

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA POLINORT  
S.A.S SOPORTADO EN HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES PARA EL  
MANEJO DE INFORMACIÓN.**

**OSCAR ALEJANDRO FLÓREZ BARAJAS  
FREDDY ANTONIO PEÑA GONZÁLEZ**

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

**2018**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA POLINORT  
S.A.S SOPORTADO EN HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES PARA EL  
MANEJO DE INFORMACIÓN.**

**OSCAR ALEJANDRO FLÓREZ BARAJAS  
FREDDY ANTONIO PEÑA GONZÁLEZ**

**Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Mecánico**

**Director**

**ISNARDO GONZÁLEZ JAIMES  
Ingeniero Mecánico**

**Codirector**

**OSCAR RODOLFO BOHÓRQUEZ BECERRA  
Ingeniero Mecánico**

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

**2018**

## Dedicatoria

A mis padres **MATILDE BARJAS** y **OSCAR FLÓREZ**,  
Por su confianza y enseñanzas que me permitieron alcanzar este  
logro.

A mi familia, por su apoyo constante  
y a mis amigos,  
Quienes compartieron este proceso,  
dejando buenos recuerdos y aprendizajes para mi vida.

**OSCAR ALEJANDRO FLÓREZ BARAJAS.**

## **DEDICATORIA**

*A **RAFAEL PEÑA** mi padre, quien con su disciplina me enseñó que no se debe dar por vencido nunca y por su apoyo incondicional durante este proceso,*

*A **MARGOT GONZÁLEZ** mi madre, por tu amor, tu entrega y tu confianza, me has dado la fuerza necesaria para afrontar los retos a lo largo de mi vida,*

*A **GISEL PEÑA** mi hermana, que esto sea más que motivación para que te conviertas en ingeniera,*

*A mis amigos, con quienes compartí momentos agradables y dejaron buenos recuerdos,*

*Muchas gracias a todos.*

**FREDDY ANTONIO PEÑA GONZÁLEZ**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darnos la sabiduría para poder culminar con esta gran etapa,

A nuestros padres, quienes, con su apoyo incondicional hicieron posible este gran logro,

A los docentes de la escuela de ingeniería mecánica por su guía, compromiso y enseñanza formándonos, así como ingenieros mecánicos,

Al Ingeniero Isnardo González Jaimes por el tiempo, conocimiento y apoyo brindado durante la realización de este proyecto,

Al ingeniero Oscar Bohórquez por su asesoría, apoyo y guía para obtener los mejores resultados en este proyecto,

Al ingeniero Juan Carlos Casadiegos Peña y su empresa POLINORT S.A.S por darnos la oportunidad de desarrollar nuestro proyecto en su empresa.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	21
1. GENERALIDADES DE POLINORT S.A.S. ....	23
1.1 UBICACIÓN .....	23
1.2 MISIÓN DE POLINORT S.A.S. ....	24
1.3 VISIÓN DE POLINORT S.A.S. ....	25
1.4 PRODUCTOS .....	25
1.5 PROCESOS DE FABRICACIÓN .....	26
1.5.1 Proceso de extrusión. ....	27
1.5.2 Proceso de sellado .....	27
1.5.3 Proceso de empaçado .....	28
1.6 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	29
1.7 OBJETIVO DEL TRABAJO .....	35
1.7.1 Objetivo general .....	35
1.7.2 Objetivos específicos .....	35
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	37
2.1 DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO .....	37
2.2 PROPÓSITOS DEL MANTENIMIENTO .....	37
2.3 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO .....	38
2.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO .....	40
2.4.1 Mantenimiento correctivo .....	40
2.4.2 Mantenimiento preventivo .....	41
2.5 DIAGRAMA DE PARETO .....	44
2.5.1 Objetivos del análisis de Pareto .....	45
2.5.2 Interpretación de Diagrama de Pareto .....	46

2.6 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO .....	47
2.6.1 Pérdidas asociadas al mantenimiento .....	48
2.7 INDICADORES DEL MANTENIMIENTO .....	50
2.7.1 Disponibilidad.....	50
2.7.2 Fiabilidad.....	51
2.7.3 Mantenibilidad.....	52
2.7.4 Eficiencia total de los equipos.....	52
2.7.5 Rendimiento.....	52
2.7.6 Calidad.....	52
3. EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO .....	53
3.1 MODELO DE AUDITORIA .....	53
3.2 PROCESO DE EVALUACIÓN Y PONDERACIÓN DE RESULTADOS.....	56
3.3 PROCESO DE AUDITORÍA.....	56
3.3.1 Reconocimiento del lugar.....	57
3.3.2 Entrevistas .....	57
3.3.3 Recolección de datos.....	57
3.3.4 Sistema de mantenimiento.....	57
3.3.5 Compilación y análisis.....	57
3.4 RESULTADOS DE LA AUDITORÍA.....	64
3.4.1 Criticidad en las rutas de inspección.....	64
3.4.2 Manejo de información sobre los equipos.....	65
3.4.3 Estado del mantenimiento actual .....	66
3.4.4 Antecedentes de costos de mantenimiento .....	67
3.4.5 Efectividad del mantenimiento actual.....	68
3.4.6 Conclusiones de la auditoria .....	69
4. ANÁLISIS DE CRITICIDAD .....	70
4.1 DIAGRAMA DE PARETO .....	70
4.1.1 Análisis de Pareto a la empresa POLINORT S.A.S... ..	70
4.2 ANÁLISIS DE CRITICIDAD A LA MAQUINARIA DE POLINORT S.A.S.....	72
4.2.1 Metodología para el análisis de criticidad .....	73

4.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD .....	74
4.4 CRITICIDAD EN REPUESTOS .....	77
5. DOCUMENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO .....	82
5.1 CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE POLINORT S.A.S .....	82
5.2 HOJA DE VIDA DE LAS MAQUINAS .....	85
5.3 FICHA TÉCNICA DE LAS MÁQUINAS.....	86
5.4 ORDEN DE TRABAJO.....	88
5.5 PLANTILLA DE REGISTRO DE FALLA .....	89
6. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EQUIPOS CRÍTICOS .....	90
6.1 FICHAS DE INSPECCIÓN.....	91
6.2 FICHAS DE LIMPIEZA.....	93
6.3 FICHAS DE LUBRICACIÓN .....	94
6.4 FICHAS DE CAMBIO DE PIEZAS .....	96
6.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.....	97
7. DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN .....	99
7.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN .....	99
7.2 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN .....	101
7.2.1 Requerimientos de la empresa .....	101
7.2.2 Criterios de selección.....	102
7.2.3 Matriz de calidad QFD .....	103
7.2.4 Ponderación de resultados .....	103
7.2.5 Planteamiento de alternativas.....	104
7.2.6 Evaluación de alternativas. ....	107
7.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN SAIM PARA LA EMPRESA POLINORT S.A.S. .....	108
7.3.1 Ingreso a la aplicación .....	108
7.3.2 Usuarios.....	109
7.3.3 Inicio .....	110
7.3.4 Configuraciones .....	111
7.3.5 Perfil.....	111

7.3.6 Orden de trabajo (OT).....	112
7.3.7 Documentos.....	114
7.3.8 Hoja de vida de equipo HVA.....	115
7.3.9 Reporte de grupo de análisis RGA .....	116
7.3.10 Plan detallado de trabajo PDT .....	116
7.3.11 Cronograma de actividades CDA.....	117
7.4 INFORMES GENERADOS POR SAIM.....	117
8. VIABILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	121
8.1 REDUCCIÓN DE COSTOS .....	121
8.1.1. Costos fijos de sostenimiento durante el desarrollo del proyecto .....	126
8.1.2. Flujo de caja de inversión del proyecto .....	129
8.2 FINANCIACIÓN DEL PROYECTO .....	130
8.2.1. Tiempo de recuperación del proyecto .....	131
8.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO FINANCIERO.....	135
9. CONCLUSIONES .....	138
BIBLIOGRAFÍA.....	140
ANEXOS.....	142

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Fachada POLINORT S.A.S. ....	23
Figura 2. Ubicación satelital.....	24
Figura 3. Organigrama de la empresa. ....	25
Figura 4. Bolsa de camiseta .....26	26
Figura 5. Bolsa rayada.....26	26
Figura 6. Proceso de extrusión. ....27	27
Figura 7. Proceso de sellado. ....28	28
Figura 8. Proceso de empaçado .....28	28
Figura 9. Planta POLINORT S.A.S. ....29	29
Figura 10. Mapa de procesos .....30	30
Figura 11. Mezcladora .....31	31
Figura 12. Maquina extrusora .....32	32
Figura 13. Embobinado del empaque flexible .....33	33
Figura 14. Maquina selladora.....33	33
Figura 15. Producto final 5kg blanco.....34	34
Figura 16. Producto final 2kg azul.....34	34
Figura 17. Línea cronológica del mantenimiento .....39	39
Figura 18. Diagrama de Pareto.....46	46
Figura 19. Aspectos considerados en el modelo de auditoría .....54	54
Figura 20. Gráfico rutas de inspección. ....64	64
Figura 21. Gráfico de manejo de información de los equipos. ....65	65
Figura 22. Gráfico de mantenimiento actual. ....66	66
Figura 23. Gráfico de costos de mantenimiento.....67	67
Figura 24. Gráfico efectividad mantenimiento actual. ....68	68

Figura 25. Diagrama radar.....	69
Figura 26. Pareto realizado a POLINORT S.A.S. ....	71
Figura 27. Codificación diseñada para la empresa POLINORT S.A.S.....	83
Figura 28. Distribución de planta. ....	83
Figura 29. Proceso de manteamiento. ....	90
Figura 30. Interfaz del sistema de información en Excel.....	100
Figura 31. Módulo de las extrusoras.....	100
Figura 32. Contenido de Extrusora AFP-EXT-01.....	101
Figura 33. Logo de la empresa WIN Software SAS.....	105
Figura 34. Interfaz SAIM®. ....	106
Figura 35. Interfaz Syscom S.A. ....	107
Figura 36. Descripción SAIM®.....	108
Figura 37. Ingreso al sistema.....	109
Figura 38. Ingreso al sistema de información. ....	110
Figura 39. Pantalla de inicio.....	111
Figura 40. Pantalla de configuraciones.....	112
Figura 41. Configuración perfil.....	112
Figura 42. Lista de las órdenes de trabajo.....	113
Figura 43. Formulario de Orden de trabajo.....	114
Figura 44. Formulario de las hojas de vida de los activos. ....	115
Figura 45. Actividades del PDT.....	117
Figura 46. Hoja de vida generada por SAIM, POLINORT S.A.S.....	118
Figura 47. Continuación de la hoja de vida generada por SAIM, POLINORT S.A.S. .....	118
Figura 48. Orden de trabajo generada por SAIM, POLINORT S.A.S.....	119
Figura 49. Cronograma de actividades de la empresa SAIM, POLINORT S.A.S.	120
Figura 50. Cronograma de actividades de la empresa SAIM, POLINORT S.A.S.	120
Figura 51. Costos de mantenimiento año 2016. ....	122
Figura 52. Grafica VAN Vs TIR.....	136

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Identificación y caracterización de la empresa.....	58
Tabla 2. Criticidad de las rutas de inspección.....	59
Tabla 3. Manejo de la información sobre los equipos.....	60
Tabla 4. Estado del mantenimiento actual. ....	61
Tabla 5. Antecedentes de costos de mantenimiento. ....	62
Tabla 6. Efectividad del mantenimiento actual.....	63
Tabla 7. Resultados rutas de inspección. ....	64
Tabla 8. Resultado del manejo de información de equipos. ....	65
Tabla 9. Resultados del mantenimiento actual. ....	66
Tabla 10. Resultados costos de mantenimiento. ....	67
Tabla 11. Resultados efectividad del mantenimiento actual ....	68
Tabla 12. Equipos con los que cuenta POLINORT S.A.S. y la frecuencia de falla por año.....	70
Tabla 13. Equipos, frecuencia de falla, porcentaje de falla y porcentaje de falla acumulada. ....	71
Tabla 14. Resultado del Pareto realizado a la empresa POLINORT S.A.S. ....	72
Tabla 15. Valores de los factores para da criticidad ....	75
Tabla 16. Resultados de los criterios tomados para la criticidad. ....	76
Tabla 17. Ubicación de los equipos en la matriz de criticidad.....	76
Tabla 18. Equipos críticos, resultado del análisis de criticidad. ....	77
Tabla 19. Repuestos analizados extrusora.....	77
Tabla 20. Costos piezas. ....	79
Tabla 21. Valores ponderados para el impacto y la ocurrencia. ....	79
Tabla 22. Matriz ocurrencia vs. Impacto. ....	80

Tabla 23. Repuestos críticos para stock. ....	80
Tabla 24. Códigos de las áreas. ....	84
Tabla 25. Códigos de las maquinas.....	84
Tabla 26. Codificación de las maquinas. ....	85
Tabla 27. Formato hoja de vida para POLINORT S.A.S.....	86
Tabla 28. Formato ficha técnica de las máquinas para POLINORT S.A.S. ....	87
Tabla 29. Ficha técnica extrusora POLINORT S.A.S.....	87
Tabla 30. Plantilla orden de trabajo para POLINORT S.A.S.....	88
Tabla 31. Plantilla registro de falla para POLINORT S.A.S. ....	89
Tabla 32. Ficha de inspección para POLINORT S.A.S.....	92
Tabla 33. Ficha de limpieza para la extrusora de POLINORT S.A.S. ....	94
Tabla 34. Ficha de lubricación de la extrusora de POLINORT S.A.S. ....	95
Tabla 35. Fichas de cambio para la extrusora. ....	96
Tabla 36. Cronograma de actividades de mantenimiento.....	98
Tabla 37. Matriz QFD.....	103
Tabla 38. Ponderación de los requerimientos.....	104
Tabla 39. Resultados de las alternativas. ....	107
Tabla 40. Gastos del proyecto. ....	123
Tabla 41. Costos instrumentación.....	123
Tabla 42. Costos oficina de mantenimiento. ....	124
Tabla 43. Costos implantación del software. ....	124
Tabla 44. Costo total para la adecuación del área de mantenimiento. ....	125
Tabla 45. Costos repuestos.....	125
Tabla 46. Costo total por invertir. ....	126
Tabla 47. Costos anuales de oficina. ....	126
Tabla 48. Costos anuales software.....	127
Tabla 49. Costos anuales del proyecto.....	127
Tabla 50. Costos cambio de instrumentación. ....	128
Tabla 51. Costos fijos en compra de repuestos.....	128
Tabla 52. Flujo de caja durante el tiempo de vida del proyecto. ....	130

Tabla 53. Amortización de la deuda.....	131
Tabla 54. Proyección en el tiempo de vida del proyecto.....	132
Tabla 55. Calculo VAN.....	134
Tabla 56. Resultados análisis financiero.....	135

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. Criterios para los parámetros de análisis de criticidad .....	142
ANEXO B. Cronograma .....	153
ANEXO C. Manual de servicio de la extrusora. ....	159
ANEXO D. Fichas del plan de mantenimiento .....	164
ANEXO E. Certificado de práctica empresarial .....	173

## RESUMEN

**TITULO:** PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA POLINORT S.A.S. SOPORTADO EN HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES PARA EL MANEJO DE INFORMACIÓN.\*

**AUTORES:** FREDDY ANTONIO PEÑA GONZÁLEZ  
OSCAR ALEJANDRO FLORÉZ BARAJAS\*\*

**PALABRAS CLAVES:** MANTENIMIENTO PREVENTIVO, SISTEMA DE INFORMACIÓN.

**DESCRIPCIÓN:** La elaboración de un plan de mantenimiento preventivo, se presenta como una solución a los problemas de la empresa POLINORT S.A.S., la cual está dedicada a la producción de empaques flexibles de diferentes tamaños y tonalidades, haciendo su distribución en ciudad como Barranquilla, Bogotá y Cúcuta, entregando el mejor servicio a sus clientes.

Este proyecto inicia con la recopilando información, realizando una auditoria para la efectividad del mantenimiento, efectuando una encuesta al personal de la empresa, en donde se identifica cuáles son las áreas involucradas en el mantenimiento que presentan falencias, posteriormente, se realiza un Pareto y una matriz de criticidad para identificar las maquinas críticas sobre las cuales se va a desarrollar el plan de mantenimiento preventivo, también, se obtuvieron las piezas de repuesto de la maquinas críticas para el stock de POLINORT S.A.S. A continuación, se realiza una codificación a todos los equipos del área de producción de la planta el cual muestra información del área donde se encuentra ubicada la máquina, el nombre de la máquina y un número consecutivo de la máquina. Además, se crearon fichas de lubricación, inspección, limpieza y cambio de piezas, en las cuales se registran las actividades y la frecuencia con la que se realizan esas actividades.

Por último, se muestra el diseño de un sistema de información soportado en herramientas ofimáticas, el cual se integrará en el software SAIM para el manejo de datos de los equipos de la empresa POLINORT S.A.S.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Isnardo González Jaimes, Ingeniero Mecánico

## ABSTRACT

**TITLE:** PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR THE COMPANY POLINORT S.A.S. USING COMPUTATIONAL TOOLS FOR INFORMATION MANAGEMENT.\*

**AUTHORS:** FREDDY ANTONIO PEÑA GONZÁLEZ  
OSCAR ALEJANDRO FLORÉZ BARAJAS\*\*

**KEYWORDS:** PREVENTIVE MAINTENANCE, INFORMATION SYSTEM.

**DESCRIPTION:** The development of a preventive maintenance plan is presented as a solution to the problems of the company POLINORT SAS, which is dedicated to the production of flexible packaging of different sizes and shades, making its distribution in the city of Barranquilla, Bogotá and Cucuta, offering the best service to its customers.

This project begins with the collection of information, performing an audit for the effectiveness of the maintenance, carrying out a survey of the company's personnel, where the areas involved in maintenance that have flaws are identified, later, a Pareto and a criticality matrix to identify critical machines on which the preventive maintenance plan is going to be developed, also, the spare parts of the critical machines were obtained for the stock of POLINORT SAS. Then a codification is made to all the equipment of the production area of the plant which shows information of the area where the machine is located, the name of the machine and a consecutive number of the machine. In addition, lubrication, inspection, cleaning and parts change sheets were created, in which the activities are registered and the frequency with which those tasks are carried out.

Finally, the design of an information system supported by office tools is shown, which will be integrated into the SAIM software for data management of the equipment of the company POLINORT S.A.S.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Isnardo González Jaimes, Ingeniero Mecánico

## INTRODUCCIÓN

POLINORT S.A.S. es una empresa dedicada a la producción de empaques flexibles de diferentes tamaños y tonalidades. Realiza la distribución de estas en diferentes partes del país como lo son en Cartagena, Barranquilla y Bogotá.

La empresa trabaja las 24 horas del día de lunes a sábado, para que esto sea posible cuenta con personal capacitado en diferentes turnos de trabajo en el sector de manufactura, en la parte administrativa es un único horario, ya que es responsable de la entrega inmediata de los pedidos en aras de hacer su distribución dentro de la ciudad y en las diferentes partes del país.

El proyecto que se implementará en esta empresa será un plan de mantenimiento preventivo el cual tendrá como finalidad el control de un óptimo funcionamiento de los equipos con la información técnica necesaria y procesos soportado por un sistema de información capaz de mostrar en tiempo real las actividades de mantenimiento a realizar.

El estudio se inicia con la recopilación de información, elaborando una auditoría para determinar el estado actual del mantenimiento, la cual será de importancia para las futuras decisiones durante el desarrollo de este proyecto. El enfoque será hacia el mantenimiento preventivo de las máquinas, debido a esto se determinarán las máquinas críticas haciendo uso del análisis de Pareto y cerciorando dicho análisis con una matriz de criticidad, estableciendo así las máquinas a las cuales se enfocará este proyecto.

Se hará el debido registro de las actividades de mantenimiento, creando hojas de vida para cada uno de los equipos, elaborando las debidas actividades de

mantenimiento con correspondiente frecuencia, siendo esto controlado por un cronograma debidamente diseñado y legible para el encargado de mantenimiento.

Dicho plan de mantenimiento preventivo será soportado por un sistema de información, el cual llevará registro de todas las actividades realizada y por realizar de todas las máquinas de POLINORT S.A.S.

## 1. GENERALIDADES DE POLINORT S.A.S.

POLINORT S.A.S. nació tras la necesidad de crear una empresa filial para INDUSTRIAS PRODEI, Industria ubicada en el estado de Táchira, Pedro María Ureña de la República Bolivariana de Venezuela, cuya actividad económica es la elaboración de bolsas y exportación de materias primas hacia Colombia.

### 1.1 UBICACIÓN

POLINORT S.A.S. se encuentra ubicada en la ciudad de Cúcuta en el departamento de Santander, Colombia en la zona industrial calle 7N N° 5-52.

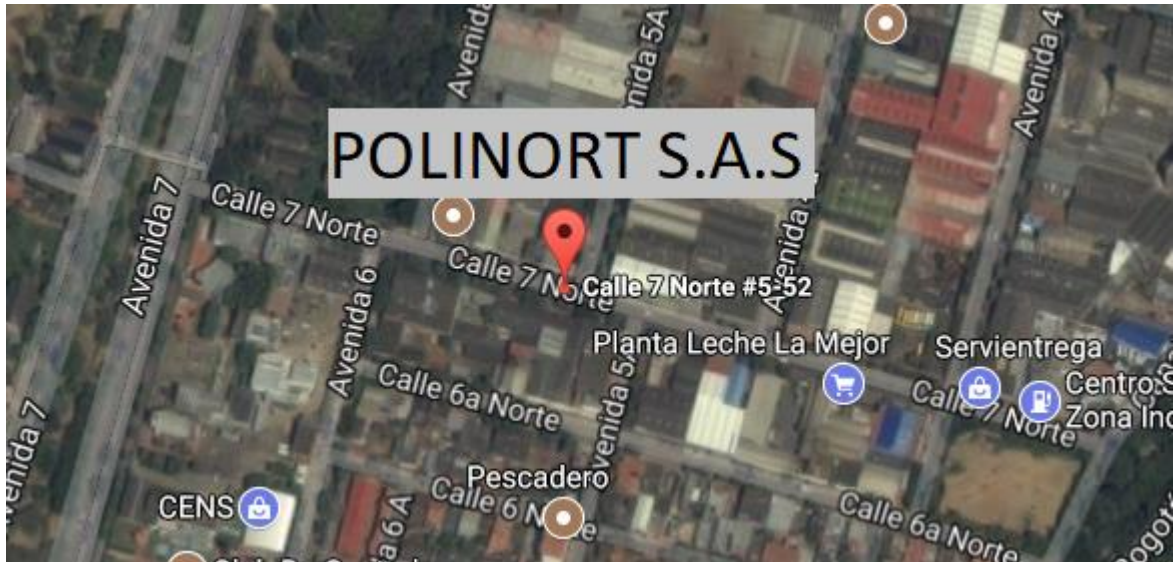
**Figura 1. Fachada POLINORT S.A.S.**



Fuente: Google maps 2017 Disponible en internet: <<https://www.google.es/maps>>

En la figura se ubica satelitalmente el sitio.

**Figura 2. Ubicación satelital**



Fuente: Google maps 2017 Disponible en internet: <<https://www.google.es/maps>>

## **1.2 MISIÓN DE POLINORT S.A.S**

Satisfacer las necesidades nacionales y regionales con nuestros productos de forma permanente, oportuna y eficiente, con una tecnología de punta que logre dar una respuesta laboral a nuestro entorno con mejor calidad de vida y conservación del ambiente.

### 1.3 VISIÓN DE POLINORT S.A.S.

Ser líderes en el mercado, permaneciendo en el tiempo y espacio con nuestros productos en base a un proceso de mejoramiento continuo con innovación tecnológica; ofreciendo una atención integral al cliente y su consumidor, llegando a los mercados internacionales y posicionándonos en ellos.

**Figura 3. Organigrama de la empresa.**



### 1.4 PRODUCTOS

POLINORT S.A.S. tiene la capacidad de producir empaques flexibles de alta y baja densidad, de diferente tamaño, color y de tipo rayada, como se pueden ver a continuación.

**Figura 4. Bolsa de camiseta**



**Figura 5. Bolsa rayada**



## **1.5 PROCESOS DE FABRICACIÓN**

Los procesos de manufacturas que emplea la empresa POLINORT S.A.S. son los siguientes:

**1.5.1 Proceso de extrusión.** Este proceso es llevado a cabo por cuatro extrusoras sencillas y una doble que es la encargada de la bolsa rayada, estas son capaces de fabricar láminas en diferentes calibres, rollos tubulares y medidas desde 10 centímetros hasta 1 metro de ancho, con pellets de alta y baja densidad, y colores según la bolsa a fabricar.

**Figura 6. Proceso de extrusión.**



**1.5.2 Proceso de sellado.** Este proceso es de alto rendimiento ya que las selladoras son automáticas, las cuales garantizan un excelente sellado, corte y adicional a ellos un doblado de la bolsa facilitando el empaclado por parte del operario.

**Figura 7. Proceso de sellado.**



**1.5.3 Proceso de empaclado.** El empaclado de las bolsas es la parte final de la línea de proceso la cual es llevada a cabo por el operario haciendo uso de una maquina amarradora de bolsas.

**Figura 8. Proceso de empaclado**



## 1.6 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

POLINORT S.A.S. es una empresa del sector industrial, ubicada en la ciudad de Cúcuta Norte de Santander en la zona industrial calle 7N N° 5-52.

Esta empresa dedicada a la fabricación de empaques flexibles de polietileno de alta y baja densidad, específicamente empaques flexibles (bolsas plásticas) las cuales se pueden encontrar en diferentes tamaños, colores y texturas, teniendo como principio básico cumplir con las expectativas y las necesidades de los clientes.

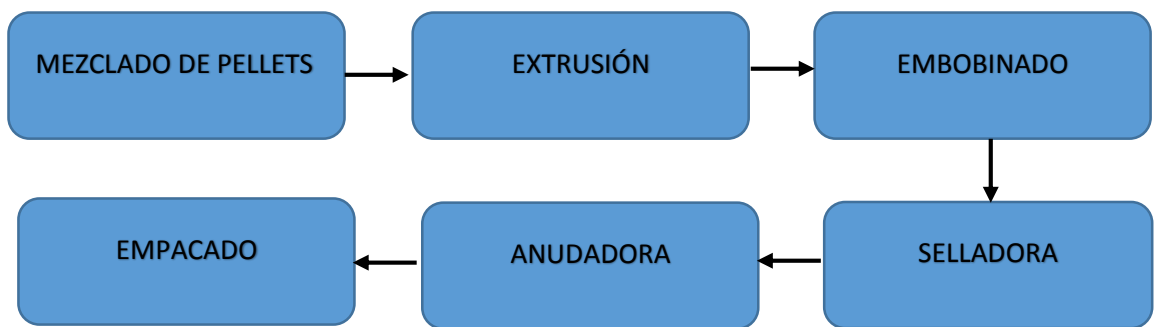
La producción de POLINORT S.A.S. tiene una capacidad de 1600 kg de extrusión en 24 horas y 1800 kg en sellado las 24 horas.

**Figura 9. Planta POLINORT S.A.S.**



Es por esto que la empresa ha visto necesaria la implementación de técnicas de mantenimiento en espera de alcanzar una mayor agilidad y disponibilidad de las máquinas y equipos. Todo esto con el objetivo de lograr una mejor calidad en los productos y una mayor competitividad en la industria de la fabricación de empaques flexibles.

**Figura 10. Mapa de procesos**



El mapa de procesos muestra cómo se lleva a cabo la fabricación de empaques flexibles del cual se describirá a continuación:

La línea de proceso se compone de un compresor el cual alimenta todas las máquinas que requieren un medio de transferencia como lo son las extrusoras de las cuales operan cuatro en línea continua, a continuación, a estas están dos selladoras automatizadas y el área final de empacado donde está el operario.

La línea de polietileno trabaja en cuatro fases de procesos. La primera fase es la de mezclado en la cual el operario tomando la materia prima que son los pellets se dispone a verterlos en la mezcladora, para este proceso es necesario el conocimiento del tipo de empaque flexible que se fabricará según el pedido del cliente, con dicho conocimiento hay diferentes tipos de pellets los cuales darán la característica requerida al producto, se mezclan cuatro de ellos, por ejemplo

polietileno lineal, polietileno de baja densidad, polietileno de alta densidad, polipropileno, polímero y colorante si es requerido.

**Figura 11. Mezcladora**



Después de esto el operario se dispone a trasladar la materia prima a la segunda fase que es la extrusión donde una maquina extrusora mezclará los pellets con ayuda de calor y un tornillo sin fin de forma homogénea para iniciar la extrusión del empaque flexible. Inicialmente hay una pequeña pérdida del material ya que con este se inicia el embobinado del empaque flexible, la corona por medio de aire hace que el material se expanda llegando a las plaquetas y una persiana dan la forma requerida a la bolsa, la cual se mide por el peso que se obtiene en este proceso, es necesario que el operario esté pendiente de este proceso ya que muchas veces la malla de filtrado de impurezas de la materia prima se daña dejando pasar estas

impurezas afectando la calidad del empaque flexible, ante este problema el operario tiene que parar el proceso y cambiar dicha malla, esto se puede repetir varias veces en el día.

**Figura 12. Maquina extrusora**



Una vez obtenido el embobinado del empaque flexible se procede a pasar a la tercera fase que es la selladora, la línea cuenta con dos selladoras automatizadas donde el operario coloca el material embobinado, pasándolo por cilindros que direccionan el material la parte de sellado y cortado, posteriormente a esta operación se perfora el empaque flexible como guía para que la misma por corte haga las orejas, una vez completado este proceso pasa a la cuarta fase en la cual

un operario por medio de anudadora la cual amarra un numero de terminado de empaques para luego empacarlas.

**Figura 13. Embobinado del empaque flexible**



**Figura 14. Maquina selladora**



**Figura 15. Producto final 5kg blanco.**



**Figura 16. Producto final 2kg azul.**



Existe un gran enemigo en este proceso de fabricación de empaques flexibles y es que las máquinas de operación no tienen un debido plan de mantenimiento para la mantenibilidad de las máquinas, lo cual expone a paradas de planta extensas para solucionar problemas de modo correctivo, exponiendo a costos elevados y pérdidas en la producción.

Con un plan de mantenimiento adecuado se obtendrá una mayor confiabilidad y disponibilidad de los equipos mediante revisión y reparaciones que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad.

## **1.7 OBJETIVO DEL TRABAJO**

**1.7.1 Objetivo general.** Contribuir con la misión de la escuela de ingeniería mecánica de la universidad industrial de Santander en la generación y fortalecimiento de las relaciones con la industria, mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa POLINORT S.A.S., con el fin de aumentar los niveles de disponibilidad de la maquinaria en el desarrollo de los procesos productivos de empaques flexibles.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

- Obtener y clasificar la información referente a los tipos de máquinas, registros de mantenimiento realizados a estas, obtención de repuestos y demás información proporcionada por POLINORT S.A.S. que permita establecer máquinas y piezas críticas hacia las cuales iría dirigido el plan de mantenimiento preventivo/correctivo contando con la disposición del personal técnico y administrativo de la planta.

- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo que contemple la planeación y la programación de este en función de recomendaciones de fabricante para la maquinaria de producción de POLINORT S.A.S. que garantice el óptimo funcionamiento de estas y evite paradas de planta.
- Proponer un manejo para los inventarios donde se establezca cantidades disponibles de piezas a reemplazar, además de proveedores y tiempos de suministros.
- Diseñar un sistema de información que contemple el manejo de la información correspondiente a las hojas de vida de la maquinaria, inventarios de los repuestos, gestión de mantenimiento y planeación y programación al plan de mantenimiento de POLINORT S.A.S. que contenga gestión de la OT, rutinas de inspección, lubricación y programación en el calendario de esta.
- Establecer los informes tales como solicitudes de mantenimiento, orden de trabajo de mantenimiento, registro de fallas y reporte de hoja de vida que permita llevar un control de las actividades básicas de mantenimiento.
- Seleccionar un software de mantenimiento e integrar al mismo el diseño del sistema de mantenimiento elaborado.

## **2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1 DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO**

El mantenimiento es un conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que éstos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.

Esto es, la máquina debe recibir un mantenimiento no por ella misma, sino para su conservación y para garantizar que la función que ella realiza dentro del proceso productivo se cumpla a cabalidad y se mantenga la capacidad productiva en el nivel deseado.

Lo anterior se debe basar siempre en el equilibrio de los siguientes factores:

- Minimizar los costos de parada del equipo por daños y reparaciones.
- Maximizar la utilización del capital invertido en instalaciones y equipos, aumentando así su vida útil.
- Minimizar los costos de operación y mantenimiento. Para aumentar los beneficios de la actividad industrial.

### **2.2 PROPÓSITOS DEL MANTENIMIENTO**

El propósito inicial del mantenimiento en una empresa es tener operable sus equipos, con el fin de tener confiabilidad y disponibilidad de cada uno de estos, y

obtener la calidad del servicio, a su vez la disminución de los costes de fallas en el mantenimiento como los costos en la línea de producción.<sup>1</sup>

- Disminuir los tiempos de fallas en los equipos.
- Garantizar la confiabilidad de los equipos.
- Disminuir los costos por averías espontaneas.
- Preservar una buena disponibilidad en las máquinas.
- Extender la vida útil del equipo.
- Restaurar el funcionamiento de los equipos lo más pronto.

### **2.3 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO**

Las tareas de mantenimiento tuvieron su inicio desde tiempos remotos, pero a partir del de la revolución industrial fue donde tuvo más importancia, ya que, el auge de las fábricas por tener una alta producción hizo que las maquinas trabajaran hasta el punto de perdieran su funcionalidad, a pesar de que el pensamiento en esa época era la fabricación de máquinas muy robustas que garantizan una alta durabilidad.

Sin embargo, las tareas de mantenimiento se fueron haciendo más frecuentes, pero, aun así, era el mantenimiento correctivo el que más predominada, a medida que los modelos de administración fueron evolucionando nace el mantenimiento preventivo, el cual es vasado en la gestión de recursos y las repercusiones que estos traerían a la producción si las labores de mantenimiento se hicieran después de la falla.

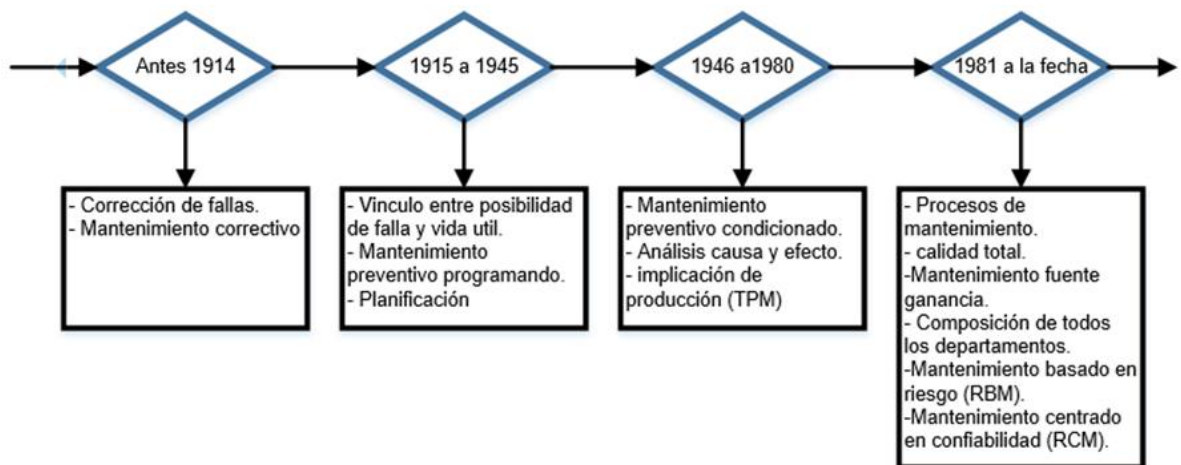
---

<sup>1</sup> BOTERO, Camilo. Manual de Mantenimiento. Bogotá: Servicio Nacional de Aprendizaje, 1991.

A pesar de que las labores de mantenimiento preventivo eran más costosas que las de correctivo, ya que implicada la intervención de las maquinas cambiándole piezas antes que fallaran, este tipo de mantenimiento fue muy importante en la segunda guerra mundial dando a las fabricas una máxima disponibilidad. A medida que la administración se vino involucrando más en los departamentos de mantenimiento fueron apareciendo las nuevas teorías con las cuales contamos hoy día.

En la siguiente figura se ilustra una línea cronológica de la evolución del mantenimiento.

**Figura 17. Línea cronológica del mantenimiento**



Fuente: RODRÍGUEZ, Carlos y ACOSTA, Fabián. Plan de mantenimiento y gestión de activos centrado en mantenimiento preventivo para la clínica de urgencias Bucaramanga S.A.S. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2017.

## 2.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO<sup>2</sup>

**2.4.1 Mantenimiento correctivo.** Es un mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presente en determinado momento.

En otras palabras, es el equipo quien determina las paradas. Su función primordial es poner en marcha el equipo lo más rápido y con el mínimo costo posible. Este mantenimiento es generalmente el único que se realiza en pequeñas empresas.

**2.4.1.1 Etapas del mantenimiento correctivo:** Las etapas por seguir cuando se presente un problema de mantenimiento correctivo pueden ser las siguientes:

- Identificar el problema y sus causas.
- Estudiar las diferentes alternativas para su reparación.
- Evaluar las ventajas de cada alternativa y escoger la óptima.
- Planear la reparación de acuerdo con personal y equipos disponibles.
- Supervisar las actividades por desarrollar.
- Clasificar y archivar la información sobre tiempos, personal y repuesta de la labor realizada, así como las diferentes observaciones al respecto.

### 2.4.1.2 Desventajas del mantenimiento correctivo.

- Personal: inicialmente el personal necesario para la realización del mantenimiento es poco debido a la maquinaria es nueva, pero con el tiempo y el aumento de número de fallas también será necesario un aumento de personal.
- Máquina: no identifica pequeñas deficiencias que a lo largo y mediano plazo se pueden convertir en grandes problemas que se pudieron resolver anteriormente.

---

<sup>2</sup> *Ibíd.*, p. 9.

- Seguridad: la seguridad se verá afectada si la falla coincide con un evento inaplazable en la producción y se obliga a los equipos a trabajar

**2.4.2 Mantenimiento preventivo.** El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza mediante una programación previa de actividades, con el fin de evitar en lo posible la mayor cantidad de daños imprevistos, disminuir los tiempos muertos de producción por fallas y por ende disminuir los costos de la misma. El mantenimiento preventivo no es un remedio para todos los problemas que se presentan durante un proceso productivo; es simplemente una organización sistemática de lo que tradicionalmente se ha venido haciendo.

**2.4.2.1 Ventajas del mantenimiento preventivo.** Las ventajas del mantenimiento preventivo son:

- Con un adecuado mantenimiento preventivo, el equipo se conservará en óptimas condiciones de trabajo, permitiendo que la producción continúe su flujo normal sin interrupciones. Los niveles de productividad subirán considerablemente.
- Las personas que laboran con estos equipos se sentirán más satisfechas y trabajarán con un alto grado de motivación.
- Los equipos no sufrirán un deterioro mayor cuando han sido sometidos continuamente a un mantenimiento preventivo.
- Habrá menos desperdicio de materia prima, al no ocurrir daños inesperados.
- Se cumplirá con las fechas de entrega ofrecidas a los clientes, los cuales estarán satisfechos con el cumplimiento y la calidad.
- Al reducirse la improductividad de los equipos, los costos por maquina se reducirán también, pudiéndose fijar precios más competitivos.
- Se podrán hacer los presupuestos y proyecciones con más exactitud.
- Se podrá establecer fácilmente la cantidad máxima y mínima de repuestos, lo cual es lo más racional. Se podrán adquirir los repuestos con la debida anticipación.

- Se dispondrá de las herramientas necesarias.
- Se podrá programar el trabajo del personal de mantenimiento; esto facilita el que se tenga lo necesario para cumplir con las labores previstas.
- Se evitará en lo posible que fallas pequeñas, que se manifiesten, ocasionen daños mayores. Se podrán planear las reposiciones o reparaciones generales del equipo de acuerdo con producción.
- Se podrán establecer índices para los costos de mantenimiento.
- En conjunto, se disminuirán los costos por una adecuada distribución de los recursos humanos, físicos y financieros.

**2.4.2.2 Fuentes de información.** Cuando se vaya a implantar un programa de mantenimiento preventivo, deberá hacerse una primera programación y contar en este momento con las siguientes fuentes de información:

- Catálogos de fabricantes.
- Manuales de fabricantes.
- Planos levantados a la maquinaria (si no existen).
- Memorias de cálculo si se han realizado mejoras o reparaciones.
- Experiencia de los peritos y técnicos en lubricación, electricidad y mecánica, que ayuden a responder las preguntas propias de una programación.
- Listados que contengan la disponibilidad de personal y equipos de mantenimiento.
- Información de los supervisores de producción acerca de tiempos picos, flojos y paradas obligadas de producción, que permitan distribuir de tal manera las tareas de mantenimiento buscando minimizar los tiempos muertos de producción por mantenimiento.

**2.4.2.3 Preguntas básicas para un buen mantenimiento preventivo.** Se puede llevar a cabo ahora, con esta información, una primera programación, respondiendo siempre, tanto para esta como para las futuras programaciones, las siguientes preguntas:

- ¿Qué hay que mantener?
- ¿Qué hay que hacer para mantenerlo en funcionamiento?
- ¿Cuándo y cada cuánto hay que hacerlo?
- ¿Cómo hay que hacerlo?
- ¿Qué personal se requiere para hacerlo?
- ¿Cuánto tiempo requiere hacerlo?

Se tendrán ahora programadas por semana, las actividades de mantenimiento. Cuando llegue la semana en la cual haya que realizar una tarea, se expedirá por parte del programador de mantenimiento (o por el computador si se tiene sistematizado el mantenimiento), una orden de mantenimiento que indique la ejecución de las actividades para la misma máquina. Esta deberá contener: nombre, código, localización, elemento que se va a mantener, actividad por realizar, quien debe realizarla, tiempo estimado de duración y un lugar en blanco donde la gente de producción colocará el día específico de la semana y la hora en la cual se adelantará dicho mantenimiento.

Una vez concluidas las tareas, sobre el respaldo de la misma orden, o bien en un formato aparte, se colocarán observaciones acerca del tiempo real de duración, posibles correcciones a la frecuencia, métodos, herramientas, etc. A su vez, se informa acerca del estado del equipo, solicitando reparaciones o reposiciones inmediatas o posteriores.

La orden ahora ejecutada y corregida vuelve a las manos del programador de mantenimiento, quien la tomará como una fuente más de información para la próxima programación, que tendrá que ser cada vez más real y acertada debido a la Constante corrección y a la continua realimentación del programa.

**2.4.2.4 Codificación de las máquinas.** Con el fin de simplificar en lo posible el contenido de la orden de mantenimiento, así como el de dar un mejor manejo a los costos, buscara codificar los datos que esta contenga; por ejemplo:

- Nombre de la máquina: asignar un código a todas y cada una de las máquinas a las cuales se efectúa mantenimiento.
- Tipo de actividades: se especificará procedimientos, elementos, herramientas y precauciones de manera clara y concisa, y se reunirán en grupos similares para que puedan ser codificados.
- Consecutivo: se le asignara un numero consecutivo a la máquina de acuerdo con la cantidad de existencias.

## 2.5 DIAGRAMA DE PARETO

Un diagrama de Pareto es un tipo especial de gráfica de barras donde los valores graficados están organizados de mayor a menor. Un diagrama de Pareto identifica los defectos que se producen con mayor frecuencia, las causas más comunes de los defectos o las causas más frecuentes de quejas de los clientes.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Soporte Minilab@18. Elementos básicos de un diagrama de Pareto. [En línea]. 2017. (Recuperado el 20 de agosto 2017.) Disponible en <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/supporting-topics/pareto-chart-basics/>

Las ventajas del diagrama de Pareto pueden resumirse en:<sup>4</sup>

- Permite centrarse en los aspectos cuya mejora tendrá más impacto, optimizando por tanto los esfuerzos.
- Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.
- Ayuda a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras y ser resueltas.
- Su visión gráfica del análisis es fácil de comprender y estimula al equipo para continuar con la mejora.

**2.5.1 Objetivos del análisis de Pareto.** En general el análisis de Pareto es una de las herramientas estadísticas de mantenimiento más útiles y sus aplicaciones en el área de mantenimiento sólo están limitadas por el ingenio del analista. Realizar el análisis de Pareto tiene como objetivos:

- Identificar oportunidades para llevar a cabo mejoras.
- Identificar un producto o servicio que requiera un análisis más exhaustivo.
- Identificar los sistemas, equipos o elementos que están causando la mayoría de los problemas a mantenimiento y/o producción.
- Analizar las diferentes agrupaciones de datos.
- Buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.
- Evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso (antes y después).
- Expresar los costos que significan cada tipo de falla y los ahorros logrados mediante el efecto correctivo llevado a cabo a través de determinadas acciones.

---

<sup>4</sup> AITECO CONSULTORES. Diagrama de Pareto- Herramienta de la calidad [En línea] 2008. (Recuperado en 15 de julio 2017.) Disponible en <http://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>

**2.5.2 Interpretación de Diagrama de Pareto<sup>5</sup>.** Dentro de las dificultades que se pueden presentar al tratar de interpretar el Diagrama de Pareto es que algunas veces los datos no indican una clara distinción entre las categorías. Esto puede verse en el gráfico cuando todas las barras son más o menos de la misma altura.

Otra dificultad es que se necesita más de la mitad de las categorías para sumar más del 60% del efecto de calidad, por lo que un buen análisis e interpretación depende en su gran mayoría de un buen análisis previo de las causas y posterior recogida de datos.

**Figura 18. Diagrama de Pareto**



Fuente: BETANCOURT. El diagrama de Pareto: Qué es y cómo se construye. [En línea]. 2016. (Recuperado el 15 de agosto 2017). Disponible en <https://ingenioempresa.com/diagrama-de-pareto/>

<sup>5</sup> SALES, Matías. Diagrama de Pareto. [En línea]. 2002. (Recuperado el 15 de agosto 2017.) Disponible en: <https://www.gestiopolis.com/diagrama-de-pareto/>

## 2.6 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO<sup>6</sup>

El mantenimiento surgió como un coste necesario para evitar o reducir los fallos y su incidencia cuando se producen, dado que una parada de producción debida a la avería del sistema representa un coste de oportunidad que debe ser eliminado. Así, el mantenimiento está compuesto por todas aquellas acciones que minimizan los fallos y restablecen el funcionamiento del sistema cuando se produce un estado de fallo.

Como toda actividad que no añade valor, debe ser un coste a eliminar. Pero dado que todo sistema real fallará en un momento determinado, resulta una actividad imprescindible y clave en la producción actual. Esto último es debido a que la capacidad de producción depende directamente de la disponibilidad de las máquinas, y si esta disminuye por averías o mal funcionamiento, provocará el incumplimiento de los plazos de entrega al no haber sido contemplado por producción.

Así, surge la gestión del mantenimiento como todas aquellas actividades de diseño, planificación y control destinadas a minimizar todos los costes asociados al mal funcionamiento de los equipos.

Entre esas actividades se incluyen, además de las funciones típicamente asociadas al mantenimiento, los estudios de la posibilidad de renovación de equipos, la realización de modificaciones que ayuden a viabilizar y flexibilizar el funcionamiento, la formación del personal de producción para la realización de funciones de “pequeño mantenimiento”.

---

<sup>6</sup> RODRÍGUEZ, Jorge. Gestión del mantenimiento: introducción a la teoría del mantenimiento, 2008. p 6-11

**2.6.1 Pérdidas asociadas al mantenimiento.** El mantenimiento busca eliminar o reducir los costes asociados a las seis grandes pérdidas relacionadas con el funcionamiento de los equipos. Estas pérdidas son debidas a:

1. Averías
2. Preparación y ajuste
3. Paradas menores
4. Velocidad reducida
5. Defectos de calidad
6. Puesta en marcha

**2.6.1.1 Averías:** Una avería o fallo representa una anomalía en el sistema, de modo que no tiene por qué bloquear el funcionamiento del sistema, sino, bastará con que lo altere de tal modo que deje de funcionar de la forma esperada.

Para solucionar una avería hay que identificar su causa o origen, y para ello se emplean los diagramas causa-efecto, donde por medio de una representación gráfica en forma de espina de pescado se realiza un análisis sistemático y exhaustivo de los fallos y sus causas.

Normalmente se puede hablar de tres causas de fallo según su necesidad de intervención:

- El fallo infantil es aquel debido a un error de diseño y por tanto requiere la modificación de la máquina o del proceso. Para evitar este tipo de fallos se emplea el AMEF, el cual permite sistematizar el análisis de todas las causas posibles de fallo durante la etapa de diseño.
- El fallo debido al desgaste producido por el propio funcionamiento del equipo se aborda por medio del mantenimiento preventivo o predictivo, pudiendo ser reducido hasta su práctica eliminación.

- Las roturas accidentales son debidas a factores aleatorios y, por tanto, resultan inevitables, con lo que ante ellas sólo se puede mejorar la respuesta del equipo de mantenimiento. En este punto se suele contemplar el dimensionado de los equipos por medio de la elaboración de simulaciones informáticas y el empleo de la teoría de colas.

**2.6.1.2 Preparación y ajuste:** Con la introducción de los procesos de fabricación flexibles, en los que una misma máquina puede producir diferentes productos aparecen las pérdidas asociadas al tiempo requerido para cambiar y ajustar el útil de la máquina y empezar a producir un nuevo producto.

Como respuesta a este coste se ideó en Japón el método SMED, que minimiza el tiempo de cambio dotando al proceso de mayor flexibilidad.

**2.6.1.3 Paradas menores:** Son todas aquellas paradas temporales no planificadas ni asociadas a averías. Por ejemplo, una parada para desatascar una prensa.

**2.6.1.4 Velocidad reducida:** Las pérdidas de rendimiento en las máquinas son una de las causas de despilfarro que era ignorada con frecuencia hasta el establecimiento de la medida del OEE. Este índice permite supervisar la eficacia de las mejoras adoptadas sobre los equipos.

**2.6.1.5 Defectos de calidad:** Existen averías que provocan que el funcionamiento de la máquina se aparte de los esperado y produzca la fabricación de productos no válidos.

Este tipo de fallos suelen ser debidos a la degradación de componentes por la existencia del desgaste físico que provoca el funcionamiento de la máquina.

Las causas de este tipo de problemas resultan difíciles de aislar e identificar y requieren un elevado esfuerzo técnico tanto para su solución como simplemente para su control.

En este punto, como respuesta a la necesidad de la supervisión del correcto funcionamiento de los procesos aparece el control estadístico de procesos (SPC), que permite identificar una desviación del proceso productivo atendiendo al establecimiento de una serie de parámetros estadísticos de control.

**2.6.1.6 Puesta en marcha:** Cuando los procesos de producción en continuo se ponen en marcha existe un período de tiempo de estabilización durante el cual el proceso no resulta válido.

Como es una característica propia del proceso la forma de reducirlo es por medio de la propia mejora o modificación del mismo.

## **2.7 INDICADORES DEL MANTENIMIENTO**

Cuando se emprende cualquier actividad es necesario definir una serie de indicadores que cuantifiquen la eficacia y eficiencia de dichas actividades. De este modo se puede evaluar de forma objetiva si se consiguen los objetivos que se pretendían con la realización de dicha actividad.

**2.7.1 Disponibilidad.** La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción.

Se define como la probabilidad de que una máquina o sistema esté preparada para producción en un período de tiempo determinado, o sea que no esté parada por averías o ajustes.

$$D = \frac{T_o}{T_o+T_p} \text{ (Disponibilidad)}$$

To tiempo: total de operación

Tp: tiempo total de parada

Los períodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sea por convenios laborales, por mantenimiento planificado, o por paradas de producción, dado que estas no son debidas al fallo de la máquina.

Aunque la anterior es la definición natural de disponibilidad, se suele definir de forma más práctica a través de los tiempos medios entre fallos y de reparación, dado que son los datos que se conocerán para cada sistema.

Así, se tiene que:

$$D = \frac{TMEF}{TMEF+TMDR} \text{ (Disponibilidad)}$$

TMEF: tiempo medio entre fallos

TMDR: tiempo medio de reparación

**2.7.2 Fiabilidad.** La fiabilidad es la probabilidad de que un determinado equipo o instalación desarrolle su función, bajo unas condiciones específicas, y durante un tiempo determinado.

Por tanto, la media de tiempos entre fallos (TMEF) caracteriza la fiabilidad de la máquina.

**2.7.3 Mantenibilidad.** La mantenibilidad es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo sea restablecido a una condición especificada, dentro de un período de tiempo dado, y usando unos recursos determinados.

Por tanto, la media de tiempos de reparación (TMDR) caracteriza la mantenibilidad del equipo.

**2.7.4 Eficiencia total de los equipos.** El OEE (Overall Equipment Effectiveness) es un indicador que se emplea para definir la eficiencia total de los equipos, al englobar bajo un sólo índice los tres parámetros fundamentales relacionados con el funcionamiento de los equipos de producción.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad}$$

**2.7.5 Rendimiento.** El rendimiento contempla la pérdida de eficiencia de un determinado equipo como una disminución de su capacidad de producción frente a la nominal o esperada.

$$\text{Rendimiento} = \frac{N^{\circ} \text{ total de unidades}}{\text{Tiempo de operación} * \text{Capacidad nominal}}$$

**2.7.6 Calidad.** La calidad es el indicador de las pérdidas por fabricación defectuosa de los productos, ya sea al fabricar unidades que directamente deben ser desechadas como a que aquellas que requieran ser reprocesadas.

$$\text{Calidad} = \frac{N^{\circ} \text{ de unidades válidas}}{N^{\circ} \text{ total de unidades fabricadas}}$$

### 3. EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO

#### 3.1 MODELO DE AUDITORIA

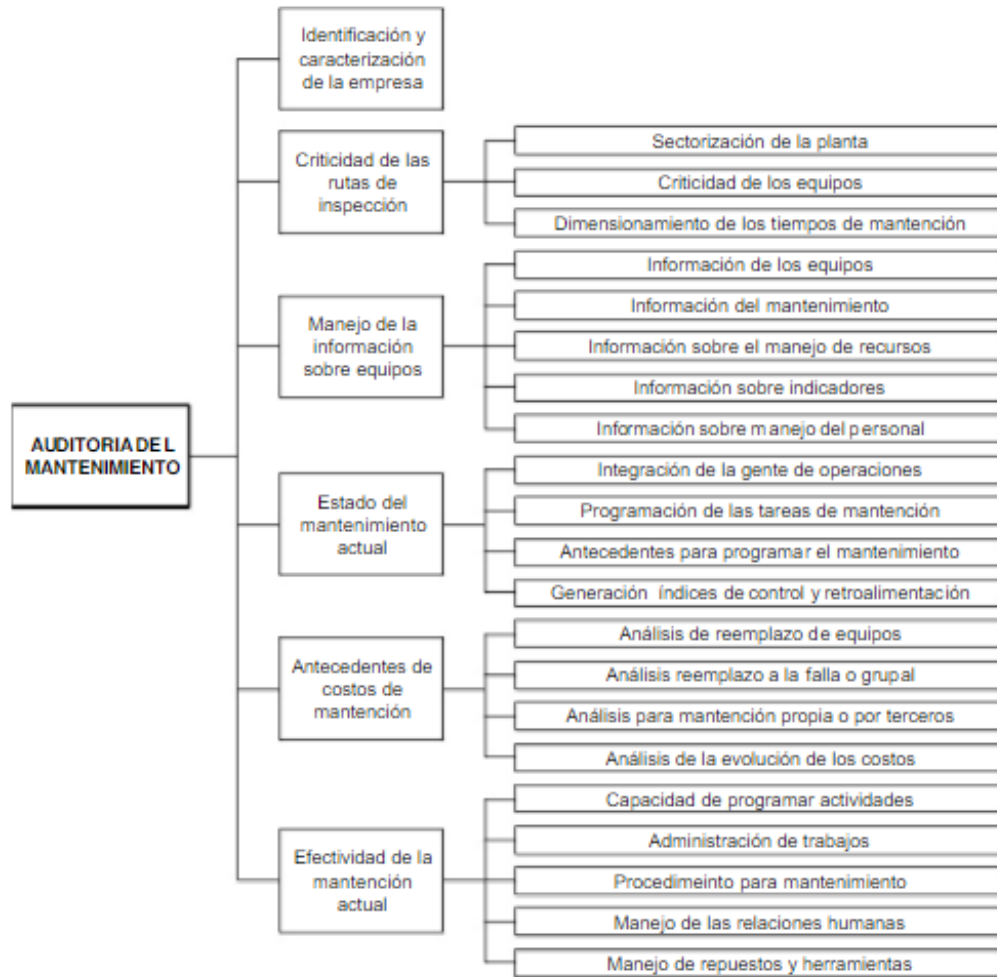
El propósito de la auditoria es determinar si la organización creada para el mantenimiento está bien implementada, a fin de fortalecer este aspecto y donde quedan áreas que deben ser mejoradas para que los servicios sean entregados con la calidad y oportunidad que son requeridos.

Este es el primer paso para decidir e implementar mejoramientos en la gestión del mantenimiento de la empresa POLINORT S.A.S., es por esto que se implementó el modelo planteado por el académico de la escuela de ingeniería mecánica de la universidad de Talca, profesor Fernando Espinosa Fuentes<sup>7</sup>, donde se consideraron seis aspectos claves que reflejaron la gestión de mantenimiento. En la figura 18 se muestran los aspectos más importantes de la auditoria:

---

<sup>7</sup> ESPINOSA FUENTES, Fernando. Auditoria para la efectividad del mantenimiento. [En línea] 2016. (Recuperado el 20 de agosto 2017.) Disponible en: [https://www.academia.edu/18025583/AUDITORIA\\_PARA\\_LA\\_EFECTIVIDAD\\_DEL\\_MANTENIMIENTO](https://www.academia.edu/18025583/AUDITORIA_PARA_LA_EFECTIVIDAD_DEL_MANTENIMIENTO)

**Figura 19. Aspectos considerados en el modelo de auditoría**



Fuente: ESPINOSA FUENTES, Fernando. Auditoría para la efectividad del mantenimiento.

- **Identificación y caracterización de la empresa**

Esta parte es de gran importancia para el auditor puesto que se obtiene 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

Es importante este aspecto para asignar las prioridades en la ejecución de las tareas de mantenimiento, acumular e identificar costos y en un futuro próximo implementar políticas de mantenimiento basadas en la confiabilidad de las líneas de producción.

- Manejo de información de los equipos

El objetivo de esta sección es evaluar el grado de conocimiento acerca de los recursos de información y medios, para realizar una planificación de las acciones de mantenimiento con un alto grado de certeza en el cumplimiento de dichas tareas para los tiempos que se le asignan como normales.

- Estado del mantenimiento actual

Este bloque está orientado a evaluar cómo se está realizando el mantenimiento actualmente en base a aspectos como son: existencia de rutinas básicas de mantenimiento, recopilación de mantenciones realizadas, relación de horas de mantenimiento, etc.

- Antecedentes de costos de mantención

Este grupo de preguntas apunta a detectar el grado de uso de antecedentes, que son recopilados en terreno, y son la base para medir la efectividad del mantenimiento.

- Efectividad de la mantención actual

Este último ítem evalúa el estado actual de mantenimiento en la empresa donde se podrá determinar las falencias y tomarlas como un punto de partida para implementar una buena gestión en el departamento de mantenimiento.

### **3.2 PROCESO DE EVALUACIÓN Y PONDERACIÓN DE RESULTADOS**

Cada pregunta se valora con un puntaje de 1 cuando la situación es mala o desfavorable, con nota 3 para situaciones regulares o que pueden ser rescatables y con nota 5 cuando esta está bien implementada o cumple con su objetivo, en el momento de aplicar la encuesta.

El cuestionario dará al auditor una apreciación de las áreas que tengan falencias, enfocando la atención en estos aspectos y así tener una guía para comenzar a estudiar el detalle del porque se da esta situación.

El criterio para definir la calidad del mantenimiento fue:

- $1.0 \leq \text{puntaje} \leq 2.33$ : aspecto con deficiencias.
- $1.6 \leq \text{puntaje} \leq 3.66$ : aspecto regular.
- $3.66 \leq \text{puntaje} \leq 5.0$ : aspecto bien implementado.

Lo importante de esta asignación de puntajes es tener un valor de referencia para, primero tener una idea acerca del estado actual del mantenimiento y segundo poder comparar bajo una misma escala distintos aspectos involucrados en el mantenimiento, más que en el valor en sí mismo.

### **3.3 PROCESO DE AUDITORÍA**

Llevar a cabo una auditoria no es solamente aplicar un cuestionario pre-elaborado, como herramienta operativa, sino que necesita de varias etapas previas y/o

complementarias para obtener un resultado que sea de utilidad para la toma de decisiones de la administración del mantenimiento.

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

**3.3.2 Entrevistas.** Es necesario realizar entrevistas a las personas que están involucradas con el mantenimiento, desde el encargado de la ejecución de las labores de mantenimiento 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.

**3.3.3 Recolección de datos.** Los datos recolectados por el auditor deben ser una recolección representativa de los registros históricos del equipamiento, del coste del trabajo y materiales, movimientos de inventarios, etc.

**3.3.4 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 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.

**3.3.5 Compilación y análisis.** Realizados los pasos anteriores se debe organizar y tabular la información recogida, con la cual se realizarán graficas que permitirán visualizar las debilidades del departamento de mantenimiento.

La auditoría fue realizada a la persona encargada del mantenimiento, Juan Carlos Casadiegos, la cual dejó en evidencia las falencias que presenta la empresa en cuanto al mantenimiento se refiere.

A continuación, se muestra el cuestionario con el que se auditó.

**Tabla 1. Identificación y caracterización de la empresa.**

1. Nombre de la empresa:	POLINORT S.A.S			
2. Fecha de la auditoría:				
3. Nombre del auditor:	FREDDY PEÑA - OSCAR FLOREZ			
4. Nombre encargado de mantención:	JUAN CARLOS CASADIEGO PEÑA			
5. ¿Clase de equipamiento y número de equipos involucrados en cada clase?	Estándar	Diseño espacial	Específico	Total
	10	0	0	10
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
	2	2	0	4
9. ¿Dependencia del departamento de mantención?	Jerarquía propia	Dependencia 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 respuestos?	SI	NO		
		X		
13. ¿Dependencia de la bodega?	Mantención	Producción	Otra	
			X	
14. ¿Satisfacción del abastecimiento?	Bueno	Regular	Malo	
			X	

**Tabla 2. Criticidad de las rutas de inspección.**

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

**Tabla 3. Manejo de la información sobre los equipos.**

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

**Tabla 4. Estado del mantenimiento actual.**

1. ¿Se revisan todos los equipos cada vez que comienzan un turno?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
		X	
2. ¿Los operarios de los equipos realizan tareas simples de mantención?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
		X	
3. ¿Se tiene una rutina preestablecida de intervención 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 5. 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 pérdida 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 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 6. Efectividad del mantenimiento actual.**

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

### 3.4 RESULTADOS DE LA AUDITORÍA

A continuación, se presenta cada uno de los seis aspectos que conforman la auditoría basados en la ponderación anteriormente mencionada.

#### 3.4.1 Criticidad en las rutas de inspección

Figura 20. Grafico rutas de inspección.

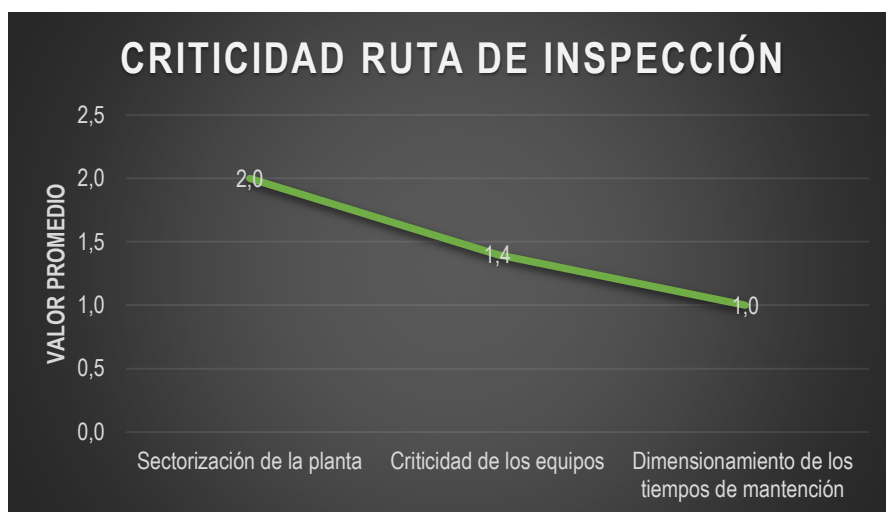


Tabla 7. Resultados rutas de inspección.

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
1,2,5,6	Sectorización de la planta	2,0	Aspecto deficiente
3,4,7,8,9	Criticidad de los equipos	1,4	Aspecto deficiente
10,11,12	Dimensionamiento de los tiempos de mantención	1,0	Aspecto deficiente

El ítem evaluado muestra que los tres aspectos que componen esta parte de la auditoría son deficientes, por lo cual se deben implementar rutas de inspección para la mejora del mantenimiento de la maquinaria.

### 3.4.2 Manejo de información sobre los equipos.

Figura 21. Gráfico de manejo de información de los equipos.

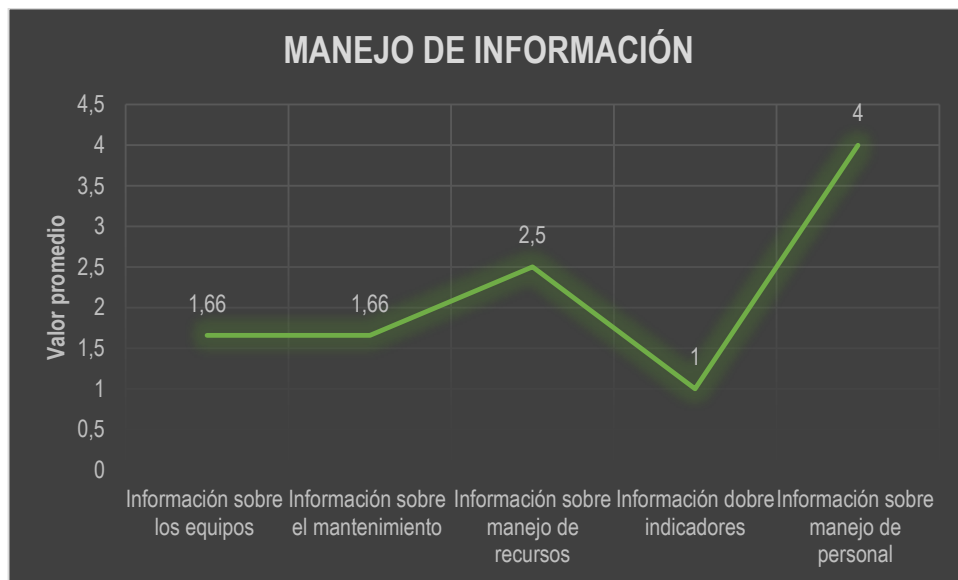


Tabla 8. Resultado del manejo de información de equipos.

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

Este ítem refleja la poca información que tiene la empresa en cuanto al mantenimiento de sus equipos, resaltando que estos tienen su respectivo manual, además se puede evidenciar que la empresa maneja un mantenimiento de tipo

correctivo y afirmando que la parte administrativa del manejo de personal se encuentra bien implementado.

### 3.4.3 Estado del mantenimiento actual

Figura 22. Gráfico de mantenimiento actual.

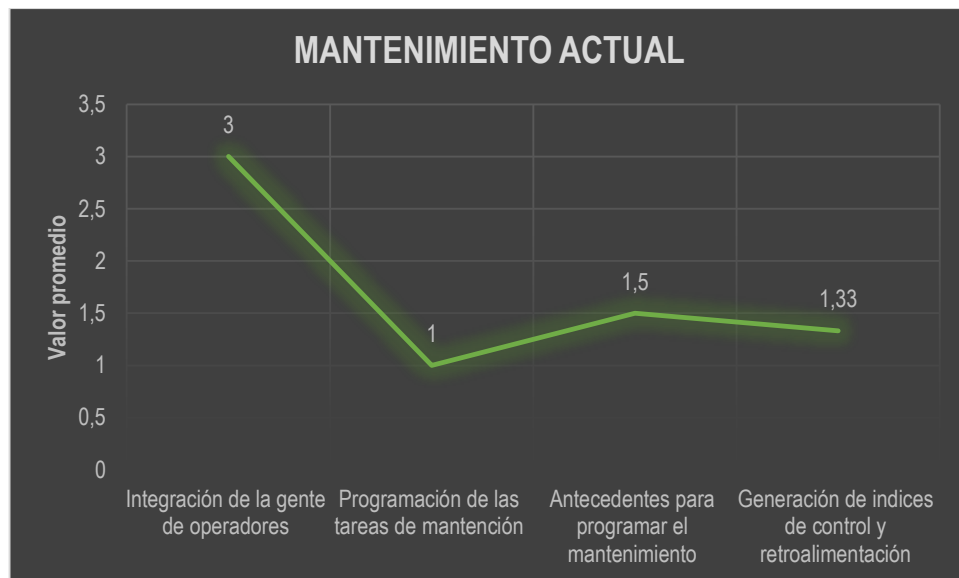


Tabla 9. Resultados del mantenimiento actual.

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

El resultado obtenido se debe a que la empresa se encuentra enfocada totalmente al mantenimiento correctivo, por lo cual no cuenta con ningún tipo de tarea de mantenimiento.

### 3.4.4 Antecedentes de costos de mantenimiento

Figura 23. Gráfico de costos de mantenimiento.

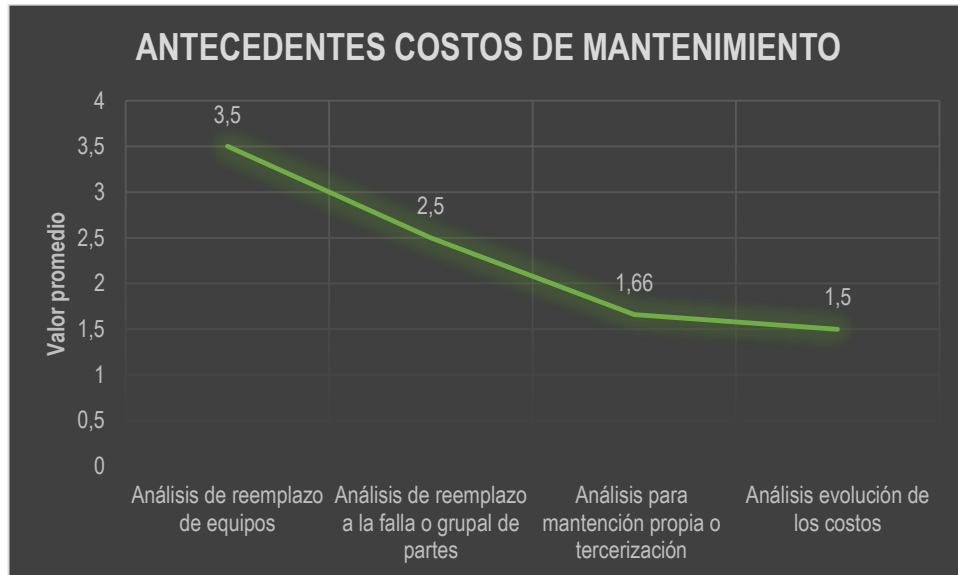


Tabla 10. Resultados costos de mantenimiento.

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
1,2,3,7	Análisis de reemplazo de equipos	3,5	Aspecto regular
4,5,6,8	Análisis de reemplazo a la falla o grupal de partes	2,5	Aspecto regular
9,14,15	Análisis para mantenimiento propia o tercerización	1,66	Aspecto deficiente
10,11,12,13	Análisis evolución de los costos	1,5	Aspecto deficiente

La empresa posee el valor de los costos de mantenimiento correctivo que se han realizado a las máquinas de la empresa, sin embargo, estos costos no han sido analizados de manera estadística ni financiera.

### 3.4.5 Efectividad del mantenimiento actual

Figura 24. Gráfico efectividad mantenimiento actual.



Tabla 11. Resultados efectividad del mantenimiento actual

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

Con esta última se encuentra que no hay control de las operaciones del mantenimiento actual de POLINORT S.A.S., por lo cual su efectividad es deficiente en todos sus aspectos.

**3.4.6 Conclusiones de la auditoría.** Con la auditoría realizada se evidencia en el siguiente diagrama de radar la falta de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa POLINORT S.A.S, que contemple el manejo de la información sobre los equipos, creando rutas de inspección, actividades de mantenimiento, siendo esto planeado y controlado mediante la elaboración de un sistema información que permita controlar operaciones de mantenimiento, almacenando información como hojas de vida del comportamiento de las fallas de cada máquina y prevenir fallas futuras que provoquen paradas de planta inesperadas.

**Figura 25. Diagrama radar.**



## 4. ANÁLISIS DE CRITICIDAD

### 4.1 DIAGRAMA DE PARETO

**4.1.1 Análisis de Pareto a la empresa POLINORT S.A.S...** POLINORT S.A.S. cuenta con maquinaria para la fabricación de empaques flexibles, de estas se tiene información de las veces que fallas por año (Ver tabla 12), sin tener en cuenta el elemento que falla ya que los datos de frecuencia tomados son recogidos del sector administrativo donde ellos solo se rigen en los costos netos que genera el mantenimiento correctivo que actualmente manejan.

**Tabla 12. Equipos con los que cuenta POLINORT S.A.S. y la frecuencia de falla por año.**

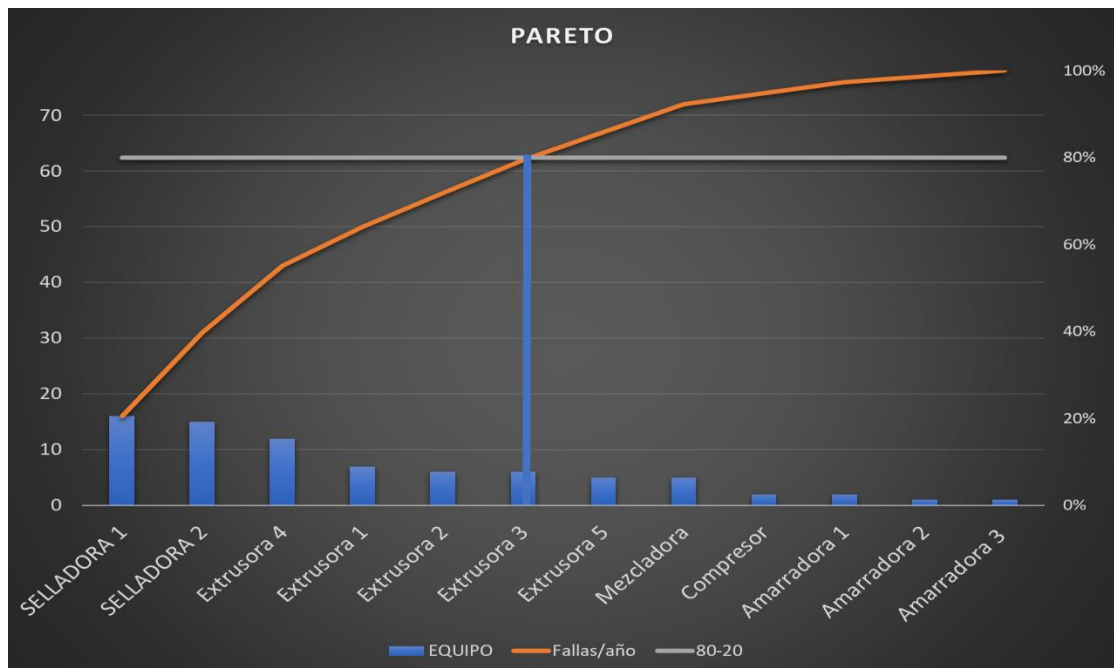
EQUIPO	Fallas/año
SELLADORA 1	16
SELLADORA 2	15
Extrusora 4	12
Extrusora 1	7
Extrusora 2	6
Extrusora 3	6
Extrusora 5	5
Mezcladora	5
Compresor	2
Amarradora 1	2
Amarradora 2	1
Amarradora 3	1

Se obtienen los porcentajes de falla y porcentajes de falla acumuladas los cuales se pueden observar en la tabla 13.

**Tabla 13. Equipos, frecuencia de falla, porcentaje de falla y porcentaje de falla acumulada.**

EQUIPO	Fallas/año	% Fallas	% Fallas acumuladas
SELLADORA 1	16	21%	21%
SELLADORA 2	15	19%	40%
Extrusora 4	12	15%	55%
Extrusora 1	7	9%	64%
Extrusora 2	6	8%	72%
Extrusora 3	6	8%	79%
Extrusora 5	5	6%	86%
Mezcladora	5	6%	92%
Compresor	2	3%	95%
Amarradora 1	2	3%	97%
Amarradora 2	1	1%	99%
Amarradora 3	1	1%	100%

**Figura 26. Pareto realizado a POLINORT S.A.S.**



Del análisis de Pareto el cual se rige por la ley 80/20, con la frecuencia de fallas y el análisis correspondiente, se observa que el número de máquinas que representan mayor costo de mantenimiento para la empresa POLINORT S.A.S. son 6, y se pueden observar en la tabla 14.

**Tabla 14. Resultado del Pareto realizado a la empresa POLINORT S.A.S.**

EQUIPOS CRÍTICOS
SELLADORA 1
SELLADORA 2
Extrusora 4
Extrusora 1
Extrusora 2
Extrusora 3

#### **4.2 ANÁLISIS DE CRITICIDAD A LA MAQUINARIA DE POLINORT S.A.S.**

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

Se realiza este análisis con el fin de verificar el análisis de Pareto que realizó ya que la empresa no cuenta con información de cuales componentes fallaron según su frecuencia de falla, dicho lo anterior se parte con la idea de que a futuro se tenga información de que componentes fallan con miras de un mejoramiento este plan de mantenimiento.

El objetivo es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable.<sup>8</sup>

**4.2.1 Metodología para el análisis de criticidad.** Estableciendo un método de ayuda para jerarquizar las máquinas de operación de la empresa POLINORT S.A.S., se estudian las técnicas de análisis de criticidad, Semi-Cuantitativas y Cuantitativas.<sup>9</sup>

Estudiando cada una de las técnicas se decide implementar un sistema de criticidad Semi-Cuantitativo, que permita jerarquizar las principales fallas en los diferentes equipos, para identificar las que requieren más atención y cuidado.

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

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

Donde;

- Frecuencia: número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado.
- Consecuencia: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente.

*Consecuencia = (Impacto operacional \* Tiempo reparación) + Costo mantenimiento + Impacto seguridad, ambiente e higiene*

*IO= Impacto operacional*

*TR= Tiempo reparación*

*CM= Costo mantenimiento*

*ISAH= Impacto seguridad, ambiente e higiene*

---

<sup>8</sup> Análisis de Criticidad. [En línea]. 2014. (Recuperado el 25 de agosto 2017). Disponible en: <https://prezi.com/pkguekksc6br/analisis-de-criticidad/>

<sup>9</sup> PERTUS COMAS, Alberto. Integridad y confiabilidad operacional de equipos Taller de análisis de criticidad. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2015.

Estos factores se estudian en reuniones de trabajo con la participación de las distintas áreas involucradas en el manejo de la maquinaria y clientes (operaciones, mantenimiento, procesos, seguridad y ambiente). Y se observan en la tabla b.

Los valores acordados con la empresa POLINORT S.A.S., se construyeron con la ayuda del encargado de planta, administración, talento humano y el gerente de la empresa razonando en las mejoras que esto traerá con respecto a la operación de las maquinas, costos y producción.

Los valores de criticidad se obtienen estudiando la maquinaria teniendo en cuenta la frecuencia de falla y calculando, con ayuda de los factores la consecuencia de esta falla.

La matriz de criticidad permite ubicar estos valores obtenidos de criticidad de los equipos, en el eje vertical se ubica el valor de la frecuencia de fallas y en el eje horizontal el valor total de las consecuencias. Esta matriz permite agrupar las fallas en tres niveles:

A=Alta criticidad

M=Media criticidad

B=Baja criticidad

#### **4.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD**

Después de obtener los equipos críticos del análisis de Pareto de la empresa POLINORT S.A.S. y de ponderar los valores de criticidad, se procede a realizar los cálculos de criticidad para obtener mayor seguridad los equipos de producción.

En la tabla 15 se muestran los criterios de criticidad usados. Este análisis se desarrolló con la ayuda de los empleados del sector de producción y el gerente a cargo de la empresa, de los cual nos permite identificar la frecuencia de falla al año, el impacto operacional, tiempo de reparaciones, costo de reparación e impacto en seguridad, ambiente e higiene.

**Tabla 15. Valores de los factores para da criticidad**

1. FRECUENCIA DE FALLA (FF)		PUNTAJE
MAYOR DE 15 FALLAS POR AÑO		4
ENTRE 8 Y 14 FALLAS POR AÑO		3
ENTRE 3 Y 7 FALLAS POR AÑO		2
MENOS DE 2 FALLAS POR AÑO		1

2. IMPACTO OPERACIONAL (IO)		PUNTAJE
PERDIDAS DE PRODUCCION SUPERIORES A 75%		10
PERDIDAS DE PRODUCCION ENTRE 50% Y 74%		7
PERDIDAS DE PRODUCCION ENTRE 25% Y 49%		4
PERDIDAS DE PRODUCCION ENTRE 1% Y 24%		1

3. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)		PUNTAJE
NO SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA		4
SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, PARA CUBRIR OPERACIONES DE MANTENIMIENTO		2
SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, EN LINEA		1

4. COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)		PUNTAJE
COSTOS DE MANTENIMIENTO SUPERIOR A 2'000.000 DE PESOS:		8
COSTOS DE MANTENIMIENTO ENTRE 1'000.000 – 2'000.000 DE PESOS		6
COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 500.000 – 1'000.000 DE PESOS:		4
COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 0 – 500.000 DE PESOS:		2

5. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE (SMA)		PUNTAJE
PUEDA OCASIONAR LA MUERTE		8
OCASIONA LESIONES INCAPACITANTES		6
OCASIONA LESIONES O HERIDAS MODERADAS INCAPACITANTES		3
NO ORIGINA LESIONES		1

Luego de realizar la criticidad a cada una de las máquinas con los anteriores valores, dichos datos se pueden ver en el anexo A. Se organizan los datos obtenidos y puede ser observados en la tabla 16. Para evaluar lo crítico de las fallas, se tomaron todos los valores de criticidad hallados para cada máquina, obteniendo el máximo y el mínimo valor. Estudiando las fallas y su criticidad se determinó que los valores que están por encima de 8 son de alta criticidad, entre 4 y 7 son de media criticidad y por debajo de 4 no críticos, se observa la matriz de criticidad en la tabla 17. En la matriz de criticidad se encuentran los números de los equipos mostrados en la tabla 17 según su criticidad.

**Tabla 16. Resultados de los criterios tomados para la criticidad.**

	Maquina	FF	IO	FO	CM	SMA	C	CTR	ESTADO
6	SELLADORA 1	4	1	2	4	6	12	48	A
7	SELLADORA 2	4	1	2	4	6	12	48	A
4	Extrusora 4	3	1	2	2	6	10	30	A
1	Extrusora 1	2	1	2	2	6	10	20	A
2	Extrusora 2	2	1	2	2	6	10	20	A
3	Extrusora 3	2	1	2	2	6	10	20	A
5	Extrusora 5	2	1	2	2	6	10	20	A
9	Mezcladora	2	1	4	1	3	8	16	M
8	Compresor	1	1	2	2	1	5	5	M
10	Amarradora 1	1	1	2	2	3	7	7	M
11	Amarradora 2	1	1	2	2	3	7	7	M
12	Amarradora 3	1	1	2	2	3	7	7	M

**Tabla 17. Ubicación de los equipos en la matriz de criticidad.**

		CONSECUENCIA											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FRECUENCIA DE FALLA	1					8							
	2							10,11,12	9		1,5,2,3		
	3										4		
	4												6,7

Con el anterior análisis se evidencia que la empresa POLINORT S.A.S. tiene todas sus máquinas con mantenimiento correctivo. Comparando la matriz de criticidad con el análisis de Pareto, esta muestra 7 equipos con alta criticidad de lo cual podemos decir que este análisis dio con mayor exactitud la cantidad de equipos a los que se les debe prestar mayor importancia, dándonos así más seguridad para los equipos críticos a los cuales se elaborará el plan de mantenimiento preventivo. Los equipos críticos se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 18. Equipos críticos, resultado del análisis de criticidad.**

EQUIPOS CRÍTICOS
SELLADORA 1
SELLADORA 2
Extrusora 4
Extrusora 1
Extrusora 2
Extrusora 3
Extrusora 5

#### 4.4 CRITICIDAD EN REPUESTOS

De acuerdo con las especificaciones de la norma ISO 55000 para la gestión de activos la cual dice que una organización debe administrar de manera óptima y sostenible sus activos y sistema de activos, su desempeño, su riesgo y costos asociados durante sus ciclos de vida con el propósito de alcanzar su plan estratégico organizacional, se elabora un stock con ayuda del personal encargado del mantenimiento para el manejo del inventario de POLINORT S.A.S.

A continuación, en la Tabla 19. se muestra los repuestos analizados para una extrusora.

**Tabla 19. Repuestos analizados extrusora.**

Nombre	Referencia
Rodamientos	6202
	6205
	6200
	6207

Nombre	Referencia
	6306
	6203
Correas de transmisión	B-37
	B-58
	B-69
Husillo	-
Pirómetro	-
Contactador	-
Malla filtro	-
Manguera	-

POLINORT S.A.S. cuenta con proveedores dentro de la ciudad de Cúcuta los cuales le suministran algunas de las partes anteriormente mencionadas, otras son traídas de la ciudad de Bogotá donde se encuentra la empresa distribuidora en Colombia y algunas por medio del distribuidor local deben ser ordenadas directamente desde Corea donde se encuentran las empresas fabricantes de las máquinas.

En la Tabla 20. se muestra las piezas con su valor unitario en el mercado y el tiempo en que tarda POLINORT S.A.S. en obtener estas, además el lucro cesante que se genera en el tiempo que la máquina esta parada mientras es puesta en marcha nuevamente.

**Tabla 20. Costos piezas.**

#	Nombre	Referencia	Precio	Tiempo de entrega	Lucro cesante	Diferencia	Ahorro
1	Rodamientos	6202	\$ 58.900	2 horas	\$ 112.000	\$ 103.200	\$ 8.800
2		6205	\$ 82.000	2 horas	\$ 112.000	\$ 103.200	\$ 8.800
3		6200	\$ 81.200	2 horas	\$ 112.000	\$ 103.200	\$ 8.800
4		6207	\$ 79.000	2 horas	\$ 112.000	\$ 103.200	\$ 8.800
5		6306	\$ 130.000	2 horas	\$ 112.000	\$ 103.200	\$ 8.800
6		6203	\$ 86.000	2 horas	\$ 112.000	\$ 103.200	\$ 8.800
7	Correas de transmisión	B-37	\$ 40.700	2 horas	\$ 56.000	\$ 47.200	\$ 8.800
8		B-58	\$ 66.800	2 horas	\$ 56.000	\$ 47.200	\$ 8.800
9		B-69	\$ 76.300	2 horas	\$ 56.000	\$ 47.200	\$ 8.800
10	Husillo	-	\$ 11.000.000	3 meses	\$ 10.415.942	\$ 911.942	\$ 9.504.000
11	Pirometro	-	\$ 130.000	3 días	\$ 392.000	\$ 75.200	\$ 316.800
12	Contactador	-	\$ 60.000	3 días	\$ 392.000	\$ 75.200	\$ 316.800
13	Malla filtro	-	\$ 100.000	2 horas	\$ 4.400	\$ 4.400	\$ 0
14	Manguera	-	\$ 90.000	3 días	\$ 340.000	\$ 23.200	\$ 316.800

La diferencia es el costo entre el lucro cesante de cada pieza y el lucro cesante que se genera en el tiempo que tarda en poner en marcha la máquina nuevamente, además, el lucro cesante es calculado con el tiempo desde que la maquina deja de funcionar hasta el momento en que esta es puesta en marcha nuevamente.

En la Tabla 21. se muestran los valores ponderados para el impacto y la ocurrencia.

**Tabla 21. Valores ponderados para el impacto y la ocurrencia.**

	Ahorro < \$70.000	\$70.100< Ahorro < \$100.000	Ahorro > \$100.100
IMPACTO	1	5	10

Ocurrencia	Valor
4 o más veces por año	3
entre 4 y 2 veces por año	2
menos de 2 por año	1

El impacto es la diferencia entre el valor de la pieza y el lucro cesante, cuando esta diferencia es mayor a cero el impacto es menor, mientras que si la diferencia es menor a cero el impacto será mayor.

La ocurrencia son las veces por año en que la pieza falla, estos datos fueron tomados de los catálogos y de la experiencia del personal de mantenimiento.

**Tabla 22. Matriz ocurrencia vs. Impacto.**

OCURRENCIA			
3			13
2	3,6		14
1	1,2,4,5,7,8,9		1,2,4,7,8,9,10
IMPACTO	1	5	10

De acuerdo a la matriz de ocurrencia vs impacto se establecieron los repuestos necesarios para el stock de POLINORT S.A.S., algunos de estos fueron seleccionados debido al tiempo de entrega, ya que algunos que se encuentran en el mismo nivel de impacto y ocurrencia, pero se pueden adquirir en el mercado local por lo tanto no es necesario tenerlos en el stock.

**Tabla 23. Repuestos críticos para stock.**

	Pieza	Cantidad
1	Husillo	1
2	Pirómetro	2
3	Contactador	2

4	Malla filtro	1
5	Manguera	4
6	Cuchillas de corte	2

Junto con la ayuda del encargado de mantenimiento y la ocurrencia de falla se establecieron las cantidades necesarias de cada repuesto.

## **5. DOCUMENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO**

POLINORT S.A.S. no contaba con una organización de datos para la gestión del mantenimiento de la maquinaria de la empresa, es por esto que fue necesario la realización de formatos que ayudaron con el manejo de esta información.

### **5.1 CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE POLINORT S.A.S**

Para realizar la identificación de los equipos se realiza una codificación de cada equipo, con el fin de emparejar con una base en un sistema racional que permita realizar procedimientos de mantenimiento y monitoreo.

La codificación se toma significativa lo cual quiere decir que el código no simplemente asistirá a la labor de inventariado, si no de aportar información valiosa sobre el área de trabajo, tipo de equipo y número de equipos existentes.<sup>10</sup>

La empresa POLINORT S.A.S. no cuenta con una codificación de equipos la cual aporte información valiosa acerca de estos; debido a esto fue necesario, con ayuda de la norma ISO 14224, diseñar un sistema de codificación alfanumérico de 8 caracteres.

---

<sup>10</sup> ESTUPIÑAN, Félix y VILLAMIL, Joaquín. Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa americana de suelas. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2016. p. 54

**Figura 27. Codificación diseñada para la empresa POLINORT S.A.S.**



La empresa cuenta con 6 áreas en la planta en las cuales se distribuyen las maquinas como se muestra en la figura 28.

**Figura 28. Distribución de planta.**



Las áreas de extrusoras, selladora y amarradoras y compresor y mezcladora son las áreas a las cuales se les asignó una codificación como se muestra a continuación en la tabla 24, ya que en estas áreas se encuentra la maquinaria de POLINORT S.A.S.

**Tabla 24. Códigos de las áreas.**

ÁREA	CÓDIGO
Área fabricación de la película de empaque flexible	AFP
Área de sellado y amarre del empaque flexible	ASA
Área de mezclado de materia prima	AMP

Para el siguiente nivel de codificación se utilizaron tres caracteres que representan las iniciales de los nombres de cada máquina.

**Tabla 25. Códigos de las máquinas.**

MÁQUINA	CÓDIGO
EXTRUSORA 1	EXT
EXTRUSORA 2	EXT
EXTRUSORA 3	EXT
EXTRUSORA 4	EXT
EXTRUSORA 5	EXT
SELLADORA 1	SEL
SELLADORA 2	SEL
AMARRADORA 1	AMA
AMARRADORA 2	AMA
AMARRADORA 3	AMA
MEZCLADORA	MEZ
COMPRESOR	COM

Por último, se asignaron dos dígitos que representan un número consecutivo que representan la cantidad de activos similares por cada máquina. A continuación, en la tabla 26. se muestra la recopilación de los niveles de la taxonomía para POLINORT S.A.S.

**Tabla 26. Codificación de las maquinas.**

LISTA DE EQUIPOS POLINORT S.A.S..		CÓDIGO
ÁREA 1: FABRICACIÓN DE LA PELÍCULA DE EMPAQUE FLEXIBLE	EXTRUSORA 1	AFP-EXT-01
	EXTRUSORA 2	AFP-EXT-02
	EXTRUSORA 3	AFP-EXT-03
	EXTRUSORA 4	AFP-EXT-04
	EXTRUSORA 5	AFP-EXT-05
ÁREA 2: SELLADO Y AMARRE DEL EMPAQUE FLEXIBLE	SELLADORA 1	ASA-SEL-01
	SELLADORA 2	ASA-SEL-02
	AMARRADORA 1	ASA-AMA-01
	AMARRADORA 2	ASA-AMA-02
	AMARRADORA 3	ASA-AMA-03
ÁREA 3: MEZCLADO MATERIA PRIMA	MEZCLADORA	AMP-MEZ-01
	COMPRESOR	AMP-COM-01

## 5.2 HOJA DE VIDA DE LAS MAQUINAS

El formato de hoja de vida de la maquinas que se muestra a continuación fue diseñado para POLINORT S.A.S, esta ficha registra todas las actividades realizadas al equipo en un orden histórico, el cual facilita el acceso a las tareas realizadas en el mantenimiento sin tener que recurrir a la librería de órdenes de trabajo.

En muchas ocasiones este documento permite realizar un diagnóstico basado en las actividades previas que llevaron la maquina a fallar.



Tabla 28. Formato ficha técnica de las máquinas para POLINORT S.A.S.


		FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS POLINORT S.A.S		VERSIÓN: V1		
<b>1. IDENTIFICACIÓN</b>						
1.1 SERVICIO:				1.2 UBICACIÓN:		
1.3 NOMBRE DEL EQUIPO:						
1.4 MARCA:				1.5 MODELO:		
1.6 SERIE:				1.7 CÓD. MÁQUINA:		
FOTO DE LA MÁQUINA		<b>2. REGISTRO HISTÓRICO</b>				
		2.1 FORMA DE ADQUISICIÓN:				
		2.2 DOCUMENTO DE ADQUISICIÓN:				
		<b>FECHAS:</b>				
		2.3 COMPRA:		2.4 ACTA DE ENTREGA:		
		2.5 INSTALACIÓN:		2.6 INICIO DE OPERACIÓN:		
		2.7 VENC. GARANTÍA:		2.8 FABRICACIÓN:		
		2.9 COSTO:		2.10 VIDA ÚTIL:		
		PROVEEDOR:		TEL:		
		FABRICANTE:		E-MAIL:		
<b>3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>						
3.1 VOLTAJE:		3.4 FRECUENCIA:		3.7 VEL. (RPM):		
3.2 AMPERAJE:		3.5 CAPACIDAD:		3.8 TEMPERATURA:		
3.3 POTENCIA:		3.6 PRESIÓN:		3.9 PESO:		
				3.10 ALTURA:		
				3.11 ANCHO:		

Tabla 29. Ficha técnica extrusora POLINORT S.A.S.


		FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS POLINORT S.A.S		VERSIÓN: V1		
<b>1. IDENTIFICACIÓN</b>						
1.1 SERVICIO:				1.2 UBICACIÓN: ÁREA EXTRUSORA		
1.3 NOMBRE DEL EQUIPO:		EXTRUSORA				
1.4 MARCA:		KWEEN B (Taiwan) L.T.D.A		1.5 MODELO: MB-40		
1.6 SERIE:		100011		1.7 CÓD. MÁQUINA: AFP-EXT-01		
		<b>2. REGISTRO HISTÓRICO</b>				
		2.1 FORMA DE ADQUISICIÓN:		FINANCIACION CON DISTRIBUIDOR		
		2.2 DOCUMENTO DE ADQUISICIÓN:		FACTURA DE VENTA		
		<b>FECHAS:</b>				
		2.3 COMPRA:		2.4 ACTA DE ENTREGA:		
		2.5 INSTALACIÓN:		2.6 INICIO DE OPERACIÓN:		
		2.7 VENC. GARANTÍA:		2.8 FABRICACIÓN:		
		2.9 COSTO:		2.10 VIDA ÚTIL:		
		PROVEEDOR:		TEL:		
		FABRICANTE:		E-MAIL:		
<b>3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>						
3.1 VOLTAJE:		3.4 FRECUENCIA:		3.7 VEL. (RPM):		
3.2 AMPERAJE:		3.5 CAPACIDAD:		3.8 TEMPERATURA:		
3.3 POTENCIA:		3.6 PRESIÓN:		3.9 PESO:		
				3.10 ALTURA:		
				3.11 ANCHO:		

## 5.4 ORDEN DE TRABAJO

Este documento es un escrito que el encargado de mantenimiento de la empresa POLINORT S.A.S le entrega a la persona que corresponda y que contiene una descripción del trabajo que debe llevar a cabo.

En la orden de trabajo, además debe indicarse algunos datos personales de quien solicitó la realización del trabajo, el tiempo se estima debe durar el trabajo a realizar en el lugar, los materiales necesarios para llevarlo a cabo, entre otros datos.<sup>11</sup>

**Tabla 30. Plantilla orden de trabajo para POLINORT S.A.S.**

		ORDEN DE TRABAJO			COD. MAQUINA:								
FECHA		D	M	A									
DATOS DE LA EMPRESA				DATOS DEL PROVEEDOR DE MANTENIMIENTO									
Empresa: POLINORT S.A.S				Empresa y/o Persona:									
Contacto: Juan Carlos Casadiego Peña				Contacto:									
Dirección:				Dirección:									
Teléfono:				Teléfono:									
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR				MATERIALES									
<div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>				<div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>									
							Verificación				Observaciones:		
							Trabajo conforme		SI		No		
							Costos del trabajo y/o servicio						
Duración de la tarea													
VoBo. Mantenimiento													


<sup>11</sup> UCHOA, Florencia. Orden de trabajo. Definición ABC. [En línea]. 2013. (Recuperado el 3 de septiembre 2017). Disponible en <https://www.definicionabc.com/?s=Orden%20de%20trabajo>

## 5.5 PLANTILLA DE REGISTRO DE FALLA

En el registro de falla se muestra información acerca de la operación que se llevaba a cabo en la maquina al momento de fallar, ¿Cómo fallo? Y ¿Qué fallo? En la máquina, así como la hora y fecha de la falla, además el operario que registro la falla.

La plantilla de registro de falla diseñada para POLINORT S.A.S se muestra a continuación en la tabla 31.

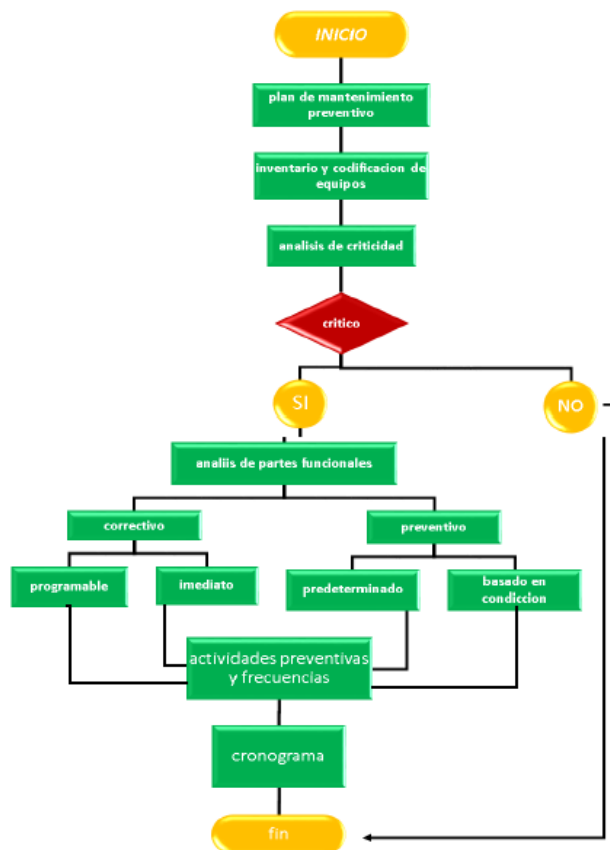
**Tabla 31. Plantilla registro de falla para POLINORT S.A.S.**

		REGISTRO DE FALLA # _____	CÓDIGO DE LA MAQUINA: _____
Equipo:		Operario:	
Fecha falla:		Hora de inicio:	Hora de fin:
1. ¿Qué actividad se estaba realizando en el equipo al momento de la falla?			
2. ¿Cómo falló? ¿Qué falló?			
3. Causa primaria de la falla:		4. Hora de inicio de servicio:	
Realizó _____		5. Observaciones:	
Revisó _____			

## 6. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EQUIPOS CRÍTICOS

Con la ayuda de los manuales de mantenimiento junto con los operadores y encargados del mantenimiento en POLINORT S.A.S. se realizaron fichas de lubricación, cambio de piezas, limpieza y de inspección; las cuales contienen información acerca de la tarea a realizar y la frecuencia en que se deben ejecutar, además, de mejorar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de las máquinas.

Figura 29. Proceso de manteamiento.



Fuente: ESTUPIÑAN, Félix y VILLAMIL, Joaquín. Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa americana de suelas. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2016.

## **6.1 FICHAS DE INSPECCIÓN**

Existen labores diarias que se deben realizar sobre las máquinas, estas labores son parte de la implementación del plan de mantenimiento, ya que ayuda con la identificación de fallos; es por esto que se realizó una ficha de inspección o check list (lista de chequeo).

A continuación, en la tabla 32. se mostrará la ficha de inspección diseñada por los autores para POLINORT S.A.S de la extrusora la cual contiene imágenes que facilitan la ubicación de las partes de la maquina a inspeccionar.

Tabla 32. Ficha de inspección para POLINORT S.A.S.

		<b>FICHA DE INSPECCION</b> Equipo: Extrusora <span style="float: right;">Cód. máquina:</span>				
<b>POKA YOKE</b>	Aprobado por:		Fecha de emisión:			
	Preparado por:		Fecha de revisión:			
			Página 1 de 1	Versión: 1		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">      </div>						
SDT No. _____			Fecha de inspección realizada: _____			
Parte de la máquina	No	Item de inspección	Procedimiento durante la inspección	Criterio	ESTADO Ok X	Observaciones
Motoreductor	1	Estado y funcionamiento	Inspección visual y auditiva	*Lubricación en los engranajes *Ruido en los engranajes		
Corona y Conductos	2	Mangueras	Inspección visual y manual	*Observar que las mangueras de alimentación del aire estén perfectamente ajustadas. *Detallar si las mangueras presentan deterioro o fugas a lo largo del cuerpo.		
sistema de ventilación del tornillo	3	Estado y funcionamiento	Inspección visual y auditiva	*Funcionamiento adecuado de los ventiladores		
Panel de control	4	Estado y funcionamiento	Inspección visual	*Preguntar a Juan Carlos		
Rodillos y rodamientos	5	Estado y funcionamiento	Inspección visual y auditiva	* Observar el comportamiento mecánico de trabajo del rodamiento. *Detallar lubricación adecuada del rodamiento. * Estado físico del rodamiento		

## 6.2 FICHAS DE LIMPIEZA

Los trabajos de limpieza de maquinaria industrial están relacionados con la producción misma, ya que usualmente deben realizarse durante la producción o paros de la misma en determinados horarios.

Una limpieza eficaz de la maquinaria industrial depende de las condiciones físicas y del mantenimiento preventivo y correctivo que hayan recibido previamente. La limpieza del equipo debe planearse con anticipación y coordinarse con todos los departamentos y las personas involucradas y se debe tomar en consideración áreas como<sup>12</sup>:

- Limpieza de maquinaria y equipos industriales
- Limpieza de grasa en paredes y tuberías
- Limpieza de techos
- Limpieza de lámparas


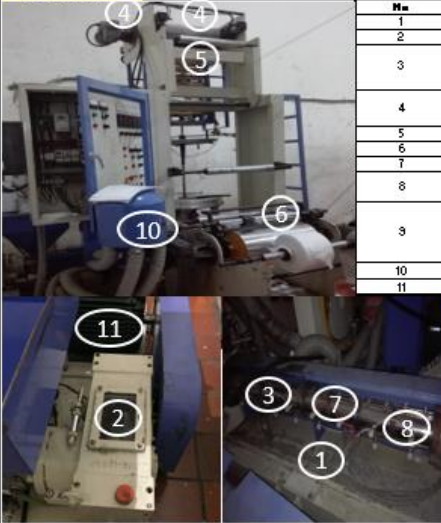
Las fichas de limpieza diseñadas para POLINORT S.A.S contienen las actividades de limpieza que se deben realizar en cada máquina, además de los periodos de tiempo en que estas tareas se deben desarrollar.

A continuación, en la tabla 33. se mostrará la ficha de inspección creada por los autores para POLINORT S.A.S, la cual contiene imágenes que facilitan la ubicación de las partes de la maquina en las que se debe realizar el trabajo.

---

<sup>12</sup> ADMIN. Importancia del mantenimiento y limpieza a la maquinaria industrial. Grupo MISOL. [En línea]. 2016. (Recuperado el 4 de septiembre 2017). Disponible en <http://www.grupomisol.com/importancia-mantenimiento-limpieza-maquinaria-industrial/>

Tabla 33. Ficha de limpieza para la extrusora de POLINORT S.A.S.

		FICHA DE LIMPIEZA Equipo: Extrusora      Cód. máquina: A						
Aprobado por:				Fecha de emisión:				
Preparado por:				Fecha de revisión:				
				Página 1 de 1		Versión: 1		
FICHA No.		Nº	Componente funcional	Actividad	Diaria	Quincenal	Mensual	Trimestral
		1	Ventiladores tornillo	Limpieza				
		2	Caja reductora	Limpieza externa				
		3	Deda	Limpieza interna Pulirlo con pasta				
		4	Actuador	Limpieza externa				
		4	Rodillos superiores de la torre	Limpieza				
		5	Persiana	Limpieza				
		6	Embobinador	Limpieza				
		7	Cañon	Limpieza				
		8	Husillo	Limpieza Pulirlo con pasta				
		9	Ventiladores	Limpieza de filtros Limpieza del motor Limpieza interna Limpieza externa				
		10	Mangueras y acoples	Limpieza externa				
	11	Motor	Limpieza externa					
OBSERVACIONES:								

### 6.3 FICHAS DE LUBRICACIÓN

Los costosísimos y complicados equipos industriales que requiere la industria moderna no podrían funcionar, ni siquiera unos minutos, sin el beneficio de una correcta lubricación. El costo de esta resulta insignificante comparado con el valor de los equipos a los que brinda protección.

La utilización del lubricante correcto en la forma y cantidad adecuada ofrece entre otros los siguientes beneficios.<sup>13</sup>

1. Reduce el desgaste de las piezas en movimiento.
2. Menor costo de mantenimiento de la máquina.

<sup>13</sup> SENA. Elementos de máquinas: Lubricación maquinaria 12, SENA, 2013. p 8

3. Ahorro de energía.
4. Facilita el movimiento.
5. Reduce el ruido.
6. Mantiene la producción.

Las fichas de lubricación diseñadas para POLINORT S.A.S contienen las actividades de lubricación y las partes a lubricar en cada máquina, además de los periodos de tiempo en que estas tareas se deben desarrollar.

A continuación, en la tabla 34. se mostrará la ficha de lubricación creada por los autores para POLINORT S.A.S, la cual contiene imágenes que facilitan la ubicación de las partes de la maquina en las que se debe realizar el trabajo.

**Tabla 34. Ficha de lubricación de la extrusora de POLINORT S.A.S.**


FICHA No.		FICHA DE LUBRICACIÓN						
		Equipo: Extrusora		Cód. máquina: A				
		Aprobado por:		Fecha de emisión:				
Preparado por:				Fecha de revisión:				
		Página 1 de 1			Versión: 1			
No	Componente funcional	Actividad	Diaria	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	
1	Caja reductora	Cambio de valvulina						
3	Rodillos superiores de la torre	Lubricación en rodamientos						
4	Embobinador	Lubricación en rodamientos						
5	Cañon	Lubricación en rodamientos						
6	Husillo	Lubricación en rodamientos						
<b>OBSERVACIONES:</b>								

## 6.4 FICHAS DE CAMBIO DE PIEZAS

Las fichas de cambio de piezas como su nombre lo indica muestra la parte o piezas que deben ser cambiadas de la máquina, además de la frecuencia con que estas deben ser cambiadas.

A continuación, en la tabla 35. se mostrará la ficha de cambio creada por los autores para POLINORT S.A.S, la cual contiene imágenes que facilitan la ubicación de las partes de la maquina en las que se debe realizar el trabajo.

Tabla 35. Fichas de cambio para la extrusora.

FICHA No.		FICHA DE SERVICIO A							
		Equipo: Extrusora		Cód. máquina:					
		Operado por: Preparado por:		Fecha de emisión: Fecha de revisión:					
				Página 1 de 1		Versión: 1			
No.	Componente Funcional	Actividad	Dícto	Manual	Trimestral	Semestral	Anual		
1	Palcar	Alineación Desarmar y revisar							
2	Cajero ductora	Cambio de empujador y retenedores Cambio de rodamientos Re-apretar los tornillos Cambio de lubricante y limpieza interna							
3	Dado	Rectificada							
4	Cilindros superior de la tarro	Re-apretar cartuchos de cajonete, en las abujas Rectificarlas							
5	Cañon	Rectificada							
6	Huilla	Rectificada							
7	Ventilador	Cambio de filtro							
8	Tornillo	Cambio de malla							
9	Manuera y conector	Cambiar manuera							
<b>OBSERVACIONES:</b>									

## 6.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

En el cronograma de actividades de mantenimiento desarrollado para POLINORT S.A.S. se muestran los equipos con sus respectivos códigos taxonómicos.

Con la ayuda del cronograma el encargado de mantenimiento podrá ver cuáles son las fichas a las cuales se debe dirigir y con la frecuencia podrá observar cuales son las tareas a realizar por cada ficha en el día que sea necesario.

Los colores mostrados en el cronograma corresponden a:

- Azul: ficha de inspección.
- Verde: ficha de limpieza.
- Amarillo: ficha de lubricación.
- Rojo: ficha de cambio.



## **7. DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN**

Esta herramienta es de vital importancia para la futura implementación del plan de mantenimiento desarrollado, ya que esta contiene herramientas que facilitan el control del mantenimiento de las maquinarias.

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 plantea integrarla, logrando con esto que la gestión del mantenimiento resulte más fácil y eficiente.<sup>14</sup>

### **7.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN**

Para el manejo del plan de mantenimiento preventivo los autores diseñaron un sistema de información con la ayuda de herramientas ofimáticas, donde se contemplará el manejo las hojas de vida, inventarios de los repuestos, fichas de inspección, ficha de limpieza, fichas de lubricación, fichas de cambio de repuestos, inventario de repuestos, registro de fallas y cronograma de actividades para las maquinas críticas, y para las no críticas se dejará, registro de fallas, hojas de vida y ficha técnica. Lo anterior se muestra a continuación.

---

<sup>14</sup> BAYONA, Kelvin Andrés. Plan de mantenimiento preventivo para la empresa Plastibarranca S.A y desarrollo de su sistema de información para la gestión del mantenimiento. Bucaramanga, Universidad industrial de Santander, 2017.

**Figura 30. Interfaz del sistema de información en Excel.**



En la figura 30 se pueden apreciar los módulos creados para cada una de las maquinas, módulo de cronogramas y módulo para la orden de trabajo.

A continuación, se mostrará el proceso de ingreso al sistema de información, tomando como ejemplo el módulo de las extrusoras (ver figura 31).

**Figura 31. Módulo de las extrusoras.**



Cada recuadro contiene de forma organizada, ficha técnica, ficha de inspección, ficha limpieza, ficha lubricación, ficha cambio, repuestos, registro de fallas y hoja de vida de la máquina, lo cual permitirá llevar control del mantenimiento realizado a cada máquina, dejando registros en una base de datos para futuro análisis del estado de los equipos.

**Figura 32. Contenido de Extrusora AFP-EXT-01.**



Esto se da como propuesta para el diseño del sistema de información, el cual se integrará en el software a implementar en la empresa.

## **7.2 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN**

**7.2.1 Requerimientos de la empresa.** La selección del sistema de información para la empresa POLINORT S.A.S., requiere de aspectos que satisfagan las necesidades del mantenimiento preventivo que se implementará. Para ello se

presentarán parámetros de funcionalidad y características seleccionadas por la empresa que debe presentar el software de los cuales se establecieron en una reunión con la ayuda del personal encargados de las máquinas, gerente y personal administrativo de la empresa, los cuales son indicados de mayor a menor según su relevancia.

- Organización de actividades
- Paradas de planta (overhall)
- Fácil de manejar
- Capacidad de almacenamiento
- Adaptabilidad
- Bajo costo de adquisición
- Interfaz amigable
- Respuesta rápida

**7.2.2 Criterios de selección.** Los criterios de selección se establecen mediante las características que poseen los sistemas de información para el manejo, control y planeación del plan de mantenimiento preventivo a implementar los cuales serán evaluados con la aplicación de la matriz de calidad QDF según su relevancia.

- Compatibilidad con la empresa
- Indicadores de gestión
- Base de datos
- Módulo de hojas de vida
- Módulo de inventarios
- Módulo de cronograma de actividades
- Módulo de órdenes de trabajo
- Módulo de compras
- Taxonomía de equipos

- Análisis de costos
- Interfaz gráfica
- Ergonomía de uso

**7.2.3 Matriz de calidad QFD.** Basados en la evaluación del qué y cómo que expone la matriz de calidad QFD, se evaluaron los criterios de selección en comparación con los requerimientos propuestos por la empresa, en busca de encontrar las mejores características para el sistema de información que se implementará.

**Tabla 37. Matriz QFD**

QFD	Importancia		Compatibilidad con la empresa		Indicadores de gestión		Base de datos		Módulo de hojas de vida		Módulo de inventarios		Módulo de cronograma de actividades		Módulo de ordenes de trabajo		Módulo de compras		Taxonomía de equipos		Análisis de costos		Interfaz gráfica		
	8	72	9	8	1	72	9	24	3	72	9	72	9	72	9	8	1	24	3	72	9	72	9	72	9
Organización de actividades	8	72	9	8	1	72	9	24	3	72	9	72	9	72	9	8	1	24	3	72	9	72	9	72	9
Paradas de planta (overhall)	7	63	9	63	9	21	3	21	3	63	9	63	9	63	9	21	3	7	1	63	9	63	9	63	9
Fácil de manejar	6	54	9	18	3	18	3	54	9	18	3	18	3	18	3	6	1	54	9	18	3	54	9	54	9
Capacidad de almacenamiento	5	15	3	15	3	45	9	15	3	45	9	45	9	15	3	15	3	5	1	15	3	45	9	45	9
Adaptabilidad	4	12	3	36	9	36	9	36	9	12	3	36	9	12	3	12	3	36	9	36	9	36	9	36	9
Bajo costo de adquisición	3	27	9	9	3	9	3	3	1	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3
Interfaz amigable	2	18	9	18	9	6	3	18	9	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	18	9
Respuesta rápida	1	3	3	3	3	9	9	3	3	9	9	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Ponderación		264		170		216		174		234		252		198		78		144		222		300			
Puesto		2		9		6		8		4		3		7		11		10		5		1			

**7.2.4 Ponderación de resultados.** En la siguiente tabla se muestran los requerimientos de mayor relevancia para la selección del sistema de información que se implementará.

**Tabla 38. Ponderación de los requerimientos.**

Requerimientos	Puntaje	Porcentaje %
Interfaz rápida	300	20,16%
Compatibilidad con la empresa	264	17,74%
Módulo de cronograma de actividades	252	16,94%
Módulo de inventarios	234	15,73%
Análisis de costos	222	14,92%
Base de datos	216	14,52%
<b>Total</b>	<b>1488</b>	<b>100%</b>

**7.2.5 Planteamiento de alternativas.** Se estudiaron 3 alternativas que cumplieran con los requisitos obtenidos de la matriz de calidad para la selección del software a implementar.

**Alternativa 1: WIN Software S.A.S.**

**WIN Software**, es la firma especializada en el desarrollo, mejora continua y comercialización de la familia de productos de Software –AM- Administrador de Mantenimiento. Presta todos los servicios profesionales relacionados con la Implementación de sus Soluciones: Planeación, Asesoría, Capacitación y Apoyo permanente post-venta.

A través de su División de Consultoría, ofrece un amplio portafolio de servicios que incluye Consultoría especializada (Diagnóstico, Auditoría y Optimización) sobre Gestión Integral de Mantenimiento.

**WIN Software** Ofrece su capacidad para integrar las soluciones que ofrece con las que ya posee el cliente. (Un Sistema de Información Corporativo, ERP o EAM, por ejemplo).

**Figura 33. Logo de la empresa WIN Software SAS.**



Fuente: Winsoftware. Disponible en: <http://www.winsoftware.com.co/web/>

### **Alternativa 2: SAIM®**

SAIM® es el acrónimo de *SOFTWARE DE ADMINISTRACIÓN EN INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO* y tiene como fin facilitar la gerencia y administración diaria de los sistemas de mantenimiento al interior de una compañía. El presente *MANUAL DE USUARIO SAIM®* busca dar un recorrido práctico y útil al nuevo usuario o al usuario experimentado que quiere retomar algún módulo.

SAIM® contiene varios módulos cuyas funciones se pueden destacar la administración de órdenes y reportes de mantenimiento, hojas de vida de activos, cronograma de actividades, control de repuestos entre otros. Fue desarrollado en conjunto con los usuarios finales para garantizar la ergonomía de uso y así convertirla en una herramienta fácil y de gran ayuda.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> SERRANO, Lucas Felipe. Manual de mantenimiento SAIM, 1ra Ed. Bucaramanga, marzo de 2015.

**Figura 34. Interfaz SAIM®.**

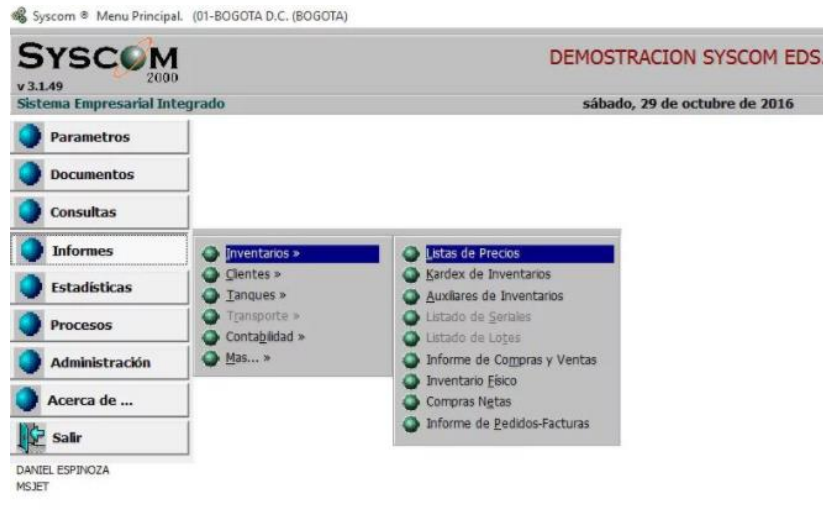


Fuente: SERRANO, Lucas Felipe. Manual de mantenimiento SAIM, 1ra Ed. Bucaramanga, marzo de 2015.

### **Alternativa 3. SYSCOM S.A**

Sistemas Comerciales SYSCOM S. A. es una empresa colombiana especializada en la implantación de soluciones de software específico para diferentes sectores industriales y comerciales, contando para ello con una serie de colaboradores tecnológicos de reconocido prestigio: Microsoft.

**Figura 35. Interfaz Syscom S.A.**



Fuente: Syscom. Soluciones integrales de Software. Estaciones de Servicio. [En línea] 2010. (Recuperado el 12 de septiembre 2017). Disponible en <http://comercialcab.wixsite.com/syscom-cabsas>

## 7.2.6 Evaluación de alternativas.

**Tabla 39. Resultados de las alternativas.**

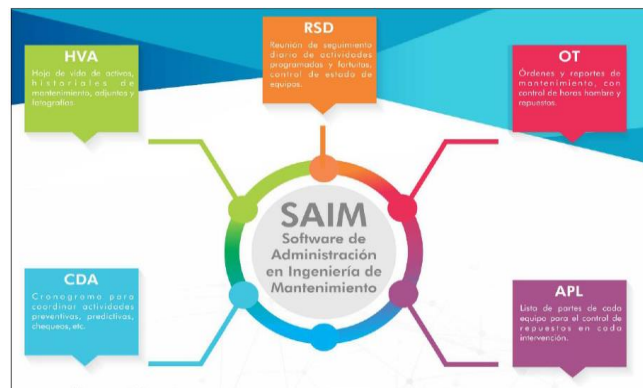
Requerimientos	Porcentaje %	Alternativa 1 WIN Software SA		Alternativa 2 SAIM®		Alternativa 3 SYSCOM	
Interfaz rápida	20,16%	5	1,00806	5	1,00806	4	0,80645
Compatibilidad con la empresa	17,74%	4	0,70968	5	0,8871	3	0,53226
Módulo de cronograma de actividades	16,94%	3	0,50806	4	0,67742	4	0,67742
Módulo de inventarios	15,73%	2	0,31452	3	0,47177	1	0,15726
Análisis de costos	14,92%	2	0,29839	4	0,59677	2	0,29839
Base de datos	14,52%	5	0,72581	4	0,58065	3	0,43548
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>3,56</b>		<b>4,22</b>		<b>2,91</b>	

De los resultados obtenidos en la anterior tabla, se aprecia que la alternativa 2 es la que mayor puntaje obtuvo, debido a ello, esta se tomará como la mejor opción de software para aplicar el plan de mantenimiento preventivo.

### 7.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN SAIM PARA LA EMPRESA POLINORT S.A.S.

SAIM® Ofrece las herramientas necesarias para que POLINORT S.A.S desarrolle con facilidad plan de mantenimiento preventivo propuesto en este proyecto. Los módulos principales se componen de: Hojas de vida de Activos (HVA), Cronograma de actividades (CDA), Plan detallado de trabajo (PDT), Reporte de grupo de análisis (RGA), Ordenes de trabajo (OT), Reunión de seguimiento diario (RSD), Lista de partes (APL) y Análisis de seguridad en el trabajo (AST)

Figura 36. Descripción SAIM®.



Fuente: SIERRA, Alejandro. Implementación de gestión de mantenimiento & SAIM

**7.3.1 Ingreso a la aplicación.** Para ingresar a la aplicación, debe estar todo debidamente instalado y el logo del sistema de información SAIM®, ver figura 37.

**Figura 37. Ingreso al sistema.**



Fuente: APPING S.A.S. Manual de usuario SAIM® v3.2.0

**7.3.2 Usuarios.** El sistema de información permite tener usuarios, brindando con sus respectivas funciones en la empresa. La pantalla de inicio está compuesta por los siguientes campos:

- *Usuario:* Campo numérico de identificación del usuario, puede ser un código personalizado o la célula de ciudadanía.
- *Contraseña:* Por defecto es el mismo usuario, el usuario debe cambiarla en su primer ingreso a SAIM®.
- *Guardas credenciales:* Al seleccionar esta opción SAIM® almacenará la ubicación actual como segura y guardará los valores escritos en *usuario* y *contraseña*.
- *Auto ingreso:* Al abrir SAIM®, el sistema ingresará automáticamente a la aplicación al tener las credenciales guardadas.
- *Logo de la empresa:* El usuario puede configurar el logo y nombre de la empresa por el propio, en el espacio del recuadro rojo. Ver la figura 38.

**Figura 38. Ingreso al sistema de información.**

The image shows a login window for the SAIM system. The window title is "Bienvenido a SAIM". There are two tabs: "Login" and "Conexión". The "Login" tab is selected. The window contains the POLINORT S.A.S. logo, a "Usuario" field with the value "111", a "Contraseña" field with "\*\*\*\*\*", a checked "Guardar credenciales" checkbox, an unchecked "Autoingreso" checkbox, and an "Ingresar" button. At the bottom, it shows "Conectado a: local local local".

Fuente: Sistema SAIM, POLINORT S.A.S. Edición v3.2.0.

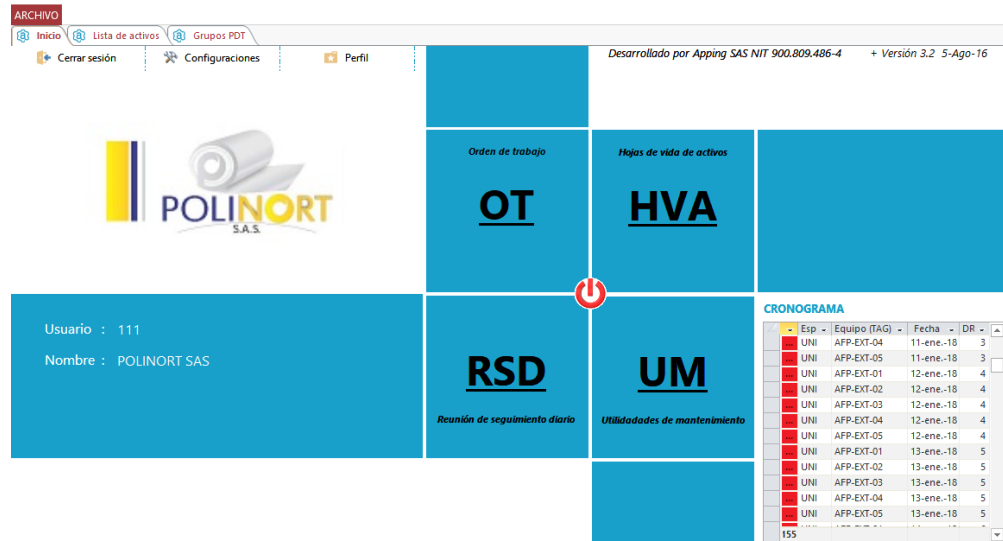
**7.3.3 Inicio.** En esta ventana se observa la información importante de la empresa, agrupada en cinco secciones y se observa en la figura 39.

- *OT*: Módulo para las ordenes de trabajo de mantenimiento.
- *HVE*: Módulo para las hojas de vida, PDT, cronograma e indicadores.
- *RSD*: Módulo para el seguimiento de las reuniones diarias de apertura y cierre.
- *UM*: Módulo con diferentes funcionalidades complementarias del software.
- *CRONOGRAMA*: Muestra rápidamente las actividades pendientes por organizar.

También cuenta con herramientas para administrar el sistema:

- *Cerrar sesión*: Cierra SAIM® y permite ingresar con un usuario diferente.
- *Configuraciones*: Formulario para creación y edición de usuarios, y otras funciones, solo accesible por administradores de SAIM®.
- *Perfil*: Permite editar el perfil del usuario actual.

**Figura 39. Pantalla de inicio.**



Fuente: Sistema SAIM, POLINORT S.A.S. Edición v3.2.0.

**7.3.4 Configuraciones.** En esta ventana se crean y editan usuarios, asignando permisos y modificando perfiles, además se puede configurar aspectos avanzados del sistema, como visor PDF por defecto, estado de la aplicación (cerrada o abierta) etc. Ver figura 40.

**7.3.5 Perfil.** Permite cambiar el nombre completo y corto de usuario, la ubicación personal la cual almacena cualquier OT en la ruta especificada, adjuntar una imagen de firma para la impresión de documentos. En la parte derecha se pueden especificar los usuarios a los cuales se les delega permisos, es decir usuarios que tiene permitido editar registros que fueron creados por otro, esto aplica en OT y HVE. Ver figura 41.

**Figura 40. Pantalla de configuraciones.**

Usuario	Nombre	Iniciales	Online	Nombre corto	Departamento	Admin	Editar equipos	Activo	Editar inventario	Ultimo login
APPING	APPING	LS	No	APPING	MANTENIMIENTO	Si	Si	Si	Si	4/12/2017 4:58:42 p. m.
111	POLINORT SAS	AS	Si	POLINORT SAS	MANTENIMIENTO	Si	Si	Si	Si	7/01/2018 6:05:29 p. m.

Fuente: Sistema SAIM, POLINORT S.A.S. Edición v3.2.0.

**Figura 41. Configuración perfil.**

**PERFIL**

Usuario: 111

Contraseña: [oculto]

Nombre: POLINORT SAS

Nombre corto: POLINORT SAS

Iniciales: AS

Especialidad: [seleccionado]

Cargo: PLANEADOR DE MANTENIMIENTO

Departamento: MANTENIMIENTO

Ubicación personal: [seleccionado]

Email: [campo vacío]

Celular 1: [campo vacío]

Celular 2: [campo vacío]

Firma digital: [campo vacío]

Abrir OTM al iniciar:

Autoingreso:

**DELEGAR PERMISOS A**

Nombre corto: [seleccionado]

Registros: 1 de 1

Fuente: Sistema SAIM, POLINORT S.A.S... Edición v3.2.0

### 7.3.6 Orden de trabajo (OT).

**7.3.6.1 Lista de OT:** Este formulario muestra la lista de órdenes de trabajo de mantenimiento con colores según su estado para fácil identificación:

- *Blanco:* Finaliza o anulada.
- *Amarillo:* Pendiente por finalizar.
- *Rojo:* Pendiente por finalizar por parte del usuario.

El usuario puede expandir cada OT para verla en detalle al dar click en la primera columna “...”

Este sistema de información se adaptó para la empresa POLINORT S.A.S., teniendo en cuenta que estas órdenes de trabajo irán con sus respectivas tareas de mantenimiento, ya sean correctivas o preventivas, según lo elaborado en el plan de mantenimiento a dicha empresa. Ver figura 42.

**Figura 42. Lista de las órdenes de trabajo.**

Consecutivo	Fecha	Autor	Esp	Activo (TAG)	Nombre de activo	Título	Condición	Criticidad inv	Fit
OT-6-18	08-ene.-18	AS	UNI	AMP-MEZ-01	MEZCLADORA	Reparación			
OT-5-18	09-ene.-18	AS	UNI	AFP-EXT-01	EXTRUSORA 1	INSPECCIÓN DIARIA			
OT-4-18	09-ene.-18	AS	UNI	AFP-EXT-02	EXTRUSORA 2	INSPECCIÓN DIARIA			
OT-3-18	09-ene.-18	AS	UNI	AFP-EXT-03	EXTRUSORA 3	INSPECCIÓN DIARIA			
OT-2-18	09-ene.-18	AS	UNI	AFP-EXT-04	EXTRUSORA 4	INSPECCIÓN DIARIA			

Fuente: Sistema SAIM, POLINORT S.A.S. Edición v3.2.0

- **Nuevo Registro:** Crear una OT.
- **Documentos:** Permite consultar todas la OT generadas en formato PDF almacenadas en una ruta compartida.
- **Imprimir rango:** Imprimir un conjunto de OT rápidamente, por rango de fecha, rango de número o por agrupación.
- **Pendientes XLS:** Muestra únicamente el listado de OT pendientes por finalizar en su departamento.
- **Filtro rápido:** Muestra únicamente el listado de OT que fueron creadas por el usuario.
- **PDT/APL:** Puede seleccionar varias OT para agregar un PDT o APL seleccionado, ahorrando tiempo al momento de crear las actividades para cada OT.

**7.3.6.2 Detalle de OT:** Este formulario muestra el detalle de la orden de trabajo de mantenimiento donde se descubren paso a paso de actividades, titulo general, duración cronológica, avance general del proyecto, centro de costo, tipo de mantenimiento etc. Lo anterior se puede observar en la figura 43.

**Figura 43. Formulario de Orden de trabajo.**

**OT** Orden de trabajo

(Campos obligatorios)

**DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

Consecutivo: OT-5-18  
 Fecha de creación: 08-ene.-18  
 Autor: POLINORT SAS  
 Departamento: MANTENIMIENTO  
 + Activo (TAG): AFP-EXT-01  
 + Nombre de activo: EXTRUSORA 1  
 Condición del equipo:  
 Tipo de mantenimiento: PREVENTIVO  
 Especialidad: UNICA

**RESUMEN DE ACTIVIDADES**

Actividad | Tiempo (min)

Charla preoperacional  
 Permiso de trabajo  
 Retiro de materiales  
 Transporte  
 Tiempo efectivo labor: 0  
 Cierre de permiso  
 Informe

Tiempo total ejecución: 0 hh 0 mm  
 CC/AFE: 0

Diagnóstico y actividades realizadas | Personal involucrado | Repuestos utilizados | Complementarios

+ Título: INSPECCIÓN DIARIA  
 Avance de proyecto: 0,00% | Suma de tiempo: 15 | Avance de actividades: 0,00%

+ Actividad	R	Tiempo (min)	Terminado
Lubricación en los engranajes	AS	3	<input type="checkbox"/>
Ruido en los engranajes	AS	2	<input type="checkbox"/>
Detectar fugas, deterioro a lo largo del cuerpo de las mangueras	AS	1	<input type="checkbox"/>
Observar que las mangueras de alimentacipin de aire estén perfectamente ajustadas	AS	1	<input type="checkbox"/>
Funcionamiento adecuado de los ventiladores	AS	1	<input type="checkbox"/>
Verificar que los controles de temperatura funcionen adecuadamente	AS	2	<input type="checkbox"/>

Intervalo de tiempo: + Fecha inicio: 09-ene.-18 | Hora inicio: | + Fecha fin: | Hora fin: |

Fuente: Sistema SAIM, POLINORT S.A.S. Edición v3.2.0

**7.3.7 Documentos.** Muestra listado de documentos generado, y permite encontrar fácilmente por fecha, equipo, especialidad, tipo de mantenimiento o autor.

- *Imprimir Rango:* Imprimir fácilmente en varios modos los reportes seleccionado o por rango de fecha. También puede seleccionar una agrupación y generar un reporte agrupado de actividades.
- *PDT/APL:* Seleccione la agrupación deseada y posteriormente las OT a las cuales quiera insertar PDT y/o PAL,

**7.3.8 Hoja de vida de equipo HVA.** El sistema de información reemplaza las fichas técnicas por las hojas de vida de los activos, en donde se puede especificar la características y observaciones de cada activo.

**7.3.8.1 Lista de HVA:** Este formulario muestra la lista de equipos donde se puede editar rápidamente aspectos como:

- Ubicación
- Departamento
- Familia
- Sistema
- Grupo de análisis
- Requiere verificación

**Figura 44. Formulario de las hojas de vida de los activos.**

Fuente: Sistema SAIM, POLINORT S.A.S. Edición v3.2.0

El usuario puede expandir cada equipo para ver en detalle al dar click en la primera columna “...”

- *Nuevo registro*: Crear un equipo.
- *RGA*: Reportes de grupos de análisis (indicadores de confiabilidad y disponibilidad).
- *PDT*: Crear y editar planes de trabajo.
- *CDT*: Cronograma de actividades de mantenimiento.

**7.3.8.2 Detalle de HVA:** En esta ventana se completa toda la información de cada equipo, además se pueden agregar campos adicionales y adjuntos.

**7.3.9 Reporte de grupo de análisis RGA.** Este módulo permite generar reportes de repuestos, horas hombre, confiabilidad y disponibilidad en un rango determinado de fechas y para un grupo específico de equipos. El usuario puede personalizar el reporte a generar, agregando autor, revisor y aprobador, así como observaciones agrupadas por familia, descripción del reporte, título y observaciones generales.

**7.3.10 Plan detallado de trabajo PDT.** Se pueden crear infinidad de planes de trabajo para un grupo de equipos, cada PDT puede tener periodicidad, especialidad y APL diferente. Desde esta misma ventana se puede crear actividades en el cronograma rápidamente con un asistente muy práctico.

Cada PDT se compone de una serie de actividades creadas por el usuario con un tiempo y personal requerido, además de un orden específico.

**Figura 45. Actividades del PDT.**

Item	Actividad	Tiempo (min)	Personal	HH hombre
1	ALINEACIÓN DE POLEAS	25	2	0,83
2	CAMBIO DE EMPAQUES Y RETENEDORES (Caja reductora)	30	1	0,50
2	CAMBIO DE RODAMIENTOS (Caja reductora)	300	2	10,00
2	DESARMAR Y REVISAR (Caja reductora)	90	1	1,50
3	RECTIFICADO (Dado)	300	1	5,00
4	RECTIFICADO CILINDROS SUPERIORES DE LA TORRE	300	1	5,00
5	RECTIFICADO DEL CAÑON	300	1	5,00
6	PULIR HUSILLO CON PASTA	60	1	1,00
6	RECTIFICADO DEL HUSILLO	300	1	5,00
7	CAMBIO DE FILTRO (Ventilador)	30	1	0,50
8	CAMBIO DE MANGUERAS Y ACOPLÉS	60	1	1,00
	<b>Total</b>		<b>1.795</b>	<b>35,33</b>

Fuente: Sistema SAIM, POLINORT S.A.S. Edición v3.2.0

**7.3.11 Cronograma de actividades CDA.** El cronograma de actividades muestra por defecto el calendario del mes actual y permite explorar otros meses y otros años, permite identificar fácilmente todas las intervenciones de equipos pendientes o finalizados, además tiene 2 modos de vista, agrupado muestra el total de actividades por equipo y desagrupado muestra la especialidad de cada equipo.

## 7.4 INFORMES GENERADOS POR SAIM.

Al suministrar los datos del plan de mantenimiento al sistema de información SAIM, se generan hojas de vida (HVA) de los equipos ver figuras 46 y 47, órdenes de trabajo (OT), ver figura 48, Cronograma de actividades, ver figura 49.

Figura 46. Hoja de vida generada por SAIM, POLINORT S.A.S.



Informe de hoja de vida  
**AFP-EXT-01**

Desde 01-ene.-18  
Hasta 10-ene.-18

---

**DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

Nombre corto (TAG)	AFP-EXT-01	Autor	POLINORT SAS
Nombre completo	EXTRUSORA 1	Departamento	MANTENIMIENTO
Usuario	POLINORT SAS	Agrupación	
Fecha creación	13/12/2017 4:46:14 p. m.	Especialidad	UNICA
Marca	K'WEEN B (Taiwan) L.T.D.A	Familia	UNICA
Modelo	MB-40	Sistema	UNICO
Serie	100011	Grupo de análisis	
Centro de costo	0	Grupo PDT	EXTRUSORAS
Area/Ubicación	ÁREA FABRICACIÓN DE LA PELÍCULA		

**DATOS TÉCNICOS**

Cédula/Barcode	AFP-EXT-01
Motor	WELL 40 HP
Potencia/Capacidad	100 KG/HR
Alimentación	440V
Velocidad/RPM	HASTA 2 REV/MIN
Peso	
AlturaAnchoxProfun	

**DATOS DE ORIGEN Y OUTSOURCING**

Proveedor	0
País de origen	
Fecha fabricación	

**OTROS**

Verificación	0	Patrón	<input type="checkbox"/>
Calibración	0	Activo	<input checked="" type="checkbox"/>

**FOTOGRAFÍAS**




Informe de hoja de vida AFP-EXT-01. Impreso en SAIMS por AS el 10-ene-18 19:22:45
Página 1 de 2

Fuente: Sistema SAIM, POLINORT S.A.S. Edición v3.2.0.

Figura 47. Continuación de la hoja de vida generada por SAIM, POLINORT S.A.S.



Informe de hoja de vida  
**AFP-EXT-01**

Desde 01-ene.-18  
Hasta 10-ene.-18

---

**CAMPOS ADICIONALES**


Campo	Valor
Aceite motor	SAE
Rango de operación	80 C HASTAS 120 C
OTRO	OTRA
Caudal por hora (LPH)	10000
Lubricación externa	
Aceite sistema hidráulico	
Aceite servotransmisión	
Refrigeración	
Capacidad a presión nominal	
Cilindraje	
Capacidad Combustible	
Capacidad sistema hidráulico	
Consumo	

**ORDENES DE TRABAJO**

**BITÁCORA DE ESTADO**

Fuente: Sistema SAIM, POLINORT S.A.S. Edición v3.2.0.

Figura 48. Orden de trabajo generada por SAIM, POLINORT S.A.S.



### ORDEN DE TRABAJO

**OT-4-18**    **Fecha Inicio** 09-ene-18    **Autor** AS    **Usuario** POLINORT SAS    **Activo** AMP-MEZ-01  
**Nombre** MEZCLADORA    **Ubicación** MEZCLADO MATERIA PRIMA  
**Título** Reparación

---

INFORMACIÓN BÁSICA		RESUMEN DE ACTIVIDADES		RESUMEN DE DURACIÓN	
Estado	PENDIENTE	ACTIVIDAD	TIEMPO (MM)	Fecha inicio	09-ene-18
Especialidad	UNICA	Charla preoperacional	0	Hora inicio	
Tipo de mantenimiento	CORRECTIVO	Permiso de trabajo	0	Fecha fin	09-ene-18
Programado	No	Retiro de materiales	0	Hora fin	
Avance de proyecto	0,00%	Transporte	0	<b>TIEMPO TOTAL DE EJECUCIÓN</b>	
CCIAFE	0	Tiempo efectivo labor	0		
Condición		Cierre del permiso	0		
			Informe	0	0 HH    0 MM

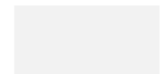

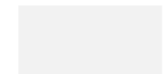
---

**DETALLE DE ACTIVIDADES**

R	ACTIVIDAD	MM	Ck
AS	ALINEACIÓN DE POLEAS	25	<input type="checkbox"/>
AS	CAMBIO DE RODAMIENTOS (Caja reductora)	300	<input type="checkbox"/>
AS	CAMBIO DE EMPAQUES Y RETENEDORES (Caja reductora)	30	<input type="checkbox"/>
AS	DESARMAR Y REVISAR (Caja reductora)	90	<input type="checkbox"/>
AS	RECTIFICADO (Dedo)	300	<input type="checkbox"/>
AS	RECTIFICADO CILINDROS SUPERIORES DE LA TORRE	300	<input type="checkbox"/>
AS	RECTIFICADO DEL CAÑÓN	300	<input type="checkbox"/>
AS	PULIR HUBILLO CON PASTA	80	<input type="checkbox"/>
AS	RECTIFICADO DEL HUBILLO	300	<input type="checkbox"/>
AS	CAMBIO DE FILTRO (Ventilador)	30	<input type="checkbox"/>
AS	CAMBIO DE MANGUERAS Y ACOPLÉS	60	<input type="checkbox"/>
		<b>TOTAL</b>	<b>1.795</b>

---

**INSUMOS UTILIZADOS**

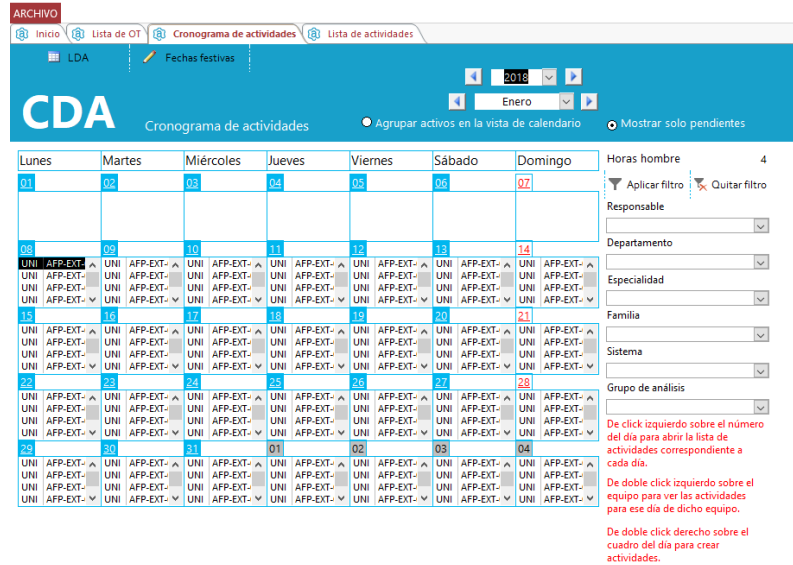
PERSONAL INVOLUCRADO		OBSERVACIONES
NOMBRE CORTO	CARGO	FOTO ANTES
		FOTO DESPUES
 ENCARGADO POLINORT SAS	 SUPERVISOR POLINORT SAS	 COORDINADOR POLINORT SAS

---

OT-4-18. Impreso en SAIMS por AS el 10-ene-18 19:41:21 Página 1 de 5

Fuente: Sistema SAIM, POLINORT S.A.S. Edición v3.2.0.

**Figura 49. Cronograma de actividades de la empresa SAIM, POLINORT S.A.S.**



Fuente: Sistema SAIM, POLINORT S.A.S. Edición v3.2.0.

El cronograma de actividades (ver figura 49.) nos permite ver cuáles son los mantenimientos preventivos programados, en la figura 50 se puede apreciar la lista de actividades diferenciando por color cuales son las más cercanas.

**Figura 50. Cronograma de actividades de la empresa SAIM, POLINORT S.A.S.**

Esp	Plan de trabajo	Titulo	Activo (TAG)	Nombre de equipo	Fecha estimada
UNI	EXTRUSORAS	INSPECCIÓN DIARIA	AFP-EXT-01	EXTRUSORA 1	08-ene-18
UNI	EXTRUSORAS	INSPECCIÓN DIARIA	AFP-EXT-02	EXTRUSORA 2	08-ene-18
UNI	EXTRUSORAS	INSPECCIÓN DIARIA	AFP-EXT-03	EXTRUSORA 3	08-ene-18
UNI	EXTRUSORAS	INSPECCIÓN DIARIA	AFP-EXT-04	EXTRUSORA 4	08-ene-18
UNI	EXTRUSORAS	INSPECCIÓN DIARIA	AFP-EXT-05	EXTRUSORA 5 (DORIF)	08-ene-18

Fuente: Sistema SAIM, POLINORT S.A.S. Edición v3.2.0.

## **8. VIABILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN**

El siguiente análisis financiero se desarrolló con la intención de mostrar la viabilidad que tendría el proyecto a futuro,


### **8.1 REDUCCIÓN DE COSTOS**

El estudio financiero hace parte fundamental de la evaluación de un proyecto donde se incurre una inversión, para saber si es sostenible en el tiempo y que beneficios trae a futuro incurrir en costos de implementación.

El proyecto surgió de la necesidad que tenía la empresa al no contar con un plan de mantenimiento preventivo incurriendo en costos elevados de subcontratación y corrección de daños provocados por la débil gestión de mantenimiento existente. Debido a esto se planteó la posibilidad de que la empresa fuese capaz de realizar internamente el mantenimiento preventivo, con el objetivo de mejorar la eficiencia de los procesos, la prevención de fallas en las máquinas y la reducción de costos de mantenimiento.

En la información de los costos de mantenimiento correctivo en el año 2016, mostrados en la figura 51., suministrados por la empresa se puede apreciar el costo que le representa a la empresa el no tener una buena gestión de mantenimiento.

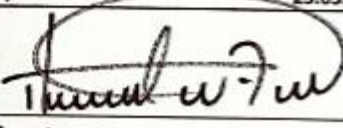
Figura 51. Costos de mantenimiento año 2016.



NIT: 900.844.774 Año: 2016

Información de costo de mantenimiento y repuestos para maquinaria

Mes	COSTO MANO DE OBRA	COSTO REPUESTOS
ENERO	\$ 720.000	\$ 548.200
FEBRERO	\$ 590.000	\$ 1.603.000
MARZO	\$ 527.000	\$ 123.000
ABRIL	\$ 115.000	\$ 1.229.000
MAYO	\$ 1.062.000	\$ 1.836.000
JUNIO	\$ 2.274.400	\$ 631.000
JULIO	\$ 480.000	\$ 447.000
AGOSTO	\$ 2.547.000	\$ 1.421.000
SEPTIEMBRE	\$ 700.000	\$ 856.000
OCTUBRE	\$ 1.060.000	\$ 707.000
NOVIEMBRE	\$ 135.000	\$ 200.000
DICIEMBRE	\$ -	\$ 3.828.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 10.210.400,00</b>	<b>\$ 13.429.200</b>
<b>TOTAL AÑO 2016</b>	<b>\$</b>	<b>23.639.600,00</b>

  
 Gerente  
 Polinort SAS

Este proyecto busca ser sostenible en el tiempo logrando reducir considerablemente el costo actual de mantenimiento y repuestos para maquinaria en la empresa, además de mejorar la productividad contando con una maquinaria en condiciones óptimas durante todos los procesos que allí se realizan.

Durante el proceso de diagnóstico y propuesta de mejora, se incurrieron en gastos para poder llevarlo a cabo, a continuación, en la tabla 40. se presentan los gastos que se incurrieron durante todo el proceso de diagnóstico y formulación del plan de mantenimiento durante el proyecto.

**Tabla 40. Gastos del proyecto.**

Detalle	Valor
Papelería (cartas, fotocopias, carpetas, empastes)	\$500.000
Manuales, catálogos y libros guía	\$400.000
Trabajo intelectual	\$1.200.000,00
Asesoría Ing. Isnardo Gonzáles Jaimes	Asumido por la UIS
Asesoría Ing. Oscar Iván Bohórquez Becerra	Asumido por la UIS
Asesoría profesional en programación de software	\$1.000.000
Gastos de desplazamiento	\$1.200.000
Viáticos	\$1.600.000
Subtotal	\$14.700.000
Imprevistos (10%)	\$1.470.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$16.170.000</b>

Para dotar el departamento de mantenimiento hay que adquirir herramientas y dispositivos que permitan un óptimo desarrollo de la gestión de mantenimiento.

**Tabla 41. Costos instrumentación.**

INSTRUMENTACIÓN			
	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Calibrador pie de rey	2	\$ 290.000,00	\$ 580.000,00
Amperimetro	1	\$ 265.000,00	\$ 265.000,00
Tester	1	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00
Medidor de temperatura	1	\$ 290.000,00	\$ 290.000,00
Estetoscopio industrial	1	\$ 300.000,00	\$ 300.000,00
Total			\$ 1.225.000,00

El área de mantenimiento preventivo debe contar con un espacio adecuado para el desarrollo de las actividades de diseño, planeación, ejecución y control de la gestión del mantenimiento preventivo.

**Tabla 42. Costos oficina de mantenimiento.**

COSTOS OFICINA			
	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Computador	1	\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000,00
Escritorio	1	\$ 300.000,00	\$ 300.000,00
Aire Acondicionado	1	\$ 1.400.000,00	\$ 1.400.000,00
Instalación Aire	1	\$ 150.000,00	\$ 150.000,00
Teléfono Oficina	1	\$ 139.900,00	\$ 139.900,00
Impresora Epsom	1	\$ 850.000,00	\$ 850.000,00
Estantes	3	\$ 165.000,00	\$ 495.000,00
Silla gerencial	1	\$ 334.900,00	\$ 334.900,00
Sillas	3	\$ 72.000,00	\$ 216.000,00
Lámpara	1	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00
Bombillas	3	\$ 17.600,00	\$ 52.800,00
Guantes de seguridad	3	\$ 50.000,00	\$ 150.000,00
Botas punta de acero	2	\$ 135.000,00	\$ 270.000,00
Casco industrial	2	\$ 15.000,00	\$ 30.000,00
Chaleco	2	\$ 40.000,00	\$ 80.000,00
Total			\$ 6.518.600,00

**Tabla 43. Costos implantación del software.**

IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE			
	Cantidad	Costo unitario	Costo Implementación
Licencia de SAIM®	1	\$ 3.592.000,00	\$ 3.592.000,00
Acompañamiento SAIM®	3	\$ 3.592.000,00	\$ 10.776.000,00
Ingeniero Mecánico	1	\$ 400.000,00	\$ 400.000,00
Costo Total			\$ 14.768.000,00

Total, a invertir en adecuaciones para el área de manteniendo

**Tabla 44. Costo total para la adecuación del área de mantenimiento.**

Inversión	Valor
Total Instrumentación	\$ 1.225.000,00
Total costos de Oficina	\$ 6.518.600,00
Total Implementación software	\$ 14.768.000,00
<b>TOTAL IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>\$ 22.511.600,00</b>

Finalmente, para la puesta en marcha del departamento de mantenimiento se requiere adquirir repuestos en el almacén que permitan responder a cualquier eventualidad o necesidad de cambio en el momento de realizar el mantenimiento, de acuerdo al análisis de criticidad realizando se pudo identificar la cantidad de repuestos o piezas necesarios que anualmente debe tener a la mano el departamento de mantenimiento. En el caso del Husillo no es necesario adquirirla todos los años ya que su cambio puede ser impredecible y su vida útil es larga dependiendo del buen uso, sin embargo, se debe tener a la mano para cualquier eventualidad ya que su lucro cesante es bastante alto.

**Tabla 45. Costos repuestos.**

	Pieza	Valor/unid	Cantidad	Valor total
1	Husillo	11000000	1	\$ 11.000.000
2	Pirómetro	130000	2	\$ 260.000
3	Contactora	60000	2	\$ 120.000
4	Malla filtro	100000	1	\$ 100.000
5	Manguera	90000	4	\$ 360.000
6	Cuchillas de corte	170000	2	\$ 340.000

**Tabla 46. Costo total por invertir.**

Inversión	Valor
Costos de Diseño	\$ 7.370.000,00
Costos de Implementación	\$ 22.511.600,00
Compra de Repuestos y Piezas	\$ 12.180.000,00
<b>COSTO TOTAL DE INVERSIÓN</b>	<b>\$ 42.061.600,00</b>

**8.1.1. Costos fijos de sostenimiento durante el desarrollo del proyecto.** Para el funcionamiento adecuado del plan de mantenimiento preventivo se establecen unos costos fijos para dotar el área de mantenimiento durante todo el ciclo de vida del proyecto.

**Tabla 47. Costos anuales de oficina.**

COSTOS OFICINA			
	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Lámpara	1	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00
Cartuchos Tinta	4	\$ 80.000,00	\$ 320.000,00
Bombillas	3	\$ 17.600,00	\$ 52.800,00
Guantes de seguridad	3	\$ 50.000,00	\$ 150.000,00
Botas punta de acero	2	\$ 135.000,00	\$ 270.000,00
Casco industrial	2	\$ 15.000,00	\$ 30.000,00
Chaleco	2	\$ 40.000,00	\$ 80.000,00
Total			\$ 952.800,00

El ingeniero a cargo del área de mantenimiento deberá recibir capacitaciones 2 veces al año, las cuales cuestan 400.000 cada una, en cuanto al software debe renovarse la licencia anualmente.

**Tabla 48. Costos anuales software.**

IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE			
	Cantidad	Costo unitario	Costo total/AÑO
Licencia de SAIM®	1	\$ 3.592.000,00	\$ 3.592.000,00
Ingeniero Mecánico	2	\$ 400.000,00	\$ 800.000,00
Total			\$ 4.392.000,00

Los costos del año unos ya fueron incluidos en el valor total de la inversión inicial por ende en el año 1 solo se necesitará incurrir en el pago de las capacitaciones al ingeniero. También cabe mencionar que debido a los dispositivos y aparatos electrónicos utilizados en el área de mantenimientos se genera un aumento en el consumo energético, el cual representa un costo más durante la etapa de desarrollo del proyecto.

Con una inflación esperada del 4% los valores de cada periodo del ciclo de vida del proyecto se estiman en un aproximado de:

**Tabla 49. Costos anuales del proyecto.**

Año	Costos de software y oficina	Aumento consumo Energético
	Valor	Valor
1	\$ 5.344.800,00	\$ 1.115.000
2	\$ 5.558.592,00	\$ 1.159.600
3	\$ 5.780.935,68	\$ 1.205.984
4	\$ 6.012.173,11	\$ 1.254.223
5	\$ 6.252.660,03	\$ 1.304.392
6	\$ 6.502.766,43	\$ 1.356.568

Cada dos años se debe comprar Instrumentación

**Tabla 50. Costos cambio de instrumentación.**

INSTRUMENTACIÓN	
Año	Valor
2	\$ 1.274.000,00
4	\$ 1.377.958,40
6	\$ 1.490.399,81

Adicional a esto para analizar la viabilidad del proyecto se debe contar con un presupuesto fijo entre 1'300.000,0 y 1'600,000 destinados a comprar repuestos anualmente, proyectado a los años del ciclo de vida del proyecto suponiendo una inflación moderada del 4%. Hay que tener en cuenta que en el primer año no hay que tener en cuenta dicho valor porque ya está incluido la compra de los repuestos de ese año en la inversión total.

**Tabla 51. Costos fijos en compra de repuestos.**

Año	Valor
1	\$ 1.600.000
2	\$ 1.664.000
3	\$ 1.730.560
4	\$ 1.799.782
5	\$ 1.871.774
6	\$ 1.946.645

**8.1.2. Flujo de caja de inversión del proyecto.** Los flujos de caja facilitan información acerca de la capacidad de la empresa para pagar sus deudas. Por ello, resulta una información indispensable para conocer el estado de la empresa. Es una buena herramienta para medir el nivel de liquidez de una empresa.

El flujo de caja del proyecto se estimó tomando el costo a intervenir como el posible ingreso que se puede generar con la implementación del proyecto, ya que lo planteado es reducir costos existentes, sin contemplar un aumento en las utilidades que se vienen generando, a este valor se le restan los egresos del proyecto, teniendo el flujo de caja se sabrá la tasa interna de retorno máxima que podrá generar el proyecto, los posibles ingresos por la implementación del proyecto son \$ 23.639.600 (costo mantenimiento antes de la implementación del proyecto), para el estudio de este proyecto se utilizó una inflación esperada del 4%.

- Flujo Ingresos del proyecto = Costo de mantenimiento intervenido
- Flujo Egresos del proyecto = Compra de repuestos + Costos fijos de sostenimiento
- Flujo de caja de inversión = Ingresos del proyecto – Egresos del proyecto

Si el flujo de caja se proyecta a futuro se tiene en cuenta la inflación y el interés de la deuda, si se proyecta a presente se utiliza la fórmula del VPN (Valor presente Neto) para saber el valor actual a presente. Es importante calcular el flujo de caja del proyecto ya que es indispensable utilizar herramientas de análisis como el VAN y TIR.

**Tabla 52. Flujo de caja durante el tiempo de vida del proyecto.**

AÑO	Flujo de ingresos del proyecto	Flujo de egresos del proyecto	Flujo de caja de inversión
0	\$ -	\$ -	\$ -
1	\$23.639.600,0	\$ 2.235.000,0	\$21.404.600,0
2	\$24.585.184,0	\$ 9.656.192,0	\$14.928.992,0
3	\$25.568.591,4	\$ 8.717.479,7	\$16.851.111,7
4	\$26.591.335,0	\$ 10.444.136,9	\$16.147.198,1
5	\$27.654.988,4	\$ 9.428.826,3	\$18.226.162,1
6	\$28.761.188,0	\$ 11.296.379,2	\$17.464.808,7

## **8.2 FINANCIACIÓN DEL PROYECTO**

El método óptimo de financiación para el proyecto fue buscar que los socios asumieran la inversión, debido a que la empresa manejaría un interés más alto en una entidad bancaria al acordado con los socios, para calcular el valor a cancelar anualmente de pago de deuda con los socios, se hizo una tabla de amortización. La tasa de interés acordada fue del 11.6% y se estableció que lo mejor era cancelar la deuda lo más pronto posible teniendo en cuenta el ciclo de vida del proyecto y el flujo de caja de inversión del proyecto, con el propósito de no afectar las utilidades de la empresa. A continuación, tabla que explica las obligaciones financieras del proyecto.

**Tabla 53. Amortización de la deuda.**

DEUDA SOCIO		Tasa de Interés	EA	11.6%
MONTO	\$42.061.600,00	Numero de Anualidades		3
CUOTA	VALOR CUOTA	INTERÉS	ABONO CAPITAL	SALDO
0				\$42.061.600,00
1	\$21.000.000,00	\$ 4.879.145,60	\$16.120.854,40	\$25.940.745,60
2	\$14.350.000,00	\$ 3.009.126,49	\$11.340.873,51	\$14.599.872,09
3	\$16.293.457,25	\$ 1.693.585,16	\$14.599.872,09	\$0,00

**8.2.1. Tiempo de recuperación del proyecto.** El tiempo de recuperación del proyecto es importante cuando se realiza un análisis financiero, ya que mide en cuanto tiempo se recuperará el total de la inversión en valor presente o valor futuro, es decir que nos muestra la fecha en la cual se cubre el total del valor inicial de la inversión en años, meses y días. El tiempo de recuperación es viable cuando los flujos de caja de proyecto cubren el costo de la inversión en un plazo favorable en base al ciclo de vida del mismo.

El tiempo de recuperación del proyecto se fijó a 3 años, ya que este es el tiempo en el cual el flujo de caja de inversión por implementar el proyecto cubre la totalidad de la deuda, los años siguientes del ciclo de vida del proyecto será un beneficio importante para empresa ya que aumentaran las utilidades debido a la reducción de costos de mantenimiento. Para calcular el tiempo de recuperación se hizo una proyección de todos los periodos del ciclo de vida del proyecto, teniendo en cuenta los factores como una inflación esperada del 4% y el flujo de caja de cada periodo.

**Tabla 54. Proyección en el tiempo de vida del proyecto.**

Tiempo de recuperación				
AÑO	Flujo de caja de inversión	Pago Anualidades cubrimiento de la Deuda	Deuda Actual	Ingresos del proyecto de inversión
0	\$ -		\$ 42.061.600,00	
1	\$ 21.404.600,00	\$ 21.000.000,00	\$ 25.940.745,60	\$ 404.600,00
2	\$ 14.928.992,00	\$ 14.350.000,00	\$ 14.599.872,09	\$ 578.992,00
3	\$ 16.851.111,68	\$ 16.293.457,25	\$ -	\$ 557.654,43
4	\$ 16.147.198,15		\$ -	\$ 16.147.198,15
5	\$ 18.226.162,09		\$ -	\$ 18.226.162,09
6	\$ 17.464.808,73		\$ -	\$ 17.464.808,73

**8.2.1.1 Calculo del VAN:** El VAN (Valor Actual Neto) es un criterio de inversión que pasa por actualizar los cobros y pagos de un proyecto para conocer si esa inversión resulta rentable o no. El VAN da la posibilidad de analizar mejor la rentabilidad del proyecto, Generalmente, el VAN se utiliza para estimar si la inversión traerá beneficios económicos a largo plazo, es decir con este se puede saber si es posible recuperar la inversión y adicional a esto obtener una rentabilidad por incurrir en el riesgo de inversión. Si bien se usa más a menudo en el mundo de las finanzas corporativas, también puedes usarlo para planificar inversiones de la vida cotidiana. Normalmente el VAN se calcula como la suma de los VPN (Valor Presente Neto) de cada periodo, menos la inversión inicial.

Para calcular el VAN primero se debe definir la inversión inicial del proyecto y el tiempo o periodo a evaluar ósea el ciclo de vida del proyecto, después calcular los flujos de caja de cada periodo y hallar la tasa de descuento.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \left( \frac{\text{Flujo de caja}}{(1 + I)^n} \right)$$

$I_0 =$  Inversión inicial

$I =$  Tasa de descuento

$n =$  Numero de periodos

VAN superior a 0: el proyecto de inversión permite conseguir ganancias y beneficios.

VAN inferior a 0: debe rechazarse la inversión al provocar pérdidas.

VAN igual a 0: el proyecto de inversión no genera ni pérdidas ni beneficios, por lo que su ejecución provoca indiferencia.

**8.2.1.2 Calculo de Tasa impositiva o de descuento:** Para calcular la tasa impositiva se tienen en cuenta la tasa de interés de la deuda y la inflación, ya que se debe hablar una tasa de interés real unificando las dos tasas, porque la tasa de interés que rige los intereses de la deuda para realizar la inversión es afectada por devaluación que produce la inflación.

$$I_R = \frac{1 + I_{ef}}{1 + F} - 1$$

$I_R =$  tasa de interes real impositiva

$I_{ef} =$  tasa de interes efectiva anual de la Deuda

$F =$  tasa de inflacion

$$I_R = \frac{0,116 + 1}{1 + 0,04} - 1 = 0,073 = 7,3\%$$

Una vez hallado el valor de la tasa de descuento se calcula el VAN

$$\begin{aligned} VAN = & -\$ 42.061.600,00 + \frac{\$21.404.600,00}{(1 + 0,073)^1} + \frac{\$14.928.992,00}{(1 + 0,073)^2} + \frac{\$16.851.111,68}{(1 + 0,073)^3} \\ & + \frac{\$16.147.198,15}{(1 + 0,073)^4} + \frac{\$18.226.162,09}{(1 + 0,073)^5} + \frac{\$17.464.808,73}{(1 + 0,073)^6} \\ & \mathbf{VAN = \$40.933.444,04} \end{aligned}$$

**Tabla 55. Calculo VAN.**

Tasa de descuento		7,30%
AÑO	Flujo de caja de inversión	VPN
0	-\$42.061.600,00	-\$42.061.600,00
1	\$21.404.600,00	\$19.948.369,06
2	\$14.928.992,00	\$12.966.747,12
3	\$16.851.111,68	\$13.640.471,77
4	\$16.147.198,15	\$12.181.430,36
5	\$18.226.162,09	\$12.814.351,08
6	\$17.464.808,73	\$11.443.674,64
VAN		\$40.933.444,04

**8.2.1.2 Calculo TIR:** La Tasa Interna de Retorno es la tasa de rentabilidad que ofrece la inversión, a mayor % de TIR mayor rentabilidad. Es importante aclarar que en muchos casos las decisiones que se toman basándose en el Valor Presente Neto no son congruentes con las que se toman basándose en la Tasa Interna de Retorno, ya que los flujos de dinero son irregulares, y resulta necesario garantizar mediante diferentes mecanismos que el Valor Presente Neto es correcto, para así corroborarlo a través de la Tasa Interna de Retorno.

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \left( \frac{\text{Flujo de caja}}{(1 + TIR)^n} \right)$$

$I_0 =$  Inversión inicial

$TIR =$  Tasa interna de retorno

$n =$  Numero de periodos

Siendo “I” la tasa de descuento de flujos para el cálculo del VAN, los criterios de selección serán los siguientes:

Si la  $TIR > I$ , se acepta el proyecto de inversión. Porque la tasa de rendimiento interno que obtendremos será superior a la tasa mínima de rentabilidad que exige la inversión.

Si la  $TIR = I$ , se presentaría una situación similar a la que se produce cuando el VAN es igual a cero. Aquí se podría llevar a cabo la inversión en caso de que se mejore la posición competitiva de la empresa y que no existan alternativas más favorables.

Si la  $TIR < I$ , se debe rechazar el proyecto, ya que no se está alcanzando la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión.

Calcular TIR:

$$0 = -\$42.061.600,00 + \frac{\$21.404.600,00}{(1 + TIR)^1} + \frac{\$14.928.992,00}{(1 + TIR)^2} + \frac{\$16.851.111,68}{(1 + TIR)^3} + \frac{\$16.147.198,15}{(1 + TIR)^4} + \frac{\$18.226.162,09}{(1 + TIR)^5} + \frac{\$17.464.808,73}{(1 + TIR)^6}$$

**$TIR = 35,8\%$**

### 8.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO FINANCIERO.

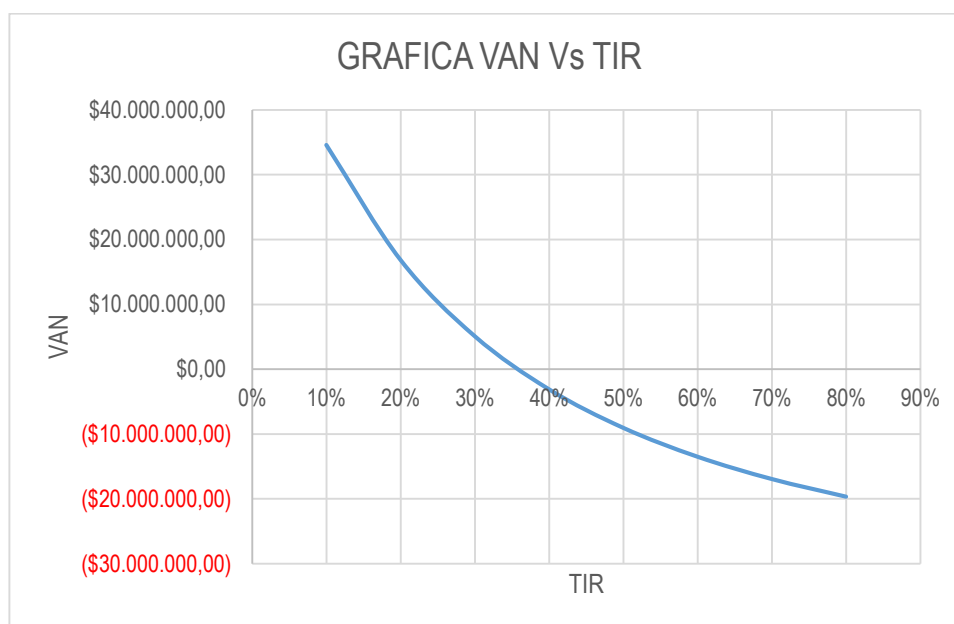
**Tabla 56. Resultados análisis financiero.**

Tiempo del proyecto	6 años	Inflación proyectada	4%
Inversión inicial	\$42.061.600,00	Interés deuda	11,60%
VAN	\$ 40.933.444,04	TIR	35,8%
AÑO	Flujo de ingresos del proyecto	Flujo final de egresos del proyecto	Ingresos del proyecto
0	\$ -	\$ -	\$ -

Tiempo del proyecto	6 años	Inflación proyectada	4%
1	\$23.639.600,0	\$ 23.235.000,0	\$ 404.600,0
2	\$24.585.184,0	\$ 24.006.192,0	\$ 578.992,0
3	\$25.568.591,4	\$ 25.010.936,9	\$ 557.654,4
4	\$26.591.335,0	\$ 10.444.136,9	\$ 16.147.198,1
5	\$27.654.988,4	\$ 9.428.826,3	\$ 18.226.162,1
6	\$28.761.188,0	\$ 11.296.379,2	\$ 17.464.808,7

Para entender mejor el comportamiento de la rentabilidad que ofrece el proyecto, tenemos la gráfica VAN vs TIR, donde observamos el punto donde la VAN se hace "0" será el porcentaje máximo de rentabilidad que el proyecto genera.

**Figura 52. Grafica VAN Vs TIR.**



El VAN > 0 indica que es factible realizar la inversión, ya que se puede recuperar el dinero de la inversión inicial y adicionalmente aumentar las utilidades debido al ahorro generado en los costos de mantenimiento.

La TIR arrojó un 35,8% es un porcentaje alto, superior a la tasa de descuento, esto indica que es favorable realizar la inversión y que la inversión inicial puede ser recuperada y adicionalmente obtener un 35,8 % de rentabilidad por incurrir en el riesgo de implementación.

Gracias a la rentabilidad que ofrece el proyecto se puede apreciar que después del periodo 3 la empresa empezara a aumentar sus utilidades gracias al ahorro generado con la reducción en los costos de mantenimiento.

El tiempo de recuperación es menor al ciclo de vida del proyecto, muy positivo ya que la recuperación de la inversión será rápida y aumentará la rentabilidad de la empresa en los años siguientes del proyecto.

El proyecto será sostenible en el tiempo no solo por la reducción en los costos de mantenimiento, también porque gracias a la adecuada gestión de un plan de mantenimiento preventivo se garantizará el buen desempeño de las actividades que allí se realizan, aumentando la productividad y reduciendo el tiempo inactivo, incrementando la capacidad de la planta de producción.

## 9. CONCLUSIONES

Se elaboró un plan de mantenimiento preventivo para la empresa POLINORT S.A.S, luego de realizar el estudio y análisis al estado del mantenimiento de la empresa, y se seleccionó un software para llevar el control de las actividades de mantenimiento propuestas para este proyecto.

Se realizó la auditoria para la efectividad del mantenimiento de Fernando Espinosa Fuentes la cual dictaminó el estado del mantenimiento actual de la empresa. Como resultado se encontraron falencias en la criticidad de los equipos, rutas de inspección, manejo de información y en la evaluación de los costos de mantenimiento, lo cual hace necesaria la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.

Al realizar la criticidad de repuestos se pudo establecer los repuestos necesarios para el stock de POLINORT S.A.S., los cuales se pueden ver en la tabla 22., además, junto con la ayuda del personal encargado del mantenimiento se establecieron las cantidades necesarias de cada repuesto.

Se realizó un análisis de Pareto, el cual arrojó como resultado los equipos que representan el mayor costo de mantenimiento y complementando, se efectuó una matriz de criticidad, arrojando 7 equipos críticos, los cuales fueron utilizados para el desarrollo del proyecto.

Se creó una codificación para los equipos de producción de POLINORT S.A.S. con la finalidad de mejorar la gestión del mantenimiento, además tener un mejor registro de estos. Según la norma ISO 14224 se realizó una codificación taxonómica significativa, la cual aporta información respecto a la ubicación, tipos de equipo y su respectivo número.

Se elaboró un plan maestro de mantenimiento preventivo para los equipos críticos, recopilando información de manuales de mantenimiento. Con esta información se crearon fichas de inspección, limpieza, lubricación y cambio de piezas, las cuales contienen las tareas de mantenimiento y frecuencias de intervención. También se elaboraron fichas técnicas para todos los equipos de producción, las cuales contienen información del proveedor, fabricante, fechas de adquisición y características de las máquinas.

Con la ayuda de las herramientas ofimáticas, se diseñó un aplicativo el cual facilita el acceso a la información de cada máquina: fichas de inspección, hojas de vida, cronograma, fichas de lubricación, fichas de limpieza y fichas de cambio. Esta herramienta sirvió como referencia para la selección del software adquirido.

Soportado por la matriz de calidad (QFD), se seleccionó el sistema de información SAIM® integrando el diseño del plan de mantenimiento elaborado, facilitando la gestión del mantenimiento de los equipos de producción de POLINORT S.A.S.

El proyecto tendría una excelente viabilidad, ya que, los indicadores financieros hallaron valores de TIR de 35.8% y un VAN de 40 millones de pesos colombianos en positivo, indicando así que es factible realizar la inversión para desarrollar el proyecto en un periodo de 6 años.

## BIBLIOGRAFÍA

BAYONA, Kelvin Andrés. Plan de mantenimiento preventivo para la empresa Plastibarranca S.A., y desarrollo de su sistema de información para la gestión del mantenimiento. Bucaramanga, Universidad industrial de Santander, 2017.

BOTERO, Camilo. Manual de Mantenimiento. Bogotá: Servicio Nacional de Aprendizaje, 1991.

ESPINOSA FUENTES, Fernando. Auditoria para la efectividad del mantenimiento.

ESTUPIÑAN, Félix y VILLAMIL, Joaquín. Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa americana de suelas. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2016.

PERTUS COMAS, Alberto. INTEGRIDAD Y CONFIABILIDAD OPERACIONAL DE EQUIPOS Taller de análisis de criticidad. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2015.

RODRÍGUEZ, Carlos y ACOSTA, Fabián. Plan de mantenimiento y gestión de activos centrado en mantenimiento preventivo para la clínica de urgencias Bucaramanga S.A.S. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2017.

RODRÍGUEZ, Jorge. Gestión del mantenimiento: introducción a la teoría del mantenimiento, 2008.

SENA. Elementos de máquinas: Lubricación maquinaria 12, SENA, 2013.

SERRANO, Lucas Felipe. Manual de mantenimiento SAIM, 1ra Ed. Bucaramanga, marzo de 2015.

## ANEXOS

### ANEXO A. Criterios para los parámetros de análisis de criticidad

CRITERIOS PARA LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD		
Para extrusora 1.		
MARQUE CON UNA (X) SEGÚN CORRESPONDA A CADA MAQUINA:		
1. FRECUENCIA DE FALLA (FF)	MAYOR DE 15 FALLAS POR AÑO	
	ENTRE 8 Y 14 FALLAS POR AÑO	
	ENTRE 3 Y 7 FALLAS POR AÑO	X
	MENOS DE 2 FALLAS POR AÑO	
2. IMPACTO OPERACIONAL (IO)	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN SUPERIORES A 75%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 50% Y 74%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 25% Y 49%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 1% Y 24%	x
3. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	NO SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA	
	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, PARA CUBRIR OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	x
	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, EN LÍNEA	
4. COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)	COSTOS DE MANTENIMIENTO SUPERIOR A 2'000.000 DE PESOS:	
	COSTOS DE MANTENIMIENTO ENTRE 1'000.000 – 2'000.000 DE PESOS	
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 500.000 - 1'000.000 DE PESOS:	
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 0 - 500.000 DE PESOS:	x
5. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE (SMA)	PUEDE OCASIONAR LA MUERTE	
	OCASIONA LESIONES INCAPACITANTES	x

CRITERIOS PARA LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD		
Para extrusora 1.		
MARQUE CON UNA (X) SEGÚN CORRESPONDA A CADA MAQUINA:		
	OCASIONA LESIONES O HERIDAS MODERADAS INCAPACITANTES	x
	NO ORIGINA LESIONES	

CRITERIOS PARA LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD		
Para extrusora 2.		
MARQUE CON UNA (X) SEGÚN CORRESPONDA A CADA MAQUINA:		
1. FRECUENCIA DE FALLA (FF)	MAYOR DE 15 FALLAS POR AÑO	
	ENTRE 8 Y 14 FALLAS POR AÑO	
	ENTRE 3 Y 7 FALLAS POR AÑO	x
	MENOS DE 2 FALLAS POR AÑO	
2. IMPACTO OPERACIONAL (IO)	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN SUPERIORES A 75%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 50% Y 74%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 25% Y 49%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 1% Y 24%	x
3. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	NO SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA	
	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, PARA CUBRIR OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	x
	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, EN LÍNEA	
4. COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)	COSTOS DE MANTENIMIENTO SUPERIOR A 2'000.000 DE PESOS:	
	COSTOS DE MANTENIMIENTO ENTRE 1'000.000 – 2'000.000 DE PESOS	
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 500.000 - 1'000.000 DE PESOS:	
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 0 - 500.000 DE PESOS:	x
5. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE (SMA)	PUEDEN OCASIONAR LA MUERTE	
	OCASIONA LESIONES INCAPACITANTES	x
	OCASIONA LESIONES O HERIDAS MODERADAS INCAPACITANTES	x
	NO ORIGINA LESIONES	

CRITERIOS PARA LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD		
Para extrusora 3.		
MARQUE CON UNA (X) SEGÚN CORRESPONDA A CADA MAQUINA:		
1. FRECUENCIA DE FALLA (FF)	MAYOR DE 15 FALLAS POR AÑO	
	ENTRE 8 Y 14 FALLAS POR AÑO	
	ENTRE 3 Y 7 FALLAS POR AÑO	x
	MENOS DE 2 FALLAS POR AÑO	
2. IMPACTO OPERACIONAL (IO)	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN SUPERIORES A 75%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 50% Y 74%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 25% Y 49%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 1% Y 24%	x
3. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	NO SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA	
	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, PARA CUBRIR OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	x
	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, EN LÍNEA	
4. COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)	COSTOS DE MANTENIMIENTO SUPERIOR A 2'000.000 DE PESOS:	
	COSTOS DE MANTENIMIENTO ENTRE 1'000.000 – 2'000.000 DE PESOS	
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 500.000 - 1'000.000 DE PESOS:	
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 0 - 500.000 DE PESOS:	x
5. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE (SMA)	PUEDA OCASIONAR LA MUERTE	
	OCASIONA LESIONES INCAPACITANTES	x
	OCASIONA LESIONES O HERIDAS MODERADAS INCAPACITANTES	x
	NO ORIGINA LESIONES	

CRITERIOS PARA LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD		
Para extrusora 4.		
MARQUE CON UNA (X) SEGÚN CORRESPONDA A CADA MAQUINA:		
1. FRECUENCIA DE FALLA (FF)	MAYOR DE 15 FALLAS POR AÑO	
	ENTRE 8 Y 14 FALLAS POR AÑO	x
	ENTRE 3 Y 7 FALLAS POR AÑO	
	MENOS DE 2 FALLAS POR AÑO	

CRITERIOS PARA LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD		
Para extrusora 4.		
<b>MARQUE CON UNA (X) SEGÚN CORRESPONDA A CADA MAQUINA:</b>		
2. IMPACTO OPERACIONAL (IO)	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN SUPERIORES A 75%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 50% Y 74%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 25% Y 49%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 1% Y 24%	x
3. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	NO SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA	
	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, PARA CUBRIR OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	x
	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, EN LINEA	
4. COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)	COSTOS DE MANTENIMIENTO SUPERIOR A 2'000.000 DE PESOS:	
	COSTOS DE MANTENIMIENTO ENTRE 1'000.000 – 2'000.000 DE PESOS	
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 500.000 - 1'000.000 DE PESOS:	x
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 0 - 500.000 DE PESOS:	
5. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE (SMA)	PUEDE OCASIONAR LA MUERTE	
	OCASIONA LESIONES INCAPACITANTES	x
	OCASIONA LESIONES O HERIDAS MODERADAS INCAPACITANTES	x
	NO ORIGINA LESIONES	

CRITERIOS PARA LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD		
Para extrusora 5.		
<b>MARQUE CON UNA (X) SEGÚN CORRESPONDA A CADA MAQUINA:</b>		
1. FRECUENCIA DE FALLA (FF)	MAYOR DE 15 FALLAS POR AÑO	
	ENTRE 8 Y 14 FALLAS POR AÑO	
	ENTRE 3 Y 7 FALLAS POR AÑO	
	MENOS DE 2 FALLAS POR AÑO	x
2. IMPACTO OPERACIONAL (IO)	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN SUPERIORES A 75%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 50% Y 74%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 25% Y 49%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 1% Y 24%	x
	NO SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA	x

CRITERIOS PARA LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD		
Para extrusora 5.		
<b>MARQUE CON UNA (X) SEGÚN CORRESPONDA A CADA MAQUINA:</b>		
3. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, PARA CUBRIR OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	
	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, EN LÍNEA	
4. COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)	COSTOS DE MANTENIMIENTO SUPERIOR A 2'000.000 DE PESOS:	
	COSTOS DE MANTENIMIENTO ENTRE 1'000.000 – 2'000.000 DE PESOS	
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 500.000 - 1'000.000 DE PESOS:	x
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 0 - 500.000 DE PESOS:	
5. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE (SMA)	PUEDE OCASIONAR LA MUERTE	
	OCASIONA LESIONES INCAPACITANTES	X
	OCASIONA LESIONES O HERIDAS MODERADAS INCAPACITANTES	x
	NO ORIGINA LESIONES	

CRITERIOS PARA LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD		
Para selladora 1.		
<b>MARQUE CON UNA (X) SEGÚN CORRESPONDA A CADA MAQUINA:</b>		
1. FRECUENCIA DE FALLA (FF)	MAYOR DE 15 FALLAS POR AÑO	x
	ENTRE 8 Y 14 FALLAS POR AÑO	
	ENTRE 3 Y 7 FALLAS POR AÑO	
	MENOS DE 2 FALLAS POR AÑO	
2. IMPACTO OPERACIONAL (IO)	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN SUPERIORES A 75%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 50% Y 74%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 25% Y 49%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 1% Y 24%	x
3. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	NO SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA	
	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, PARA CUBRIR OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	x
	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, EN LÍNEA	

CRITERIOS PARA LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD		
Para selladora 1.		
MARQUE CON UNA (X) SEGÚN CORRESPONDA A CADA MAQUINA:		
4. COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)	COSTOS DE MANTENIMIENTO SUPERIOR A 2'000.000 DE PESOS:	
	COSTOS DE MANTENIMIENTO ENTRE 1'000.000 – 2'000.000 DE PESOS	x
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 500.000 - 1'000.000 DE PESOS:	
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 0 - 500.000 DE PESOS:	
5. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE (SMA)	PUEDA OCASIONAR LA MUERTE	
	OCASIONA LESIONES INCAPACITANTES	x
	OCASIONA LESIONES O HERIDAS MODERADAS INCAPACITANTES	x
	NO ORIGINA LESIONES	

CRITERIOS PARA LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD		
Para selladora 2.		
MARQUE CON UNA (X) SEGÚN CORRESPONDA A CADA MAQUINA:		
1. FRECUENCIA DE FALLA (FF)	MAYOR DE 15 FALLAS POR AÑO	x
	ENTRE 8 Y 14 FALLAS POR AÑO	
	ENTRE 3 Y 7 FALLAS POR AÑO	
	MENOS DE 2 FALLAS POR AÑO	
2. IMPACTO OPERACIONAL (IO)	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN SUPERIORES A 75%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 50% Y 74%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 25% Y 49%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 1% Y 24%	x
3. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	NO SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA	
	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, PARA CUBRIR OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	x
	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, EN LÍNEA	
4. COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)	COSTOS DE MANTENIMIENTO SUPERIOR A 2'000.000 DE PESOS:	

CRITERIOS PARA LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD		
Para selladora 2.		
MARQUE CON UNA (X) SEGÚN CORRESPONDA A CADA MAQUINA:		
	COSTOS DE MANTENIMIENTO ENTRE 1'000.000 – 2'000.000 DE PESOS	x
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 500.000 - 1'000.000 DE PESOS:	
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 0 - 500.000 DE PESOS:	
5. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE (SMA)	PUEDE OCASIONAR LA MUERTE	
	OCASIONA LESIONES INCAPACITANTES	x
	OCASIONA LESIONES O HERIDAS MODERADAS INCAPACITANTES	x
	NO ORIGINA LESIONES	

CRITERIOS PARA LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD		
Para el compresor.		
MARQUE CON UNA (X) SEGÚN CORRESPONDA A CADA MAQUINA:		
1. FRECUENCIA DE FALLA (FF)	MAYOR DE 15 FALLAS POR AÑO	
	ENTRE 8 Y 14 FALLAS POR AÑO	
	ENTRE 3 Y 7 FALLAS POR AÑO	
	MENOS DE 2 FALLAS POR AÑO	x
2. IMPACTO OPERACIONAL (IO)	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN SUPERIORES A 75%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 50% Y 74%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 25% Y 49%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 1% Y 24%	x
3. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	NO SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA	
	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, PARA CUBRIR OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	x
	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, EN LÍNEA	
4. COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)	COSTOS DE MANTENIMIENTO SUPERIOR A 2'000.000 DE PESOS:	

CRITERIOS PARA LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD		
Para el compresor.		
<b>MARQUE CON UNA (X) SEGÚN CORRESPONDA A CADA MAQUINA:</b>		
	COSTOS DE MANTENIMIENTO ENTRE 1'000.000 – 2'000.000 DE PESOS	
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 500.000 - 1'000.000 DE PESOS:	x
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 0 - 500.000 DE PESOS:	
5. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE (SMA)	PUEDE OCASIONAR LA MUERTE	
	OCASIONA LESIONES INCAPACITANTES	
	OCASIONA LESIONES O HERIDAS MODERADAS INCAPACITANTES	
	NO ORIGINA LESIONES	x

CRITERIOS PARA LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD		
Para mezcladora.		
<b>MARQUE CON UNA (X) SEGÚN CORRESPONDA A CADA MAQUINA:</b>		
1. FRECUENCIA DE FALLA (FF)	MAYOR DE 15 FALLAS POR AÑO	
	ENTRE 8 Y 14 FALLAS POR AÑO	
	ENTRE 3 Y 7 FALLAS POR AÑO	
	MENOS DE 2 FALLAS POR AÑO	x
2. IMPACTO OPERACIONAL (IO)	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN SUPERIORES A 75%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 50% Y 74%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 25% Y 49%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 1% Y 24%	x
3. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	NO SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA	x
	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, PARA CUBRIR OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	
	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, EN LINEA	
4. COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)	COSTOS DE MANTENIMIENTO SUPERIOR A 2'000.000 DE PESOS:	

CRITERIOS PARA LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD Para mezcladora.		
MARQUE CON UNA (X) SEGÚN CORRESPONDA A CADA MAQUINA:		
	COSTOS DE MANTENIMIENTO ENTRE 1'000.000 – 2'000.000 DE PESOS	
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 500.000 - 1'000.000 DE PESOS:	
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 0 - 500.000 DE PESOS:	x
5. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE (SMA)	PUEDE OCASIONAR LA MUERTE	
	OCASIONA LESIONES INCAPACITANTES	
	OCASIONA LESIONES O HERIDAS MODERADAS INCAPACITANTES	x
	NO ORIGINA LESIONES	

CRITERIOS PARA LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD Para amarre de bolsas (amarradora).		
MARQUE CON UNA (X) SEGÚN CORRESPONDA A CADA MAQUINA:		
1. FRECUENCIA DE FALLA (FF)	MAYOR DE 15 FALLAS POR AÑO	
	ENTRE 8 Y 14 FALLAS POR AÑO	
	ENTRE 3 Y 7 FALLAS POR AÑO	
	MENOS DE 2 FALLAS POR AÑO	x
2. IMPACTO OPERACIONAL (IO)	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN SUPERIORES A 75%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 50% Y 74%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 25% Y 49%	
	PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 1% Y 24%	x
3. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	NO SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA	
	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, PARA CUBRIR OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	x
	SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, EN LÍNEA	
	COSTOS DE MANTENIMIENTO SUPERIOR A 2'000.000 DE PESOS:	

CRITERIOS PARA LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD Para amarre de bolsas (amarradora).		
MARQUE CON UNA (X) SEGÚN CORRESPONDA A CADA MAQUINA:		
4. COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)	COSTOS DE MANTENIMIENTO ENTRE 1'000.000 – 2'000.000 DE PESOS	
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 500.000 - 1'000.000 DE PESOS:	
	COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 0 - 500.000 DE PESOS:	x
5. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE (SMA)	PUEDA OCASIONAR LA MUERTE	
	OCASIONA LESIONES INCAPACITANTES	
	OCASIONA LESIONES O HERIDAS MODERADAS INCAPACITANTES	x
	NO ORIGINA LESIONES	

1. FRECUENCIA DE FALLA (FF)	PUNTAJE
MAYOR DE 15 FALLAS POR AÑO	4
ENTRE 8 Y 14 FALLAS POR AÑO	3
ENTRE 3 Y 7 FALLAS POR AÑO	2
MENOS DE 2 FALLAS POR AÑO	1

2. IMPACTO OPERACIONAL (IO)	PUNTAJE
PERDIDAS DE PRODUCCIÓN SUPERIORES A 75%	10
PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 50% Y 74%	7
PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 25% Y 49%	4
PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ENTRE 1% Y 24%	1

3. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	PUNTAJE
NO SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA	4
SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, PARA CUBRIR OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	2
SE CUENTA CON UNIDADES DE RESERVA, EN LÍNEA	1

<b>4. COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)</b>	<b>PUNTAJE</b>
<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO SUPERIOR A 2'000.000 DE PESOS:</b>	8
<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO ENTRE 1'000.000 – 2'000.000 DE PESOS</b>	6
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 500.000 – 1'000.000 DE PESOS:</b>	4
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO ENTRE 0 – 500.000 DE PESOS:</b>	2

<b>5. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE (SMA)</b>	<b>PUNTAJE</b>
<b>PUEDE OCASIONAR LA MUERTE</b>	8
<b>OCASIONA LESIONES INCAPACITANTES</b>	6
<b>OCASIONA LESIONES O HERIDAS MODERADAS INCAPACITANTES</b>	3
<b>NO ORIGINA LESIONES</b>	1

### ANEXO B. Cronograma

EQUIPO	MARCA	CÓDIGO TAXONÓMICO	PERIODO	CRONOGRAMA															
				ENERO															
				1				2				3				4			
				F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C
EXTRUSORA 1	KWEEN-B	AFP-EXT-01	DIARIO	█	█		█	█	█		█	█	█		█	█	█		█
			SEMANAL						█								█		
			MENSUAL														█		
			TRIMESTRAL															█	
			SEMESTRAL																
EXTRUSORA 2	KWEEN-B	AFP-EXT-02	DIARIO	█	█		█	█	█		█	█	█		█	█	█		█
			SEMANAL						█								█		
			MENSUAL														█		
			TRIMESTRAL															█	
			SEMESTRAL																
EXTRUSORA 3	KWEEN-B	AFP-EXT-03	DIARIO	█	█		█	█	█		█	█	█		█	█	█		█
			SEMANAL						█								█		
			MENSUAL														█		
			TRIMESTRAL															█	
			SEMESTRAL																
EXTRUSORA 4	KWEEN-B	AFP-EXT-04	DIARIO	█	█		█	█	█		█	█	█		█	█	█		█
			SEMANAL						█								█		
			MENSUAL														█		
			TRIMESTRAL															█	
			SEMESTRAL																

FEBRERO														MARZO																									
5				6				7				8				9				10				11				12											
F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C								
Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red				
					Green								Green								Green								Green								Green		
														Brown																				Brown	Red				
Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red
					Green								Green								Green								Green								Green		
														Brown																				Brown	Red				
Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red
					Green								Green								Green								Green								Green		
														Brown																				Brown	Red				

ABRIL														MAYO																									
13				14				15				16				17				18				19				20											
F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C								
■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■				
■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■				
■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■				

JUNIO																JULIO																			
21				22				23				24				25			26			27			28										
F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C				
Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red
				Green								Green								Green								Green							
												Green			Red																	Green			Red
												Green			Red																	Green			Red
Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red
				Green								Green								Green								Green							
												Green			Red																	Green			Red
												Green			Red																	Green			Red
Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red	Blue	Green		Red
				Green								Green								Green								Green							
												Green			Red																	Green			Red
												Green			Red																	Green			Red

AGOSTO																SEPTIEMBRE																			
29				30				31				32				33			34			35			36										
F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C	F.I	F.L	F.LU	F.C				
■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■
					■								■								■								■						
													■	■															■				■	■	■
■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■
					■								■								■								■						
													■	■															■				■	■	■
■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■
					■								■								■								■						
													■	■															■				■	■	■



### ANEXO C. Manual de servicio de la extrusora.

PROBLEMA	CAUSA
	Temperatura de extrusión muy baja o muy alta.
	Pequeñas manchas en la película.
	Bajo proporción en el soplado (en la sopladora)
	La orientación molecular no es igual.
	Excesiva presión o temperatura, o ambos, en los rodillos de presión.
POCA CLARIDAD	Temperatura de extrusión muy baja.
	Enfriamiento inadecuado.
	Bajo proporción en el soplado (en la sopladora)
	Plástico inadecuado.
VARIACIONES DE ANCHO	La temperatura en el dado no es uniforme.
	El flujo no es uniforme en el dado (probablemente debido
	El enfriamiento no es uniforme a través de la película.
La estructura de la película es defectuosa como "compota"	La temperatura de extrusión es muy baja o muy alta.
	Poco mezclado
OTROS DEFECTOS DE PELÍCULA COMO GELES Y OJO DE PESCADO	Poco mezclado
	Descamación causada por el tornillo o barril sucio.
	Purga insuficiente después del cambio de resinas.
	Resina contaminada debido a la falta de limpieza in la tienda, mezcla de resina con mucha chatarra, falla en el arranque o el apagado.
	Plástico colgando.
RAYAS EN LA PELÍCULA	Poco mezclado.
	Plástico o material extraño adherido en el dado.
	Impurezas en el dado.
	Arañazos en el acabado.
ARRUGAS EN EL RODILLO DE ENROLLAMIENTO	Variaciones del calibre causado por el dado o enfriamiento defectuoso.
	Enfriamiento inadecuado o desigual.
	Burbujeo no uniforme (en la sopladora).
	Los rodillos guía se quedan pegados (en la sopladora).

PROBLEMA	CAUSA
	Corrientes de aire en la fábrica que causan vibraciones en las burbujas de la película.
	Tensión muy alta o muy baja en el arranque.
	Mala alineación del equipo con el dado en el arranque.
ENROLLAMIENTO DIFERENTE (APARTE DE LAS ARRUGAS)	El calibre no es uniforme
	El rollo de película debe estar razonablemente tensionado
	Excesivo aditivo de deslizamiento en la resina, produciendo el efecto telescopio (generalmente fuera de control del operador).
	Turbulencias de aire o calado alrededor de la burbuja (en la sopladora)
BLOQUE EXCESIVO (LAS CAPAS DE PELÍCULA EN EL ROLLO DE EMBOBINADO SE PEGAN ENTRE SÍ)	Enfriamiento inadecuado de la película (en la sopladora), resultando en la pérdida de aire de la burbuja en la película enrollada.
	Equipo de enrollamiento inadecuado.
	Fugas en la válvula de suministro de aire a la burbuja (en la sopladora), resultando en el incremento del calibre de la película en el rodillo enrollador.
	Enfriamiento inadecuado de la película (en la sopladora, suministrar agua al rodillo podría ayudar)
	La distancia entre el dado y los rodillos de presión es muy pequeña para permitir un enfriamiento de la película.
	La presión en el rodillo de presión es muy alta.
	Tensión en el rodillo de enrollamiento es muy alta.
	Acumulación de electricidad estática (especialmente cuando se hace una película de calibre pequeño); solución: instalar un eliminador de estática.
	Temperatura de la fábrica muy baja, resultando en que la película caliente se contraiga en el rodillo de embobinado.
No hay suficiente aditivo antibloqueo en la resina	

PROBLEMA	CAUSA	SOLUCIÓN
VARIACIONES DE ESPESOR A LO LARGO DE LA	Mala calidad de fundición	Revisar el desgaste del tornillo
		Revisar la temperatura establecida
		Revisar los calentadores
		Revisar el desgaste del tornillo

<b>PROBLEMA</b>	<b>CAUSA</b>	<b>SOLUCIÓN</b>
CIRCUNFERENCIA DE EXTRUSIÓN	Fluctuación o inconsistencia en la alimentación	Revisar el material en la tolva
		Revisar el porcentaje de rechazo
	Dado sucio	Limpiar el dado (revisar obstrucciones en los labios del dado)
	Mal ajuste de los pernos	Reajustar
	Desalineamiento entre el dado y el anillo de aire	centrar el dado a los rodillos de presión
		Centrar el anillo de presión al dado
	Dado agujereado	Revisar sellos
	La temperatura fluctúa en los labios del dado	Revisar calentadores
		Revisar temperatura establecida
Poco flujo de aire en el anillo de distribución de aire	Revisar y limpiar el anillo de aire	
Líneas, manchas y rayas extrañas	Arañazos en los labios del dado	Reparar o reemplazar los labios del dado
	Flujo de fusión contaminado	Comprobar compuesto
		Cambio de filtros
	Flujo de fusión muy caliente	Reducir la temperatura establecida
	Líneas de soldadura	Incrementar la temperatura de fusión
Utilizar el dado de mandril espiral		
Fractura de fusión	Temperatura de fusión muy baja	Incrementar la temperatura de los labios del dado
	Fricción en los labios del dado	Reparar el revestimiento de los labios del dado
		Modificar la formulación
	Espacio en el dado demasiado estrecho	Incrementar el espacio en el dado
Línea de enfriamiento irregular	Mala calidad de fundición	Comprobar el desgaste del tornillo
		Revisar la temperatura establecida


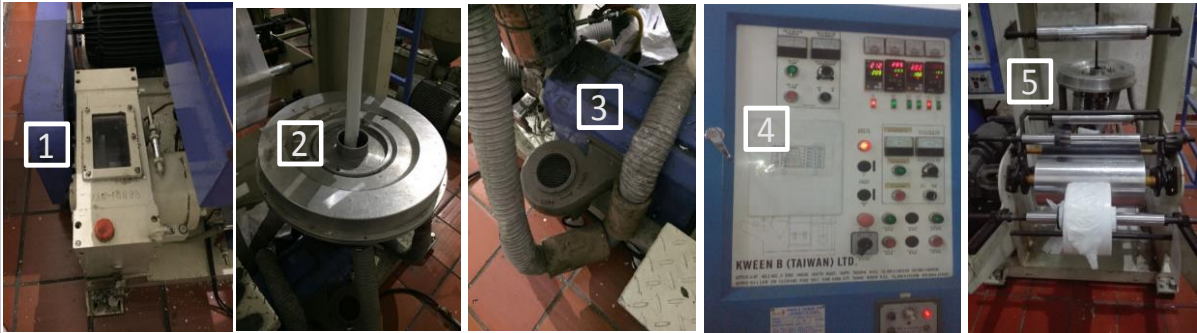
PROBLEMA	CAUSA	SOLUCIÓN
		Revisar los calentadores
	Velocidad en el anillo de aire alta	Reducir la velocidad
	Flujo de aire insuficiente	Incrementar el flujo
	Temperatura de fusión alta	Reducir la temperatura establecida
Arrugas	Dado/rodillos de presión desalineados	Alinear el dado con los rodillos de presión
	Refrigeración y embobinado no uniformes	Revisar embobinador

PROBLEMA	CAUSA	SOLUCIÓN
BORDES ANCHOS BLOQUEO	Angulo de enrollado fuera de ajuste	Ajustar ángulo
	Tensión excesiva	Ajustar tensión
RODILLO ABOLLADO	Tensión excesiva	Ajustar tensión
	Eje de bobinado defectuoso	Reemplazar el eje
COLAPSO DEL NÚCLEO	Película muy apretada	Reducir la tensión
	Presión excesiva en el rodillo	Revisar el porcentaje de rechazo
BANDA SUELTA	Tensión insuficiente	Incrementar tensión
	Rodillos fuera de alineación	Alinear rodillos
TENSIÓN FLUCTUANTE O INCONTROLABLE	Unidad defectuosa	Reemplazar unidad
	Rodamiento pegado	Comprobar la resistencia del giro del rodillo
	Mal funcionamiento del potenciómetro del bailarín	Comprobar la olla y el cableado
	Humedad en los componentes neumáticos del bailarín	Revisar y reemplazar lo que sea necesario
Filtrar la planta de aire		
FINAL DEL RODILLO BORROSO	Cuchillas desgastadas	Reemplazar cuchillas
		Revisar la temperatura establecida
		Revisar el ajuste de las cuchillas


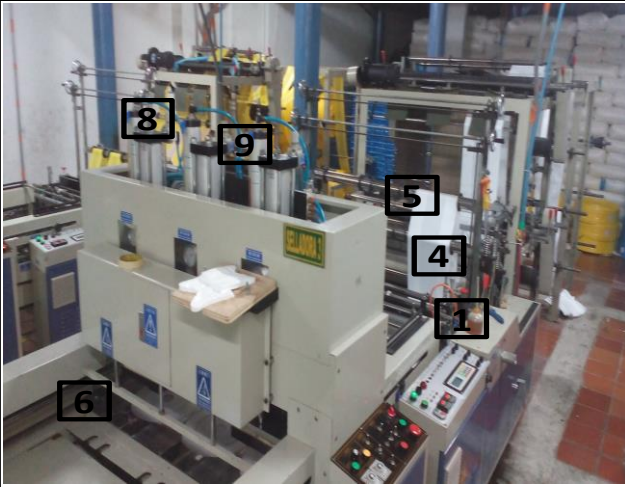
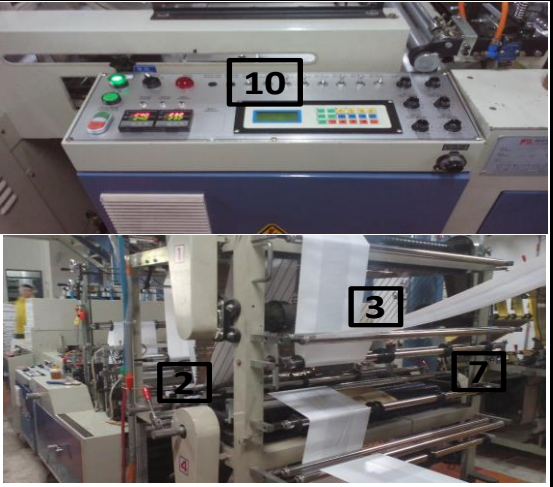
<b>PROBLEMA</b>	<b>CAUSA</b>	<b>SOLUCIÓN</b>
	Cuchillas no paralelas o perpendiculares a la banda	
RODILLO DURO	Tensión excesiva en el devanador	Aumentar o disminuir el filo
PELÍCULA RAYADA	Rollos dañados	Reemplazar rollos
	Los rodillos no giran	Comprobar la resistencia de los rodillos y los rodamientos
		Revisar la velocidad de los rodillos
		Revisar el balanceo de los rodillos
La fundición es muy caliente	Reducir la temperatura establecida	
RODILLO BLANDO	Tensión insuficiente	Incrementar y/o disminuir afilado
EFECTO TELESCOPIO	Tensión muy baja	Aumentar la tensión
	Fuerza del rodillo de colocación es demasiado baja	Incrementar fuerza
	Rollos desalineados	Revisar todos los en la torreta y áreas de devanado
	Conicidad incorrecta	Ajustar la conocida
	Tensión incorrecta en la unidad de presión	Ajustar la tensión
TENSIÓN DIFERENCIAL A TRAVÉS DE LA BANDA	Rodillo curvo sobre ajustado	Ajustar
ANCHO DE LA PELÍCULA IRREGULAR	La tensión varia o es muy alta	Revisar tensión y filo
ARRUGAS	Rodillos desalineados	Alinear rodillos
	Película demasiado alta (después del tratamiento)	Instalar rollo de enfriamiento en la devanadora
	Sobreajuste en el rodillo curvo	Ajustar
	Tensión de la banda muy baja	Incrementar tensión

## ANEXO D. Fichas del plan de mantenimiento

# FICHA DE INSPECCIÓN EXTRUSORA


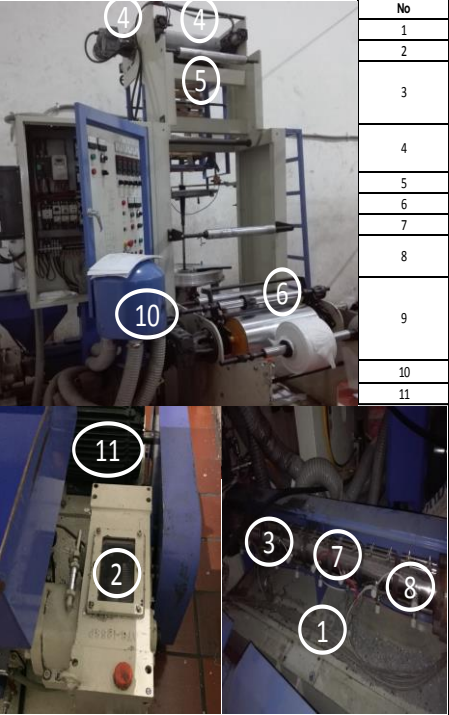
	<b>FICHA DE INSPECCION A</b> <b>Equipo: Extrusora</b> <b>Cód. máquina:</b>					
<b>POKA YOKE</b>	Aprobado por:	Fecha de emisión:				
	Preparado por:	Fecha de revisión:				
	Página 1 de 1		Versión: 1			
						
<b>SDT No.</b> _____			Fecha de inspección realizada: _____			
Parte de la máquina	No	Item de inspección	Procedimiento durante la inspección	Criterio	ESTADO	Observaciones
Motoreductor	1	Estado y funcionamiento	Inspección visual y auditiva	*Lubricación en los engranajes *Ruido en los engranajes		
Corona y Conductos	2	Mangueras	Inspección visual y manual	*Observar que las mangueras de alimentación del aire esten perfectamente ajustadas. *Detallar si las mangueras presentan deterioro o fugas a lo largo del cuerpo.		
sistema de ventilación del tornillo	3	Estado y funcionamiento	Inspección visual y auditiva	*Funcionamiento adecuado de los ventiladores		
Panel de control	4	Estado y funcionamiento	Inspección visual	Verificar que los controles de temperatura funcionen adecuadamente		
Rodillos y rodamientos	5	Estado y funcionamiento	Inspección visual y auditiva	LUB		

# FICHA DE INSPECCIÓN SELLADORA

		<b>FICHA DE INSPECCION</b> <b>Equipo: Selladora</b>				<b>Cód. máquina:</b>	
<b>POKA YOKE</b>	Aprobado por:		Fecha de emisión:				
	Preparado por:		Fecha de revisión:				
				Página 1 de 1	Versión: 1		
							
SDT No. _____				Fecha de inspección realizada: _____			
Parte de la máquina	No	Item de inspección	Procedimiento durante la inspección	Criterio	ESTADO		Observaciones
Puntos de fricción	1	Estado	* Inspección visual	* Las piezas de contacto están lubricadas. * Las Pieza de sacrificio está en buenas condiciones.			
Motores	2	Estado	* Inspección visual, auditiva y manual	* Las correas se encuentran tensionadas . * Detectar ruidos anormales. * Revisar estado del cableado y contactores.			
Sensores	3	Funcionamiento	* Inspección visual	* El sensor prende y apaga cuando la persiana sube y baja. * La película avanza cuando el sensor prende.			
Sist. Corte	4	Estado y funcionamiento	* Inspección visual	* La cuchilla se encuentra en buen estado y no presenta señales de deterioro en el filo. * El corto en la película de plástico es limpio.			

Sist. Sellado	5	Funcionamiento	* Inspección visual	* La película presenta un sellado adecuado a través de ella. * La película presenta un sellado adecuado sin ningún signo de quemadura.			
Banda transportadora	6	Estado	* Inspección visual y manual	* La correa se encuentra tensionada. * Los piñones se encuentran lubricados.			
Rodillos y rodamientos	7	Estado	* Inspección visual y funcionamiento del rodamiento	* Observar el comportamiento mecánico de trabajo del rodamiento. * Detallar lubricación del rodamiento. * Estado físico del rodamiento			
Sistema neumático	8	Conexión de racores	Inspección visual y manual	* Racores ajustados correctamente en el actuador.			
	9	Filtros		* Revisión el estado de la carcasa			
	9	Mangueras		* Observar que las mangueras de alimentación del aire comprimido estén perfectamente ajustadas a los racores. * Detallar si las mangueras presentan deterioro o fugas a lo largo del cuerpo.			
Tablero de electrónico	10	Fusibles e interruptor	Inspección visual	Revisar el estado de los fusibles e interruptores			


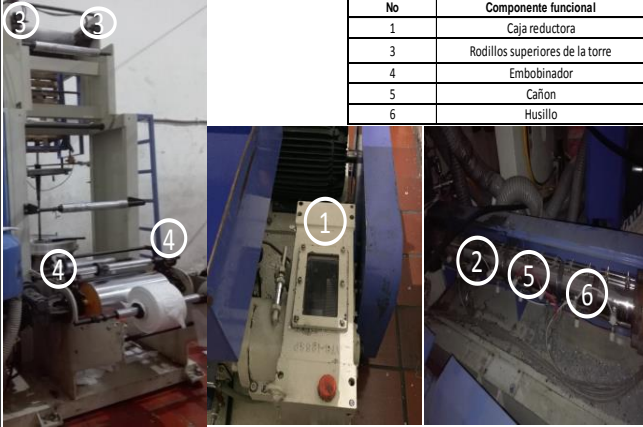
# FICHA DE LIMPIEZA EXTRUSORA

		<b>FICHA DE LIMPIEZA</b> <span style="float: right;">A</span> <b>Equipo: Extrusora</b> <span style="float: right;"><b>Cód. máquina:</b></span>					
Aprobado por:				Fecha de emisión:			
Preparado por:				Fecha de revisión:			
		Página 1 de 1		Versión: 1			
<b>FICHA No.</b>							
	<b>No</b>	<b>Componente funcional</b>	<b>Actividad</b>	<b>Diario</b>	<b>Quincenal</b>	<b>Mensual</b>	<b>Trimestral</b>
	1	Ventiladores tornillo	Limpieza				
	2	Caja reductora	Limpieza externa				
	3	Dado	Limpieza interna Pulirlo con pasta Limpieza externa				
	4	Actuador Rodillos superiores de la torre	Limpieza externa Limpieza				
	5	Persiana	Limpieza				
	6	Embobinador	Limpieza				
	7	Cañon	Limpieza				
	8	Husillo	Limpieza Pulirlo con pasta Limpieza de filtros				
	9	Ventiladores	Limpieza del motor Limpieza interna Limpieza externa				
	10	Mangueras y acoples	Limpieza externa				
11	Motor	Limpieza externa					
<b>OBSERVACIONES:</b>							

# FICHA DE LIMPIEZA SELLADORA

	<p align="center"><b>FICHA DE LIMPIEZA</b></p> <p align="center">Equipo: Selladora      Cód. máquina:</p>																																						
	Aprobado por:	Fecha de emisión:																																					
Preparado por:	Fecha de revisión:																																						
Página 1 de 1		Versión: 1																																					
																																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Componente funcional</th> <th>Actividad</th> <th>Frecuencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Bastidor</td> <td>Limpieza general</td> <td>Diaria</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Motores</td> <td>Limpieza externa</td> <td>Diaria</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Cuchillas</td> <td>Limpiar impurezas</td> <td>Diaria</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Resistencias</td> <td>Limpiar impurezas</td> <td>Diaria</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Banda transportadora</td> <td>Limpieza general</td> <td>Diaria</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Filtros</td> <td>Limpieza general</td> <td>Diaria</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Tablero electrónico</td> <td>Limpieza general</td> <td>Diaria</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Rodillos</td> <td>Limpieza General</td> <td>Diaria</td> </tr> </tbody> </table>			No	Componente funcional	Actividad	Frecuencia	1	Bastidor	Limpieza general	Diaria	2	Motores	Limpieza externa	Diaria	3	Cuchillas	Limpiar impurezas	Diaria	4	Resistencias	Limpiar impurezas	Diaria	5	Banda transportadora	Limpieza general	Diaria	6	Filtros	Limpieza general	Diaria	7	Tablero electrónico	Limpieza general	Diaria	8	Rodillos	Limpieza General	Diaria
No	Componente funcional	Actividad	Frecuencia																																				
1	Bastidor	Limpieza general	Diaria																																				
2	Motores	Limpieza externa	Diaria																																				
3	Cuchillas	Limpiar impurezas	Diaria																																				
4	Resistencias	Limpiar impurezas	Diaria																																				
5	Banda transportadora	Limpieza general	Diaria																																				
6	Filtros	Limpieza general	Diaria																																				
7	Tablero electrónico	Limpieza general	Diaria																																				
8	Rodillos	Limpieza General	Diaria																																				
OBSERVACIONES:																																							
<div style="border: 1px solid black; height: 80px;"></div>																																							

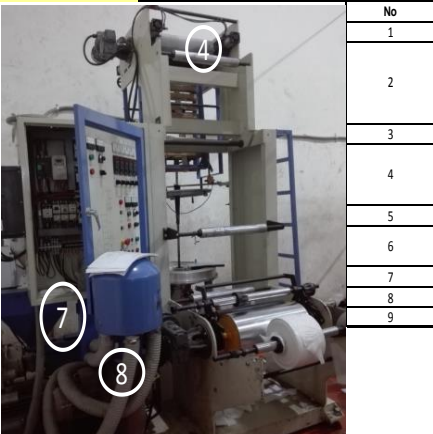

# FICHA DE LUBRICACIÓN EXTRUSORA

		<b>FICHA DE LUBRICACIÓN</b> <span style="float: right;">A</span> <b>Equipo: Extrusora</b> <span style="float: right;"><b>Cód. máquina:</b></span>						
Aprobado por:		Fecha de emisión:						
Preparado por:		Fecha de revisión:						
		Página 1 de 1	Versión: 1					
<b>FICHA No.</b>								
	<b>No</b>	<b>Componente funcional</b>	<b>Actividad</b>	<b>Diaria</b>	<b>Mensual</b>	<b>Trimestral</b>	<b>Semestral</b>	<b>Anual</b>
	1	Caja reductora	Cambio de valvulina				x	
	3	Rodillos superiores de la torre	Lubricación en rodamientos			x		
	4	Embobinador	Lubricación en rodamientos			x		
	5	Cañon	Lubricación en rodamientos			x		
	6	Husillo	Lubricación en rodamientos			x		
	<b>OBSERVACIONES:</b>							


# FICHA DE LUBRICACIÓN SELLADORA

		<b>FICHA DE LUBRICACIÓN</b>		
<b>Equipo:</b> Selladora		<b>Cód. máquina:</b>		
				
No	Componente funcional	Actividad	Frecuencia	Observaciones
1	Rodamientos	Lubricar rodamientos	Trimestral	
2	Bujes	Lubricar bujes	Semanal	
3	Chumaceras	Lubricar chumaceras	Trimestral	
4	Motor	Lubricar rodamientos motor	trimestral	
5	Cadena	Lubricar cadena	Semestral	

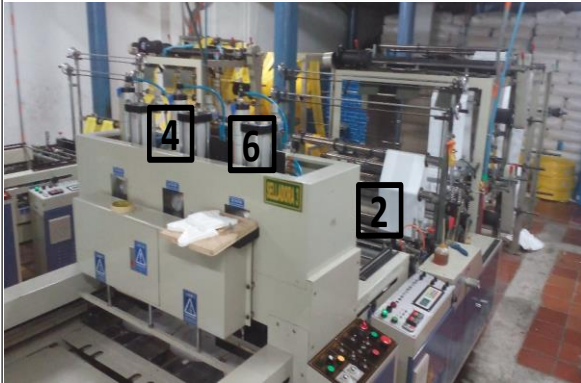
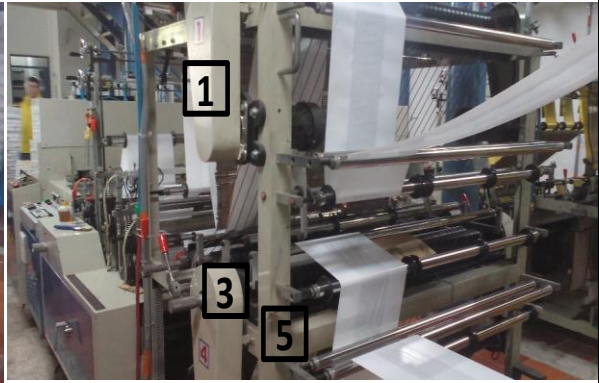
# FICHA DE CAMBIO EXTRUSORA

		<b>FICHA DE SERVICIO A</b>							
		<b>Equipo: Extrusora</b>			<b>Cód. máquina:</b>				
Aprobado por:							Fecha de emisión:		
Preparado por:							Fecha de revisión:		
		Página 1 de 1			Versión: 1				
<b>FICHA No.</b>									
	<b>No</b>	<b>Componente funcional</b>	<b>Actividad</b>	<b>Diario</b>	<b>Mensual</b>	<b>Trimestral</b>	<b>Semestral</b>	<b>Anual</b>	
	1	Poleas	Alineación			X			
	2	Cajareductora	Desarmar y revisar					X	
			Cambio de empaques y retenedores					X	
			Cambio de rodamientos					X	
	3	Dado	Reapretar los tornillos				X		
			Rectificado					X	
	4	Cilindros superiores de la torre	Reapretar castigadores de cojinetes, en las chumaceras				X		
			Rectificarlos					X	
	5	Cañon	Rectificado					X	
6	Husillo	Rectificado					X		
		Pulirlo con pasta				X			
7	Ventiladores	Cambio de filtro					X		
8	Tornillo	Cambio de malla		X					
9	Mangueras y acoples	Cambio de mangueras					X		
<b>OBSERVACIONES:</b>									
									

## FICHA DE CAMBIO SELLADORA

		<b>FICHA DE CAMBIO</b> <b>Equipo: Selladora</b> <span style="float: right;"><b>Cód. máquina:</b></span>			
		Aprobado por:		Fecha de emisión:	
		Preparado por:		Fecha de revisión:	
		Página 1 de 1		Versión: 1	
<b>FICHA No.</b>					
Sistema	No	Componente funcional	Actividad	Frecuencia	Observaciones
Mecánico	1	Transmisión correas	Cambio de correas	Trimestral	
	2	Cuchillas	Cambio de cuchillas de corte	Trimestral	
	3	Rodamientos	Cambio de rodamientos	Semestral	
Neumático	4	Filtros	Cambio de filtros	Semanal	
	5	Motor	Barniz al bobinado	Mensual	
Eléctrico	6	Cilindro piston	Cambio de sellos mecánicos	Semestral	

## ANEXO E. Certificado de práctica empresarial



NIT: 900.844.774-9

Cúcuta, 29 de enero del 2018

### CERTIFICADO DE PRÁCTICA EMPRESARIAL

Certificamos que:

Los señores **Oscar Alejandro Flórez Barajas**, identificado con cedula de ciudadanía **1.101.692.915** expedida en Socorro (S/der), estudiante de la ingeniería mecánica de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, y código estudiantil **2123237** y **Freddy Antonio Peña González** expedida en Bogotá D.C, identificado con cedula de ciudadanía **1.012.416.188**, estudiante de ingeniería mecánica de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, y código estudiantil **2123076**, han realizado su práctica empresarial con nosotros, realizando visitas en la empresa desde el 5 de Mayo de 2017 hasta Noviembre 27 de 2018.

Durante las visitas realizadas a nuestra empresa, junto con la colaboración de los operarios y el encargado de mantenimiento, los estudiantes recopilaron datos y realizaron encuestas, necesarias para el desarrollo de su proyecto de grado, el cual fue presentado como propuesta de plan de mantenimiento preventivo para la empresa **POLINORT S.A.S.**

Se expide este certificado a solicitud de los interesados para los fines que estimen convenientes.

Cordialmente,



**JUAN CARLOS CASADIEGOS PEÑA**  
C.C. 1.093.736.144  
Gerente  
POLINORT S.A.S

.....  
Dirección: Calle 7 N N° 5-52 Barrio Zona Industrial  
Celular: 313 895 6439  
Cúcuta, Norte de Santander