vida útil y sumado a lo anterior se garantiza la seguridad industrial.

El mantenimiento se puede dividir en los siguientes grupos:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento cero horas (Overhaul)
- Mantenimiento en uso

Los dos últimos tipos de mantenimiento fueron establecidos mucho después de la jerarquización que se había dado inicialmente (preventivo, correctivo, predictivo), pero su labor resulto igual de imprescindible al momento de realizar una buena gestión de mantenimiento.

3.2 PROPÓSITO DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento es la forma como una empresa mantiene operable su maquinaria sin dejar de lado la eficiencia y la eficacia de cada una, además de no afectar la calidad de los productos ni incurrir en un aumento de los costos, los propósitos fundamentales que se deben seguir en cualquier actividad de mantenimiento son:

- Mantener la disponibilidad de los equipos.
- Restablecer la funcionalidad del equipo a condiciones determinadas.
- Disminuir los costos involucrados en el mantenimiento.
- Garantizar la confiabilidad de los equipos
- Optimizar los tiempos involucrados en el mantenimiento.
- Prolongar la vida útil de las maquinas.

3.3 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

Las estrategias de mantenimiento tuvieron sus inicios desde comienzos del siglo XIX con la revolución industrial, las primeras máquinas que se introdujeron eran de configuraciones simples, pero bastante robustas. El surgimiento de esta etapa dio pauta para que se empezara a hablar de las consecuencias que tenía una empresa por fallas o paradas tanto a nivel económico (costos), productivo y competitivo.

En sus inicios todas las tareas encaminadas a arreglar y reparar el funcionamiento de las maquinas fue llamado “ENTRETENIMIENTO”, pero a medida que fue evolucionando se cambió a “MANTENIMIENTO”, el cual ya abarcaba funciones como prevenir, corregir y revisar los equipos con el fin de minimizar los costos involucrados².

² ROS MORENO, Antonio. Historia y evolución del mantenimiento Disponible en internet: <<http://www.mailxmail.com/curso-mantenimiento-industrial-1-3/mantenimiento-industrial-historia-evolucion>> [Citado 21 de Julio de 2016].

Desde la revolución industrial podemos dividir la evolución del mantenimiento a grandes rasgos en las siguientes etapas:

Hasta 1945:

- Reparación Averías
- Mantenimiento Correctivo

1945 a 1980:

- Relación entre probabilidad de fallo y edad
- Mantenimiento preventivo programado
- Sistema de planificación

1980 a 1990:

- Mantenimiento preventivo condicional
- Análisis causa efecto
- Participación de producción (TPM)

1990 al presente:

- Proceso de mantenimiento
- Calidad total
- Mantenimiento fuente de beneficio
- Compromiso de todos los departamentos
- Mantenimiento basado en riesgo (RBM)

3.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO

3.4.1 Mantenimiento correctivo. Esta estrategia se basa en realización de una intervención en la maquinaria solamente cuando se presente una falla que altere la normalidad del proceso productivo y es el primer concepto que se tuvo de lo que hoy día es el MANTENIMIENTO, en términos actuales resulta el más obsoleto de

todos, pero fue el que dio la pauta para el desarrollo, planificación e intervención directa e indispensable de la gestión de mantenimiento en los procesos productivos de una empresa.

Ventajas:

- Al no contar con una estrategia de mantenimiento establecida se cuenta con una serie de repuestos disponibles que facilitan y agilizan el proceso de rehabilitación de la maquinaria.
- Por ser un “mantenimiento de emergencia” la empresa debe contar con un personal calificado que minimice los tiempos perdidos por dicha falla y por lo general no requiere de tantos operarios para su ejecución.

Desventajas:

- Resulta prácticamente imposible detectar cuando se va a presentar una falla lo que hace perder confiabilidad en la maquinaria y genera riesgos económicos para la empresa por incumplimiento de pedidos o por altos costes en la reparación de la misma.
- No es posible determinar cuánto es el tiempo que permanecerá parada la maquinaria averiada.
- No se puede llevar certeza de la calidad de los productos después de presentada una falla, debido los tiempos de reparación son muy cortos y no permiten ajustar a la perfección las maquinas.

3.4.2 Mantenimiento preventivo. Se entiende como mantenimiento preventivo toda acción previa realizada a la maquinaria que le permita prolongar su vida útil y optimice su utilización, donde se pueda garantizar su disponibilidad (podrá funcionar en cualquier momento que se requiera), además de su confiabilidad (refiriéndose a que la maquinaria va a estar operando en un tiempo determinado sin presentar fallas) en los procesos productivos de la planta.

Se basa en estimaciones donde se aborda desde la vida útil de las maquinas hasta tiempos entre fallas esperadas, su principal fuente está dada en los catálogos de los fabricantes junto con registros hechos por los operarios en reparaciones anteriores.

Ventajas:

- Permite prolongar la vida útil de la maquinaria y optimiza su utilización.
- Reduce considerablemente las fallas imprevistas y genera confiabilidad en la maquinaria.
- Se tienen procesos estipulados hacia que parte especifica abordar de la maquinaria y su respectivo procedimiento.
- Se reducen los tiempos de paradas por fallas, así como la reducción en costos por imprevistos en la línea de producción.
- Conlleva a aumentar la disponibilidad del equipo en escalas de tiempo mayores.
- Se puede garantizar una producción con casi el mínimo de imprevistos (en cuanto a labores de mantenimiento).

Desventajas:

- Es un poco más costosa la intervención debido a que para realizar la estrategia y ponerla en funcionamiento se debe hacer una inversión.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel del mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo del mantenimiento sin mejoras substanciales en la disponibilidad.
- Se necesita colaboración de todo el personal involucrados directa o indirectamente con el área de mantenimiento.
- Las mejoras tardan un lapso de tiempo en ser evidenciadas.
- Su implementación tarde un lapso de tiempo considerable debido a los factores que intervienen.

3.4.3 Mantenimiento predictivo. Este tipo de estrategia está basada en la detección temprana de fallas que ayuden a minimizar los tiempos muertos de la maquinaria mientras se le hace la labor de mantenimiento, lo que contribuye a mejorar la vida útil de cada una de ellas.

Éste tipo de mantenimiento también es llamado “basado en la condición” y es considerado desde su concepción como un medio para optimizar el mantenimiento preventivo, ya que con él se puede determinar el momento preciso para cada intervención.

A grandes rasgos es un conjunto de técnicas instrumentadas de medida y análisis de variables para caracterizar en términos de fallos potenciales la condición operativa de los equipos productivos. Su misión principal es optimizar la fiabilidad y disponibilidad de equipos al mínimo costo³.

Ventajas:

- Permite hacer un seguimiento de los defectos involucrados en las maquinas en una línea de tiempo, lo que ayuda a llevar unos indicadores fiables que facilitan el análisis de fallas.
- Al ser un complemento del mantenimiento preventivo ayuda a prolongar la disponibilidad, confiabilidad y la productividad de la maquinaria.
- Es posible determinar de una manera precisa y fiable el estado de la maquinaria en la planta, aunque es necesario que la maquinaria esté funcionando contantemente desde su implementación.

Desventajas:

- Necesita un constante seguimiento para poder ser bien implementado, por lo que necesita más personal capacitado para ejecutarlo.

³ Mantenimiento predictivo. Disponible en internet: <<http://www.preditec.com/mantenimiento-predictivo/>> [Citado 21 de Julio de 2016].

- Debido a que es un poco más complejo, representa un costo elevado al momento de implementarlo, además para obtener resultados es necesario realizar un proceso que en capital y tiempo es muy representativo.

3.4.4 Mantenimiento cero horas (Overhaul). Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

3.4.5 Mantenimiento en uso. Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del MPT (Mantenimiento Productivo Total) ⁴.

3.5 CRITICIDAD

El análisis de criticidad es una metodología que permite jerarquizar instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de centrarse en los equipos a los cuales se les pondrá una mayor atención en el mantenimiento. La información recolectada en este análisis se utilizará para:

- Priorizar las ordenes de trabajo y mantenimiento.
- Diseñar políticas de mantenimiento hacia las áreas más críticas.

⁴ Tipos de mantenimiento. Disponible en internet: <http://www.renovetec.com/tiposdemantenimiento.html> [Citado 21 de Julio de 2016].

- Definir necesidades de mantenimiento basado en condición.
- Priorizar proyectos de inversión.
- Diseñar políticas de mantenimiento.

El objetivo del análisis es crear una estructura que facilite la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual.

Los pasos para el análisis de criticidad son:

- a. Identificación de los equipos a estudiar.
- b. Definición del alcance y objetivo del estudio.
- c. Selección del personal a entrevistar.
- d. Informar al personal sobre la importancia del estudio.
- e. Recolección y verificación de datos.
- f. Establecimiento de la lista jerarquizada de los equipos.

La condición ideal es disponer de información estadística de los equipos a evaluar lo cual permite cálculos exactos, cuando no se dispone de ello se debe recoger la información utilizando encuestas.

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

Los parámetros que se utilizan para elaborar las encuestas y las tablas de ponderación para el cálculo de la criticidad de equipos son los siguientes: frecuencia de fallas, capacidad de producción, seguridad, impacto ambiental, calidad de los productos, costos de reparación y tiempo promedio para reparar.

Emprender un análisis de criticidad tiene su máxima aplicabilidad cuando se han identificado al menos una de las siguientes necesidades:

- Fijar prioridades en sistemas complejos.
- Administrar recursos escasos.
- Crear valor.
- Determinar impacto en el negocio.
- Aplicar metodologías de confiabilidad operacional.

4. EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO

En el desarrollo de un plan de mantenimiento se debe tener claridad en que aspectos se está fallando, para esto es necesario buscar herramientas que evidencien las debilidades y permitan enfocar las posibles soluciones, para el caso de este proyecto se realizó una auditoria a la empresa PLASTIBARRANCA S.A. referente al mantenimiento.

La auditoría cuenta con seis aspectos relevantes que permitirán verificar las fallas que está presentando la empresa en el área de mantenimiento:

1. Identificación y caracterización de la empresa.
2. Criticidad en las rutas de inspección.
3. Manejo de la información sobre equipos.
4. Estado del mantenimiento actual.
5. Antecedentes de costos de mantención.
6. Efectividad el mantenimiento actual.

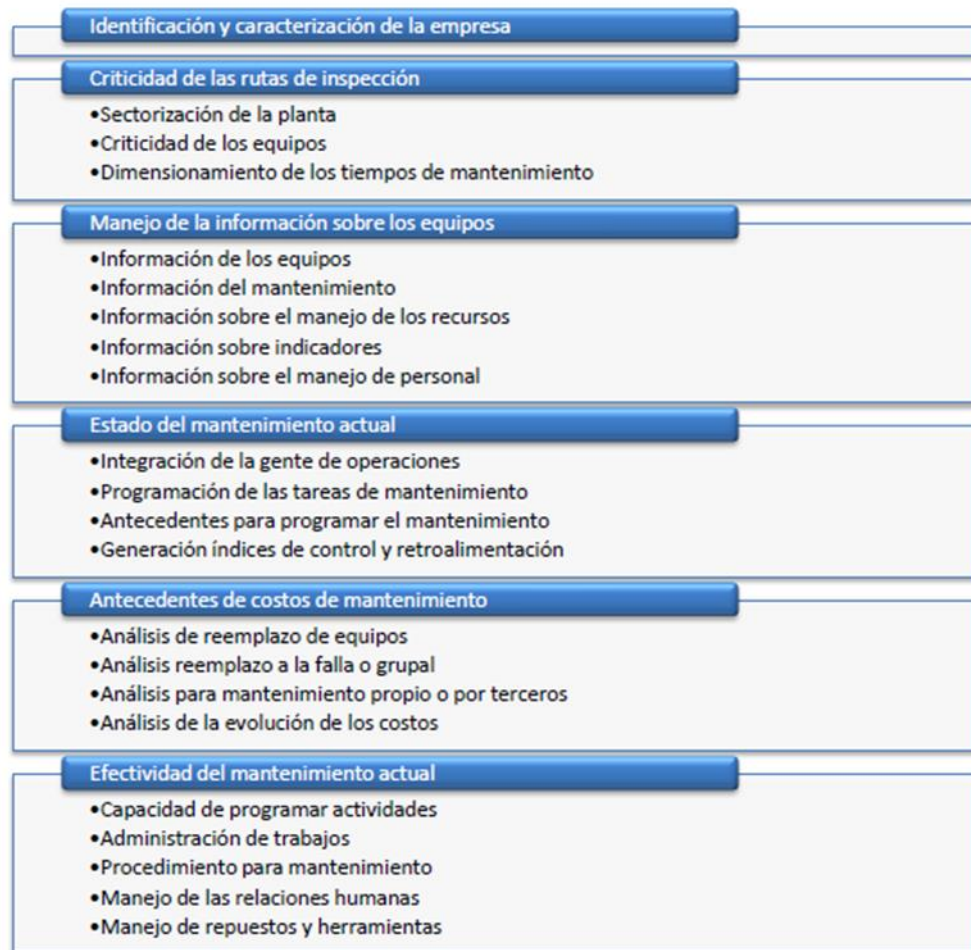
Con la ayuda de estos aspectos previamente evaluados podremos tener las bases para diseñar el programa que ayude a fortalecer el mantenimiento aplicado en los equipos de producción.

4.1 MODELO DE AUDITORIA

Siendo la auditoria el punto de partida en el diagnóstico y solución de los problemas del área de mantenimiento de la empresa PLASTIBARRANCA S.A., se implementa el modelo planteado por el académico de la Escuela de Mecánica de la Universidad

de Talca, profesor Fernando Espinosa⁵, donde se consideran 6 aspectos claves que permiten reflejar de manera global la gestión del mantenimiento. En la figura 9 se muestran los aspectos más importantes de la auditoría:

Figura 9. Aspectos considerados en el modelo de la auditoría



Fuente: ESPINOSA FUENTES, Fernando. Auditoría para la efectividad del mantenimiento. Disponible en internet: <http://campuscurico.utralca.cl/~fespinos/1-AUDITORIA_PARA_LA_EFECTIVIDAD_DEL_MANTENIMIENTO.pdf>

⁵ ESPINOSA FUENTES, Fernando. Auditoría para la efectividad del mantenimiento. Disponible en internet: <http://campuscurico.utralca.cl/~fespinos/1-AUDITORIA_PARA_LA_EFECTIVIDAD_DEL_MANTENIMIENTO.pdf> [Citado el 21 de julio de 2016]

A continuación, se presentarán de una manera más clara cada uno de los aspectos a considerar en la auditoría del mantenimiento:

- Identificación y caracterización de la empresa

Esta parte resulta de vital importancia para el auditor ya se tiene una visión global de la gestión del mantenimiento en la empresa, donde se logra identificar desde la(s) persona(s) encargada(s) del mantenimiento hasta el abastecimiento de repuestos.

- Criticidad de las rutas de inspección

Para realizar una buena gestión del mantenimiento es necesario identificar las rutas críticas y enfocar las mejoras a éstas, con lo que se implementaran políticas de mantenimiento basadas en la confiabilidad de las líneas de producción.

- Manejo de la información sobre los equipos

En este ítem se podrá identificar la cantidad de información que se tiene de los equipos de la planta y el manejo que se le da, además se podrá identificar si tienen clasificados los proveedores y si la planta cuenta con un stock de repuestos clasificados bajo algún criterio.

- Estado del mantenimiento actual

Resulta de vital importancia evaluar cómo se está realizando la gestión del mantenimiento en la empresa, teniendo en cuenta factores como tiempos empleados para el mantenimiento, recopilación de registros de mantenimiento, rutinas básicas de mantenimiento y cuantificación de tiempos de producción perdidos por fallas o rutinas de mantenimiento.

- Antecedentes de costos de mantenimiento

En este aspecto se identifican las implicaciones económicas del mantenimiento, basados en los costos de mano de obra, de adquisición de equipos y repuestos involucrados.

- Efectividad del mantenimiento actual

Por último, se hará una evaluación del estado actual de mantenimiento en la empresa donde se podrá determinar las falencias y tomarlas como punto de partida para implementar una buena gestión en el departamento de mantenimiento.

4.2 PROCESO DE EVALUACIÓN Y PONDERACIÓN DE RESULTADOS

Las respuestas a las preguntas de la auditoria serán ponderadas con 1, 3 ó 5, donde 1 resulta la situación más desfavorable o deficiente, 3 será regular o parcialmente favorable y 5 será la situación más favorable y satisfactoria.

Este cuestionario permitirá tener sobre el área auditada una evaluación global y posibilitará el diagnostico en las áreas que tengan la calificación más baja, ayudando a enfocar las mejoras a dichas falencias y a fortalecer el departamento de mantenimiento.

El criterio de evaluación para cada uno de los aspectos está separado de acuerdo a la figura 6.

Tabla 1. Criterios de evaluación de los aspectos de la auditoria

RANGO	CRITERIO
1,0≤puntaje≤2,33	Aspecto deficiente
2,33<puntaje≤3,66	Aspecto regular
3,66<puntaje≤5,0	Aspecto bien implementado

Fuente: ESPINOSA FUENTES, Fernando. Auditoria para la efectividad del mantenimiento. Disponible en internet: <http://campuscurico.utalca.cl/~fespinos/1-AUDITORIA_PARA_LA_EFECTIVIDAD_DEL_MANTENIMIENTO.pdf> [Citado el 21 de Julio de 2016]

Ya teniendo claro cómo se va a evaluar la auditoria se procede a realizarla además se puede empezar con el análisis de la misma, los resultados obtenidos son graficados lo que nos identifica los aspectos más relevantes en cada ítem.

4.3 PROCESO DE AUDITORÍA

Para que la auditoria sea efectiva y tenga validez en la identificación de las falencias en el área de mantenimiento se deben cumplir con unas etapas previas las cuales serán identificadas a continuación.

4.3.1 Reconocimiento del lugar. Se debe hacer un reconocimiento de las instalaciones para que el auditor tenga una idea clara de cómo opera el mantenimiento actual de la empresa, lo que debe incluir la bodega de repuestos, los lugares donde se realiza el mantenimiento y el personal involucrado.

4.3.2 Entrevistas. Es necesario realizar entrevistas con las personas que están involucradas con el área de mantenimiento, desde el que se encarga de la ejecución de labores hasta los involucrados con los pedidos y el abastecimiento del almacén de repuestos, esto contribuirá a minimizar los errores en el análisis de los resultados.

4.3.3 Recolección de datos. La información obtenida representa la continuación del proceso de mejora en el departamento de mantenimiento (de manera preventiva), debido a que no se contaba con pocos registros y además los procesos de esta área eran en mayoría correctivos.

4.3.4 Sistema de mantenimiento. De acuerdo a los procedimientos a plantear es necesario crear hojas de vida de cada uno de los equipos, ordenes de trabajo y fichas técnicas, con las que pueda contar cualquier persona que esté involucrada directa o indirectamente con el área de mantenimiento.

De esta manera se podrá realizar cada labor siguiendo unos lineamientos o guías que permitirán una ejecución adecuada de las labores de mantenimiento (preventivo) que se harán en cada máquina de la empresa.

4.3.5 Compilación y análisis. Luego de recoger toda la información por medio de la auditoria se procede a organizarla y tabularla con lo que se obtendrán unas graficas que permiten visualizar las debilidades, es de vital importancia mencionar que las opiniones recopiladas variaron un poco de acuerdo a la persona auditada y fue necesario complementarlas, con lo que se obtuvo una idea global en cuanto a las mejoras a realizar. Dichas mejoras serán hechas basadas en las falencias encontradas y permitirán fortalecer todo el departamento de mantenimiento.

4.3.6 Implementación de la auditoria. Para poder tener un resultado fiable, fue necesario contar con la persona encargada del mantenimiento en la empresa, Jorge Capataz, el cual se auditó.

Al proceder de la manera antes dicha, se pudo evidenciar las falencias que presentaba el área de mantenimiento, la ponderación y la auditoria se evidencian a continuación, luego de hacer un contraste entre las respuestas obtenidas por los

directamente involucrados en el área de mantenimiento, se hizo un cuestionario final que evidenciaba las falencias que presentaba la empresa en ese departamento.

A continuación, se muestra el cuerpo de la auditoría realizada, en las tablas 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

Tabla 2. Identificación y configuración de la empresa

1. Nombre de la empresa:	PLATIBARRANCA S.A.			
2. Fecha de la auditoria:	08/07/2016			
3. Nombre del auditor:	Kelvin Andrés Bayona			
4. Nombre encargado de mantención:	Jorge Capataz			
5. ¿Clase de equipamiento y número de equipos involucrados en cada clase?	Estándar	Diseño especial	Especifico	Total
	23	0		23
6. ¿Posee departamento de Mantención?	SI	NO		
	X			
7. ¿Número de turnos de la jornada?	2			
8. ¿Número de personal de mantención en cada turno?	Primer turno	Segundo turno	Tercer turno	Total
	1	0		1
9. ¿Dependencia del departamento de mantención?	Jerarquía propia	Dependencia a Producción	Sin organización	
	X			
10. ¿Realización de la Mantención?	Contratista	operarios equipos	Especialista	No hay mto
			X	
11. ¿Cómo clasifica la mantención?	Correctiva	Preventiva	Sintomática	Otro tipo
	X			
12. ¿Posee bodega de repuestos?	SI	NO		
	X			
13. ¿Dependencia de la bodega?	Mantención	Producción	Otra	
	X			
14. ¿Satisfacción del abastecimiento?	Bueno	Regular	Malo	
			X	

Tabla 3. Criticidad de las rutas de inspección

1. ¿Tiene las áreas de producción separadas por algún criterio?	Ninguna (1)	parcialmente (3)	Todas (5)
			X
2. ¿Tiene identificado por algún código sus equipos?	Ninguna (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		
3. ¿Tiene clasificado sus equipos según su criticidad ante una falla?	Ninguna (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		
4. ¿Puede cuantificar la incidencia de la falla de un equipo sobre otro(s)?	No (1)	parcialmente (3)	si (5)
	X		
5. ¿Tiene un layout de planta que describa e identifique todos los equipos?	No (1)	parcialmente (3)	si (5)
	X		
6. ¿Tiene líneas en paralelo en un sistema de producción?	No (x)	es única (x)	si (x)
			X
7. ¿Tiene identificadas las líneas según su criticidad para el proceso?	No (x)	es única (x)	si (x)
	X		
8. ¿Algún(os) equipos producen cuello de botella?	No (x)	es única (x)	si (x)
			X
9. ¿Tiene identificado para cada equipo los riesgos para el operario?	No (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
			X
10. ¿Sabe cuánto tiempo toma cada proceso de la línea de producción?	No (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
			X
11. ¿Tiene estipulados tiempos estándares para el mantenimiento de equipos?	No (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		
12. ¿Tiene calculado el volumen de trabajo de mantención que puede hacer?	No (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		

Tabla 4. Manejo de la información sobre los equipos

1. ¿Posee los catálogos e información técnica de todos los equipos?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
			X
2. ¿Posee fichas de inventario para cada equipo?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
		X	
3. ¿Tiene procedimientos de trabajos de mantención establecidos	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
		X	
4. ¿Posee cada equipo un programa de trabajo de mantención	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
		X	
5. ¿Posee registros de las mantenciones para cada equipo?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
		X	
6. ¿Tiene registros de tiempo de cada mantención realizada?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		
7. ¿Tiene un registro de la disponibilidad de repuestos en bodega?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		
8. ¿Tiene clasificado su stock de repuestos por algún criterio?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		
9. ¿Tiene un registro de los implementos usados para la mantención?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		
10. ¿Sabe cuál es la tasa de fallas de cada equipo?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		
11. ¿Puede determinar la confiabilidad de cada equipo?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		
12. ¿Tiene clasificados a los proveedores de partes y piezas?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
			X
13. ¿Tiene registros de los operarios que trabajan en los equipos	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
			X
14. ¿Tiene un programa de capacitación completo implementado?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
		X	
15. ¿Tiene información precisa para llevar índices de control de eficiencia?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		

Tabla 5. Estado del mantenimiento actual

1. ¿Se revisan todos los equipos cada vez que comienza un turno?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Todos(5)
		X	
2. ¿Los operadores de los equipos realizan tareas simples de mantención?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Todos(5)
	X		
3. ¿Se tiene una rutina preestablecida de intervenciones diaria?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Todos(5)
		X	
4. ¿Se mantiene una bitácora de mantenciones diarias?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Completo(5)
	X		
5. ¿Se sabe cuánto tiempo se requiere para hacer el diagnóstico de una falla?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Si(5)
	X		
6. ¿Sabe cuánto es el tiempo de abastecimiento para cada grupo de repuestos?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Si (5)
		X	
7. ¿Sabe exactamente el número de trabajos pendientes por periodo?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Si (5)
	X		
8. ¿Tiene control sobre las horas extras necesarias para terminar trabajo?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Completo (5)
	X		
9. ¿Tiene algún criterio para dar prioridad en la ejecución de trabajos?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Si(5)
			X
10. ¿La información capturada en terreno es legible, útil y oportuna?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Todos(5)
		X	
11. ¿Tiene un registro de trabajos de emergencia y programados?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Completo (5)
	X		
12. ¿Tiene cuantificado el tiempo de producción perdido por fallas?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Completo (5)
		X	
13. ¿Tiene cuantificado el tiempo que se demora en hacer efectiva la mantención?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Si(5)
		X	
14. ¿Mantiene un control sobre el tiempo empleado en reparaciones?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Completo (5)
	X		
15. ¿Compara el tiempo real con las órdenes estipuladas en el tiempo de trabajo?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Si(5)
	X		

Tabla 6. Antecedentes de costos de mantenimiento

1. ¿Sabe en qué año adquirió cada uno de sus equipos?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Todos(5)
			X
2. ¿Sabe el valor de adquisición de cada uno de sus equipos?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Todos(5)
			X
3. ¿Tiene definida la tasa de depreciación de cada equipo?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Todos(5)
	X		
4. ¿Sabe con exactitud cuál es el costo de los repuestos en cada equipo?	No(1)	Aproximado(3)	Si (5)
			X
5. ¿Sabe con exactitud cuál es el costo de la mano de obra de mantenimiento?	No(1)	Aproximado (3)	Si (5)
			X
6. ¿Sabe con exactitud cuál es el costo de la perdida de producción por falla?	No(1)	Aproximado (3)	Si (5)
		X	
7. ¿Evalúa anualmente el reemplazo de los equipos a su cargo?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Todos (5)
	X		
8. ¿Sabe la razón de costos entre mantenimiento y costo total del producto?	No(1)	Aproximado(3)	Si (5)
	X		
9. ¿Tiene una relación de cantidad entre personal de mantención y producción?	No(1)	Aproximado (3)	Si (5)
			X
10. ¿Puede medir la desviación entre el costo real y el costo presupuestado?	No(1)	Parcialmente(3)	Si (5)
		X	
11. ¿Lleva un control de gastos de mantención por equipo?	No(1)	Parcialmente(3)	Si (5)
		X	
12. ¿Lleva un control estadístico de los gastos de mantención por equipo?	No(1)	Parcialmente(3)	Si (5)
	X		
13. ¿Puede definir el tamaño del inventario para una disponibilidad del equipo?	No(1)	Parcialmente(3)	Si (5)
	X		
14. ¿Sabe dónde es más rentable subcontratar que trabajar con recursos propios?	No(1)	Parcialmente(3)	Si (5)
	X		
15. ¿Puede definir las políticas de mantención en base a los costos alternativos?	No(1)	Parcialmente(3)	Si (5)
	X		

Tabla 7. Efectividad del mantenimiento actual

1. ¿Sabe cuál es la programación de paros programados y paros imprevistos?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
	X		
2. ¿Se cumple el programa de trabajos programados de mantenimiento?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
	X		
3. ¿Se lleva un control del estado del avance de las órdenes de trabajo (O.T)?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
		X	
4. ¿Conoce el lapso de tiempo medio entre el aviso de la falla y la emisión de la O.T?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
		X	
5. ¿Conoce el tiempo medio de aprobación de una orden de trabajo?	No (1)	Parcialmente (3)	Si(5)
			X
6. ¿Tiene definidos los procedimientos para enfrentar el mantenimiento preventivo?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
	X		
7. ¿Tiene definidos los procedimientos para enfrentar el mantenimiento correctivo?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
			X
8. ¿Sabe cuál es la relación de trabajos pendientes y de trabajos programados?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
		X	
9. ¿Sabe cuál es la relación de tiempo extra y tiempo para trabajos programados?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
	X		
10. ¿Cómo es la relación entre la gente de operación y la gente de mantención?	Mala (1)	Regular(3)	Buena (5)
			X
11. ¿Cómo es la actitud de la administración superior hacia el mantenimiento?	Mala (1)	Regular (3)	Buena (5)
			X
12. ¿Cómo es la colaboración de los departamentos relacionados con mantenimiento?	Mala (1)	Regular (3)	Buena (5)
			X
13. ¿Considera que el nivel de capacitación es acorde a la tecnología del equipo?	No (1)	Parcialmente (3)	Si(5)
		X	
14. ¿Cómo considera el nivel de rotación del personal de mantención?	Bajo (1)	Normal (3)	Alto (5)
	X		
15. ¿Son suficientes las herramientas y equipos de trabajo para la mantención?	No (1)		Si(5)
	X		
16. ¿Tiene definido el punto de equilibrio de la cantidad de repuestos en bodega?	No (1)		Si(5)
	X		

Los resultados arrojados luego de la aplicación de la auditoria se verán reflejados a continuación de manera ponderada.

4.4 RESULTADOS DE LA AUDITORÍA

Se presentará cada uno de los 6 aspectos que conforma la auditoria basados en la ponderación de la tabla 1.

4.4.1 Criticidad en las rutas de inspección

Figura 10. Grafico rutas de inspección

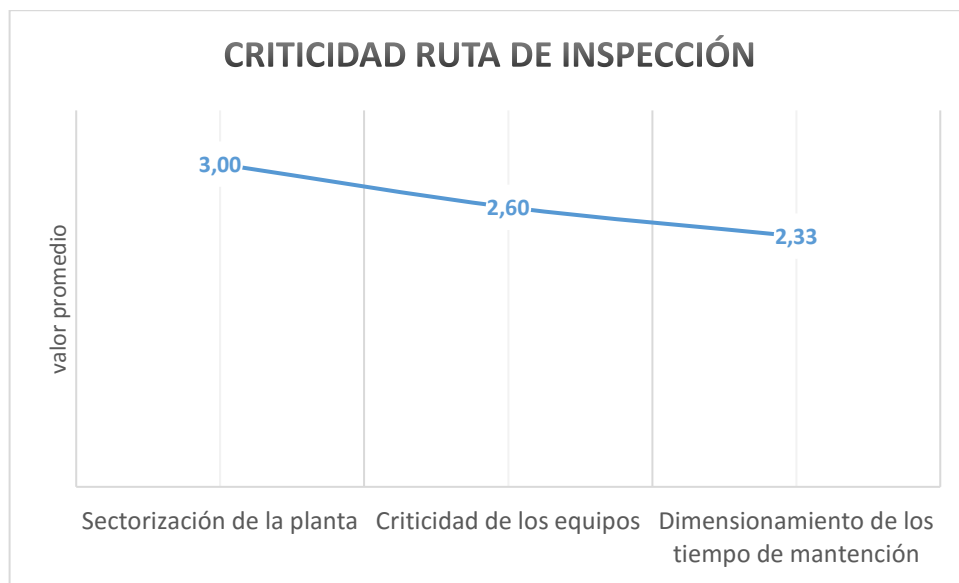


Tabla 8. Resultados rutas de inspección

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
1,2,5,6	Sectorización de la planta	3,00	Aspecto regular
3,4,7,8,9	Criticidad de los equipos	2,60	Aspecto regular
10,11,12	Dimensionamiento de los tiempo de mantención	2,33	Aspecto regular

Según los tres aspectos considerados se evidencia que están implementados de manera regular y se deben enfocar las mejoras de mantenimiento en ellos.

4.4.2 Manejo de información sobre los equipos

Figura 11. Grafico manejo de información de los equipos

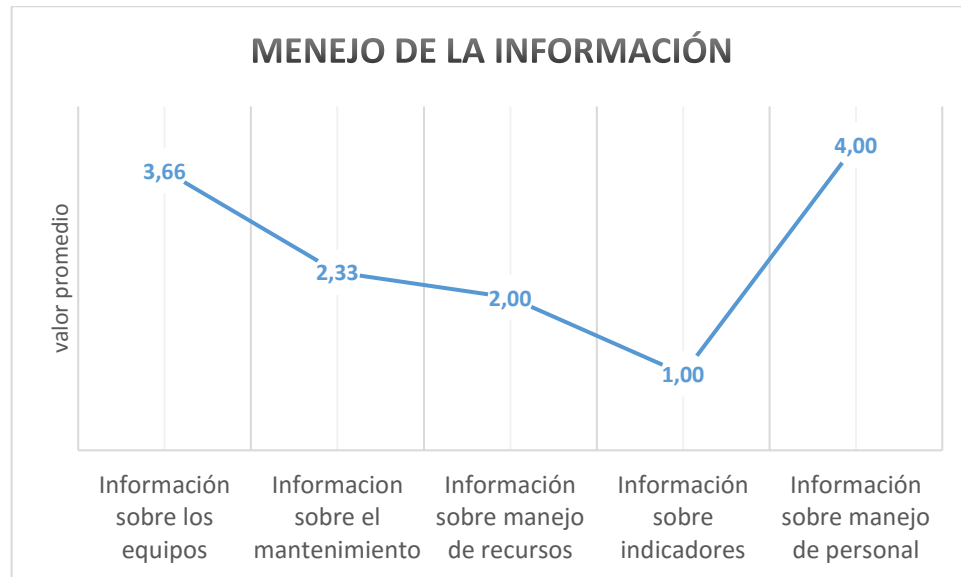


Tabla 9. Resultados manejo de información de los equipos

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
1,2,4	Información sobre los equipos	3,66	Aspecto bien implementado
3,5,6	Información sobre el mantenimiento	2,33	Aspecto regular
7,8,9,12	Información sobre manejo de recursos	2,00	Aspecto deficiente
10,11,15	Información sobre indicadores	1,00	Aspecto deficiente
13,14	Información sobre manejo de personal	4,00	Aspecto bien implementado

Los resultados reflejados en esta parte dejan en evidencia que el mantenimiento en la empresa se realiza de manera correctiva y que no posee información almacenada que permita tener algún tipo de indicadores.

En cuanto a la información sobre los equipos y el manejo de personal se puede ver que la empresa tiene dos aspectos bien implementados.

4.4.3 Estado del mantenimiento actual

Figura 12. Gráfico mantenimiento actual

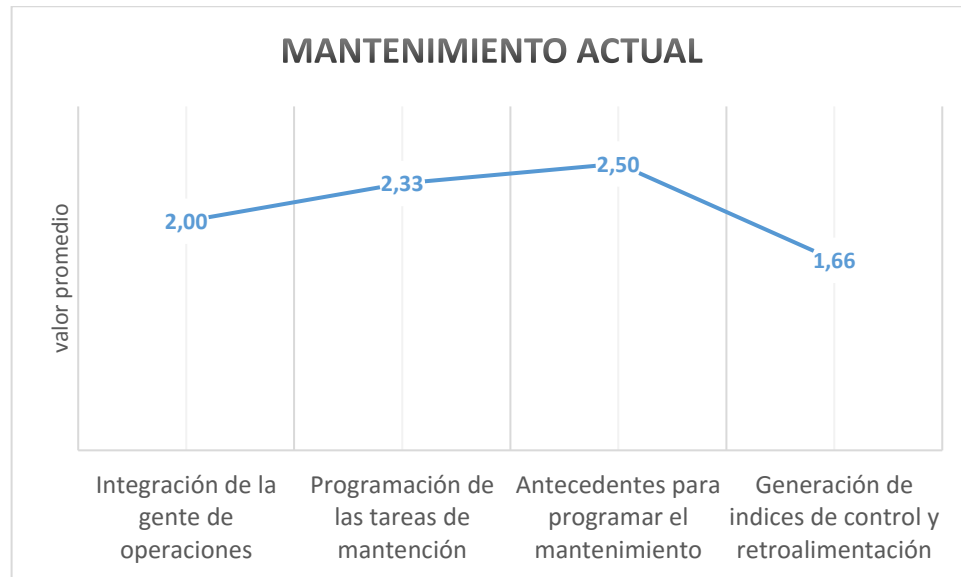


Tabla 10. Resultado mantenimiento actual

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
1,2	Integración de la gente de operaciones	2,00	Aspecto deficiente
3,4,10	Programación de las tareas de mantención	2,33	Aspecto regular
5,6,7,9	Antecedentes para programar el mantenimiento	2,50	Aspecto regular
8,11,12,13,14,15	Generación de índices de control y retroalimentación	1,66	Aspecto deficiente

Aquí se observa que todos los aspectos están mal implementados, lo anterior debido a que el mantenimiento actual de la empresa está enfocado en el mantenimiento correctivo, por lo cual generalmente no existe ningún tipo de programación para tareas de mantenimiento.

4.4.4 Antecedentes de costos de mantenimiento

Figura 13. Grafico costos de mantenimiento

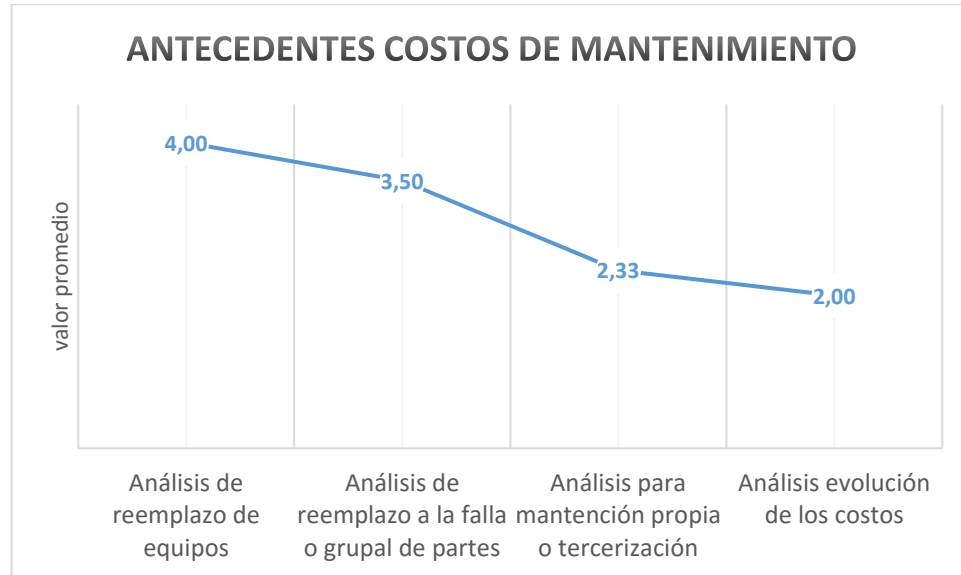


Tabla 11. Resultados costos de mantenimiento

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
1,2,3,7	Análisis de reemplazo de equipos	4,00	Aspecto bien implementado
4,5,6,8	Análisis de reemplazo a la falla o grupal de partes	3,50	Aspecto regular
9,14,15	Análisis para mantención propia o tercerización	2,33	Aspecto deficiente
10,11,12,13	Análisis evolución de los costos	2,00	Aspecto deficiente

En cuanto a lo que tiene que ver con los costos del mantenimiento se posee información sobre los costos generales de los mantenimientos correctivos que se han realizado a las máquinas, sin embargo, estos no han sido analizados de manera estadística ni financiera para incluirlos correctamente en los balances de producción de la empresa.

4.4.5 Efectividad del mantenimiento actual

Figura 14. Grafico efectividad mantenimiento actual

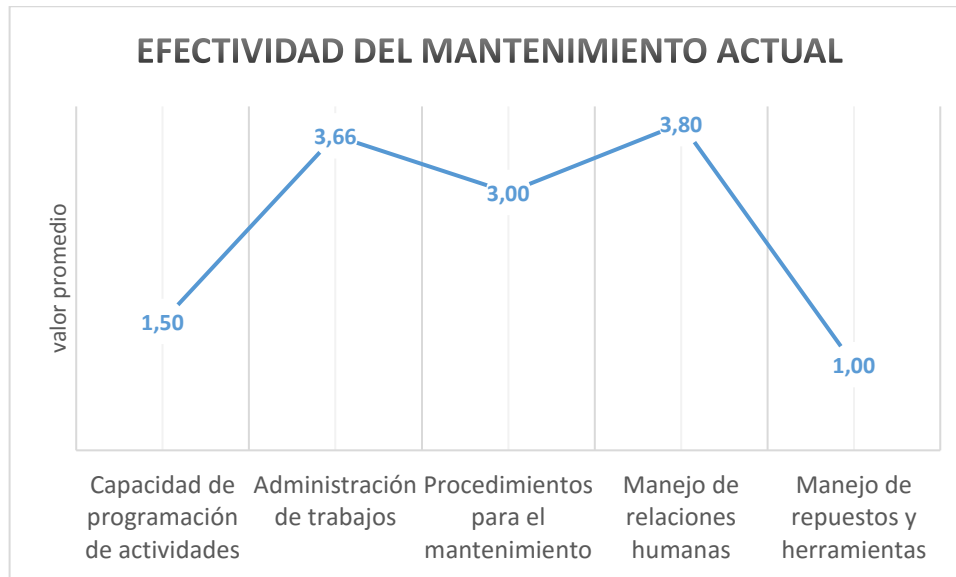


Tabla 12. Resultados efectividad del mantenimiento actual

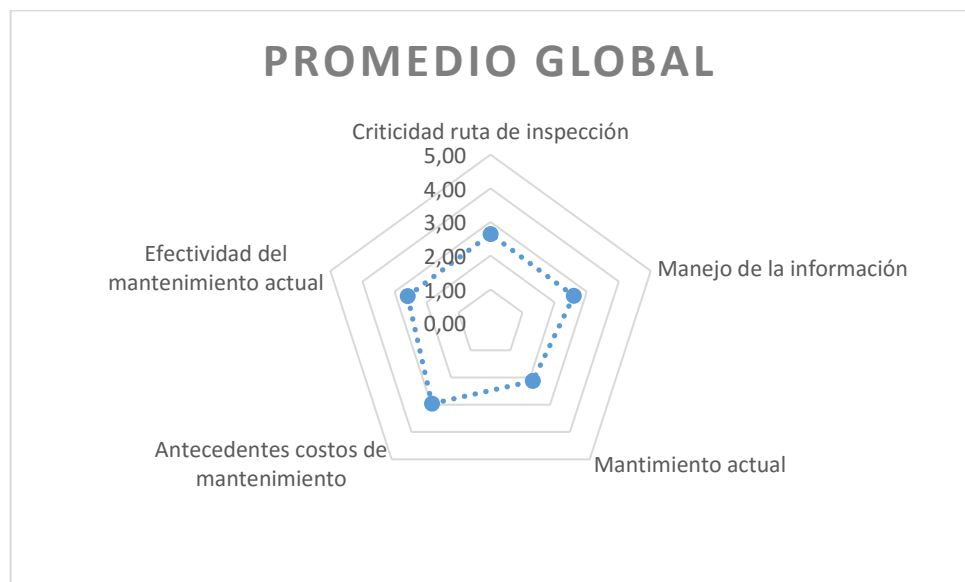
Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
1,2,8,9	Capacidad de programación de actividades	1,50	Aspecto deficiente
3,4,5	Administración de trabajos	3,66	Aspecto regular
6,7	Procedimientos para el mantenimiento	3,00	Aspecto regular
10,11,12,13,14	Manejo de relaciones humanas	3,80	Aspecto bien implementado
15,16	Manejo de repuestos y herramientas	1,00	Aspecto deficiente

Debido a que no se cuenta con antecedentes o información que permitan llevar indicadores que faciliten el seguimiento a la labor de mantenimiento y además de tener dicha gestión solo de manera correctiva, da como resultado que la efectividad del mantenimiento actual no cumple con los requisitos necesarios en una buena ejecución.

4.4.6 Conclusiones. Con la aplicación de la auditoria acerca de la efectividad del mantenimiento en la empresa PLASTIBARRANCA S.A, fue posible determinar los aspectos relevantes a los cuales abordar de manera inmediata en la mejora de la

gestión del mantenimiento y se muestran en la figura 15. De estos 6 aspectos analizados, se logró determinar que sólo los antecedentes de costos de mantenimiento es el aspecto que sobresale, pues los 5 aspectos restantes están regularmente implementados y serán aquellos en los cuales se enfocará el plan de mantenimiento y que ayudará a implementar de manera adecuada el mantenimiento preventivo con la ayuda de un software.

Figura 15. Resultado total de la auditoria



Todo lo anterior permite tener las herramientas necesarias que ayude a mejorar la productividad en la empresa, así como la confiabilidad y mantenibilidad de los equipos.

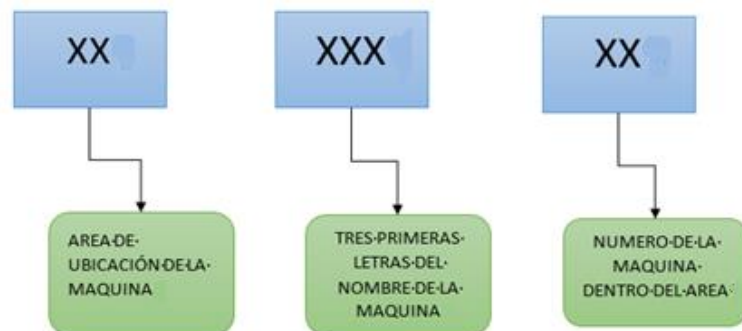
5. INVENTARIO Y CODIFICACION DE LOS EQUIPOS

5.1 CODIFICACIÓN

De acuerdo a los procedimientos realizados en la producción de la planta se pueden identificar los equipos que están directa o indirectamente involucrados. Para hacer una buena implementación es necesario facilitar el manejo de datos, éstos son correspondientes a un inventario y a una codificación de la maquinaria y son el eje central al momento de desarrollar el programa para la administración del mantenimiento.

La codificación consiste en tres partes básicas, la primera es el área donde se encuentra la máquina, la segunda son las 3 primeras letras del nombre de la máquina, y por último el número de la máquina a la cual se está refiriendo, ver figura 16.

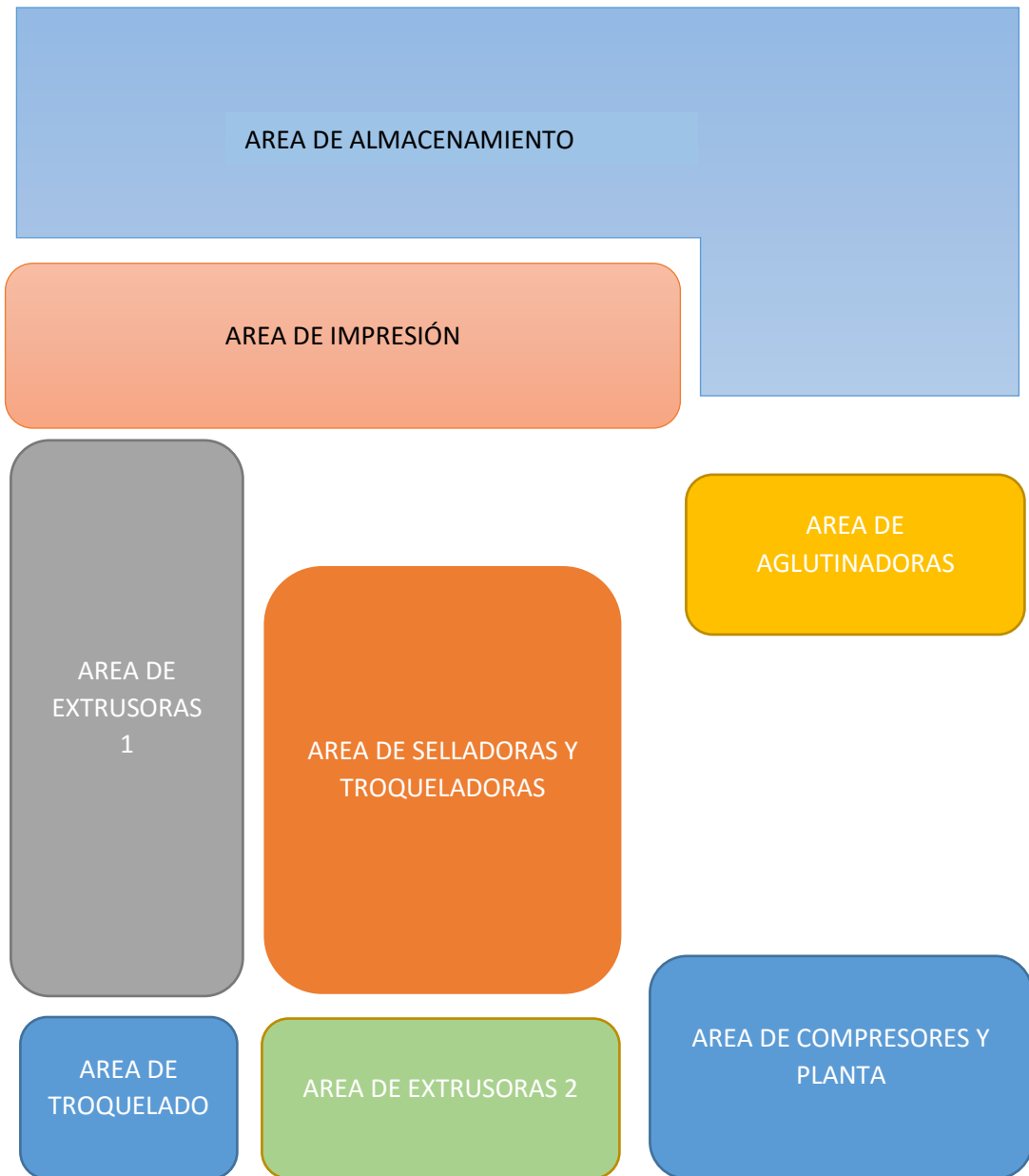
Figura 16. Diseño codificación



Fuente: PINZÓN, José Luis y RUIZ VELASQUEZ, Miguel. Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Trenzahilos S.A.S. Proyecto de grado. Universidad Industrial de Santander: Bucaramanga, 2014. 142 p.

La empresa PLATIBARRANCA tiene sus máquinas distribuidas en 7 áreas en la planta las cuales se muestran en la figura 17.

Figura 17: Distribución de áreas



Como primera medida se le asignó a cada área un número respectivo de la siguiente manera:

01: Corresponde al área de impresión.

02: Corresponde al área de extrusoras 1.

- 03: Corresponde al área de troquelado.
 04: Corresponde al área de extrusoras 2.
 05: Corresponde al área de selladoras y troqueladoras.
 06: Corresponde al área de aglutinadoras.
 07: Corresponde al área de compresor y planta.

Cabe resaltar que la empresa PLASTIBARRANCA no tenía una codificación para la identificación de su maquinaria que le permitiera establecer un apropiado manejo de la información al momento de efectuar las tareas de mantenimiento, este es el primer sistema de codificación para los equipos de la empresa.

De acuerdo con las consideraciones mostradas anteriormente, la codificación de los equipos se visualiza en la tabla 13, donde a partir del inventario fue asignado un código que es equivalente a cada maquinaria del proceso productivo.

Tabla 13. Codificación de equipos

ÁREA	NOMBRE	UBICACIÓN	CÓDIGO	NOMBRE
02	POL	01	02POL01	POLIPROPILENO
02	CHE	02	02CHE02	CHEER YOUNG 45
02	CHE	03	02CHE03	CHEER YOUNG 55
04	CHE	01	04CHE01	CHEER YOUNG 65
04	CHI	02	04CHI02	CHIOLDY
03	COV	01	03COV01	COVEX
05	DIB	01	05DIB01	DI BERNARDI
05	ZEN	02	05ZEN02	ZENNER I
05	ZEN	03	05ZEN03	ZENNER II
05	SAL	04	05SAL04	SALDOFLEX
05	CAM	05	05CAM05	CAMISETA
05	FER	06	05FER06	FERRONIQUEL 650
01	IMP	01	01IMP01	IMPRESORA LEAD YUANG
01	IMP	02	01IMP02	IMPRESORA ROTOFLEXO
06	AGL	01	06AGL01	AGLUTINADORA I
06	AGL	02	06AGL02	AGLUTINADORA II
03	MEZ	02	03MEZ02	MEZCLADORA
05	FUE	08	05FUE08	FUELLADORA
05	TRO	09	05TRO09	TROQUELADORA
07	COM	01	07COM01	COMPRESOR SULLAIR
07	COM	02	07COM02	COMPRESOR KAESER
07	PLA	03	07PLA03	PLANTA

5.2 INVENTARIO

El inventario es la cantidad de bienes o activos que una empresa mantiene en existencia en un momento determinado. El control del inventario se debe realizar de manera oportuna sobre todo en las piezas que conforman los componentes como los repuestos, ya que son un aspecto crítico para una buena gestión del mantenimiento en la compañía. Si los repuestos no están disponibles para efectuar las reparaciones, el tiempo muerto en las líneas de producción aumenta generando costos innecesarios en la empresa.

Por otro lado, si la empresa tiene exceso de inventarios la compañía incurre en costos excesivos y gastos indirectos de llevar el inventario. Para la buena ejecución del proyecto se llevó a cabo la clasificación de los repuestos con los que cuenta la empresa y así llevar un control adecuado de las existencias en el almacén.

5.2.1 Inventario de repuestos. Ahora se muestra en la tabla 15 el inventario de los repuestos más utilizados en la empresa, clasificándolos por nombre y cantidad.

Tabla 14. Inventario de repuestos

Nombre	Cantidad	Rodamientos		Correas	
		Nombre	Cantidad	Referencia	Cantidad
Rodamientos	87				
Grasa	12	6306	2	B40	2
Correas	43	1204	3	B24	1
mangueras	7	6005	4	A36	7
Empaques	50	6302	3	13A1550	1
Aceite	6	1203	1	A46	2
CAJAS DE RESISTENCIA (EXTRUSION)	2	6203	7	B36	2
CADENA PASO 35	2 M	6004	6	B33	3
CADENA PASO 40	1 M	6006	2	B86	1
CAJA DE RETENEDORES	1	2206	3	B70	2
CAJA DE RESORTES	1	6205	3	A62	2
CAJA DE ACCESORIOS NEUMATICOS	1	6000	5	A57	2
CAJA DE REPUESTOS ELECTRICOS	1	625	8	B35	1
CARRETES DE ALAMBRE DE FERRONIQUEL	2	6200	14	723J	3
CAJA DE TERMOCUPULAS	1	1205	2	610J	3
ADHESIVO EN CINTA Y LAMINA	1	6001	2	390L	1
GALON DE SILICONA LIQUIDA	1	6206	1	420L	2
ANILLOS DE TEFLON GRAFITADO	2	6002	5	300H	1
		3203	1	320H	1
		2205	2	360H	1
		6202	2	390H	1
		6305	1	CORREAS (AGLUTINADORA PEQUEÑA)	1
		6301	1	CORREAS (AGLUTINADORA GRANDE)	1
		5205	1	CORREAS (EXTRUSORA 45)	1
		6201	1	CORREAS (EXTRUSORA PP 55)	1
		608	4	TOTAL	43
		607	2		
		696	1		
		total	87		

6. ANALISIS DE CRITICIDAD

6.1 APLICACIÓN DEL ANALISIS DE CRITICIDAD EN LA EMPRESA

PLASTIBARRANCA es una empresa que está tratando de mejorar sus procesos de producción, con lo que buscan ser partícipes en la industria de plásticos en Colombia a grandes niveles, por ello está en búsqueda de nuevos métodos para el mejoramiento de la gestión de mantenimiento, la planta cuenta con 23 máquinas para la elaboración de sus productos, el análisis se ejecutará a los equipos de la planta bajo la supervisión del encargado de mantenimiento de la empresa.

6.2 LISTADO DE EQUIPOS

La lista de las maquinas a las que se le realizara el análisis de criticidad en la empresa PLASTIBARRANCA se muestra en la tabla 13.

6.3 RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de la información para la aplicación del concepto de criticidad se elaboró a partir de encuestas bajo la revisión del director de proyecto y del encargado de mantenimiento de la empresa, en la encuesta participaron operarios de los equipos, técnicos y encargados de la administración del mantenimiento.

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

$$\text{criticidad} = (\text{frecuencia de falla}) * (\text{consecuencia})$$

donde:

$$\text{consecuencia} = ((\text{imp. Oper} * \text{tiempodefallas})) + \$Mto + \text{imp seg y Amb}$$

Donde la frecuencia de falla está relacionada con la cantidad de fallas por año que presenta la máquina y la consecuencia está relacionada con: el impacto en la operación, tiempo de fallas, costos de mantenimiento e impacto en la seguridad y medio ambiente.

Se utilizó el formato que se muestra en la tabla 16; la encuesta consta de cinco preguntas cada una de ellas cuenta con una ponderación diferente dependiendo del impacto que tenga en la organización. Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados se presentan dentro de la misma encuesta.

Una vez realizada la encuesta al personal de la planta se presentan los resultados en una hoja de cálculo, donde se obtiene el valor de criticidad para cada máquina. A continuación, se muestra un ejemplo del cálculo de criticidad para la impresora Lead Yuang, aplicando la ecuación mencionada anteriormente:

$$\text{Criticidad} = (2) * ((4 * 3) + 6 + 3) = 42$$

Se clasifican los equipos de alta y mediana criticidad a los cuales se centrarán las tareas del mantenimiento preventivo.

Tabla 15. Encuesta análisis de criticidad

ENCUESTA ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN LA EMPRESA PLASTIBARRANCA			
Operario		Área	1
Equipo	IMPRESORA LEAD YUANG	Código de equipo	01IMP01
Fecha	OCTUBRE 2016		
1. Frecuencia de falla			
Promedio mayor a 10 fallas por año			
Promedio entre 6-10 fallas por año			
Promedio entre 2-6 fallas por año			2
No más de 2 fallas por año			
2. Impacto sobre la producción			
Pérdida de toda la producción			
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas			
Impacto de niveles de inventario o calidad			4
No genera ningún efeto significativo sobre operaciones y producción			
3. Tiempo promedio para reparar la falla			
Menos de 1 hora			
Promedio entre 1-2 horas			3
Promedio entre 2-5 horas			
Más de 5 horas			
4. Costos de mantenimiento			
Menos de \$35,000 pesos			
Entre 35-170 mil pesos			
Entre 170-330 mil pesos			
Más de 330 mil pesos			6
5. Impacto en seguridad y ambiente			
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la			
Afecta el ambiente/instalaciones			
Afecta las instalaciones causando daños severos			
Provoca daños menores (ambiente-seguridad)			3
No procova ningún tipo de daño a personas, instalaciones o al ambiente			

6.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Tabla 16. Resultados análisis de criticidad

CÓDIGO	NOMBRE	PREGUNTAS [(1)*((2*3)+4+5)]	CRITICIDAD TOTAL
02POL01	POLIPROPILENO	$(2)*((7*5)+6+3)$	79
04CHE01	CHEER YOUNG 65	$(2)*((4*7)+4+3)$	70
05ZEN02	ZENNER I	$(3)*((4*3)+6+3)$	63
07COM02	COMPRESOR KAESER	$(2)*((7*3)+4+5)$	60
02CHE02	CHEER YOUNG 45	$(2)*((4*5)+6+3)$	58
05REF07	REFILADORA	$(2)*((4*5)+3+6)$	58
07COM01	COMPRESOR SULLAIR	$(2)*((7*3)+2+5)$	56
02CHE03	CHEER YOUNG 55	$(1)*((4*5)+4+3)$	54
05ZEN03	ZENNER II	$(2)*((4*3)+6+3)$	42
01IMP01	IMPRESORA LEAD YUANG	$(2)*((4*3)+6+3)$	42
06AGL02	AGLUTINADORA II	$(2)*((4*3)+6+3)$	42
04CHI02	CHIOLDY	$(2)*((4*3)+6+3)$	42
05CAM05	CAMISETA	$(2)*((4*3)+6+3)$	42
05SAL04	SALDOFLEX	$(2)*((4*3)+6+3)$	42
05DIB01	DI BERNARDI	$(2)*((4*3)+4+3)$	38
01IMP02	IMPRESORA ROTOFLEXO	$(2)*((4*3)+4+3)$	38
03COV01	COVEX	$(2)*((4*3)+4+3)$	38
05FER06	FERRONIQUEL 650	$(2)*((4*3)+2+3)$	34
06AGL01	AGLUTINADORA I	$(2)*((4*3)+2+3)$	34
05TRO09	TROQUELADORA	$(1)*((7*3)+1+1)$	23
07PLA03	PLANTA	$(1)*((7*1)+1+3)$	11
03MEZ02	MEZCLADORA	$(1)*((4*1)+1+3)$	8
05FUE08	FUELLADORA	$(1)*((4*1)+1+1)$	6

6.5 CONCLUSIÓN

En la tabla 17 se puede observar la puntuación obtenida por cada equipo, de color rojo los equipos críticos, de color amarillo los medianamente críticos y los no críticos de color verde.

Del análisis se pudo concluir que las maquinas más críticas de la empresa son las maquinas 02POL01, 04CHE01, 05ZEN02, 07COM02, 02CHE02, 05REF07, 07COM01, 02CHE03. Y los equipos medianamente críticos son 05ZEN03, 01IMP01, 06AGL02, 04CHI02, 05CAM05, 05SAL04, 05DIB01, 01IMP02, 03COV01, 05FER06 y 06AGL01.

7. DOCUMENTACION DE LA INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO


Con el fin de mejorar el manejo de la información dentro de la organización se realizaron formatos para controlar los datos en cuanto a la gestión del mantenimiento de la maquinaria en la planta, se crean los formatos que se muestran en las siguientes secciones:

7.1 HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS

Es el documento donde se consignan todos los trabajos que se le han realizado a cada máquina llevándose en orden cronológico, de tal manera se puede acceder a esta información sin revisar ordenes de trabajo lo cual sería un trabajo tedioso para el encargado de las reparaciones de mantención de los equipos, por medio de este formato se le hará seguimiento a los tipos de mantenimiento y los resultados obtenidos por las diferentes reparaciones, además se tendrá el costo del trabajo realizado, los repuestos utilizados, el personal encargado y el tiempo que se gastó para volver el equipo a su estado de normal funcionamiento.

La hoja de vida es una referencia de acceso fácil y rápido a las tareas que se le han realizado a los equipos, lo que ayudara al encargado de mantenimiento al momento de realizar el diagnostico. En cuanto una maquina falle tendrá documentado las tareas que se le han realizado a la maquina en ocasiones anteriores.

Tabla 18. Orden de trabajo

		ORDEN DE TRABAJO										
		FECHA	D	M	A							
Datos de la Empresa					Datos del Proveedor de Mantenimiento							
Empresa: PLASTIBARRANCA S.A					Empresa y/o Persona:							
Contacto: Jorge Capataz					Contacto:							
Direccion: Cra. 6 # 3-50 Piedecuesta					Direccion:							
Telefonos: 6563700					Telefonos:							
Descripcion del trabajo a realizar												
Verificacion					Observaciones:							
Trabajo conforme		SI		NO								
Costo del trabajo y/o Servicio												
VoBo. Mantenimiento												

7.3 FICHA TECNICA

En este formato se tienen los datos más importantes de los equipos como: Marca, modelo, fabricante, información técnica del motor, características eléctricas, dimensiones. Esta información es de uso cotidiano por parte del operador y encargados de la administración del mantenimiento de la empresa. En la tabla 20

se muestra la ficha técnica creada que se va a utilizar para la facilidad en el manejo de toda la información de los equipos en un formato único.

En el anexo A se adjuntan las fichas técnicas de todos los equipos de la empresa con el formato mencionado anteriormente.

Tabla 19. Ficha técnica

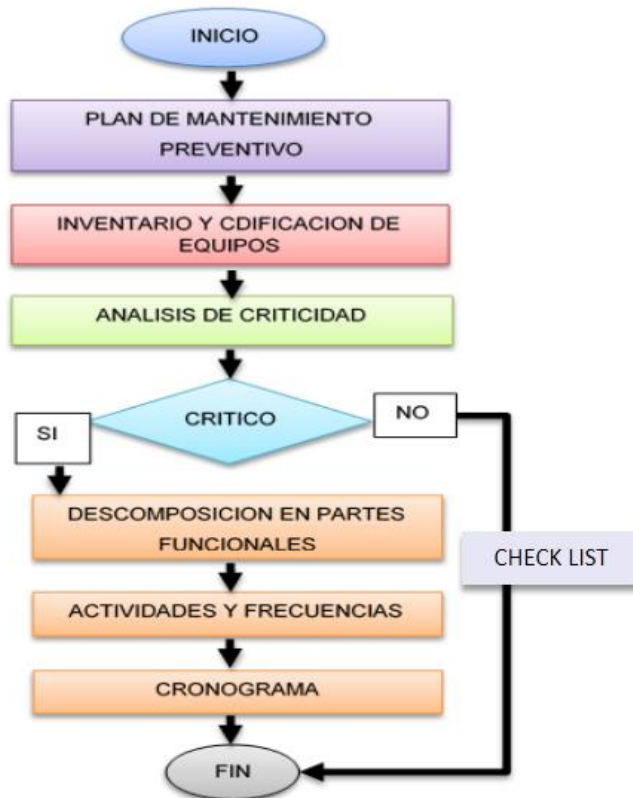
FICHA TECNICA DE MAQUINARIA	
Descripción	Partes y Accesorios
Proceso	
Maquina	
Marca	
Matricula/Serial	
Modelo	
Origen	
Tipo	
Capacidad	
Máxima presión de aire	
Año de fabricación	
Voltaje	
Kw	
Ancho	
Peso	
Dimensiones	
Producción	
Velocidad	
Características	

8. PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Éste capítulo contiene toda la información necesaria para la implementación del software para la administración del mantenimiento en la empresa PLASTIBARRANCA. A las partes mantenibles de cada uno de los equipos críticos se les asignan actividades y frecuencias de mantenimiento, posteriormente organizadas en forma cronológica. El diagrama de flujo de este proceso se muestra en la figura 18.

Varias actividades de mantenimiento preventivo fueron adquiridas a través de la experiencia en la empresa y fueron incluidas en la metodología que se está implementando.

Figura 18. Diagrama de flujo plan maestro



8.1 DESCOMPOSICIÓN DE EQUIPOS POR PARTES

Es necesario aparte del inventario y la codificación de equipos, establecer las partes funcionales de cada máquina, debido a que sobre éstas se realizarán las actividades específicas del mantenimiento, lo que permitirá una mayor organización en la implementación de la metodología preventiva y hará más eficiente los trabajos sobre las maquinas.

8.2 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y SUS FRECUENCIAS

Con el apoyo de los manuales y catálogos de los equipos, además de la ayuda del encargado de mantenimiento y operarios, se logra descomponer las máquinas en lista de partes mantenibles y así también establecer las tareas que apoyan las labores de mantenimiento preventivo a realizar. La recopilación de toda esta información también origina la creación de los manuales de mantenimiento preventivo, dando soporte al mismo. A continuación, se muestra como ejemplo el manual para las extrusoras y los demás se podrán consultar en el anexo D.

Manual extrusoras:

Fallas de motores eléctricos:

Tabla 20. Fallas motores eléctricos

Síntoma	Causas	Soluciones
El motor no arranca	Causado usualmente por problemas en la línea, por ejemplo, el funcionamiento con una sola fase en el arrancador.	Revise la fuente de alimentación: protectores de sobrecarga, fusibles, controles, etc.
Zumbido excesivo	voltaje alto	Revise las conexiones de la línea de entrada
	descentrado del rotor	reparar el motor.
Recalentamiento del motor	Sobrecarga. Compare el amperaje medido con su valor nominal de placa.	Localice y quite lo que produce la fricción excesiva en el motor o la carga.
	Funcionamiento con una sola fase.	Revise la corriente en todas las fases, aislar y corregir el problema
	Ventilación inadecuada	Revise el ventilador externo para asegurarse que el aire se mueve bien entre las aletas de enfriamiento
	Voltaje desequilibrado	Revise el voltaje en todas las fases, aislar y corregir el problema.
	El rotor roza el estator.	Apriete los pernos pasantes.
	Sobrevoltaje o bajo voltaje.	Revise el voltaje de entrada en cada fase al motor.
	El devanado del estator está abierto.	Revisar si la resistencia del estator en las tres fases está equilibrada.
	Devanado puesto a tierra	Efectúe una prueba dieléctrica y haga las reparaciones necesarias.
	Conexiones incorrectas.	Revise todas las conexiones eléctricas para Determinar: si la terminación, la resistencia mecánica y la continuidad eléctrica son adecuadas y Consulte el diagrama de conexión de cables del motor.
Recalentamiento del cojinete	Mal alineamiento.	Revise y alinee el motor y los equipos accionados por el mismo.
	Excesiva tensión de correa.	Reduzca la tensión de correa a su punto apropiado para la carga.
	Excesivo empuje terminal.	Reduzca el empuje terminal de la máquina accionada.
	Exceso de grasa en el cojinete.	Saque grasa hasta que la cavidad.
	Insuficiente grasa en el cojinete.	Añada grasa hasta que la cavidad.
	Suciedad en el cojinete.	Limpie el cojinete y la cavidad del cojinete. Rellene con el tipo de grasa correcto.
Vibración	Mal alineamiento.	Revisar y alinear el motor y los equipos accionados por el mismo
	Roce entre las piezas rotativas y las piezas fijas	Aísle y elimine la causa del rozamiento
	El rotor está desequilibrado.	Mande a revisar el equilibrio del rotor y hágalo reparar en el centro de servicio recomendado por el fabricante.
	Resonancia.	Sintonice el sistema o solicite asistencia al centro de servicio recomendado por el fabricante
Ruido	Materias extrañas en el entrehierro.	Extraiga el rotor y quite las materias extrañas. Vuelva a instalar el rotor. Revise el aislamiento.

Mantenimiento en cajas reductoras de la extrusora de película tubular (cada 6 meses):

- 1) Un análisis de lubricante es cuando se analiza visualmente el lubricante sustraído de la caja después de un cambio, si se observa brillantez y sedimentos metálicos, esto indica que dentro de la misma se están produciendo desgastes.
- 2) El análisis de vibraciones se realiza por métodos visuales, auditivos, y de tacto, pero también existen análisis por medio de rayos infrarrojos, o de ultrasonido etc.
- 3) La polea se ajusta a un eje por medio de chavetas, el eje debe lubricarse para que no se pegue la polea al eje. Este sistema la caja reductora está ensamblada directamente al motor, el ensamble también debe ser lubricado con grasa, y nunca se debe exceder la carga que especifica el fabricante.
- 4) Los cambios de lubricante se realizan cada 3000 horas de operación, por lo general se utilizan lubricantes minerales, pero debe utilizarse el que recomienda el fabricante; se debe verificar que el nivel de lubricante sea el adecuado. Cuando se realice el cambio de lubricante apagar la máquina, quitar el tapón de drenado y eliminar todo el lubricante cuando se encuentre a alta temperatura ya que así fluirá con mayor facilidad, remover todos los sedimentos que se encuentran en el fondo, limpiar y colocar el tapón de drenado; vaciar el nuevo lubricante en la caja al nivel especificado, poner a trabajar la máquina por cinco minutos apagar y nuevamente vaciar lubricante al nivel especificado. Si el diseño de la caja reductora posee un filtro de lubricante removerlo y cambiarlo por uno nuevo en cada renovación de lubricante.
- 5) La grasa que se puede utilizar para cajas reductoras es la grasa sintética Tivelacompound de Shell, y los lubricantes tipo mineral Omala oil de Shell, Mellana oil de IP, Mobilgear de Mobil, Spartan EP de Esso, EP85W140 de Chevron.

Mantenimiento en el sistema eléctrico (cada 3 meses):

- 1) Revisar las líneas de potencia del tablero, que se encuentren bien ajustados y los cables a bajas temperaturas.
- 2) Revisar el óptimo contacto, buen estado y la temperatura de los fusibles.
- 3) Quitar la alimentación de la tarjeta, sacarla y revisar componentes.
- 4) Limpiar el gabinete del tablero, evitando levantar excesivo polvo.
- 5) Aplicar limpiador electrónico para limpiar las tarjetas.
- 6) Realizar las conexiones en su lugar respectivo.
- 7) Encender el equipo y verifique el buen funcionamiento del tablero.

Mantenimiento en el sistema de extrusión (cada 6 meses):

- 1) Sacar la materia prima de la tolva, no permitir que la máquina funcione sin suministro de materia prima.
- 2) Poner a 0 RPM, los potenciómetros de los motores.
- 3) Cortar la alimentación de corriente de los motores.
- 4) Poner a calentar la máquina a unos 275 C°, durante 15 minutos, para facilitar el desarme de la misma.
- 5) Apagar los pirómetros.
- 6) Apagar todos los interruptores y el flip-on.
- 7) Corta el suministro de agua si la extrusora tiene un sistema de enfriamiento.
- 8) Trabajar con la extrusora en caliente porque esto ayuda al desarme de la misma, tener accesorios que nos brinden seguridad industrial adecuada.
- 9) Desconectar dispositivos eléctricos y enumere las posiciones de cada uno donde se encontraban.
- 10) Retirar el anillo.
- 11) Retirar el molde desarmarlo y aprovechar limpiarlo, con espátula de cobre, luego con un cepillo de bronce.
- 12) Retirar el filtro y límpielo.

- 13) Retirar el husillo ubicado en la parte interna del cañón y limpiarlo. No utilizar herramienta que pueda rayar las partes internas de la extrusora.
- 14) Luego de limpiar el molde, cañón, filtro y husillo pulir las piezas.
- 15) Lubricar el husillo con una capa delgada de grasa y guardar en un área libre de humedad para evitar corrosión, si no va a ensamblarlo enseguida.
- 16) Remover la suciedad de las resistencias y revisar que tenga un buen contacto.
- 17) Los tamices deben cambiarse.
- 18) Armar.
- 19) Conectar cables y termocuplas.

Mantenimiento en el sistema de soplado. (cada 6 meses):

Se debe tener en cuenta el mantenimiento de los compresores que alimentan la extrusora según las especificaciones del fabricante, chequear fugas en las tuberías, purgarla, chequear las válvulas y manómetros y la limpieza de estos, sin olvidar el filtro de lubricante y aire si es necesario cambiarlo, revisando que se encuentre en un estado óptimo para su funcionamiento.

Mantenimiento del bastidor del equipo (cada mes):

Chequear y limpiar los rodillos, engrasar chumaceras, observar el juego entre eje y cojinete, nivelar los cilindros, mantenimiento de motor y caja reductora, chequear si el movimiento es transmitido por cadenas.

8.3 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO

Las labores de mantenimiento fueron establecidas bajo un calendario anual dividido en meses, donde fueron tabuladas en frecuencias y se pueden evidenciar en la tabla 21 para la troqueladora 05DIB01. Para las demás maquinas ver Anexo B.

Tabla 21. Cronograma de actividades para la 05DIB01


Equipo	Sistema	Componente funcional	Actividades	Frecuencia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic		
di bernardi (05DIB01)	Mecánico	bastidor	inspección auditiva general	mensual														
		limpieza del area de trabajo	diaria															
		cadena	tensado de cadena	semanal														
		caja reductora	cambio de aceite	semestral														
		resortes	cambio de resortes	semestral														
		bomba	cambio de sellos	semestral														
		base	revisión de lubricación	trimestral														
		troqueles	cambio de tabla de teléfono	semestral														
			cambio de troqueles	semestral														
			revisión estado carcasa, pintura y fugas	semanal														
	Neumático	filtros	cambio del filtro	trimestral														
			revisión neumática	semanal														
		servovalvulas	inspección auditiva y visual	semanal														
		cilindro piston	cambio de sellos	diario														
	Eléctrico		inspección auditiva	mensual														
		motor	Revisar voltaje, amperaje	mensual														
			barriz al bobinado	mensual														
termocupla		revisar estado cableado y contactores	semanal															
	tablero	revisión de la termocupla	mensual															
		revisar fusibles, interruptor	mensual															

8.4 CHECK LIST

Existen labores diarias que se deben hacer sobre la maquinaria, éstas deben hacer parte de la implementación del plan de mantenimiento y son una herramienta importante para saber si en cada equipo se hace una buena labor, todo esto se logra con la ayuda de una check list (lista de chequeo), que permite recolectar dicha información y hacerla parte del mejoramiento de los procesos de mantenimiento de la empresa PLASTIBARRANCA.

A continuación, se mostrará en la tabla 22 la check list de la troqueladora 05DIB01 como ejemplo, y el formato para todos los equipos se adjunta en el Anexo C.

Tabla 22. Lista de chequeo troqueladora 05DIB01

 LISTA DE CHEQUEO No. _____				
Nombre del equipo: toqueladora			Código del equipo:05TRO09	
Responsable:			Hora inicio:	
Fecha:			Hora culminación:	
Sistema	Componente funcional	Actividades	Check	Observaciones
Mecanico	bastidor	inspeccion auditiva general	ok	
		apriete de tornillería	ok	
		limpieza de area de trabajo, general	x	carcasa sucia
	cilindro pistón	comprobar alineacion entre punzón y yunque	ok	
		bomba	cambio sello mecánico	ok
	rodamientos	revisión de lubricacion	ok	
		engrase de rodamientos	ok	
	embrague	cambio de rodamientos	ok	
		revisión de clutch	ok	
		revisión de volante	ok	
		revisión de resorte de tencion en buen estado	ok	
	transmisión	revisión de cucñas y balancin	ok	
		revisión dientes de engranajes	ok	
		engrase de engranajes	ok	
		engrase de cadena	ok	
tensado de cadena		ok		
cambio del plato de cadena		ok		
Eletrico	motor	cambio de correas	x	correas destensionadas
		revisar giro (rpm)	ok	
		Revisar voltaje, amperaje	ok	
		inspeccion auditiva general	ok	
	tablero	barniz al bobinado	ok	
	revisar estado cableado	ok		
	revisar fusibles, interruptor	x	mantenimiento de tablero	

8.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EQUIPOS NO CRÍTICOS

Para el caso de los equipos no críticos, su mantenimiento se realiza según las consideraciones del encargado de mantenimiento, el cual establece una frecuencia mensual de inspecciones visuales y auditivas del equipo en general, y la aplicación del formato de lista de chequeo general para la aplicación de tareas de mantenimiento diarias como engrase y limpieza de componentes

8.6 INDICADOR DE GESTIÓN

La ejecución de las ordenes de trabajo puede verse afectada por inconvenientes externos inesperados tanto en producción como en mantenimiento, por esta razón y como medida del progreso de la implementación del plan de mantenimiento preventivo desarrollado en este trabajo de grado, se establece un indicador de gestión como se muestra a continuación:

Nombre: Cumplimiento del mantenimiento preventivo

Objetivo: Medir y controlar el cumplimiento de las funciones del mantenimiento preventivo en la empresa

Encargado: Jefe de mantenimiento

Periodo de cálculo: Mensual

Las órdenes de mantenimiento que están sujetas a este indicador son todas aquellas que estén establecidas en el plan de mantenimiento preventivo estipulado para la empresa. Para realizar el cálculo de este indicador se debe tener en cuenta que las ordenes de mantenimiento pueden presentar tres status del sistema diferentes:

Cerrada: Status correspondiente al cumplimiento de los siguientes requisitos: la finalización del trabajo, notificación de la actividad y descargo de material en el inventario.

Abierta: Cuando una orden no cumple con los requisitos establecidos para el cierre de la orden, esta quedará abierta hasta que cumpla cada uno de ellos.

Teniendo en cuenta estos términos el indicador de cumplimiento de mantenimiento preventivo se mide por medio de las siguientes ecuaciones:

$$CMP = OMPC / (OMPC+OMPA)$$

OMPC: Ordenes de Mantenimiento Preventivo Cerradas

OMPA: Ordenes de Mantenimiento Preventivo Abiertas

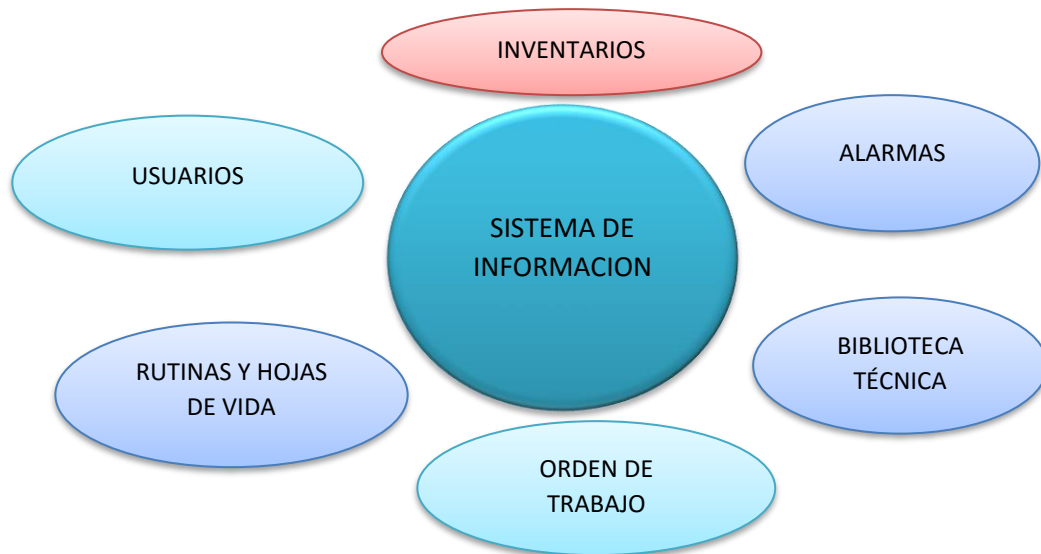
El cumplimiento del mantenimiento preventivo como indicador reflejará la distribución de trabajo asignado, evaluando si ha sido correcta la programación o requiere de ajustes.

9. SISTEMA DE INFORMACION Y CAPACITACIÓN

Esta herramienta es de vital importancia en la futura implementación del plan de mantenimiento preventivo, debido a que con ella se tienen los instrumentos y guías necesarias para realizar cada labor concerniente a dicha metodología de manera más eficiente. Con el desarrollo tecnológico que ha tenido la industria no es recomendable que las labores que mantienen funcionando a una empresa (a nivel de la maquinaria) carezcan de esta característica, por tal razón se planea integrarla, logrando con esto que la gestión del mantenimiento resulte mucho más fácil y eficiente.

La recopilación de información que se hizo previamente en la empresa a manera de inventarios, codificación de equipos, análisis de criticidad y demás aspectos, son el apoyo fundamental en el desarrollo del sistema de información, información la cual es organizada y gestionada en módulos, los cuales se muestran en la figura 19.

Figura 19. Sistema de información



9.1 LENGUAJE DE PROGRAMACION

Microsoft Access es un sistema de gestión de bases de datos incluido en el paquete ofimático denominado Microsoft Office. Igualmente, es un gestor de datos que recopila información relativa a un asunto o propósito particular, como el seguimiento de pedidos de clientes o el mantenimiento de una colección de música, etcétera. Está pensado en recopilar datos de otras utilidades (Excel, Word, SharePoint, etcétera) y manejarlos por medio de las consultas e informes⁶.

9.2 INGRESO AL PROGRAMA

Para ingresar dentro del software, solo se debe abrir el icono y automáticamente se tendrá acceso a los módulos que se plantearon, estos están presentados mediante iconos que hacen enlace a los formularios que muestran y permiten editar la información recopilada dentro de la base de datos.

Figura 20. Ingreso al programa



⁶ WIKIPEDIA. Microsoft Access, Disponible en internet: <https://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Access> [Citado el 20 de Octubre de 2016].

9.3 ANALISIS DETALLADO DE LOS MODULOS DEL PROGRAMA

De acuerdo a los módulos planteados en la figura 19, se logra obtener una interfaz que permite acceder de una forma sencilla a los diferentes campos, lo que contribuirá en la mejora del departamento de mantenimiento de la empresa PLASTIBARRANCA. Estos módulos son descritos a continuación:

9.3.1 Usuarios. Este módulo es de vital importancia ya que con el podemos tener un control organizado del personal actual trabajando en la empresa, es posible modificar su información básica (datos como nombre dirección, cargo desempeñado, número de teléfono, correo electrónico) a lo largo del tiempo y a su vez llevar control dentro de la base de datos, para crear un perfil de un empleado nuevo vamos al módulo y aparecerá un pequeño formulario de datos para diligenciar ordenadamente, una vez diligenciado se le da guardar y automáticamente queda anexado a la base de datos de personal de la empresa la cual se puede observar previamente, se puede guardar un registro nuevo, eliminar uno ya existente y abrir el informe de registros de personal (ver figura 21).

Figura 21. Módulo usuarios sección registro de personal



The screenshot displays the 'USUARIOS' (Users) section of the PlastiBarranca system. The header includes the word 'USUARIOS' on the left, the PlastiBarranca logo in the center, and a navigation icon on the right. The logo features a stylized 'PB' with a circular arrow and the text 'PlastiBarranca' and 'Cumplimiento, Experiencia y Calidad'. Below the header is a registration form with the following fields:

Nombre	Kelvin Bayona
Cédula de Ciudadanía	1099323456
Masculino	<input checked="" type="checkbox"/>
Femenino	<input type="checkbox"/>
Fecha de Nacimiento	11/8/1988
Telefono	78807343
Dirección	
Cargo	Ingeniero Mecánico

At the bottom of the form are three buttons: a left arrow, a right arrow, and a 'Guardar' (Save) button with a floppy disk icon.

9.3.2 Inventarios. En este módulo se encuentra toda la información correspondiente a los equipos de la empresa y repuestos disponibles, siendo posible administrar de una manera más eficiente esta dependencia, a continuación, se describen y se explican de qué forma lo vamos a utilizar.

Es posible agregar más equipos y repuestos si así se desea, se da click en el módulo de inventarios, nuevamente en la sección de inventario, muestra una lista desplegable con los repuestos disponibles. (ver figura 22).

Figura 22. Módulo inventarios

The screenshot shows a web application interface for an inventory system. At the top, there is a header with a menu icon, the title 'Inventario', and a search icon. Below the header are three tabs: 'Herramientas' (selected), 'Rodamientos', and 'Correas'. The main content area displays a list of tools with their respective quantities. The list is as follows:

Herramienta	Cantidad
alicate	3
cautin	1
cinta metrica	1
Corta frio	1
Destornillador	10
Esmeril	2
extractor	2
hombre solo	2
Juegos bristol	4

Para agregar un nuevo repuesto se da click a la lista de tablas, se diligencia el formulario de dicho repuesto y seguido de esto se adjuntan los nuevos valores, se procede a guardar y luego aparecerá el nuevo repuesto en el inventario (ver figura 23).

Figura 23. Tabla de herramientas

Herramienta	Cantidad	Herramienta	Haga clic para agregar
alicate	3		
cautin	1		
cinta metrica	1		
Corta frio	1		
Destornillador	10		
Esmeril	2		
extractor	2		
hombre solo	2		
Juegos bristol	4		
Juegos de copas	2		
limas	3		
Llave de tubo	2		
Llave fija	20		
Llave inglesa	3		
Martillo	3		
micrometro	1		
Multimetro	1		
Nivel	1		
Pie de rey	2		
Pinzas	3		
Porra	2		
Segueta	2		
serrucho	1		
Taladro de mano	2		
Nueva Herramienta			
*			

9.3.3 Biblioteca técnica. En este módulo se encuentran las principales características técnicas de cada uno de los equipos, que incluyen las propiedades mecánicas, como su potencia y eléctricas, como su consumo de energía, así como una descripción breve del funcionamiento del mismo, para acceder a esta se le da clic a la sección fichas técnicas luego aparece una lista de los equipos y seguido de ella un documento adjunto el cual contiene las características técnicas del equipo (ver figura 24).

Figura 24. Módulo fichas técnicas

Ficha	Equipo	Código
	Aglutinadora 01	06AGL01
	Aglutinadora 02	06AGL02
	Camiseta	05CAM05
	Cheer Young 45	02CHE02
	Cheer Young 55	02CHE03
	Cheer Young 65	04CHE01
	Chioldy	04CHO02

Registro: 14 | 2 de 19 | Sin filtro |

Para la creación de nuevos equipos, se debe realizar el ingreso del nombre y el código para el equipo y diligenciar la ficha técnica en el formato de Word, para luego adjuntarlo a la base de datos, luego de esto se verá reflejado el nuevo equipo dentro del módulo.

Figura 25. Tabla fichas técnicas

Equipo	Código	Preventivo	Correctivo	ID	U	U	Haga clic para agregar
Aglutinadora 01	06AGL01	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	U(1)	U(1)	
Aglutinadora 02	06AGL02	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	U(1)	U(1)	
Camiseta	05CAM05	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	13	U(1)	U(1)	
Cheer Young 45	02CHE02	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	U(1)	U(1)	
Cheer Young 55	02CHE03	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6	U(1)	U(1)	
Cheer Young 65	04CHE01	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7	U(1)	U(1)	
Chioldy	04CHO02	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8	U(1)	U(1)	
Chyi Yang pp 55	05YAN01	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9	U(0)	U(1)	
Compresor de Tornillo	07COM02	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	U(1)	U(1)	
Convex	03COV01	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10	U(1)	U(1)	
Di Bernati	05DIB01	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14	U(1)	U(1)	
Ferroniquel 650	05FER06	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15	U(1)	U(1)	
Fuelladora	05FUE08	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16	U(0)	U(1)	
Impresora Leand Yuang	01IMP01	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11	U(1)	U(1)	
Mezcladora	06AGL01	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	U(0)	U(1)	
Rotoflexo	01IMP02	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12	U(1)	U(1)	
Saldoflex	05SAL04	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17	U(1)	U(1)	
Zenner 01	05ZEN02	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	18	U(1)	U(1)	
Zenner 02	05ZEN03	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19	U(1)	U(1)	
* U(0)	(Nuevo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		U(0)	U(0)	

9.3.4 Orden de trabajo. Este módulo muestra el formato para ser llenado, de aquellas actividades de mantenimiento que se realizarán a cada equipo, así como los materiales necesarios para poder realizar las actividades (Ver figura 26). Luego de diligenciarlo es posible imprimir desde la base de datos, para ser autorizado para su aplicación.

Figura 26. Módulo orden de trabajo

The screenshot shows a web interface for creating a work order. The header includes the title 'ORDEN DE TRABAJO' and the company logo 'PlastiBarranca' with the tagline 'Cumplimiento, Experiencia y Calidad'. The form fields are as follows:

EQUIPO	Compresor de Tornillo
FECHA DE APLICACIÓN	31/1/2017
EMITIDO POR:	
RESPONSABLE DE LA OPERACIÓN	Kelvin Bayona
HORAS DISPONIBLES	
REPUESTOS REQUERIDOS	Aceite ISO 60
OPERACIÓN PREVENTIVA	<input checked="" type="checkbox"/>
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	Cambio de Aceite
FIRMA AUTORIZACIÓN	

viernes, 27 de Enero de 2017
02:30 p. m.

Registro: 1 de 2 Sin filtro Buscar

Además de esto cada casilla que se debe diligenciar cuenta con formatos de fecha y listas desplegables, la orden de trabajo se guarda en una lista de ordenes picando el icono de guardar, lo mismo si se quiere imprimir (ver figura 26).

9.3.5 Rutinas y hojas de vida de equipos. Este módulo es de vital importancia ya que con él se puede tener una idea clara de las actividades de mantenimiento que se le han realizado a los equipos a lo largo del tiempo, con el fin de poder ser analizados al momento de tomar decisiones sobre complicaciones en su mantenimiento actual (ver figura 27). Además agrega las rutinas que se generaron en el nuevo programa de mantenimiento, como archivos adjuntos que pueden ser revisados en cualquier momento.

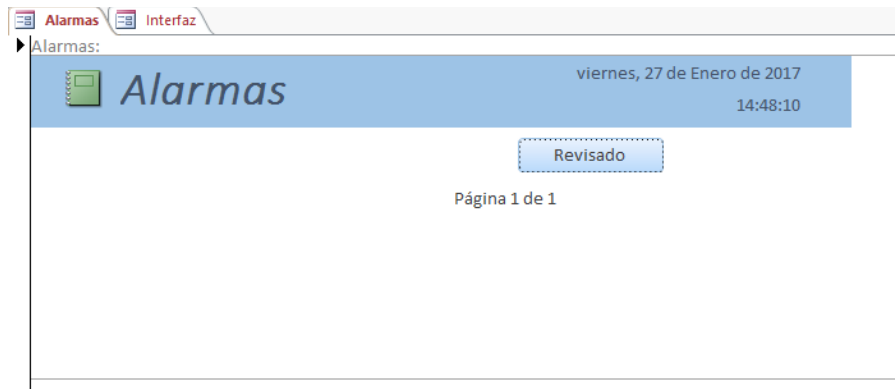
Figura 27. Módulo rutinas y hojas de vida de equipos

Equipo	Código	Rutina	Hoja de Vida
Aglutinadora 01	06AGL01		
Aglutinadora 02	06AGL02		
Camiseta	05CAM05		
Cheer Young 45	02CHE02		

Registro: 1 de 19 Sin filtro Buscar

9.3.6 Alarmas. Este módulo cuenta con todas las alarmas correspondientes a la gestión de mantenimiento, este módulo muestra cualquier actividad pendiente o que este por realizarse, dándole una alerta al operario encargado para que sea ejecutada en un tiempo determinado y evitando pasar por alto las labores del día.

Figura 28. Módulo alarmas



9.4 CAPACITACIÓN

Para finalizar este proyecto, se realizó una capacitación en la empresa presencia de todos los empleados de la misma. A manera de exposición se relacionó a cada asistente con la importancia de la metodología del mantenimiento preventivo, se dio a conocer los trabajos realizados y como se debían seguir ejecutando.

Además, se familiarizó a el encargado de mantenimiento con el software de administración del mantenimiento, haciéndolo participe de dicha gestión, dándole las herramientas para poder usar el programa e introducirlo a sus labores cotidianas.

Debido a que los procesos que tenía la empresa eran netamente correctivos, se recalcó ante los directamente involucrados con el departamento de mantenimiento que los resultados de esta metodología no se verían a corto plazo y que era de vital importancia seguir las indicaciones dadas para que a un mediano plazo se vieran reflejados los beneficios.

10. VIABILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

Para la implementación del sistema de información en el área de mantenimiento de la empresa PLASTIBARRANCA, es importante realizar un estudio de viabilidad que consiste en la recopilación, análisis y evaluación de diferentes tipos de información con el propósito de determinar si es posible ejecutarlo. Con base en la estimación de los flujos de caja, se dispone de tres parámetros a la hora de calcular la viabilidad de un proyecto, los cuales son la tasa interna de retorno (TIR), el valor actual neto (VAN) y el plazo de recuperación (PAY-BACK).

Para realizar el estudio de viabilidad del plan de mantenimiento, inicialmente es necesario determinar la inversión que se debe aportar para su ejecución.

Tabla 23. Inversión para la implementación del sistema de información

ÍTEM	VALOR
Equipos (Computador, impresora)	3'000.000.00
Software	3'000.000.00
Personal de trabajo	4'600.000.00
Capacitación	2'400.000.00
Servicios (internet, electricidad)	1'000.000.00
Otros	3'400.000.00
Total	17'400.000.00

Luego de obtener la inversión inicial del proyecto, se procede a evaluar la implementación del plan de mantenimiento mediante los parámetros anteriormente mencionados. Se plantea un tiempo máximo de 12 meses para la recuperación de la inversión, con una tasa de interés del 2% mensual, un interés de ganancia del 2,3% y un interés de deuda del 1,7%. Los valores calculados para obtener el tiempo de recuperación de la inversión se verán en la siguiente tabla.

Tabla 24. Análisis de inversión

ANALISIS DE INVERSION						
INVERSION: 1.7400.000			TASA DE INTERES : 2%			
TIEMPO: 12 meses			INTERES DE GANANCIA: 2,3%			
			INTERES DE DEUDA: 1,7%			
MESES	INVERSION	INGRESOS	EGRESOS	FLUJO DE CAJA	VALOR ANUAL	ACUMULADO
0	-\$ 17.400.000			-\$ 17.400.000	-\$ 17.400.000	-\$ 17.400.000
1		\$ 5.300.000	\$ 1.600.000	\$ 3.700.000	\$ 3.627.451	-\$ 13.772.549
2		\$ 5.421.900	\$ 1.627.200	\$ 3.794.700	\$ 3.647.347	-\$ 10.125.202
3		\$ 5.546.603	\$ 1.654.862	\$ 3.891.741	\$ 3.667.274	-\$ 6.457.927
4		\$ 5.674.176	\$ 1.682.995	\$ 3.991.181	\$ 3.687.234	-\$ 2.770.693
5		\$ 5.804.681	\$ 1.711.606	\$ 4.093.075	\$ 3.707.225	\$ 936.532
6		\$ 5.938.189	\$ 1.740.703	\$ 4.197.486	\$ 3.727.247	\$ 4.663.779
7		\$ 6.074.767	\$ 1.770.295	\$ 4.304.472	\$ 3.747.302	\$ 8.411.081
8		\$ 6.214.487	\$ 1.800.390	\$ 4.414.097	\$ 3.767.389	\$ 12.178.471
9		\$ 6.357.420	\$ 1.830.997	\$ 4.526.423	\$ 3.787.509	\$ 15.965.979
10		\$ 6.503.641	\$ 1.862.124	\$ 4.641.517	\$ 3.807.661	\$ 19.773.640
11		\$ 6.653.225	\$ 1.893.780	\$ 4.759.445	\$ 3.827.846	\$ 23.601.486
12		\$ 6.806.249	\$ 1.925.974	\$ 4.880.275	\$ 3.848.063	\$ 27.449.549
					VAN	\$ 27.449.549
					TIR	20,85%
					PAYBACK	5

Con los resultados observados en anterior la tabla se puede deducir que al ser el VAN > 0, la TIR mayor que el interés de la empresa (16%) y el pay-back de 5 meses, se obtiene que la implementación del software de mantenimiento en la empresa es viable y su inversión se recuperaría en tan solo 5 meses.

11. CONCLUSIONES

- Se realizó una auditoria acerca de la efectividad del mantenimiento en la empresa PLASTIBARRANCA en busca de identificar los aspectos relevantes a los cuales abordar de manera inmediata en la mejora de la gestión del mantenimiento actual de la misma, ya que como se observó anteriormente, la gestión de mantenimiento que se realiza en esta empresa es mayoritariamente correctiva. Con lo que se logró identificar que 5 de los 6 aspectos evaluados se estaban implementando de manera deficiente, debido a la falta de registros de los equipos y la inexistencia del departamento de mantenimiento como tal. Conocer este aspecto ayudó a enfocar de manera adecuada el plan de mantenimiento preventivo que se realizó a esta empresa.
- Con la realización del inventario a 23 equipos relacionados al área de producción de la empresa, junto con su respectiva codificación, así como el inventario de los repuestos existentes, que permitirá tener acceso a ellos de una manera más rápida y llevar control sobre las cantidades exactas de repuestos en stock, con lo que se evita demoras en reparaciones debido a la falta de estos.
- Se llevó a cabo un análisis de criticidad a los 23 equipos involucrados con el área de producción con lo que se logró identificar 8 equipos críticos y 11 medianamente críticos, los cuales fueron 02POL01, 04CHE01, 05ZEN02, 07COM02, 02CHE02, 05REF07, 07COM01, 02CHE03, 05ZEN03, 01IMP01, 06AGL02, 04CHI02, 05CAM05, 05SAL04, 05DIB01, 01IMP02, 03COV01, 05FER06 y 06AGL01, que corresponden al 34.78% (críticos) y 47,83% (medianamente críticos) de la maquinaria total, lo que permitió enfocar el plan maestro en los equipos que demandaban mayor atención.

- Se crearon los formatos: hoja de vida de los equipos, orden de trabajo, ficha técnica y ficha de mantenimiento preventivo, con lo que se logró organizar toda la información necesaria para implementar el software para la gestión del mantenimiento en la empresa.
- Se creó un sistema de información para la administración del mantenimiento en la empresa PLASTIBARRANCA, empleando la herramienta ofimática Microsoft Access. Software con el cual se logrará mejorar la gestión de mantenimiento y pasar de una etapa correctiva a una preventiva.
- Con la capacitación a todos los empleados involucrados con el departamento de mantenimiento, se hizo énfasis en la importancia del mantenimiento preventivo en la empresa, además de cómo usar y administrar el sistema de información, con la finalidad de la correcta ejecución del mantenimiento en la empresa.
- Con el VAN > 0, la TIR mayor que el interés de la empresa (16%) y el pay-back de 5 meses, se obtiene que la implementación del software de mantenimiento en la empresa es viable y su inversión se recuperaría en tan solo 5 meses.

12. RECOMENDACIONES

- Para que se vean reflejadas las mejoras a mediano plazo en la empresa con la implementación de esta metodología, es necesario que todas las personas relacionadas con este departamento se apropien y sean responsables con las labores propuestas.
- Es de vital importancia ejecutar el sistema de información para la administración del mantenimiento de la manera que fue sugerida, debido a que de esto depende que la nueva implementación refleje resultados positivos en la empresa.
- Es necesario que cada persona nueva en el área de mantenimiento sea capacitada a cerca de los procesos que se están ejecutando y sea capaz de administrar el software de una manera adecuada.

BIBLIOGRAFÍA

ESPINOSA FUENTES, Fernando. Auditoria para la efectividad del mantenimiento. Chile. Universidad de Talca. 2008, 140 p.

GARCIA G, Santiago. Mantenimiento industrial. Madrid: Renovetec, 2009

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Trabajos escritos, Presentación y referencias bibliográficas. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2008. 110 p. ISBN 978-958-9383-81-0.

LOGROÑO, Pablo. Desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo en una fábrica textil. Tesis de grado. Ecuador. Escuela superior politécnica del litoral, 1994.169 p.

LOZANO LEÓN, Diego. Diseño de un programa para la gestión e implementación de un plan de mantenimiento preventivo aplicado a la empresa Belmarautopartes Ltda. Bucaramanga – Colombia. Universidad Industrial de Santander. Escuela de ingeniería mecánica. 2016. 119 p.

PINZÓN, José Luis y RUIZ VELASQUEZ, Miguel. Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Trenzahilos S.A.S. Proyecto de grado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2014. 142 p.

Anexo A. Fichas técnicas de los equipos

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA		
Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	Impresión y flexografía	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de control automático en el desbobinador y embobinado • Control de tensión por servomotor • Motorización para rodillos anilox • Motor principal servomotor • Panel de control de operación • Rodillos de anilox cerámica 2=300 lpi y 4=450 lpi • Ejes expandibles (4) • Cámara de video • Puente agua • Secador con invertir • Sistema de alineado de la película salida y entrada • Elevación hidráulica del porta cliché • Bomba de circulación de tinta y sistema doctor blade
Maquina	01IMP02	
Marca	Rotoflexo	
Matricula/Serial	20131224-1	
Modelo	RPM1200-S	
Origen	Taiwán	
Tipo	Doctor blade	
Capacidad	N.A	
Máxima presión de aire	N.A	
Año de fabricación	2013-12-24	
Voltaje	220/3F/60HZ	
Kw	78	
Ancho	1200mm	
Peso	13 toneladas	
Dimensiones	10.5*4.5*4 mts	
Producción	N.A	
Velocidad	200m/min	
Características		
<p>Maquina tipo estaca Representante en Colombia Gamla Stan Ltda. Números de tintas: 6 Tipo :doctor blade Maquina flexografica doctor blade de 6 tintas para la impresión de película en polietileno, polipropileno, papel entre otras Se puede imprimir película en la siguiente forma -desarrollo desde 13" hasta 30" con impresión hasta de 47" de ancho -impresiones:6+6,6+5,5+5,4+4,4+3, a la mitad del ancho útil con la V -impresiones:6/0,5/1,4+2,3+3 a todo ancho útil -secado por frecuencia -seis bombas de recirculación neumática -sistema de batido de tintas -juego de rodillos porta cliché x6 de =13",13.75",15",16.5",18",20",22",24",28",30" -sistema en V para la inversión de película -motor principal de 5Hp con variador de frecuencia -tablero de control</p>		

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA		
Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	Impresión o flexografía	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de control de tensión automático en desbobinado y embobinado • Rodillo anilox cerámica 2=300 y 4=450 • Ejes expandibles (2) • Sistema alineado de película en la entrada • Elevación hidráulica del porta cliché • Bomba de la lubricación centralizada • Bombas de tintas • Tablero eléctrico
Maquina	01IMP01	
Marca	Lead yuang	
Matricula/Serial	230108	
Modelo	LY-6100DX	
Origen	Taiwán	
Tipo	Estaca	
Capacidad	N.A	
Máxima presión de aire	N.A	
Año de fabricación	2008	
Voltaje	220vac.trifasico.60 hz	
Kw	20	
Ancho	100cm	
Peso	5500 k	
Dimensiones	5.5*1,9*2.9 metros	
Producción	N.A	
Velocidad	70 m/min	
Características		
<p>Numero de tintas 6 Tipo : estaca Maquina flexografica a estacas de 6 tintas ara la impresión de película en polietileno, polipropileno, papel entre otras. Se puede imprimir película en las siguientes formas: -desarrollo desde 10" hasta 30" con impresión hasta de 39" de ancho -impresiones: 60,5/1,4+2,3+3 a todo ancho útil -impresiones:6+6,6+5,5+5,4+4,4+3, a la mitad del ancho útil con la v -secado por resistencia con control de temperatura -Seis(6) bombas de recirculación neumáticas -sistema de batido de tintas -juego de rodillos porta cliché x6 de =10,12,14,16,18,20,23.5,25 y 30 -sistema en V para la inversión de la película -motor principal de 5Hp con variador de frecuencia y tablero de control</p>		

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA		
Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	Extrusión	<ul style="list-style-type: none"> • Motor principal de 20 hp con variador de frecuencia • Bobinador doble frontal con sistema de refilado y corte lateral • Tratador eléctrico • Sistema grafilado • Alimentador • Motor jalador con un variador de frecuencia • Sistema automático de llenado de burbuja • Tablero de control eléctrico • Tablero colaxadores y fuelladores • Molde completo de alta de 70 mm con sus anillos de aire respectivamente • Molde de 90mm para baja con sus respectivos anillos de aire
Maquina	02CHE02	
Marca	Cheer Young 45	
Matricula/Serial	F97-1428	
Modelo	HPE-45 SE	
Origen	Taiwan	
Tipo	N.A	
Capacidad	N.A	
Máxima presión de aire	N.A	
Año de fabricación	2009-1	
Voltaje	220 v .trifasico.60 hz	
Kw	27	
Ancho	750mm	
Peso	3 toneladas	
Dimensiones	4.5*4.5*2.6 mts	
Producción	45 kg/h aprox.	
Velocidad	N.A	
Características		
Maquina extrusora de película soplada en polietileno de alta y baja densidad para la fabricación de rollos plásticos		

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA		
Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	extrusión	<ul style="list-style-type: none"> • Motor principal de 30 hp con variador de frecuencia • Bobinador doble espalda – espalda con sistema de refilado y corte lateral • Tratador eléctrico • Sistema de grafilado • Alimentador • Motor jalador con variador de frecuencia • Sistema de llenado automático de burbuja • Molde giratorio • Tablero de control eléctrico • Tablero colaxadores y fuelladores • Molde completo de alta densidad de 100 mm y 80mm con sus respectivos anillos de aire • Molde completo de baja de 250 mm y 180mm con sus respectivos anillos de aire
Maquina	02CHE03	
Marca	Cheer Young	
Matricula/Serial	F98-1508	
Modelo	HPE-55 SE	
Origen	Taiwan	
Tipo	N.A	
Capacidad	N.A	
Máxima presión de aire	N.A	
Año de fabricación	2010-08	
Voltaje	220 v.trifasico.60hz	
Kw	40	
Ancho	110mm	
Peso	4 toneladas	
Dimensiones	7*5*3 mts	
Producción	75kg/h aprox.	
Velocidad	N.A	
Características		
Maquina extrusora de película soplada en polietileno de alta densidad y baja densidad para la fabricación de rollos plastico		

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA		
Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	Extrusión	<ul style="list-style-type: none"> • Motor principal de 30 hp con variador de frecuencia • Bobinador de 4 unidades con eje expandible y control de tensión automático • Tratador efecto corona • Secador de película • Unidad de enfriamiento chiller • Sistema grafilado • Alimentador automático • Tablero de control eléctrico • Tablero de colaxadores y fuelladores • Anillos de 20-25-30-35-40-45-50-55 y 60 cm • Molde giratorio • Turbina de enfriamiento de la corona • Tablero colaxador de la película • Bandeja de circulación de agua inferior
Maquina	02POL01	
Marca	Chyi yang	
Matricula/Serial	F97-1428	
Modelo	pp-55h	
Origen	Taiwan	
Tipo	N.A	
Capacidad	N.A	
Máxima presión de aire	N.A	
Año de fabricación	2011-09	
Voltaje	220V trifasico 60hz	
Kw	40	
Ancho	65 cm	
Peso	3500 kg	
Dimensiones	550 cm*220cm*500cm	
Producción	40 kg/h aproxi..	
Velocidad	N.A	
Características		
Maquina extrusora de película soplada en polipropileno y polietileno		

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA		
Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	Extrusión	<ul style="list-style-type: none"> • motor principal de 10hp con inverter • grafilador • mxanini para el halador • bobinador doble • molde de 2" con su respectiva corona • fuellador
Maquina	03COV01	
Marca	Covex	
Matricula/Serial	F97-1428	
Modelo	30/28M 2+3	
Origen	España	
Tipo	N.A	
Capacidad	N.A	
Máxima presión de aire	N.A	
Año de fabricación	1993	
Voltaje	220V trifasico 60HZ	
Kw	15	
Ancho	65cm	
Peso	3500kg	
Dimensiones	4.0m*2.50*4.5 m	
Producción	15kg/haproxi..	
Velocidad	N.A	
Características		
maquina extrusora de película soplada de baja densidad		

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA		
Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	Extrusion	<ul style="list-style-type: none"> • Tablero de control eléctrico • Sistema temporizador de trabajo • Transmisiones de potencia
Maquina	03MEZ02	
Marca	j.j	
Matricula/Serial	N.A	
Modelo	M200	
Origen	N.A	
Tipo	N.A	
Capacidad	200 Kg	
Máxima presión de aire	N.A	
Año de fabricación	2009	
Voltaje	220 v 60 hz	
Kw	2	
Ancho	N.A	
Peso	400 Kg	
Dimensiones	1,50 mt*150 mts *220 mts	
Producción	N.A	
Velocidad	N.A	
Características		
Mezcladora automática de tornillo para polietileno		

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA		
Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	Extrusión	<ul style="list-style-type: none"> • Motor principal de 40hp con variador de frecuencia • Bobinador de doble espalda-espalda con sistema de refilado y corte lateral • Tratador eléctrico de 1.5kw • Sistema de grafilado • Alimentador • Motor jalador con variador de frecuencia • Sistema de llenado automático de burbuja • Molde giratorio • Tablero de control eléctrico • Tablero colaxadores y fuelladores • 1 anillo de aire doble labio • Iris • Fuellador • Moldes para baja densidad 200mm y 100mm • Moldes para alta 80mm y 120mm
Maquina	04CHE01	
Marca	Cheer Young	
Matricula/Serial	F103-1866	
Modelo	HPE-65 SES	
Origen	Taiwan	
Tipo	N.A	
Capacidad	N.A	
Máxima presión de aire	N.A	
Año de fabricación	2015	
Voltaje	220 v/3F/60HZ	
Kw	50	
Ancho	1200mm	
Peso	3720 kg	
Dimensiones	8mt*5mt*3mt	
Producción	90 kg/h aprox.	
Velocidad	N.A	
Características		
Maquina extrusora de película soplada en polietileno de alta densidad y baja densidad para la fabricación de rollos plasticos		

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA		
Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	Extrusión	<ul style="list-style-type: none"> • Motor principal de 15 hp trifasico • Mexanini para halador • Molde de 5" con su respectiva corona • Fuellador
Maquina	04CHO02	
Marca	Choldi	
Matricula/Serial	F97-1428	
Modelo	N.A	
Origen	Italia	
Tipo	N.A	
Capacidad	N.A	
Máxima presión de aire	N.A	
Año de fabricación	1992	
Voltaje	220V trifasico	
Kw	25	
Ancho	80 cm	
Peso	2500 kg	
Dimensiones	4.5m*3.5m*6 mt	
Producción	25kg/h aproxi	
Velocidad	N.A	
Características		
Maquina extrusora de película soplada de baja densidad		

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA		
Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	Sellado	<ul style="list-style-type: none"> • Troqueladora de excéntrica automática de 3 toneladas • Fotocelda • Tablero de control • Desbobinador eléctrico • Sistema de puntilla caliente • Contador y temporizador programable de paquetes
Maquina	05CAM05	
Marca	Hsing-wer	
Matricula/Serial	N.A	
Modelo	N.A	
Origen	Taiwán	
Tipo	N.A	
Capacidad	N.A	
Máxima presión de aire	N.A	
Año de fabricación	N.A	
Voltaje	220 vac.trifasico 60 Hz	
KW	2.5	
Ancho	65 cm	
Peso	400 k	
Dimensiones	2.50*1.15*130m	
Producción	N.A	
Velocidad	N.A	
Características		
Selladora térmica automática para la fabricación de bolsas de camiseta en polietileno		

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA		
Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	Sellado	<ul style="list-style-type: none"> • Cabezales De Sellado (Lateral y Fondo) • Fococelda • Troqueladora De Excéntrica De 5 Toneladas • Tablero De Control • Transmisión De Potencia • Tapete • Desbobinador Eléctrico • Unidad De Precorte • Ejes Y Manzanas Porta-Rodillo • Mesa Recolectora • Troqueladora Hidráulica De 20 Ton • Avance Por Servomotor
Maquina	05DIB01	
Marca	De bernardi	
Matricula/Serial	915190	
Modelo	Db802	
Origen	Italia	
Tipo	N.A	
Capacidad	N.A	
Máxima presión de aire	N.A	
Año de fabricación	1990	
Voltaje	220 v .trifasico 60Hz	
Kw	5	
Ancho	83 cm	
Peso	2500k	
Dimensiones	6.40*1.60*1.45 mts	
Producción	N.A	
Velocidad	N.A	
Características		
<p>Selladora Térmica Automática Para La Fabricación De Bolsa De Polietileno Y Polipropileno, En Las Sigüientes Formas</p> <ul style="list-style-type: none"> — Selle Lateral — Selle De Fondo — Bolsa Impresa — Pre -Corte 		

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA		
Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	Sellado	<ul style="list-style-type: none"> • Sellado por ferroníquel • Avance por servomotor • Mula recolectora • Sistema de sellado lateral y fondo • Fococelda • Tablero de control eléctrico • Doble desbobinador • Ejes porta rollos
Maquina	05FER06	
Marca	O&P	
Matricula/Serial	N.A	
Modelo	650	
Origen	Colombia	
Tipo	N.A	
Capacidad	N.A	
Máxima presión de aire	N.A	
Año de fabricación	N.A	
Voltaje	220 v trifasico 60Hz	
Kw	2	
Ancho	65 cm	
Peso	800k	
Dimensiones	3.4 mt*1.35mt*1.10 mt	
Producción	N.A	
Velocidad	N.A	
Características		
Selladora automática ferroníquel para la fabricación de bolsas en polietileno de forma : lateral y fondo (impresa)		

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA

Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	Sellado	<ul style="list-style-type: none"> • Alineador electrónico automático • Sistema fuellador • Ejes portarrollos • Tablero eléctrico de control con variador de velocidades
Maquina	05FUE08	
Marca	j.j	
Matricula/Serial	N.A	
Modelo	F140	
Origen	Colombia	
Tipo	N.A	
Capacidad	N.A	
Máxima presión de aire	N.A	
Año de fabricación	2012	
Voltaje	220 v 60Hz	
KW	2	
Ancho	N.A	
Peso	1.5 TON	
Dimensiones	2.50 mt*1.50 mts*2.20 mts	
Producción	N.A	
Velocidad	N.A	
Características		
Fuelladora automática de película plástica tubular de 140 cms		

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA		
Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	Sellado	<ul style="list-style-type: none"> • Mordazas de sellado (lateral y fondo) • Fococelda • Carro extractor • Transmisión de potencia • Tablero de control • Ejes y manzanas porta –rollos • Doble desbobinador
Maquina	05SAL04	
Marca	Saldoflex	
Matricula/Serial	105/77	
Modelo	SA800	
Origen	Italia	
Tipo	N.A	
Capacidad	N.A	
Máxima presión de aire	N.A	
Año de fabricación	1977	
Voltaje	220 Vac.trifasico 60 Hz	
Kw	4	
Ancho	85 cm	
Peso	1800 k	
Dimensiones	6*1.60*1.20 mts	
Producción	N.A	
Velocidad	N.A	
Características		
Selladora térmica automática para fabricación de bolsas de polietileno en las siguientes formas <ul style="list-style-type: none"> — Selle lateral — Selle de fondo — Bolsa impresa 		

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA		
Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	Sellado	<ul style="list-style-type: none"> • Dos pistas por servomotor • Mesa automática recolectora • Tablero de control • Cabezal y pistones de sellado (lateral y fondo) • Fococelda • Ejes porta rodillos • Transmisión de potencia • Interruptor de seguridad(emergencia) • Tapete y onduladores independientes • Tablero recuperador de desbobinador eléctrico • Sistema neumático para accesorios • Doblado y alineado automático (2 unidades) • Fuellador • Troquel de sello curvo y ovalo • Sistema de perforadoras
Maquina	05ZEN02	
Marca	Zenner	
Matricula/Serial	540206012	
Modelo	Z05-104	
Origen	Colombia	
Tipo	N.A	
Capacidad	N.A	
Máxima presión de aire	N.A	
Año de fabricación	2006	
Voltaje	220v .trifasico 60Hz	
Kw	13	
Ancho	140 cm	
Peso	1800K	
Dimensiones	6*2*1.30 MTS	
Producción	N.A	
Velocidad	N.A	
Características		
<p>SELLADORA TERMICA AUTOMATICA SERVOMOTOR DOBLE PISTA PARA LA FABRICACION DE BOLSAS EN POLIETILENO Y PROLIPOPILENO EN LAS SIGUIENTES FORMAS :</p> <ul style="list-style-type: none"> — SELLE LATERAL — SELLE DE FONDO — SELLE CAMISETA — SELLE CURVO — BOLSA PERFORADA — BOLSA CON TROQUEL Y OVALO — BOLSA IMPRESA 		

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA		
Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	Sellado	<ul style="list-style-type: none"> • Dos pistas por servomotor • Mesa automática recolectora • Tablero de control • Cabezal y pistones de sellado (lateral y fondo) • Fococelda • Ejes porta rollos • Transmisión de potencia • Interruptor de seguridad (emergencia) • Tapete y onduladores independientes • Tablero recuperador de desbobinador eléctrico • Sistema neumático para accesorios • Doblado y alineado automático • Fuellador • Troquel de sello curvo y ovalado • Sistema de perforadoras • 1 cabezal para fondo y doble fondo
Maquina	05ZEN03	
Marca	Zenner	
Matricula/Serial	S40913020	
Modelo	ZDS-140	
Origen	Colombia	
Tipo	N.A	
Capacidad	N.A	
Máxima presión de aire	N.A	
Año de fabricación	2013	
Voltaje	220 v trifasico 60Hz	
Kw	13	
Ancho	140cm	
Peso	1800k	
Dimensiones	6*2*130 mts	
Producción	N.A	
Velocidad	N.A	
Características		
<p>Selladora térmica automática, servomotor doble pista para la fabricación de bolsa de polietileno y polipropileno en las siguientes formas :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Selle lateral — Selle de fondo — Selle camiseta — Selle curvo — Bolsa perforada — Bolsa con troquel ovalado — Bolsa impresa 		

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA		
Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	Aglutinado o recuperado	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque con motor extractor de vapor • Tablero eléctrico • Motor principal 10Hp • Estrella y triangulo- arrancador
Maquina	06AGL01	
Marca	Plasti-scrap	
Matricula/Serial	103/119	
Modelo	FBP-450	
Origen	Italia	
Tipo	N.A	
Capacidad	N.A	
Máxima presión de aire	N.A	
Año de fabricación	1977	
Voltaje	220 v .trifasico	
Kw	8kw/hora	
Ancho	N.A	
Peso	300K	
Dimensiones	120cm*120cm*120cm*	
Producción	35k/h	
Velocidad		
Características		
Aglutinadora de películas plásticas Motor:10 Hp de alta a 220v		


FICHA TECNICA DE MAQUINARIA		
Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	Aglutinado o recuperado	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque con motor extractor de vapor • Tablero eléctrico • Motor principal de 30 Hp trifasico • Arrancador de estrella triangulo
Maquina	06AGL02	
Marca	N.A	
Matricula/Serial	N.A	
Modelo	N.A	
Origen	Colombia	
Tipo	N.A	
Capacidad	N.A	
Máxima presión de aire	N.A	
Año de fabricación	2005	
Voltaje	220v.trifasico 60 hz	
Kw	22 kw/hora	
Ancho	N.A	
Peso	400 kg	
Dimensiones	120cm*72 cm*71cm	
Producción	35k/h	
Velocidad	N.A	
Características		
Aglutinadora de película plástica Motor:10 Hp trifasico de alta a 220v		

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA		
Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	N.A	<ul style="list-style-type: none"> • Secador de humedad • Filtro de humedad y purificación
Maquina	07COM01	
Marca	Sulliar	
Matricula/Serial	2009102700078	
Modelo	Es6-10H/A B.O.M.N°:F56B/133984B	
Origen	N.A	
Tipo	Tornillo	
Capacidad	1.08 m3/min	
Máxima presión de aire	125 psi	
Año de fabricación	N.A	
Voltaje	220 v 60hz	
KW	10	
Ancho	N.A	
Peso	350 Kg	
Dimensiones	180 cm* 65 cm*135 cm	
Producción	N.A	
Velocidad	N.A	
Características		
Tanque de almacenamiento de aire comprimido. Sistema eléctrico con indicadores de temperatura, presión y horometro		

Anexo B. Cronogramas de mantenimiento

Equipo	Sistema	Componente funcional	Actividades	Frecuencia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic		
di bernardi (05D1801)	Mecánico	bastidor	inspección auditiva general	mensual														
			limpieza del area de trabajo	diaria														
		cadena	tensado de cadena	semanal														
		caja reductora	cambio de aceite	semestral														
		resortes	cambio de resortes	semestral														
		bomba	cambio de sellos	semestral														
		base	revisión de lubricación	trimestral														
		troqueles	cambio de tabla de teflón	semestral														
			cambio de troqueles	semestral														
			revisión estado carcasa, pintura y fugas	semanal														
			cambio del filtro	trimestral														
			revisión neumática	semanal														
			inspección auditiva y visual	semanal														
			cilindro pistón	cambio de sellos	diario													
Eléctrico	motor		inspección auditiva	mensual														
			Revisar voltaje, amperaje	mensual														
			barniz al bobinado	mensual														
			revisar estado cableado y contactores	semanal														
	termocupla	revisión de la termocupla	mensual															
	tablero	revisar fusibles, interruptor	mensual															

Anexo C. Listas de chequeo equipos no críticos

 LISTA DE CHEQUEO No. _____				
Nombre del equipo: toqueladora			Código del equipo:05TRO09	
Responsable:			Hora inicio:	
Fecha:			Hora culminación:	
Sistema	Componente funcional	Actividades	Check	Observaciones
Mecanico	bastidor	inspeccion auditiva general		
		apriete de tornillería		
		limpieza de area de trabajo, general		
	cilindro pistón	comprobar alineacion entre punzón y yunque		
	bomba	cambio sello mecánico		
		revisión de lubricacion		
	rodamientos	engrase de rodamientos		
		cambio de rodamientos		
	embrague	revisión de clutch		
		revisión de volante		
		revisión de resorte de tencion en buen estado		
		revisión de cucñas y balancin		
	transmisión	revisión dientes de engranajes		
		engrase de engranajes		
		engrase de cadena		
tensado de cadena				
cambio del plato de cadena				
Eletrico	motor	cambio de correas		
		revisar giro (rpm)		
		Revisar voltaje, amperaje		
		inspeccion auditiva general		
		barniz al bobinado		
	revisar estado cableado			
tablero	revisar fusibles, interruptor			



LISTA DE CHEQUEO No. _____

Nombre del equipo: fuelladora			Código del equipo:05FUE08		
Responsable:			Hora inicio:		
Fecha:			Hora culminación:		
Sistema	Componente funcional	Actividades	Check	Observaciones	
Mecanico	bastidor	inspeccion auditiva general			
		apriete de tornillería			
	cilindro pistón	limpieza de area de trabajo, general			
		comprobar alineacion entre punzón y yunque			
	rodillos	limpieza			
		revisión de presión			
		revisión de chumaceras			
	rodamientos	engrase de rodamientos			
		cambio de rodamientos			
	transmisión	revisión dientes de engranajes			
engrase de engranajes					
engrase de cadena					
tensado de cadena					
cambio del plato de cadena					
neumatico	filtro	cambio de correas			
		revisión de líneas neumáticas			
		revisión del estado de la carcasa			
	mangueras y acoples	revisión de filtros			
		revisión líneas hidráulicas (mangueras)			
		acoples bien colocados			
	servovalvulas	inspección visual de fugas			
	cilindro piston	cambio de sellos mecanicos			
	Eletrico	motor	revisar giro (rpm)		
			Revisar voltaje, amperaje		
inspección auditiva general					
barniz al bobinado					
revisar estado cableado					
tablero		revisar fusibles, interruptor			



LISTA DE CHEQUEO No. _____

Nombre del equipo: planta			Código del equipo: 07PLA03	
Responsable:			Hora inicio:	
Fecha:			Hora culminación:	
Sistema	Componente funcional	Actividades	Check	Observaciones
Mecanico	bastidor	inspeccion auditiva general		
		apriete de tornilleria		
		limpieza de area de trabajo, general		
	rodillos	limpieza		
		revison de presion		
		revison de chumaceras		
	filtros	revison de filtro de aceite		
		revison de filtro de aire		
	deposito	inspeccion visual		
	exosto	inspeccion visual		
rodamientos	engrase de rodamientos			
	cambio de rodamientos			
transmisión	revison dientes de engranajes			
	engrase de engranajes			
	cambio de correas			
Eletrico	motor	revisar giro (rpm)		
		Revisar voltaje, amperaje		
		inspeccion auditiva general		
		barniz al bobinado		
		revisar estado cableado		
	alternador	revisar estado del alternador		
	tablero	revisar fusibles, interruptor		



LISTA DE CHEQUEO No. _____

Nombre del equipo: troqueladora		Código del equipo:05TRO09		
Responsable:		Hora inicio:		
Fecha:		Hora culminación:		
Sistema	Componente funcional	Actividades	Check	Observaciones
Mecanico	bastidor	inspeccion auditiva general		
		apriete de tornillería		
		limpieza de area de trabajo, general		
	cilindro pistón	comprobar alineacion entre punzón y yunque		
		engrase de rodamientos		
	rodamientos	cambio de rodamientos		
		transmisión	revisión dientes de engranajes	
	engrase de engranajes			
	engrase de cadena			
	tensado de cadena			
cambio del plato de cadena				
hidraulico	filtro	revisión de lineas neumaticas		
		revisión del estado de la carcaza		
		revisión de filtros		
	mangueras y acoples	revisión lineas hidraulicas (mangueras)		
		acoples bien colocados		
	valvula	inspeccion visual de fugas		
	cilindro piston	cambio de sellos mecanicos		
	Eletrico	motor	revisar giro (rpm)	
Revisar voltaje, amperaje				
inspeccion auditiva general				
barniz al bobinado				
revisar estado cableado				
tablero		revisar fusibles, interruptor		

Anexo D. Manuales de mantenimiento preventivo

MANUAL MAQUINAS EXTRUSORAS DE PELÍCULA.TUBULAR

1. fallas de motores eléctricos en la extrusora de película tubular

síntoma	causas	soluciones
El motor no arranca	Causado usualmente por problemas en la línea, por ejemplo el funcionamiento con una sola fase en el arrancador.	Revise la fuente de alimentación: protectores de sobrecarga, controles, etc
Zumbido excesivo	voltaje alto	Revise las conexiones de la línea de entrada
	descentrado del rotor	reparar el motor.
Recalentamiento del motor	Sobrecarga. Compare el amperaje medido con su valor nominal de placa.	Localice y quite lo que produce la fricción excesiva en el motor o la carga.
	Funcionamiento con una sola fase.	Revise la corriente en todas las fases, aislar y corregir el problema
	Ventilación inadecuada	Revise el ventilador externo para asegurarse que el aire se mueve bien entre las aletas de enfriamiento
	Voltaje desequilibrado	Revise el voltaje en todas las fases , aislar y corregir el problema.
	El rotor roza el estator.	Apriete los pernos.
	Sobre voltaje	Revise el voltaje de entrada en cada fase al motor.
	El devanado del estator está abierto.	Revisar si la resistencia del estator en las tres fases está equilibrada.
	Devanado puesto a tierra	Efectúe una prueba dieléctrica y haga las reparaciones necesarias.

	Conexiones incorrectas.	Revise todas las conexiones eléctricas para Determinar: si la terminación, la resistencia mecánica y la continuidad eléctrica son adecuadas y Consulte el diagrama de conexión de cables del motor.
Recalenta miento del cojinete	Mal alineamiento.	Revise y alinee el motor y los equipos accionados por el mismo.
	Excesiva tensión de correa.	Reduzca la tensión de correa a su punto apropiado para la carga.
	Excesivo empuje terminal.	Reduzca el empuje terminal de la máquina accionada.
	Exceso de grasa en el cojinete.	Saque grasa hasta que la cavidad .
	Insuficiente grasa en el cojinete.	Añada grasa hasta que la cavidad.
	Suciedad en el cojinete.	Limpie el cojinete y la cavidad del cojinete. Rellene con el tipo de grasa correcto .
Vibración	Mal alineamiento.	Revisar y alinear el motor y los equipos accionados por el mismo
	Roce entre las piezas rotativas y las piezas fijas	Aísle y elimine la causa del rozamiento
	El rotor está desequilibrado.	Mande a revisar el equilibrio del rotor y hágalo reparar en el centro de servicio recomendado por el fabricante.
	Resonancia.	Sintonice el sistema o solicite asistencia al centro de servicio recomendado por el fabricante
Ruido	Materias extrañas en el entrehierro.	Extraiga el rotor y quite las materias extrañas. Vuelva a instalar el rotor. Revise el aislamiento.

2. Mantenimiento en Cajas reductoras de la extrusora de película tubular (cada 6 meses)

- I. Un análisis de lubricante es cuando se analiza visualmente el lubricante sustraído de la caja después de un cambio, si se observa brillantez y sedimentos metálicos, esto indica que dentro de la misma se están produciendo desgastes.
- II. El análisis de vibraciones se realiza por métodos visuales, auditivos, y de tacto, pero también existen análisis por medio de rayos infrarrojos, o de ultrasonido etc.
- III. La polea se ajusta a un eje por medio de chavetas, el eje debe lubricarse para que no se pegue la polea al eje. Este sistema la caja reductora está ensamblada directamente al motor, el ensamble también debe ser lubricado con grasa, y nunca se debe exceder la carga que especifica el fabricante.
- IV. Los cambios de lubricante se realizan cada 4 meses de operación, por lo general se utilizan lubricantes minerales, pero debe utilizarse el que recomienda el fabricante; se debe verificar que el nivel de lubricante sea el adecuado. Cuando se realice el cambio de lubricante apagar la máquina, quitar el tapón de drenado y eliminar todo el lubricante cuando se encuentre a alta temperatura ya que así fluirá con mayor facilidad, remover todos los sedimentos que se encuentran en el fondo, limpiar y colocar el tapón de drenado; vaciar el nuevo lubricante en la caja al nivel especificado, poner a trabajar la máquina por cinco minutos apagar y nuevamente vaciar lubricante al nivel especificado. Si el diseño de la caja reductora posee un filtro de lubricante removerlo y cambiarlo por uno nuevo en cada renovación de lubricante.

La grasa que se puede utilizar para cajas reductoras es la grasa sintética Tivelacompound de Shell, y los lubricantes tipo mineral Omala oil de Shell, Mellana oil de IP, Mobilgear de Mobil, Spartan EP de Esso, EP85W140 de Chevron.

3. Mantenimiento en el sistema eléctrico (cada 3 meses)

- I. Revisar las líneas de potencia del tablero, que se encuentren bien ajustados y los cables a bajas temperaturas.
- II. Revisar el óptimo contacto, buen estado y la temperatura de los fusibles.
- III. quitar la alimentación de la tarjeta, sacarla y revisar componentes.

- IV. Limpiar el gabinete del tablero, evitando levantar excesivo polvo.
- V. aplicar limpiador electrónico para limpiar las tarjetas.
- VI. Realizar las conexiones en su lugar respectivo.
- VII. Encender el equipo y verifique el buen funcionamiento del tablero.

4. Mantenimiento en el sistema de extrusión (cada 6 meses)

- I. Sacar la materia prima de la tolva, no permitir que la máquina funcione sin suministro de materia prima.
- II. Poner a 0 RPM, los potenciómetros de los motores.
- III. Cortar la alimentación de corriente de los motores.
- IV. Poner a calentar la máquina a unos 275 C°, durante 15 minutos, para facilitar el desarme de la misma.
- V. Apagar los pirómetros.
- VI. Apagar todos los interruptores y el flip-on.
- VII. Corta el suministro de agua si la extrusora tiene un sistema de enfriamiento.
- VIII. Trabajar con la extrusora en caliente porque esto ayuda al desarme de la misma, tener accesorios que nos brinden seguridad industrial adecuada.
- IX. Desconectar dispositivos eléctricos y enumere las posiciones de cada uno donde se encontraban.
- X. Retirar el anillo.
- XI. Retirar el molde desarmarlo y aprovechar limpiarlo, con espátula de cobre, luego con un cepillo de bronce.
- XII. Retirar el filtro y límpielo.
- XIII. Retirar el husillo ubicado en la parte interna del cañón y limpiarlo. No utilizar herramienta que pueda rayar las partes internas de la extrusora.
- XIV. Luego de limpiar el molde, cañón, filtro y husillo pulir las piezas.
- XV. Lubricar el husillo con una capa delgada de grasa y guardar en un área libre de humedad para evitar corrosión, si no va a ensamblarlo enseguida.
- XVI. Remover la suciedad de las resistencias y revisar que tenga un buen contacto.
- XVII. Los tamices deben cambiarse.
- XVIII. Armar.
- XIX. Conectar cables y termocuplas.

5. Mantenimiento en el sistema de soplado. (cada 6 meses)

se debe tener en cuenta el mantenimiento de los compresores que alimentan la extrusora según las especificaciones del fabricante, chequear fugas en las tuberías, purgarla, chequear las válvulas y manómetros y la limpieza de estos, sin olvidar el filtro de lubricante y aire si es necesario cambiarlo, revisando que se encuentre en un estado óptimo para su funcionamiento.

Se debe tener en cuenta el mantenimiento de los ventiladores que se encargan de enfriar los cañones y la tela plástica ya que se debe hacer cambios de filtros de aire cada 6 meses de operación y cada mes limpiarlos, se debe mirar el estado de las aspas de los ventiladores a su vez.

6. Mantenimiento del bastidor del equipo (cada mes)

Chequear y limpiar los rodillos, engrasar chumaceras, observar el juego entre eje y cojinete, nivelar los cilindros, mantenimiento de motor y caja reductora, chequear si el movimiento es transmitido por cadenas, observar el estado de la misma y lubricarla, revisar sus demás componentes, lubricar los rodamientos de los rodillos de moldeo, realizar el mantenimiento de la caja reductora, y del motor.

Maquina inyectora de polipropileno

1. Cambio de aceite de la caja del Reductor. (cada 6 meses)

- I. Retirar el tapón de drenaje del depósito de la caja ubicado en la parte inferior.
- II. poner alrededor de la rosca del tapón, introducir el tapón en su orificio asegurándose de su correcta posición.
- III. Quitar la tapa superior de la caja, poner el nuevo aceite.
- IV. Verificar el nivel actual del aceite retirando el tapón del nivel mediante la llave combinada.

2. Cambio de rodamientos del motor. (cada 6 meses)

- I. Se realiza una inspección visual y auditiva el cambio de estos, ya que estos no requieren lubricación periódica y se debe observar que el lubricante aplicado no salga del sello del cojinete.
- II. Con la engrasadora se aplica en la parte donde está la jaula del rodamiento. Retire la cantidad de grasa sobrante.

3. Limpieza conexiones generales del motor eléctrico (cada 15 días)

El mantenimiento es la limpieza del bastidor y caperuza del motor eléctrico, completándose con la inspección y limpieza de sus conexiones eléctricas.

- I. Con la ayuda de la manguera de aire comprimido, proceda a retirar toda impureza en el bastidor del motor y caperuza.
- II. Retirar la tapa superior e inspeccione los devanados, confrontando la resistencia del aislamiento de tal forma que no presenten grietas.
- III. Limpie con el aire comprimido en el interior del motor e inspecciones color, humedad o partículas extrañas en el devanado y el rotor. Séquelo y límpielo si es necesario y protéjalo con una capa de barnizado.

4. Limpieza motora eléctrico del ventilador. (cada 15 días)

- I. Retirar el motor del ventilador del motor principal.
- II. Marcar y quitar la tapa del motor.
- III. Revisar el estado del rodamiento.
- IV. Revisar el estado de los devanados del motor.
- V. Limpiar el interior del motor.
- VI. Armar y ensamblar el motor.

5. Limpieza tableros de componentes eléctricas. (cada 15 días)

- VIII. Revisar las líneas de potencia del tablero, que se encuentren bien ajustados y los cables a bajas temperaturas.
- IX. Revisar el óptimo contacto, buen estado y la temperatura de los fusibles.
- X. quitar la alimentación de la tarjeta, sacarla y revisar componentes.
- XI. Limpiar el gabinete del tablero, evitando levantar excesivo polvo.
- XII. aplicar limpiador electrónico para limpiar las tarjetas.
- XIII. Realizar las conexiones en su lugar respectivo.
- XIV. Encender el equipo y verifique el buen funcionamiento del tablero.

6. Mantenimiento de las resistencias del Husillo (cada 6 meses)

- I. Desconectar la alimentación eléctrica de la resistencia.
- II. Retirar la termocupla correspondiente a la resistencia y marcarla.
- III. Retirar la resistencia quitando los tornillos.
- IV. Verificar que la resistencia este en buen estado y probar.
- V. observar que la termocupla, no esté en malas condiciones.

7. Limpieza ventilador de refrigeración del Husillo. (cada 15 días)

- I. Aflojar el ventilador de la carcasa.
- II. Retirar rejilla.

- III. Limpiar en el interior e inspeccionar humedad y partículas extrañas.
- IV. Instalar el nuevo filtro.
- V. Tapar de nuevo.
- VI. Armar y ensamblar.

8. Revisión de tuberías y mangueras. (cada 1 mes)

- I. Inspecciones de la tubería.
- II. Si detecta fugas, interrumpir el paso de agua en ese punto.
- III. Desarmar el tramo que está afectado.
- IV. Inspeccionar las uniones. No permita que agentes extraños se alojen en el interior de la tubería.

9. Cambio rodamientos del Husillo.(cada 2 años)

- I. Quitar la guarda de seguridad de las correas sacando el pasador.
- II. Aflojar tornillo inferior para posterior deslizamiento del motor.
- III. Retirar correas de las poleas.
- IV. Limpiar las poleas retirando impurezas en sus canales.
- V. Retirar el prisionero de la polea conducida y sacar polea con el extractor.
- VI. Sacar el aceite de la caja.
- VII. Retirar camisa flotante.
- VIII. Sacar husillo.
- IX. Extraer con el extractor.
- X. Retirar tuerca de retención y extraer rodamientos.
- XI. Limpiar y revisar el estado del husillo.
- XII. Calentar los nuevos rodamientos en un baño de aceite a una temperatura de 100 °C a 150 °C.
- XIII. Introducir el rodamiento en el eje.
- XIV. Después de enfriado los rodamientos introduzca los anillos retenedores.
- XV. Armar y ensamblar.