

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS SECCIONES DE  
MECANIZADO Y METALISTERÍA DE LA  
EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda.**

**SERGIO ANDRÉS SUAREZ DÍAZ  
EDWIN RONALD RODRIGUEZ RAMIREZ**

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

**2017**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS SECCIONES DE  
MECANIZADO Y METALISTERÍA DE LA  
EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda.**

**SERGIO ANDRÉS SUAREZ DÍAZ  
EDWIN RONALD RODRIGUEZ RAMIREZ**

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

**Director:  
Ph.D. Ingeniero Mecánico. CARLOS BORRAS PINILLA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA  
2017**

## *Agradecimientos*

*A los docentes de ingeniería mecánica por su dedicación y ardua labor de enseñanza.*

*Al docente Carlos Borrás Pinilla por el apoyo y orientación en el desarrollo del proyecto de grado.*

*A la empresa Penagos Hermanos & CIA LTDA por la oportunidad de desarrollar este proyecto, por creer en nosotros como ingenieros mecánicos y brindarnos la colaboración para el cumplimiento de los objetivos propuestos.*

*A mi madre Lúgía Ramírez, Orlando Remolina, y la familia Pinzón que con su amor, apoyo, incondicionalidad y ejemplo me han dado la fuerza necesaria para luchar cada día de mi vida y así lograr cada una de las metas que me he propuesto.*

*Edwín Rodríguez*

## Agradecimientos

A Dios por haberme brindado la oportunidad de regresar a una universidad después de varias dificultades antes de este reingreso y a la vez demostrarme el valor de esta dicha oportunidad en la cual con su apoyo y compañía logré asumirla, recorrer y finalizarla.

A mis padres Amparito y don Rodolfo y a mi hija Sarita por su paciencia, confianza y apoyo que a pesar de mis y las dificultades que tuve durante mi carrera logré afrontarlas y superarlas hasta la culminación.

A quienes creyeron en mí a pesar de críticas y haberme animado y apoyado cuando estuve agotado, a todos ellos les dedico esta meta cumplida.

**SERGIO ANDRES SUAREZ DIAZ**

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>16</b>
<b>1. FORMULACION DEL PROBLEMA.....</b>	<b>19</b>
<b>1.1. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA .....</b>	<b>19</b>
<b>1.2. JUSTIFICACION PARA LA SOLUCION .....</b>	<b>20</b>
<b>1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>21</b>
1.3.1. Objetivo general .....	21
1.3.2. Objetivos Específicos .....	21
<b>2. PENAGOS HERMANOS &amp; CIA LTDA. SEDE GIRON.....</b>	<b>23</b>
<b>2.1. RESEÑA HISTORICA .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2. UBICACIÓN DE LA EMPRESA .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3. TAMAÑO DE LA EMPRESA.....</b>	<b>29</b>
2.3.1. Activos y Ventas .....	29
2.3.2. Estructura Organizacional .....	29
<b>2.4. MISIÓN .....</b>	<b>31</b>
<b>2.5. VISIÓN.....</b>	<b>31</b>
<b>2.6. PRODUCTOS .....</b>	<b>31</b>
<b>2.7. MAPA DE PROCESOS .....</b>	<b>34</b>
2.7.1. Dirección.....	34
2.7.2. I+D.....	34
2.7.3. Comercial. ....	34
2.7.4. Producción.....	35
2.7.5. Ingeniería.....	35
2.7.6. Mantenimiento.....	35
2.7.7. Compras.....	35
2.7.8. Mercadeo.....	35
2.7.9. Financiero y administrativo.....	35
2.7.10. Logística. ....	36

2.7.11.	Modernización.....	36
2.7.12.	Gestión Humana.....	36
<b>3.</b>	<b>CONCEPTOS DEL MANTENIMIENTO .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1.</b>	<b>MANTENIMIENTO .....</b>	<b>37</b>
3.1.1.	Mantenimiento Correctivo.....	38
3.1.2.	Mantenimiento Preventivo .....	38
3.1.3.	Mantenimiento Sistemático.....	39
3.1.4.	Mantenimiento Predictivo .....	39
3.1.5.	Indicadores de Mantenimiento.....	40
3.1.6.	Criticidad.....	41
3.1.7.	Análisis De Criticidad.....	41
3.1.7.1.	Confiabilidad.....	42
3.1.7.2.	Confiabilidad Operacional.....	42
3.1.7.3.	Definición de riesgo: .....	42
3.1.7.4.	Fundamentos del análisis de criticidad:.....	43
<b>4.</b>	<b>MANTENIMIENTO EN PENAGOS &amp; CIA LTDA. ....</b>	<b>47</b>
<b>4.1.</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>47</b>
<b>5.</b>	<b>CODIFICACIÓN E INVENTARIOS .....</b>	<b>48</b>
<b>5.1.</b>	<b>CODIFICACIÓN DE ÁREAS TRABAJO .....</b>	<b>49</b>
5.1.1.	Codificación de las maquinas .....	50
5.1.2.	Listado de máquinas inventariada, área de mecanizado.....	51
5.1.3.	Listado de máquinas inventariadas, área metalistería.....	53
<b>5.2.</b>	<b>FICHA TECNICA .....</b>	<b>54</b>
<b>5.3.</b>	<b>HOJA DE VIDA.....</b>	<b>55</b>
<b>6.</b>	<b>ANALISIS DE CRITICIDAD .....</b>	<b>57</b>
<b>6.1.</b>	<b>MATRIZ DE CRITICIDAD DE PENAGOS &amp; CIA LTDA. ....</b>	<b>57</b>
<b>6.2.</b>	<b>FRECUENCIA DE FALLA.....</b>	<b>60</b>
<b>6.3.</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO FUERA DE SERVICIO.....</b>	<b>60</b>
<b>6.4.</b>	<b>COSTO DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>61</b>
<b>6.5.</b>	<b>IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTAL .....</b>	<b>61</b>

<b>6.6. IMPACTO SOCIAL .....</b>	<b>61</b>
<b>6.7. CÓDIGOS DE FALLA .....</b>	<b>61</b>
<b>7. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA</b>	
<b>HERMANOS PENAGOS &amp; CIA .....</b>	<b>65</b>
<b>7.1. DOCUMENTOS DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>65</b>
<b>7.2. ORDEN DE SERVICIO .....</b>	<b>65</b>
<b>7.3. ORDEN DE TRABAJO .....</b>	<b>66</b>
<b>7.4. INSPECCIÓN DE LOS EQUIPOS .....</b>	<b>68</b>
7.4.1. Orden de inspección.....	68
<b>7.5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....</b>	<b>69</b>
<b>8. SISTEMA DE INFORMACION COMPUTARIZADO PARA LA GESTION DEL</b>	
<b>MANTENIMIENTO.....</b>	<b>73</b>
<b>8.1. SISTEMAS DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>73</b>
<b>8.2. ACTIVIDADES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>74</b>
8.2.1. Entrada de Información: .....	74
8.2.2. Almacenamiento de información: .....	74
8.2.3. Procesamiento de Información: .....	75
8.2.4. Salida de Información:.....	75
<b>8.3. TECNOLOGÍAS DE DESARROLLO DE PÁGINAS WEB DINÁMICAS .....</b>	<b>75</b>
8.3.1. Código del Lado del Cliente (Client Side Scripts).....	76
8.3.2. Código del Lado del Servidor (Server Side Scripts).....	76
8.3.3. Tecnología aplicada.....	77
8.3.4. Modelo de acceso a JSP .....	77
<b>8.4. BASES DE DATOS .....</b>	<b>79</b>
8.4.1. Modelos de Bases de Datos.....	79
8.4.2. Base de Datos Jerárquica.....	79
8.4.3. Base de Datos de Red.....	79
8.4.4. Base de Datos Relacional.....	80
8.4.5. Manejadores o Gestores de Bases de Datos.....	80
8.4.6. MySQL.....	81

Ventajas de MySQL .....	81
<b>8.5. NETBEANS .....</b>	<b>82</b>
<b>9. ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACION PARA LA GESTION DEL MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA PENAGOS HEMANOS &amp; CIA. ....</b>	<b>83</b>
<b>9.1. PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS (P.O.O).....</b>	<b>83</b>
<b>9.2. JAVA Y JDK (JAVA DEVELOPMENT KIT) .....</b>	<b>84</b>
<b>9.3. SERVIDOR WEB APACHE TOMCAT.....</b>	<b>85</b>
<b>9.4. SOFTWARE.....</b>	<b>86</b>
<b>9.5. DIAGRAMA ENTIDAD RELACIÓN.....</b>	<b>87</b>
9.5.1. Diagrama de flujo del software .....	88
9.5.2. Inicio del Software .....	91
9.5.3. Módulos del Software .....	92
<b>10. ANALISIS DE COSTO DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>102</b>
<b>10.1. COSTOS DE MANTENIMIENTO GENERAL EN LAS ÁREAS DE MECANIZADO Y METALISTERÍA.....</b>	<b>102</b>
<b>10.2. COSTOS MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....</b>	<b>103</b>
<b>10.3. COSTOS MANTENIMIENTO CORRECTIVO .....</b>	<b>103</b>
<b>10.4. ANÁLISIS DE COSTOS DE INVERSIÓN.....</b>	<b>104</b>
<b>10.5. COSTOS DE MANTENIMIENTO APLICANDO EL PLAN DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>104</b>
<b>10.6. COMPARATIVO DE COSTOS .....</b>	<b>105</b>
<b>11. CONCLUSIONES .....</b>	<b>107</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>109</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sede principal PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda.....	25
Figura 2. Estructura Organizacional.....	30
Figura 3. Área de Mecanizado .....	25
Figura 4. Área de Metalistería.....	26
Figura 5. Área de Mecanizado .....	28
Figura 6. Área de Metalistería.....	29
Figura 7. Mapa de Procesos.....	34
Figura 8. Estructura Jerárquica del área de mantenimiento .....	47
Figura 9. Codificación normas ISO .....	49
Figura 10. Códigos de Modos de falla .....	64
Figura 11. Ficha solicitud de servicio .....	66
Figura 12. Ficha orden de trabajo .....	67
Figura 13. Ficha orden de inspección .....	68
Figura 14. Ciclo de vida de los datos .....	73
Figura 15. Modelo de acceso a JSP .....	78
Figura 16. Entorno del software .....	86
Figura 17. Diagrama entidad-relación.....	87
Figura 18. Diagrama de flujo del programa.....	89
Figura 19. Diagrama de flujo del programa.....	90
Figura 20. Ingreso al programa.....	91
Figura 21. Inicio del software .....	92
Figura 22. Modulo Matriz de criticidad .....	93
Figura 23. Modulo Maquinas .....	94
Figura 24. Hoja de vida .....	94
Figura 25. Modulo Orden de trabajo .....	95
Figura 26. Modulo Mantenimiento, Solicitud .....	96
Figura 27. Modulo Mantenimiento, Cronograma.....	96
Figura 28, Modulo Indicadores, Disponibilidad .....	97
Figura 29 Modulo Indicadores, Confiabilidad .....	98
Figura 30. Modulo Indicadores, Mantenimiento .....	98
Figura 31. Modulo Almacén, Herramientas.....	99
Figura 32 Modulo Almacén, Proveedores.....	100
Figura 33. Modulo Almacén, Proveedores.....	100
Figura 34. Modulo Orden de Compras.....	101

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Productos de la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda. ....	31
Tabla 2. Objetivos del mantenimiento.....	37
Tabla 3. Matriz de criticidad.....	44
Tabla 4. Probabilidad de falla. Nivel de riesgo .....	45
Tabla 5. Codificación de áreas de trabajo.....	49
Tabla 6. Codificación de las maquinas .....	51
Tabla 7. Inventario área de mecanizado .....	52
Tabla 8. Inventario área de metalistería .....	53
Tabla 9. Formato Ficha Técnica .....	55
Tabla 10. Formato Hoja de Vida .....	56
Tabla 11. Nivel de Criticidad.....	57
Tabla 12. Matriz de Criticidad PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda. ....	60
Tabla 13. Cronograma de actividades de mantenimiento preventivo.....	70
Tabla 14. Cronograma de mantenimiento de la empresa .....	71
Tabla 15. Diagrama de flujo del programa.....	88
Tabla 16. Costos de mantenimiento PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda. Año 2016.....	103
Tabla 17. Costos mantenimiento preventivo año 2016.....	103
Tabla 18. Costos mantenimiento correctivo año 2016.....	104
Tabla 19. Costos de inversión del plan de mantenimiento.....	104
Tabla 20. Costos de mantenimiento año 2017 .....	105
Tabla 21. Comparativo de costos .....	106
Tabla 22. TIR .....	106

## **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO A.** DESCRIPCION DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS POR PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda.

**ANEXO B.** FORMATOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

## RESUMEN

**TITULO:** PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS SECCIONES DE MECANIZADO Y METALISTERÍA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda.<sup>4</sup>

**AUTORES:** SERGIO ANDRÉS SUAREZ DÍAZ  
EDWIN RONALD RODRIGUEZ RAMIREZ<sup>5</sup>

**PALABRAS CLAVE:** Mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, criticidad, sistema computarizado para la gestión del mantenimiento, disponibilidad, confiabilidad.

### DESCRIPCION:

Este estudio tiene como finalidad aumentar la eficiencia y efectividad de las secciones de mecanizado y metalistería de la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda. Por medio de una herramienta computarizada, analizamos el estado de los equipos, con el objetivo de reducir los tiempos de paradas de la producción, aumentar los procesos productivos y la calidad de los procesos de las áreas de mecanizado y metalistería.

Se realiza la implementación de un plan de mantenimiento, primero se clasifica la sección y luego las respectivas maquinas, mediante el estudio de cada una de las maquinas podemos definir su hoja de vida, su probabilidad de fallas y paradas, las ordenes de trabajo que tienen pendiente las maquinas, sus cronogramas de producción, entre otras funciones importantes de producción.

Este sistema computarizado será instalado en las secciones de estudio como lo son el área de mecanizado y metalistería, el cual será ejecutado por el ingeniero encargado, él se encargara de gestionar las ordenes de mantenimiento como lo son la hoja de vida, la orden de trabajo, los indicadores por medio de los cuales se observa disponibilidad de las maquinas, herramientas, proveedores, orden de compra; todo esto se realiza desde la misma plataforma del software.

---

<sup>4</sup> Trabajo de Grado

<sup>5</sup> Facultad de Ingeniería Físico – Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: PhD. Carlos Borrás Pinilla.

## ABSTRAT

**TITLE:** PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN IN THE SECTIONS OF MECHANIZATION AND METALISTERÍA OF THE COMPANY PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda.<sup>6</sup>

**AUTHORS:** SERGIO ANDRÉS SUAREZ DÍAZ  
EDWIN RONALD RODRIGUEZ RAMIREZ<sup>7</sup>

**KEY WORDS:** Preventive maintenance, corrective maintenance, criticality, computerized system for maintenance management, availability, reliability.

### **DESCRIPTION:**

This study aims to increase the efficiency and effectiveness of the machining and metalworking sections of the company PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda. Through a computerized tool, we analyze the state of the equipment, with the aim of reducing the downtimes of Production, increase the production processes and the quality of the processes in the areas of machining and metalwork.

The implementation of a maintenance plan is done, first the section is classified and then the respective machines, through the study of each of the machines we can define their resume, their probability of failures and stops, the work orders they have Pending the machines, their schedules of production, among other important functions of production.

This computerized system will be installed in the study sections such as the area of machining and metalwork, which will be executed by the engineer in charge, he will be in charge of managing the maintenance orders such as the resume, work order, The indicators by means of which the availability of the machines, tools, suppliers, purchase order is observed; All this is done from the same software platform.

---

<sup>6</sup> Bachelor Thesis

<sup>7</sup> Faculty of Physics and Mechanical Engineering. School of Mechanical Engineering. Director: PhD. Carlos Borrás Pinilla.

## INTRODUCCION

La importancia de controlar y optimizar los procesos productivos es un fenómeno creciente en el mundo. Hoy en día todas las empresas persiguen la estandarización, mejora y optimización de las operaciones de trabajo realizadas en el ciclo productivo.

Para poder mejorar tanto el proceso, como el método de trabajo no es suficiente con la implantación de nuevas tecnologías, sino que también se requiere la capacitación del personal de trabajo. Esto es precisamente lo que busca la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda., el hecho de tener un departamento de mantenimiento organizado y eficaz deja de ser una ventaja y se convierte en una necesidad básica para el funcionamiento adecuado de la empresa.

Debido a que las empresas buscan tener una gran competitividad en el mundo actual, la empresa requiere mejorar la sección de mantenimiento para el área de mecanizado y metalistería. La empresa PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda. Ha decidido implementar un plan de mantenimiento preventivo con el apoyo de la Universidad Industrial de Santander por medio del proyecto de grado **“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS SECCIONES DE MECANIZADO Y METALISTERÍA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda. DE BUCARAMANGA”**.

Por medio del siguiente plan de mantenimiento se busca generar un gran cambio en la empresa, el mantenimiento preventivo se enfoca en las máquinas de las áreas de mecanizado y metalistería, por lo cual es necesario inventariar y codificar las

distintas áreas y los distintos equipos, realizar los distintos formatos de máquinas de estas áreas, como lo son solicitud de servicio, orden de trabajo, inspección de equipo, hoja de vida, cronograma de mantenimiento, indicadores de disponibilidad, mantenibilidad, proveedores, herramientas, orden compra, entre otros. Mediante un software se lleva a cabo la implementación de esta herramienta web, se estudian las diferentes plataformas de programación para trabajar con la más adecuada.

Mediante la implementación de este plan, se espera que se reduzcan los costos de mantenimiento de la empresa, que se optimicen los procesos de producción y mantenimiento, ya que la empresa cuenta con un ordenamiento poco eficaz. También se busca que los operadores tengan conceptos más claros acerca de la adecuación de este plan de mantenimiento, para obtener mejor rendimiento.

## **1. FORMULACION DEL PROBLEMA**

### **1.1. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA**

En la industria es normal encontrar un gran número de equipos específicos delimitados para realizar una función única. Y esto origina que sea casi imposible llevar un mantenimiento general para todos los sistemas instalados. Entre estos equipos podemos encontrar un gran número de dispositivos que ofrecen mayor o menor complejidad a la hora de su mantenimiento preventivo o correctivo. En la industria los sistemas suelen estar compuestos por controles, sistemas automáticos e Instrumentación de medida.

Para evitar el deterioro de estos equipos se procede a realizar una serie de tareas y operaciones dirigidas a sacar la máxima rentabilidad a todos los equipos que forman el sistema a mantener. Estas operaciones y tareas las podemos distinguir como: tareas en el proceso, tareas de mantenimiento como reparación de averías y ejecución del plan de mantenimiento.

Como se menciona anteriormente existen un gran número de razones por la cual se debe empezar a realizar un mantenimiento dentro de la empresa. Razones por las cuales la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda. ha decidido implementar un plan de mantenimiento para aumentar la calidad en todos los productos, reducir los gastos de fabricación, evitar paradas en procesos, entre otras.

Pero la evolución de los sistemas hace que cada vez sea mayor la complejidad del mantenimiento, y este deba programarse de manera mucho más planificada y dilatada en el tiempo. El mantenimiento es una de las partes fundamentales dentro de la empresa, está cuantificado en la cantidad y calidad de la producción, es por ello que permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos

## 1.2. JUSTIFICACION PARA LA SOLUCION

Un plan de mantenimiento preventivo es una herramienta efectiva para la disminución de gastos y desperdicios en las empresas, implementar un plan es mucho más económico y rentable, porque prevenir daños es mejor y más fácil que corregirlos.

En un mundo cada vez más competitivo, globalizado es importante dar soluciones efectivas a los problemas que se presentan a diario en las empresas, para lograrlas es necesario cumplir con objetivos económicos planteados desde los altos niveles gerenciales, un plan de mantenimiento preventivo es la columna principal para presentar buenos resultados, ya que es más económico de implementar que un plan correctivo, y a la vez se mantienen las maquinas con más disponibilidad y confiabilidad, que se traduce en buenos indicadores de gestión y resultados.

La importancia y ventaja de mantener un trabajo organizado lo podemos ver en la fluidez con que se realiza las actividades programadas para el plan de mantenimiento, ya que no es suficiente la planeación que se realiza una sola vez, es necesario estar realizando las actividades casi a diario para evitar paradas inesperadas, por tal motivo es necesario la buena comunicación entre los diferentes departamentos como son el de ventas, producción y mantenimiento, para que lo que uno de estos vaya a realizar no interfiera con actividades programadas por otros ya que la empresa es una cadena que tiene varios eslabones y si falla uno fallan todos, por tal razón es oportuno tener correctamente organizadas las actividades, para una buena gestión de mantenimiento.

Las nuevas tecnologías son una ayuda importante en la administración y control de los activos de una empresa, por eso, es necesario estar al día con estas tecnologías, para poder competir con otras empresas nacionales, una forma de realizar esto, es el apoyo que se puede dar al plan de mantenimiento con un asistente de planeación

como puede ser un sistema informático en el cual se pueda presentar la información agrupada para el desarrollo de actividades similares y así realizar la gestión más eficientemente, que se ve traducido en beneficios a los balances económicos de la empresa.

### **1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Contribuir con la misión de la Universidad Industrial de Santander, de aplicar y adaptar los conocimientos, como herramienta de apoyo en la formación integral de personas, capaces de dar soluciones a las necesidades de la industria cambiante, mediante el diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA. LTDA., en las secciones de mecanizado y metalistería, con el fin de aumentar los niveles de disponibilidad de la maquinaria en el desarrollo de los procesos productivos y reducción de costos.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Realizar un inventario y codificar los distintos equipos de acuerdo a la norma ISO 14224 de las secciones de mecanizado y metalistería de la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA LTDA
  - Ficha técnica.
  - Hoja de vida
  - Información general y asignación de código.
  
- Hacer un análisis de criticidad, para la clasificación de los equipos, bajo el concepto de riesgo, y desarrollar un plan de mantenimiento preventivo a los

equipos críticos, de la empresa Penagos Hermanos & Cia Ltda., en las secciones de mecanizado y metalistería.

- Diseñar los formatos para el desarrollo de las diferentes actividades programadas en el mantenimiento preventivo de la empresa; tales como; solicitud de servicios, orden de trabajo, inspección de equipos y programación de los trabajos de mantenimiento.
- Desarrollar e implementar un sistema computarizado para la gestión del mantenimiento realizado en una plataforma llamada NetBeans la cual trabaja con el lenguaje de programación Java y la base de datos en Mysql. La plataforma NetBeans contara con módulos, como; maquinaria y equipos, indicadores de gestión, órdenes de trabajo, órdenes de compra, alarmas y almacén.
- Realizar un análisis de los costos que generará a la empresa el implementar este plan de mantenimiento.

## 2. PENAGOS HERMANOS & CIA LTDA. SEDE GIRON

### 2.1. RESEÑA HISTORICA

La tradición industrial de PENAGOS HERMANOS se remonta a finales del Siglo XIX, con la conformación de una Sociedad para el estudio, la promoción y ejecución de Proyectos Industriales.<sup>8</sup>

Hacia los años cuarenta se hacen las primeras exportaciones de maquinaria agrícola hacia América Latina, estableciendo de esta manera el inicio de la que hoy es reconocida como una de las más extensas y eficientes líneas de comercialización y distribución de productos industriales a nivel internacional.

Desde entonces PENAGOS HERMANOS se ha caracterizado por proveer soluciones integrales para el sector industrial y en especial para la agroindustria, iniciando con la fabricación de trapiches, motores hidráulicos Pelton, tornos, taladros entre otros.

Los años ochenta marcaron una época brillante para PENAGOS HERMANOS, pues se incorporan tecnologías de Italia y Brasil para modernizar la línea de maquinaria agrícola, y se incursiona en la fabricación de equipos para el procesamiento del café, revolucionando por completo los sistemas tradicionales de Beneficio Húmedo del Café, recibiendo por ello el reconocimiento de importantes entidades nacionales e internacionales.

Esta compañía tiene más de 100 años y desarrolla maquinaria agrícola con una línea especial para café, con la que ha llegado a mercados tan lejanos como

---

<sup>88</sup>PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda. Quienes somos [En línea], <<http://www.penagos.com>> [citado en 20 de marzo de 2017]/

Vietnam o Costa de Marfil. Según datos de Procolombia, en los últimos tres años, las exportaciones de la compañía santandereana han alcanzado los US\$10 millones.

La tradición industrial de Penagos Hermanos comenzó con proyectos industriales y se ha caracterizado por proveer soluciones integrales para el sector industrial, y en especial para la agroindustria. También incursionó en la fabricación de equipos para el procesamiento del café, al revolucionar por completo los sistemas tradicionales de Beneficio Húmedo del Café, por ello ha recibido el reconocimiento de importantes entidades nacionales e internacionales.

## **2.2. UBICACIÓN DE LA EMPRESA**

**Municipio:** Girón -Santander – Colombia

**Dirección:** Calle 28 # 20 - 80 Rincón de Girón.

**Teléfonos:** +57 (7) 646 99 99 - +57 (7) 630 27 95

**Página web:** [www.penagos.com](http://www.penagos.com)

**NIT:** 890.200.685

En esta sede de la empresa (ver figura 1), se realiza los procesos de mecanizado y ensamble de la maquinaria (ver figura 2), produciendo los productos terminados de la compañía, los productos se dividen en tres líneas para el café, la agrícola y el gas. Esta empresa tiene varias sucursales a nivel nacional e internacional, pero nos centraremos a la sucursal de Girón Santander a las áreas de mecanizado y metalistería (ver figura 3).

**Figura 1. Sede principal PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda.**



Fuente: El autor

**Figura 2. Área de Mecanizado**



Fuente: El autor

**Figura 3. Área de Metalistería**



**Fuente: El autor**

En la gran mayoría de las empresas que se dedican a producir bienes o servicios, el valor económico prima en los altos niveles gerenciales y/o solo producir valor en busca de ganancias propuestas al momento de la inversión de los activos y si un área produce ingresos es bien recibida, pero si genera costos no es rentable para la empresa, estos últimos son comúnmente confundidos con gastos por parte de la administración (recordemos que costos es el valor necesario para producir un bien o transformar la materia prima dándole valor agregado como energía o la compra de materia prima, entre otros; y gastos es un valor que no entra directamente en la producción en algunas ocasiones no en todas pero se necesita como productos de limpieza entre otros).

En un modelo económico sostenible y productivo, el mantenimiento esta visto como un costo más en la producción para la optimización de los recursos de la empresa, podemos ver el ejemplo de los países desarrollados, como lo son la mayoría de la unión europea, que sus productos son bien recibidos en cualquier industria ya que están fabricados con buenos estándares de calidad y con larga vida útil, no es

porque se tenga materias primas de más calidad que en otros países, ya que en Colombia somos exportadores de materias primas para las fábricas de dichos productos en la unión europea, la principal diferencia radica que en esas empresas no esperan hasta que la maquina trabaje a media marcha y seguir produciendo bienes de baja calidad ya que buscan la satisfacción del cliente que es en ultimas quien mantienen funcionando la empresa.

Si disminuye los potenciales clientes por disminución de la calidad deja de entrar valor económico a la empresa, si aumentan los gastos de producción por aumento de los recibos de energía eléctrica, ya que la maquina disminuyó considerablemente su eficiencia por fricción y recalentamiento, o se tuvo que parar la producción durante un día porque una máquina fallo, ¿cuánto vale tener a varios empleados quietos?, cada valor afecta en las finanzas de la empresa, por tal motivo es muy importante y casi una necesidad de cada empresa realizar un mantenimiento preventivo.

En la empresa Penagos Hermanos & cia Ltda. Se han adelantado varios planes de mantenimiento preventivos en palabras de los directivos "...vienen, hacen el plan, hacen un inventario y ¿qué le queda a la empresa? Nosotros ya sabemos que tenemos, pero no sabemos cómo implementarlo a largo plazo...", por tal motivo se realizará un programa que le sirva a la empresa en busca de soluciones tangibles a las diferentes necesidades que presenta dicha empresa.

La empresa tiene un sistema de información para administración del mantenimiento de los equipos el cual falla en la gestión lo que genera muchos paradas, disminución en la productividad, mal manejo de los inventarios haciendo necesario el manejo de unos módulos de maquinaria y equipos, indicadores de gestión, órdenes de trabajo, órdenes de compra, alarmas y almacén.

La empresa tiene unos formatos de hoja de vida, ordenes de trabajo y fichas técnicas de los equipos, pero estos hace tiempo no son utilizados por eso es necesario realizar un inventario y codificación de las secciones de mecanizado (Ver figura 4) y metalistería (ver figura 5) de la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA LTDA

También es necesario diseñar los formatos para el desarrollo de las diferentes actividades programadas en el mantenimiento preventivo de la empresa como los son las solicitudes de servicios, orden de trabajo, inspección de equipos y programación de los trabajos de mantenimiento para que la gestión del mantenimiento sea más eficaz.

Para que las directivas de la empresa se enfoquen más en la aplicación de este plan de mantenimiento se realizara un análisis de costo que dará los beneficios que causa implementarlo.

**Figura 4. Área de Mecanizado**



Fuente: El autor

**Figura 5. Área de Metalistería**



**Fuente: El autor**

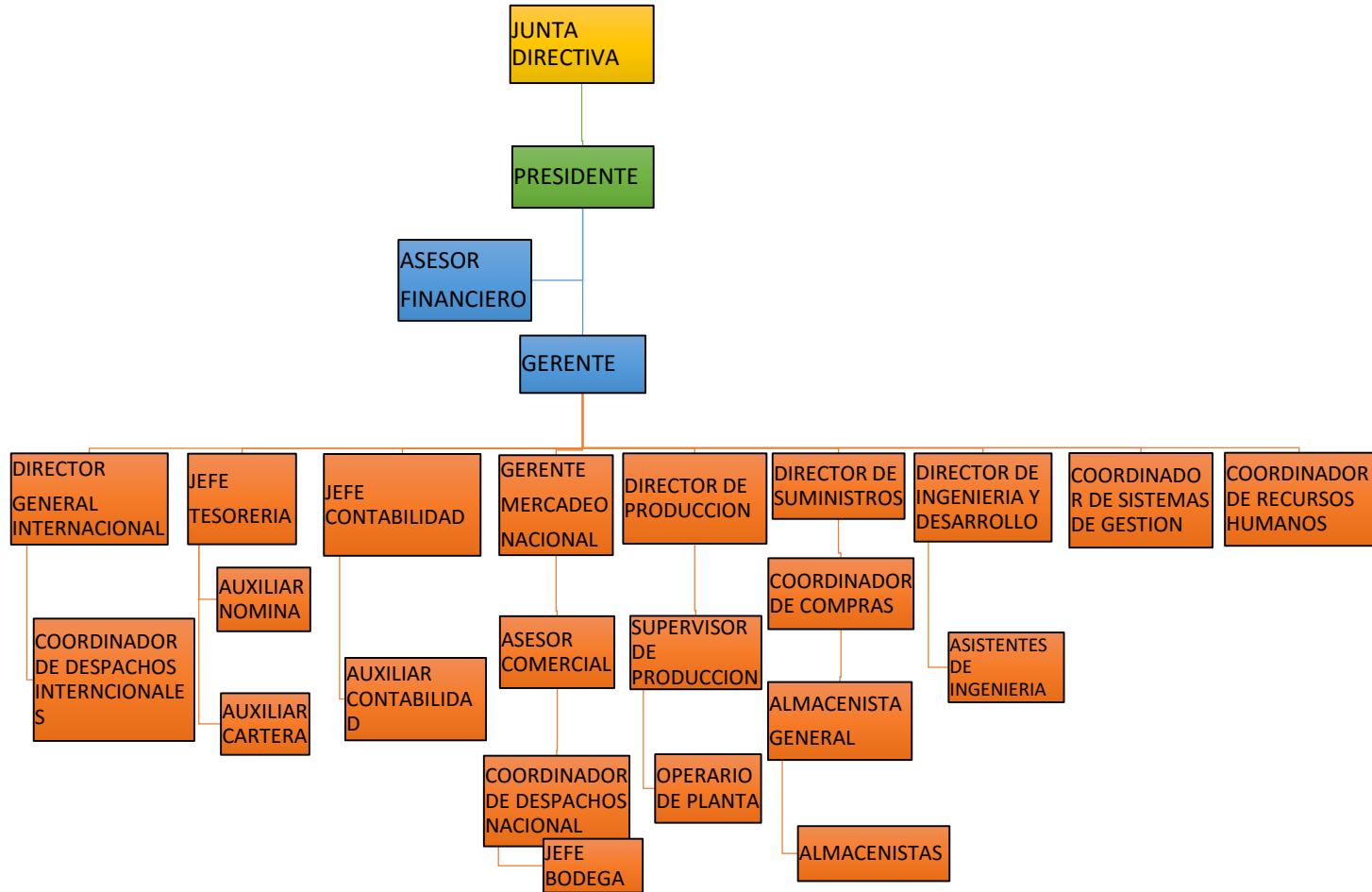
## **2.3. TAMAÑO DE LA EMPRESA**

### **2.3.1. Activos y Ventas**

En el año 2016 la empresa contaba con activos por un valor en pesos de 8.475.000.000 y sus ventas ascendieron a 20.235.000.000 en este periodo.

### **2.3.2. Estructura Organizacional**

Figura 6. Estructura Organizacional



Fuente: Manual integrado de gestión de la calidad. PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda.

## 2.4. MISIÓN

Brindar soluciones integrales para Incrementar la Productividad y Competitividad del Empresario del agro

## 2.5. VISIÓN

En el 2020, Penagos Hermanos y Cia. S.A.S. será la primera opción de compra de su mercado potencial, por lo menos en tres sectores agroindustriales.

## 2.6. PRODUCTOS

La empresa PENAGOS HERMANOS & CIA LTDA, ofrece a sus clientes un amplio portafolio de productos, en las tres líneas de mercado que interviene actualmente aportando su experiencia y calidad a estos sectores.

Las tres grandes líneas que son Línea Café, Agrícola y Gas esta última tiene su sección independiente que sus productos no pasan por las secciones de mecanizado y metalistería, estas dos primeras líneas se dividen en varias familias como se relaciona en el siguiente cuadro:

Tabla 1. Productos de la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda.

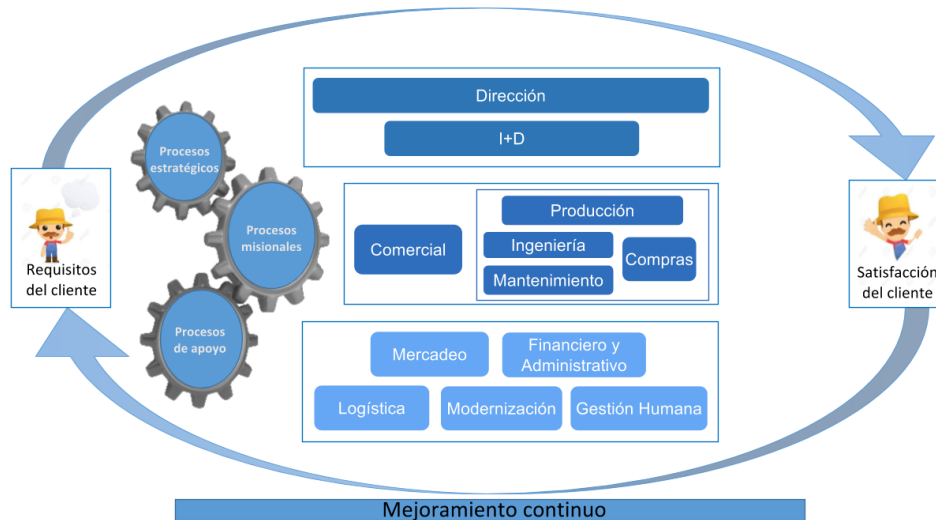
LÍNEA	PRODUCTO	REFERENCIAS			
LÍNEA PARA CAFÉ	Despulpadoras clasificadoras de verdes	DCV-183			
		DVC-306			
	Unidades compactas de beneficio ecológico	UCBE 500	UCBE 1500	UCBE 2500	UCBE 5000
		UCBE 7500	UCBE 10000	UCBE 20000	
	Ecoline	BENEFICIO ECOLOGICO DE CAFÉ ECOLINE 400			
		BENEFICIO ECOLOGICO DE CAFÉ ECOLINE 800			
		BECOLFER 300		BECOLFER 400	

	Beneficio Ecológico de Café Becolfer	BECOLFER 500			
	Despulpadoras horizontales	DH 2		DH 4	
		DH 6		DESPULPADORA N° 2½	
	Despulpadoras verticales	DV 253		DV 255	
	Secadoras rotativas SG	SG 1	SG 2	SG 4	
		SG 7	SG 9	SG 11	
	Secadoras tipo silo SC	SC 5		SC 7,5	
		SC 10		SC 15	
		SC 20			
	secadoras estáticas para granos con presecado	Secador estático para café con pre secado			
	Equipos para fermentación	ECOMIL 500		ECOMIL 1500	
		ECOMILL 3000			
	Molinos	MOLINO DE DISCO MDP 60			
	Lavadores de café	DESMUCILAGINADOR VER. ASCENDENTE DELVA DX-4			
LAV. MECANICO DE CAFÉ FERMENTADO MEGAWASHER					
DESMUCILAGINADOR VERTICAL ASCENDENTE		Delva 500	Delva 40S		
	Delva 50S	Delva 60S			
Accesorios para café	Despedregador				
	Bomba centrífuga para café cereza BCC 6" x 2" 3"				
	Bomba centrífuga para café cereza BCC 8" x 3" 3"				
<b>LINEA AGRICOLA</b>	Pica pastos	PP-300-R	PP-7M(2 y 3 Cuchillas)	P-7-SUPER	
		PP-9MR	PP-12MR	PP-600R	PE-800
		PE-1200/PE-1200T			
	Trituradores, picadores y molinos	trituradores de desechos vegetales TDV 24			
		trituradores de desechos vegetales TDV 24AR			
		TRITURADOR PICADOR TP-8R			
Molinos de Disco MDP 60	TRIRURADOR TP-11				

		TRIRURADOR TP-24	TRIRURADOR TP-32
	ENSILADORA MANUAL	EM-4	
	DESGRANADORAS DE MAIZ	DM-2	DM-10
		DM-40	
	DM-20	DM-4000	
	COSECHADORA DE FORRAJES	COSECHADORA CF-20	
	PICADORA DE HOJA DE PALMA	PK-300	
	TRAPICHE HORIZONTAL	TH-6	TH-8
	FUMIGADORAS	ABONADOR DE GRANULADOS/APLICADOR DORSAL	
		DOSIFICADOR DE LIQUIDOS	
		FUMIGADORA DE CAÑON 18 Lts	
		FUMIGADORA MANUAL 20 Lts	
		MATAHORMIGAS	

## 2.7. MAPA DE PROCESOS

Figura 2. Mapa de Procesos



Fuente: Manual integrado de gestión de la calidad. PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda.

### 2.7.1. Dirección.

Planificar y controlar estrategias que permitan un crecimiento sostenible de la organización.

### 2.7.2. I+D.

Diseñar y desarrollar nuevos productos y mejorar los existentes para que satisfagan las necesidades del cliente y aporten al crecimiento de la compañía.

### 2.7.3. Comercial.

Realizar actividades comerciales de promoción, venta, identificación de oportunidades de negocios y nuevos productos a nivel nacional e internacional, buscando la generación de utilidades, la permanencia en el mercado y la satisfacción de los clientes.

#### **2.7.4. Producción.**

Generar los planes de producción y fabricar los productos de acuerdo con la planeación y costos establecidos, cumpliendo con las expectativas del cliente en cuanto a las especificaciones de calidad y plazos de entrega.

#### **2.7.5. Ingeniería.**

Mantener, controlar, generar y suministrar la información técnica constructiva de los productos, de acuerdo a las especificaciones del cliente, requisitos normativos y de la organización.

#### **2.7.6. Mantenimiento.**

Asegurar el correcto y oportuno funcionamiento de los equipos de producción y apoyo.

#### **2.7.7. Compras.**

Gestionar las compras de materias primas, insumos y/o servicios, administrar y controlar los materiales necesarios para la fabricación del producto, garantizando las condiciones más favorables (calidad, precio y entregas), permitiendo el cumplimiento de la misión de nuestra organización.

#### **2.7.8. Mercadeo.**

Desarrollar e implementar las estrategias necesarias para alcanzar los objetivos de comercialización, posicionamiento de marca y satisfacción de los clientes de la empresa.

#### **2.7.9. Financiero y administrativo.**

Garantizar la gestión y administración de los recursos financieros y suministrar información oportuna y confiable con el marco legal vigente.

#### **2.7.10. Logística.**

Gestionar las actividades de recepción, almacenamiento, empaque, despacho, documentación, de los pedidos nacionales e internacionales y propender por la seguridad de los productos desde la entrega en fábrica hasta su destino final.

#### **2.7.11. Modernización.**

Crear, desplegar e implementar, herramientas y procesos de gestión que permita a la compañía lograr la eficiencia esperada garantizando el cumplimiento de las normas del sistema y el uso de tecnologías de la información.

#### **2.7.12. Gestión Humana.**

Suministrar y evaluar el personal de acuerdo con los procedimientos y mecanismos establecidos por la organización y brindar los espacios necesarios para el crecimiento y formación del talento humano.

### 3. CONCEPTOS DEL MANTENIMIENTO

#### 3.1. MANTENIMIENTO

El mantenimiento es el conjunto de herramientas utilizadas para tener equipos en servicio durante el mayor tiempo posible y así asegurar mejores rendimientos al estar disponible y funcionando las maquinas durante el mayor tiempo posible.

Con el fin de evitar llegar a reparar la maquina hasta cuando ella falle ya que en ese punto el mantenimiento es más costoso por tener que comprar repuestos los mismo a cambiar y otros más que fueron afectados por tener la maquina en funcionamiento cuando ocurrió el incidente a eso se le suma mantener la maquina quieta por tiempos inesperados y a operarios que dependen del correcto funcionamiento de ella quietos porque dependen de la labor desempeñada por dicha máquina que no tiene disponibilidad para trabajar, hace que el costo de producción se convierta en un gasto por todos los inconvenientes que se sumaron de más y por ende la rentabilidad del proceso disminuya considerablemente.<sup>9</sup>

**Tabla 2. Objetivos del mantenimiento**

Primera Generación (1940-1950)	Realiza mantenimiento hasta cuando se presente fallo
Segunda Generación (1960-1980)	Mayor disponibilidad Mayor vida útil Menos costos y gastos.
Tercera Generación (1990)	Mayor disponibilidad y fiabilidad Mayor seguridad

---

<sup>9</sup> GONZALEZ FERNANDEZ, Francisco, Auditoria del Mantenimiento e Indicadores de Gestión, Segunda Edición, Editorial Ediciones de la U: 2014.

	Mayor calidad en los servicios Mayor vida útil Eficiencia en costos
Cuarta Generación (2000-2004)	Mayor disponibilidad y fiabilidad Mayor seguridad Mayor calidad en los servicios Mayor vida útil Eficiencia en costos minimización de gastos Mayor rentabilidad económica Patrones de falla y eliminación de fallas

### 3.1.1. Mantenimiento Correctivo

Es el conjunto de técnicas usadas para hacerle frente a una falla presentada y que se pudo o no haber sido detectada, También conocido como reactivo, permite que la maquina funcione hasta que se presente la falla puede ser planificado o no planificado:

- El planificado es una reparación del equipo cuando se dispone de personal, repuestos y documentación necesaria para desarrollarlo.
- El no planificado es la corrección de las fallas cuando estas se presentan a diferencia del preventivo.

Este tipo de mantenimiento tiene varias contras:

- Altos tiempos de detención de la cadena de producción
- Baja organización por ser intervenciones casi de emergencia.

### 3.1.2. Mantenimiento Preventivo

Conjunto de acciones encaminadas a la mayor eficacia de la industria enfocándose en las maquinas herramientas y así tener la mayor disponibilidad de estas para un correcto funcionamiento. Este tipo de mantenimiento se hace de forma rutinaria y/o

periódica aun cuando la maquina esté funcionando correctamente dentro de sus límites, su principal fortaleza es la detección temprana de las fallas para corregirlas oportunamente. Una de sus fortalezas es la detección de las causas de las fallas repetitivas y encontrar los puntos débiles de la planta en operación, tiene las ventajas como de reducción de tiempos de parada, permite detectar y hacerle seguimiento de la evolución de la falla, optimiza la gestión de mantenimiento del personal de mantenimiento, tomas decisiones acertadas sobre la parada de una maquina en momentos riticos, facilita el análisis de las fallas, permite conocer el historial de máquina y ayuda a los límites de funcionamiento para fortalecimiento de la producción.

Actividades a realizar:

- Selección de equipos críticos
- Patrón de medida frecuencia de uso.
- Precisar posible vida útil de la pieza.

### **3.1.3. Mantenimiento Sistemático**

Es el mantenimiento efectuado periódicamente en el cual cada equipo se está deteniendo en periodos establecidos por el fabricante para el cambio de piezas y revisión de piezas o niveles óptimos de funcionamiento.

- Actividades:
- Codificación
- Patrón de medida frecuencia de uso.
- Precisar posible vida útil de la pieza.
- Cambio de repuestos o piezas estándar.

### **3.1.4. Mantenimiento Predictivo**

Es un análisis permite detectar la falla antes de que esta ocurra con el tiempo suficiente para programar un cambio de componentes y así evitar un paro parcial de la cadena de funcionamiento.

Técnicas utilizadas:

- Monitoreo y análisis de vibraciones
- Inspección acústica y superficial
- Control de temperatura y lubricantes.

### 3.1.5. Indicadores de Mantenimiento

Para poder evaluar la eficiencia, eficacia de las actividades realizadas en el mantenimiento lo desarrollaremos de forma cualitativa o cuantitativa y para ello utilizaremos una herramienta importante como los son los indicadores.

Los indicadores básicos, son los que nos pueden dar la certeza que el método y sistema de medida del servicio serán los adecuados:

#### 3.1.5.1. Confiabilidad

La confiabilidad puede definirse como la confianza que se le da a un sistema, equipo o dispositivo para que realice su función básica, durante un periodo de tiempo definido, bajo condiciones estándar de operación o medida de los tiempos de buen funcionamiento.

$$\text{CONFIABILIDAD} = \frac{\text{Horas total de operación}}{\text{Numero de fallas detectadas}}$$

#### 3.1.5.2. Disponibilidad

La disponibilidad es el porcentaje de tiempo en el que un sistema está listo para operar o producir

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} - \text{MTTR}}$$

**MTBF** = Tiempo medio entre fallas

**MTTR** = Tiempo medio para la reparación

### **3.1.5.3. Mantenibilidad**

La mantenibilidad es la probabilidad que se tiene de un sistema, equipo o dispositivo pueda recuperar las condiciones óptimas de operación dentro de un periodo de tiempo establecido cuando la acción del mantenimiento es realizado es realizada en procedimiento adecuados.

$$MANTENIBILIDAD = \frac{\textit{tiempo total de reparaciones}}{\textit{Numero de fallas detectadas}}$$

### **3.1.6. Criticidad**

Es una medida que permite establecer que tan delicado es el estado de la máquina y la importancia que tiene en la línea productiva de la organización, obtenido de la frecuencia de falla y la severidad de su ocurrencia.

### **3.1.7. Análisis De Criticidad**

Es una herramienta que permite jerarquizar los equipos en su impacto a nivel global sumando daños en aspectos como lo son, personales, impacto ambiental, disminución o pérdida de producción y daños en las instalaciones y así facilitar la toma de decisiones, para la realización de un análisis de criticidad es necesario definir el alcance y establecer criterios óptimos para la evaluación.

También apoya la toma de decisiones para administrar esfuerzos en la gestión de mantenimiento, mejoras, rediseños con base en la confiabilidad y riesgos.

Es una técnica de fácil manejo y comprensión en el que se establecen rangos relativos para analizar las frecuencias de ocurrencia de los eventos y sus consecuencias, los cuales registramos en una matriz basada en un código de colores que determinan de menor a mayor la intensidad de los riesgos que se pueden presentar en las instalaciones, sistemas, equipos que se encuentran en el análisis.

Los productos del análisis de criticidad son:

- Lista jerarquizada por criticidad de los (instalaciones, sistemas, equipos o dispositivos) bajo análisis.
- Matriz de criticidad con la calificación del riesgo asociado a cada (instalaciones, sistemas, equipos o dispositivos) analizado.

### **3.1.7.1. Confiabilidad**

Es la probabilidad de que el equipo opere sin fallar por un determinado periodo, bajo unas condiciones de operación ya establecidas.

### **3.1.7.2. Confiabilidad Operacional**

Es la medida de la capacidad de una instalación para cumplir su función dentro de los límites previamente establecidos.

Para desarrollar este es necesario el análisis de los siguientes parámetros: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenimiento de los equipos y confiabilidad de los equipos.

### **3.1.7.3. Definición de riesgo:**

Es un término de naturaleza probabilístico que se define como “egresos o perdidas probables consecuencia de la probable ocurrencia de un evento no deseado o falla”. Matemáticamente el riesgo asociado a una decisión o evento viene dado por la expresión universal:

$$R(t) = P(t) * C(t)$$

Donde:

R(t)= Riesgo

P(t)= Probabilidad

C(t)= Consecuencias

Al momento de evaluar un evento particular es necesario cuantificar las probabilidades de ocurrencia y consecuencia de cada uno de los escenarios que conllevan al evento de estudio.

En el proceso de toma de decisiones se emplea el riesgo como una herramienta de optimización de los planes de cuidado de los activos, concentrando el mayor esfuerzo hacia aquellos equipos que presenten un riesgo elevado y una reducción de esfuerzo y recursos para los equipos de bajo riesgo, lo cual nos permite en forma general un gasto justificado en los recursos dirigidos a las partidas de mantenimiento.

#### **3.1.7.4. Fundamentos del análisis de criticidad:**

El análisis de criticidad es una metodología “semi-cuantitativa” con la que se dimensiona el riesgo, por medio de jerarquías de instalaciones, sistemas, equipos y dispositivos de acuerdo a la “criticidad”, que es proporcional al “riesgo”.<sup>10</sup>

La criticidad se calcula mediante la ecuación:

$$CRITICIDAD = Frecuencia * Impacto$$

La cual es proporcional a la ecuación:

$$RIESGO = Probabilidad falla * Consecuencia$$

La frecuencia de falla es proporcional a la probabilidad de falla y el impacto es proporcional a la consecuencia de una falla; en consecuencia la CRITICIDAD es proporcional al RIESGO.

El análisis de criticidad es una técnica de fácil manejo y comprensión en donde se establecen rangos relativos para establecer las probabilidades y/o frecuencias de los eventos y sus consecuencias. Las magnitudes de frecuencia e impacto se llevan

---

<sup>10</sup> GUTIERREZ, Edwin. ANALISIS DE CRITICIDAD INTEGRAL DE ACTIVOS.2007. Maracaibo, Venezuela. P. 18.

a una matriz que se codifica en un código de colores de menor a mayor grado de intensidad del riesgo que sucede en las instalaciones, sistemas, equipo o dispositivo.

$$CRITICIDAD = Frecuencia * Consecuencia$$

$$Consecuencia = Frecuencia\ falla + tiempo\ promedio\ fuera\ de\ servicio + costo\ de\ reparacion + impacto\ social + impacto\ ambiental$$

**Tabla 3. Matriz de criticidad**

matriz de criticidad	
<b>frecuencia de falla</b>	<b>Puntaje</b>
no más de 1 año	1
entre 2 y 12 por año	3
entre 13 y 52 por año	4
más de 52 por año	6
<b>tiempo promedio fuera de servicio</b>	
menos de 4 horas	1
entre 4 y 8 horas	2
entre 9 y 24 horas	4
más de 24 horas	6
<b>costos reparación</b>	
menos de 5 M\$	3
entre 5 - 20 M\$	5
entre 20 - 50 M\$	10
entre 50 - 100 M\$	25
más de 100 M\$	30
<b>impacto social</b>	
evento catastrófico perdidas vidas humanas	5

evento genera lesiones de por vida	4
evento genera lesiones incapacitantes temporales	3
evento genera lesiones menores que no incapacitan al trabajador	2
no genera ningún impacto en seguridad y salud	1
<b>impacto ambiental</b>	
afectación catastrófica cierre de operaciones	5
afectación sensible al ambiente a largo plazo cierre temporal multas indemnizaciones	4
afectación moderada al ambiente daños recuperables a corto plazo multas e indemnizaciones	3
incidentes ambientales controlables no genera daños ambientales costos directos menores	2
no genera impacto ambiental	1

BAJO	
MEDIO	
MEDIO ALTO	
ALTO	

**Tabla 4. Probabilidad de falla. Nivel de riesgo**

- Frecuencia de Falla

Representa las cantidad de eventos que ocurren en un componente de sistema que produce un mal funcionamiento, causando una parada este se mide en un periodo de tiempo de un año.

- Tiempo promedio fuera de servicio

Es el tiempo promedio empleado para reparar el mal funcionamiento, este mide la efectividad que se emplea para regresar a las óptimas condiciones de operatividad el sistema.

- Costo de mantenimiento

Es el costo promedio por fallas que se emplea para regresar a las óptimas condiciones de operación.

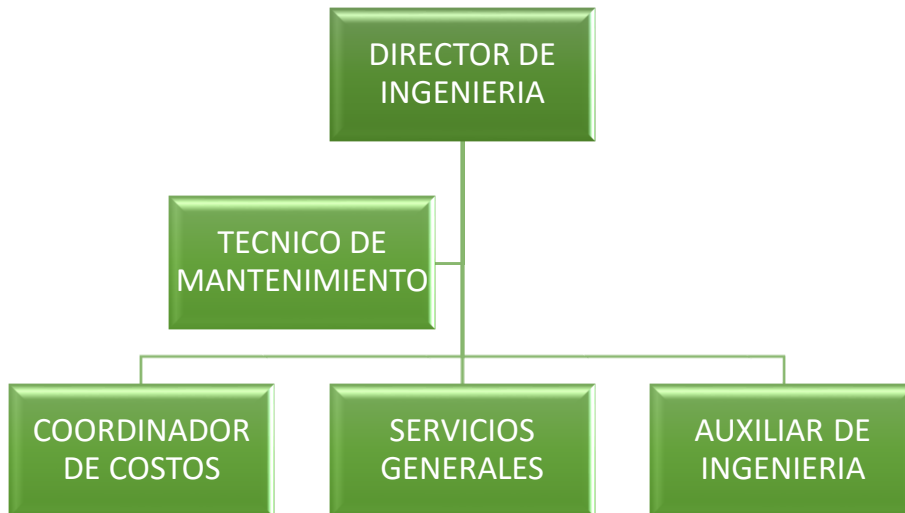
## 4. MANTENIMIENTO EN PENAGOS & CIA Ltda.

### 4.1. PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO

Establecer el procedimiento para realizar los mantenimientos preventivos y correctivos en las máquinas y procedimientos en secciones de mecanizado y metalistería.

El departamento de mantenimiento cuenta con una estructura jerárquica en la cual el director de mantenimiento es el responsable ante la gerencia del buen funcionamiento y el mantenimiento de la sección encargada, para realizar estas labores cuenta con el técnico en mantenimiento quien es el encargado de supervisar, asigna y aprobar trabajos en ausencia del director.

Figura 3. Estructura Jerárquica del área de mantenimiento



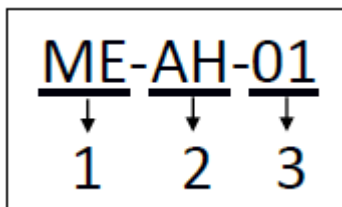
Fuente: Manual integrado de gestión de la calidad. PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda.

## 5. CODIFICACIÓN E INVENTARIOS

Para llevar a cabo el mantenimiento preventivo de forma eficiente y eficaz se realiza un inventario de la maquinaria clasificada por secciones o áreas de trabajo, con el fin de generar una base de datos coherente, ordenada y precisa de la información recopilada en la empresa. La codificación permite un importante uso de la información porque no solo el código ordena, sino que aporta un rápido acceso a los datos técnicos, áreas de funcionamientos, cantidades de equipos, función, etc.

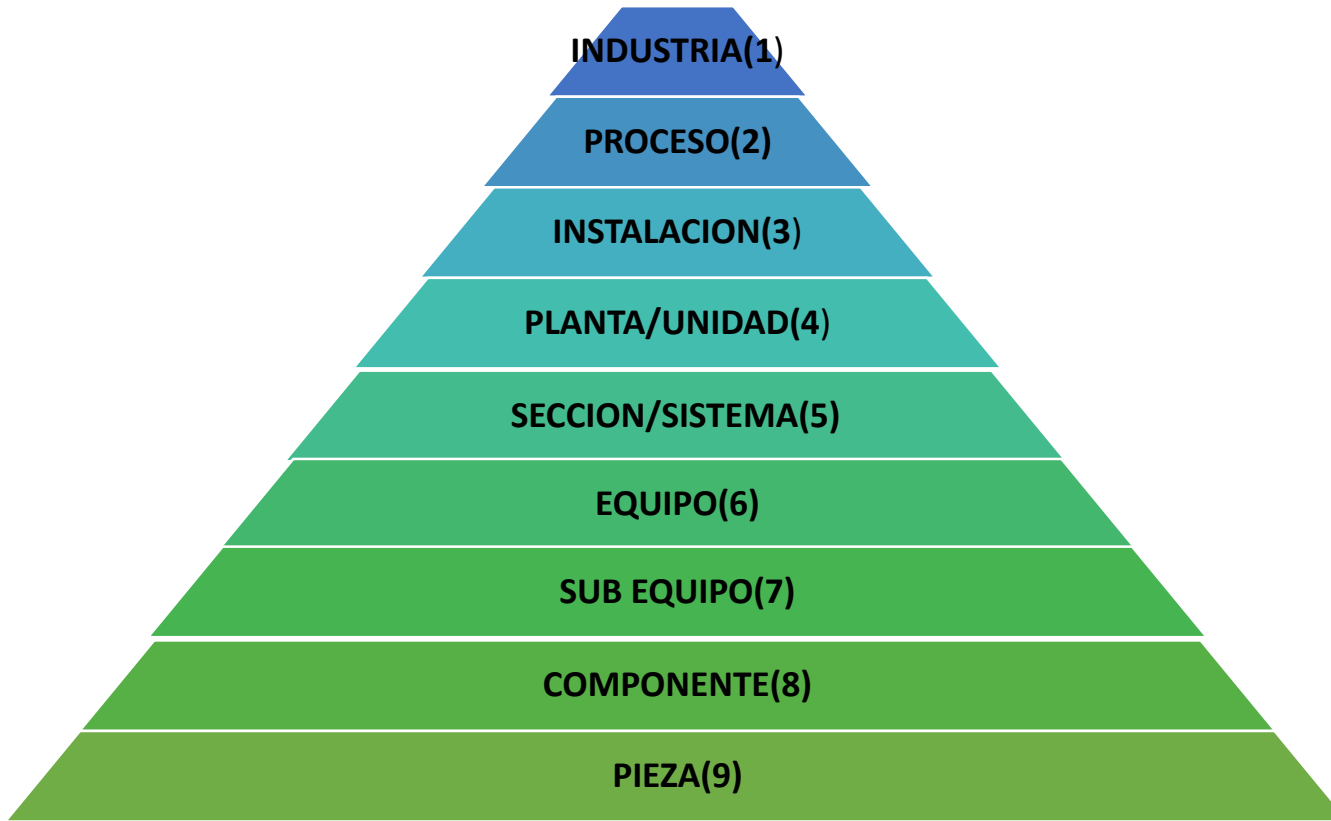
Para la codificación se tiene en cuenta la norma ISO 14224 donde define los niveles de codificación, para el cual se toma el nivel (4) de la planta/unidad que establece nueve (9) caracteres alfanuméricos, el quinto nivel denota que los primeros cuatro caracteres iniciales describen la planta, si el nombre de la ubicación no tiene dígitos se añadirá un dígito empezando en 1 por cada tipo de planta. Si existen dos plantas que sean de procesos similares se colocara 2 así sucesivamente hasta 9.

El nuevo diseño de codificación implementado es de tipo alfanumérico y se compone de la siguiente forma:



1. Hace referencia al área de producción
2. Hace referencia al nombre del equipo
3. Numero de equipo dentro del área de producción en el que se encuentra

Figura 4. Codificación normas ISO



### 5.1. CODIFICACIÓN DE ÁREAS TRABAJO<sup>11</sup>

SEDE	AREA	CODIGO
GIRON/PLANTA	METALISTERIA	MET
GIRON/PLANTA	MECANIZADO	MEC

Tabla 5. Codificación de áreas de trabajo

<sup>11</sup> BONA, José María de, Gestión del Mantenimiento: Guía Para El Responsable de la Conservación de los Locales e Instalaciones, (no dice que edición es creo que la primera), Madrid: Editorial Fundación Confemetal: 1999

### 5.1.1. Codificación de las maquinas

En la codificación de los equipos se asigna el nivel (5) de la norma en el cual se debe asignar a cada máquina el código con las tres primeras consonantes de su nombre como se puede observar en la siguiente tabla

MAQUINA	CODIGO
ACANALADORA	ACN
AFILADOR DE HERRAMIENTAS 1 MEC	AFH
CENTRO DE MECANIZADO DOOSAN DNM-500	CMD
CENTRO DE TORNEADO DOOSAN PUMA 2600Y	CTD
DIFERENCIAL ELECTRICA BAUKER 1000 KG DEMK	DEB01
DIFERENCIAL ELECTRICA BAUKER 1000 KG DEMK	DEB02
DIFERENCIAL ELECTRICA BAUKER 1000 KG DEMK	DEB05
DIFERENCIAL ELECTRICA BAUKER 500 KG DEMK	DEB04
ESMERIL DE PIEDRA 1 MEC	EMP
FRESADORA MILWAUKEE	FRM
FRESADORA UNIVERSAL ZAYER 4-M	FUZ
RECTIFICADORA BIKAIN 1	RCT
TALADRO DE ARBOL 1 MEC	TAM
TALADRO DE ARBOL KAZALIK	TAK
TALADRO DE ARBOL TAGO	TAT
TALADRO RADIAL JET JRD 700	TRJ
TALADRO RADIAL KAZANLIK BH32	TRK
TALADRO RADIAL MASS	TRM
TORNO CNC LEADWELL LTC-20B	TCL
TORNO CNC LEADWELL T7	TCT
TORNO CNC SL-12 MILLTRONICS	TCM
TORNO CONVENCIONAL 1500	TRC
TORNO CONVENCIONAL GURUZPE SUPER A X39	TCG
TORNO CONVENCIONAL JUMBO 2000- 1	TCJ01
TORNO CONVENCIONAL JUMBO 2000- 2	TCJ02
TORNO CONVENCIONAL TARNOW TUJ 50 (1)	TCT01
TORNO CONVENCIONAL TARNOW TUJ 50 (2)	TCT02
TORNO CONVENCIONAL TOSS SR-5001	TTS

CALENTADOR DE BARILLA	CLB
CILINDRADORA 01	CLD
CIZALLA UNIVERSAL PEDDINGHAUS MASCH 1160	CUP
CORTADORA DE DISCO	CRD
DOBLADORA HIDRAULICA YAWEY PBA - 160	DHL
DOBLADORA MECANICA DE LAMINA NIAGRA	DML
GUILLOTINA FRANCO HERMANOS FH -96-10 06	GFH
GUILLOTINA HUDRAULICA KASANEVE QC12Y - 6*3200	GHK
LIJADORA SINFÍN VERTICAL	LSV
MESA DE CORTE PLASMA CNC STEEL TAILOR SMART 02	MCP
PLASMA MANUAL THERMAL DINAMICS PLUS 75 XL 01	PMT
PLASMA HYPER THERM POWERMAX 45 02	PHP
PRENSA HIDRAULICA 150 TON	PRH
SEGUETA SIERRA SINFÍN BEHRT	SSS
SOLDADOR DE PUNTO 1 GA	SPG01
SOLDADOR DE PUNTO 2 GA	SPG02
SOLDADOR DE TOPE	SLT
TALADRO RADIAL ARBOGA 02	TRA
TROQUELADORA ZANI 65 TON	TRQ

**Tabla 6. Codificación de las máquinas**

### 5.1.2. Listado de máquinas inventariada, área de mecanizado

ÁREA MECANIZADO	
LISTADO DE MAQUINARIA	CODIGO
ACANALADORA	MECACN01
AFILADOR DE HERRAMIENTAS 1 MEC	MECAFH01
CENTRO DE MECANIZADO DOOSAN DNM-500	MECCMD01
CENTRO DE TORNEADO DOOSAN PUMA 2600Y	MECCTD01
DIFERENCIAL ELECTRICA BAUKER 1000 KG DEMK	MECDEB01
DIFERENCIAL ELECTRICA BAUKER 1000 KG DEMK	MECDEB02
DIFERENCIAL ELECTRICA BAUKER 1000 KG DEMK	MECDEB05

DIFERENCIAL ELECTRICA BAUKER 500 KG DEMK	MECDEB04
ESMERIL DE PIEDRA 1 MEC	MECEMP01
FRESADORA MILWAUKEE	MECFRM01
FRESADORA UNIVERSAL ZAYER 4-M	MECFUZ01
RECTIFICADORA BIKAIN 1	MECRCT01
TALADRO DE ARBOL 1 MEC	MECTAM01
TALADRO DE ARBOL KAZALIK	MECTAK01
TALADRO DE ARBOL TAGO	MECTAT01
TALADRO RADIAL JET JRD 700	MECTRJ01
TALADRO RADIAL KAZANLIK BH32	MECTRK01
TALADRO RADIAL MASS	MECTRMO1
TORNO CNC LEADWELL LTC-20B	MECTCL01
TORNO CNC LEADWELL T7	MECTCT01
TORNO CNC SL-12 MILLTRONICS	MECTCM01
TORNO CONVENCIONAL 1500	MECTRC01
TORNO CONVENCIONAL GURUZPE SUPER A X39	MECTCG01
TORNO CONVENCIONAL JUMBO 2000- 1	MECTCJ01
TORNO CONVENCIONAL JUMBO 2000- 2	MECTCJ02
TORNO CONVENCIONAL TARNOW TUJ 50 (1)	MECTCT01
TORNO CONVENCIONAL TARNOW TUJ 50 (2)	MECTCT02
TORNO CONVENCIONAL TOSS SR-5001	MECTTS01

**Tabla 7. Inventario área de mecanizado**

### 5.1.3. Listado de máquinas inventariadas, área metalistería


AREA METALISTERIA	
LISTADO DE MAQUINARIA	CODIGO
CALENTADOR DE VARILLA	METCLB01
CILINDRADORA 01	METCLD01
CIZALLA UNIVERSAL PEDDINGHAUS MASCH 1160	METCUP01
CORTADORA DE DISCO	METCRD01
DOBLADORA HIDRAULICA YAWEY PBA - 160	METDHL01
DOBLADORA MECANICA DE LAMINA NIAGRA	METDML01
GUILLOTINA FRANCO HERMANOS FH -96-10 06	METGFH01
GUILLOTINA HUDRAULICA KASANEVE QC12Y - 6*3200	METGHK01
LIJADORA SINFÍN VERTICAL	METLSV01
MESA DE CORTE PLASMA CNC STEEL TAILOR SMART 02	METMCP01
PASMA MANUAL THERMAL DINAMICS PLUS 75 XL 01	METPMT01
PLASMA HYPERTHERM POWERMAX 45 02	METPHP01
PRENSA HIDRAULICA 150 TON	METPRH01
SEGUETA SIERRA SINFÍN BEHRT	METSSS01
SOLDADOR DE PUNTO 1 GA	METSPG01
SOLDADOR DE PUNTO 2 GA	METSPG02
SOLDADOR DE TOPE	METSLT01
TALADRO RADIAL ARBOGA 02	METTRA01
TROQUELADORA ZANI 65 TON	METTRQ01

**Tabla 8. Inventario área de metalistería**

## 5.2. FICHA TECNICA

El formato de ficha técnica recopila la información básica del equipo y cada una de actividades del mantenimiento realizado al equipo, creando un historial que permitirá la supervisión y diagnóstico de los equipos. El formato de ficha lleva los siguientes datos:

- Datos del equipo
- Trabajos
- Sistemas
- Características técnicas
- Datos de los motores
- Observación

		FICHA TECNICA			
		DATOS DEL EQUIPO			
(FOTOGRAFIA DEL EQUIPO)					
EQUIPO		CODIGO	MODELO	SERIE	
FABRICANTE			AÑO DE FABRICACION		
PESO TOTAL	DIMENSIONES		X	Y	Z
TRABAJO					
TURNO	CRITICO	ESPORADIC O		INTERMITENTE	
SISTEMAS					
ELECTRICO		VOLTAJE	CORRIENTE	FRECUENCIA	
HIDRAULICO		TIPO			

REFRIGERACION								
LUBRICACION								
NEUMATICO								
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>								
<b>MOTORES ELECTRICOS</b>								
No	FUNCION	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
OBSERACIONES								

**Tabla 9. Formato Ficha Técnica**

### 5.3. HOJA DE VIDA

En este documento se recopilan las actividades de mantenimiento realizadas al equipo, ordenados por fecha, este documento nos permite verificar las tareas realizadas en el mantenimiento sin tener que ver todas las órdenes de trabajo lo que nos disminuye el tiempo de búsqueda agilizando el diagnostico en caso de falla del equipo. La hoja de vida tiene información sobre la fecha, el tipo de mantenimiento, la descripción de los trabajos realizados, los repuestos usados, y el personal responsable.

	<b>HOJA DE VIDA</b>
---	---------------------



## 6. ANALISIS DE CRITICIDAD

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

Definición de los rangos de nivel de riesgo a ser evaluados por la expresión de riesgo se presenta a continuación:

BAJO	
MEDIO	
MEDIO ALTO	
ALTO	

Tabla 11. Nivel de Criticidad

A continuación se muestra el estado de criticidad dando la siguiente clasificación de criticidad para los equipos:

- El color rojo indica los **críticos** y se encuentra en un rango de (35-52).
- El color amarillo indica los **medianamente críticos** y se encuentra en un rango de (14-34)
- El color verde indica los **no críticos** y se encuentra en un rango de (0-13)

### 6.1. MATRIZ DE CRITICIDAD DE PENAGOS & CIA LTDA.

EQUIPO	CODIGO	CRITICIDAD TOTAL	CODIGO DE COLOR
ACANALADORA	MECACN01	8	

AFILADOR DE HERRAMIENTAS 1 MEC	MECAFH01	8	
CENTRO DE MECANIZADO DOOSAN DNM-500	MECCMD01	15	
CENTRO DE TORNEADO DOOSAN PUMA 2600Y	MECCTD01	20	
DIFERENCIAL ELECTRICA BAUKER 1000 KG DEMK	MECDEB01	11	
DIFERENCIAL ELECTRICA BAUKER 1000 KG DEMK	MECDEB02	11	
DIFERENCIAL ELECTRICA BAUKER 1000 KG DEMK	MECDEB05	11	
DIFERENCIAL ELECTRICA BAUKER 500 KG DEMK	MECDEB04	9	
ESMERIL DE PIEDRA 1 MEC	MECEMP01	10	
FRESADORA MILWAUKEE	MECFRM01	21	
FRESADORA UNIVERSAL ZAYER 4- M	MECFUZ01	18	
RECTIFICADORA BIKAIN 1	MECRCT01	12	
TALADRO DE ARBOL 1 MEC	MECTAM01	8	
TALADRO DE ARBOL KAZALIK	MECTAK01	8	
TALADRO DE ARBOL TAGO	MECTAT01	13	
TALADRO RADIAL JET JRD 700	MECTRJ01	13	
TALADRO RADIAL KAZANLIK BH32	MECTRK01	15	
TALADRO RADIAL MASS	MECTR01	14	
TORNO CNC LEADWELL LTC-20B	MECTCL01	8	

TORNO CNC LEADWELL T7	MECTCT01	<b>34</b>	
TORNO CNC SL-12 MILLTRONICS	MECTCM01	<b>18</b>	
TORNO CONVENCIONAL 1500	MECTRC01	<b>10</b>	
TORNO CONVENCIONAL GURUZPE SUPER A X39	MECTCG01	<b>12</b>	
TORNO CONVENCIONAL JUMBO 2000- 1	MECTCJ01	<b>19</b>	
TORNO CONVENCIONAL JUMBO 2000- 2	MECTCJ02	<b>17</b>	
TORNO CONVENCIONAL TARNOW TUJ 50 (1)	MECTCT01	<b>8</b>	
TORNO CONVENCIONAL TARNOW TUJ 50 (2)	MECTCT02	<b>10</b>	
TORNO CONVENCIONAL TOSS SR- 5001	MECTTS01	<b>12</b>	
CALENTADOR DE BARILLA	METCLB01	<b>8</b>	
CILINDRADORA 01	METCLD01	<b>7</b>	
CIZALLA UNIVERSAL PEDDINGHAUS MASCH 1160	METCUP01	<b>9</b>	
CORTADORA DE DISCO	METCRD01	<b>10</b>	
DOBLADORA HIDRAULICA YAWEY PBA - 160	METDHL01	<b>7</b>	
DOBLADORA MECANICA DE LAMINA NIAGRA	METDML01	<b>7</b>	
GUILLOTINA FRANCO HERMANOS FH -96-10 06	METGFH01	<b>7</b>	

GUILLOTINA HUDRAULICA KASANEVE QC12Y - 6*3200	METGHK01	10	
LIJADORA SINFÍN VERTICAL	METLSV01	6	
MESA DE CORTE PLASMA CNC STEEL TAILOR SMART 02	METMCP01	10	
PLASMA MANUAL THERMAL DINAMICS PLUS 75 XL 01	METPMT01	9	
PLASMA HYPERTHERM POWERMAX 45 02	METPHP01	7	
PRENSA HIDRAULICA 150 TON	METPRH01	9	
SEGUETA SIERRA SINFÍN BEHRT	METSSS01	8	
SOLDADOR DE PUNTO 1 GA	METSPG01	10	
SOLDADOR DE PUNTO 2 GA	METSPG02	10	
SOLDADOR DE TOPE	METSLT01	8	
TALADRO RADIAL ARBOGA 02	METTRA01	7	
TROQUELADORA ZANI 65 TON	METTRQ01	12	

**Tabla 12. Matriz de Criticidad PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda.**

## 6.2. FRECUENCIA DE FALLA

Representa las cantidad de eventos que ocurren en un componente de sistema que produce un mal funcionamiento, causando una parada este se mide en un periodo de tiempo de un año.

## 6.3. TIEMPO PROMEDIO FUERA DE SERVICIO

Es el tiempo promedio empleado para reparar el mal funcionamiento, este mide la efectividad que se emplea para regresar a las óptimas condiciones de operatividad el sistema.

#### **6.4. COSTO DE MANTENIMIENTO**

Es el costo promedio por fallas que se emplea para regresar a las óptimas condiciones de operación.

#### **6.5. IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTAL**

Representa la cantidad de eventos que ocasionan daños o violación a las normas que regulan los impactos ambientales que causan pérdidas a la empresa.

#### **6.6. IMPACTO SOCIAL**

Representa la cantidad de eventos que puede ocasionar los equipos o instalaciones a la seguridad y salud de los trabajadores.

#### **6.7. CÓDIGOS DE FALLA**

Los códigos de falla incluidos en la norma ISO 14224 en su segunda edición del 15 de diciembre del 2006. Estos códigos son recomendaciones, debido a que se encuentran adaptados a la industria petrolera por lo que para otras industrias pueden tener variaciones, pero se aconseja seguir los criterios por a mostrado excelentes resultados en su aplicación.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> ROSALER, Robert C. Manual del ingeniero de planta. Mac Graw Hill. Interamericana de ediciones, S.A de C.V: 2002.

**CODIGOS DE MODOS DE FALLA**

**Definición:** Modo de falla, es la **falla observada** y la razón por la cual se abre la Orden de trabajo

Los códigos marcados en negrilla aplican para todos los equipos. Los otros solo aplican para algunas clases de equipos según matriz mostrada en la siguiente hoja.

Estos códigos están basados en el estándar ISO 14224 y son los usados en la industria del petróleo a nivel mundial.

Solo se debe usar en la Orden de trabajo, cuando la razón de apertura sea relativa a una **falla** de un equipo. Otros trabajos, como inspecciones, toma de datos, modificaciones, mantenimientos preventivos rutinarios, etc., no deben llevar modo de falla ya que en estos casos no hay falla

El propósito de este código es identificar las fallas que nos suceden, con el fin de eliminarlas o minimizarlas hasta donde sea posible.

<b>CODIGO</b>	<b>DEFINICION EN INGLES</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>AIR</b>	Abnormal instrument reading	Lectura anormal de parámetro	Falsa alarma, lectura falsa o errónea, discrepancia de lecturas, etc..
<b>BRD</b>	Breakdown	Parada por rotura de algo	Daño serio. (Rotura, cizalladura, explosión, etc..)

CODIGO	DEFINICION EN INGLES	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN
DOP	Delay operation	Demora en operar	Apertura / cierre por debajo del tiempo especificado
ELF	External leakage-fuel	Fuga externa de combustible	Fuga externa de ACPM o Gas
ELP	External leakage process medium	Fuga externa del medio de proceso	Escape del medio de proceso al medio ambiente
ELU	External leakage utility medium	Fuga externa de servicio	Aceite, refrigerante, etc..
ERO	Erratic Output	Salida errada	Oscilaciones o hunting, lectura no legible
FOF	Faulty output frequency	Defecto en la salida de frecuencia	
FOV	Faulty output voltage	Defecto en la salida de voltaje	
FTC	Fail to close on demand	Falla para cerrar	No cierra o cierra parcialmente
FTF	Fail to function on demand	Falla cuando se necesita	
FTO	Fail to open on demand	Falla para abrir	No abre o abre parcialmente
FTR	Fail to regulate	No regula	(para válvulas de control)
FTS	Fail to start on demand	No arranca	La máquina no puede arrancar
HIO	High. output	Alta salida	Sobre-velocidad / Sobrepassa especificaciones
HIU	High output, unknown reading	Salida alta, lectura desconocida	
IHT	Insufficient heat transfer	Insuficiente transferencia de calor	Enfriamiento o calentamiento
INL	Internal leakage	Fuga interna	Fuga interna de agua. No incluye pase de una válvula
LCP	Leakage in closed position	Fuga en posición cerrada	Fuga de una válvula en posición cerrada
LOO	Low output	Baja salida	Salida por debajo de las especificaciones deseadas
LOW	Low output, unknown reading	Salida baja, lectura desconocida	
NOI	Noise	Ruido	Ruido excesivo o extraño

**Figura 5. Códigos de Modos de falla**

<b>CODIGO</b>	<b>DEFINICION EN INGLES</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>NOO</b>	No output	No da salida	lecturas menores de 10%lel
<b>OHE</b>	Overheating	Sobre-calentamiento	Engine component, exhaust
<b>OTH</b>	other	Otros	Especificar en comentarios
<b>OWD</b>	Operates without demand	Opera cuando no se necesita	Alarma o señal falsa.
<b>PDE</b>	Parameter deviation	Desviación de parámetro	Parámetro monitoreado excedido en tolerancias. Alto, bajo, mucho, poco, etc.
<b>PLU</b>	Plugged / Choked	Taponado o tapado	Restricción total o parcial debida a hidratos, mugre, etc..
<b>SER</b>	Minor in-service problems	Problemas menores	El equipo presenta algún daño, pero continúa efectuando su función.
<b>SHH</b>	Spurious high level alarm signal	Salida por señal de alto	60%lel
<b>SLL</b>	Spurious low level alarm signal	Salida por señal de bajo	20%lel
<b>SPS</b>	Spurious stop	Se apagó intempestivamente	Parada intempestiva d la máquina
<b>STD</b>	Structural deficiency	Deficiencia estructural	Rotura de culatas, soportes, carcaza, etc..
<b>STP</b>	Fail to stop	No para	La máquina no se puede detener, o el proceso de parada no es el correcto
<b>SYN</b>	Fail to synchronise	Falla al sincronizar	No se puede sincronizar el generador
<b>UNK</b>	Unknown	Desconocido Inadecuado	Se desconoce mas información
<b>VIB</b>	Vibration	Vibración	Vibración excesiva
<b>VLO</b>	Very low output	Salida muy baja	11-30lel
<b>NIVE</b>		Completar nivel	Normalmente usado para completar nivel de las turbinas. No es ISO.

Los códigos estándar de la norma ISO 14224 solo se deben usar en la orden de trabajo, cuando la falla sea relativa al equipo, en los formatos de inspección, mantenimientos preventivos, etc., no deben utilizarse modo de falla porque en estos casos no hay falla.

El propósito de este código es condensación de la información para que sea de fácil acceso para su estudio.

## **7. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA HERMANOS PENAGOS & CIA**

Debido a la necesidad de la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA para planificar, ejecutar y programar las tareas de mantenimiento se propone un programa de mantenimiento preventivo para las áreas de mecanizado y metalistería.

Se desarrolló el programa de mantenimiento preventivo por máquina de forma periódica con la información suministrada en los manuales de los fabricantes, la experiencia de los técnicos y operarios.

### **7.1. DOCUMENTOS DE INFORMACIÓN**

La empresa PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda., en sus área de mantenimiento para el adecuado manejo de la información se implementan los formatos de información que tiene la empresa por sugerencia del director de mantenimiento para evitar traumatismo con los sistemas que se tienen.

El proceso de manejo de la documentación tiene que hacerse de manera eficiente y eficaz para esto debe tener la información básica de cada máquina y un análisis detallado de los procedimientos a realizar en los mantenimientos. Introducir esta información en la base de datos del software nos permitirá ser más efectivos en la evaluación, diagnóstico e planificación de los procesos de mantenimiento.

Con la información consignada en los formatos se evaluarán 5 indicadores, disponibilidad, mantenibilidad, confiabilidad, porcentaje de mantenimientos preventivos y correctivos realizados<sup>[er1]</sup><sub>[M2]</sub>.

### **7.2. ORDEN DE SERVICIO**

Para la gestión del mantenimiento se consigna las tareas a realizar, se llenan los datos como:

- Especificaciones del equipo.
- Reportes de mantenimiento.
- Descripción del trabajo a realizar.
- Tiempo del mantenimiento y parada de la máquina.
- Reporte de fallas
- Tiempo de inicio y finalización
- echas de solicitud del servicio

**Figura 6. Ficha solicitud de servicio**

CODIGO:  
REVISION:  
FECHA DE REVISION:



SOLICITUD DE SERVICIO

FECHA:					
SECCION:		MAQUINA		NOMBRE DEL OPERARIO	
<b>SERVICIO SOLICITADO</b>					
REPARACION		MTO. MECANICO		MTO. PREVENTIVO	
MTO. ELECTRICO		MTO. CORRECTIVO		OTROS	
<b>DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO SOLICITADO</b>					
<b>DESCRIPCIÓN DE ACCIONES REALIZADAS</b>					
<b>MATERIAL EMPLEADO</b>					
SERVICIO SOLICITADO POR				HORA SOLICITUD	
SERVICIO REALIZADO POR				HORA ENTREGA	
TOTAL HORAS DE MTO.					
TOTAL HORAS PARADA				RECIBO A CONFORMIDAD	

### 7.3. ORDEN DE TRABAJO

La orden de trabajo se desarrolla a partir de la solicitud de servicio, por lo que se debe tener una correlación de una con otra, donde la información sea verídica, de

fácil manejo por parte de personal de mantenimiento. Esta orden debe ser diligenciada por el técnico y evaluada por el director de mantenimiento.

**Figura 7. Ficha orden de trabajo**

ORDEN DE TRABAJO



SOLICITADA POR:		FECHA: HORA:	SOLICITUD DE TRABAJO N°:		
		CÓDIGO:	TIPO SOLICITUD NORMAL: URGENTE:		
D.TO. ADMS. Y CONTROL DE LA PRODUCCION GENERA ORDEN DE TRABAJO DE MITO: SI: NO:					
PARTE	ANOMALIA	CAUSA		POSIBLE SOLUCION	
SOLICITADA POR: FIRMA FECHA		REVISADA POR: FIRMA FECHA		AUTORIZADA POR: FIRMA FECHA	
ORDEN DE TRABAJO ASIGNADA POR:		ORDEN DE TRABAJO ASIGNADA A:	FECHA	ORDEN DE TRABAJO DE MITO N°:	
N°	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR				
TIPO DE ORDEN DE TRABAJO NORMAL: URGENTE:		CONDICION DE PARADA CON O SIN PERDIDA DE PRODUCCIÓN			
		TIPO DE MITO: Mto mecánico Mto correctivo			
N°	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	VALOR UNI	VALOR TOTAL
DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS ENCONTRADOS			FECHA DE INICIO		
			HORA:		
			FECHA DE TERMINACIÓN		
			HORA:		
DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS			COSTOS		
			MANO DE OBRA	\$	
			MATERIALES	\$	
			TOTAL	\$	
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES					
EJECUTO: FIRMA FECHA			RECIBÍ Y APROBÓ: FIRMA FECHA		

## 7.4. INSPECCIÓN DE LOS EQUIPOS

Para un manejo adecuado del mantenimiento preventivo es necesario aplicar herramientas como los mantenimientos autónomos.


**Mantenimiento autónomo.** En un mantenimiento autónomo la información se debe recopilar por parte de los operarios cuando se realiza la preparación del equipo o después, además deben realizar las tareas de limpieza, inspección del equipo, lubricación básica y calibración.

Se deben reportar las fallas del equipo que no se pueden reparar y que necesiten programarse.

La inspección de los equipos es una labor importante, para ello se debe llenar un formato de inspección por equipo donde se consignan las situaciones que presenten las máquinas.

### 7.4.1. Orden de inspección

Figura 8. Ficha orden de inspección

		HOJA DE INSPECCION DE LOS EQUIPOS	
EQUIPO	CODIGO		
FECHA	FRECUENCIA		
ACTIVIDADES	REALIZADA		OBSERVACIONES
	SI	NO	

## **7.5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

En la tabla 13 y 14 se muestran los cronogramas asignados para llevar a cabo el mantenimiento preventivo en la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda.



Tabla 14. Cronograma de mantenimiento de la empresa

MAQUINARIA	PRIORIDAD DEL MANTENIMIENTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
CENTRO DE TORNEADO DOOSAN PUMA 2600Y	2MESES												
CENTRO DE MECANIZADO DOOSAN DNM-500	2MESES												
ESMERIL DE PIEDRA 1 MEC	2MESES												
TORNO CONVENCIONAL TOSS SR-5001	2MESES												
TORNO CNC LEADWELL T7	2MESES												
TALADRO DE ARBOL KAZALIK	4MESES												
TALADRO DE ARBOL 1 MEC	4MESES												
TORNO CNC SL-12 MILLTRONICS	2MESES												
TORNO CONVENCIONAL 1500	3MESES												
TALADRO DE ARBOL TAGO	4MESES												
ACANALADORA	4MESES												
TORNO CONVENCIONAL TARNOW TUJ 50 (1)	3MESES												
TORNO CONVENCIONAL TARNOW TUJ 50 (2)	3MESES												
TALADRO RADIAL MASS	3MESES												
FRESADORA UNIVERSAL ZAYER 4-M	3MESES												
RECTIFICADORA BIKAIN 1	3MESES												
TALADRO RADIAL JET JRD 700	3MESES												
TORNO CONVENCIONAL GURUZPE SUPER A X39	3MESES												
FRESADORA MILWAUKEE	3MESES												
TORNO CONVENCIONAL JUMBO 2000- 1	3MESES												
TORNO CONVENCIONAL JUMBO 2000- 2	3MESES												
AFILADOR DE HERRAMIENTAS 1 MEC	4MESES												
DIFERENCIAL ELECTRICA BAUKER 500 KG DEMK	6MESES												

DIFERENCIAL ELECTRICA BAUKER 1000 KG DEMK	6MESES													
DIFERENCIAL ELECTRICA BAUKER 1000 KG DEMK	6MESES													
DIFERENCIAL ELECTRICA BAUKER 1000 KG DEMK	6MESES													
TALADRO RADIAL KAZANLIK BH32	4MESES													
SEGUETA SIERRA SINFÍN BEHRT	2MESES													
PRENSA HIDRAULICA 150 TON	3MESES													
PLASMA MANUAL THERMAL DINAMICS PLUS 75 XL 01	2MESES													
TROQUELADORA ZANI 65 TON	3MESES													
MESA DE CORTE PLASMA CNC STEEL TAILOR SMART 02	2MESES													
PLASMA HYPER THERM POWERMAX 45 02	2MESES													
SOLDADOR DE PUNTO 1 GA	3MESES													
SOLDADOR DE PUNTO 2 GA	3MESES													
GUILLOTINA HUDRAULICA KASANEVE QC12Y - 6*3200	3MESES													
GUILLOTINA HUDRAULICA KASANEVE QC12Y - 6*3200	3MESES													
GUILLOTINA FRANCO HERMANOS FH -96-10 06	1MES													
LIJADORA SINFÍN VERTICAL	4MESES													
CIZALLA UNIVERSAL PEDDINGHAUS MASCH 1160	3MESES													
TALADRO RADIAL ARBOGA 02	3MESES													
TORNO CNC LEADWELL LTC-20B	2MESES													
TORNO CONVENCIONAL WARNER M1200 - 01	3MESES													
TORNO CONVENCIONAL WARNER M1200 - 02	3MESES													
SOLDADOR DE TOPE	4 MESES													
CALENTADOR DE VARILLA	4 MESES													
CENTRIFUGA NA 01	3MESES													
CORTADORA DE DISCO	2MESES													

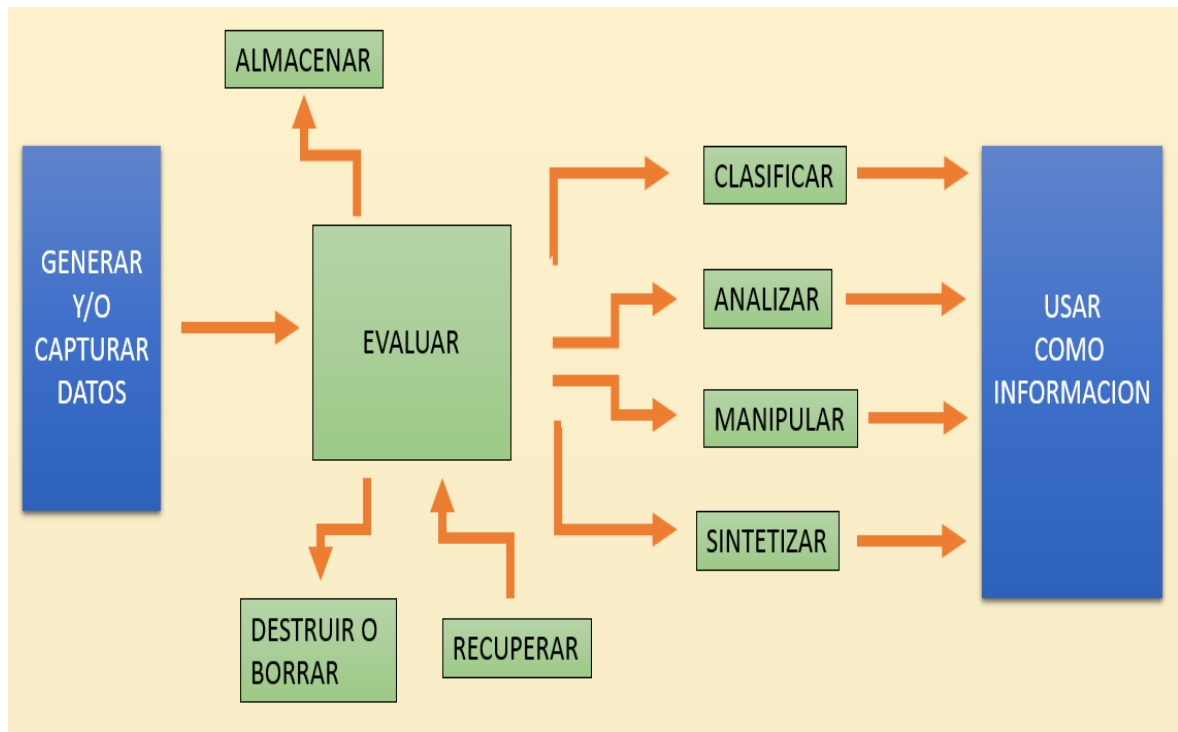
## 8. SISTEMA DE INFORMACION COMPUTARIZADO PARA LA GESTION DEL MANTENIMIENTO

### 8.1. SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Es un conjunto de elementos que se integran para de esta manera apoyar las actividades que desarrolla una empresa. Estos se recolectan dentro del entorno de la empresa, luego los generamos, procesamos y almacenamos, lo que nos ayudara a planear y controlar los procesos que estamos estudiando.

Los datos deben ser un sistema compartido e interrelacionado permitiendo que la información fluya en las diferentes dependencias en tiempo real. El propósito de la recolección de la información es la evaluar, clasificar, analizar, manipular, sintetizar y almacenar estos pasos que son necesarios para la acertada toma de decisiones.

Figura 9. Ciclo de vida de los datos



Fuente: Proyecto de grado Carvajalino p.75

Un sistema de información de mantenimiento más que un software, es una metodología de gestión y administración de mantenimiento, que permite a las empresas obtener resultados en cuanto a:

- Definición de procesos óptimos
- Normalización de procedimientos.
- Análisis de eventos.
- Conocimiento de los costos.
- Obtención de indicadores de gestión.

## **8.2. ACTIVIDADES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

Los sistemas de información realizan cuatro actividades básicas: entrada, almacenamiento, procesamiento y salida de información.

### **8.2.1. Entrada de Información:**

Es el proceso mediante el cual el Sistema de formación toma los datos que requiere para procesar la información. Las entradas pueden ser manuales o automáticas. Las manuales son aquellas que se proporcionan en forma directa por el usuario, mientras que las automáticas son datos o información que provienen o son tomados de otros sistemas o módulos. Esto último se denomina interfaces automáticas.

Las unidades típicas de entrada de datos a las computadoras son las terminales, las cintas magnéticas, las unidades de diskette, los códigos de barras, los escáner, la voz, los monitores sensibles al tacto, el teclado y el mouse, entre otras.

### **8.2.2. Almacenamiento de información:**

El almacenamiento es una de las actividades o capacidades más importantes que tiene una computadora, ya que a través de esta propiedad el sistema puede recordar la información guardada en la sección o proceso anterior. Esta información suele ser almacenada en estructuras de información denominadas archivos. La

unidad típica de almacenamiento son los discos magnéticos o discos duros, los discos flexibles o diskettes y los discos compactos (CD-ROM).

### **8.2.3. Procesamiento de Información:**

Es la capacidad del Sistema de Información para efectuar cálculos de acuerdo con una secuencia de operaciones preestablecida. Estos cálculos pueden efectuarse con datos introducidos recientemente en el sistema o bien con datos que están almacenados. Esta característica de los sistemas permite la transformación de datos fuente en información que puede ser utilizada para la toma de decisiones, lo que hace posible, entre otras cosas, que un tomador de decisiones genere una proyección financiera a partir de los datos que contiene un estado de resultados o un balance general de un año base.

### **8.2.4. Salida de Información:**

La salida es la capacidad de un Sistema de Información para sacar la información procesada o bien datos de entrada al exterior. Las unidades típicas de salida son las impresoras, terminales, diskettes, cintas magnéticas, la voz, las impresiones y los plotters, entre otros. Es importante aclarar que la salida de un Sistema de Información puede constituir la entrada a otro Sistema de Información o módulo. En este caso, también existe una interface automática de salida. Por ejemplo, el Sistema de Control de Clientes tiene una interface automática de salida con el Sistema de Contabilidad, ya que genera las pólizas contables de los movimientos procesales de los clientes.

## **8.3. TECNOLOGÍAS DE DESARROLLO DE PÁGINAS WEB DINÁMICAS**

Las páginas dinámicas aportan grandes beneficios porque permiten entrar a bases de datos para extraer información que pueda presentarse al usuario, dependiendo de algunos permisos y de la misma forma para almacenar información.

Existen diferentes tecnologías para el desarrollo de páginas dinámicas entre ellas están:

### **8.3.1. Código del Lado del Cliente (Client Side Scripts).**

Código ejecutado por los navegadores, el cual los computadores clientes tienen instalados. Las tecnologías más comunes de este tipo son:

- JavaScript: Lenguaje de programación interpretado, es decir, que no requiere compilación, utilizado principalmente en páginas web, con una sintaxis semejante a la del lenguaje Java y el lenguaje C. Permite, crear ventanas, mostrar texto en movimiento y verificar las entradas a un formulario.
- Controles Activos: tecnología Microsoft que permite la creación de aplicaciones Windows, como pueden ser Visual Basic Script o Visual C. Es la respuesta de Microsoft a los Applets de Java.
- Java Applets: Programas escritos en lenguaje de programación Java, se incrustan en HTML y se ejecutan en el navegador gracias a la Máquina Virtual de Java (JVM) que lleva éste incorporado.

### **8.3.2. Código del Lado del Servidor (Server Side Scripts).**

Código que se ejecuta en el servidor. Para su actividad el programa ejecuta y procesa los datos o peticiones que el usuario envía desde su navegador, para luego enviar los resultados del programa en una página HTML que el usuario verá normalmente en su navegador. Los más usados son:

- ASP (Active Server Pages): Permite crear dinámicamente páginas Web mediante HTML, scripts, y componentes de servidor ActiveX reutilizables, requiere de un computador configurado como Servidor Web de Microsoft (Microsoft Web Server), el navegador del cliente es indiferente pues el trabajo se realiza del lado del servidor. Da gran uso en la gestión de Bases de Datos ya que puede conectarse a SQL, Access, Oracle u otras.
- PHP (PHP Hypertext Pre-processor): Lenguaje de programación interpretado, diseñado para la creación de páginas web dinámicas. Es un lenguaje de código

abierto (Open Source) y gratuito. Su gran potencia se encuentra en la interacción con los motores de bases de datos como Oracle y MySQL.

- JSP (Java Server Pages): tecnología Java que permite generar contenido dinámico para web, en forma de documentos HTML, XML o de otro tipo. Permiten la utilización de código Java mediante scripts.

### **8.3.3. Tecnología aplicada.**

La tecnología aplicada para la creación del portal web que será usado localmente fue JSP, ya que permite producir aplicaciones independientes de la plataforma y portables a otros sistemas operativos y servidores web.

Las paginas JSP y servlets se ejecutan en la Máquina Virtual de Java, lo cual permite que se puedan usar en cualquier tipo de computador, siempre y cuando este instalada la Máquina Virtual de Java. Cada JSP se ejecuta en su propio contexto (llamado también hilo o hebra); pero no se comienza a ejecutar cada vez que recibe una petición, sino que persiste de una petición a la siguiente, de forma que no se pierde tiempo en invocarlo. Su persistencia permite hacer cosas de forma más eficiente como la conexión a bases de datos y manejo de sesiones.

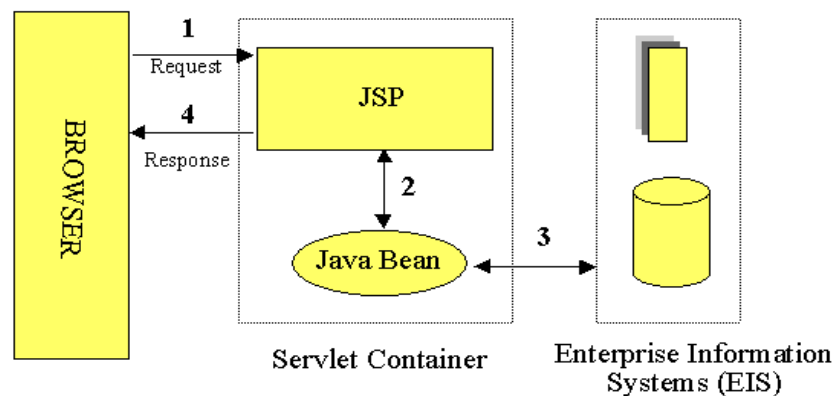
Una página JSP se compila a una aplicación Java la primera vez que se invoca, y de esta aplicación Java se crea una clase que empieza a ejecutarse en el servidor como un servlet. Un JSP es una página web con etiquetas especiales y código Java incrustado, mientras que un servlet es un programa que recibe peticiones y genera a partir de ellas una página web.

### **8.3.4. Modelo de acceso a JSP**

- Un usuario en su navegador web cliente hace una petición que es enviada a un archivo JSP. Este archivo accede a componentes del servidor que generan contenido dinámico y lo presentan en el navegador.

- Después de recibir la petición del cliente, el archivo JSP pide información de un JavaBean si es necesario.
- El JavaBean en turnos puede pedir información de otro JavaBean o de una base de datos.
- Una vez el JavaBean genera el contenido, el archivo JSP puede consultar y presentar el contenido del JavaBean al navegador.

**Figura 10. Modelo de acceso a JSP**



**Fuente: Proyecto de grado Carvajalino p.79**

La primera vez que un archivo JSP es invocado, este es compilado en un objeto, la respuesta del objeto es HTML estándar, el cual es interpretado por el navegador para ser presentado al usuario. Después de la compilación, el objeto de la página es almacenado en la memoria del servidor. En las peticiones posteriores a esta página, el servidor revisa si el archivo JSP ha cambiado. Si no ha cambiado, el servidor utiliza el objeto de la página compilada guardado en memoria para generar la respuesta al cliente, en caso contrario el servidor automáticamente compila el archivo de la página y reemplaza el objeto en la memoria.

## **8.4. BASES DE DATOS**

Una base de datos es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso, con una redundancia controlada y una estructura que refleja las interrelaciones y restricciones existentes en el mundo real. En la base de datos se almacena información considerada necesaria para una determinada organización o negocio.

Existen modelos que describen la estructura de una base de datos (entidades, atributos y relaciones), la mayoría de los modelos de datos poseen un conjunto de operaciones básicas como consultar y actualizar y eliminar.

### **8.4.1. Modelos de Bases de Datos.**

Las bases de datos se clasifican de acuerdo a su modelo de administración de datos. Algunos modelos utilizados con frecuencia son:

#### **8.4.2. Base de Datos Jerárquica.**

Estas bases de datos almacenan su información en una estructura escalonada, organizando los datos en forma similar a un árbol (visto al revés), en donde un nodo padre de información puede tener varios hijos, el nodo que no tiene padres es llamado raíz, y a los nodos que no tienen hijos se les conoce como hojas. Las bases de datos jerárquicas son especialmente útiles en el caso de aplicaciones que manejan un gran volumen de información y datos muy compartidos permitiendo crear estructuras estables y de gran rendimiento. Esta limitado por su incapacidad de representar eficientemente la redundancia de datos.

#### **8.4.3. Base de Datos de Red.**

En este modelo se permite que un mismo nodo tenga varios padres. Ofrece una solución eficiente al problema de redundancia de datos; sin embargo, la dificultad

para administrar los datos en una base de datos de red ha conllevado a que sea un modelo usado más por programadores que por usuarios finales.

#### **8.4.4. Base de Datos Relacional.**

Es el más utilizado para modelar problemas reales y administrar datos dinámicamente. Su fundamento es el uso de "relaciones". Estas relaciones podrían considerarse en forma lógica como conjuntos de datos, también llamados tuplas. Cada relación es una tabla que está compuesta por registros (las filas de una tabla), que representan las tuplas, y campos (las columnas de una tabla). Los datos pueden ser recuperados o almacenados mediante "consultas" que ofrecen una amplia flexibilidad y poder para administrar la información. El lenguaje más habitual para construir las consultas a bases de datos relacionales es el Lenguaje Estructurado de Consultas (Structured Query Language, SQL), un estándar implementado por los principales manejadores de bases de datos relacionales.

#### **8.4.5. Manejadores o Gestores de Bases de Datos.**

El sistema manejador de bases de datos es la porción más importante del software de un sistema de base de datos. Un DBMS es una colección de numerosas rutinas de software interrelacionadas, cada una de las cuales es responsable de alguna tarea específica.

Las funciones principales de un DBMS son:

- Crear y organizar la Base de Datos.
- Establecer y mantener las trayectorias de acceso a la base de datos de tal forma que los datos puedan ser capturados rápidamente.
- Manejar los datos de acuerdo a las peticiones de los usuarios.
- Registrar el uso de las bases de datos.
- Interacción con el manejador de archivos a través de las sentencias en Lenguaje Manipulador de Datos (Data Manipulation Language, DML) al comando del sistema de archivos.

- Respaldo y recuperación: Consiste en contar con mecanismos implantados que permitan la recuperación fácilmente de los datos en caso de ocurrir fallas en el sistema de base de datos.
- Control de concurrencia: consiste en controlar la interacción entre los usuarios concurrentes para preservar la consistencia de los datos.
- Seguridad e Integridad: consiste en contar con mecanismos que permitan el control de la consistencia de los datos evitando que estos se vean perjudicados por cambios no autorizados o previstos.

#### **8.4.6. MySQL.**

Es un sistema de base de datos operacional considerado uno de los más importantes, utilizado por usuarios del medio para el diseño y programación de base de datos de tipo relacional. MySQL se usa como servidor a través del cual pueden conectarse múltiples usuarios y utilizarlo al mismo tiempo. La característica más interesante de MySQL es que permite recurrir a las bases de datos multiusuario a través de la web y en diferentes lenguajes de programación y diferentes plataformas que se adaptan a diferentes necesidades y requerimientos, además MySQL es conocida por desarrollar alta velocidad de búsqueda de datos e información, a diferencia de sistemas anteriores.

#### **Ventajas de MySQL**

- El MySQL es un Open Source, o sea código abierto que puede ser usado y modificado.
- Velocidad al realizar las operaciones, lo que le hace uno de los gestores con mejor rendimiento.
- Bajo costo en requerimientos para la elaboración de bases de datos, ya que debido a su bajo consume puede ser ejecutado en una maquina con escasos recursos sin ningún problema.
- Baja probabilidad de corromper datos, incluso si los errores no se producen en el propio gestor, sino en el sistema en el que está.

- Su conectividad, velocidad, y seguridad hacen de MySQL altamente apropiado para acceder a bases de datos en internet.

## **8.5. NETBEANS**

Es un entorno de desarrollo integrado (IDE), siendo una herramienta para que los programadores puedan escribir, compilar, depurar y ejecutar programas escritos en JAVA, pero puede servir para cualquier otro tipo lenguaje de programación. Netbeans es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso.

- El Netbeans es un entorno de desarrollo integrado de código abierto escrito completamente en Java usando la plataforma Netbeans, soporta desarrollo de todos los tipos de aplicación Java (J2SE, web, EJB y aplicaciones móviles).
- La versión actual es NetBeans IDE 8.1 Desde NetBeans IDE 6.5 se extienden las características existentes del Java EE (incluyendo Soporte a Persistencia, EEJB 3 y JAX-WS). Adicionalmente, el Netbeans Enterprise Pack soporta el desarrollo de Aplicaciones empresariales java EE 5, incluyendo herramientas de desarrollo visuales de SOA, herramientas de esquemas XML, orientación a web servicios (for BPEL), y modelado UML.
- Todas las funciones del IDE son provistas por módulos. Cada Módulo provee una función bien definida, tales como el soporte de Java, edición, o soporte para el sistema de control de versiones. Netbeans contiene todos los módulos necesarios para el desarrollo de aplicaciones Java en una sola descarga, permite al usuario comenzar a trabajar inmediatamente.

## 9. ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACION PARA LA GESTION DEL MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA PENAGOS HEMANOS & CIA.

### 9.1. PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS (P.O.O)

Para el desarrollo de este proyecto se usó la Programación Orientada a Objetos (P.O.O.). La P.O.O. es una de las formas más populares de programas que usa objetos e interacciones para diseñar aplicaciones y programas de computador; intenta simular el mundo real a través del significado de objetos que contienen características y funciones; abstrae algunas características de sistemas naturales complejos como son:

- **Atributos:** estado del objeto. Características de un objeto siendo un conjunto de datos (valores) y calificadores para estos datos. Estos atributos pueden ser desde tipos de datos simples (enteros, caracteres, cadenas de texto) hasta otros objetos.
- **Métodos:** comportamiento del objeto. Son funciones o procedimientos propios de la clase que pueden tener acceso a los atributos de la misma para realizar las operaciones para los que son programados.
- **Herencia:** comportamientos comunes entre objetos relacionados para hallar relaciones de especialización y generalización de comportamientos. Se fundamenta en usar una clase ya creada para tomar sus características en clases más especializadas o derivadas de ésta para reutilizar el código que sea común con la clase base, y solamente definir nuevos métodos o redefinir algunos de los existentes para ajustarse al comportamiento particular de esta subclase.
- **Clases:** Definición de todos los elementos con los cuales está hecho un objeto. Cuando se programa un objeto y se definen sus características y funcionalidades, realmente se programa una clase. Por lo tanto, para realizar la abstracción de sistemas naturales, observamos y analizamos un grupo de

cosas con características comunes, el resultado de esta abstracción será válido para todas estas cosas.

- **Objetos:** Cualquier cosa real o abstracta, que posee atributos y un conjunto de operaciones que manipulan esos atributos que da un comportamiento particular. Un objeto es una instancia de una clase, el estado del objeto se determina por el estado (valor) de sus propiedades o características (atributos).

### **Beneficios de la Programación Orientada a Objetos**

- Permite obtener aplicaciones modificables y fácilmente extensibles a partir de componentes reutilizables.
- Disminución en el tiempo de desarrollo gracias a la reutilización del código.
- El desarrollo del software es más intuitivo porque las personas piensan naturalmente en términos de objetos más que en términos de algoritmos de software.

### **9.2. JAVA Y JDK (JAVA DEVELOPMENT KIT)**

A continuación, se presenta una breve descripción de Java, el lenguaje de programación orientado a objetos que se usó en el desarrollo de este proyecto:

Java es un lenguaje desarrollado por Sun Microsystems, en el año 2009 fue adquirida por la compañía Oracle. Permite escribir aplicaciones que puedan ejecutarse en casi cualquier plataforma. El lenguaje toma parte de la sintaxis de C y C++, pero tiene un modelo de objetos más simple y elimina herramientas de bajo nivel, que suelen inducir a muchos errores, como la manipulación directa de punteros o memoria. Además, cuenta con una característica denominada “recolección de basura”, que examina la memoria y libera cualquier variable u objeto

que no esté siendo usado. El JDK es un software que provee herramientas de desarrollo para la creación de programas en java.

Para trabajar con Java se necesita un kit de desarrollo que proporciona:

- Un compilador: javac
- Un intérprete: java.
- Un generador de documentación: javadoc
- Un visor de applet para generar sus vistas previas, ya que un applet carece de método main y no se puede ejecutar con el programa java: Appletviewer.

### **9.3. SERVIDOR WEB APACHE TOMCAT**

Un servidor web es un tipo de software que se encuentra a la espera de una petición hecha por una aplicación cliente y da respuesta a dicha petición a través de una página web. Para cada transacción el servidor debe realizar dos acciones básicas: integrar todos los componentes de la página (texto, imágenes, vídeo, scripts, etc.) y enviarla rápidamente al usuario. A continuación, se describe el servidor Web que se ajusta a la tecnología escogida para el proyecto.

**Servidor Apache Tomcat:** (también llamado Jakarta Tomcat o simplemente Tomcat). Es un servidor de aplicaciones Java basado en los estándares definidos por Sun Microsystems. Tomcat es desarrollado como parte del proyecto de código abierto Jakarta de la fundación de software Apache y es uno de los servidores de aplicaciones Java más utilizados, en especial porque es liviano, cumple con todos los estándares, sencillo de instalar, tiene muy buena documentación y es gratuito, además por ser escrito en Java funciona en cualquier sistema operativo que disponga de la Máquina Virtual de Java (JVM).

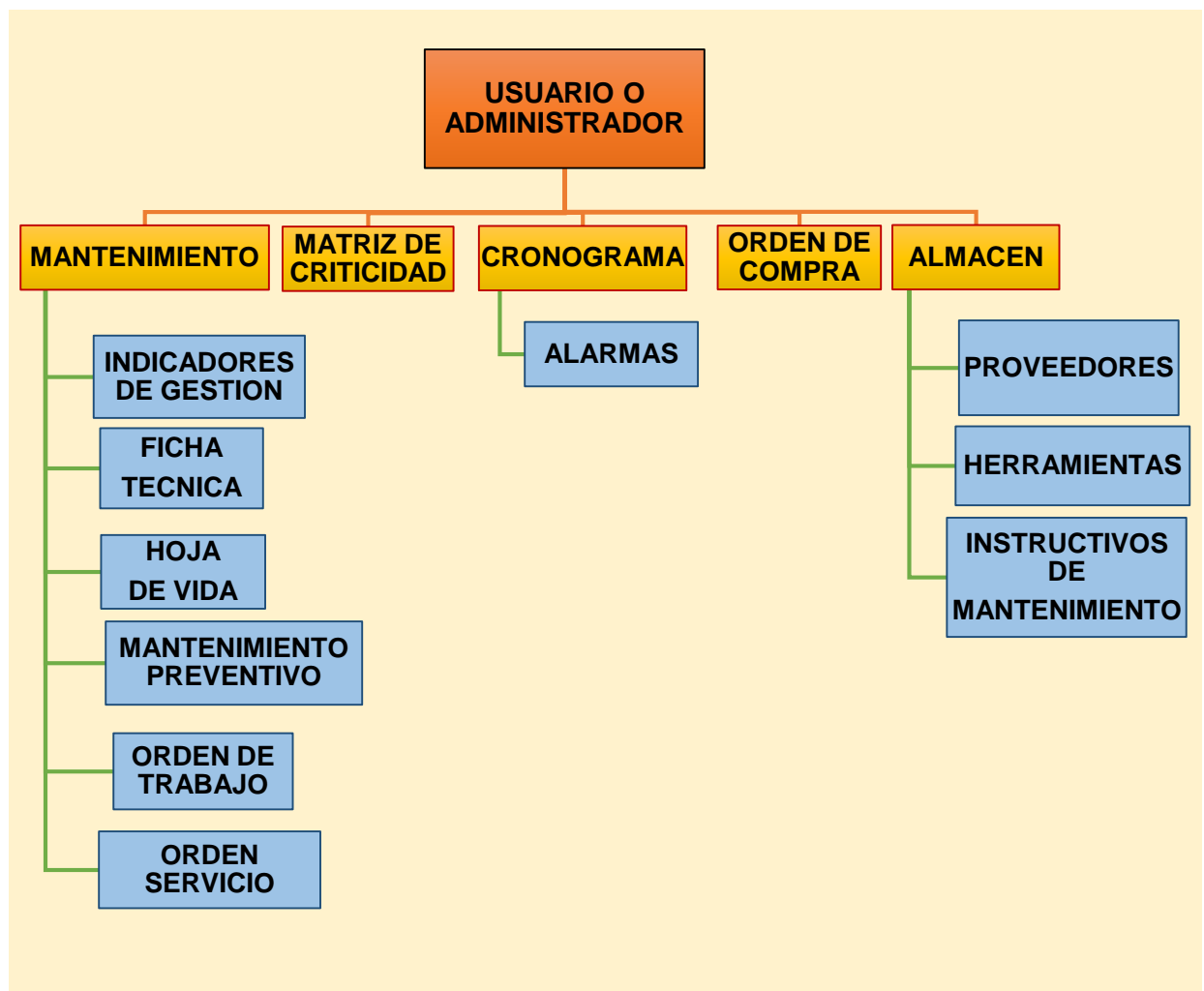
Es posible ejecutarlo desde la línea de comandos (consola o terminal), después de configurar algunas variables de entorno, sin embargo, configurar cada variable de

entorno y seguir los parámetros de la líneas de comando usados por Tomcat es tedioso y expuesto a errores, en su lugar se proporciona código existente para arrancar y detener el servicio.

#### 9.4. SOFTWARE

Para la administración del mantenimiento en la empresa se desarrolla un asistente de información que contiene los módulos apreciados en la figura. El software procesa los datos del mantenimiento que se generan en el entorno de la empresa los ayudaran a planificar y evaluar las actividades de mantenimiento.

Figura 11. Entorno del software



## 9.5. DIAGRAMA ENTIDAD RELACIÓN

Figura 12. Diagrama entidad-relación

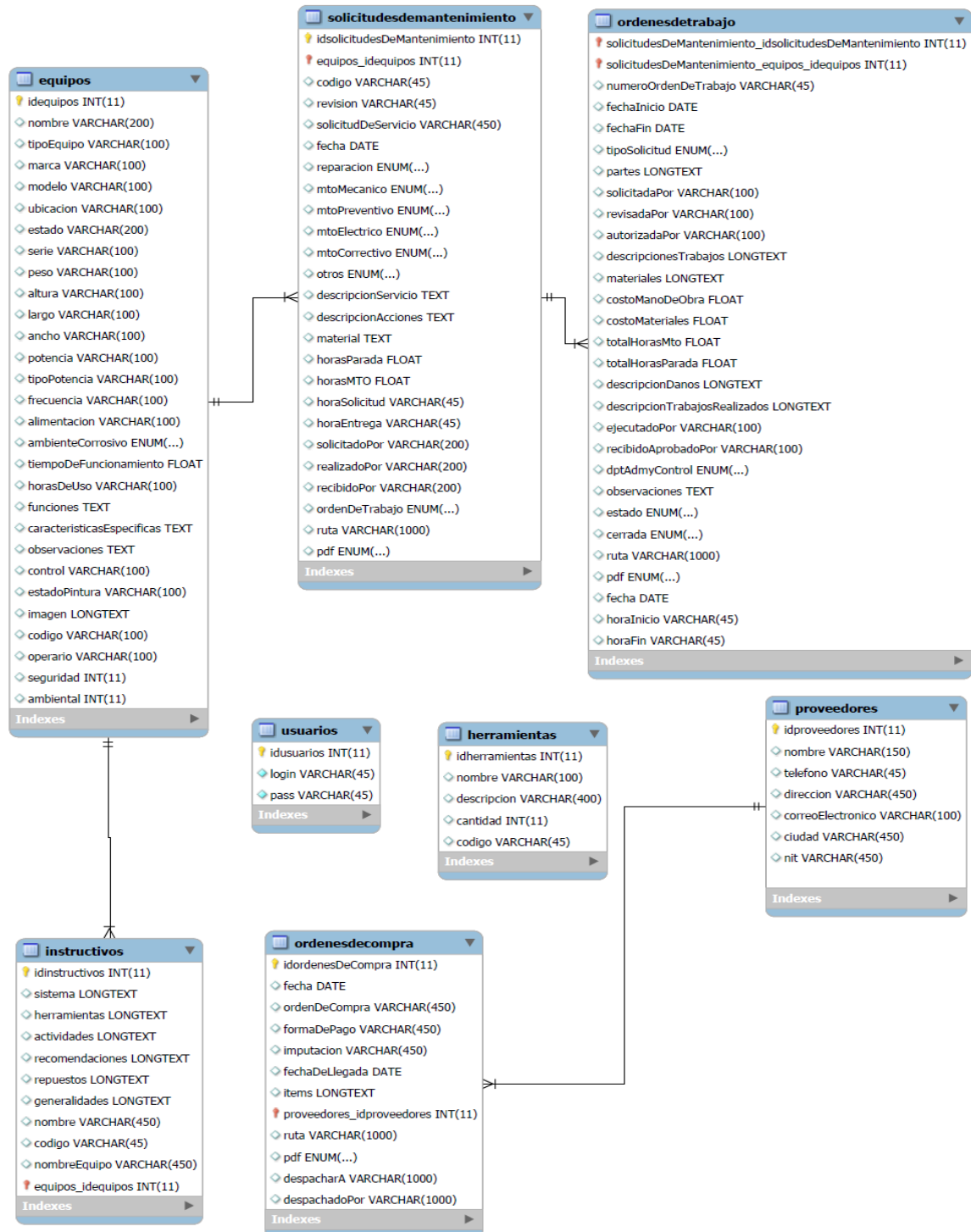




Figura 13. Diagrama de flujo del programa

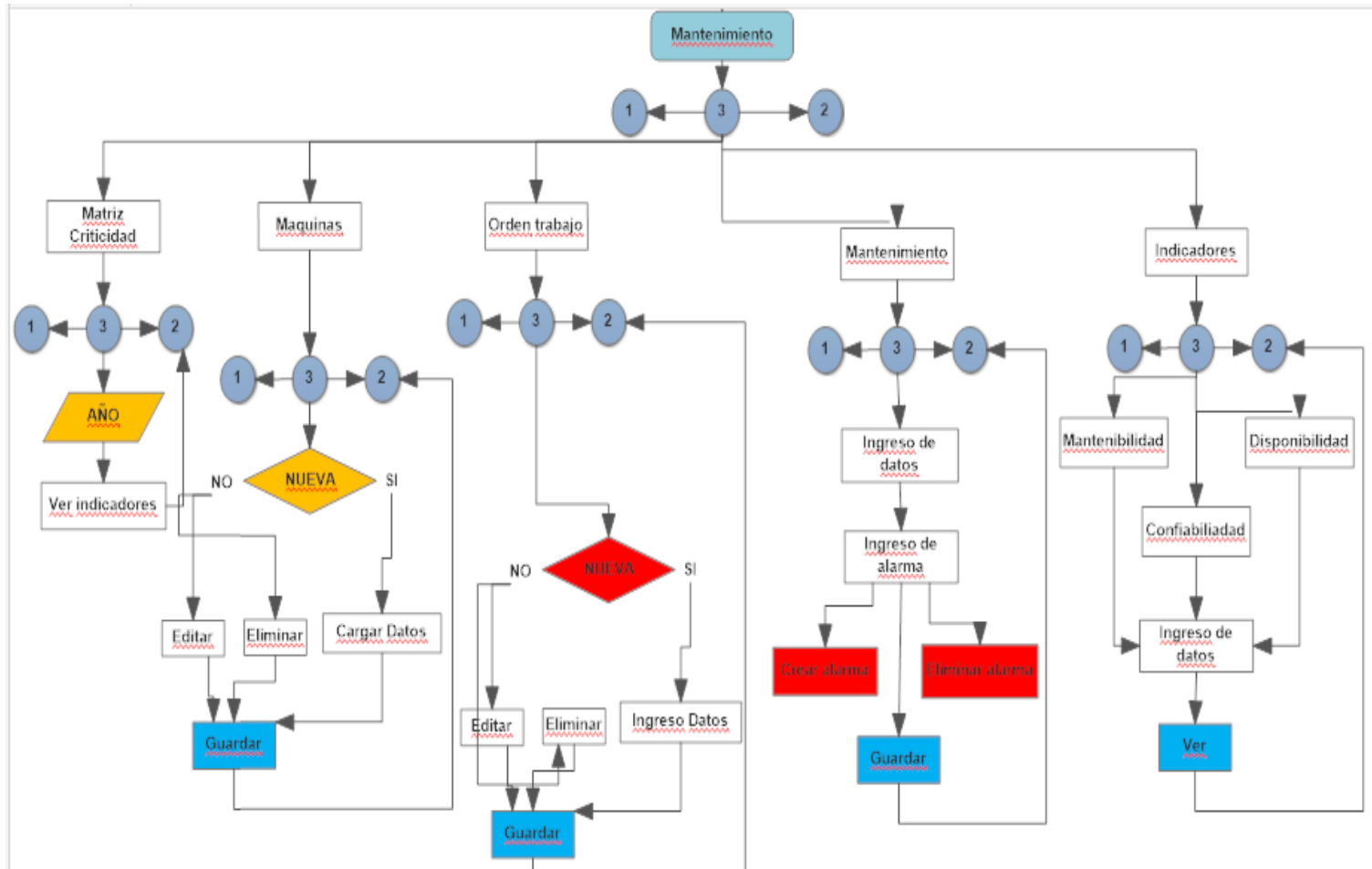
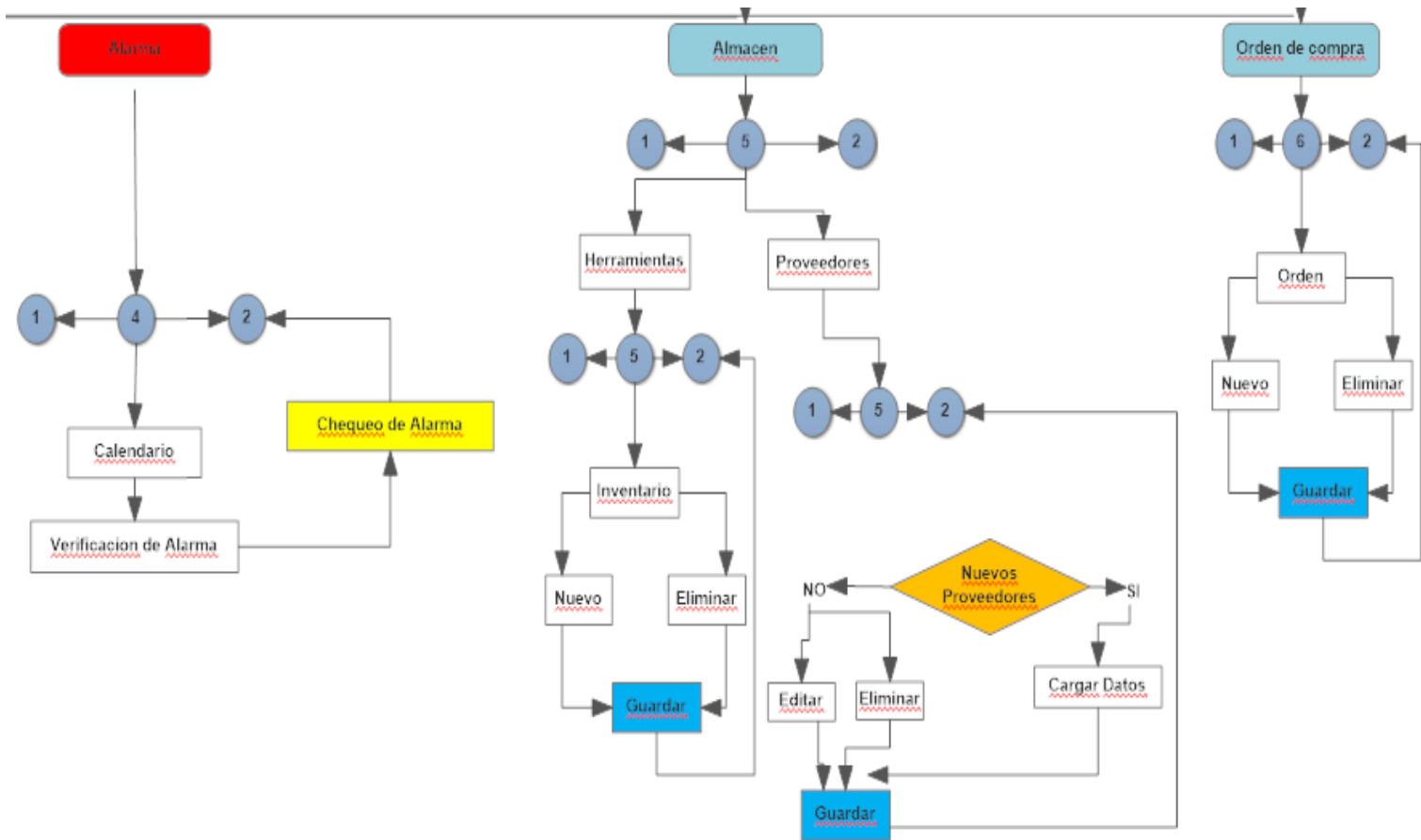


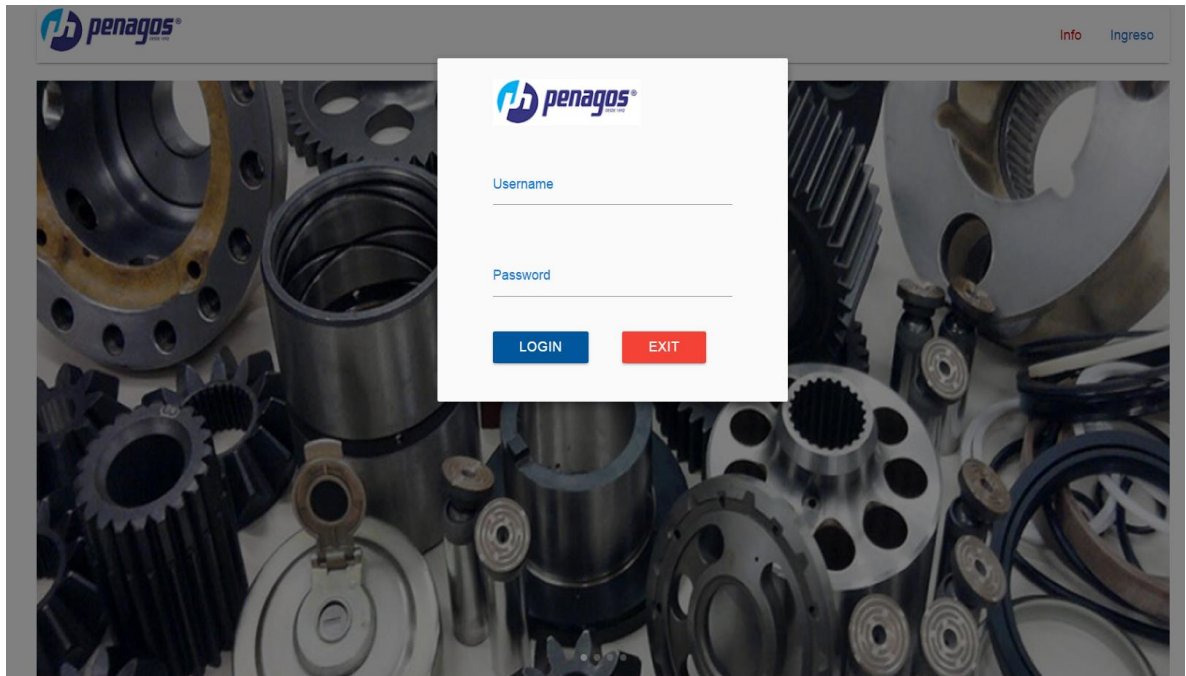
Figura 14. Diagrama de flujo del programa



### 9.5.2. Inicio del Software

Se instala el software en el computador que se usara como servidor principal, para ingresar al sistema en previa configuración se asigna un usuario y una clave para seguridad de los datos, como se muestra en la figura 20.

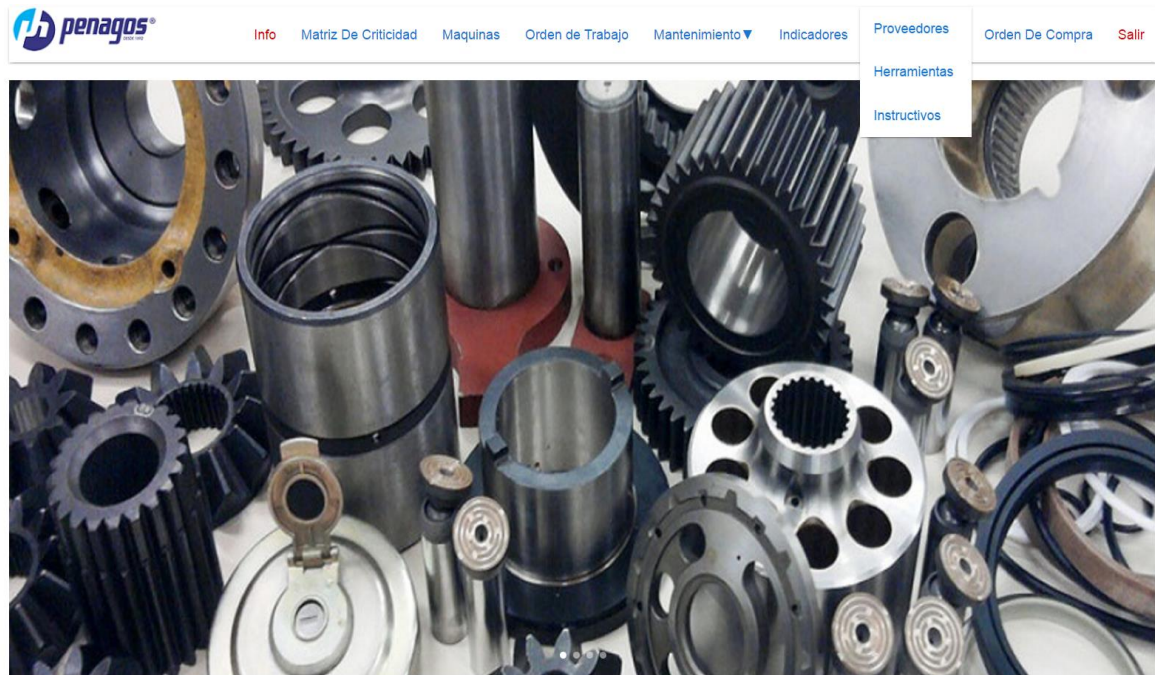
Figura 15. Ingreso al programa



El ingreso seguro por medio de usuario/contraseña permitirá al usuario acceder al menú principal de software.

Los menús se dividen en módulos en el sistema de información, los que contienen las herramientas del software como igualmente la opción de salir de este, como se muestra en la figura 21.

**Figura 16. Inicio del software**



Los módulos que se pueden apreciar son el módulo de matriz de criticidad, máquinas, orden de trabajo, mantenimiento, indicadores, almacén y orden de compra. Algunos módulos tienen sub-módulos.

### **9.5.3. Módulos del Software**

En esta sección se muestra cada uno de los módulos de trabajo de la plataforma.

#### **9.5.3.1. Módulo de matriz de criticidad**

Es el que me permitirá saber el riesgo que presenta cada máquina evaluado por criterios de riesgo. En la figura 22 podemos observar que las maquinas se encuentran con color verde el cual nos indica, que todas presentan un estado no critico actualmente.

**Figura 17. Modulo Matriz de criticidad**

penagos				
Info	Matriz De Criticidad	Maquinas	Orden de Trabajo	Mantenimiento ▼
Indicadores	Almacen ▼	Orden De Compra	Salir	
Año	2017	VER INDICADOR	CRITICOS	MEDIANAMENTE CRITICO
NO CRITICOS				
SISTEMA DE CORTE LASER	TALADRO RADIAL MAS	TALADRO RADIAL JET	TALADRO RADIAL KAZANLIK	TORNO CONTROL NUMERICO HAAS
TORNO DE CONTROL NUMERICO LEADWELL LTC 20B	TORNO DE CONTROL NUMERICO LEADWELL LT7		FRESADORA ZAYER	
CIZALLA UNIVERSAL PEDDINGHAUS	CIZALLA-GUILLOTINA FRANCO HERMANOS	TORNO AUTOMATICO MILWAUKEE		TORNO CONVENCIONAL TARNOW (1)
TORNO COVENCIONAL TARNOW (2)	TORNO CONVENCIONAL WARNER (1)	TORNO CONVENCIONAL WARNER (2)		TORNO CONVENCIONAL TURMASTER
ROSCADORA FABLAMP	TORNO CONVENCIONAL AFM	DOBLADORA HIDRAULICA Yawei	PRENSA HIDRAULICA VICKERS 2000LBS	
TORNO PUMA 2600Y - DOOSAN	DNM500 DOOSAN	TORNO CNC COLCHESTER TORNADO 110	HORNO DE CURADO	
TORNO CNC SL-12 MILLTRONICS	SIERRA ELECTRICA BEHR	SIERRA SINFIN BEHR	SIERRA HIDRAULICA COMENO	
EQUIPO DE APLICACION DE PINTURA EN POLVO NORSON		EQUIPO DE APLICACIONDE PINTURA EN POLVO		POLIPASTO ELECTRICO BERG STEEL
MOTOR TOOL ESMERIL NEUMATICO	SOLDADOR MIG	HIDROLAVADOR INDUSTRIAL ANNAVI - 2016		
TORNO DE CONTROL NUMERICO LEADWELL LTC 20B NUEVO		TORNO NEUMATICO DANOBAT	TORNO CONVENCIONAL TOSS SR-5001	
RECTIFICADORA BIKAIN	ESMERIL DE PIEDRA 45-01	TALADRO DE MANO # 13	TALADRO DE ARBOL 46-08	TALADRO MANUAL #0
TALADRO RADIAL ARBOGA METALISTERIA	PULIDORA DE MANO # 42	TALADRO DE ARBOL SOLDADURA	PULIDORA MANUAL 49	
PULIDORA MANUAL 46	ESMERIL DE PIEDRA MECANIZADO	TALADRO DE ARBOL	MOTORTOOL # 3	PRENSA PEQUEÑA MANUAL
EQUIPO DE SOLDADURA MIG	PULIDORA MANUAL #48	MOTOR 3HP		

### 9.5.3.2. Modulo maquinas

Es el que me permitirá registrar las fichas técnicas y ver la hoja de vida de cada máquina creando un historial de estas.

Figura 18. Modulo Maquinas



 <a href="#">Info</a> <a href="#">Matriz De Criticidad</a> <a href="#">Maquinas</a> <a href="#">Orden de Trabajo</a> <a href="#">Mantenimiento</a> <a href="#">Indicadores</a> <a href="#">Almacen</a> <a href="#">Orden De Compra</a> <a href="#">Salir</a>				
Maquinas				
<a href="#">NUEVA</a>		Busqueda		
Codigo	Nombre	Seccion	Modelo	Opciones
MECCMD01	CENTRO DE MECANIZADO DOOSAN DNM-500	MECANIZADO	2000	<a href="#">OPCIONES</a>
40-02	CIZALLA UNIVERSAL PEDDINGHAUS	METALISTERIA	null	<a href="#">OPCIONES</a>
40-07	CIZALLA-GUILLOTINA FRANCO HERMANOS	METALISTERIA	FH9610	<a href="#">OPCIONES</a>
42-06	FRESADORA ZAYER	MECANIZADO	4-M	<a href="#">OPCIONES</a>
42-08	rectificadora bakain	mecanizado	null	<a href="#">OPCIONES</a>
G3015A	SISTEMA DE CORTE LASER	METALISTERIA	HS-G3015A	<a href="#">OPCIONES</a>
42-09	TALADRO RADIAL JET	MECANIZADO	JRD 700 (1988)	<a href="#">OPCIONES</a>

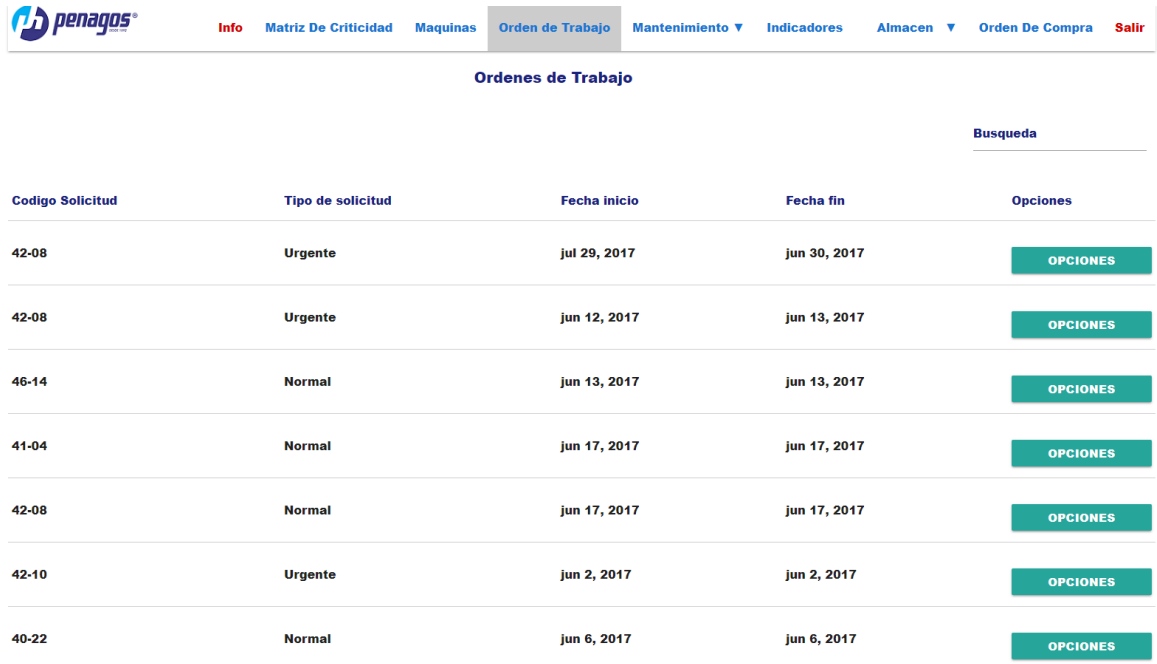
Figura 19. Hoja de vida

 <a href="#">Info</a> <a href="#">Matriz De Criticidad</a> <a href="#">Maquinas</a> <a href="#">Orden de Trabajo</a> <a href="#">Mantenimiento</a> <a href="#">Indicadores</a> <a href="#">Almacen</a> <a href="#">Orden De Compra</a> <a href="#">Salir</a>				
Hoja de vida				
Nombre: SISTEMA DE CORTE LASER	Código: G3015A	Marca: HSG LASER	Modelo: HS-G3015A	Observaciones: EL EQUIPO DEBE ESTAR EN CONSTANTE MONITOREO EN SUS PARTES MÓVILES Y SISTEMA ÓPTICO. PARA EL CORRECTO USO DE OPERACIÓN MANEJA UN RANGO DE TEMPERATURA 0° A 40° C. LA TRANSMISIÓN DE LA MAQUINA TIENE LUBRICACION AUTOMÁTICA ACEITE GREATWALL 90GL-5, LUBRICACION MANUAL GRASA DE LITIO MOBIL 00# CADA 15 DÍAS
Operario: CARLOS SAUL PERALTA	Alimentación: 220v TRIFASICO	Estado: FUNCIONAMIENTO		
Horas de uso: 10.0	Ubicación : METALISTERIA	Tipo potencia : ELECTRICA	Características : ESTE EQUIPO CONSTA DE DIFERENTES COMPONENTES PARA SU OPTIMO FUNCIONAMIENTO, COMO LO SON: MESA DE CORTE CON DOBLE MESA, MARCA HSG LASER, CON ESTRUCTURA DE ENCERRAMIENTO. FUENTE DE FIBRA ÓPTICA DE 2000 VATIOS, MARCA IPG PHOTONICS	
Busqueda				
Codigo Solicitud	Tipo de solicitud	Fecha inicio	Fecha fin	Opciones
40-22	Normal	jun 6, 2017	jun 6, 2017	<a href="#">VER PDF</a>

### 9.5.3.3. Modulo orden de trabajo

Se asignaran las tareas a realizar por parte de personal de mantenimiento la cual va creada por medio de la orden de servicio.

Figura 20. Modulo Orden de trabajo



Codigo Solicitud	Tipo de solicitud	Fecha inicio	Fecha fin	Opciones
42-08	Urgente	jul 29, 2017	jun 30, 2017	OPCIONES
42-08	Urgente	jun 12, 2017	jun 13, 2017	OPCIONES
46-14	Normal	jun 13, 2017	jun 13, 2017	OPCIONES
41-04	Normal	jun 17, 2017	jun 17, 2017	OPCIONES
42-08	Normal	jun 17, 2017	jun 17, 2017	OPCIONES
42-10	Urgente	jun 2, 2017	jun 2, 2017	OPCIONES
40-22	Normal	jun 6, 2017	jun 6, 2017	OPCIONES

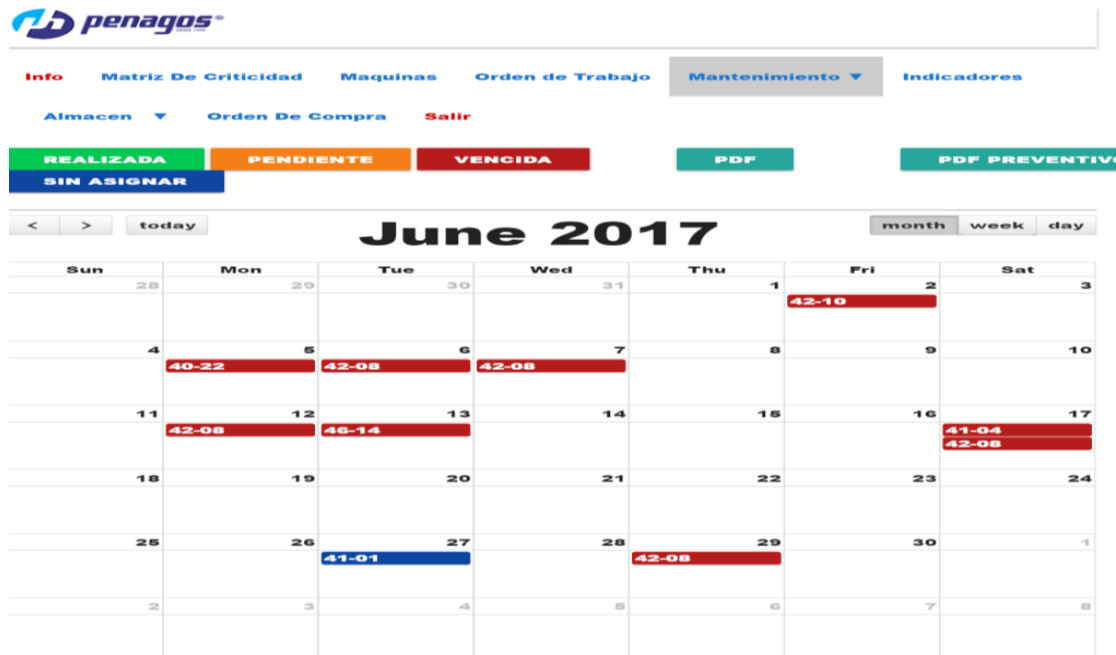
### 9.5.3.4. Módulo de mantenimiento

Se crearan las tareas que se deben realizar en el mantenimiento por medio de la orden de servicio y se visualizaran en el cronograma de actividades permitiendo saber en el tiempo que se deben realizar estas.

Figura 21. Modulo Mantenimiento, Solicitud

Codigo	NombreEquipo	Fecha	Solicitado Por	Opciones
MT-RO-02	TALADRO RADIAL MAS	2017-06-02	PACIFICO BARON	OPCIONES
	CIZALLA UNIVERSAL PEDDINGHAUS	2017-06-02	JESUS E FLOREZ	OPCIONES
null	PULIDORA DE MANO # 42	2017-06-02	ANDELFO ALVARADO	OPCIONES
null	TORNO CONVENCIONAL TOSS SR-5001	2017-06-03	PLUTARCO ANGARITA	OPCIONES
null	TALADRO RADIAL ARBOGA METALISTERIA	2017-06-03	NORBERTO BENITEZ	OPCIONES
null	MOTORTOOL # 3	2017-06-03	JOHN E. DUARTE	OPCIONES

Figura 22. Modulo Mantenimiento, Cronograma



### 9.5.3.5. Módulo de Indicadores.

Este módulo indica en un periodo de tiempo mensual, cuando y cuanto una maquina tiene disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad en el servicio, además se puede observar cuando se aplica mantenimiento preventivo y correctivo.

Figura 23, Modulo Indicadores, Disponibilidad

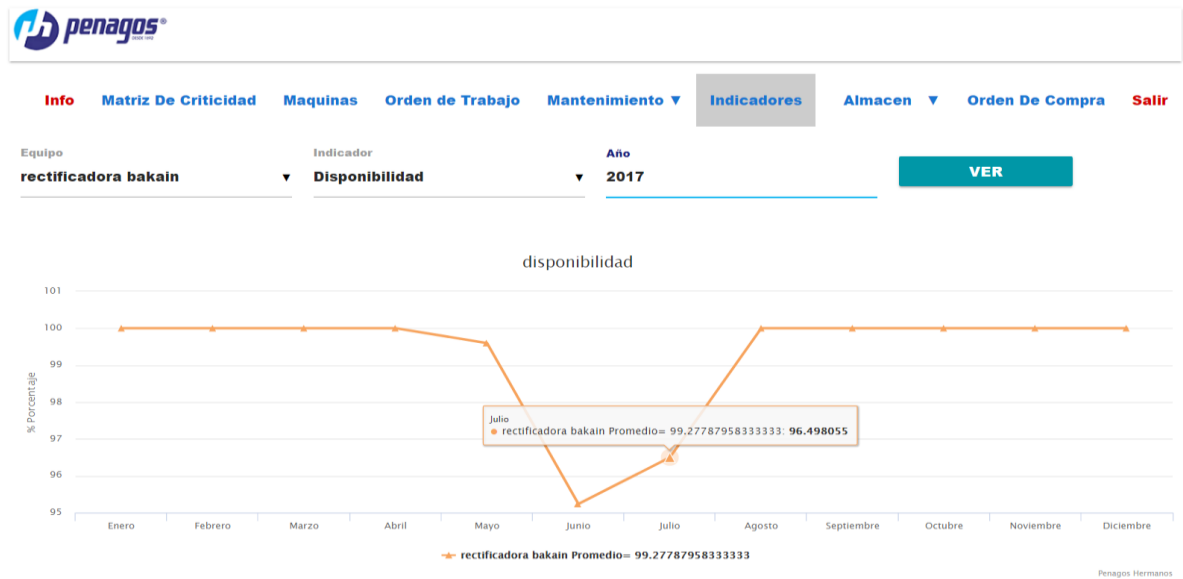


Figura 24 Modulo Indicadores, Confiabilidad

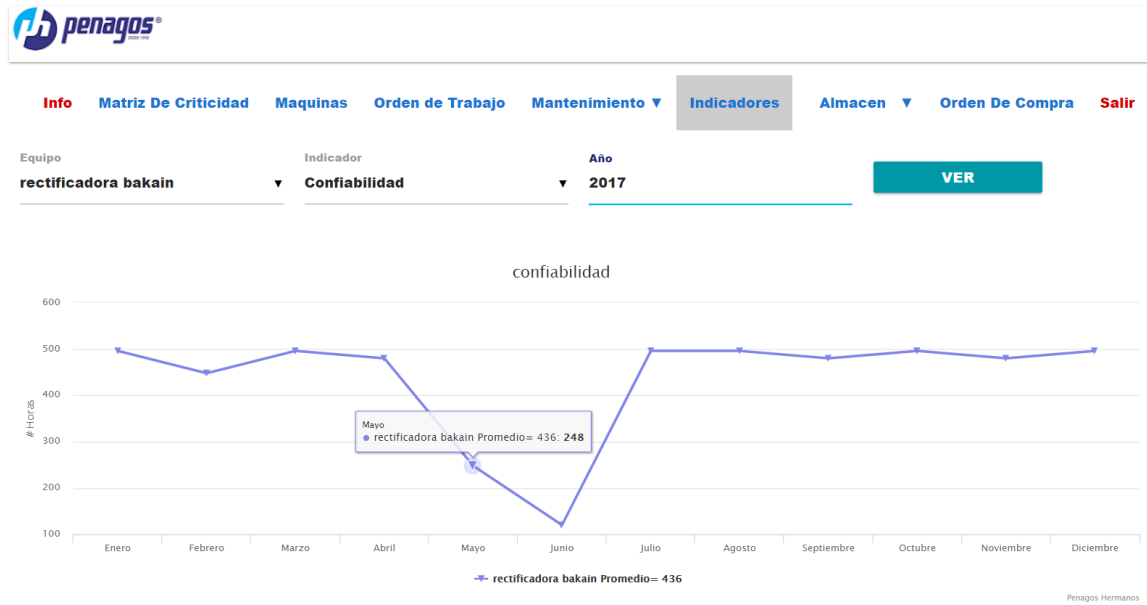
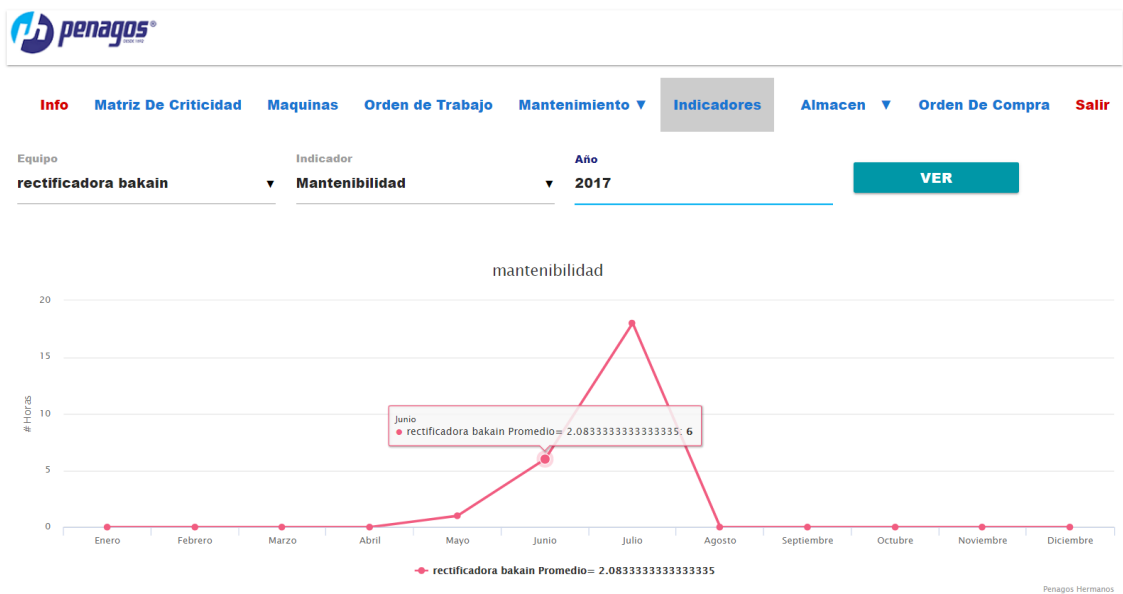


Figura 25. Modulo Indicadores, Mantenimiento



### 9.5.3.6. Módulo de almacén

Este nos permitirá registrar los proveedores, herramientas que se cuentan, crear instructivos por parte de los técnicos para las máquinas que no tienen información acerca de cómo realizar los mantenimientos.

Figura 26. Modulo Almacén, Herramientas

Codigo	Nombre	Descripcion	Cantidad	Opciones
004	corta frio	null	1	OPCIONES
001	destornillador de estrella	null	1	OPCIONES
002	destornillador de pala	null	1	OPCIONES
007	metro	null	1	OPCIONES
003	multimetro	null	1	OPCIONES
006	pela cable	null	1	OPCIONES
005	pinza	null	1	OPCIONES

**Figura 27 Modulo Almacén, Proveedores**

Nombre	Direccion	Telefono	Correo	Opciones
cadena y bandas ltda	Cra 15 No 29-71/79	6427899-6303785	bucaramanga	OPCIONES
dixon	Calle 19 No 17-69	6718298-6718260	bucaramanga	OPCIONES
electroniente s.a.	Calle 36 No 16-18	63335115-6423361	bucaramanga	OPCIONES
resoretos y repuestos	Calle 24 No 13-46	6701271	bucaramanga	OPCIONES
reycol neumatica	Calle 22 No 14-49	6712753-6712265	bucaramanga	OPCIONES
rodamientos y retenes del oriente ltda	Cra 14 No. 22-62	6719639-6703009	bucaramanga	OPCIONES

**Figura 28. Modulo Almacén, Proveedores**

Código	Nombre	Equipo	Opciones
42-08	mantenimiento preventivo	RECTIFICADORA BIKAIN	OPCIONES
42-10	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	TALADRO RADIAL MAS	OPCIONES

### 9.5.3.7. Módulo de Orden de compra.

En este módulo se generan las órdenes de compra de repuestos necesarios para los mantenimientos, su cantidad y costos. También indican los proveedores y las formas de pago suministradas por estos mismos.

Figura 29. Modulo Orden de Compras

pasagos

Inicio | Mapa De Control | Mapas | Orden de Trabajo | Mantenimiento | Indicadores | Almacén | Orden de Compra | Salir

Orden de Trabajo

Orden de compra: \_\_\_\_\_ Plazo de pago: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Impuestos: \_\_\_\_\_ Fecha llegada: \_\_\_\_\_

Proveedor:  Cuentas: \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_

Items

Cantidad	Referencia	Código	Descripción	V unitario	V total	Observaciones

Despacho a: \_\_\_\_\_ Despacho por: \_\_\_\_\_

## 10. ANALISIS DE COSTO DE MANTENIMIENTO

Se elabora un análisis de costos de mantenimiento en la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda Con base de datos suministrados por la misma empresa, estos datos son registros de algunos costos de mantenimiento general, ya que la empresa no cuenta con un análisis de costos especificados por tipos de mantenimientos, sino sustraídos por áreas de producción, como lo son para nuestro interés el área de mecanizado y metalistería. Dentro de estos costos están los gastos de repuestos, mantenimiento preventivo y correctivo, tercerizaciones y mano de obra.

### 10.1. COSTOS DE MANTENIMIENTO GENERAL EN LAS ÁREAS DE MECANIZADO Y METALISTERÍA

Los costos de mantenimiento que maneja la empresa son costos generales para los diferentes tipos de mantenimiento, como lo son preventivo y correctivo. Estos son costos son suministrados por la empresa y son costos anuales, los cuales corresponden al año 2016, los cuales podemos observar en la tabla 13. Los costos de mantenimiento mensuales son variables, no son datos constantes; pero para poder hacer un análisis aproximado de la reducción de costos se aproxima a un valor mensual promedio de \$5.462.903,36 en las dos secciones, mecanizado y metalistería.

DESCRIPCION	DEBITOS	CREDITOS	
MANT NORMAL MAQ HTAS	<b>8.381.465,67</b>	<b>7.975.465,67</b>	<b>7.516.833,37</b>
MECANIZADO CONVENCIONAL	1.252.115,32	0,00	1.252.115,32
METALISTERIA	772.774,27	0,00	772.774,27
LINEA GAS	37.279,57	0,00	37.279,57
CNC-PRODUCCION	12.254,00	0,00	12.254,00
COSTOS GENERALES	5.682.252,00	239.841,79	5.442.410,21
<b>MANT PREV MAQ Y HTAS</b>	<b>29.229.160,11</b>	<b>29.229.160,11</b>	<b>28.309.644,76</b>
MECANIZADO CONVENCIONAL	80.349,55	0,00	80.349,55
METALISTERIA	10.632,78	0,00	10.632,78
LINEA GAS	113.295,98	0,00	113.295,98

CNC-PRODUCCION	791.184,00	0,00	791.184,00
COSTOS GENERALES	28.058.642,94	744.460,49	27.314.182,45
<b>MANT CORRECTIVO</b>	<b>30.882.550,49</b>	<b>30.476.550,49</b>	<b>26.728.362,19</b>
COSTOS GENERALES	22.501.084,82	3.289.556,00	19.211.528,82
		<b>TOTAL</b>	<b>62.554.840,32</b>

Tabla 16. Costos de mantenimiento PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda. Año 2016

## 10.2. COSTOS MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Los costos de mantenimiento preventivo, son costos generales de las dos secciones de mantenimiento, en cuanto a repuestos, mano de obra y otros. Los costos totales anuales son de \$28.309.644,76. Por lo cual podemos asumir un costo mensual de mantenimiento preventivo de \$2.359.137,06.

<b>MANT PREV MAQ Y HTAS</b>	<b>28.309.644,76</b>
MECANIZADO CONVENCIONAL	80.349,55
METALISTERIA	10.632,78
LINEA GAS	113.295,98
CNC-PRODUCCION	791.184,00
COSTOS GENERALES	27.314.182,45

Tabla 17. Costos mantenimiento preventivo año 2016

## 10.3. COSTOS MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Los costos de mantenimiento preventivo, son costos generales de las dos secciones de mantenimiento, en cuanto a repuestos, mano de obra y otros. Los costos totales anuales son de \$34.245.195,56. Por lo cual podemos asumir un costo mensual de mantenimiento preventivo de \$2.853.766,25.

<b>DESCRIPCION</b>	
<b>MANT NORMAL MAQ HTAS</b>	<b>7.516.833,37</b>
MECANIZADO CONVENCIONAL	1.252.115,32
METALISTERIA	772.774,27
LINEA GAS	37.279,57

CNC-PRODUCCION	12.254,00
COSTOS GENERALES	5.442.410,21
<b>MANT CORRECTIVO</b>	<b>26.728.362,19</b>
COSTOS GENERALES	19.211.528,82
	<b>34.245.195,56</b>

Tabla 18. Costos mantenimiento correctivo año 2016

#### 10.4. ANÁLISIS DE COSTOS DE INVERSIÓN

Los costos de inversión para llevar a cabo el buen funcionamiento del plan de mantenimiento realizado para la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda, se muestran en la tabla 16, teniendo un costo total de \$5.800.000 durante todo el desarrollo del programa y la instalación del mismo.

INVERSION DE IMPLEMENTACION	
PRODUCTO	VALOR
Sistema de Computo	\$2.000.000
Papelería	\$300.000
Transporte	\$500.000
Asesorías	\$1.500.000
Comunicaciones	\$500.000
Licencias Software	\$0
Imprevistos	\$1.000.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$5.800.000</b>

Tabla 19. Costos de inversión del plan de mantenimiento

#### 10.5. COSTOS DE MANTENIMIENTO APLICANDO EL PLAN DE MANTENIMIENTO

Teniendo en cuenta que la empresa está pasando por una etapa de mejoramiento en diferentes área de funcionamiento, y también que el plan de mantenimiento se ha aplicado a partir del mes de mayo del año en curso (2017), el análisis que se va a hacer no es un muy concreto, ya que las secciones de costos no especifican muy

bien los gastos concretos de los mantenimientos, por lo cual contamos con unos datos generales entregados por la empresa para estos últimos meses.

<b>Costos de Mantenimiento año 2017</b>		
	<b>Mantenimiento Correctivo</b>	<b>Mantenimiento Preventivo</b>
<b>Mayo</b>	\$2.311.550	\$1.826.413
<b>Junio</b>	\$2.397.163	\$1.958.083

Tabla 20. Costos de mantenimiento año 2017

### 10.6. COMPARATIVO DE COSTOS

En la tabla 18 tenemos unos datos comparativos de los costos por mantenimiento de dos meses solamente, debido a que el plan de mantenimiento se está ejecutando desde el mes de mayo no es posible realizar un análisis más concreto sobre los costos reducidos cuando ya se ha aplicado el plan, por tal motivo solo es posible estudiar estos meses. Analizando estos meses en cuanto a costos podemos notar que existe una reducción de costos para el mantenimiento correctivo del 18% y para el mantenimiento preventivo del 20%. Teniendo en cuenta la inversión realizada para ejecutar el plan de mantenimiento, y la reducción de costos, solo se requieren dos meses para recuperar esta inversión.

<b>Costos de Mantenimiento año 2017</b>			
<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Mantenimiento Correctivo</b>	<b>Mantenimiento Preventivo</b>
<b>2016</b>	<b>Mayo</b>	\$2.853.766	\$2.359.137
	<b>Junio</b>	\$2.663.266	\$2.109.137
<b>2017</b>	<b>Mayo</b>	\$2.311.550	\$1.826.413
	<b>Junio</b>	\$2.217.163	\$1.758.083

<b>Porcentaje en reducción</b>	<b>Mayo</b>	<b>19%</b>	<b>23%</b>
	<b>Junio</b>	<b>17%</b>	<b>17%</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>18%</b>	<b>20%</b>

**Tabla 21. Comparativo de costos**

Partiendo de la inversión inicial del proyecto hacemos un análisis de la tasa de retorno de la inversión, se toman los datos de la inversión anual de la empresa:

**Tabla 22. TIR**

	Anuales	mensual	TIR
Capital	\$20.000.000.000	-5800000	38%
Ingresos	\$95.826.478	\$7.985.540	
Egresos	\$62.545.480	\$5.212.123	

De la siguiente tabla se concluye que con esa tasa de retorno de 38% la inversión del proyecto se recuperará en una 100% entre dos y tres meses, por lo que se concluye que el proyecto es viable.

## 11. CONCLUSIONES

La empresa opta por realizar un plan de mantenimiento preventivo, con la finalidad de realizar un mejor proceso de producción en las áreas de mecanizado y metalistería, el que actualmente se está aplicando, cumpliendo a cabalidad con sus objetivos de específicos es este proyecto, se ha realizado una mejor organización y planeación de la planta, lo que ha permitido un trabajo ordenado y eficiente durante el periodo de aplicación del plan.

Se realizó un inventario y una codificación de las áreas de mecanizado y metalistería en la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda. Con la finalidad de tener control y hojas de vida de todos los equipos de estas áreas, en total se codificaron mediante la norma ISO 14224 48 equipos.

Se elaboran y ponen en práctica los formatos necesarios para la gestión del mantenimiento como lo son: hoja de vida, orden de servicio, orden de trabajo, inspección de equipo, ficha de mantenimiento preventivo y cronograma de actividades, los cuales van a permitir al personal de la empresa llevar un control responsable y registrar la información necesaria para un buen desarrollo de los distintos procedimientos del mantenimiento.

Se llevó a cabo el análisis de criticidad de los cual pudimos observar que de los 48 equipos 13 se encontraban en el rango amarillo es decir se encontraban medianamente críticos, 3 equipos estaban en el rango naranja es decir se encuentra en un rango medio-alto, y 32 equipos se encontraban en rango verde es decir un nivel bajo de criticidad. Luego de aplicar el plan de mantenimiento se hace un

seguimiento y notamos que los 48 equipos inventariados se encuentran en un nivel bajo de criticidad.

Se implementó un sistema computarizado de los equipos inventariados para la gestión del mantenimiento mediante una Programación Orientada a Objetos (P.O.O.). Esta plataforma ha permitido llevar a cabo el buen funcionamiento del plan de mantenimiento preventivo de la empresa, se ha logrado que se un software de fácil manejo, pero con entrada segura para la protección de los datos consignados, este software es de uso exclusivo de la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda.

Se realizó un análisis de costos del mantenimiento que venía implementando anteriormente la empresa comparado con los últimos meses de costos de la empresa, el plan de mantenimiento lleva implementándose dos meses y medio en la empresa, por lo cual se hace un análisis aproximado de los resultados en cuanto a costos, de este análisis se concluye que los costos de mantenimiento preventivo se reducen en un 20% y los de mantenimiento correctivo en un 18%.

La empresa PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda. en el momento se encuentra implementando en varias áreas de producción unos sistemas de optimización , el área de mantenimiento ha logrado tener un buen resultado, por lo que podemos concluir que el plan de mantenimiento preventivo ha cumplido con los objetivos planteados en este proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

BONA, José María de, Gestión del Mantenimiento: Guía Para El Responsable de la Conservación de los Locales e Instalaciones, (no dice que edición es creo que la primera), Madrid: Editorial Fundación Confemetal: 1999, pág. 24-27.

BORRAS PINILLA, Carlos, Mantenimiento en: Asignatura de Ingeniería de Mantenimiento. Lecturas y diapositivas de la asignatura Ingeniería de mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Material didáctico sobre temas relacionados al mantenimiento, formatos de documentación: 2015.

GONZALEZ FERNANDEZ, Francisco, Auditoria del Mantenimiento e Indicadores de Gestión, Segunda Edición, Editorial Ediciones de la U: 2014, pág. 45-64.

MORA, Luis Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. 2ª Ed. Medellín: AMG, 2007., p.54.

RODRIGUEZ. Gestión de mantenimiento. 2008. Espinoza. Optimización del mantenimiento. Epoch. P.54.

ROSALER, Robert C. Manual del ingeniero de planta. Mac Graw Hill. Interamericana de ediciones, S.A de C.V: 2002.

PENAGOS HERMANOS & CIA Ltda. Quienes somos [En línea], <<http://www.penagos.com>> [citado en 20 de marzo de 2017]/

GONZALEZ FERNANDEZ, Francisco, Auditoria del Mantenimiento e Indicadores de Gestión, Segunda Edición, Editorial Ediciones de la U: 2014.

GUTIERREZ, Edwin. ANALISIS DE CRITICIDAD INTEGRAL DE ACTIVOS.2007. Maracaibo, Venezuela. P. 18.

BONA, José María de, Gestión del Mantenimiento: Guía Para El Responsable de la Conservación de los Locales e Instalaciones, (no dice que edición es creo que la primera), Madrid: Editorial Fundación Confemetal: 1999

ROSALER, Robert C. Manual del ingeniero de planta. Mac Graw Hill. Interamericana de ediciones, S.A de C.V: 2002.