

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL  
MANTENIMIENTO SIGMERP E IMPLEMENTACIÓN EN LA EMPRESA RAFAEL  
ESCOBAR CONTRERAS**

**JORGE ANDRÉS DÍAZ RODRÍGUEZ  
OSCAR FERNANDO SANABRIA ORTIZ**

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

**2013**

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL  
MANTENIMIENTO SIGMERP E IMPLEMENTACIÓN EN LA EMPRESA RAFAEL  
ESCOBAR CONTRERAS**

**JORGE ANDRÉS DÍAZ RODRÍGUEZ**

**OSCAR FERNANDO SANABRIA ORTIZ**

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

**Director**

**Ph.D. DAVID ALFREDO FUENTES DÍAZ**

**INGENIERO MECÁNICO**

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

**2013**

A Dios,  
*por darme fuerza en momentos difíciles  
y por bendecirme con tantas cosas buena.*

A Luz Mery y Jorge mis padres  
*por su infinito amor, por creer en mí al darme todo su  
apoyo y motivación, importantes para lograr este objetivo.*

A Adriana y Oscar mis hermanos  
*por sus buenos consejos y por estar  
siempre apoyándome en cada instante de mi vida.*

A mi sobrino Oscar Alejandro  
*por alegrar nuestras vidas desde su llegada.*

A mi novia Tatiana Santos  
*por brindarme tanto amor y momentos llenos de felicidad.*

A mis maestros,  
*por su aporte en mi formación profesional.*

A mi familia y amigos  
*por su sinceridad y buenos momentos compartidos.*

**Jorge Andrés Díaz Rodríguez**

*Agradezco por  
sobre todas las cosas a mis  
señores padres, por su educación, sabios consejos  
y por enseñarme que el valor máspreciado del hombre es la humildad.*

*A mis hermanos  
por su apoyo absoluto,  
siempre expectantes para brindar una opinión sensata.*

*A Liliana porque me ha  
enseñado que una sonrisa puede  
espantar la más grande de las tormentas.*

*A todas las personas  
que creyeron en mí y aportaron un  
grano de arena para hacer esto posible.*

**Oscar Fernando Sanabria Ortiz**

## **AGRADECIMIENTOS**

*A David Alfredo Fuentes por su orientación y por su gran disposición a escuchar nuestras inquietudes al dirigir este trabajo de grado.*

*A Javier Escobar, por brindarnos tanta ayuda desde el inicio de este proyecto, por su disposición y brindarnos tanto apoyo.*

*A todos las personas que conforman la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS por su amabilidad y colaboración.*

*A la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER por su gran aporte en nuestra formación profesional.*

JORGE ANDRÉS DÍAZ RODRÍGUEZ

OSCAR FERNANDO SANABRIA ORTIZ

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>21</b>
<b>1. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS</b> .....	<b>23</b>
1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA .....	24
1.2 MISIÓN .....	25
1.3 VISIÓN .....	26
1.4 POLÍTICA DE CALIDAD .....	26
1.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL .....	27
1.6 VALORES CORPORATIVOS .....	27
1.7 UBICACIÓN .....	28
<b>2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	<b>29</b>
2.1 DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO .....	29
2.2 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO .....	30
2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO .....	32
2.3.1 Mantenimiento correctivo .....	32
2.3.2 Mantenimiento periódico .....	34
2.3.3 Mantenimiento programado .....	35
2.3.4 Mantenimiento preventivo .....	35
2.3.4.1 Pasos para elaborar un programa de mantenimiento preventivo .....	37
2.3.4.2 Beneficios logrados por el mantenimiento preventivo .....	40
2.3.4.3 ¿Qué equipos se deben inspeccionar? .....	41
2.3.4.4 ¿Qué partes deben inspeccionarse? .....	42
2.3.4.5 Tipos de inspección .....	44
2.3.5 Mantenimiento predictivo .....	46
2.3.6 Mantenimiento proactivo .....	47
<b>3. DIAGNÓSTICO DEL MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS</b> .....	<b>49</b>
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO .....	49

<b>3.2 DIAGNÓSTICO DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA .....</b>	<b>50</b>
<b>3.3 DIAGNÓSTICO DE GESTIÓN DE REPUESTOS.....</b>	<b>51</b>
<b>3.4 DIAGNÓSTICO DE LA PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO .....</b>	<b>51</b>
<b>3.5 DIAGNÓSTICO DE LA CONDICIÓN DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS .....</b>	<b>51</b>
<b>3.6 AREA FÍSICA DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>52</b>
<b>3.7 PERSONAL DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>52</b>
<b>3.8 APOYO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS .....</b>	<b>52</b>
<b>3.9 SERVICIO DE MANTENIMIENTO POR PARTE DE TERCEROS .....</b>	<b>53</b>
<b>4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN A LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS .....</b>	<b>54</b>
<b>4.1 REALIZACIÓN DE INVENTARIO .....</b>	<b>54</b>
<b>4.2 CODIFICACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.....</b>	<b>55</b>
4.2.1 Código de área de producción .....	55
4.2.2 Clase de equipo .....	56
4.2.3 Número consecutivo .....	57
4.2.4 Máquinas y equipos codificados en la EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS .....	58
<b>4.3 ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....</b>	<b>61</b>
4.3.1 Método de evaluación de Criticidad basada en el Concepto del Riesgo .....	61
4.3.2 Equipos críticos de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS .....	66
<b>4.4 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS .....</b>	<b>73</b>
<b>4.5 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN EN LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS.....</b>	<b>83</b>
4.5.1 Implementación del módulo “Talento Humano” .....	83
4.5.2 Implementación del módulo “Máquinas y equipos” .....	86
4.5.3 Implementación del módulo “Control de Materiales”.....	91
<b>5. SISTEMAS DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>92</b>
<b>5.1 CONCEPTOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>92</b>
5.1.1 Definición de Sistema .....	92
5.1.2 Sistemas de información.....	92

5.1.3	Actividades de un sistema de información .....	94
5.1.4	Componentes de un sistema de información .....	96
5.1.5	Tipos de sistemas de información.....	97
5.1.5.1	Nivel operativo: .....	97
5.1.5.2	Nivel de supervisión: .....	98
5.1.5.3	Nivel de toma de decisiones: .....	98
5.1.5.4	Nivel Ejecutivo: .....	99
<b>5.2</b>	<b>SISTEMAS DE INFORMACIÓN CMMS .....</b>	<b>101</b>
5.2.1	Gestión del mantenimiento en el CMMS.....	104
<b>5.3</b>	<b>CONCEPTOS BÁSICOS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN</b> .....	<b>105</b>
5.3.1	Sistemas operativos.....	106
5.3.2	Bases de datos .....	107
5.3.3	Lenguajes de programación.....	108
<b>6.</b>	<b>DESARROLLO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL</b> <b>MANTENIMIENTO .....</b>	<b>111</b>
<b>6.1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA</b> <b>GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO SIGMERP .....</b>	<b>111</b>
6.1.1	Lenguaje PHP .....	112
6.1.2	Bases de datos .....	113
<b>6.2</b>	<b>ASPECTOS A MEJORAR DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN SIGMERP.....</b> .....	<b>116</b>
<b>6.3</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LOS MÓDULOS PARA EL SISTEMA DE INFORMACIÓN</b> .....	<b>116</b>
6.3.1	Generalidades de los módulos en el sistema de información CMMS .....	118
6.3.1.1	Módulo de administración de usuarios y especialidades del mantenimiento .....	119
6.3.1.2	Módulo de administración de equipos.....	120
6.3.1.3	Módulo de abastecimiento y control de los materiales.....	120
6.3.1.4	Módulo de control de órdenes de trabajo.....	121
6.3.1.5	Módulo Desempeño del mantenimiento.....	122

<b>6.4 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>123</b>
6.4.1 Módulo de talento humano:.....	127
6.4.2 Módulo de máquinas y equipos. ....	134
6.4.3 Módulo de inventarios.....	143
6.4.4 Módulo de mantenimiento.....	148
6.4.5 Módulo de desempeño del mantenimiento .....	159
6.4.5.1 Indicador de disponibilidad.....	160
6.4.5.2 Indicador de mantenibilidad .....	163
6.4.5.3 Indicador de confiabilidad .....	164
6.4.5.4 Indicador de cumplimiento .....	165
6.4.5.5 Costos del mantenimiento.....	166
6.5 COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN.....	170
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>172</b>
<b>8. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>174</b>
<b>CITAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>175</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>177</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>178</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Planta de producción .....	23
Figura 2 Personal e instalaciones RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS .....	24
Figura 3 Organigrama RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS.....	27
Figura 4 Ubicación geográfica de la compañía RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS. .....	28
Figura 5 Estructura del código de las máquinas y equipos.....	55
Figura 6 Criterios para calcular la criticidad .....	63
Figura 7 matriz de criticidad. Fuente: autores del proyecto .....	64
Figura 8 Departamentos que conforman la empresa.....	84
Figura 9 Cargos de los empleados de la empresa. ....	84
Figura 10 Empleados ingresados en el sistema de información .....	85
Figura 11 Prensa embombadora .....	86
Figura 12 Máquinas y equipos ingresados al sistema de información .....	87
Figura 13 Listado de partes de la prensa embombadora.....	88
Figura 14 Listado de sistemas de la prensa embombadora .....	89
Figura 15 Puntos de lubricación prensa embombadora.....	89
Figura 16. Puntos de inspección prensa embombadora.....	90
Figura 17 Rutinas de mantenimiento prensa embombadora .....	90
Figura 18 . Materiales ingresados al sistema de información .....	91
Figura 19 Herramientas ingresadas al sistema de información .....	91
Figura 20 Categorías de los elementos de los sistemas de información .....	93
Figura 21 Actividades de un sistema de información.....	96
Figura 22 Pirámide organizacional.....	97
Figura 23 evolución de los sistemas de información.....	100
Figura 24 Ciclo del mantenimiento.....	103
Figura 25 triángulo de la gestión del mantenimiento.....	104
Figura 26 arquitectura común de las aplicaciones web .....	111

Figura 27 Logo PHP .....	112
Figura 28 arquitectura lógica de MySQL.....	115
Figura 29 Pantalla de bienvenida de SIGMERP. ....	117
Figura 30 Flujo de información entre las dependencias de los módulos.....	125
Figura 31 Diagrama de procesos que sigue una orden de trabajo. ....	126
Figura 32 formulario de ingreso usuarios.....	128
Figura 33 formato de información de los usuarios .....	129
Figura 34 listado de roles.....	130
Figura 35 Diagrama de flujo del módulo de talento humano.....	130
Figura 36 Diagrama de flujo del sub-módulo talento humano.....	131
Figura 37 Diagrama de flujo del sub-módulo roles.....	132
Figura 38 Diagrama de flujo del sub-módulo departamento .....	133
Figura 39 Diagrama de flujo del sub-módulo cargo .....	134
Figura 40 Formato de hoja de vida de la maquinaria.....	135
Figura 41 ejemplo de formato de la información de las partes de máquina.....	136
Figura 42 Formulario de agregar una nueva rutina de mantenimiento .....	137
Figura 43 listado de rutinas de mantenimiento .....	138
Figura 44 puntos de lubricación de los equipos.....	138
Figura 45: Comparación del modo de ingreso de los tiempos entre sigmerp y el nuevo sistema de información .....	139
Figura 46 Diagrama de flujo del módulo de máquinas y equipos.....	140
Figura 47 diagrama de flujo del proceso del módulo de máquinas y equipos.....	141
Figura 48 diagramas de flujo de los sub-módulos sistemas y partes.....	141
Figura 49 diagramas de flujo de los sub-módulos listados de puntos de lubricación y puntos de inspección .....	142
Figura 50 diagramas de flujo de los sub-módulos rutinas de mantenimiento y tiempos .....	143
Figura 51 Estructura del módulo de control de materiales.....	144
Figura 52 Listado de herramientas .....	145
Figura 53 Diagrama de flujo del módulo de control de materiales .....	145

Figura 54 diagrama de flujo del sub-módulo de Control de materiales. ....	146
Figura 55 Diagrama de flujo del sub-módulo de herramientas. ....	147
Figura 56 Estructura del módulo de mantenimiento.....	148
Figura 57 Formato Solicitud de trabajo. ....	148
Figura 58 sub-módulo solicitud de trabajo .....	149
Figura 59 Ejemplo de formato de orden de trabajo abierta. ....	150
Figura 60 formulario cierre de la ordenen de trabajo. ....	151
Figura 61 Historial de las órdenes de trabajo .....	152
Figura 62 Calendario .....	153
Figura 63 diagrama de flujo del módulo de mantenimiento .....	154
Figura 64 diagrama de flujo del sub-módulo de solicitud de trabajo .....	155
Figura 65 diagrama de flujo del proceso del sub-módulo solicitud de trabajo.....	156
Figura 66 diagrama de flujo del submódulo órdenes de trabajo pendientes por cerrar .....	157
Figura 67 diagramas de flujo submódulos de historial de mantenimiento correctivo e historial de mantenimiento preventivo.....	158
Figura 68 diagrama de flujo del sub-módulo calendario .....	159
Figura 69 Gráfica del indicador de disponibilidad. ....	163
Figura 70 Gráfica del indicador de mantenibilidad.....	164
Figura 71 Gráfica del indicador de confiabilidad .....	164
Figura 72 Gráfica ejemplo del indicador de cumplimiento en el mes de julio en la prensa embombadora.....	165
Figura 73 Sub-módulo costos del mantenimiento.....	166
Figura 74 Sub-módulo costos de recursos .....	167
Figura 75 diagrama de flujo del módulo de desempeño .....	167
Figura 76 diagrama de flujo del sub-módulo indicadores de gestión .....	168
Figura 77 diagrama de flujo del sub-módulo indicadores de gestión. ....	169

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Código de área de producción .....	56
Tabla 2 código de equipo.....	56
Tabla 3 inventario de equipos .....	58
Tabla 4 inventario de herramientas.....	60
Tabla 5 Listado de criticidad de equipos de la empresa REC.....	65
Tabla 6 Tabla comparativa de tipos de datos .....	114

## **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO A. MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN ..... 1799**

**ANEXO B. MANUAL DE INSTALACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA  
DE INFORMACIÓN DESARROLLADO PARA LA EMPRESA REC .....2177**

## RESUMEN

**TITULO:MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO SIGMERP E IMPLEMENTACIÓN EN LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS. \***

### **AUTORES:**

JORGE ANDRÉS DÍAZ RODRÍGUEZ.

OSCAR FERNANDO SANABRIA ORTIZ. \*\*

**PALABRAS CLAVES:** Mantenimiento Preventivo, Sistema de Información, criticidad.

### **DESCRIPCION:**

El presente trabajo de grado describe la modificación del Sistema de Información para la Gestión del Mantenimiento "SIGMERP" elaborado por el estudiante Oscar Andrés Higuera Ramírez como proyecto de grado en el año 2009, y la implementación en la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS, como una herramienta que permita la administración de las actividades de mantenimiento de la planta de producción.

La implementación del sistema de información en la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS, tiene como objetivo garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los de los equipos de la planta de producción, con el fin de contribuir con los objetivos de la compañía.

En la primera etapa del desarrollo de este proyecto se identificaron los elementos que conforman el sistema de producción. En la segunda etapa se estudió la estructura, características y el contenido del sistema de información SIGMERP, a partir de este se desarrolló un nuevo software con características similares y se agregaron nuevas herramientas que se ajustan a las necesidades de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS. En la tercera etapa se hizo un diagnóstico del estado del sistema de gestión de mantenimiento existente y del estado de las máquinas y equipos. En la cuarta etapa se realizó el inventario de los equipos de la empresa y la codificación de cada uno de estos. Y en la etapa final se implementó el sistema de información y se verificó su correcto funcionamiento en la compañía.

---

\*Trabajo de grado.

\*\*Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de ingeniería Mecánica. Ph:D. David Alfredo Fuentes.

## ABSTRACT

**TITLE: IMPROVEMENT INFORMATION SYSTEM FOR MAINTENANCE MANAGEMENT SIGMERP AND IMPLEMENTATION IN THE COMPANY RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS. \***

### **AUTHORS:**

JORGE ANDRÉS DÍAZ RODRÍGUEZ.

OSCAR FERNANDO SANABRIA ORTIZ. \*\*

**KEY WORDS:** Preventive Maintenance, Information System, Criticality.

### **DESCRIPTION:**

The following degree work describes the improvement system for maintenance management "SIGMERP" elaborated by Oscar Andrés Higuera Ramírez as a degree work in 2009, and the implementation in the company RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS, as a tool for manage maintenance activities of the production plant.

The implementation of information system in the company RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS, aims to guarantee the availability and reliability of the equipment of the production plant, in order to contribute to the objectives of the company.

In the first stage of development of this project were studied the elements of the production system. In the second stage were studied the structure, characteristics and the contents of the information system SIGMERP, from this was developed a new software with similar features and were added new tools that fit to the needs of the company RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS. In the third stage was done a diagnosis of the state of maintenance management system and the machines and equipment. In the fourth stage was done the inventory of company equipment and encoding of each one. In the last stage was implemented information system and checked for correct operation in the company.

---

\*Degree Work.

\*\* Physical-Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering, Ph.D. David Alfredo Fuentes.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, debido al mundo competitivo en que vivimos, las empresas se han visto en la necesidad de adoptar ciertas medidas que permitan un óptimo desempeño de sus procesos de producción, para garantizar así productos con elevados niveles de calidad, y que sean fabricados en el menor tiempo posible. Todas estas medidas que se están implementando hoy en día en la industria en general, son utilizadas con el objetivo de salvaguardar la permanencia, y posicionar a las empresas en un buen lugar del mercado.

La empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS, pertenece al sector de la industria metalmeccánica, cuenta con una amplia experiencia en el territorio nacional. Está dedicada a la ejecución y prestación de servicios de ingeniería mecánica y civil. Sus principales actividades son la fabricación de oficinas móviles y tanques para transporte de diversos tipos de materiales. Este último es el eje central de la compañía, ya que es el producto que genera mayores ingresos para la empresa y es el que ha generado un gran reconocimiento de esta en el sector de transporte de hidrocarburos.

Como respuesta a la necesidad de mejorar los procesos de fabricación para disminuir los tiempos muertos e incrementar la productividad, la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS ha decidido implementar un programa de mantenimiento preventivo, con el cual se podrá aumentar la confiabilidad, disponibilidad, la vida útil de los equipos de la planta y disminuir los costos de mantenimiento. Este programa de mantenimiento preventivo será administrado por un software, que brindara soporte al manejo de gran cantidad de información, de manera organizada.

El primer paso que se realizó para la implementación del sistema de información, fue el estudio del SIGMERP el cual fue concebido como apoyo para la pasantía de la asignatura INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO. Luego de varias reuniones con el equipo de ingenieros de sistemas que encargados de la programación, se concluyó que el mejor camino para la realización del software era comenzar de nuevo, pero conservando las características del SIGMERP y añadiendo nuevas herramientas que faciliten la gestión del mantenimiento. Al terminar este proceso de modificación del SIGMERP, el siguiente paso fue implementarlo en la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS.

## 1. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS

RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS es una empresa contratista santandereana, con más de 15 años de experiencia, dedicada a la ejecución y prestación de servicios de ingeniería mecánica y civil, tales como oficinas móviles y tanques para transporte de diversos tipos de materiales.

Esta firma contratista ha venido prestando servicios en todo el territorio colombiano a empresas como Ecopetrol, Terpel-Bucaramanga, Alcaldías de Bucaramanga, Cartagena, Orito-Putumayo, Coopetran Ltda., Transdecot, Transgan Ltda. Los territorios donde han operado, así como sus clientes y un proceso de implementación de certificación de un sistema integrado de gestión ISO 9001, 14001, 18001 otorgada por Bureau Veritas, son el respaldo de esta compañía.

Figura 1. Planta de producción.



Figura 2. Personal e instalaciones RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS.



## 1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA

La empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS surge el 18 de noviembre de 1982 en Girón Santander, con el objetivo de suplir las necesidades básicas de la familia compuesta por el matrimonio del señor Rafael Escobar y Beatriz Niño, motivado en el amplio conocimiento y experiencia en el área de metalmecánica y la demanda de máquinas de construcción que existían en la época, para la cual se arrendo un lote en la calle 39 con carrera 24 en el sector el poblado del municipio de Girón y se inició la construcción de máquinas bloqueras con sus respectivos bloques y mezcladoras por pedido, aparte de eso se prestaba el servicio de corte manual y servicio de soldadura.

A los 4 años se adquirió legalmente el lote donde se estaba laborando y se empezó a comprar equipos y herramientas que facilitaban las actividades del proceso y agregaban calidad a los productos que se fabricaban. La responsabilidad y calidad de sus productos permitieron que incursionara en la

construcción y montajes de estructuras metálicas para las estaciones de servicio para la empresa TERPEL.

A principios del año 1990, con un crédito de la financiera FINANCIACOOP se adquirió una bodega en la zona Industria de Girón aproximadamente de 1000  $m^2$  y con el aval de la empresa TERPEL, incursiono en la construcción y montaje mecánico de tanques para el almacenamiento de las estaciones de servicio, actividad que le ha brindado gran reconocimiento en la región.

A finales de la década de los noventa se fueron adquiriendo nuevos equipos, herramienta y computadores, luego adquieren por arrendamiento financiero (leasing) una Cortadora, una dobladora, un torno y una guillotina.

Con el nuevo milenio y como estrategia de crecimiento organizacional, la empresa diversifica sus productos y decide expandir su actividad económica la cual se enfoca en brindar servicios de corte y dobleces de láminas con maquinaria industrial, construye y vende maquinaria para construcción (Trompos, máquinas bloqueras, moldes), construcción de estructuras metálicas, construcción de tanques estacionarios para almacenamiento de hidrocarburos, construcción de carrocerías para el transporte de líquidos y la ejecución de proyectos civiles y mecánicos con entidades privadas y públicas.

La empresa cuenta actualmente con una oficina y una bodega de aproximadamente 1800  $m^2$  respectivamente, equipada de elementos de nueva tecnología que presta sus servicios en todo el territorio Colombiano.

## **1.2 MISIÓN**

“Nuestro propósito fundamental es ejecutar proyectos de ingeniería, acorde a las necesidades de nuestros clientes, adaptándonos a los constantes cambios en las exigencias del mercado. Nos preocupamos por satisfacer efectivamente los

requisitos del cliente con un marcado compromiso por la mejora continua de la organización”.

### **1.3 VISIÓN**

“RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS es una empresa del sector metalmecánico y de servicios la cual se proyecta 2018 como una líder en el sector, comprometidos con la responsabilidad social de la salud, seguridad, ambiente y satisfacción de las partes interesadas”.

### **1.4 POLÍTICA DE CALIDAD**

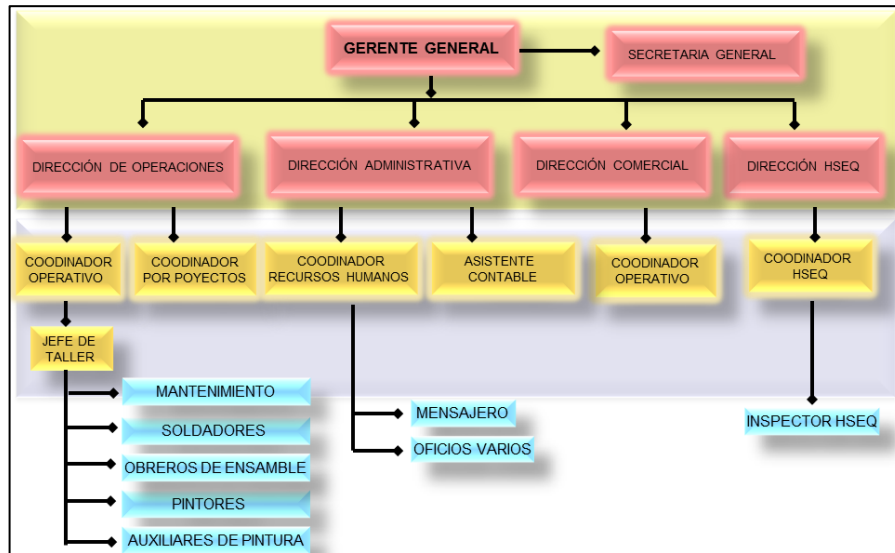
“Nuestra empresa fundamenta su política en la búsqueda permanente de la excelencia, ejecutando obras de alta calidad y confiabilidad para el sector mecánico y civil. Comprometiéndonos a la obtención de un producto mediante procesos que satisfagan las necesidades de nuestros clientes cumpliendo con la totalidad de sus requisitos, manteniendo una comunicación interna entre nuestros clientes, proveedores y empleados”.

“RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS en el desarrollo de sus proyectos de ingeniería, tiene como prioridad el aseguramiento del manejo responsable de todas sus actividades, dirigiéndolas hacia un sistema integrado de calidad para ejecutar los proyectos en armonía con la naturaleza, minimizando el impacto ambiental, optimizando la utilización de los recursos naturales y disminuyendo el riesgo de accidentalidad en los proyectos en los cuales participa la empresa, además de garantizar el cumplimiento de políticas o planes que permitan el no deterioro de la salud de nuestros empleados”.

## 1.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS está organizada de la siguiente manera:

Figura 3. Organigrama RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS.



Fuente: Departamento administrativo RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS.

## 1.6 VALORES CORPORATIVOS

La empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS, para el cumplimiento de sus objetivos y contribuir con el desarrollo económico de la región y el país, cuenta con los siguientes valores:

- **Honestidad:** La transparencia en nuestras actividades y servicios aseguran la confiabilidad y permanencia de nuestras partes interesadas.
- **Calidad:** Hacer las cosas bien desde la primera vez nos caracteriza, cumpliendo siempre con las preocupaciones, intereses y necesidades de nuestras partes interesadas.
- **Responsabilidad:** Desarrollar con efectividad las tareas encomendadas.

- Compromiso: Demostrar vocación de servicio y sentido de pertenencia, ejerciendo el liderazgo necesario para dar cumplimiento a los objetivos de la organización, respetando el ambiente, las normas de salud y seguridad.
- Respeto: Reconociendo a cada persona como una unidad importante que hace parte de la organización, valorando los intereses y necesidades de cada quien.

## 1.7 UBICACIÓN

La planta y las oficinas están ubicadas en el Km 6 vía a Girón (Santander), en la Carrera 7 N° 57-21, Bodega 2 entrada al Carrasco. Y es posible contactar a los teléfonos 6467841 y 6469327. La empresa cuenta con la página web “[www.rafaelescoobarcontreras.com](http://www.rafaelescoobarcontreras.com)” en la cual se puede acceder a información adicional.

Figura 4. Ubicación geográfica de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS.



Fuente: Google maps.

## 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA<sup>1</sup>

En este capítulo se dan a conocer los principales aspectos teóricos con respecto al mantenimiento, que son los cimientos para el desarrollo de este proyecto y la realización del mismo, con los cuales se busca alcanzar los objetivos; complementar el sistema de información para la gestión del mantenimiento (SIGMERP) y la implementación de este, en la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS.

Es de gran importancia una fuerte relación entre el mantenimiento y la empresa, ya que de esta forma se podrá garantizar un buen estado de las instalaciones y los equipos. Lo anterior es con el fin de mantener un buen ritmo en la producción y cumplir con los requerimientos del cliente.

### 2.1 DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO<sup>2</sup>

Según la Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Mantenimiento, se define mantenimiento como: todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.

Desde otro punto de vista, el mantenimiento es el conjunto de actividades que deben ser desarrolladas en orden lógico, con el propósito de conservar en condiciones de operación segura, efectiva y económica, los equipos de

---

<sup>1</sup> CUARTAS, Luis. ¿Qué es el mantenimiento mecánico? [en línea]:  
<[http://www.unalmed.edu.co/tmp/curso\\_concurso/area3/QUE\\_ES\\_EL\\_MANTENIMIENTO\\_MECANICO.pdf](http://www.unalmed.edu.co/tmp/curso_concurso/area3/QUE_ES_EL_MANTENIMIENTO_MECANICO.pdf)>  
[citado el 15 de julio del 2013].

<sup>2</sup> European federation of National Maintenance Societies. Definición de mantenimiento [en línea]  
<http://www.efnms.org/What-EFNMS-stands-for/m1312/What.EFNMS-stands-for.html> [citado el 15 de julio de 2013].

producción, herramientas y demás activos físicos, de las diferentes instalaciones de una empresa. Las actividades de mantenimiento son un factor importante en la calidad del producto final y la forma en que sean ejecutadas pueden llevar al éxito a la empresa, pero si se presentan inconsistencias en las operaciones de los equipos podría afectar el resultado en la calidad del producto final y como consecuencia pérdidas económicas y de tiempo para la empresa.

## **2.2 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO**

En cualquier empresa, el mantenimiento debe cumplir con dos objetivos fundamentales: reducir costos de producción y garantizar la seguridad industrial.

Cuando se habla de reducir los costos de producción se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Optimizar la disponibilidad de equipos e instalaciones para la producción.
- Reducir los costos de las paradas de producción ocasionadas por deficiencia en el mantenimiento de los equipos, mediante la aplicación de una determinada cantidad de mantenimiento en los momentos más apropiados.
- Incrementar la vida útil de los equipos.
- Procurar la utilización de los equipos durante toda su vida útil.
- Reducir los factores de desgastes, deterioros y roturas.
- Maximizar el aprovechamiento de los recursos disponibles para la función del mantenimiento.

Es aquí donde se debe analizar la conveniencia o no de continuar prestando el servicio de mantenimiento a una máquina que presenta problemas de funcionamiento o buscar su reemplazo.

La planificación del mantenimiento reduce los costos de operación y reparación de los equipos industriales. Los programas para la lubricación, limpieza y ajustes de los equipos permiten una reducción notable en el consumo de energía y un aumento en la calidad de los productos terminados. A mayor descuido en la conservación de los equipos, mayor será la producción de baja calidad.

Referente al tema de la seguridad industrial, podemos decir que el objetivo más importante desde el punto humano es garantizar con el mantenimiento la seguridad de operación de los equipos. Para poder cumplir estos objetivos es necesario realizar algunas funciones específicas a través del departamento de mantenimiento, tales como:

- Administrar el personal de mantenimiento.
- Programar los trabajos de mantenimiento.
- Establecer los mecanismos para retirar de la producción aquellos equipos que presentan altos costos de mantenimiento.
- Proveer al personal de mantenimiento de la herramienta adecuada para sus funciones.
- Mantener actualizadas las listas de repuestos y lubricantes.
- Adiestrar al personal de mantenimiento sobre los principios y normas de seguridad industrial.
- Disponer adecuadamente de los desperdicios y del material recuperable.

## **2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO**

### **2.3.1 Mantenimiento correctivo**

Es aquel mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presente en determinado momento. Se puede afirmar que es el equipo quien determina cuando se debe parar. Su función principal es poner en marcha el equipo lo más rápido posible y al mínimo costo posible.

Para que este mantenimiento tenga éxito se deberá estudiar la causa del problema, estudiar las diferentes alternativas para su reparación y planear el trabajo con el personal y equipos disponibles.

Este mantenimiento es común encontrarlo en las empresas pequeñas y medianas, presentando una serie de inconvenientes a saber:

- Normalmente cuando se hace una reparación no se alcanzan a detectar otras posibles fallas porque no se cuenta con el tiempo disponible.
- Por lo general el repuesto no se encuentra disponible porque se tiene un registro del tipo y cantidad necesarios.
- Generalmente la calidad de la producción cae debido al desgaste progresivo de los equipos.

Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo: el programado y no programado. La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción. La decisión entre corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata suele marcarla la importancia del equipo en el sistema productivo: si la avería supone la parada inmediata de un equipo

necesario, la reparación comienza sin una planificación previa. Si en cambio, puede mantenerse el equipo o la instalación operativa aún con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que llegue el momento más adecuado.

La distinción entre correctivo programado y correctivo no programado afecta en primer lugar a la producción. No tiene la misma afección el plan de producción si la parada es inmediata y sorpresiva que si se tiene cierto tiempo para reaccionar.

Por tanto, mientras el correctivo no programado es claramente una situación indeseable desde el punto de vista de la producción, los compromisos con clientes y los ingresos, el correctivo programado es menos agresivo con todos ellos.

Ventajas del mantenimiento correctivo:

- No genera gastos fijos.
- No es necesario programar ni prever ninguna actividad.
- Sólo se gasta dinero cuando está claro que se necesita hacerlo.
- A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico.
- Hay equipos en los que el mantenimiento preventivo no tiene ningún efecto, como los dispositivos electrónicos.

Esas son las razones que en muchas empresas inclinan la balanza hacia el correctivo. No obstante, estas empresas olvidan que el correctivo también tiene importantes desventajas:

- La producción se vuelve impredecible y poco fiable. Las paradas y fallos pueden producirse en cualquier momento. Desde luego, no es en absoluto recomendable basar el mantenimiento en las intervenciones correctivas en plantas con un alto valor añadido del producto final, en plantas que requieren una alta fiabilidad (por ejemplo, empresas que utilizan el frío en su proceso), las que tienen unos compromisos de producción con clientes sufriendo importantes penalizaciones en caso de incumplimiento o las que producen en campañas cortas (industria relacionada con la agricultura).

- Supone asumir riesgos económicos que en ocasiones pueden ser importantes.
- La vida útil de los equipos se acorta.
- Impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural, etc. Por ello, la avería puede repetirse una y otra vez.
- Hay tareas que siempre son rentables en cualquier tipo de equipo. Difícilmente puede justificarse su no realización en base a criterios económicos: los engrases, las limpiezas, las inspecciones visuales y los ajustes. Determinados equipos necesitan además de continuos ajustes, vigilancia, engrase, incluso para funcionar durante cortos periodos de tiempo.
- Los seguros de maquinaria o de gran avería suelen excluir los riesgos derivados de la no realización del mantenimiento programado indicado por el fabricante del equipo.
- Las averías y los comportamientos anormales no sólo ponen en riesgo la producción: también pueden suponer accidentes con riesgos para las personas o para el medio ambiente.
- Basar el mantenimiento en la corrección de fallos supone contar con técnicos muy calificados, con un stock de repuestos importante, con medios técnicos muy variados, etc.

En la mayor parte de las empresas difícilmente las ventajas del correctivo puro superarán a sus inconvenientes. La mayor parte de las empresas que basan su mantenimiento en las tareas de tipo correctivo no han analizado en profundidad si esta es la manera más rentable y segura de abordar el mantenimiento, y actúan así por otras razones.

### **2.3.2 Mantenimiento periódico**

Es un procedimiento de Mantenimiento Preventivo que como su nombre lo indica es de atención periódica bajo rutinas estudiadas a fin de aplicar los trabajos después de determinadas horas de funcionamiento del equipo, se le hacen pruebas y se cambian partes por término de vida útil o fuera de especificación. Le sigue en fiabilidad al Predictivo.

### **2.3.3 Mantenimiento programado**

Este tipo de mantenimiento basa su aplicación en el supuesto de que todas las piezas se desgastan en la misma forma y en el mismo periodo de tiempo, no importa que se esté trabajando en condiciones diferentes.

Para implementar el mantenimiento programado se hace un estudio de todos los equipos de la empresa y se determina con la ayuda de datos estadísticos de los repuestos y la información del fabricante, cuales piezas se deben cambiar en determinados periodos de tiempo.

Se tiene el inconveniente con este mantenimiento que hay partes del equipo que se deben desarmar o retirar aunque estén trabajando sin problemas, para dar cumplimiento a un programa.

### **2.3.4 Mantenimiento preventivo<sup>3</sup>**

Una intervención de mantenimiento preventivo es, por definición, una intervención prevista, o sea, preparada. Sea cual fuere la importancia del mantenimiento preventivo, existirá siempre un mantenimiento correctivo residual para los desperfectos ocasionales.

---

<sup>3</sup> Referencia tomada de, SIERRA A. Gabriel Antuán. Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrial AVM S.A. Trabajo de grado en modalidad de investigación. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2004. 196p.

El mantenimiento preventivo es entonces un complemento del mantenimiento correctivo. Este tipo de mantenimiento tiene su importancia en que realiza inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos con el fin de detectar condiciones y estados inadecuados de esos elementos que puedan ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones, y realizar en forma permanente el cuidado de mantenimiento adecuado de la planta para evitar tales condiciones, mediante la ejecución de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están en estado inicial de desarrollo.

El mantenimiento preventivo se hace mediante un programa de actividades (revisiones y lubricación), con el fin de anticiparse a las posibles fallas en el equipo. Tiene en cuenta cuales actividades se deben realizar sobre el equipo en marcha o cuando esté detenido.

El objetivo del mantenimiento preventivo es el aumentar al máximo la disponibilidad y confiabilidad del equipo llevando a cabo un mantenimiento planeado, basado en las inspecciones planificadas y programadas de los posibles puntos de falla.

Una buena organización de mantenimiento que aplica el sistema preventivo obtiene los siguientes beneficios:

- **Seguridad.** Las obras e instalaciones sujetas a mantenimiento preventivo operan en mejores condiciones de seguridad puesto que se conoce mejor su estado físico y condiciones de funcionamiento u operación.
- **Vida útil.** Una instalación sujeta a mantenimiento preventivo tiene una vida útil mucho mayor que la que tendría con un sistema de mantenimiento correctivo.
- **Costo de reparaciones.** Es posible reducir el costo de reparaciones si se utiliza el mantenimiento preventivo en lugar del correctivo.

- **Inventarios.** Es posible reducir el costo de inventarios empleando el sistema de mantenimiento preventivo, puesto que se determina en forma más precisa los materiales de mayor consumo y se puede prever su uso en el tiempo.
- **Carga de trabajo.** La carga de trabajo para el personal de mantenimiento preventivo es más uniforme que en un sistema de mantenimiento correctivo, por lo que se puede reducir al minimizar las emergencias.

En resumen y considerando los costos directos e indirectos a mediano y largo plazo, se estima que una sana combinación de mantenimientos correctivo y preventivo puede reducir los costos en 40 a 50%. Hay que recordar que entre los costos indirectos están: pérdida de prestigio por incumplimiento de programas de producción y entregas, primas por accidentes, litigios y desmandas, desmotivación a la calidad y productividad.

#### **2.3.4.1 Pasos para elaborar un programa de mantenimiento preventivo**

Aceptando las políticas de implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la empresa, estas se deben consolidar firmemente de forma ordenada y paulatina, no hay que apresurarse en la ejecución, ni tampoco empezar muy lento. Esto se debe con el fin de conservar la planta de producción con sus equipos e instalaciones a un costo mínimo.

El programa de mantenimiento preventivo debe ser hecho sobre medidas: medido y cortado para satisfacer los requerimientos individuales. La razón es clara: no hay dos plantas idénticas en tamaño, edad, localización, equipo y servicios; difieren en organización, políticas de operación; personal. Los problemas de mantenimiento preventivo son diferentes así como los problemas del mantenimiento y no responden al mismo tratamiento.

Existe semejanza en los programas de Mantenimiento Preventivo en cuanto a sus objetivos y principios básicos, más no en trabajo a desarrollar.

En general, para establecer un programa de mantenimiento preventivo en una empresa se deberían tener en cuenta los siguientes pasos:

- **Administración del plan.** El primer paso en el desarrollo de un programa completo de mantenimiento preventivo consiste en reunir una fuerza de trabajo que inicie y ejecute el plan. Se designará a una sola persona como jefe de la fuerza de trabajo, además de que es esencial el compromiso de la dirección para el cumplimiento exitoso del plan. Después de anunciar el plan y formar la organización necesaria para el mismo, la fuerza de trabajo deberá emprender la tarea de conformar el programa.
- **Inventario de las instalaciones.** El inventario de las instalaciones es una lista de todas las instalaciones, incluyendo todas las piezas, de un sitio. Se elabora con fines de identificación. Se deberá elaborar una hoja de inventario de todo el equipo que muestre la identificación de éste, la descripción de la instalación, su ubicación, tipo y prioridad (importancia).
- **Identificación del equipo.** Es esencial desarrollar un sistema mediante el cual se identifique de manera única a cada equipo de la planta. Se deberá establecer un sistema de códigos que ayude en este proceso de identificación.
- **Registro de las instalaciones.** El registro de las instalaciones es un archivo (electrónico o en papel) que contiene los detalles técnicos acerca de los equipos incluidos en el plan de mantenimiento. Estos datos son los primeros que deben alimentarse al sistema de información de

mantenimiento. El registro del equipo debe incluir el número de identificación, ubicación, tipo de equipo, fabricante, fecha de fabricación, número de serie, especificaciones, tamaño, capacidad, velocidad, peso, energía de servicio, detalles de conexiones, detalles de cimiento, dimensiones generales, tolerancias, número de plano de referencia, número de referencia para los manuales de servicio, intercambiabilidad con otras unidades, etc.

- **Programa específico de mantenimiento.** Debe elaborarse un programa específico de mantenimiento para cada pieza de equipo dentro del programa general. El programa es una lista completa de las tareas de mantenimiento que se van a realizar en el equipo. El programa incluye el nombre y número de identificación del equipo, su ubicación, lista detallada de las tareas que se llevarán a cabo (inspecciones, mantenimiento preventivo, reemplazos), frecuencia de cada tarea, tipo de técnicos requeridos para realizar la tarea, tiempo para cada tarea, herramientas especiales que se necesitan, materiales necesarios y detalles acerca de cualquier arreglo de mantenimiento por contrato.
- **Especificaciones del trabajo.** La especificación del trabajo es un documento que describe el procedimiento para cada tarea. Su intención es proporcionar los detalles de cada tarea en el programa de mantenimiento.
- **Programa de mantenimiento.** El programa de mantenimiento es una lista donde se asignan las tareas de mantenimiento a períodos de tiempo específicos. Cuando se ejecuta el programa de mantenimiento, debe realizarse mucha coordinación a fin de balancear la carga de trabajo y cumplir con los requerimientos de producción. Esta es la etapa en donde el programa de mantenimiento preventivo entra en ejecución.

- **Control del programa.** El programa de mantenimiento preventivo debe ejecutarse según se ha planeado. Es esencial una vigilancia estrecha para observar cualquier desviación con respecto al programa.

En general, en las circunstancias modernas actuales, la continua introducción de equipos mecánicos de servicios, de maquinaria perfeccionada y de nuevos métodos de fabricación se agrega continuamente a las tareas del mantenimiento. Para que los costos de mantenimiento sean mínimos, es preciso que se aplique un criterio de ingeniería competente tanto en la elección de la maquinaria como en la disposición de la misma y en el desarrollo de herramientas eficientes y buenas prácticas de mantenimiento.

Con un campo tan amplio de atender, es necesario que el mantenimiento preventivo este bajo la responsabilidad de un Ingeniero, que a la vez tenga buenos conocimientos técnicos y sea un buen ejecutivo.

#### **2.3.4.2 Beneficios logrados por el mantenimiento preventivo**

- Disminución del tiempo ocioso por menos paros imprevistos.
- Menor número de reparaciones en gran escala.
- Menor acumulación de la fuerza de trabajo de Mantenimiento.
- Menor cantidad de reparaciones repetitivas.
- Disminución de los costos de reparaciones antes de la falla (mantenimiento proactivo) debido a la menor fuerza de trabajo y la menor cantidad de repuestos utilizados.
- Menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor control de calidad, debido a la correcta adaptación de los equipos.
- Aplazamiento o eliminación de los reemplazos prematuros de equipo debido a su mejor conservación y aumento de la vida probable.
- Menor necesidad de equipo en operación por los mayores rendimientos.

- Reducción de los costos de mantenimiento por mano de obra y materiales debido al trabajo de optimización de las operaciones de mantenimiento y la disminución de las reparaciones por fallo imprevisto.
- Mejor control del trabajo por la utilización de programas y procedimientos adecuados.
- Reducción y control de los niveles de inventario de repuestos.
- Mejores relaciones industriales porque los trabajadores de producción no sufren pérdidas de bonificaciones por los pasos imprevistos.
- Menores costos de seguros y mayor seguridad para los trabajadores y la planta.
- Menores costos de producción.

#### **2.3.4.3 ¿Qué equipos se deben inspeccionar?**

La inspección de plantas y equipos varía de acuerdo a las condiciones de cada instalación, pero el programa de mantenimiento preventivo debe contener la mayor parte posible de estos equipos para un mejor funcionamiento de la planta.

En la implementación del programa de mantenimiento que cumpla con los requerimientos de la empresa, se deben tomar decisiones en particular que se inducen de consideraciones generales, logrando tomar como base las repuestas de algunas preguntas como las siguientes.

*¿Es un equipo vital?* Si su falla causa una pérdida de producción mayor a una avería costosa o daños al personal, se justifica incluirlo en el programa de mantenimiento preventivo.

*¿Hay equipos de emergencia o reemplazo en caso de falla?* Es posible poner en operación otro equipo para satisfacer la demanda de producción. En tal caso la

necesidad de incluir tales equipos en el programa de mantenimiento preventivo depende de otros factores, tales como costo de la reparación o el valor del equipo.

*¿El costo del mantenimiento preventivo es mayor que el costo de la parada de los equipos y los costos de reparaciones y reemplazo?* Si el valor de parar una maquinaria para reparar o corregir una falla repetitiva no es menor que el costo total de la reparación, es difícil certificar la utilización del mantenimiento preventivo.

*¿La vida normal del equipo de mantenimiento preventivo excede las necesidades de producción?* Si el equipo ha de ser obsoleto antes de que se arruine por completo, el Mantenimiento Preventivo puede ser un gasto innecesario. En el caso de equipo que no sea de operación la decisión de incluirlo en el programa de mantenimiento preventivo puede guiarse por la siguiente consideración:

Si la falta de mantenimiento o ajuste de un equipo va a producir, en caso de una falla, daños personales o a otros equipos o problemas en la producción, debe considerarse seriamente la posibilidad de incluirlo en el programa de mantenimiento preventivo.

Entonces la identificación de los equipos se hace indispensable para poder determinar o clasificar que equipos podría ser rentable implementar un programa de mantenimiento preventivo, eso quiere decir que el primer paso para la identificación de esas máquinas es elaborar un sistema de inventario para la planta de producción.

#### **2.3.4.4 ¿Qué partes deben inspeccionarse?**

En términos generales todo sistema, mecanismo, máquina, motor o instalación mecánica, neumática, hidráulica, eléctrica, obras civiles y construcciones locativas

debe ser sometido al análisis de prevenciones. Una vez decidido que equipo va a incluirse en el programa de mantenimiento preventivo, el paso siguiente es determinar que partes de cada equipo necesitan atención.

La inspección de los componentes que conforman a cada equipo o conjunto de maquinaria se podrían determinar mediante los siguientes factores.

- Recomendaciones de los fabricantes.
- Manuales de servicio emitidos para cada equipo.
- Experiencia del personal de mantenimiento en general.
- Listas de recomendaciones suministrados por los mecánicos que ajustan regularmente los equipos.
- Los registros históricos.

Una planta procesadora puede resumir el alcance de su Mantenimiento Preventivo en forma más detallada para incluir inspecciones en:

- Equipo de proceso: Hornos, intercambiadores de calor, tuberías, bombas, compresores, instrumentos.
- Equipo de seguridad: Válvulas de alivio de presión y vacío. Controles de forma, equipo de respiración y primeros auxilios.
- Equipo de servicio: Calderas generadoras, almacenes y sistemas de distribución de agua, vapor, y aire comprimido.
- Tanques y equipo accesorios: Tanques de almacenamiento.
- Edificios: Áreas de embarque, patios y almacenamiento.
- Equipo de protección contra incendio: Bombas de agua, rociadores de polvo, extintores, camiones de bombeo y sistemas de alarma.
- Equipo de Mantenimiento: Máquinas herramientas, equipo de transporte, grúas y montacargas, herramientas manuales, instrumentos de inspección.

La inspección es el elemento fundamental del Mantenimiento Preventivo, consiste en observar cuidadosa y detenidamente el estado del elemento en cuestión, buscando desgastes, desajustes, piquetes, erosiones, grietas o fisuras, etc., y registran detalladamente las observaciones en cuadros destinados para tal fin.

La cantidad de inspecciones es lo que determina el costo de un programa a mayor número de inspecciones en un programa mayor será su costo. Entonces el problema crítico es encontrar el equilibrio favorable entre este costo de inspección y el costo de no utilizar el Mantenimiento Preventivo. El costo de inspección puede medirse directamente, el costo de no usar el Mantenimiento Preventivo incluye no solo el costo directo de las reparaciones, sino también las cargas indirectas como tiempo ocioso de la producción, entregas y otras consecuencias.

#### **2.3.4.5 Tipos de inspección**

El paso siguiente consiste en la determinación de los requisitos de lubricación, mantenimiento mecánico y mantenimiento eléctrico.

**Requerimientos de lubricación.** Una vez que se ha determinado el empadronamiento de toda la maquinaria y se ha decidido que equipos hacen parte del programa de mantenimiento preventivo, se debe continuar con la revisión de lubricación del equipo para determinar los lubricantes adecuados y la frecuencia de lubricación.

Los elementos principales para la determinación de los requerimientos de lubricación son los siguientes:

- Reconocimiento previo de los puntos de lubricación para seleccionar los mejores lubricantes y su frecuencia de aplicación.
- Reducir el número de lubricantes a unos pocos de buena calidad.

- Inspeccionar los dispositivos y sistemas de lubricación para asegurarse que están en buenas condiciones y son adecuados.
- Desarrollar un sistema para programar la lubricación que se adapte a las características de la planta, de forma que los lubricantes se apliquen debidamente con prontitud.
- Evitar la contaminación de los lubricantes durante su almacenamiento y manipulación.

**Mantenimiento mecánico.** El mantenimiento mecánico cubre un campo muy extenso, ya que la mayoría de los sistemas tienen componentes y mecanismos que requieren de revisión y mantenimiento en condiciones de operación.

Las tareas de mantenimiento mecánico son muy variadas, pues incluyen actividades como:

- Inspección y evaluación.
- Ajuste y calibración.
- Ensamble y desensamble.
- Lavado y limpieza.
- Sujeción.
- Soldadura y metalización.
- Maquinado.
- Tratamientos físicos y térmicos.
- Acabado de superficies.

**Mantenimiento eléctrico.** En forma general, el equipo eléctrico y sus redes son de un relativo fácil mantenimiento, ya que por un lado se tienen pocas partes de movimiento continuo (excepto motores), y por otro el equipo eléctrico utiliza diseños probados que deben cumplir con normas y reglamentos.

El mantenimiento en esta área se da a instalaciones de conducción, equipo de protección, control, medición, señalamiento, comunicación, motores y transformadores.

### **2.3.5 Mantenimiento predictivo**

Este tipo de mantenimiento consiste en efectuar una serie de mediciones o ensayos no destructivos con equipos sofisticados a todas aquellas partes de la maquinaria susceptibles de deterioro, pudiendo con ello anticiparse a la falla catastrófica. La mayoría de estas mediciones se efectúan con el equipo en marcha y sin interrumpir la producción. Este tipo de mantenimiento requiere una programación continua, de aparatos y personal especializado.

Los ensayos más frecuentes son:

- Desgaste. Mediante el análisis de partículas presentes en el aceite se pueden determinar dónde está ocurriendo un desgaste excesivo.
- Espesor de paredes, empleado en tanques.
- Vibraciones. Utilizado para saber el estado de los rodamientos y desalineamiento en los equipos.
- Altas temperaturas, la temperatura en exceso nos indica un posible funcionamiento incorrecto del equipo.

El mantenimiento predictivo es costoso pero su información es valiosa para llevar a cabo un buen programa de mantenimiento preventivo.

Ventajas del mantenimiento predictivo:

- Da más continuidad en la operación. Puesto a que si en la primera revisión se detecta algún cambio necesario, se programa otra pequeña pausa para instalarlo, se puede mantener una continuidad entre revisiones.

- Más confiabilidad. Al utilizar aparatos y personal calificado, los resultados deben ser más exactos.
- Requiere menos personal. Esto genera una disminución en el costo de personal y en los procesos de contratación, aunque luego veremos una desventaja sobre ello.
- Los repuestos duran más. Como las revisiones son en base a resultados, y no a percepción, se busca que los repuestos duren exactamente el tiempo que debe ser.

Desventajas del mantenimiento predictivo:

- Siempre que hay un daño, necesita programación. Si al dueño le urge que se repare, es posible que tenga que esperar hasta la fecha que se defina como segunda revisión, por lo que las urgencias también deben darse mediante programaciones.
- Requiere equipos especiales y costosos. Al buscarse medir todo con precisión, los equipos y aparatos suelen ser de alto costo, por lo que necesitan buscarse las mejores opciones para adquirirse.
- Es importante contar con personal más calificado. Aunque ya mencionamos que el personal es menor, éste debe contar con conocimientos más calificados, lo que eleva a su vez el costo y quizá, dependiendo del área, disminuyan las opciones.
- Costosa su implementación. Por lo mismo de manejarse mediante programaciones de trabajo, si se unen los costos de todas las veces que se paró la máquina y se revisó por cuestiones que se identificaron la primera vez, el costo es considerablemente alto.

### **2.3.6 Mantenimiento proactivo**

Cuando la empresa se ha comprometido con la calidad y ha implementado el mantenimiento preventivo y el predictivo, es necesario buscar una mayor productividad a un menor costo, para ello el mantenimiento proactivo selecciona aquellos lubricantes y procedimientos óptimos donde se logra incrementar la producción, disminuyendo los costos directos de energía y prolongando la vida útil de los equipos.

Cuando la empresa toma la decisión de organizar su departamento de mantenimiento, generalmente comienza con la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, en el cuál se involucran los aspectos de lubricación, electricidad y electrónica y la parte mecánica.

La ventaja de implementar el mantenimiento proactivo es que al integrar a toda la organización en los trabajos de mantenimiento se consigue un resultado final más enriquecido y participativo. El concepto está unido con la idea de calidad total y mejora continua.

Una desventaja del mantenimiento proactivo es que se requiere un cambio de cultura general, para que tenga éxito, no puede ser introducido por imposición, requiere el convencimiento por parte de todos los componentes de la organización de que es un beneficio para todos. Otra desventaja es que la inversión en formación y cambios generales en la organización es costosa. El proceso de implementación requiere de varios años.

### **3. DIAGNÓSTICO DEL MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS**

En este capítulo se presenta una evaluación y diagnóstico del área de mantenimiento de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS, por parte de los autores de este trabajo de grado. Un buen comienzo en la elaboración de un programa de mantenimiento, es saber el estado actual de la empresa en cuanto a este tema se refiere. Por el motivo dado con anterioridad, se debe iniciar por una evaluación del estado de esta área, como lo es la documentación técnica, la gestión de repuestos, y el estado en que se encuentran las máquinas y equipos. Con el conocimiento de los aspectos mencionados se podrá saber cuáles son las debilidades y fortalezas de la empresa en este campo, para de ahí partir a dar una pronta solución a los problemas que se presentan, con el fin de cumplir con los objetivos de la compañía.

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO**

Se determinó, a través de entrevistas a operarios, jefe de taller y por observación de los procesos llevados a cabo en la empresa, que la mayoría de las actividades de mantenimiento en RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS, eran realizadas en su mayoría de manera correctiva. Esta filosofía de mantenimiento ha sido aplicada desde los inicios de esta compañía y con el paso de los años nunca se pensó en cambiar este paradigma. Lo anterior es debido a que aparentemente los procedimientos de mantenimiento realizados cumplían con su objetivo y además se pensaba que esta era una manera correcta, económica y eficaz de resolver los daños de las máquinas y equipos de la empresa.

Al pasar de los años, la empresa comienza a evolucionar de una manera favorable para los intereses económicos de sus dueños, la demanda de sus productos y servicios empieza a incrementarse. Al ocurrir estos acontecimientos, la preocupación por tener los equipos trabajando correctamente aumentó, ya que podrían suceder paradas involuntarias, daños permanentes, funcionamiento irregular, pérdida de tiempo de producción y generar potenciales riesgos económicos que en ocasiones pueden ser de consideración. Las responsabilidades adquiridas con sus clientes, hicieron que la compañía se viera en la necesidad de implementar otro tipo de mantenimiento, el cual fuera garantía de una mayor disponibilidad de sus equipos, una mayor vida útil y la reducción de costos en general.

### **3.2 DIAGNÓSTICO DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA**

Para realizar la programación del mantenimiento de las máquinas y equipos, es de suma importancia contar con la mayor cantidad posible de información al respecto, suministrada por el fabricante. Como son, los manuales que suministran información relevante acerca de las partes, rutinas de mantenimiento con sus respectivas frecuencias, procedimientos detallados y recomendaciones, óptimas condiciones de operación, precauciones de seguridad que debe tener en cuenta el operario, entre otras. La empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS, tenía en su haber entre un 15% y 20% de documentación de las máquinas y equipos, esta cantidad es muy baja ya que algunas máquinas fueron adquiridas con algunos años de uso por parte de anteriores dueños y en estos traspasos no fue tenido en cuenta la adquisición de estos manuales; otros no fueron entregados por partes de los fabricantes y algunos de ellos fueron extraviados. Para dar solución a esta escases de documentación se procedió a ser una búsqueda exhaustiva por diferentes medios como el internet o haciendo directamente la respectiva solicitud a los fabricantes.

### **3.3 DIAGNÓSTICO DE GESTIÓN DE REPUESTOS**

La empresa cuenta con gran parte de los repuestos que requieren las máquinas, como correas, cadenas, aceites, entre otros, todos estos dispuestos en el almacén. Se pudo ver que el almacenista no llevaba control del inventario de repuestos, ni el stock mínimo. En algunos momentos de suma urgencia al necesitar un repuesto que no está en el inventario, la producción en la empresa se retrasa, generando preocupación por el tiempo y dinero perdido.

El listado de proveedores del que se dispone en la compañía, estaba registrado de una manera muy desorganizada, anotado en pequeñas hojas sueltas, lo cual generaba inconvenientes al momento de necesitar los repuestos requeridos para reparación.

### **3.4 DIAGNÓSTICO DE LA PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO**

La filosofía de mantenimiento que se empleaba en la compañía, era la del mantenimiento correctivo. No existía alguien con la capacidad de programar rutinas de mantenimiento. En los casos en que ocurriera algún tipo de falla, los mismos operarios daban aviso de esta al jefe de taller, el cual tomaba las decisiones del procedimiento a seguir. Lo más común era que designara al mismo operario a realizar las reparaciones, o a los empleados con mayor experiencia de la empresa, en los casos que ya no se contaba con el conocimiento y el personal para hacer las reparaciones pertinentes, se procedía a contratar servicios externos de mantenimiento.

### **3.5 DIAGNÓSTICO DE LA CONDICIÓN DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS**

El método aplicado entre los muchos existentes para hacer el diagnóstico del estado de la maquinaria de la empresa, fue el uso de los sentidos humanos de los

operarios encargados para cada equipo. Con la experiencia lograda a través de años de operación de cierta máquina, el empleado obtiene la habilidad de reconocer el estado de funcionamiento de esta. De tal forma, que cualquier ruido, vibración u otra condición fuera del funcionamiento normal, conlleva al operario a una detección temprana del origen del problema.

En general los equipos se encuentran en buen estado, pero se pueden mejorar varios aspectos para evitar fallas inesperadas que puedan poner en riesgo el ritmo de la producción. Algunos equipos fueron dados de baja, ya que no se le hicieron las intervenciones adecuadas en el momento justo.

### **3.6 AREA FÍSICA DE MANTENIMIENTO**

En la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS, no existe un espacio físico para realizar las labores de mantenimiento, ya que no es viable tener un sitio únicamente para esta labor debido al gran volumen de las máquinas y al poco espacio disponible. El mantenimiento es realizado en el lugar donde cada una de estas está ubicada.

### **3.7 PERSONAL DE MANTENIMIENTO**

En estos momentos la empresa cuenta con personal, que debido a su gran experiencia como operarios, han adquirido conocimiento suficiente para realizar reparaciones de la gran mayoría de máquinas y equipos de la compañía; por lo tanto el saber de estos acerca del mantenimiento de las máquinas fue adquirido empíricamente a través de los años al realizar estas labores y no por medio de capacitaciones.

### **3.8 APOYO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

La empresa no contaba con un sistema de información que le fuera de ayuda en la gestión de las labores de mantenimiento de las máquinas y equipos de la planta de producción.

### **3.9 SERVICIO DE MANTENIMIENTO POR PARTE DE TERCEROS**

Los servicios de mantenimiento especializados, son encargados a empresas dedicadas a este tipo de trabajos. Las máquinas y equipos que requieren de este tipo de labores son: computadores, unidades de acondicionamiento de aire, soldadoras, equipos hidráulicos entre otros.

## **4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN A LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS**

El presente capítulo, muestra el proceso de implementación del sistema de información, este trabajo fue realizado por los autores en la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS, con el fin de demostrar el correcto funcionamiento del software elaborado para facilitar la administración del mantenimiento en la empresa. El listado del total de equipos de la compañía se presenta a continuación.

### **4.1 REALIZACIÓN DE INVENTARIO**

Para cualquier empresa, contar con el inventario de sus recursos de producción es de vital importancia, ya que permite conocer el valor de sus activos fijos, además esto ayuda a llevar un mejor manejo de todas las máquinas y equipos en las labores de mantenimiento.

Una de las primeras necesidades, de las encontradas en la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS, fue la falta de inventario de todas las máquinas y equipos, además tampoco se llevaba un control del total de las herramientas. La realización del inventario por parte de los autores, fue un proceso tedioso debido a que la mayoría de equipos no tienen una ubicación fija dentro de la planta de producción, esto tomó varias jornadas de recorridos dentro de la planta de producción. En estas visitas a la planta de producción también se aprovechaba para anotar toda la información de las máquinas, que era suministrada por parte de los operarios o por las placas adheridas a estas.

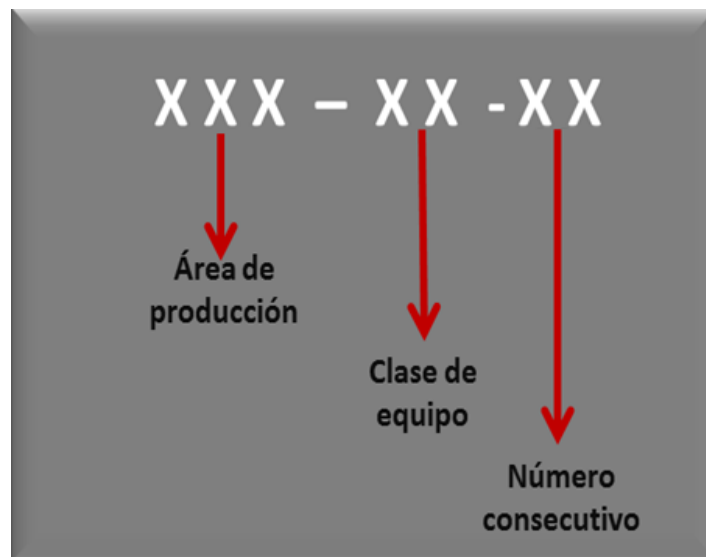
El inventario realizado se presenta en la tabla 3.

## 4.2 CODIFICACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

El objetivo principal de la codificación de las máquinas y equipos de la planta de producción, es permitir la identificación de cada uno de los equipos de acuerdo a las diferentes áreas y características de los mismos.

El código para cada equipo está constituido por un sistema alfanumérico, el cual está compuesto por el código del área de trabajo y el tipo de máquina o equipo, con su correspondiente consecutivo.

Figura 5. Estructura del código de las máquinas y equipos.



### 4.2.1 Código de área de producción

El código de área de producción está conformado por tres letras, que son la primera letra del nombre y las dos letras más significativas del calificativo del área.

Tabla 1. Código de área de producción.

ÁREAS DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO
Almacén.	ALM
Ensamble y montaje.	ENS
Mantenimiento.	MTO
Mecanizado.	MEC
Pintura y acabado.	PIN
Pruebas de producto terminado.	PPT

#### 4.2.2 Clase de equipo

El código de la clase de equipo está conformado por la primera letra del nombre de la máquina o equipo y seguido por la primera consonante. En el caso de que dos nombres de equipos coincidan con la codificación mencionada, se cambia la segunda letra del código de uno de los equipos, por la siguiente consonante del mismo nombre. Para las máquinas o equipos que estén conformados por dos palabras, el código se forma por la primera letra de cada palabra.

Tabla 2. Código de equipo.

EQUIPOS	CÓDIGO
Cizalla Manual	CM
Compresor de aire.	CA
Cortador de Plasma.	CP
Cortadora Hidráulica.	CH
Dobladora Hidráulica.	DB
Dobladora Manual.	DM

Esmeril.	ES
Fresadora.	FR
Gato Hidráulico	GH
Hidro-lavadora.	HL
Moto bomba.	MB
Moto Soldador.	MS
Motor Eléctrico.	ME
Motor Tool.	MT
Prensa Hidráulica.	PH
Prensa Embombadora.	PE
Pulidora.	PL
Roladora.	RL
Segueta Mecánica.	SM
Sierra Sin fin.	SS
Soldador de Arco Eléctrico.	SA
Soldador Autógeno	SG
Soldador MIG.	MG
Soldador Multiprocesos	SL
Taladro de Árbol.	TA
Taladro Manual.	TM
Torno Paralelo Universal.	TP
Troqueladora.	TR

#### 4.2.3 Número consecutivo

Número consecutivo para una misma clase de máquinas o equipos.

**Ejemplo:**

Código de equipo: **MEC-FR-01**

Área de producción: MEC= mecanizado.

Clase de equipo: **FR= Fresadora**

Número consecutivo: **01**

**4.2.4 Máquinas y equipos codificados en la EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS**

A continuación se muestra una tabla con el inventario de máquinas y equipos de la planta de producción con su respectivo código, fabricante y modelo.

Tabla 3. Inventario de equipos.

<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>FABRICANTE</b>	<b>MODELO</b>
MEC-PE-01	Prensa embombadora	REC	E01
MEC-PE-02	Prensa embombadora	REC	E02
MEC-CH-01	Cortadora hidráulica	STROJARNE	CNTA3150
MEC-DB-01	Dobladora hidráulica	F. HERMANOS	
MEC-DM-01	Dobladora manual	NIAGRA	250
MEC-TP-01	Torno paralelo	SOFIA	C8CM
MEC-TP-02	Torno paralelo		
MEC-TA-01	Taladro de árbol	SOFIA	
MEC-TA-02	Taladro de árbol	IVEM	AA-32
MEC-SS-01	Sierra sinfín	PEHAKA	HS 260 C1 01
MEC-FR-01	Fresadora	SUPER DRILL	
MEC-RL-01	Roladora	REC	R01
PIN-CA-01	Compresor	CAMPBELL	CI 15K3120H

		HAUSFELD	
PIN-CA-02	Compresor	HANSHIN	
ENS-MS-01	Moto soldador	MILLER	Big Blue 400 X
ENS-MS-02	Moto soldador	KTC	437-D6500T
ENS-SL-01	Soldador multiprocesos	MILLER	XMT 425 VS
ENS-SL-02	Soldador multiprocesos	MILLER	XMT 425 VS
ENS-MG-01	Soldador MIG	HOBART	2210
ENS-MG-02	Soldador MIG	WEST ARCO	313 D
ENS-MG-03	Soldador MIG	MILLER	250 MP
ENS-SA-01	Soldador arco eléctrico	BOC	2-300
ENS-SA-02	Soldador arco eléctrico	BOC	2-300
ENS-SA-03	Soldador arco eléctrico	BOC	2-300
ENS-SA-04	Soldador arco eléctrico	BOC	2-300
ENS-SA-05	Soldador arco eléctrico	BOC	2-300
ENS-SA-06	Soldador arco eléctrico	BOC	2-300
ENS-SA-07	Soldador arco eléctrico	BOC	2-300
ENS-SA-08	Soldador arco eléctrico	BOC	2-300
ENS-SA-09	Soldador arco eléctrico	BOC	2-300
ENS-SA-10	Soldador arco eléctrico	BOC	3-575
ENS-SA-11	Soldador arco eléctrico	BOC	3-475
ENS-SA-12	Soldador arco eléctrico	BOC	3-475
ENS-SA-13	Soldador arco eléctrico	LINCON	IDEALARC 250
ENS-SA-14	Soldador arco eléctrico	WEST ARCO	INVERSOR 160
ENS-SA-15	Soldador arco eléctrico	WEST ARCO	INVERSOR 160
ENS-SA-16	Soldador arco eléctrico	WEST ARCO	INVERSOR 160
ENS-SA-17	Soldador arco eléctrico	WEST ARCO	INVERSOR 160
ENS-SA-18	Soldador arco eléctrico	WEST ARCO	INVERSOR 160
ENS-SA-19	Soldador arco eléctrico	WEST ARCO	
ENS-SA-20	Soldador arco eléctrico	MILLER	CST 280
ENS-SA-21	Soldador arco eléctrico	MILLER	CST 280
ENS-SA-22	Soldador arco eléctrico	MILLER	CST 280
MEC-CP-01	Cortador de plasma	MILLER	SPECTRUM 875
MEC-CP-02	Cortador de plasma	MILLER	SPECTRUM 875
MEC-CP-03	Cortador de plasma	HYPERTHERM	POWERMAX45

MEC-CP-04	Cortador de plasma pantógrafo		
ENS-SG-01	Soldador autógeno		
ENS-SG-02	Soldador autógeno		
PPT-MB-01	Motobomba	REC	MB01
MEC-PH-01	Prensa hidráulica		

Tabla 4. Inventario de herramientas.

<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>FABRICANTE</b>	<b>MODELO</b>
ES-01	Esmeril		
ES-02	Esmeril		
MT-01	Motor tool	MAKITA	6DO600
PL-01	Pulidora	MAKITA	6A4530
PL-02	Pulidora	MAKITA	GA 9030
PL-03	Pulidora	MAKITA	GA 9020
PL-04	Pulidora	MAKITA	GA 9020
PL-05	Pulidora	MAKITA	GA 9020
PL-06	Pulidora	METABO	WE 9-12S QUICK
PL-07	Pulidora	METABO	WE 9-12S QUICK
PL-08	Pulidora	METABO	WE 9-12S QUICK
PL-09	Pulidora	METABO	W-26-230
TM-01	Taladro manual	MAKITA	
TM-02	Taladro manual	DE WALT	
TM-03	Taladro manual	BOSCH	GBM 10 RE
HL-01	Hidrolavadora	KARCHER	LR54005

### **4.3 ANÁLISIS DE CRITICIDAD**

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer jerarquías entre Instalaciones, sistemas, equipos, elementos de equipos en beneficio de la gestión del mantenimiento, ya que permite enfocar los procesos de mantenimiento para garantizar la disponibilidad de los equipos y el uso eficiente de los recursos, optimar la aplicación de las actividades de mantenimiento tomando en cuenta la criticidad e importancia de los activos.

Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla.

¿Cuáles sistemas con sus respectivos equipos del área seleccionada deben ser analizados y en qué orden?

Para resolver esta pregunta es necesario identificar todos los sistemas existentes con sus componentes en el área seleccionada y jerarquizar de acuerdo a importancia y criticidad, cada uno de estos sistemas con sus respectivos equipos. A continuación se presenta un modelo de jerarquización de sistema

#### **4.3.1 Método de evaluación de Criticidad basada en el Concepto del Riesgo<sup>4</sup>**

Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de optimar el proceso de asignación de recursos (económicos, humanos y técnicos). El término “crítico” y la definición de criticidad pueden tener diferentes interpretaciones y van a depender del objetivo que se está tratando de jerarquizar. Desde esta óptica existen una gran diversidad

---

<sup>4</sup>PARRA, Carlos., Mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC), Ingecon 2011.

de herramientas de criticidad, según las oportunidades y las necesidades de la organización, la metodología propuesta, es una herramienta de priorización bastante sencilla que genera resultados semicuantitativos, basados en la teoría del Riesgo (Frecuencia de fallas x Consecuencias:

- **Riesgo** = Frecuencia x Consecuencia
- **Frecuencia** = # de fallas en un tiempo determinado
- **Consecuencia** = ((Impacto Operacional x Flexibilidad) + Costos Mtto  
+ Impacto SAH)

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

**Criticidad Total** = Frecuencia de fallas x Consecuencia

**Consecuencia** = ((Impacto Operacional x Flexibilidad) + Costo Mtto. + Impacto SAH)

Figura 6. Criterios para calcular la criticidad.

<b>Frecuencia de fallas:</b>		<b>Costo de Mtto:</b>	
Pobre, mayor a 2 fallas /año	4	Mayor o igual a 200000\$	2
Promedio, 1-2 fallas /año	3		
Buena, 0,5-1 fallas /año	2	Inferior a 200000\$	1
Excelente, menos de 0,5 fallas /año	1		
<b>Impacto operacional:</b>		<b>Impacto en seguridad ambiente higiene (SAH)</b>	
Pérdida de todo el despacho	10	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	8
Parada del sistema o subsistema Y tiene repercusión en otros sistemas	7		
Impacta en niveles de inventario o calidad	4	Afecta ambiente/instalaciones	7
No genera ningún efecto significativo Sobre operaciones y producción	1	Afecta instalaciones causando daños Severos	5
<b>Flexibilidad operacional:</b>			
No existe opción de producción y no hay función de repuesto.	4	Provoca daños menores( ambiente y seguridad )	3
Hay opción de repuesto compartido/ almacén	2	No provoca ningún tipo de daños a Personas Instalaciones o ambiente	1
Función de repuesto disponible	1		

Fuente: Ver [4]

Estos factores son evaluados en reuniones de trabajo con la participación de las distintas personas pertenecientes involucradas en el contexto operacional (operaciones, mantenimiento, procesos, seguridad y ambiente). Una vez que se evaluaron en consenso cada uno de los factores presentados en la tabla anterior, se introducen en la fórmula de Criticidad Total (I) y se obtiene el valor global de criticidad (máximo valor de criticidad que se puede obtener a partir de los factores ponderados evaluados = 200). Para obtener el nivel de criticidad de cada sistema se toman los valores totales individuales de cada uno de los factores principales: frecuencia y consecuencias y se ubican en la matriz de criticidad - valor de frecuencia en el eje Y, valor de consecuencias en el eje X. La matriz de criticidad mostrada a continuación permite jerarquizar los sistemas en tres áreas.

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

La criticidad se determina cuantitativamente, multiplicando la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de una falla por la suma de las consecuencias de la misma, estableciendo rasgos de valores para homologar los criterios de evaluación.

**Criticidad = Frecuencia x Consecuencia**

Figura 7. Matriz de criticidad.

<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>	<b>4</b>	MC	MC	C	C	C
	<b>3</b>	MC	MC	MC	C	C
	<b>2</b>	NC	NC	MC	C	C
	<b>1</b>	NC	NC	NC	MC	C
		<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>
<b>CONSECUENCIA DE FALLAS</b>						

Fuente: [4]

Tabla 5. Listado de criticidad de equipos de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS.

CÓDIGO	MÁQUINA	IO	FO	COSTO DE MTO	SAH	CO	FF	CRITICIDAD
MEC-RL-01	Roladora	10	4	1	3	44	4	176
MEC-PE-01	Prensa embombadora	7	4	2	3	33	4	132
MEC-CH-01	Cortadora hidráulica	7	4	2	3	33	4	132
MEC-PH-01	Prensa hidráulica	7	4	2	3	33	4	132
MEC-DB-01	Dobladora hidráulica	7	4	2	3	33	2	66
MEC-TP-01	Torno paralelo	4	4	2	3	21	2	42
MEC-TP-02	Torno paralelo	4	4	2	3	21	2	42
MEC-CP-04	Cortador de plasma pantógrafo	7	4	2	3	33	1	33
ENS-SL-01	Soldador multiprocesos	7	4	1	3	32	1	32
ENS-SL-02	Soldador multiprocesos	7	4	1	3	32	1	32
MEC-SS-01	Sierra sinfín	7	4	1	3	32	1	32
ENS-MG-01	Soldador MIG	7	2	2	5	21	1	21
ENS-MG-02	Soldador MIG	7	2	2	5	21	1	21
ENS-MG-03	Soldador MIG	7	2	2	5	21	1	21
MEC-CP-01	Cortador de plasma	7	2	1	5	20	1	20
MEC-CP-02	Cortador de plasma	7	2	1	5	20	1	20
MEC-CP-03	Cortador de plasma	7	2	1	5	20	1	20
PPT-MB-01	Motobomba	4	4	1	1	18	1	18
MEC-SG-01	Soldador autógeno	4	2	1	7	16	1	16
MEC-SG-02	Soldador autógeno	4	2	1	7	16	1	16
MEC-TA-01	Taladro de árbol	4	2	1	3	12	1	12
MEC-TA-02	Taladro de árbol	4	2	1	3	12	1	12
PIN-CA-01	Compresor	4	2	1	3	12	1	12
PIN-CA-02	Compresor	4	2	1	3	12	1	12
ENS-MS-01	Moto soldador	4	2	1	3	12	1	12
ENS-MS-02	Moto soldador	4	2	1	3	12	1	12
ENS-SA-01	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-02	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-03	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-04	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-05	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-06	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-07	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-08	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-09	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-10	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10

ENS-SA-11	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-12	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-13	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-14	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-15	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-16	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-17	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-18	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-19	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-20	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-21	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10
ENS-SA-22	Soldador arco eléctrico	4	1	1	5	10	1	10

#### 4.3.2 Equipos críticos de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS

Las siguientes tablas muestran los criterios y procedimientos para calcular la criticidad en los equipos críticos de la compañía:

- **Análisis de criticidad “Roladora”**

<b>Equipo:</b>	Roladora
<b>Código:</b>	MEC-RL-01

FRECUENCIA DE FALLAS		VALOR
Pobre, mayor a 2 fallas /año		4
Promedio, 1-2 fallas /año		3
Buena, 0,5-1 fallas /año		2
Excelente, menos de 0,5 fallas/año		1
	<b>selección</b>	4

IMPACTO OPERACIONAL (IO)		VALOR
Pérdida de todo el despacho		10
Parada del sistema o subsistema y repercusión en otros sistemas		7
Impacto en niveles de inventario calidad		4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción		1
	<b>selección</b>	10

<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)</b>		<b>VALOR</b>
No existe opción de producción y no hay función de repuesto		4
Hay opción de repuesto compartido /almacén		2
Función de repuesto disponible		1
<b>selección</b>		<b>4</b>

<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)</b>		<b>VALOR</b>
Mayor o igual a 200000 \$		2
Inferior a 200000\$		1
<b>selección</b>		<b>1</b>

<b>IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE (SAH)</b>		<b>VALOR</b>
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización.		8
Afecta el ambiente /instalaciones.		7
Afecta las instalaciones causando daños severos		5
Provoca daños menores (ambiente-seguridad)		3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al medio ambiente		1
<b>selección</b>		<b>3</b>

CONSECUENCIAS =(IO*FO)+CM+SAH
CONSECUENCIAS = <b>44</b>

CRITICIDAD = FRECUENCIA O TASA DE FLLAS x CONSECUENCIAS DE FALLAS
<b>CRITICIDAD</b> <b>176</b>

- **Análisis de criticidad “Cortadora Hidráulica”**

<b>Equipo:</b>	Cortadora Hidráulica
<b>Código:</b>	MEC-CH-01

<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>	<b>VALOR</b>
Pobre, mayor a 2 fallas /año	4
Promedio, 1-2 fallas /año	3
Buena, 0,5-1 fallas /año	2
Excelente, menos de 0,5 fallas/año	1
<b>selección</b>	<b>4</b>

<b>IMPACTO OPERACIONAL (IO)</b>	<b>VALOR</b>
Pérdida de todo el despacho	10
Parada del sistema o subsistema y repercusión en otros sistemas	7
Impacto en niveles de inventario calidad	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1
<b>selección</b>	<b>7</b>

<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)</b>	<b>VALOR</b>
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido /almacén	2
Función de repuesto disponible	1
<b>selección</b>	<b>4</b>

<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)</b>	<b>VALOR</b>
Mayor o igual a 200000 \$	2
Inferior a 200000\$	1
<b>selección</b>	<b>2</b>

<b>IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE (SAH)</b>	<b>VALOR</b>
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización.	8
Afecta el ambiente /instalaciones.	7
Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente-seguridad)	3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al medio ambiente	1
<b>selección</b>	<b>3</b>

CONSECUENCIAS = (IO*FO)+CM+SAH
CONSECUENCIAS = 33

CRITICIDAD = FRECUENCIA O TASA DE FLLAS x CONSECUENCIAS DE FALLAS
<b>CRITICIDAD</b> 132

- **Análisis de criticidad “Prensa embombadora”**

<b>Equipo:</b>	Prensa Embombadora
<b>Código:</b>	MEC-PE-01

FRECUENCIA DE FALLAS	VALOR
Pobre, mayor a 2 fallas /año	4
Promedio, 1-2 fallas /año	3
Buena, 0,5-1 fallas /año	2
Excelente, menos de 0,5 fallas/año	1
<b>selección</b>	<b>4</b>

IMPACTO OPERACIONAL (IO)	VALOR
Pérdida de todo el despacho	10
Parada del sistema o subsistema y repercusión en otros sistemas	7
Impacto en niveles de inventario calidad	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1
<b>selección</b>	<b>7</b>

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	VALOR
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido /almacén	2
Función de repuesto disponible	1
<b>selección</b>	<b>4</b>

<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)</b>		<b>VALOR</b>
Mayor o igual a 200000 \$		2
Inferior a 200000\$		1
<b>selección</b>		<b>2</b>

<b>IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE (SAH)</b>		<b>VALOR</b>
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización.		8
Afecta el ambiente /instalaciones.		7
Afecta las instalaciones causando daños severos		5
Provoca daños menores (ambiente-seguridad)		3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al medio ambiente		1
<b>selección</b>		<b>3</b>

<b>CONSECUENCIAS = (IO*FO)+CM+SAH</b>	
<b>CONSECUENCIAS =</b>	<b>33</b>

<b>CRITICIDAD = FRECUENCIA O TASA DE FLLAS x CONSECUENCIAS DE FALLAS</b>	
<b>CRITICIDAD =</b>	<b>132</b>

- **Análisis de criticidad “Prensa Hidráulica”**

<b>Equipo:</b>	Prensa Hidráulica
<b>Código:</b>	MEC-DB-01

<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>		<b>VALOR</b>
Pobre, mayor a 2 fallas /año		4
Promedio, 1-2 fallas /año		3
Buena, 0,5-1 fallas /año		2
Excelente, menos de 0,5 fallas/año		1
<b>selección</b>		<b>4</b>

<b>IMPACTO OPERACIONAL (IO)</b>	<b>VALOR</b>
Pérdida de todo el despacho	10
Parada del sistema o subsistema y repercusión en otros sistemas	7
Impacto en niveles de inventario calidad	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1
<b>selección</b>	<b>7</b>

<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)</b>	<b>VALOR</b>
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido /almacén	2
Función de repuesto disponible	1
<b>selección</b>	<b>4</b>

<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)</b>	<b>VALOR</b>
Mayor o igual a 200000 \$	2
Inferior a 200000\$	1
<b>selección</b>	<b>2</b>

<b>IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE (SAH)</b>	<b>VALOR</b>
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización.	8
Afecta el ambiente /instalaciones.	7
Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente-seguridad)	3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al medio ambiente	1
<b>selección</b>	<b>3</b>

CONSECUENCIAS $= (IO * FO) + CM + SAH$
CONSECUENCIAS = <b>33</b>

CRITICIDAD = FRECUENCIA O TASA DE FLLAS x CONSECUENCIAS DE FALLAS
<b>CRITICIDAD</b> <b>132</b>

• Análisis de criticidad “Dobladora Hidráulica”

<b>Equipo:</b>	Dobladora Hidráulica
<b>Código:</b>	MEC-DB-01

<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>	<b>VALOR</b>
Pobre, mayor a 2 fallas /año	4
Promedio, 1-2 fallas /año	3
Buena, 0,5-1 fallas /año	2
Excelente, menos de 0,5 fallas/año	1
<b>selección</b>	<b>2</b>

<b>IMPACTO OPERACIONAL (IO)</b>	<b>VALOR</b>
Pérdida de todo el despacho	10
Parada del sistema o subsistema y repercusión en otros sistemas	7
Impacto en niveles de inventario calidad	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1
<b>selección</b>	<b>7</b>

<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)</b>	<b>VALOR</b>
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido /almacén	2
Función de repuesto disponible	1
<b>selección</b>	<b>4</b>

<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)</b>	<b>VALOR</b>
Mayor o igual a 200000 \$	2
Inferior a 200000\$	1
<b>selección</b>	<b>2</b>

IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE (SAH)	VALOR
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización.	8
Afecta el ambiente /instalaciones.	7
Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente-seguridad)	3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al medio ambiente	1
<b>selección</b>	<b>3</b>

CONSECUENCIAS $= (IO * FO) + CM + SAH$	
CONSECUENCIAS	<b>33</b>

CRITICIDAD = FRECUENCIA O TASA DE FLLAS x CONSECUENCIAS DE FALLAS	
<b>CRITICIDAD</b>	<b>66</b>

#### 4.4 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS

El plan de mantenimiento que se muestra a continuación, contiene las rutinas programadas que se deben realizar a los elementos que conforman cada uno de los equipos críticos de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS.

Código	Equipo
MEC-RL-01	Roladora

- **Acción:** Limpieza del equipo.
- **Frecuencia:** Semanal.
- **Procedimiento:**
  1. Apagar y desconectar el equipo.

2. Realizar limpieza de los rodillos y el área que rodea a la máquina.
3. Remover exceso de grasa aplicada en los tornillos de ajuste y a los bujes.

- **Acción:** cambio de correas.

- **Frecuencia:** Anual.

- **Procedimiento:**

1. Apagar y desconectar el equipo.
2. Utilizar una palanca para soltar las correas de la polea.
3. Girar la rueda hasta que la correa salga de la garganta de la polea.
4. Retirar las correas.
5. Con la ayuda de la palanca instalar las nuevas correas.
6. Girar la polea para verificar que las correas quedaron bien instaladas.
7. Encender el equipo y verificar que el sistema de transmisión funciona correctamente.

- **Acción:** Limpieza del motor.

- **Frecuencia:** Mensual.

- **Procedimiento:**

1. Apagar y desconectar el equipo.
2. Utilizar un cepillo para remover la suciedad en la superficie del motor

- **Acción:** Inspección de los bujes de apoyo de los rodillos.

- **Frecuencia:** Trimestral.

- **Procedimiento:**

1. Observar el estado de los bujes.
2. Con el equipo en marcha verificar que no haya ningún ruido fuera de lo normal.

- **Acción:** Inspección de las poleas de la transmisión de potencia.
- **Frecuencia:** Anual.
- **Procedimiento:**
  1. Revisar presencia de grietas.
  2. Revisar estado de las gargantas.
  3. Verificar que las poleas estén alineadas.
  
- **Acción:** Inspección de los rodillos inferiores y superior.
- **Frecuencia:** Semestral.
- **Procedimiento:**
  1. Revisar presencia de grietas.
  2. Revisar que los rodillos no estén doblados.
  3. Verificar que no haya material adherido a los rodillos.
  
- **Acción:** Lubricación de los bujes de apoyo de los rodillos.
- **Frecuencia:** Semanal.
- **Procedimiento:**
  1. Apagar el equipo.
  2. Aplicar la grasa en la grasera de cada uno de los bujes.
  
- **Acción:** Lubricación de los tornillos de ajuste.
- **Frecuencia:** Semanal.
- **Procedimiento:**
  1. Apagar el equipo.
  2. Aplicar la grasa en todos los tornillos de ajuste.
  
- **Acción:** inspección de los componentes eléctricos.
- **Frecuencia:** Anual.
- **Procedimiento:**

1. Apagar el equipo.
2. Verificar el estado de los cables de todo el equipo.
3. Medir las variables eléctricas del motor (Voltaje y corriente).
4. Inspeccionar que todas las conexiones no estén sueltas.

Código	Equipo
MEC-PH-01	Prensa hidráulica

- **Acción:** Limpieza del equipo.
- **Frecuencia:** Semanal.
- **Procedimiento:**
  1. Apagar y desconectar el equipo.
  2. Limpiar el área circundante al equipo.
  
- **Acción:** Cambio de fluido hidráulico.
- **Frecuencia:** Anual.
- **Procedimiento:**
  1. Apagar y desconectar el equipo.
  2. Retirar la tapa superior del depósito hidráulico.
  3. Colocar un recipiente debajo del depósito hidráulico y retirar la tapa inferior.
  4. Esperar a que el tanque este desocupado.
  5. Colocar la tapa inferior y agregar fluido hidráulico nuevo hasta donde indique el nivel
  6. Colocar la tapa superior.

**Acción:** Cambio del filtro.

- **Frecuencia:** Anual.

- **Acción:** Inspección de fugas de fluido hidráulico.
- **Frecuencia:** Mensual.
  
- **Acción:** inspección de los componentes eléctricos.
- **Frecuencia:** Anual.
- **Procedimiento:**
  1. Apagar el equipo.
  2. Verificar el estado de los cables de todo el equipo.
  3. Medir las variables eléctricas del motor (Voltaje y corriente).
  4. Inspeccionar que todas las conexiones no estén sueltas.

<b>Código</b>	<b>Equipo</b>
MEC-PE-01	Prensa embombadora

- **Acción:** Limpieza del equipo.
- **Frecuencia:** Semanal.
- **Procedimiento:**
  1. Apagar y desconectar el equipo.
  2. Limpiar el área circundante al equipo.
  3. Limpiar exceso de grasa aplicada a las cadenas, chumaceras y bujes.
  
- **Acción:** cambio de correas.
- **Frecuencia:** Anual.
- **Procedimiento:**
  1. Apagar y desconectar el equipo.
  2. Soltar las correas de la polea.
  3. Girar la rueda hasta que la correa salga de la garganta de la polea.

4. Retirar las correas.
5. Con la ayuda de la palanca instalar las nuevas correas.
6. Girar la polea para verificar que las correas quedaron bien instaladas.
7. Encender el equipo y verificar que el sistema de transmisión funciona correctamente.

<b>Código</b>	<b>Equipo</b>
MEC-DB-01	Dobladora hidráulica

**Trabajo seguro:**

1. En la realización de cualquier trabajo de mantenimiento, la cortina de la prensa dobladora siempre debe soportarse antes de hacer cualquier arreglo mecánico o hidráulico de la máquina.
2. Poner la cortina sobre dos bloques de madera del mismo tamaño o en su defecto bajar la cortina para que quede soportada por el herramental.
3. Bloquear el sistema eléctrico para asegurar que no pueda conectarse.

- **Acción:** Inspección visual.
- **Frecuencia:** Diaria.
- **Procedimiento:**

1. Verificar que la prensa dobladora esté limpia y que la mesa y el área de los dados estén libres de escamado.
2. Al tomar el turno y al cambiar la herramienta, verificar la alineación de punzón y dado e inspeccionar la condición del herramental y que estos no presenten abolladuras ni fracturas si es así debe ser reparado o reemplazado.

3. Verificar la operación correcta de los dispositivos, lo cual incluye botones de palma, botón de ascenso y parada de emergencia, y observar que funcionen las luces indicadoras.
4. Verificar visual y periódicamente el nivel del aceite hidráulico en el depósito cuando los pistones estén en su nivel superior.

- **Acción:** lubricación semanal
- **Frecuencia:** 1 semana.
- **Procedimiento:**

Tener cuidado de no lubricar más de lo necesario

1. Sistema de guías de la cortina
2. Sistema de piñón y cremallera
3. Guías y rieles
4. Segmento de engrane

- **Acción:** verificación regular del sistema eléctrico
- **Frecuencia:** Trimestre
- **Procedimiento:**
  1. Apagar el interruptor de alimentación principal
  2. Bloquear el sistema
  3. Verificar todas las conexiones en las tablillas de terminales, relevadores y cajas de terminales en los motores.
  4. Reasentar todas las tarjetas de circuito impreso y revisar si hay daño físico (puntos de soldadura con fracturas, partes quemadas, etc.).
  5. Verificar todos los voltajes que vienen de fuentes de alimentación y transformadores.

6. Revisar si hay daño o malfuncionamiento en cada uno de los cables e interruptores.
7. Revise la operación de los ventiladores.
8. Verifique la operación de todas las funciones de la máquina y las características de seguridad (paros de emergencia, controles a dos manos, etc.).
9. Revisar el funcionamiento de los ventiladores internos, sistema de refrigeración y la limpieza de los intercambiadores de calor
10. Mantener las puertas de los paneles eléctricos cerradas.

- **Acción:** Inspección mecánica.
- **Frecuencia:** Cada 6 meses.
- **Procedimiento:**

1. Verificar el estado de pernos, pernos de pistón y ruedas dentadas de cadena y guías
2. Inspeccionar la conexión entre los pistones y la cortina
3. Verificar el apriete de todos los pernos y tornillos: Si los pernos están flojos verificar el estado destornillándolos y cambiarlos si están deformados o presentan defectos.
4. Calibrar y realinear los topes.

- **Acción:** Verificar la calidad del aceite.
- **Frecuencia:** Cada 9 meses.
- **Procedimiento:**

1. Obtener una muestra de aceite y mándela analizar el proveedor de aceite. El proveedor podrá proporcionar un perfil completo detallando la condición del aceite, y, como resultado, recomendará cambiar o filtrar el aceite.

2. Limpiar por completo el tanque y los filtros de succión antes del llenado, el filtro de cebado ubicado en la entrada de la bomba y un filtro de alta presión en la salida de la bomba.
3. Limpiar o cambiar los filtros. Al cambiar y montar los filtros, poner atención a la pureza. No deben usarse filtros que han estado expuestos a un ambiente sucio.
4. Verificar el filtro de aire sobre la cubierta del tanque de aceite. Este filtro usualmente se limpia con aire comprimido, pero dependiendo del ambiente del taller, puede requerir una limpieza más rigurosa.
5. Verificar que exista una presión máxima en las válvulas de alivio de presión y de la bomba. Bajo ninguna circunstancia la presión máxima debe exceder la especificación del fabricante.

- **Acción:** Inspeccionar el estado de las conexiones hidráulicas.
- **Frecuencia:** Cada 12 meses.
- **Procedimiento:**

1. Verificar la condición de las conexiones hidráulicas (líneas y mangueras) y reparar o cambiar según sea el caso.
2. Después de cada intervención se debe cebar el aire sistema hidráulico
3. Limpiar y revisar el paquete de válvulas en busca de fugas y daños

Código	Equipo
MEC-CH-01	Cortadora hidráulica

- **Acción:** Verificar la calidad del aceite.
- **Frecuencia:** Cada 9 meses.
- **Procedimiento:**

Obtener una muestra de aceite y mándela analizar el proveedor de aceite. El proveedor podrá proporcionar un perfil completo detallando la condición del aceite, y, como resultado, recomendará cambiar o filtrar el aceite.

1. Limpiar por completo el tanque y los filtros de succión antes del llenado, el filtro de cebado ubicado en la entrada de la bomba y un filtro de alta presión en la salida de la bomba.
2. Limpiar o cambiar los filtros. Al cambiar y montar los filtros, poner atención a la pureza. No deben usarse filtros que han estado expuestos a un ambiente sucio.
3. Verificar el filtro de aire sobre la cubierta del tanque de aceite. Este filtro usualmente se limpia con aire comprimido, pero dependiendo del ambiente del taller, puede requerir una limpieza más rigurosa.
4. Verificar que exista una presión máxima en las válvulas de alivio de presión y de la bomba. Bajo ninguna circunstancia la presión máxima debe exceder la especificación del fabricante.

- **Acción:** Inspeccionar el estado de las conexiones hidráulicas.
- **Frecuencia:** Cada 12 meses.
- **Procedimiento:**

4. Verificar la condición de las conexiones hidráulicas (líneas y mangueras) y reparar o cambiar según sea el caso.
5. Después de cada intervención se debe cebar el aire sistema hidráulico
6. Limpiar y revisar el paquete de válvulas en busca de fugas y daños

## **4.5 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN EN LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS**

La programación y diseño del software tardó aproximadamente dos meses, después de este periodo de tiempo, se empezaron a hacer pruebas de funcionamiento del software para la detección de errores ortográficos, de funcionamiento y pequeños cambios que permitieran al usuario un mejor manejo. El siguiente paso fue ir a la empresa e introducir los empleados, máquinas, herramientas, materiales y repuestos y demás registros necesarios para el funcionamiento del sistema de información.

Los primeros registros creados en el sistema de información, fueron los 46 empleados de la compañía, los cuales fueron ingresados en su totalidad por los autores del proyecto. Toda la información fue suministrada por el departamento de recursos humanos.

### **4.5.1 Implementación del módulo “Talento Humano”**

Es de vital importancia tener ingresados al total de empleados de la compañía en el software, con el fin de poder asignarle a cada uno las máquinas y equipos, herramientas, además son necesarios para la creación y ejecución de las órdenes de trabajo. En la figura 10 se presenta el listado de los empleados de la compañía RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS, ingresados al sistema de información por parte de los autores de este proyecto de grado.

Para ingresar cada empleado, es necesario introducir en el sistema de información los departamentos de la empresa y los cargos de los trabajadores. Estos se visualizan en forma de lista de las figuras 8 y 9.











































































































































Figura 8. Departamentos que conforman la empresa.

Nombre	Acciones
Producción	[Pencil] [Eye] [X]
Construcción civil	[Pencil] [Eye] [X]
Administración	[Pencil] [Eye] [X]
Pruebas de calidad	[Pencil] [Eye] [X]
Pintura y acabado	[Pencil] [Eye] [X]
Mecanizado	[Pencil] [Eye] [X]
Ensamble y montaje	[Pencil] [Eye] [X]
Almacén de materia prima	[Pencil] [Eye] [X]
Almacén	[Pencil] [Eye] [X]

Figura 9. Cargos de los empleados de la empresa.

Nombre	Acciones
Secretaria	[Pencil] [Eye] [X]
Secretaria auxiliar	[Pencil] [Eye] [X]
Supervisor	[Pencil] [Eye] [X]
Auxiliar administrativo	[Pencil] [Eye] [X]
Coor. Administrativa	[Pencil] [Eye] [X]
Coordinador Operativo	[Pencil] [Eye] [X]
Mensajero	[Pencil] [Eye] [X]
Maestro de construcción	[Pencil] [Eye] [X]
Aux. Pintura	[Pencil] [Eye] [X]
Obrero de ensamble	[Pencil] [Eye] [X]

Figura 10. Empleados ingresados en el sistema de información.

Listado Usuarios								
Rol	Nombres	Apellidos	↑ Usuario	Documento	Departamento	Cargo	Teléfonos	Acciones
Invitado	JERSON HAIR	AGUILAR FLOREZ	rec	85150963	Ensamble y montaje	Soldador	3166189556	  
Invitado	OSCAR IVAN	ALVAREZ BOHORQUEZ	rec	13747924	Administración	Mensajero	3163947707	  
Invitado	VICTOR	ARCINIEGAS BAUTISTA	rec	1095927336	Ensamble y montaje	Soldador	3173696507	  
Invitado	VICTOR	ARCINIEGAS NIÑO	REC	91320759	Ensamble y montaje	Soldador	3166491411	  
Invitado	CARLOS JULIO	ARCINIEGAS VALDERRAMA	rec	91320759	Ensamble y montaje	Soldador	3175901557	  
Invitado	RAFAEL ANDRES	ARIETA	rec	1069481365	Ensamble y montaje	Soldador	3145253287	  
Invitado	DANIS MANUEL	ARRIETA ARRIETA	rec	78759179	Ensamble y montaje	Soldador	3172340669	  
Invitado	OSCAR ARMANDO	CACERES CABALLERO	rec	13510718	Administración	Coordinador Operativo	3123521184	  
Invitado	ALVARO CARLOS	CHAVEZ	rec	1098618759	Pintura y acabado	Aux. Pintura	3202238394	  
Invitado	MARLON JAVIER	CONDE	rec	1098664339	Pintura y acabado	Aux. Pintura	3185404613	  
Invitado	GIOVANNI	CONTRERAS	rec	88274727	Pintura y acabado	Pintor	3184364048	  
Invitado	WILBRAHAN A.	CONTRERAS	rec	91488061	Ensamble y montaje	Obrero de ensamble	0	  
Invitado	JORGE ELIECER	DAVILA BASTIAS	rec	1095929336	Ensamble y montaje	Obrero de ensamble	3172163454	  
Invitado	PEDRO ANTONIO	DUARTE	rec	1095929336	Ensamble y montaje	Soldador	3182324059	  
Invitado	DIEGO MAURICIO	ESCOBAR	rec	91481129	Almacén	Almacenista	3133570510	  
Administrador	Javier Enrique	Escobar Niño	javierescobar	91182220	Mecanizado	Coordinador de producción	3183470307	  
Invitado	JENNEHY ISABEL	ESCOBAR NIÑO	rec	63531284	Administración	Coor. Administrativa	3174384675	  
Invitado	OSCAR FRANCISCO	GALVIS PRADA	rec	91275673	Ensamble y montaje	Soldador	3153912832	  
Administrador	Administrador	General	admin	0	Administración	Administrador	0	  
Invitado	CARLOS ALBERTO	GOMEZ BARRIOS	rec	13485912	Ensamble y montaje	Obrero de ensamble	0	  
Invitado	NELSON ENRIQUE	GUERRERO	rec	91351492	Pintura y acabado	Pintor	3185181583	  
Invitado	SERGIO ANDRES	GUTIERREZ	rec	1095924675	Ensamble y montaje	Soldador	0	  
Invitado	OSCAR GERARDO	HERNANDEZ ORDUZ	rec	91535346	Administración	Auxiliar administrativo	3172717469	  
Invitado	ELIBERTO	JAIMES PEÑA	rec	13837580	Producción	Supervisor	3133483497	  
Invitado	ERICK	JAIMES SIABATO	rec	91516829	Mecanizado	Soldador	3183473370	  
Invitado	VICTOR JULIO	LOZANO	rec	13470661	Construcción civil	Maestro de construcción	3165310957	  
Invitado	ANDREA	MARTINEZ	rec	1095935222	Administración	Auxiliar administrativo	3185002869	  
Invitado	ANTONIO	MUÑOZ SOLANO	rec	1098724900	Pintura y acabado	Pintor	3175466832	  
Invitado	JORGE ENRIQUE	ORDUZ	rec	91248110	Ensamble y montaje	Soldador	3177734029	  
Invitado	ABVIMAE	OSMA GONZALEZ	REC	13748235	Ensamble y montaje	Soldador	3172795744	  
Invitado	REYNEL	OSMA GONZALEZ	rec	13510226	Ensamble y montaje	Obrero de ensamble	3168938217	  
Invitado	EDWIN	OSMA GONZALEZ	rec	1098616614	Pintura y acabado	Pintor	3173058006	  
Invitado	JERSON LEANDRO	OVIEDO PARRA	rec	1098662909	Ensamble y montaje	Obrero de ensamble	3155079653	  
Invitado	DAVID ALEJANDRO	PRADA	rec	1095931716	Ensamble y montaje	Obrero de ensamble	3177169873	  
Invitado	JOSE MARIA	QUINTERO DIAZ	rec	5645433	Ensamble y montaje	Obrero de ensamble	3167876554	  
Invitado	MARIA ALEXANDRA	RODRIGUEZ P	rec	1098697654	Administración	Secretaria auxiliar	3166253540	  
Invitado	CARLOS	RONDON	rec	91516487	Pintura y acabado	Pintor	3178742302	  
Invitado	ELIANA ALEJANDRA	RIUALES GELVES	rec	1098722373	Administración	Secretaria	3187074087	  
Invitado	JORGE	SANCHEZ	rec	1095937394	Mecanizado	Soldador	3213570219	  
Invitado	FABIAN	SILVERA CASIANI	rec	77191764	Ensamble y montaje	Obrero de ensamble	3157376067	  
Invitado	JHERSON ORLANDO	SOTO ORTIZ	rec	1101205572	Administración	Auxiliar administrativo	3156612960	  
Invitado	JEISON	TELLEZ	rec	2147483647	Mecanizado	Soldador	3176191522	  
Invitado	HECTOR	VARGAS	rec	91252525	Mecanizado	Soldador	3177449449	  
Invitado	ALEX FRANCISCO	VERA MALDONADO	rec	88160273	Administración	Auxiliar administrativo	3142182077	  
Invitado	LUIS FRANCISCO	VILLAMIZAR	rec	13746194	Pintura y acabado	Pintor	3157425450	  
Invitado	GABRIEL	ZARATE	rec	91478496	Ensamble y montaje	Obrero de ensamble	3167311420	  

Mostrando Registros 1 - 47 de 47

#### 4.5.2 Implementación del módulo “Máquinas y equipos”

El ingreso de las máquinas y equipos es uno de los pasos más importantes en la implementación del sistema de información ya que todas las labores de mantenimiento se realizan a estas. Para cubrir el 100% de las opciones de este módulo es necesario, recopilar una gran cantidad de información como lo son los sistemas que conforman las máquinas, las partes, los puntos de lubricación, los puntos de inspección y las rutinas de mantenimiento.

A continuación se presenta el listado del total de equipos que conforman la planta de producción de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS; y posteriormente se muestra un ejemplo de la información ingresada al software del equipo crítico “prensa embombadora” que hace parte del proceso de fabricación de las tapas de los tanque para el transporte de fluidos (Ver figura 12).

Figura 11. Prensa embombadora.



Figura 12. Máquinas y equipos ingresados al sistema de información.

Listado Máquinas y Equipos								🔍	+	🔊	👤
Código	Máquina	Marca	Fabricante	Modelo	Departamento	Proveedor	Última actualización ↑	Acciones			
MEC-PE-01	Prensa Embombadora	INDUSTRIAS ACEROS	INDUSTRIAS ACEROS LTDA	E-01	Mecanizado	Industrias Aceros	2013-08-01	🔍	📄	👁	✖
MEC-PH-01	Prensa hidráulica				Mecanizado		2013-08-01	🔍	📄	👁	✖
MEC-DB-01	Dobladora hidráulica	Hermanos Franco	Hermanos Franco	FH-260-4	Mecanizado		2013-08-01	🔍	📄	👁	✖
MEC-RL-01	Roladora	REC	REC		Mecanizado	Rafael Escobar Contreras	2013-08-01	🔍	📄	👁	✖
MEC-CH-01	Cortadora Hidráulica	STROJARNE	STROJARNE	CNTA3150	Mecanizado		2013-08-01	🔍	📄	👁	✖
MEC-TP-01	Torno paralelo	ZMM SOFIA	ZMM SOFIA		Mecanizado		2013-08-02	🔍	📄	👁	✖
MEC-PE-02	Prensa Embombadora	INDUSTRIAS ACEROS	INDUSTRIAS ACEROS LTDA	E-02	Mecanizado	Industrias Aceros	2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
MEC-TP-01	Torno paralelo	ZMM SOFIA	ZMM SOFIA	C8CM	Mecanizado		2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
MEC-CP-04	Pantógrafo (cortador de plasma)	KOIKE	NORTHROP GRUMMAN-CANADA LTDA	KOR 2X1-HL90	Mecanizado		2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SL-01	Soldador multiprocesos	MILLER	MILLER ELECTRIC	XMT-425 VS	Ensamble y montaje	Codinter	2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SL-02	Soldador multiprocesos	MILLER	MILLER ELECTRIC	XMT-425 VS	Ensamble y montaje	Codinter	2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
MEC-SS-01	Sierra sin fin	PEHAKA	PEHAKA	HS 260 C1 01	Mecanizado		2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-MG-01	Soldador Mig	WestArco	WestArco	313D	Ensamble y montaje	Soldaduras West Arco Ltda	2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
MEC-CP-01	Cortador de plasma	MILLER	Miller Electric	SPECTRUM 875	Mecanizado		2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
MEC-CP-02	Cortador de plasma	MILLER	MILLER ELECTRIC	SPECTRUM 875	Mecanizado		2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
MEC-CP-03	Cortador de plasma	HYPER THERM	HYPER THERM	POWERMAX45	Mecanizado		2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SA-01	Soldador arco eléctrico	BOC	BOC	2-300 CD	Ensamble y montaje		2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SA-02	Soldador arco eléctrico	BOC	BOC	2-300 CD	Ensamble y montaje		2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SA-03	Soldador arco eléctrico	BOC	BOC	2-300 CD	Ensamble y montaje		2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SA-04	Soldador arco eléctrico	BOC	BOC	2-300 CD	Ensamble y montaje		2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SA-05	Soldador arco eléctrico	BOC	BOC	2-300 CD	Ensamble y montaje		2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SA-06	Soldador arco eléctrico	BOC	BOC	2-300 CD	Ensamble y montaje		2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SA-08	Soldador arco eléctrico	BOC	BOC	2-300 CD	Ensamble y montaje		2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SA-07	Soldador arco eléctrico	BOC	BOC	2-300 CD	Ensamble y montaje		2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SA-09	Soldador arco eléctrico	BOC	BOC	2-300 CD	Ensamble y montaje		2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SA-10	Soldador arco eléctrico	BOC	BOC	MI 3-575	Ensamble y montaje		2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SA-11	Soldador arco eléctrico	BOC	BOC	MI 3-475	Ensamble y montaje		2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SA-13	Soldador arco eléctrico	LINCOLN	LINCOLN	IDEALARC 250	Ensamble y montaje		2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SA-15	Soldador arco eléctrico	WEST ARCO	WestArco	INVERSOR 160	Ensamble y montaje	Soldaduras West Arco Ltda	2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SA-12	Soldador arco eléctrico	BOC	BOC	3-475	Ensamble y montaje		2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SA-14	Soldador arco eléctrico	WEST ARCO	WestArco	INVERSOR 160	Ensamble y montaje	Soldaduras West Arco Ltda	2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SA-16	Soldador arco eléctrico	WEST ARCO	WestArco	INVERSOR 160	Ensamble y montaje	Soldaduras West Arco Ltda	2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SA-17	Soldador arco eléctrico	WEST ARCO	West Arco	INVERSOR 160	Ensamble y montaje	Soldaduras West Arco Ltda	2013-08-03	🔍	📄	👁	✖
ENS-SA-18	Soldador arco eléctrico	WestArco	West Arco	INVERSOR 160	Ensamble y montaje	Soldaduras West Arco Ltda	2013-08-04	🔍	📄	👁	✖
ENS-SA-19	Soldador arco eléctrico	WestArco	WestArco	INVERSOR 160	Ensamble y montaje	Soldaduras West Arco Ltda	2013-08-04	🔍	📄	👁	✖

Mostrando Registros 1 - 35 de 35

Figura 13. Listado de partes de la prensa embombadora.

REC Inicio Talento Humano Máquinas y Equipos Control de Materiales Mantenimiento Desempeño Gestión Mi perfil Bienvenido admin

Prensa Embombadora MEC-PE-01

Sistemas

Partes












































































Puntos De Lubricación

Puntos De Inspección

Rutinas Mantenimiento

Tiempos

### Listado Partes de Máquina

Código	Nombre	Proveedor	Sistema	Especificaciones de operación	Fabricante	Acciones
MEC-PE-01-CAD-01	Cadena 1	CADENAS Y BANDAS LTDA	Transmisión mecánica	---		  
MEC-PE-01-CAD-02	Cadena 2	CADENAS Y BANDAS LTDA	Transmisión mecánica	Paso :100		  
MEC-PE-01-EJE-01	Eje 1	Industrias Aceros	Transmisión mecánica	---	INDUSTRIAS ACEROS LTDA	  
MEC-PE-01-EJE-02	Eje 2	Industrias Aceros	Transmisión mecánica	---	INDUSTRIAS ACEROS LTDA	  
MEC-PE-01-EJE-03	Eje 3	Industrias Aceros	Transmisión mecánica	---	INDUSTRIAS ACEROS LTDA	  
MEC-PE-01-VOL-01	Volante de inercia 1	Rafael Escobar Contreras	Transmisión mecánica	---	REC	  
MEC-PE-01-VOL-02	Volante de inercia 2	Rafael Escobar Contreras	Transmisión mecánica	---	REC	  
MEC-PE-01-PIÑ-01	Piñon 1	Industrias Aceros	Transmisión mecánica	---	INDUSTRIAS ACEROS LTDA	  
MEC-PE-01-PIÑ-02	Piñon 2	Industrias Aceros	Transmisión mecánica	---	INDUSTRIAS ACEROS LTDA	  
MEC-PE-01-PLA-01	Plato 1	Industrias Aceros	Transmisión mecánica	---	INDUSTRIAS ACEROS LTDA	  
MEC-PE-01-PLA-02	Plato 2	Industrias Aceros	Transmisión mecánica	---	INDUSTRIAS ACEROS LTDA	  
MEC-PE-01-PUÑ	Puño 1	Industrias Aceros	Martillo	--	INDUSTRIAS ACEROS LTDA	  
MEC-PE-01-CAM-01	Camisa	Rafael Escobar Contreras	Estructura	Acero: A36	REC	  
MEC-PE-01-MAR-01	Martillo	Rafael Escobar Contreras	Martillo	---	REC	  
MEC-PE-01-POL-01	Polea 1	CADENAS Y BANDAS LTDA	Transmisión mecánica	---		  
MEC-PE-01-POL-02	Polea 2	CADENAS Y BANDAS LTDA	Transmisión mecánica	---		  
MEC-PE-01-COR-01	Correa 1	CADENAS Y BANDAS LTDA	Transmisión mecánica	---		  
MEC-PE-01-MOT	Motor-reductor	Pendiente	Elemento motriz	---	SIEMENS	  
MEC-PE-01-LEV-SEG	Leva y seguidor	Industrias Aceros	Transmisión mecánica	---		  
MEC-PE-01-COL	Collarin	Rafael Escobar Contreras	Riel de excentricidad	--		  
MEC-PE-01-CHU-1	Chumacera 1	FRENOS Y RODAMIENTOS LTDA	Estructura	---		  
MEC-PE-01-CHU-02	Chumacera 2	FRENOS Y RODAMIENTOS LTDA	Estructura	---		  
MEC-PE-01-CHU-03	Chumacera 3	FRENOS Y RODAMIENTOS LTDA	Estructura	---		  
MEC-PE-01-BUJ-1.2	Buje 1,2	FRENOS Y RODAMIENTOS LTDA	Estructura	---		  
MEC-PE-01-BUJ-3.4	Buje 3,4	FRENOS Y RODAMIENTOS LTDA	Estructura	---		  

Mostrando Registros 1 - 25 de 25

Figura 14. Listado de sistemas de la prensa embombadora.

Navigation: Inicio, Talento Humano, Máquinas y Equipos, Control de Materiales, Mantenimiento, Desempeño, Gestión, Mi perfil. Bienvenido admin

Panel: Prensa Embombadora MEC-PE-01

Menú: Sistemas, Partes, Puntos De Lubricación, Puntos De Inspección, Rutinas Mantenimiento, Tiempos

### Listado Sistemas

Nombre	Acciones
Elemento motriz	[Icono] [Icono] [Icono]
Transmisión mecánica	[Icono] [Icono] [Icono]
Martillo	[Icono] [Icono] [Icono]
Estructura	[Icono] [Icono] [Icono]
Riel de excentricidad	[Icono] [Icono] [Icono]

Mostrando Registros 1 - 5 de 5

Figura 15. Puntos de lubricación prensa embombadora.

Navigation: Inicio, Talento Humano, Máquinas y Equipos, Control de Materiales, Mantenimiento, Desempeño, Gestión, Mi perfil. Bienvenido admin

Panel: Prensa Embombadora MEC-PE-01

Menú: Sistemas, Partes, Puntos De Lubricación, Puntos De Inspección, Rutinas Mantenimiento, Tiempos

Grid of 9 numbered images showing lubrication points on the machine.

### Listado Puntos de Lubricación

# PI	Parte	Lubricante	Cantidad	Acciones
9	MEC-PE-01-BUJ-1-2 Buje 1,2	Grasa	Lubricar con grasera	[Icono] [Icono] [Icono]
8	MEC-PE-01-LEV-SEG Leva y seguidor	Grasa	Lubricar con grasera	[Icono] [Icono] [Icono]
7	MEC-PE-01-CAM-01 Camisa	Grasa	Lubricar con grasera	[Icono] [Icono] [Icono]
6	MEC-PE-01-CHU-03 Chumacera 3	Grasa	Lubricar con grasera	[Icono] [Icono] [Icono]
5	MEC-PE-01-CHU-02 Chumacera 2	Grasa	Lubricar con grasera	[Icono] [Icono] [Icono]
4	MEC-PE-01-CHU-1 Chumacera 1	Grasa	Lubricar con grasera	[Icono] [Icono] [Icono]
3	MEC-PE-01-BUJ-3-4 Buje 3,4	Grasa	Lubricar con grasera	[Icono] [Icono] [Icono]
2	MEC-PE-01-CAD-02 Cadena 2	Grasa	Limpiar y lubricar	[Icono] [Icono] [Icono]
1	MEC-PE-01-CAD-01 Cadena 1	Grasa	Limpiar y lubricar	[Icono] [Icono] [Icono]

Figura 16. Puntos de inspección prensa embombadora.

**Listado Puntos de Inspección**

# PI	Procedimiento	Parte	Acciones
6	Inspeccionar estado del martillo	MEC-PE-01-MAR-01 Martillo	[Iconos de acción]
5	Revisar estado de chumaceras y bujes	MEC-PE-01-CHU-1 Chumacera 1	[Iconos de acción]
4	Revisar estado de las correas de transmisión	MEC-PE-01-POL-01 Polea 1	[Iconos de acción]
3	Revisar estado del motor eléctrico	MEC-PE-01-MOT Motor-reductor	[Iconos de acción]
2	Escuchar y observar el estado de las cadenas	MEC-PE-01-CAD-02 Cadena 2	[Iconos de acción]
1	Escuchar y observar el estado de las cadenas	MEC-PE-01-CAD-01 Cadena 1	[Iconos de acción]

Mostrando Registros 1 - 6 de 6

Figura 17. Rutinas de mantenimiento prensa embombadora.

**Listado de Rutinas Mantenimiento**

Máquina - equipo	Periodicidad	Actividad	Margen Aviso	Nombre de la tarea	Acciones
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Anual	Inspección	5	Inspección de los componentes eléctricos.	[Iconos de acción]
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Semanal	Lubricación	1	Lubricación del martillo y cadenas.	[Iconos de acción]
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Semanal	Lubricación	1	Lubricación de los tornillos de desplazamiento	[Iconos de acción]
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Semanal	Lubricación	1	Lubricación de los bujes y chumaceras.	[Iconos de acción]
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Anual	Inspección	3	Inspección de poleas	[Iconos de acción]
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Anual	Inspección	5	cambio de correas	[Iconos de acción]
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Trimestral	Inspección	2	Inspección de los bujes	[Iconos de acción]
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Semanal	Inspección	1	Limpieza general del equipo	[Iconos de acción]

Mostrando Registros 1 - 8 de 8

### 4.5.3 Implementación del módulo “Control de Materiales”

Los materiales y herramientas ingresados hasta el momento en el software se presentan a continuación.

Figura 18. Materiales ingresados al sistema de información.

Código	Nombre	Clasificación	Tipo	Proveedor	Unidad de medida	Cantidad actual	Stock mínimo	Stock máximo	Costo por unidad	Acciones
BAN-01	Correa trapezoidal	Repuesto	Piezas móviles	CADENAS Y BANDAS LTDA	Unidad	0	5	10		[Edit] [Add] [View] [Delete]
GRA-01	Grasa azul Lito	Material	Consumible		Galon	0	5	10		[Edit] [Add] [View] [Delete]
MEC-PE-01-CAD	Cadena paso 100	Material	Piezas móviles	CADENAS Y BANDAS LTDA	Metros	83	1	3		[Edit] [Add] [View] [Delete]

Figura 19. Herramientas ingresadas al sistema de información.

Código	Nombre	Fabricante	Modelo	Proveedor	Costo por unidad	Tipo herramienta	Estado herramienta	Acciones
HID-01	Hidrolavadora	KARCHER	LR54005			Eléctrica		[Edit] [Add] [View] [Delete]
MT-01	Motor Tool	MAKITA	GD0600			Eléctrica		[Edit] [Add] [View] [Delete]
MTL	Motortool	MAKITA	6D0600			Eléctrica		[Edit] [Add] [View] [Delete]
PUL-01	Pulidora	Metabo	W 26 230			Eléctrica		[Edit] [Add] [View] [Delete]
PUL-02	Pulidora	MAKITA	6A4530			Eléctrica		[Edit] [Add] [View] [Delete]
PUL-03	Pulidora	Metabo	(WE 9-12S)QUICK			Eléctrica		[Edit] [Add] [View] [Delete]
PUL-04	Pulidora	Metabo	(WE 9-12S)QUICK			Eléctrica		[Edit] [Add] [View] [Delete]
PUL-05	Pulidora	Metabo	(WE 9-12S)QUICK			Eléctrica		[Edit] [Add] [View] [Delete]
PUL-06	Pulidora	Metabo	w-26-230			Eléctrica		[Edit] [Add] [View] [Delete]
PUL-07	Pulidora	MAKITA	GA 9030			Eléctrica		[Edit] [Add] [View] [Delete]
PUL-08	Pulidora	MAKITA	GA 9020			Eléctrica		[Edit] [Add] [View] [Delete]
PUL-09	Pulidora	MAKITA	GA 9020			Eléctrica		[Edit] [Add] [View] [Delete]
PUL-10	Pulidora	MAKITA	GA 9020			Eléctrica		[Edit] [Add] [View] [Delete]
PUL-11	Pulidora	MAKITA	GA4530			Eléctrica		[Edit] [Add] [View] [Delete]
TAL-01	Taladro (MANDRIL JALOB)	MAKITA				Eléctrica		[Edit] [Add] [View] [Delete]
TAL-02	Taladro (MANDRIL JALOB)	DeWalt				Eléctrica		[Edit] [Add] [View] [Delete]
TAL-03	Taladro (MANDRIL JALOB)	BOSCH	GBM 10 RE			Eléctrica		[Edit] [Add] [View] [Delete]

## 5. SISTEMAS DE INFORMACIÓN

### 5.1 CONCEPTOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

#### 5.1.1 Definición de Sistema

El diccionario de la real academia española define<sup>5</sup> al sistema como el conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto. Los sistemas toman (entradas) datos, del ambiente y suministran (salida) información, energía o materia.

Los sistemas tienen dos características fundamentales las cuales son:

- a) Sinergia: El sistema tomado de forma global posee propiedades que no tienen sus partes cuando se toman independientemente, lo cual significa que el sistema tiene una capacidad de actuación mayor o menor que la de la suma de sus partes.
- b) Equifinalidad: El sistema tiene la capacidad de utilizar diferentes medios o caminos para llegar al mismo fin.

#### 5.1.2 Sistemas de información<sup>6</sup>

Un sistema de información (SI) es un conjunto de elementos que son utilizados en el manejo de la información con la expectativa de tener datos disponibles y listos para su uso posterior, a fin de cubrir una necesidad u objetivo concreto en las acciones de una empresa o negocio.

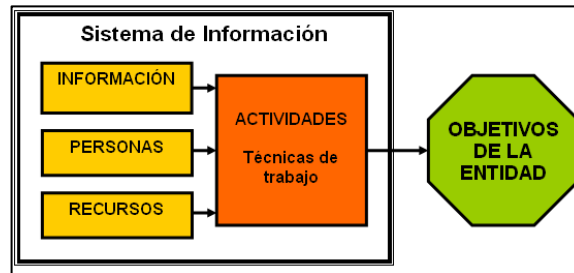
---

<sup>5</sup>DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA, vigésimo segunda edición. Definición de sistema [en línea] <<http://lema.rae.es/drae/?val=sistema> >. [citado el 15 de julio del 2013].

<sup>6</sup> Universidad Andrés Bello. INFORMATION SYSTEMS ANALYSIS [citado el 17 de julio del 2013]

Estos elementos interactúan entre sí para procesar los datos que dan lugar a información elaborada, que se distribuye de manera adecuada en una organización determinada, en función de sus objetivos.

Figura 20. Categorías de los elementos de los sistemas de información



Fuente: Ver [6]

Para las organizaciones el valor del sistema de información está en el contexto global en el que se desenvuelven, que les permiten obtener ventajas competitivas. Contribuyen con información veraz, oportuna y confiable para realizar un análisis correcto de la información, que entrega como resultados la reducción de costos y optimización en los procesos. Un sistema de información recoge, procesa, almacena, analiza y difunde información para lograr un objetivo específico, Además también se lo puede definir como una serie de operaciones de procesamiento de datos, que selecciona, recopila y recupera datos para reducir la inseguridad en la toma de decisiones.

Habitualmente el término se usa de manera errónea como sinónimo de sistema de información informático, en la mayor parte de los casos los recursos materiales de un sistema de información están constituidos casi en su totalidad por sistemas informáticos. Un sistema de información no tiene por qué disponer de dichos

recursos (aunque en la práctica esto no suele ocurrir). Se podría decir entonces que los sistemas de información informáticos son un subconjunto de los sistemas de información en general.

### **5.1.3 Actividades de un sistema de información<sup>7</sup>**

Un sistema de información está desarrollado para cumplir cuatro actividades básicas: entrada de información, almacenamiento, procesamiento y salida de la información.

I. *Entrada de información:* El proceso mediante el cual el sistema de información 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 de información que provienen o son tomados de otros sistemas o módulos. Las unidades típicas de entrada de datos a las computadoras son las terminales, las cintas magnéticas, los códigos de barras, los escáneres, la voz, los monitores sensibles al tacto, el teclado y el mouse entre otras.

II. *Almacenamiento de la 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 de proceso anterior. Esta información suele ser almacenada en estructuras de información denominadas archivos. La unidad típica de

---

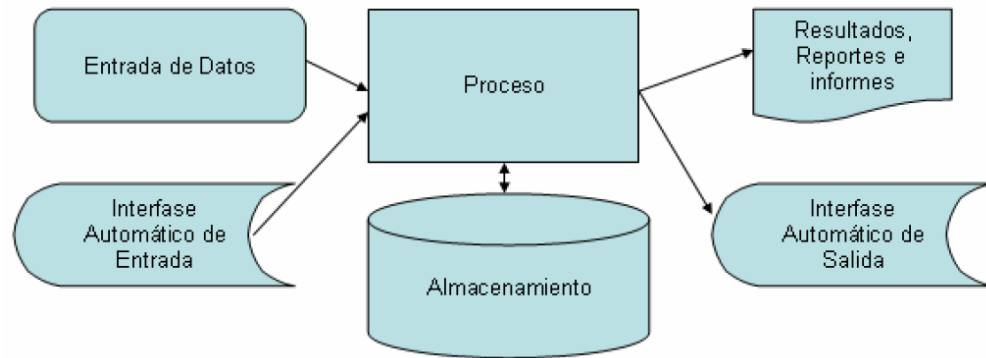
<sup>7</sup> [(Ocampo Álvarez, S. Limón, Sandoval, & Hernández, 2003) *Propuesta para crear un sistema de información de aprendizaje utilizando Post nuke*]

almacenamiento son los discos duros, discos ópticos CD/DVD, discos magneto ópticos, memorias USB y las memorias flash entre otros.

III. *Procesamiento de la 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.

IV. *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, disquetes, cintas magnéticas, la voz 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 procesados de los clientes.

Figura 21. Actividades de un sistema de información



Fuente: Ver [7]

#### 5.1.4 Componentes de un sistema de información<sup>8</sup>

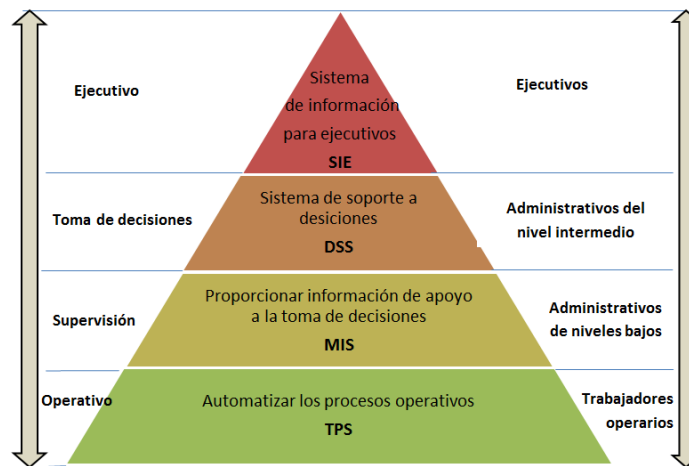
- a) *El equipo computacional*: el hardware es indispensable para que el sistema de información pueda operar. Lo componen el computador y los dispositivos próximos que pueden conectarse a este.
- b) *El recurso humano*: Interactúa con el Sistema de Información, el cual está formado por el personal que utiliza el sistema, estos se encargan de alimentar el software y analizar la información que arroja como producto del procesamiento de datos.
- c) *Los datos o información fuente*: Estos se introducen en el sistema, son las entradas que necesita él sistema de información para generar como resultado información procesada.
- d) *Los programas*: producen distintas formas de resultados. Los programas son el componente del software que hará que la información ingresada sea procesada correctamente.

<sup>8</sup> Universidad del Cauca, CONCEPTOS BÁSICOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN [en línea]  
< <http://fccea.unicauca.edu.co/old/siconceptosbasicos.htm> > [citado el 17 de julio de 2013]

### 5.1.5 Tipos de sistemas de información<sup>9</sup>

Para las empresas los sistemas de información cumplen con una importante labor en la administración de los recursos ya sean tangibles, intangibles o humanos. Pero la clasificación más relevante se basa en la pirámide organizacional

Figura 22. Pirámide organizacional.



Fuente: [9]

#### 5.1.5.1 Nivel operativo:

Aquí se realizan las llamadas actividades primarias las cuales consisten en proporcionar un servicio o producto y procesar las transacciones, entrada y registro de datos, análisis de transacciones aisladas.

- *Sistemas de procesamiento de transacciones (TPS):* Un sistema de procesamiento de transacciones (TPS por sus siglas en inglés: Transaction Processing System ) es un tipo de sistema de información que recolecta, almacena, modifica y recupera toda la información generada por las transacciones producidas en una organización.

<sup>9</sup> Fuentes David A, Sistemas de Información en Mantenimiento., Universidad Industrial de Santander, 2013.

### **5.1.5.2 Nivel de supervisión:**

En esta parte de la pirámide se supervisa el personal de operaciones, y su responsabilidad abarca el conocer detalladamente la operación que se realiza bajo su supervisión.

- *Sistemas de información gerencial (MIS):* Los MIS (denominados así por sus siglas en inglés: Management Information System) difieren de los sistemas de información habituales en que para examinar la información utilizan otros sistemas usados en las actividades operacionales de la organización. El término es utilizado para describir el conjunto de métodos de gestión de la información vinculada a la automatización o apoyo humano de la toma de decisiones. En general un sistema de información gerencial se encarga de proporcionar a los directivos información de forma rápida, fiable y precisa para agilizar la toma de decisiones.

### **5.1.5.3 Nivel de toma de decisiones:**

En este nivel los administrativos trabajan independientemente o haciendo parte de equipos especialistas. (Ingenieros, analistas de sistemas, contadores, abogados, etc.).

- *Sistema de soporte de decisiones (DSS):* Los DSS (también denominados así por sus siglas en inglés Decision Support System) son sistemas informáticos utilizados para apoyar, el proceso de toma de decisiones. La decisión es una elección entre opciones basadas en valoraciones de esas alternativas. El apoyo a una decisión significa apoyar al personal que trabaja solo o en grupo a acumular inteligencia, tomar decisiones y generar alternativas. Ayudar en el proceso de toma de decisión involucra la comparación de alternativas, la estimación y el apoyo a la valoración.

#### 5.1.5.4 Nivel Ejecutivo:

Las tareas que se ejecutan en la parte más alta de la pirámide consisten en la planeación estratégica y a largo plazo, análisis de alternativas y asignación de recursos, formulación de políticas, revisiones y evaluaciones generales, problemas críticos, actividades de liderazgo y representación.

- *Sistemas de información ejecutiva (EIS)*: Los EIS (denominados así por sus siglas en inglés Executive Information system) son una herramienta de inteligencia empresarial, orientada a usuarios de nivel gerencial, que permite monitorear el estado de las variables de un área o unidad de la empresa a partir de información interna y externa a la misma. Una de las características más importantes de un EIS es que permite a usuarios con perfil no técnico construir nuevos informes y navegar por los datos de la compañía, con el objetivo de descubrir información que les resulte relevante. Esto se debe, entre otras cosas, a que la interfaz gráfica de estas aplicaciones suele ser muy atractiva e intuitiva. El EIS suele incluir también alertas de negocio, informes históricos comparativos y análisis de tendencias. Por otro lado, es común que se puedan realizar suscripciones a los informes o listados más significativos.

Los sistemas de información también se pueden clasificar de acuerdo al tipo de información que manejan dentro de la organización:

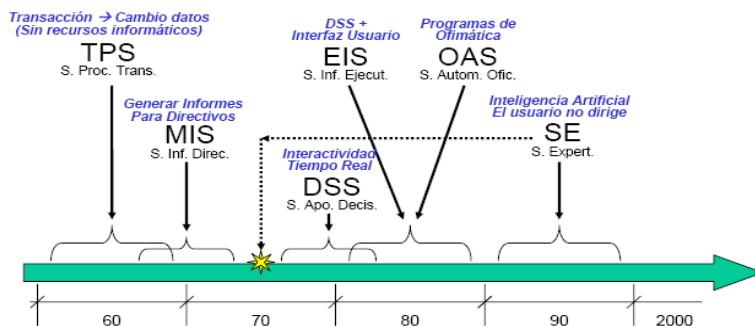
- *Sistemas de automatización a oficinas (OAS)*: Los OAS (denominados así por sus siglas en inglés Office Automation Systems) consisten en aplicaciones destinadas a ayudar al trabajo diario del administrativo de una organización, forman parte de este tipo de software los procesadores de textos, las hojas de cálculo, los editores de presentaciones, los clientes de correo electrónico, etc. Ejemplos de este tipo de software pueden ser Microsoft Office, Apple Mac OS y Open Office.

- *Sistema experto (SE)*: Los sistemas expertos son llamados así porque emulan el razonamiento de un experto en un dominio concreto. Es una aplicación informática capaz de solucionar un conjunto de problemas que exigen un gran conocimiento sobre un determinado tema.
- *Sistemas de planificación de recursos (ERP)*: Los ERP (llamados así por sus siglas en inglés, Enterprise Resource Planning) integran la información y los procesos de una organización en un solo sistema. Los sistemas ERP son sistemas de gestión para la empresa. Se caracterizan por estar compuestos por diferentes módulos. Estas partes son de diferente uso, por ejemplo: producción, ventas, compras, logística, contabilidad, gestión de proyectos, sistema de información geográfica, inventarios y control de almacenes, pedidos, nóminas, etc.

Los anteriores sistemas de información no fueron creados de manera simultánea en el mercado; en primera instancia se desarrollaron los TPS, en los años 60, y los últimos en aparecer fueron los SE alrededor de la de cada de los 90.

En la figura 23 podemos observar el proceso evolutivo de los sistemas de información.

Figura 23. Evolución de los sistemas de información



Fuente: ver [6]

Con el pasar del tiempo la orientación de las organizaciones ha cambiado, los productos han dejado de ser su enfoque primordial para prestar más atención al conocimiento, de esta manera las empresas hoy en día rivalizan en términos de proceso e innovación en lugar de sus productos. EL enfoque se centra en el proceso de producción y los servicios que lo siguen.

El bien máspreciado de una empresa es su información la cual está incorporada en su trayectoria, empleados, patentes, secretos comerciales, conocimiento.

## **5.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN CMMS**

Un CMMS da lugar a la administración de los procedimientos de mantenimiento de una empresa u organización. Estos programas informáticos utilizan bases de datos accesibles por el personal de mantenimiento para que puedan efectuar sus labores eficientemente, además de ser utilizadas por los gerentes para decidir sobre la base de los datos registrados.

Los sistemas de información para la gestión del mantenimiento CMMS están provistos de una importante cantidad de datos, que deben estar apropiadamente distribuidos para garantizar su fácil extracción. Es necesario tener a disposición historiales de los equipos (máquina o instalación), en lo que tiene que ver con: datos técnicos, tiempo en horas, fechas de las últimas incidencias, recursos utilizados en la solución de los dificultades, revisiones, reparaciones, fallas, trabajadores, y trabajadores. También, posibilitan la proyección de las revisiones programadas, creando los listados pertinentes para que sean ejecutadas por los trabajadores o técnicos en los plazos que se disponen. Es común que un CMMS se componga de diversas módulos o fracciones interrelacionados, en las que se elabora y controla exhaustivamente los trabajos diarios en los departamentos de Mantenimiento.

En el mercado comúnmente se encuentran sistemas de información que proveen los siguientes servicios:<sup>10</sup>

- **Órdenes de trabajo (OT's):** Actuación de mantenimiento que ha sido programada, asignada a un personal concreto, con unos costes asociados y con material reservado para su realización. Se podría completar con información adicional sobre causas y efectos de los problemas, tiempos de avería, mediciones o recomendaciones.
- **Mantenimiento preventivo (MP):** Planificación y Seguimiento de trabajos preventivos, incluyendo instrucciones o listas de tareas, material requerido, etc. Habitualmente los CMMS realizan una planificación automática en base a tiempos fijos o mediciones, y “avisar” cuando la operación de mantenimiento es necesaria.
- **Gestión de equipos:** Registro de información en torno al equipamiento e instalaciones, incluyendo datos como especificaciones, garantía, proveedores, contratos, fechas de compra, tiempo de vida esperado, registro de incidencias, averías, etc.
- **Control del inventario:** Gestión de los repuestos, herramientas y otros materiales almacenados, permitiendo la reserva de material para trabajos concretos y aportando datos de la ubicación concreta en los almacenes. El CMMS puede asimismo informar sobre cuándo deben pedirse los materiales y en qué cantidad, y realizar un seguimiento de las recepciones de material.

---

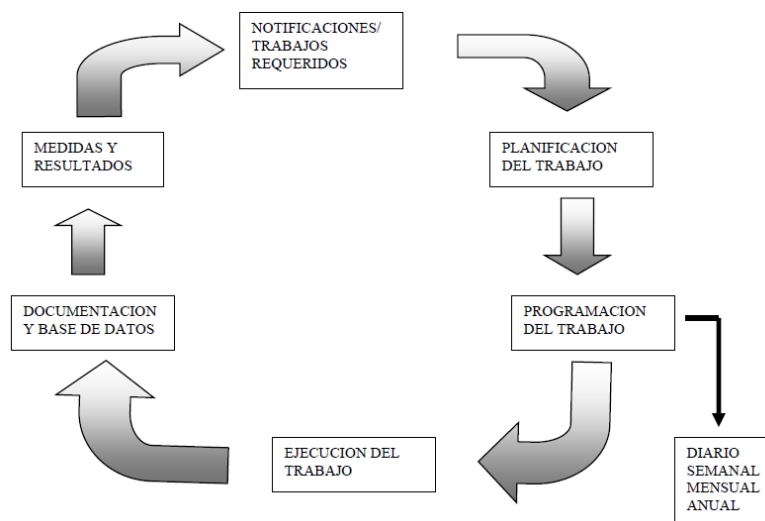
<sup>10</sup> Pedro D Carrillo., GESTIÓN INTEGRAL DEL MANTENIMIENTO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SOFTWARE DE CONTROL., UNIVERSIDAD DE ALCALÁ 2008.

Un sistema para la gestión del mantenimiento permite al profesional encargado de programar y planificar las tareas, ejecutar un rastreo del trabajo de manera ordenada. Por tal motivo es importante atender los siguientes aspectos.

1. Los costos del mantenimiento deben ser los más bajos posibles.
2. Los trabajos de mantenimiento deben ser optimizados
3. Los equipos con mayor índice de criticidad deben estar siempre disponibles
4. Los equipos menos críticos deben tener costos de mantenimiento lo más bajos posibles.
5. Los operarios no calificados en las labores de mantenimiento deben saber hacer el mantenimiento básico de los equipos.
6. El proveedor del software de mantenimiento debe tener la obligación de entrenar y supervisar que los objetivos se cumplan.

A continuación se presentan una imagen que esquematiza el ciclo del mantenimiento.

Figura 24. Ciclo del mantenimiento



Fuente: Ver [9]

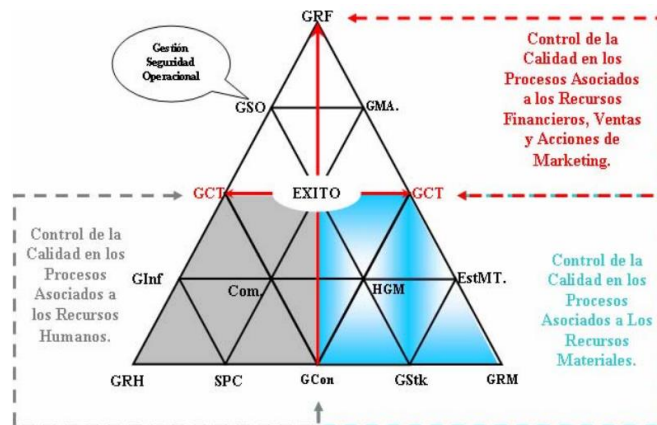
## 5.2.1 Gestión del mantenimiento en el CMMS

La definición formal de gestión, está determinada por el conjunto de acciones que se deben realizar para resolver un asunto o llevar a cabo un proyecto. Es también la administración de una organización, una empresa, negocio, o dependencia de una empresa.

En la actualidad existen numerosas herramientas y técnicas para la gestión del mantenimiento, por lo que es necesario plantear y definir las necesidades que tiene la empresa de acuerdo al servicio que se quiere prestar, y en base a estos requerimientos desarrollar planes de mantenimiento, a los cuales se les tiene que hacer seguimiento y control a fin de evaluar los diferentes indicadores de gestión del mantenimiento.

El triángulo de la gestión del mantenimiento ilustra los tópicos más importantes que se deben administrar en la organización; este está basado en las relaciones entre los diferentes procesos. En la figura 25 se muestran los principales procesos que garantizan que la función mantenimiento de los resultados para los cuales existe.

Figura 25. Triángulo de la gestión del mantenimiento



Fuente: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/triangulo.pdf>

Donde,

1. GRH Gestión Recursos Humanos.
2. GRM Gestión Recursos Materiales
3. GRF Gestión Recursos Financieros.
4. GSO Gestión Seguridad Operacional.
5. GMA Gestión del Medio Ambiente.
6. GCT Gestión Calidad Total.
7. GInf Gestión Información.
8. Com. Comunicación.
9. SPC Superación Continua.
10. GCon Gestión Conocimiento.
11. GStck Gestión Stock.
12. EstMT Estrategias de Mantenimiento.
13. HGM Herramientas de Gestión de Mantenimiento.

Cada uno de los trece factores es de suma importancia para el éxito del mantenimiento. En el triángulo se plasman las relaciones de los factores.

A simple vista se puede decir que hay factores más importantes que otros; pero en la realidad todos ellos son fundamentales, ya que un balance apropiado es vital para lograr los objetivos del mantenimiento. En tal caso hay que concentrar esfuerzos en los factores que se encuentren más endeblados.

### **5.3 CONCEPTOS BÁSICOS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN<sup>9</sup>**

Las aplicaciones informáticas, son cada una de las aplicaciones que contribuyen al desarrollo y soporte de la gestión empresarial, sistemas de información como ERP, CRM, etc.

Aunque no es el principal interés de este libro estudiar en detalle cada una de las principales aplicaciones para la gestión empresarial existentes en la actualidad, si es importante la presentación de los conceptos básicos de las tecnologías de la información, necesarios para la implementación del sistema de información.

### **5.3.1 Sistemas operativos**

Un sistema operativo es el software más relevante que se acciona en ordenador. Éste tiene como misión actuar de interfaz entre el usuario o usuarios, y el hardware de un sistema informático, ofreciendo un entorno más amigable para el trabajo.

Un sistema informático está constituido básicamente por cuatro componentes:

- El hardware, que son los equipos, dispositivos y periféricos utilizados como infraestructura para procesar y almacenar la información.
- El sistema operativo.
- Los programas de aplicación (gestores de base de datos, hojas de cálculo, sistemas de información, etc.).
- Los usuarios, que pueden ser personas u otros ordenadores. Por lo tanto el sistema operativo, actúa como administrador de los recursos disponibles del sistema, (memoria, espacios de almacenamiento, tiempos de CPU...), los archivos y tareas.

Los primeros sistemas operativos que existieron eran monousuario, mono tarea, lo que no permitía la interacción de varios usuarios a la vez con el sistema, ni la ejecución de varias aplicaciones al mismo tiempo.

Hoy en día los sistemas operativos cuentan con capacidad multitarea, multiprogramación y multiprocesamiento, lo cual permite la ejecución de diferentes

programas al mismo tiempo, al mismo tiempo que admite a más de un usuario hacer uso de la misma computadora en diferentes terminales.

Entre los muchos sistemas operativos que hay en el mercado, los que se destacan por su popularidad son: Windows de Microsoft, MacOS de Apple Inc., y GNU/LINUX que es un software de código abierto que día a día se hace más grande frente a sus competidores de código cerrado.

### **5.3.2 Bases de datos**

Las bases de datos han existido desde que el hombre empezó a conservar registro de los datos que usaba en sus transacciones. En este aspecto una base de datos es una entidad que permite almacenar sistemáticamente gran cantidad de datos pertenecientes a un mismo contexto para su posterior uso.

En la actualidad y gracias a los avances tecnológicos, la mayoría de estas bases de datos, se encuentran en formato digital, debido a que éste ofrece un rango mayor de soluciones al problema de almacenamiento. De estas soluciones se pueden destacar, la reducción de espacios, la portabilidad, accesibilidad por múltiples usuarios a la misma información, reducción de redundancias, tiempos de búsqueda, etc.

Existen varios modelos de base de datos o formas de almacenar la información en una base de datos; está el modelo jerárquico, el modelo de red y el modelo relacional. Este último tiene las ventajas del modelo en red sin las limitantes que éste maneja; a su vez, es más fácil de conceptualizar y mantener que las anteriores. Únicamente se necesita conocer con precisión los campos u objetos que vamos a utilizar, esto hace que sea la más usada en la actualidad.

Para poder contar con todas estas ventajas se precisa de una herramienta que permita el acceso y manejo fácil de la información allí almacenada, así como

también de los usuarios que acceden a ella. Debido a esta necesidad, surgen los Sistemas de Gestión de Bases de Datos o DBMS por sus siglas en inglés. Estos sistemas de administración son los que permiten utilizar todas las ventajas que una base de datos puede brindar.

Los sistemas de gestión pueden dividirse en tres subsistemas:

- El sistema de administración de archivos: para almacenar información en un medio físico.
- El sistema de gestión interno: para ubicar la información en orden.
- El sistema de gestión externo: representa la interfaz del usuario.

Un DBMS presenta dos componentes; el lenguaje de datos DDL, y el lenguaje de manipulación de datos DML. En la actualidad existe el SQL, o lenguaje de consulta estructurado, que compila las dos funciones anteriores, en especial en las DBMS relacionales, por lo que no es necesario aprender a manejar diferentes lenguajes. Además es un estándar internacional por lo que puede utilizarse en diferentes sistemas operativos e incrustarse en lenguajes de tercera generación.

Para el almacenamiento y uso de las base de datos, se han llevado a través del tiempo varias arquitecturas que permiten su utilización desde lugares remotos en toda la empresa. Entre ellos se destacan las base de datos distribuidas, que no es más que una copia o un fragmento de la base de datos en diferentes lugares de la organización y los sistemas de recursos compartidos o cliente/ servidor, que no es otra cosa que una distribución de datos y aplicaciones entre un servidor, o computadora central, y los clientes o PC de usuarios donde se maneja la información.

### **5.3.3 Lenguajes de programación**

Para que una computadora pueda ejecutar una orden solicitada, ésta debe hacerse mediante señales eléctricas en dos estados, conexión/ desconexión, ya que éste es el único lenguaje que el hardware es capaz de reconocer.

Para llevar a cabo lo anterior, se hace necesario crear largas listas de encendidos y apagados, representadas en código binario, que simbolizan las diferentes funciones que se tiene que llevar a cabo para satisfacer nuestro requerimiento. Aunque crear estas listas no es imposible, si es un proceso tedioso que demanda mucho tiempo y por ende no es eficiente.

Debido a esto, los expertos en computación crearon lenguajes de programación, o formas abreviadas, para poder dar las instrucciones de manera tal que un programa especial sea capaz de transformarlo al lenguaje que la máquina entienda.

Estos lenguajes de programación están ampliamente difundidos hoy en día, de manera que se cuenta con miles de ellos. En la actualidad se cuentan con programas de cuarta generación o 4GL bien desarrollados que facilitan el desarrollo de programas al estar conectados a los DBMS y poseer rutinas pre-programadas, por lo que su escritura se hace más fácil, aunque requieren una gran cantidad de memoria en la computadora, debido al gran tamaño de sus lenguajes.

En los últimos años ha ganado renombre un tipo de lenguaje distinguido como programación orientada a objetos OOP. El cual utiliza un método modular que permite, facilidad de mantenimiento; debido a que el programador sólo tiene que cambiar el objeto viejo por uno nuevo como quien cambia una pieza de una máquina. Y eficiencia en el desarrollo de aplicaciones; al hacer más fácil crear un programa puesto que sólo se deben seleccionar y combinar los objetos apropiados.

Aunque los lenguajes modernos de programación presentan grandes ventajas esto no implica que sean perfectos, pero sus ventajas pesan más que los inconvenientes que se puedan encontrar, como la pérdida de velocidad en la ejecución del programa.

En una sociedad donde los costos de la tecnología no son tan altos en comparación con los costos del personal, tener lenguajes que permitan capacitaciones cortas y menores esfuerzos de programación, proporcionan una mejor ganancia, a tener programas que se ejecuten más rápido, situación que se ve solucionada, con ampliaciones de memoria y microprocesadores de mayor capacidad.

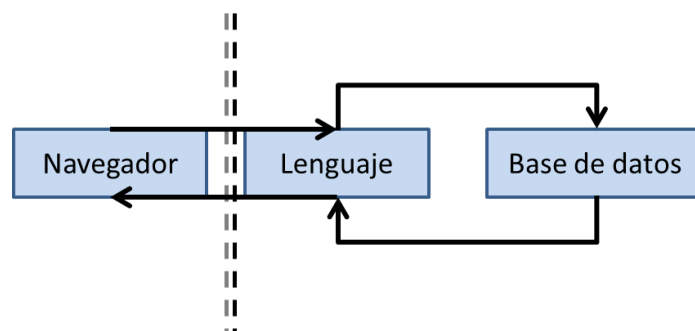
## 6. DESARROLLO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

### 6.1 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO SIGMERP

La idea principal que creo la estructura de la aplicación SIGMERP fue elaborar un software para la gestión del mantenimiento que tuviera las características de un sistema ERP, es decir, que integrara todas las actividades que se realizan a diario en una organización, por este motivo y después de investigar a fondo las características fundamentales que conforman a un ERP, se parametrizaron las particularidades necesarias y se definieron las herramientas que se ajustaban para cumplir con los requisitos de un sistema de información de esta índole.

Para lograr la flexibilidad que necesita el sistema de información de adaptarse a cualquier entorno, es necesario que se desarrolle en un lenguaje de programación y un gestor de base de datos que pueda ser interpretado fácilmente por cualquier sistema operativo, y por lo tanto, de carácter multiplataforma que permitiera programar en un entorno web y con esto darle dinamismo al sistema, ya que los lenguajes de programación Web, no dependen por completo de un sistema operativo en particular sino del navegador web.

Figura 26. Arquitectura común de las aplicaciones web



Por los motivos anteriormente expuestos en el desarrollo de SIGMERP, el lenguaje de programación fue seleccionado de un listado de programas que cumplieran con las características que se adaptaban a los requerimiento, estos son PHP y Java, ya que estos satisfacen la funcionalidad de ser multiplataforma y permiten la programación en un entorno web, además de trabajar con bases de datos eficientes y compatibles con otras presentes en el mercado.<sup>11</sup>

Para los efectos del proyecto, SIGMERP se desarrolló en lenguaje PHP, por ser más versátil y de fácil aprendizaje que Java, además de contar con las herramientas básicas de desarrollo, programación orientada a objetos, fácil de asimilar y por su mejor desempeño de aplicaciones web.

### 6.1.1 Lenguaje PHP

Es un lenguaje de programación utilizado para la creación de sitio web. PHP es un acrónimo recursivo que significa “PHP Hypertext Pre-processor”, (inicialmente se llamó Personal Home Page). Surgió en 1995, desarrollado por PHP Group.

Figura 27. Logo PHP



Fuente: php.net

PHP es un lenguaje de script interpretado en el lado del servidor utilizado para la generación de páginas web dinámicas, embebidas en páginas HTML y ejecutadas en el servidor. PHP no necesita ser compilado para ejecutarse. Para su

---

<sup>11</sup> Higuera R Oscar., Desarrollo de un sistema de información para la gestión del mantenimiento., Universidad Industrial de Santander 2009.

funcionamiento necesita tener instalado Apache o IIS con las librerías de PHP. La mayor parte de su sintaxis ha sido tomada de C, Java y Perl con algunas características específicas. Los archivos cuentan con la extensión (*php*).

PHP ha evolucionado por lo que ahora incluye también una interfaz de línea de comandos que puede ser usada en aplicaciones gráficas independientes. PHP puede ser usado en la mayoría de los servidores web al igual que en casi todos los sistemas operativos y plataformas sin ningún costo.

Algunas de sus ventajas son:

- Muy fácil de aprender.
- Se caracteriza por ser un lenguaje muy rápido.
- Soporta en cierta medida la orientación a objeto. Clases y herencia.
- Es un lenguaje multiplataforma: Linux, Windows, entre otros.
- Capacidad de conexión con la mayoría de los manejadores de base de datos: MySQL, PostgreSQL, Oracle, MS SQL Server, entre otras.
- Capacidad de expandir su potencial utilizando módulos.
- Posee documentación en su página oficial la cual incluye descripción y ejemplos de cada una de sus funciones.
- Es libre, por lo que se presenta como una alternativa de fácil acceso para todos.
- Incluye gran cantidad de funciones.

### **6.1.2 Bases de datos**

Una base de datos se define como una serie de datos organizados y relacionados entre sí, y un conjunto de programas que permiten al usuario acceder y modificar esos datos. Las bases de datos proporcionan la infraestructura requerida para los sistemas de apoyo a la toma de decisiones y para los sistemas de información estratégicos, ya que estos sistemas sacan provecho de la

información que contienen las bases de datos de la empresa con el fin de lograr una ventaja competitiva que los posicione en el mercado.

La herramienta que permite obtener la información necesaria de los datos almacenados en el sistema es el gestor de la base de datos, la cual es de suma importancia para el desarrollo del sistema de información.

En el proceso de desarrollo del sistema de información y al igual que el lenguaje de programación, hubo la necesidad de hacer un proceso de selección para determinar la mejor opción de gestores de bases de datos disponible en el mercado y que se ajustara a los requerimientos planteados. Una vez que fueron determinados, se tuvo en cuenta los siguientes criterios para su selección: soporte, rendimiento, sistemas operativos soportados, interfaz de desarrollo, conectores, costo, seguridades, tipos de almacenamiento.

Tabla 6. Tabla comparativa de tipos de datos

Tipo de Dato	Mysql	Oracle	Descripción
Cadena de longitud fija	Sobre 255 bytes	Sobre 2000 Bytes	Oracle soporta más volumen de información
Cadena de longitud variable	Sobre 255 bytes	Sobre 4000 Bytes	Oracle soporta más volumen de información
Long Text	Sobre 4 gigabytes. Limitado a 16 mb con algunas tablas.	Sobre 4 gigabytes	Oracle no tiene límite de tamaño para objetos Long Text.
Large Binary	Sobre 4 gigabytes. Limitado a 16 mb con algunas tablas.	Sobre 4 gigabytes	Oracle no tiene límite de tamaño para objetos binarios grandes.
Integer	Sobre 2e64 dígitos aproximadamente y 20 dígitos de precisión.	Sobre 38 dígitos de precisión.	Oracle soporta enteros más grandes
Floating Point	-1.8e308 a -2.2e308, 2.23-308 a 1.83308'	Sobre 38 dígitos de precisión.	Mysql Soporta enteros de punto flotante y de precisión doble más grandes.
Row Identifier	N/A	Local y universal	Mysql no soporta identificadores de fila que son útiles para actualizaciones rápidas.
Enumeration	Sobre 65535 valores diferentes.	N/A	Oracle no soporta este tipo de dato; sin embargo soporta constraints de chequeo de múltiples valores
Set	Puede contener de cero a 64 valores.	N/A	Oracle no tiene este tipo de dato.
Tipos de dato definidos por el usuario	N/A	Los desarrolladores pueden definir sus propios tipos de datos	Oracle soporta tipos de datos complejos.

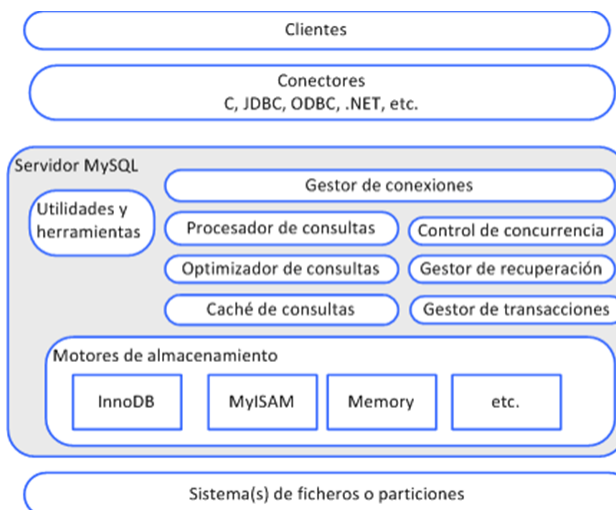
Fuente: Ver [11]

Habiendo definido una tabla comparativa entre dos alternativas disponibles, las cuales fueron MySQL y Oracle, se determinó que para el uso de PHP la opción que más se acomodaba al lenguaje de programación era MySQL para su implementación en SIGMERP.

El elemento más importante de la arquitectura de MySQL es la llamada arquitectura de motores de almacenamiento reemplazables (pluggable storage engine architecture). Un mismo servidor MySQL puede utilizar diferentes motores de almacenamiento para diferentes bases de datos, permitiendo utilizar el motor de almacenamiento más adecuado para cada necesidad concreta.

El primer paso en la realización del diseño físico en MySQL, es escoger el motor de almacenamiento que más se ajuste, para lo cual hay que evaluar cada una de las siguientes características: concurrencia, soporte de transacciones, comprobación de la integridad referencial, almacenamiento físico, soporte de índices, cachés de memoria.

Figura 28. Arquitectura lógica de MySQL



Fuente: <http://sabd15n1.wikispaces.com/MySQL>

## **6.2 ASPECTOS A MEJORAR DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN SIGMERP**

Teniendo en cuenta lo anterior y basándonos en la investigación, podemos hacer un análisis de los aspectos faltantes en el programa de mantenimiento

- Se observó que una de las grandes falencias que posee el sistema de información sigmerp, es la generación de reportes, donde se evidenciaran los indicadores de las labores de mantenimiento
- El sistema no tiene la posibilidad de retroalimentarse, ya que no está bien estructurado el proceso de cierre de las órdenes de trabajo, y por lo tanto no es posible plasmar los trabajos realmente realizados para que sean guardados en los historiales de las hojas de vida de los equipos
- No se cuenta con un calendario donde se evidencien las rutinas de mantenimiento programadas y las órdenes de trabajo abiertas y cerradas.
- No hay manejo de la información las herramientas, así como registros del movimiento y localización de las mismas.
- No se crea un registro de los movimientos de los materiales, lo cual es importante para hacer seguimiento de los recursos.

## **6.3 DESCRIPCIÓN DE LOS MÓDULOS PARA EL SISTEMA DE INFORMACIÓN**

En la edición del sistema de información se presentaron conflictos de programación pues la estructura del código original no estaba basada en un protocolo fácil de entender, lo cual generaba un aumento en el tiempo de interpretación y complementación del programa y por lo tanto un aumento de los

costos. Con la ayuda de un equipo de ingenieros de sistemas y con la autorización del director de proyecto, se tomó la decisión de crear el programa desde cero, sin dejar de un lado el objetivo principal de este, el cual consiste en mejorar los aspectos del software sigmerp.

Se estructuró el programa informático teniendo como base las características y procesos que componían el sistema de información, y a continuación se definieron los aspectos a mejorar para reforzar las debilidades presentes.

Figura 29. Pantalla de bienvenida de SIGMERP.



Fuente: Ver [11]

SIGMERP está dispuesto en nueve módulos (administración, recurso humano, ventas, compras, mercadeo, contabilidad, producción, inventarios y mantenimiento) dentro de los cuales no se desarrollaron los módulos de ventas, mercadeo y compras, por lo cual se recomendó continuar con la realización de estos en trabajos posteriores y obtener la mención de software ERP.

Como ya se mencionó antes, el enfoque principal en que se centra este trabajo de grado es el mantenimiento, y es por esto que se tomó la decisión de excluir los

módulos: ventas, mercadeo y compras; propuestos, ya que no son constantes directas que afectan el desempeño de las labores de mantenimiento. Por consiguiente en la adecuación de este software se planteó un nuevo punto de llegada, en el cual no se contempla el ERP como una alternativa, a cambio concentran los esfuerzos en mejorar y modificar las características de los módulos sobrantes; para tener la distinción de un sistema de información CMMS.

### **6.3.1 Generalidades de los módulos en el sistema de información CMMS**

Después de realizar una investigación y contemplar las características principales que componen un sistema de información para la gestión del mantenimiento, encontramos que Duffua, Raouf y Dixon<sup>12</sup> definen dos elementos esenciales en el funcionamiento efectivo de un sistema informático para la gestión del mantenimiento:

1. Capacidad para apoyar las principales actividades en el proceso de mantenimiento
2. Flexibilidad de configuración del software y el hardware en términos de confiabilidad, facilidad de uso, calidad de la información y procesamiento oportuno.

Basados en estas premisas Duffua, Raouf y Dixon<sup>12</sup> plantean las características específicas de los sistemas de información en función de mantenimiento, en donde se especifica la información básica que debe poseer un sistema de información computarizado para la gestión del mantenimiento. De esta manera se plantearon cinco módulos:

1. Módulo de administración de usuarios y especialidades del mantenimiento
2. Módulo de administración de equipo
3. Módulo de abastecimiento y control de materiales

---

<sup>12</sup> Duffua, S., et.al., Sistemas de mantenimiento. Planeación y control., LIMUSA, 2000.

4. Módulo de control de órdenes de trabajo
5. Módulo de informes de desempeño

#### **6.3.1.1 Módulo de administración de usuarios y especialidades del mantenimiento**

Según estudios, se muestra una escasa inclinación hacia el registro de la información de los trabajadores por parte de la gestión de mantenimiento, ya que esta responsabilidad se considera propia del departamento de recursos humanos; lo cual desde el punto de vista del manejo de la información para la planificación y el control de las actividades de mantenimiento representa una gran debilidad, dado que de la administración apropiada de este recurso depende en gran medida la eficiencia de la gestión de mantenimiento. Por esta razón se creó el módulo de administración de usuario el cual es crucial para suministrar a la unidad de planificación del mantenimiento la información necesaria para producir las órdenes de trabajo.<sup>13</sup>

En este módulo se ingresan las distintas cuentas del personal encargado del mantenimiento. Las cuentas son diferentes según el cargo del empleado, en el momento de crear la cuenta, el perfil de usuario entra a la base de datos de empleados, en donde se indica la especialidad, el cargo, los años de servicio, la fecha de contratación, el grado de instrucción y el salario.

Al ejecutar el módulo de control de las órdenes de trabajo el planificador o programador, necesita interactuar con este módulo para checar la disponibilidad de los trabajadores.

---

<sup>13</sup> Oliva, K., et. Al., Sistemas de información para la gestión del mantenimiento en la gran industria del estado de Zulia, Revista Venezolana de Gerencia 49 (2010), 125-140.

### **6.3.1.2 Módulo de administración de equipos**

Una planeación acertada del mantenimiento requiere la existencia de una base de datos de los equipos así como la disposición de archivos de información codificada y clasificada, sobre la identificación y las características de los equipos. La información básica que se debe disponer de los equipos es su código o referencia, el cual especifica la ubicación en la planta (área), fecha de instalación, condición en la que se encuentra actualmente, historia del equipo (que incluye un historial de las fallas registradas y los trabajos realizados), programa de mantenimiento, herramientas especiales y procedimientos de seguridad<sup>13</sup>.

Para efectos de garantizar la disponibilidad y la producción constante es necesario jerarquizar los equipos por medio de análisis de criticidad que localicen los cuellos de botella en el proceso de fabricación.

Este módulo da seguimiento a la lubricación del equipo y al mantenimiento preventivo, interactúa con la planeación y control de las órdenes de trabajo para generar las órdenes necesarias.

### **6.3.1.3 Módulo de abastecimiento y control de los materiales**

Un funcionamiento adecuado del sistema de mantenimiento depende en gran medida de la administración de los inventarios de materiales, de hecho, una parte significativa del presupuesto de mantenimiento está representado por este rubro, lo cual induce a la consideración de factores económicos. Si la inversión es excesiva los resultados son elevados costos de mantenimiento de inventario. Por el contrario, si no se cuenta con las refacciones y materiales necesarios para las reparaciones y servicios de los equipos, el costo de tiempo muerto se puede

incrementar enormemente. Por ello, los esfuerzos deben estar dirigidos a lograr un sistema de administración de inventario equilibrado<sup>13</sup>.

En este módulo se encuentra la base de datos de materiales y repuestos para el mantenimiento donde se aprecia el código asignado y la descripción del material o repuesto, proveedor, cantidad en existencia, precio y clasificación.

Una de las características principales de este módulo es el registro de información de los diferentes proveedores, también permite la consulta de la condición del inventario en cualquier momento.

#### **6.3.1.4 Módulo de control de órdenes de trabajo**

El propósito del módulo de mantenimiento es proporcionar medios para solicitar por escrito el trabajo que va a realizar el departamento de mantenimiento, seleccionar por operación el trabajo solicitado, asignar el mejor método y los trabajadores más calificados para el trabajo, reducir el costo mediante una utilización eficaz de los recursos, mejorar la planeación, la programación del trabajo de mantenimiento y mejorar el mantenimiento en general<sup>13</sup>.

En cuanto a la existencia de las ODT's, se hace un uso significativo de este mecanismo de planeación y de control para los trabajos de mantenimiento.

La información contenida en las ODT's está dirigida principalmente a conocer el impacto de las fallas en la producción y al uso de los recursos de mantenimiento. En este módulo se automatiza el proceso de generación de órdenes de trabajo y las mismas sirven para las siguientes funciones:

- Documentar el proceso de solicitudes de trabajo y autorizar el trabajo por realizar.
- Planear, monitorear y controlar el trabajo real.
- Recopilar datos acerca del desempeño y costos del mantenimiento.
- Proporcionar información necesaria para retroalimentación y mejora continua.

#### **6.3.1.5 Módulo Desempeño del mantenimiento**

El objetivo del módulo de desempeño es generar reportes periódicos sobre la ejecución de las actividades del mantenimiento y permitir determinar en cualquier momento el estado de las mismas. A grandes rasgos se debe visualizar periódicamente un resumen del trabajo de mantenimiento realizado, de los gastos de mantenimiento, informes de trabajos pendientes en términos de horas-hombre, informes de inspección del mantenimiento preventivo, órdenes de trabajo abiertas, informes de eficiencia, informes de variación del presupuesto mensual de mantenimiento respecto al consumo de materiales y mano de obra<sup>13</sup>.

La generación de indicadores (disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad) es una herramienta fundamental para la gestión del mantenimiento, proporcionando resultados de carácter económico y gerencial, que permitan observar la coherencia entre el desempeño del mantenimiento y los objetivos planteados por la dirección de la empresa.

En cualquier caso, generalmente se proporcionan los siguientes informes.

- Informes de costos
- Órdenes de trabajo completadas
- Informe de trabajos pendientes

- Informe del estado de las órdenes de trabajo
- Distribución del trabajo de mantenimiento por prioridad
- Informe de las horas estimadas contra las horas reales
- Informe de disponibilidad de la planta

El sistema de información debe facilitar la preparación de informes para la gerencia que ayuden en la toma de decisiones para mejorar el estado de avance del mantenimiento. Los informes deben basarse en datos reales y presentarse en forma resumida y gráfica, ya que los estudios estadísticos y el análisis de tendencias son una parte integral de los informes

#### **6.4 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN**

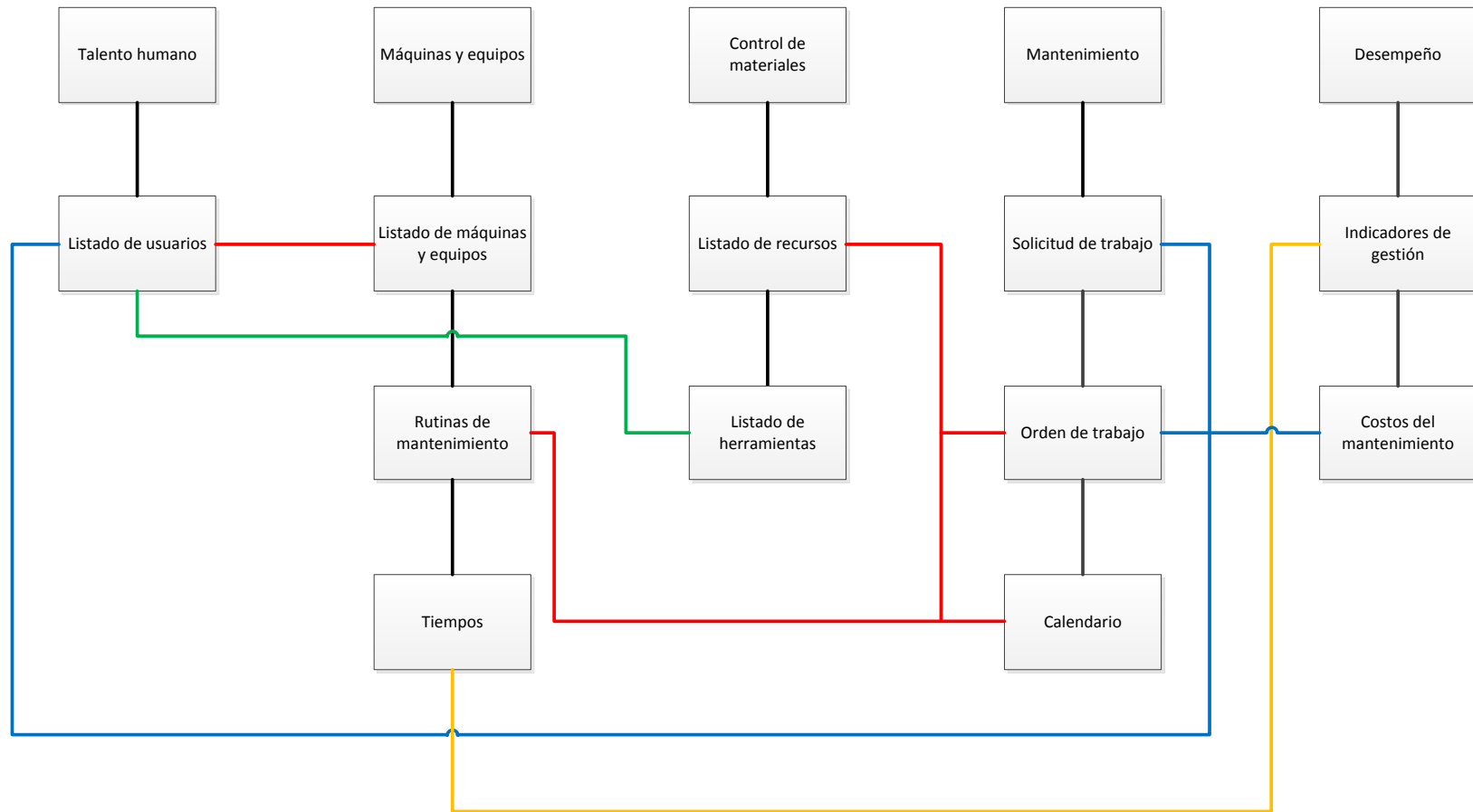
En el proceso de complementación que se realizó para SIGMERP se dispuso de los módulos mencionados con anterioridad, se reajustaron los ya existentes y se incorporaron características que hasta el momento no se encontraban y que son de gran utilidad para la administración del mantenimiento.

Dentro de las modificaciones más importantes que se le hicieron al software podemos destacar la fusión ítems de los módulos; esto permite que el manejo del programa sea versátil, de manera que el usuario que interactúe con la interfaz pueda operarlo sin complicaciones, también se introdujeron nuevas herramientas que forman parte de cinco módulos principales, en los cuales está basada la gestión de las actividades programadas y no programadas de mantenimiento.

Por lo anterior el nuevo sistema de información se módulo en cinco partes importantes, estos son: talento humano, máquinas y equipos, control de materiales, mantenimiento y desempeño. Consecuente con lo anterior, se crearon dos módulos que brindan soporte al sistema, los cuales son inicio y gestión.

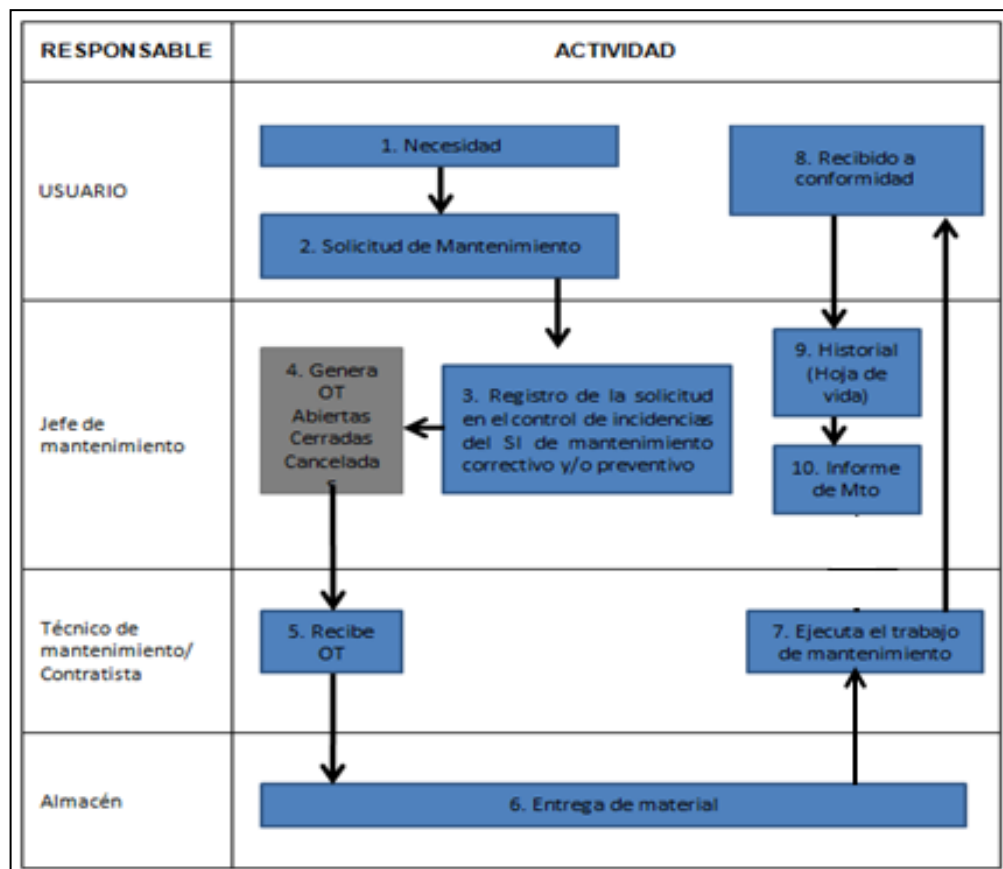
Teniendo en cuenta las relaciones que se presentan entre el departamento de mantenimiento y las demás áreas funcionales de la empresa, se definió la estructura del sistema de información como se muestra en la figura 30.

Figura 30. Flujo de información entre las dependencias de los módulos



Partiendo de la premisa que el aspecto más importante de los sistemas de información para la gestión del mantenimiento, es el manejo y creación de las órdenes de trabajo para realizar tareas rutinarias y no programadas que garanticen la disponibilidad de los equipos; se procede definiendo el proceso para la creación y ejecución de las mismas en la nueva versión del sistema de información; este proceso está definido en la figura 31.

Figura 31. Diagrama de procesos que sigue una orden de trabajo.



Fuente: Ver [9]

El diagrama de procesos que sigue una orden de trabajo es clave en la definición de los requerimientos del software, ya que la información contenida en la misma es de gran importancia para la realización de las tareas.

Teniendo en cuenta el proceso de la orden de trabajo, se puede explicar la información que debe contener el sistema en las bases de datos y en cada uno de los módulos, ya que el procedimiento de realización de la orden de trabajo exige que haya una relación directa con el módulo de mantenimiento; por lo que se define cada uno de los módulos del nuevo sistema de información como sigue a continuación.

#### **6.4.1 Módulo de talento humano:**

El manejo de los datos del personal con que cuenta la empresa es importante en el desarrollo de todas las actividades relacionadas con el mantenimiento, en este módulo se introduce toda la información relevante de los empleados para la empresa (nombres, documento, Cargo, teléfono, costo de mano de obra, dirección de la vivienda, etc.), permite visualizar las máquinas y herramientas de las cuales se es responsable una vez se han ingresado en el módulo de máquinas y equipos o de control de materiales, además la información del costo de la mano de obra permite crear una relación para determinar los costos de las tareas de mantenimiento cuando se han cerrado las órdenes de trabajo.

A continuación se presentan el formulario para el ingreso de usuarios y el formato de visualización respectivamente es las figuras 32 y 33.

Figura 32. Formulario de ingreso usuarios

### Agregando Usuarios

\* Rol:

Nombres:

Apellidos:

\* Contraseña:

\* Usuario:

#### Información general

E-mail:

\* Documento:

\* Departamento:

\* Cargo:

Teléfonos:

#### Competencias profesionales

#### Perfil profesional

Descripción:

#### Información de contacto en caso de emergencia

Teléfono:

Nombre:

Dirección:

#### Información anexa

Estado civil:

Dirección vivienda:

Fecha nacimiento:

EPS:


arp:

RH:

Costo mano de obra (Hora):

Imagen:  No se ha seleccionado ningún archivo

Figura 33. Formato de información de los usuarios

Información del usuario			
<b>Información general</b>			
Imagen:		Rol:	Invitado
Nombres:	Orlando	Apellidos:	Mosquera
Usuario:	oscar	email:	
Documento:	1100954674	Teléfono:	0
Departamento:	Pruebas de calidad	Cargo:	jefe de taller
<b>Competencias profesionales</b>			
Descripción:			
Capacitaciones:			
<b>Información de contacto en caso de emergencia</b>			
Nombre:			Dirección:
Teléfonos:	634735	Estado Civil:	
Dirección vivienda:			
<b>Información anexa</b>			
Fecha nacimiento:	1972-07-10	EPS:	sd
arp:			RH:
Costo mano de obra (Hora):	20000		
<b>Máquinas a cargo:</b>			
Código #	MEC-DB-01	Maquina:	Ejemplo
<b>Herramientas a cargo:</b>			
Código #	PE-01	Herramienta:	Pulidora

El organigrama del departamento de mantenimiento es diferente en todas las empresas, y depende del número de personas encargadas de utilizar el software la definición de la cantidad de roles; en especial para la empresa Rafael Escobar Contreras se definen tres roles básicos: estos son administrador, almacenista e invitado; y cada uno de ellos está definido especialmente para que se pueda visualizar solo la información pertinente al cargo, así como suministrar permisos para modificar, crear, editar, o incluir un nuevo elemento en el sistema de información.

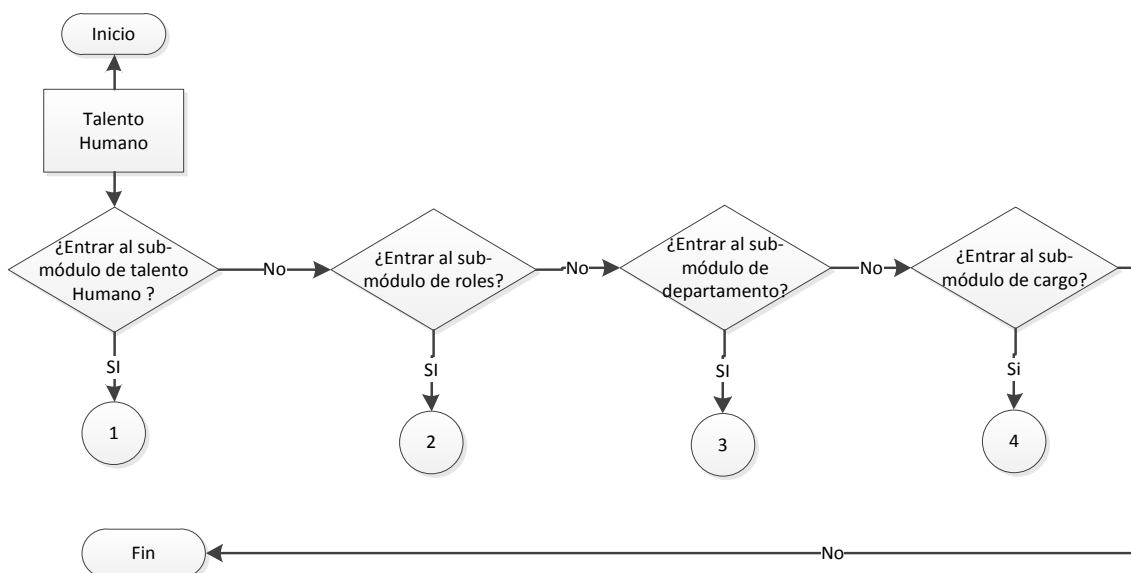
Figura 34. Listado de roles

Nombre	Acciones
Almacenista	  <b>Asignar permisos</b>
Administrador	  <b>Asignar permisos</b>
Invitado	  <b>Asignar permisos</b>

Mostrando Registros 1 - 4 de 4

A cada uno de las personas encargadas del mantenimiento le es asignado un rol diferente el cual lleva consigo una serie de permisos para ingresar al sistema de información, permitiéndole realizar las tareas que corresponden al lugar que ocupa en el organigrama. Para este módulo se incluyeron las actividades que se realizaban en dos módulos distintos del sistema de información sigmerp (administración y recurso humano). El diagrama de flujo correspondiente al módulo de máquinas y equipos se visualiza en la figura 35.

Figura 35. Diagrama de flujo del módulo de talento humano



El módulo consta de cuatro sub-módulos los cuales son ilustrados a continuación en las figuras 36, 37,38 y 39.

Figura 36. Diagrama de flujo del sub-módulo talento humano

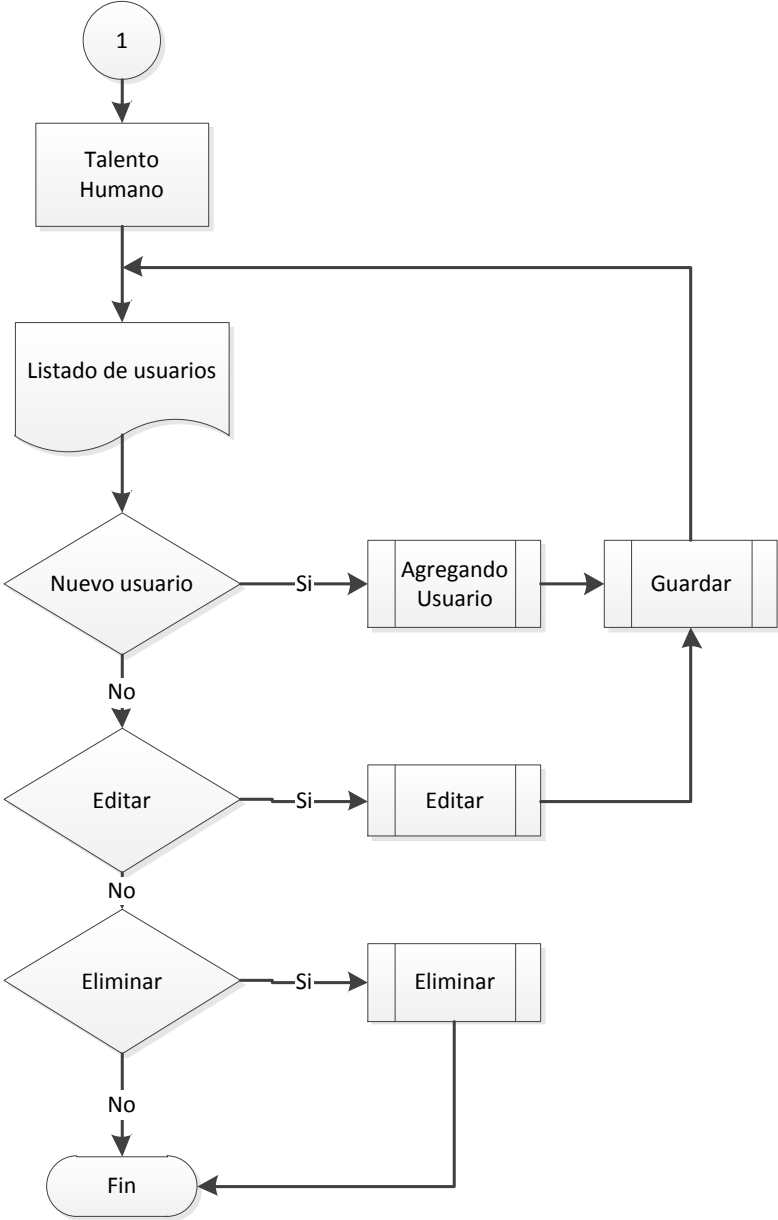


Figura 37. Diagrama de flujo del sub-módulo roles

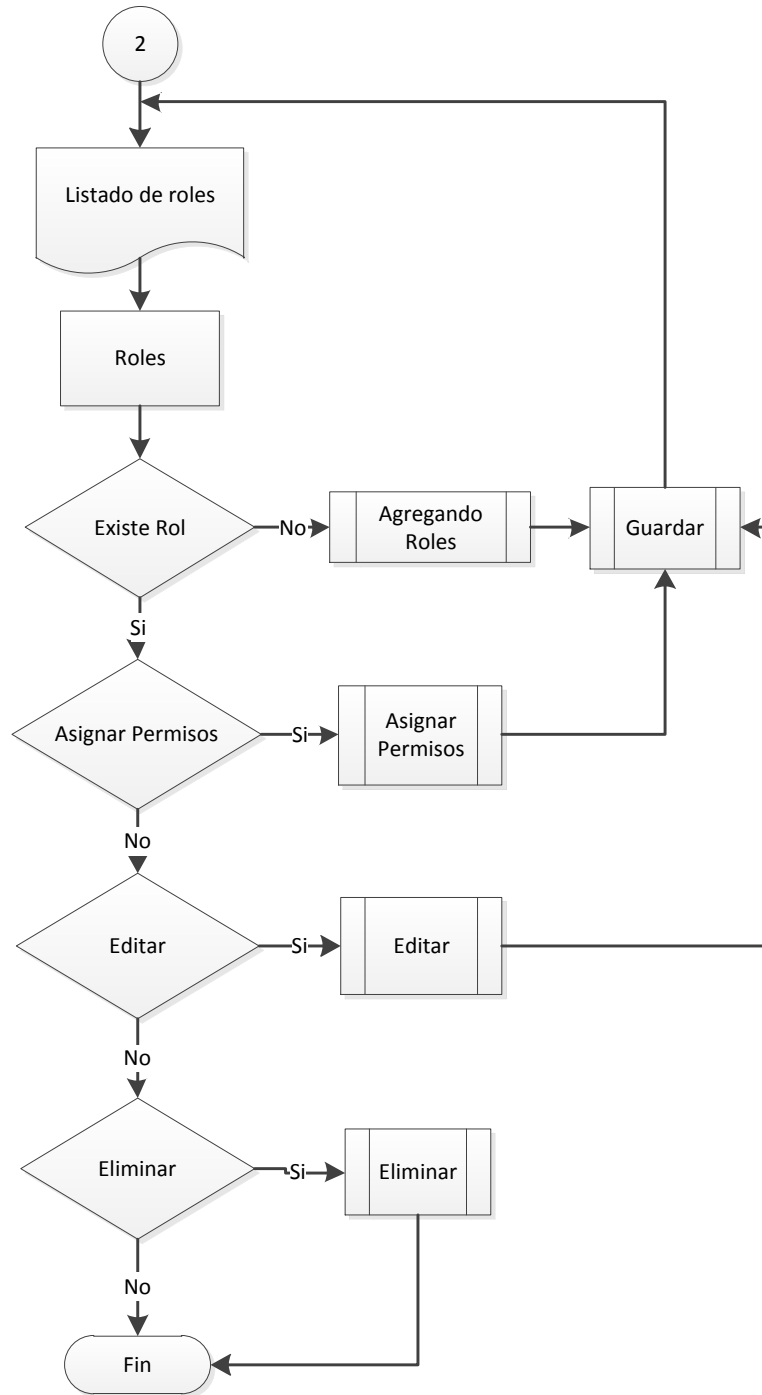


Figura 38. Diagrama de flujo del sub-módulo departamento

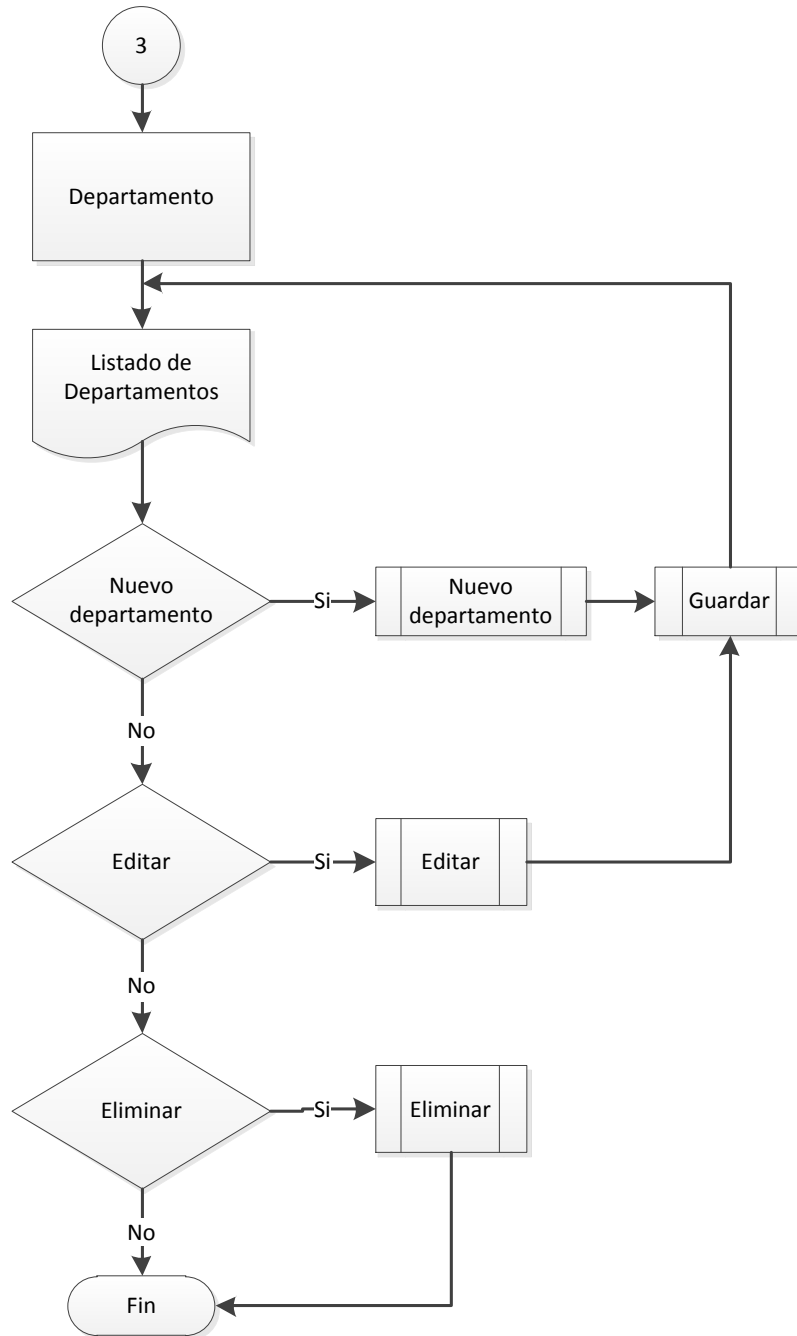
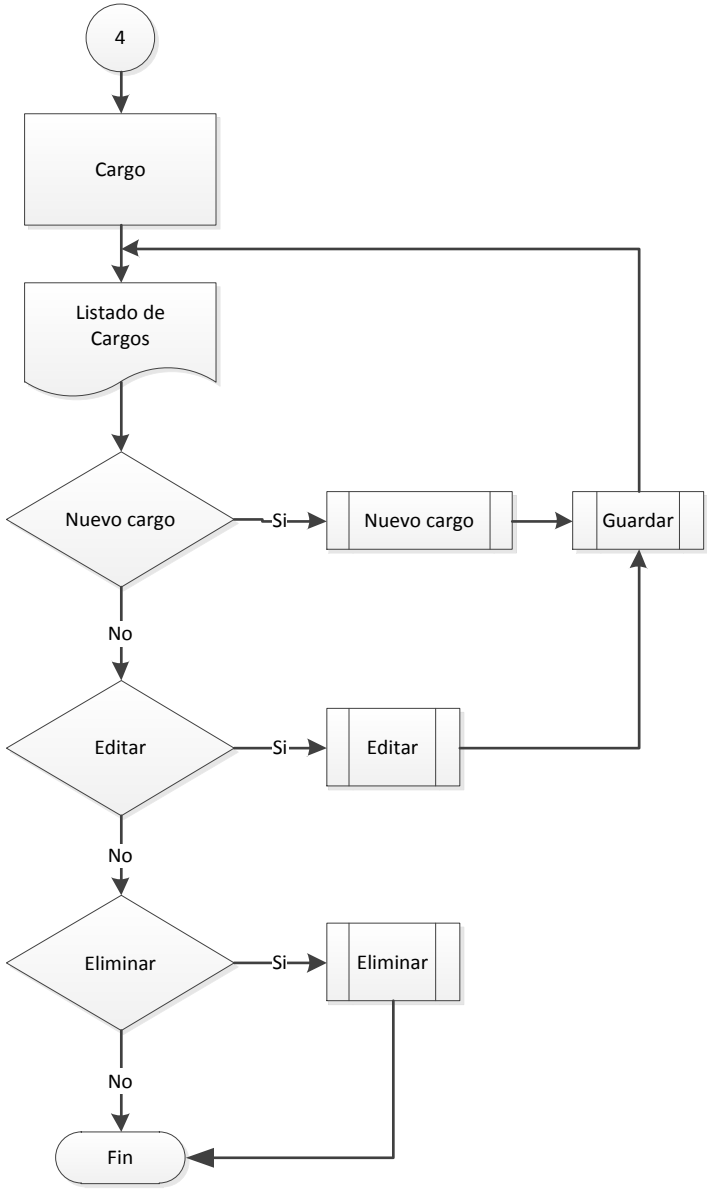


Figura 39. Diagrama de flujo del sub-módulo cargo



**6.4.2 Módulo de máquinas y equipos.**

La información contenida en este módulo es de suma importancia ya que todas las actividades del mantenimiento son aplicadas a las máquinas y equipos. De este

modo se puede decir que para un buen uso de las herramientas informáticas y físicas es imprescindible contar con hojas de vida detalladas y actualizadas que contengan las características de sus partes y sistemas necesarios para programar las labores de mantenimiento.

Figura 40. Formato de hoja de vida de la maquinaria


K Información de Máquinas y Equipos

### HOJA DE VIDA DE LA MAQUINARIA

RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS

Máquina:	Prensa Embombadora	Código:	MEC-PE-01
Marca:	REC	Modelo:	E-01
Número de serie:	001	Fecha recepción:	2013-07-01
Valor (pesos):	14000000	Fecha instalación:	2013-07-02
Fabricante:	REC	Prioridad:	Alta
Responsable:	Javier Escobar	Activo:	No
CAP trabajo (hora):	30000	Departamento:	Mecanizado
Ubicación:	pendiente	Dimensiones:	2x1x2.5 m
Proveedor:	Proveedores S.A. Andres	Peso (Kg):	3000

**Aquí se guarda la información producto de la retroalimentación de las órdenes de trabajo (Falla real y trabajo realizado)**



Catálogo:	<a href="#">Descargar</a>	Planos:	<a href="#">Descargar</a>
Manual del Fabricante:	<a href="#">Descargar</a>	Características del equipo:	
pendientes		Observaciones:	
no se ven en detalles		Solicitud de Trabajo	

Orden #	Descripción
10	inspección rutinario

**Órdenes de trabajo de la solicitud de trabajo # 10**

#	Estado	Falla real	Tarea	Trabajo realizado
8	Cerrada	Falla real	Tarea: inspección de las cadenas	Trabajo realizado:

En la hoja de vida de las máquinas también se guarda la información acerca de los trabajos realizados sobre el equipo y de las fallas reales encontradas en rutinas de inspección y que son registrados en el proceso de cierre de las órdenes de

trabajo, además se cuenta con la posibilidad de asignar un responsable al equipo evidenciable en la respectiva hoja de vida del trabajador.

En los procesos que se pueden realizar para cada uno de los equipos en el sistema de información se definieron aquellos que por sus características, permiten que el manejo de la información y el ingreso de nuevos datos sea cómodo para el usuario y requiera la menor cantidad de pasos posibles; por este motivo las acciones que se describen para las máquinas son las de hacer una clasificación de los sistemas y partes de las cuales se compone cada equipo.

Figura 41. Ejemplo de formato de la información de las partes de máquina

Información de Partes de máquina			
		<b>Código:</b>	MEC-PE-01-CAD-01
		<b>Nombre:</b>	Cadena eje 1
		<b>Proveedor:</b>	CADENAS Y BANDAS LTDA
<b>Costo:</b>	300000	<b>Fabricante:</b>	REC
<b>Sistema:</b>	Mecánico	<b>Vida útil (Horas):</b>	3000
<b>Imagen:</b>			
			
<b>Especificaciones de operación:</b> ANSI 25-1: (p = 2/8 in = 1/4 in; 1 hilera)			

Habiendo identificado e ingresado las partes, definido los sistemas a los que pertenecen y detallado la información característica de cada una de ellas, se

procede con la creación de las rutinas de mantenimiento, las cuales requieren información de las actividades a realizar, periodicidad, partes involucradas, actividad (lubricación o inspección), en la creación de las rutinas es posible escoger varias partes de la máquina y definir un margen de aviso que permite visualizar las tareas programadas en el inicio del sistema de información, un periodo de tiempo prudente antes de la realización de los trabajos. Además las rutinas programadas se guardan en el calendario del módulo de mantenimiento como se explica más adelante.

A continuación se muestran los formatos de ingreso de una nueva rutina de mantenimiento y la lista donde se organizan para su visualización en un equipo determinado

Figura 42. Formulario de agregar una nueva rutina de mantenimiento

**Agregando Rutinas mantenimiento**

\* Periodicidad: Seleccione opción

\* Parte: Seleccione opción  
MEC-PE-01-CAD-02 cadena  
MEC-PE-01-CAD-01 Cadena

\* Actividad: Seleccione opción

\* Margen aviso:

Descripción tarea:

Fecha Inicial: YYYY-mm-dd

Nombre:

Figura 43. Listado de rutinas de mantenimiento

The screenshot shows a web application interface for maintenance management. The top navigation bar includes 'rec', 'Inicio', 'Talento Humano', 'Máquinas y Equipos', 'Control de Materiales', 'Mantenimiento', 'Desempeño', 'Gestión', 'Mi perfil', and 'Bienvenido admin'. The main content area is titled 'Prensa Embombadora MEC-PE-01' and contains a 'Listado de Rutinas Mantenimiento' table. The table has columns for 'Máquina - equipo', 'Periodicidad', 'Actividad', 'Margen Aviso', 'Nombre', and 'Acciones'. There are four rows of data, each with edit and delete icons. A sidebar on the left lists navigation options: 'Sistemas', 'Partes', 'Puntos De Lubricación', 'Puntos De Inspección', 'Rutinas Mantenimiento', and 'Tiempos'. At the bottom of the table, there are pagination controls showing '1' of 10 records and 'Mostrando Registros 1 - 4 de 4'.

Máquina - equipo	Periodicidad	Actividad	Margen Aviso	Nombre	Acciones
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Cada 3 días	Lubricación	1	prueba1	[Edit] [Delete]
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Anual	Cambiar cadena	2		[Edit] [Delete]
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Cada 3 días	Lubricación	1	Lubricación de cadenas	[Edit] [Delete]
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Anual	Inspección	1	inspección de las cadenas	[Edit] [Delete]

En el proceso de agregar una nueva máquina es posible adjuntar imágenes detalladas de los equipos donde se plasma la localización específica de los puntos de inspección y de lubricación. En este módulo se guarda la información extra relacionada con los puntos de inspección y de lubricación correspondiente a cada uno de los equipos. Esto se puede apreciar en la figura 44.

Figura 44. Puntos de lubricación de los equipos.

The screenshot displays a 'Listado Puntos de Lubricación' interface. At the top, there are seven photographs of machine components with blue numbered callouts (1-7) indicating specific lubrication points. Below the images is a table with columns for '# PI', 'Parte', 'Lubricante', 'Cantidad', and 'Acciones'. The table lists seven items, all using 'Grasa' as the lubricant. Each row includes edit and delete icons. The interface also features a search bar and pagination controls at the top right.

# PI	Parte	Lubricante	Cantidad	Acciones
9	MEC-PE-01-BUJ-1-2 Buje 1,2	Grasa	Lubricar con grasera	[Edit] [Delete]
8	MEC-PE-01-LEV-SEG Leva y seguidor	Grasa	Lubricar con grasera	[Edit] [Delete]
7	MEC-PE-01-CAM-01 Camisa	Grasa	Lubricar con grasera	[Edit] [Delete]
6	MEC-PE-01-CHU-03 Chumacera 3	Grasa	Lubricar con grasera	[Edit] [Delete]
5	MEC-PE-01-CHU-02 Chumacera 2	Grasa	Lubricar con grasera	[Edit] [Delete]
4	MEC-PE-01-CHU-1 Chumacera 1	Grasa	Lubricar con grasera	[Edit] [Delete]
3	MEC-PE-01-BUJ-3-4 Buje 3,4	Grasa	Lubricar con grasera	[Edit] [Delete]

Se creó un submódulo en donde se registran los parámetros necesarios para calcular los indicadores de gestión:<sup>14</sup>

- TBD: Tiempo bruto. Tiempo total del periodo de evaluación
- TFS: Tiempo fuera de servicio por paradas no programadas
- TPP: Tiempo de paradas programadas
- TOP: Tiempo de operación programado
- TEO: Tiempo del equipo en operación
- NO: Número de veces que se arranca el equipo por acciones programadas
- NP: Número de veces que se arranca el equipo por eventos no programados

En comparación con sigmerp, este sistema de información tiene la posibilidad de incluir el listado de tiempos para todos los días del año, mientras el anterior solo permitía incluir un listado de datos semanal, lo cual es importante cuando se quiere disponer de indicadores de gestión más acertados.

Figura 45. Comparación del modo de ingreso de los tiempos entre sigmerp y el nuevo sistema de información

**Agregando Tiempos de maquina**

Fecha muestra: YYYY-mm-dd

July 2013

	Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
TFS:	1	2	3	4	5	6	
TPP:	7	8	9	10	11	12	13
NO:	14	15	16	17	18	19	20
NP:	21	22	23	24	25	26	27
	28	29	30	31			

TBD:

TOP:

TEO:

\*Equipo:

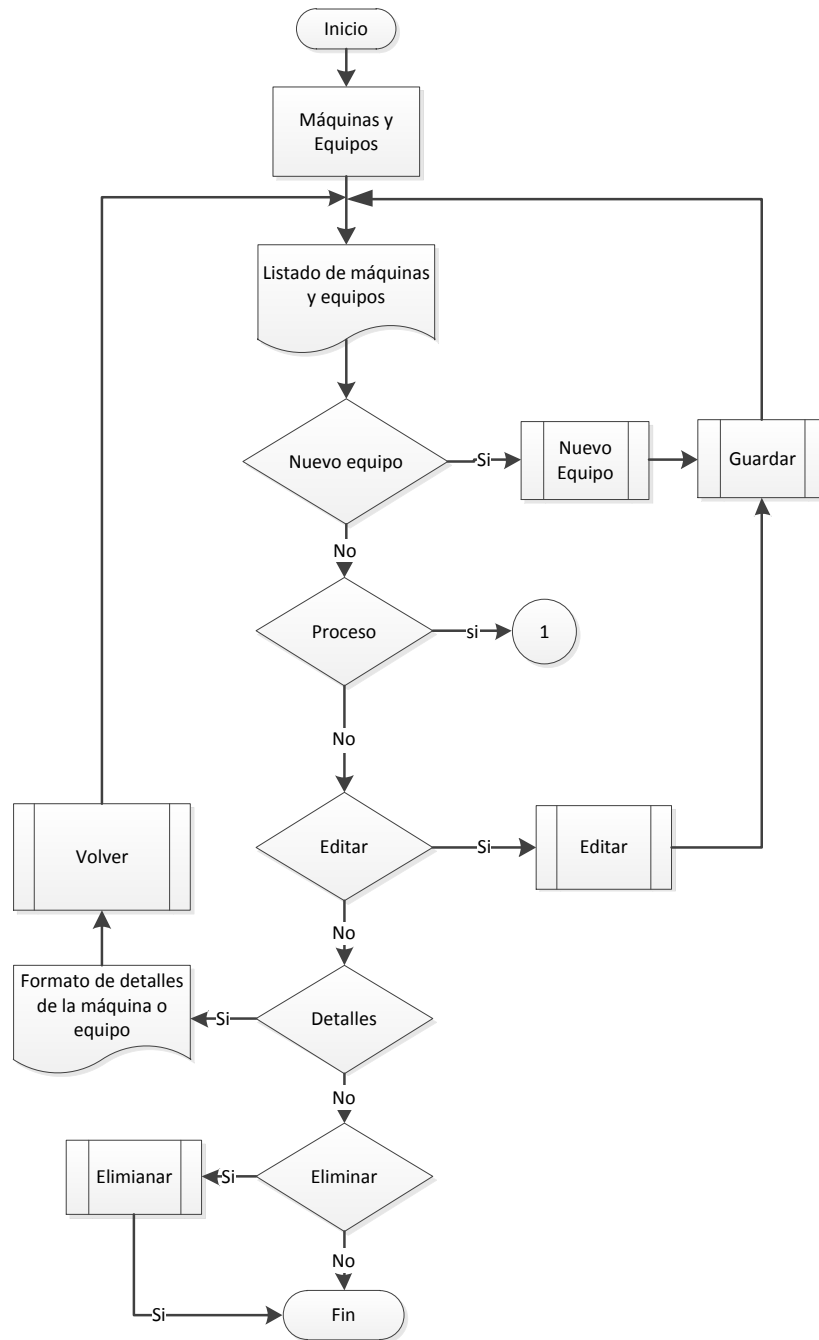
\*Fecha: \*Mes  \*Año

	TBD	TFS	TPP	NO	NP	TOP	TEO	TDE	TEA
Semana 1	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Semana 2	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Semana 3	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Semana 4	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Promedio	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

<sup>14</sup> GONZALEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento y montajes, Cap. 6. Bucaramanga: UIS, 2011.

El diagrama de flujo correspondiente al módulo de máquinas y equipos se visualiza en la figura 46.

Figura 46. Diagrama de flujo del módulo de máquinas y equipos



La descripción de las acciones que se realizan en el proceso del módulo de máquinas y equipos se muestra en las figuras 47, 48, 49 y 50.

Figura 47. Diagrama de flujo del proceso del módulo de máquinas y equipos

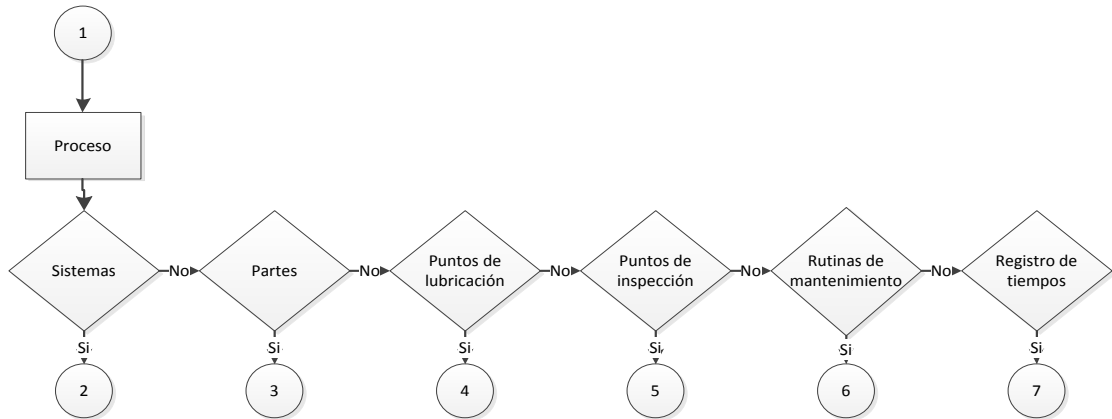


Figura 48. Diagramas de flujo de los sub-módulos sistemas y partes.

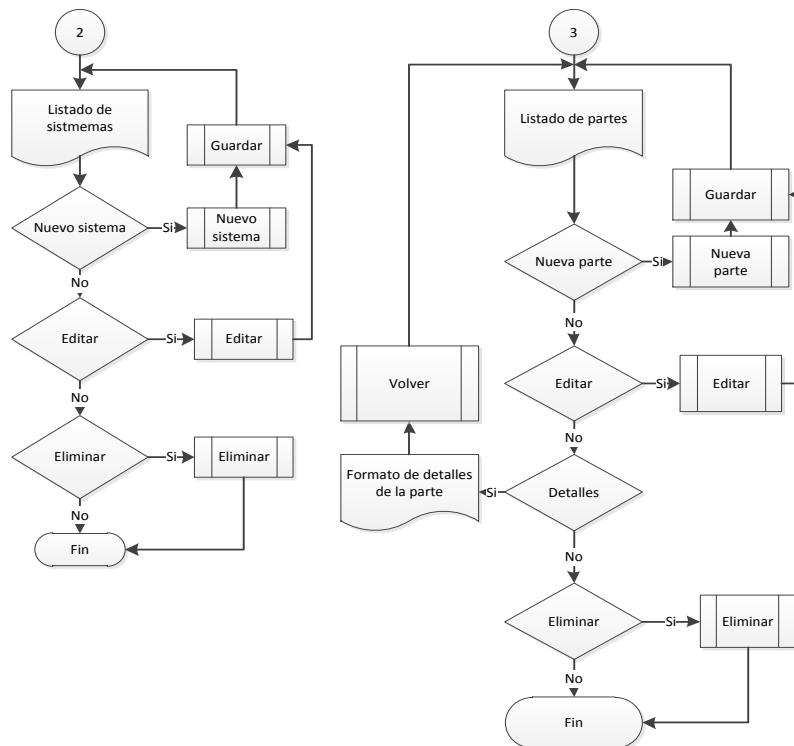


Figura 49. Diagramas de flujo de los sub-módulos listados de puntos de lubricación y puntos de inspección.

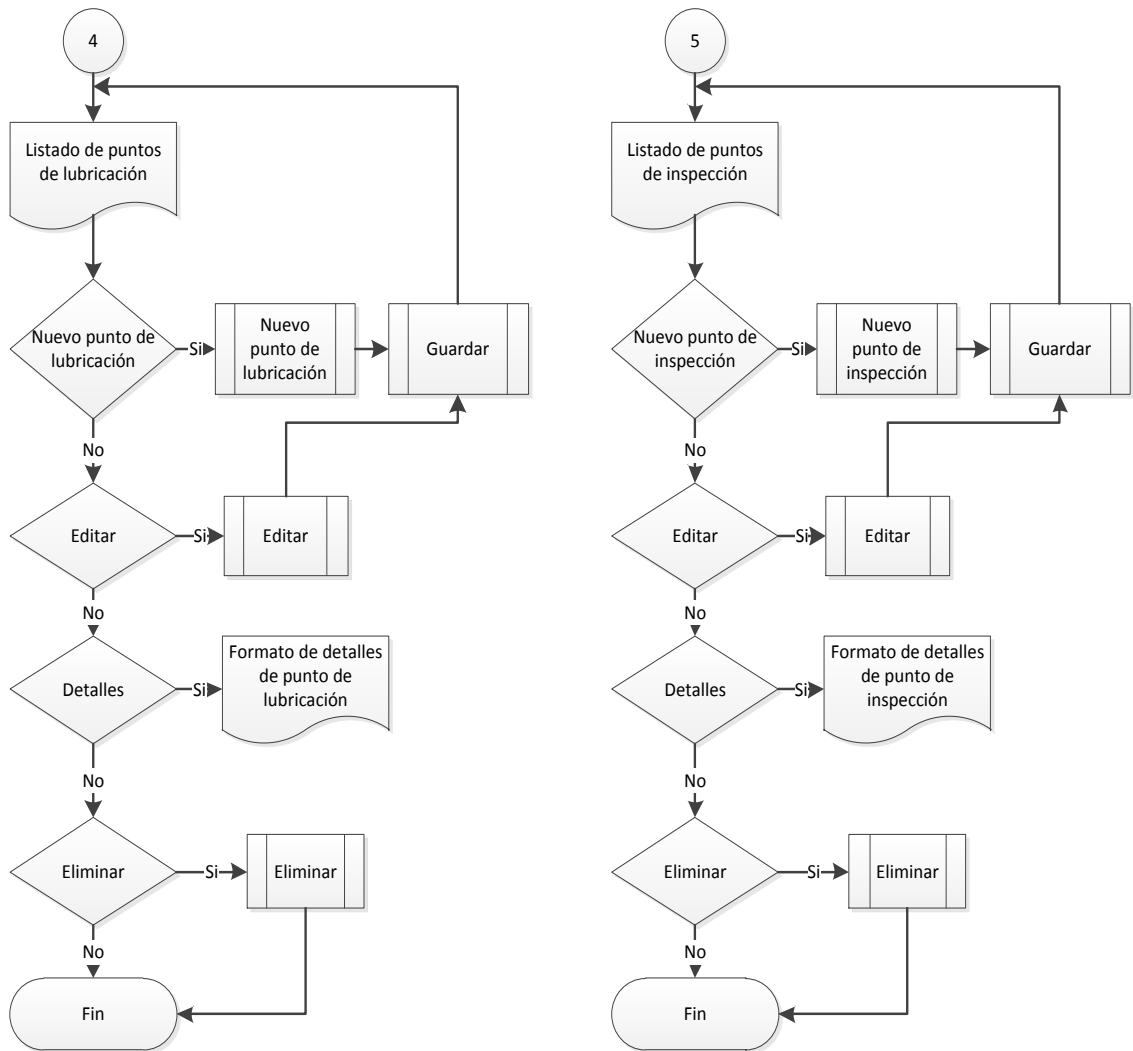
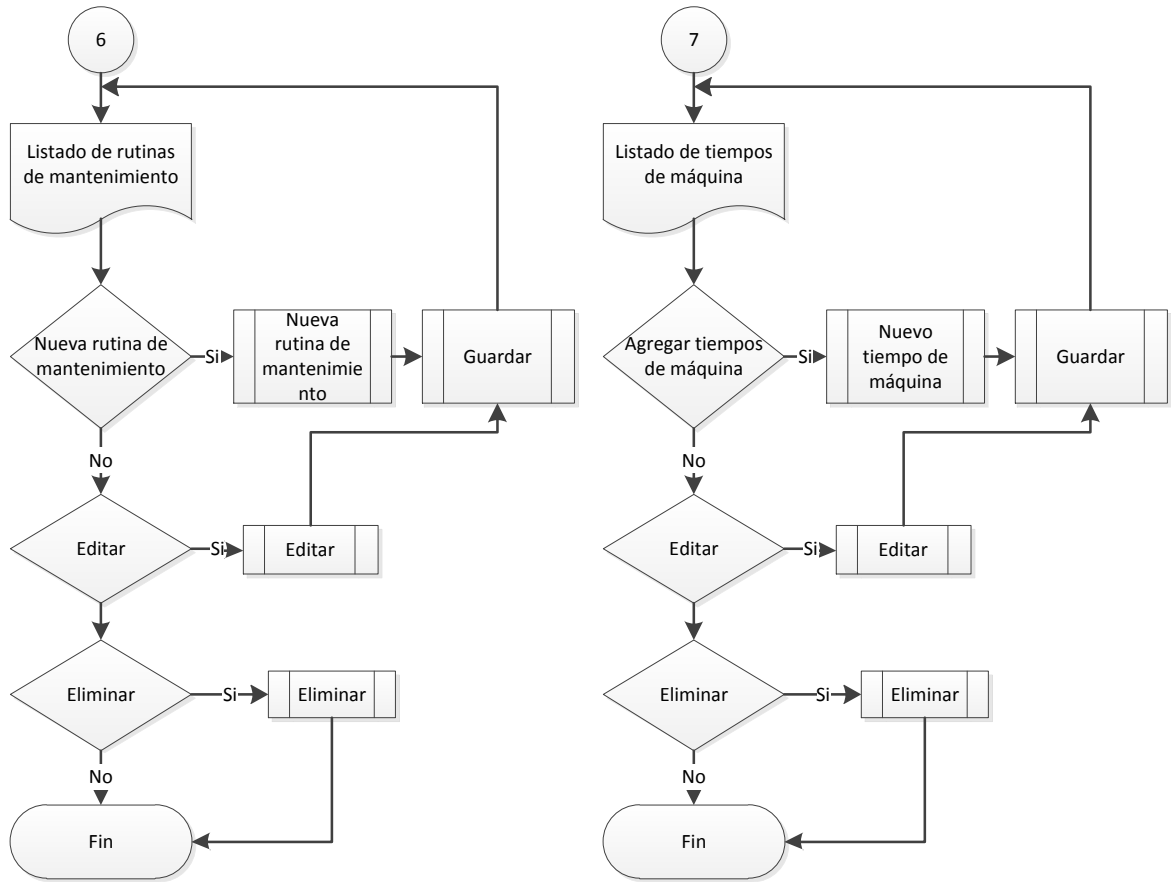


Figura 50. Diagramas de flujo de los sub-módulos rutinas de mantenimiento y tiempos.

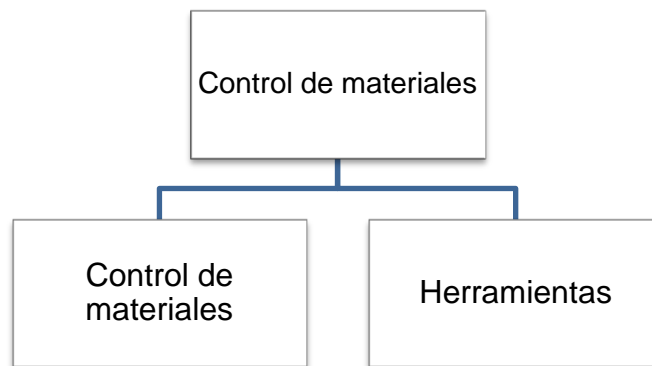


### 6.4.3 Módulo de control de materiales

Este módulo brinda la opción de administrar el ingreso y salida de materiales y repuestos; así mismo se crea un registro histórico de los movimientos de los recursos. Con el paso del tiempo y el realizar las labores de mantenimiento, los insumos en el almacén se van agotando; en el instante que la cantidad de uno de ellos esté por debajo de un límite preestablecido, el software automáticamente generará una alarma que se puede ver en la página de inicio, la cual indica que el material o repuesto se está agotando, por tal motivo se presentan riesgos en el

proceso de fabricación. Lo mismo sucede cuando se sobrepasa el límite máximo de inventario ya que el manejo de exceso de recursos es un tipo de desperdicio que se debe tener en cuenta. En las características de los materiales se pueden visualizar los siguientes datos: código, nombre, clasificación, tipo, fabricante, proveedor, marca, unidad de medida, cantidad actual, stock mínimo, stock máximo, observaciones y características generales. Quizás el más importante de estos datos es la información de los proveedores que suministran los recursos, por ello el sistema de información en el módulo de gestión enlista detalladamente los proveedores y muestra la información necesaria de contacto.

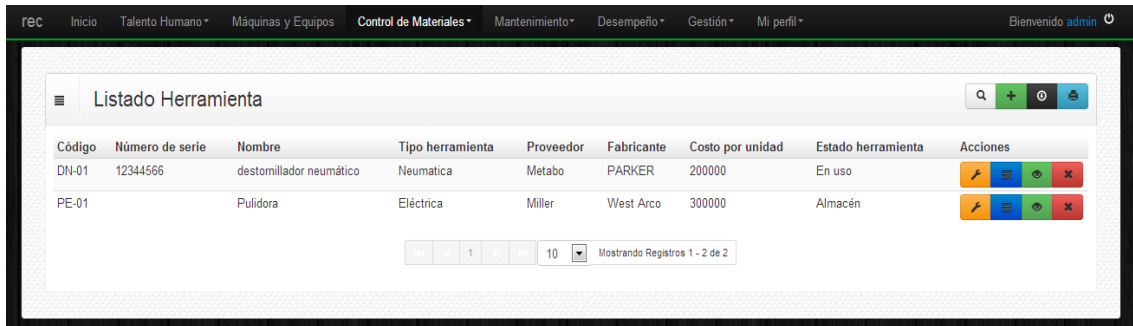
Figura 51. Estructura del módulo de control de materiales.



Además se puede contar en este módulo con un control de las herramientas, esto da lugar a la visualización de las características más importantes de cada una de ellas (nombre, código, proveedor, número de serie, marca, fecha de compra, precio, responsable, etc.), conjuntamente se puede tomar registro de las entradas y salidas de las herramientas en el almacén dando un trato similar a los recursos y materiales. Otra característica de este submódulo de herramientas es que permite generar alarmas que den aviso a rutinas de mantenimiento y vencimiento de garantías.

Las herramientas tienen un trato similar a las máquinas pues en este sub-módulo se quiso implantar la posibilidad de crear alarmas para aquellas que estén sujetas a revisiones periódicas

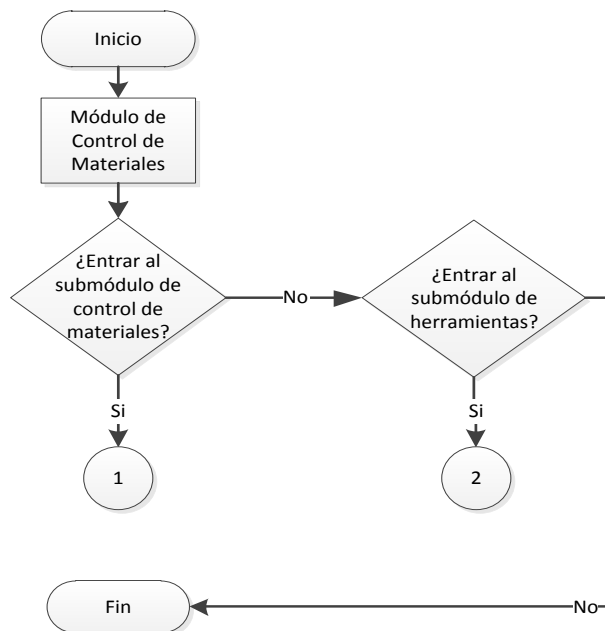
Figura 52. Listado de herramientas



Código	Número de serie	Nombre	Tipo herramienta	Proveedor	Fabricante	Costo por unidad	Estado herramienta	Acciones
DN-01	12344566	destornillador neumático	Neumatica	Metabo	PARKER	200000	En uso	[Iconos de acciones]
PE-01		Pulidora	Eléctrica	Miller	West Arco	300000	Almacén	[Iconos de acciones]

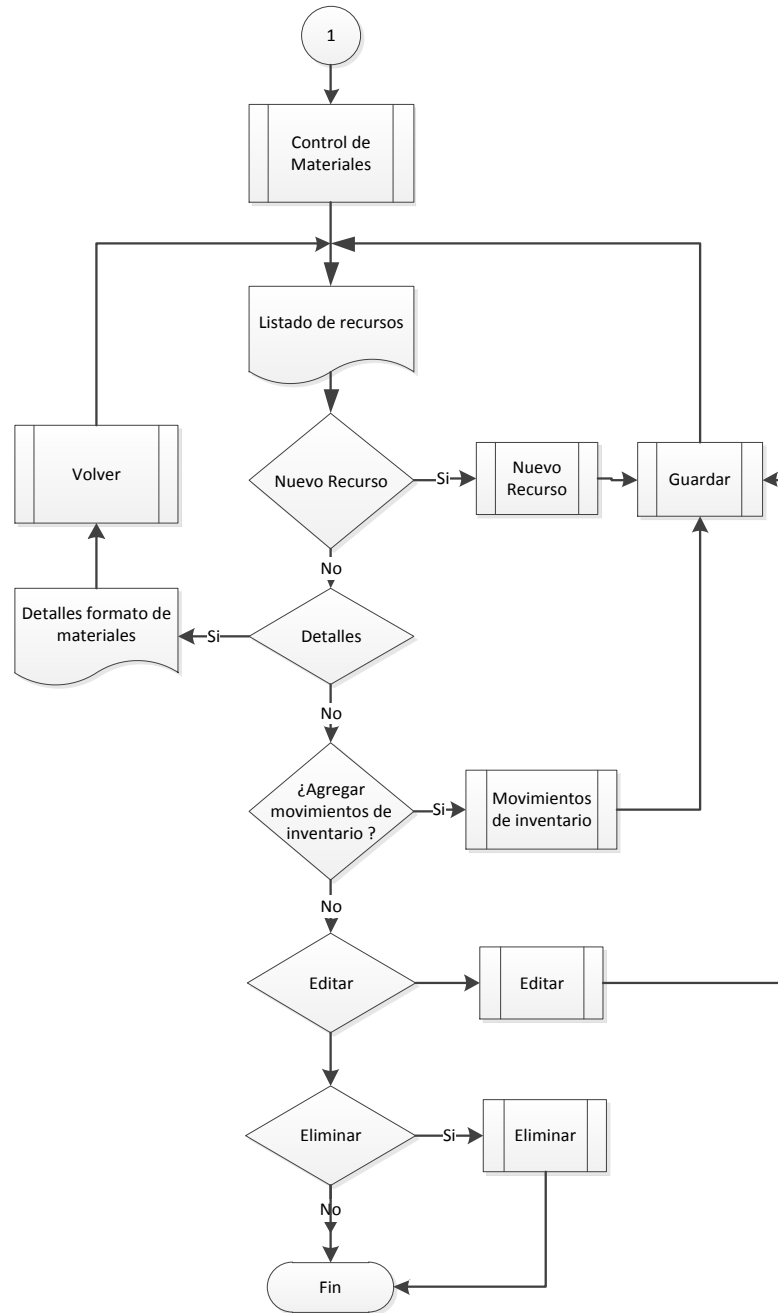
El diagrama de flujo correspondiente al módulo de control de materiales se visualiza en la figura 53.

Figura 53. Diagrama de flujo del módulo de control de materiales



El módulo consta de dos sub-módulos los cuales son ilustrados a continuación en las figuras 54 y 55.

Figura 54. Diagrama de flujo del sub-módulo de Control de materiales.

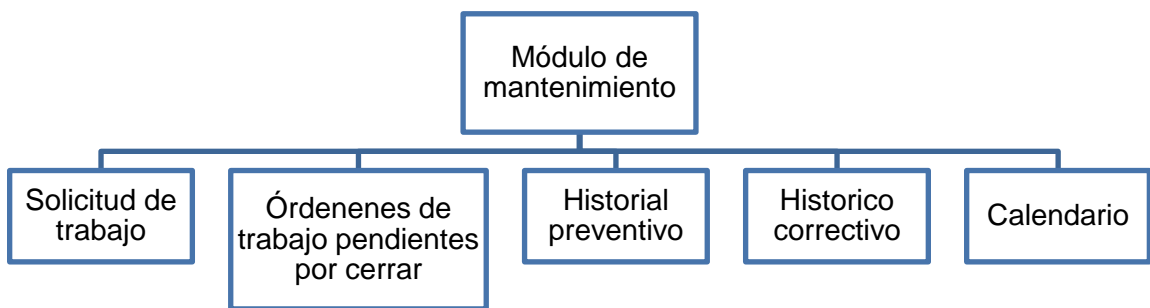




#### 6.4.4 Módulo de mantenimiento

Este módulo es el más complejo de todos en el sistema de información, ya que cuenta con una amplia variedad de herramientas y procesos importantes en la administración del mantenimiento. Está dispuesto estratégicamente para cumplir con el proceso que sigue una orden de trabajo como lo indica la figura 56.

Figura 56. Estructura del módulo de mantenimiento



En el submódulo solicitud de trabajo se ingresan las peticiones de servicios requeridas por un usuario determinado, y para ello existe la necesidad de crear un formato en el cual se ingresen los datos de la solicitud por escrito y posteriormente se ingrese al sistema; como se observa en la figura 57.

Figura 57. Formato Solicitud de trabajo.

La imagen muestra una interfaz de usuario de un sistema de gestión de mantenimiento. En la parte superior hay una barra de navegación con menús como "Inicio", "Talento Humano", "Máquinas y Equipos", "Control de Materiales", "Mantenimiento", "Desempeño", "Gestión" y "Mi perfil". En la esquina superior derecha se muestra "Bienvenido admin".

El contenido principal de la pantalla está dentro de un recuadro con el título "Solicitud de Trabajo" y un ícono de campana. A la izquierda hay un logo con las letras "RG". A la derecha del logo, el título "SOLICITUD DE TRABAJO" y el nombre "RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS".

Debajo de esto, hay un formulario con los siguientes campos:

Número ST:	12	Máquina:	Ejemplo MEC-DB-01
Fecha:	2013-07-09	Departamento:	Mecanizado
Solicitante:	Javier Escobar	Prioridad:	Alta
Autorizado por:	Javier Escobar		
Mantenimiento a realizar:	inspección del paquete de válvulas		

A partir del submódulo de solicitud de trabajo se desarrolla el procedimiento para generar una orden de trabajo. El primer paso de este proceso comienza con una necesidad dada a conocer por los operarios o por las alarmas en el inicio del programa, estas últimas dan aviso de las rutinas de mantenimiento programadas en cada uno de los equipos, con estos requerimientos se procede a crear la solicitud de trabajo la cual se almacena en un listado en el que se observan los siguientes datos:

- Número de la solicitud de trabajo: Este dato guarda la identificación de la solicitud de trabajo.
- Fecha: Día de ingreso de la solicitud de trabajo.
- Solicitante: Usuario que requiere el servicio.
- Motivo de solicitud: Detalles de los motivos de la solicitud de trabajo.
- Órdenes de trabajo: Muestra el número de órdenes de trabajo generadas para esa solicitud.
- Prioridad: Muestra el carácter de urgencia de la solicitud.
- Autorizado: Persona que registra las órdenes de servicio.
- OT's: Órdenes de trabajo relacionadas.

Figura 58. Sub-módulo solicitud de trabajo.

# ST	Fecha	Solicitante	Máquina	Descripción	Órdenes de trabajo	Prioridad	Autorizado	Acciones
16	0000-00-00	Javier Escobar	Prensa Embombadora MEC-PE-01	.....	• #: 15-Estado: Abierta	Alta	Javier Escobar	[Iconos de acción]
15	2013-07-17	Javier Escobar	Ejemplo MEC-DB-01	inspección	• #: 13-Estado: Cerrada	Media	Javier Escobar	[Iconos de acción]
14	2013-07-16	David Fuentes	Prensa Embombadora MEC-PE-01	revisión	• #: 11-Estado: Cerrada • #: 12-Estado: Cerrada • #: 14-Estado: Cerrada	Alta	Javier Escobar	[Iconos de acción]
13	2013-08-26	Javier Escobar	Ejemplo MEC-DB-01	Revisión	• #: 10-Estado: Cerrada	Alta	Javier Escobar	[Iconos de acción]
12	2013-07-09	Javier Escobar	Ejemplo MEC-DB-01	inspección del paquete de válvulas	• #: 7-Estado: Cerrada • #: 9-Estado: Cerrada	Alta	Javier Escobar	[Iconos de acción]
11	2013-07-09	Javier Escobar	Prensa Embombadora MEC-PE-01	rutinario		Alta	Javier Escobar	[Iconos de acción]
10	2013-07-06	Javier Escobar	Prensa Embombadora MEC-PE-01	inspección rutinario	• #: 8-Estado: Cerrada	Media	Administrador General	[Iconos de acción]

Mostrando Registros 1 - 7 de 7

Las órdenes de trabajo se generan a partir de una solicitud de trabajo y son almacenadas en estas para que se muestren de una forma práctica y ordenada. Las órdenes de trabajo contienen toda la información requerida para las actividades del mantenimiento, tanto programado y no programado, por ello se definió un formato en donde se especifican los datos relevantes para la realización de las actividades y espacios en blanco donde el técnico encargado registra los datos pertinentes de cada actividad que sirven para retroalimentar el sistema de información.

Figura 59. Ejemplo de formato de orden de trabajo abierta.

Información de Orden de Trabajo			
		<b>ORDEN DE TRABAJO</b> RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS	
Número OT:	5	Solicitud de trabajo:	0000-00-00
Asignado a:	OSCAR FRANCISCO GALVIS PRADA	Prioridad:	Alta
Recibido por:			
Fecha programación:	2013-08-02	Fecha y hora inicial de Ejecución:	
Fecha y hora final de Ejecución:	1985-12-31 19:12:00		
Fecha de inicio:		Fecha de finalización:	
Hora de inicio:		Hora de término:	
Tiempo estimado de ejecución (horas):	2	Tiempo real de ejecución (horas):	
Tipo de falla:		Tipo de falla real:	
Costo total:			
Trabajo realizado:			
Nombre de la tarea:	Lubricación de partes móviles		
Descripción de la Tarea:	Engrasar Hasta la cantidad señalada .....		
Recomendaciones:			
DATOS DEL EQUIPO			
Nombre de la máquina o equipo:	Prensa Embombadora	Código de la máquina:	MEC-PE-01
Departamento:		Prioridad:	
Lista de recursos			
Lista de colaboradores			
Nombre	Horas empleadas	Costo total	Labor realizada

El submódulo de órdenes de trabajo pendiente por cerrar tiene como objetivo principal retroalimentar la información obtenida de la ejecución de las órdenes de trabajo. Este proceso consiste en ingresar los datos reales de las actividades de mantenimiento:

- Recibido por: Persona que recibe a conformidad el trabajo
- Lista de colaboradores: Personas que desempeñan labores en los trabajos de mantenimiento (nombre, horas trabajadas y labor realizada)
- Tipo de falla real:
- Trabajo realizado: Labor ejecutada por el personal
- Tiempo real de ejecución
- Fecha y hora de ejecución
- Materiales realmente utilizados

Figura 60. Formulario cerrando orden de trabajo.

The screenshot shows a web interface for closing a work order. The main form area is titled "Cerrando Orden de trabajo #5". It contains several input fields and dropdown menus:
 

- \* Estado: Abierta (dropdown)
- Recibido por: Seleccione opción (dropdown)
- Tipo de falla real: Seleccione opción (dropdown)
- Trabajo realizado: (text area)
- Tiempo real de ejecución (horas): (text input)
- Fecha Ejecución: YYYY-mm-dd HH:mm (text input)
- Costo: 0 (text input)

 At the top left, there is a blue button labeled "Cerrar Recursos". On the right side, there is a sidebar with:
 

- Checkmarks for "Solicitud Recursos" and "Colaboradores".
- A calendar for August 2013 with the 2nd day highlighted.
- A time picker showing "Time 10:38", with "Hour" and "Minute" sliders.
- "Now" and "Done" buttons.

 At the bottom of the form are "Guardar" and "Cancelar" buttons. Arrows indicate the flow from the "Cerrar Recursos" button to the "Recibido por" dropdown and from the "Fecha Ejecución" field to the "Now" button.

Todo lo anterior con el fin de evaluar y mejorar la planeación del mantenimiento en general. Parte de esta información es utilizada por el módulo de gestión para calcular los respectivos indicadores y presentar informes detallados de la evolución mes a mes de cada uno de ellos. Después de realizar el proceso de

retroalimentación, las órdenes de trabajo son filtradas según el tipo de mantenimiento al cual pertenecen y son llevadas a uno de los siguientes submódulos: historial correctivo, historial preventivo, allí son almacenadas para consultar en el momento que se requiera los datos relacionados con las actividades de mantenimiento ejecutadas.

Figura 61. Historial de las órdenes de trabajo.

# OT	Fecha Programación	Recibido por	Estado	Descripción	Fecha Ejecución	Tipo de tarea	Acciones
14	2013-07-17	Javier Escobar	Cerrada	Lubricación de cadenas	2013-07-17	Preventivo	
12	2013-07-09	Javier Escobar	Cerrada	Lubricación de cadenas	2013-07-17	Preventivo	
11	2013-07-16	Javier Escobar	Cerrada	inspección de las cadenas	2013-07-17	Preventivo	
10	2013-07-16	David Fuentes	Cerrada	Cambio de fluido hidraulico	2013-07-16	Preventivo	
9	2013-07-09	Javier Escobar	Cerrada	Cambio de fluido hidraulico	2013-07-16	Preventivo	
8	2013-07-09	David Fuentes	Cerrada	inspección de las cadenas	2013-07-09	Preventivo	
7	2013-07-09	Javier Escobar	Cerrada	Cambio de fluido hidraulico	2013-07-09	Preventivo	

Parte de la información de la orden de trabajo es anexada al final de las hojas de vida de cada máquina o equipo, con el objetivo de registrar las intervenciones realizadas. La información relevante que se guarda tiene que ver con la identidad de la orden de trabajo y la solicitud a la cual pertenece, además de incluir los trabajos que se planificaron y se realizaron sobre el equipo.

El calendario es una herramienta muy útil que permite visualizar las actividades de mantenimiento para cada uno de los equipos, como lo son órdenes de trabajo abiertas y cerradas. Además este sub-módulo permite la visualización de las rutinas de lubricación programadas para cada uno de los equipos por periodos mensuales, es así como se puede imprimir y entregar a los técnicos encargados

una carta mensual con las especificaciones necesarias una vez se hayan ingresado en los procesos de cada equipo.

Figura 62. Calendario.

The screenshot displays a web-based maintenance management system. At the top, there is a navigation menu with options: Inicio, Talento Humano, Máquinas y Equipos, Control de Materiales, **Mantenimiento**, Desempeño, Gestión, and Mi perfil. Below the menu, a search bar is present.

The main content area is divided into sections:

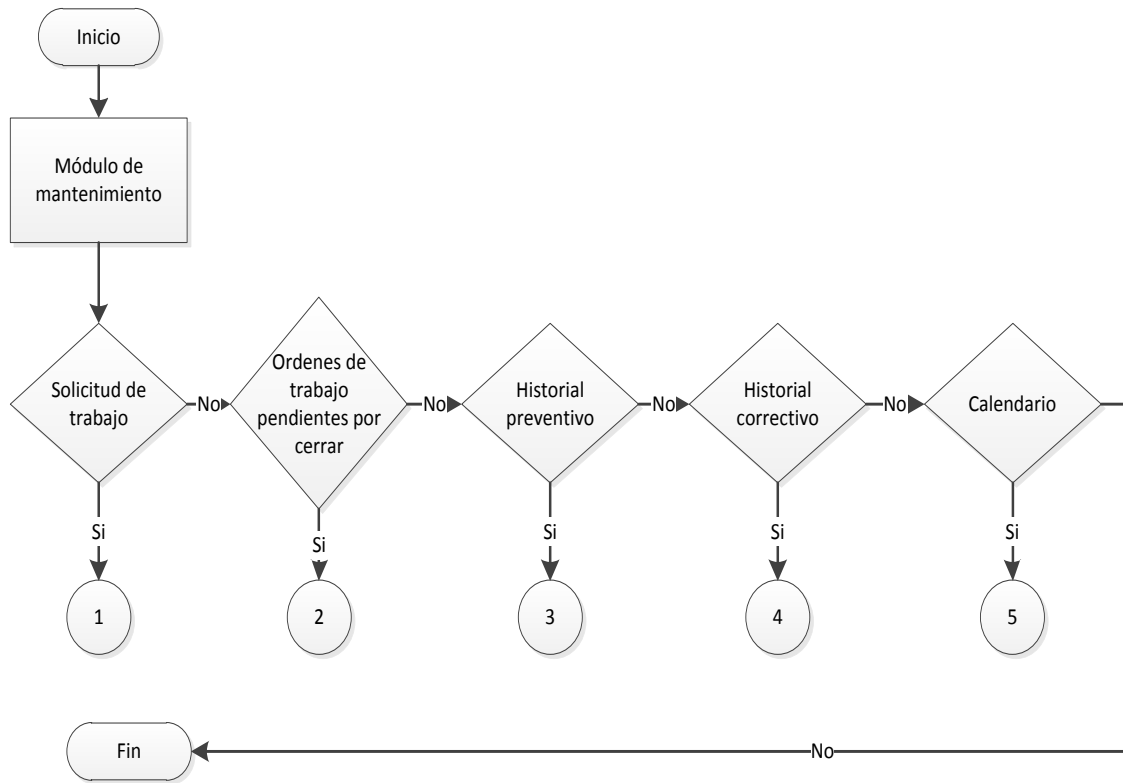
- Listado Máquinas y Equipos:** A table listing equipment details.
 

Código	Máquina	Departamento	Marca	Modelo	Número de serie
fg555d	gg9g	Mecanizado			
MEC-PE-01	Prensa Embombadora	Mecanizado	REC	E-01	001
MEC-DB-01	Ejemplo	Mecanizado	Franco Hermanos	DFH-260-4	001
- Calendar: Prensa Embombadora MEC-PE-01:** A calendar view for the month of July 2013. It includes filters for 'Filtrar ordenes por tipo de tarea' (set to Ninguna) and 'Filtrar rutinas por actividad' (set to Ninguna). The calendar shows various tasks:
  - 6th: Tarea programada
  - 7th: Tarea programada
  - 9th: Orden de trabajo realizada
  - 10th: Orden de trabajo realizada
  - 11th: Orden de trabajo programada
  - 12th: Ordenes de trabajo realizadas
  - 13th: Tarea programada
  - 14th: Tarea programada
  - 15th: Orden de trabajo programada
  - 16th: Ordenes de trabajo realizadas
  - 17th: Orden de trabajo programada
  - 18th: Ordenes de trabajo realizadas
  - 19th: Orden de trabajo programada
  - 20th: Ordenes de trabajo realizadas
  - 21th: Orden de trabajo programada
  - 22th: Ordenes de trabajo realizadas
  - 23th: Orden de trabajo programada
  - 24th: Ordenes de trabajo realizadas
  - 25th: Orden de trabajo programada
  - 26th: Ordenes de trabajo realizadas
  - 27th: Orden de trabajo programada
  - 28th: Ordenes de trabajo realizadas
  - 29th: Orden de trabajo programada
  - 30th: Ordenes de trabajo realizadas
  - 31st: Orden de trabajo programada
- Rutinas del Día:** A section for daily routines. It includes a search bar and a table of routine entries.
 

Nombre	Descripción	Parte	Actividad	fecha de inicio de rutina
prueba1	prueba1	Cadena eje 1	Lubricación	2013-07-20
prueba1	prueba1	cadena eje 2	Lubricación	2013-07-20

El diagrama de flujo correspondiente al módulo de mantenimiento se visualiza en la figura 63.

Figura 63. Diagrama de flujo del módulo de mantenimiento.



El módulo de mantenimiento consta de cinco sub-módulos los cuales son ilustrados a continuación en las figuras 64, 65, 66,67 y 68.

Figura 64. Diagrama de flujo del sub-módulo de solicitud de trabajo.

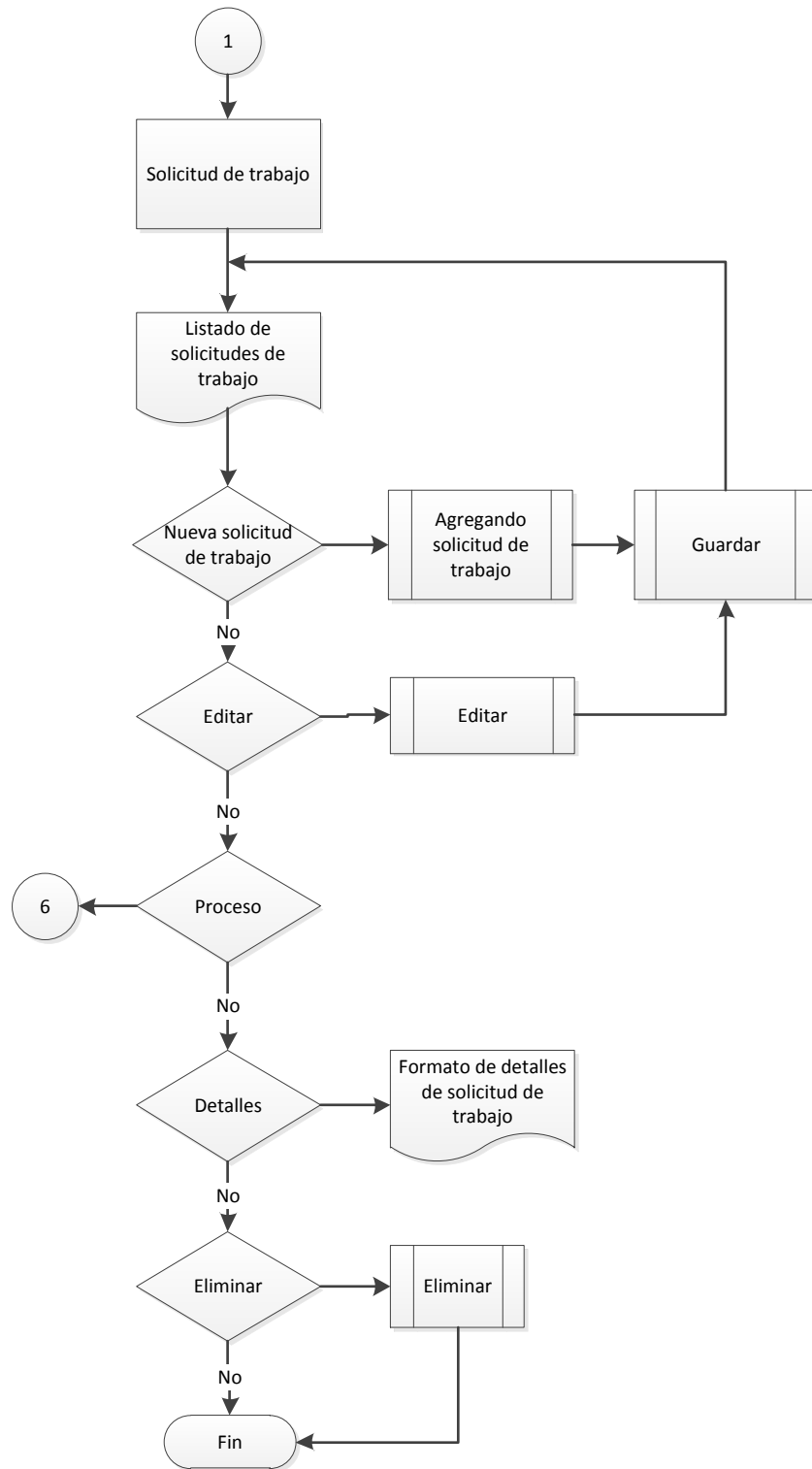


Figura 65. Diagrama de flujo del proceso del sub-módulo solicitud de trabajo.

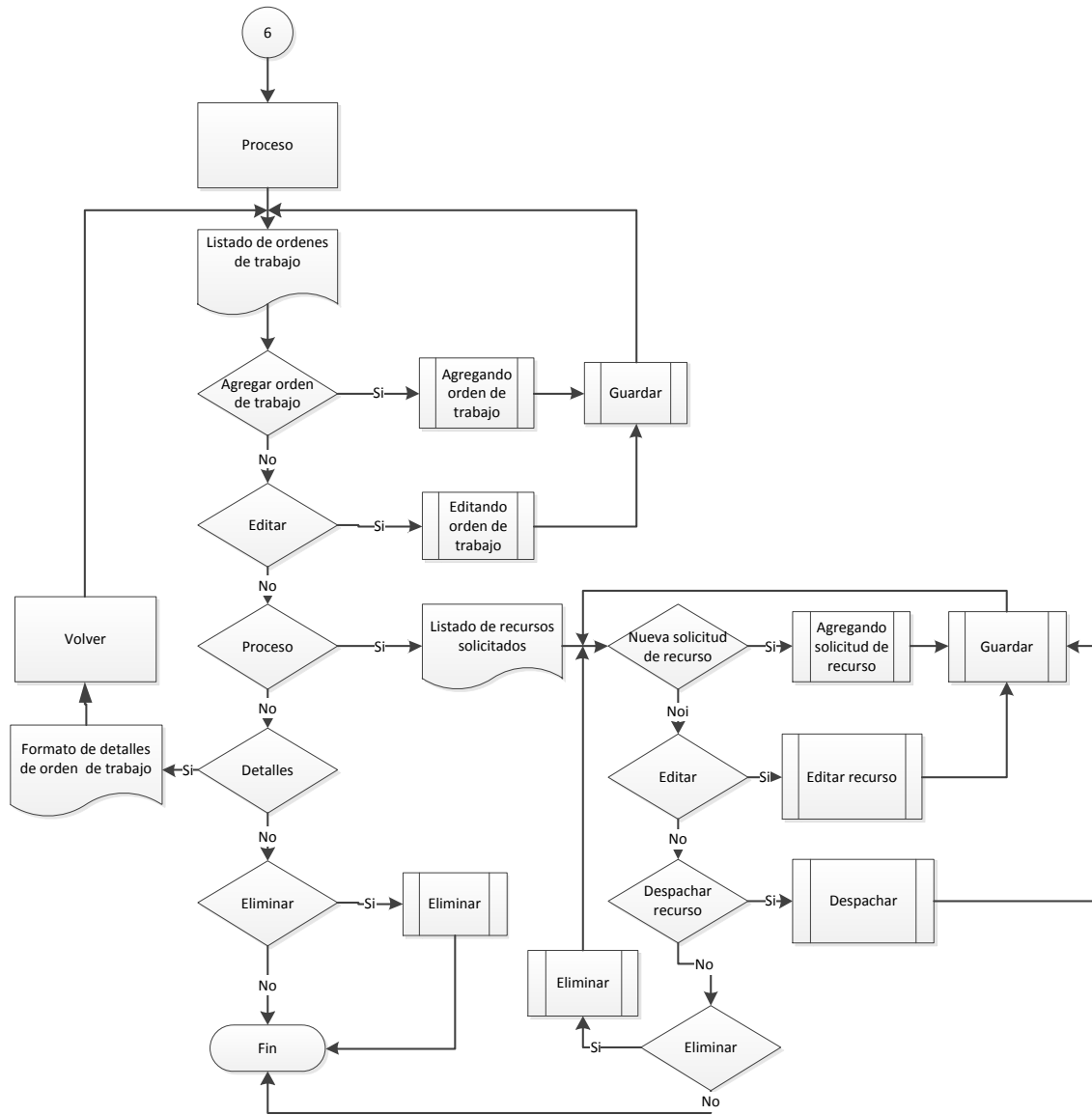


Figura 66. Diagrama de flujo del submódulo órdenes de trabajo pendientes por cerrar.

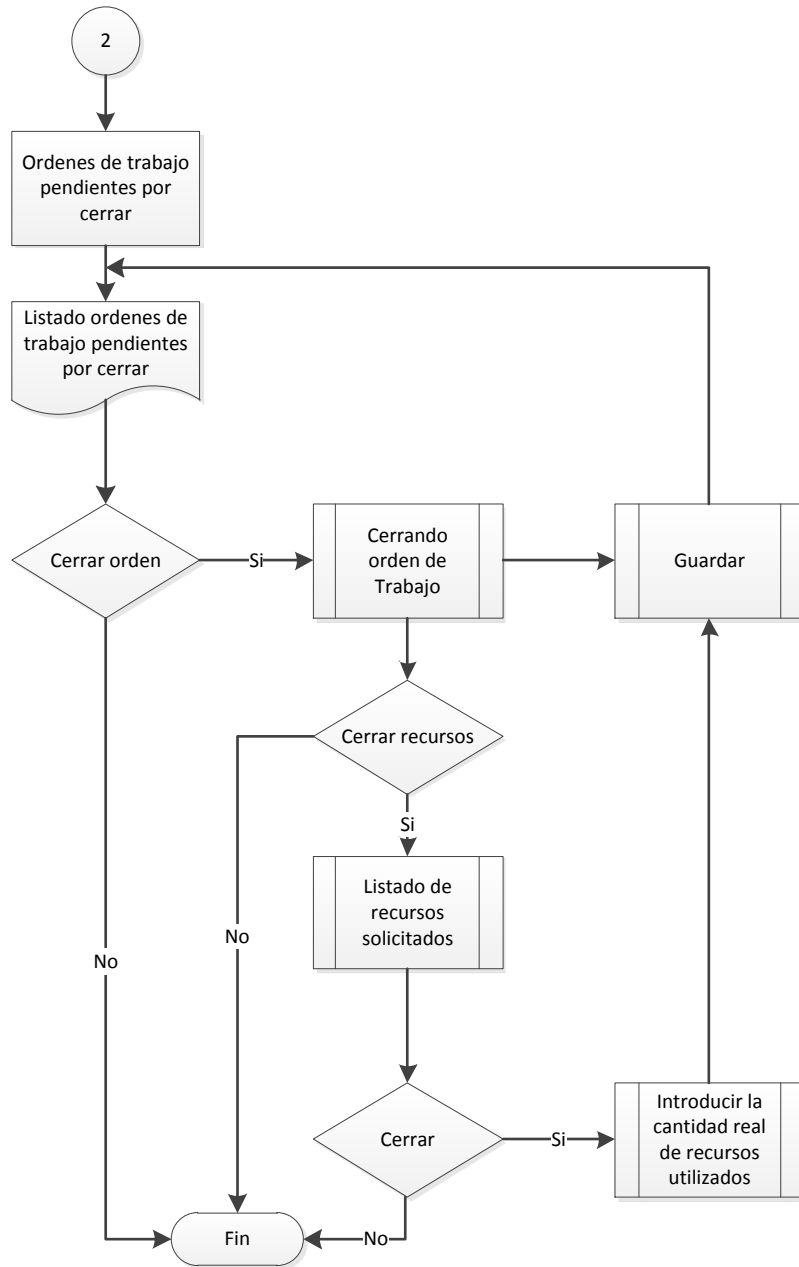


Figura 67. Diagramas de flujo submódulos de historial de mantenimiento correctivo e historial de mantenimiento preventivo.

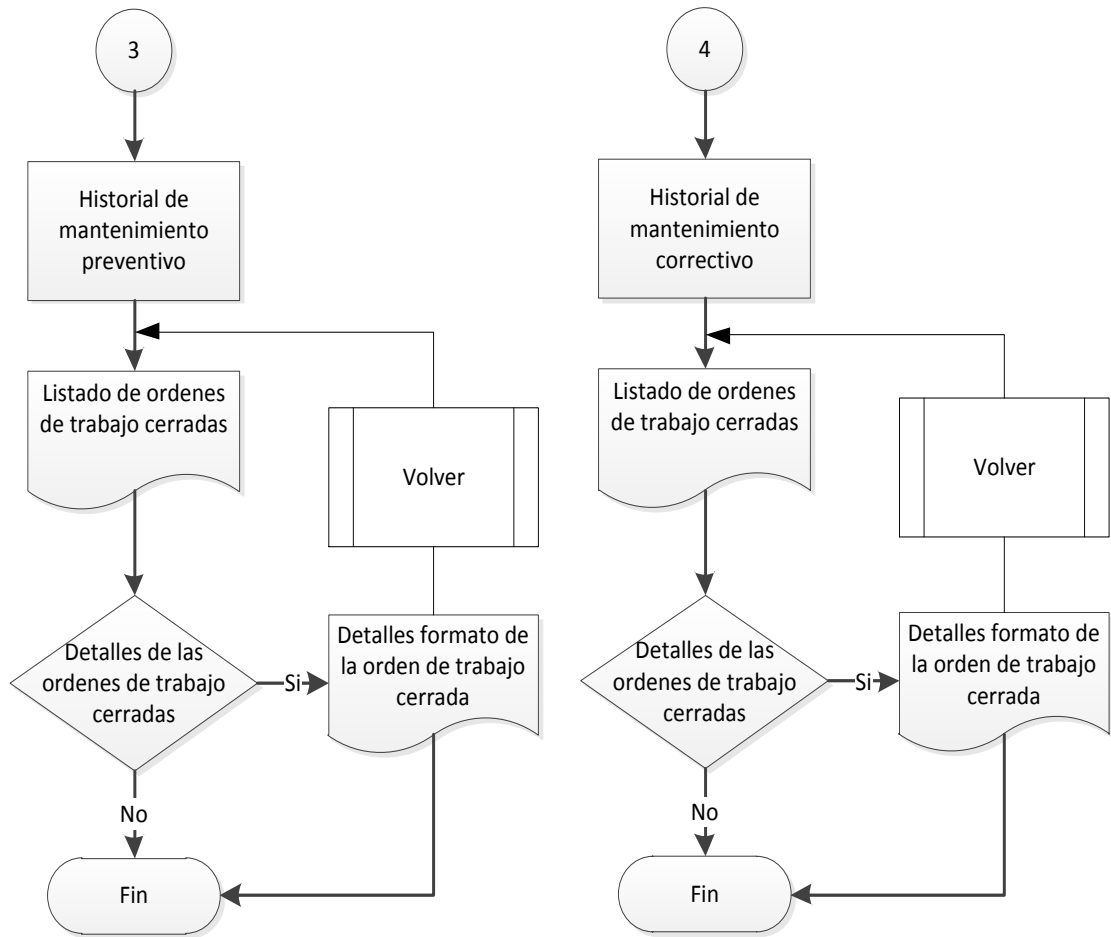
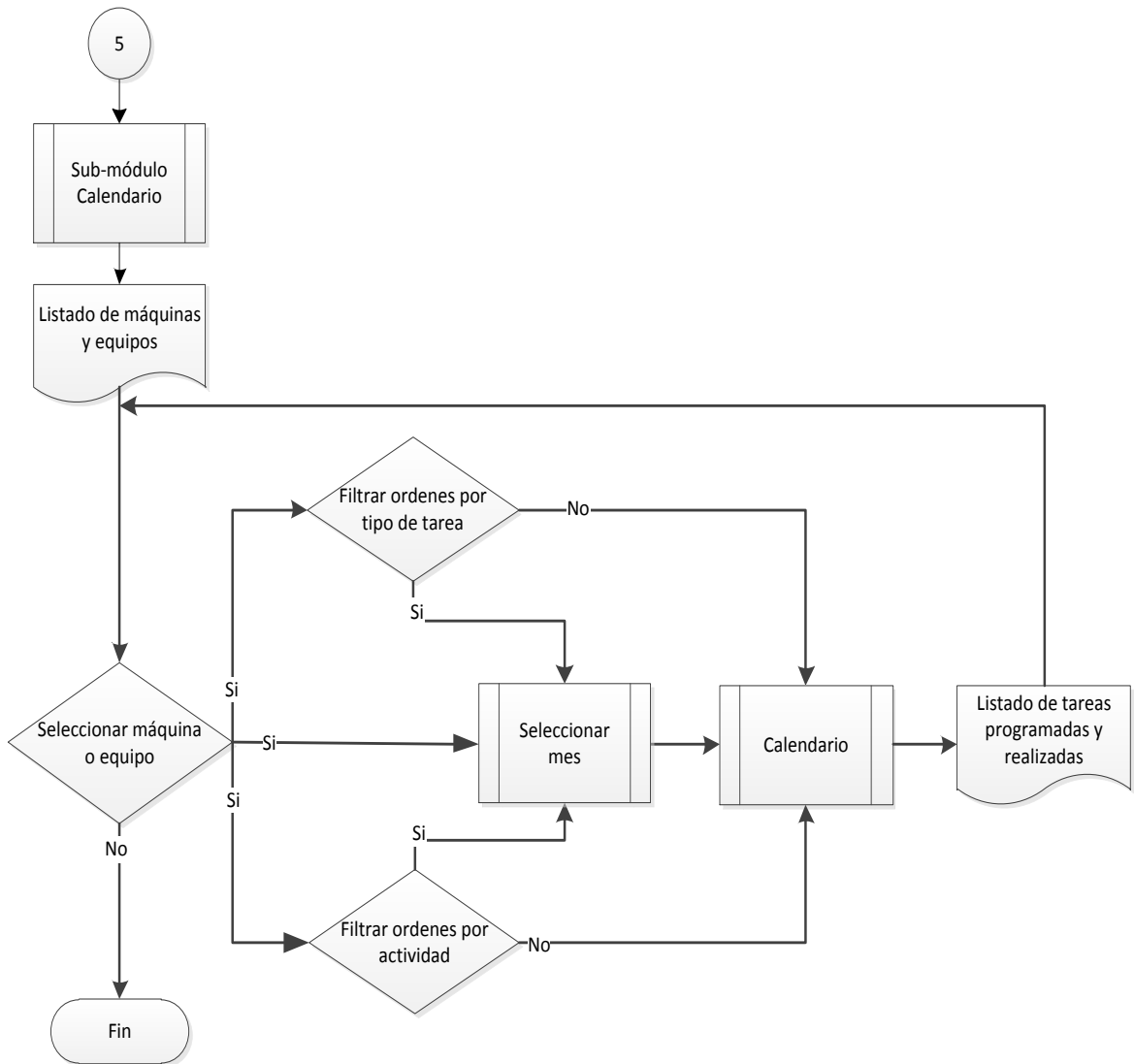


Figura 68. Diagrama de flujo del sub-módulo calendario.



#### 6.4.5 Módulo de desempeño del mantenimiento

Para una buena administración de las labores de mantenimiento, es preciso que el sistema de información contenga las herramientas necesarias para la generación de estadísticas de los indicadores de gestión y costos de las actividades de mantenimiento; el sistema provee facilitadores para la presentación de reportes

que sirvan en el control y corrección de las desviaciones de los objetivos propuestos.

En este módulo del sistema de información se describen los índices de gestión del mantenimiento (Disponibilidad, mantenibilidad, confiabilidad y cumplimiento). Además se presentan informes donde se evidencian los costos relacionados con el mantenimiento y se hace la distinción entre mantenimiento correctivo y preventivo. Lo anterior es representado en gráficas estadísticas donde se aprecia las tendencias de los indicadores en el tiempo, lo cual es una herramienta fundamental en la toma de decisiones.

#### **6.4.5.1 Indicador de disponibilidad**

La totalidad del tiempo en la cual una máquina o equipo funciona adecuadamente se denomina disponibilidad, de aquí que la meta más importante para el mantenimiento es garantizar que este indicador tenga su máximo valor posible. La definición matemática de la disponibilidad de los equipos se establece como la probabilidad o posibilidad de que un sistema o equipo funcione adecuadamente para un tiempo dado. EL trazar objetivos que consistan en aumentar la disponibilidad equivale a disminuir a valores mínimos la cantidad de paradas. Por lo anterior la disponibilidad es función de la mantenibilidad y la confiabilidad.

Para garantizar que haya un aumento en la mantenibilidad y la confiabilidad de los equipos de la empresa, existe la necesidad de una inversión inicial elevada que garantice la disponibilidad de las máquinas a lo largo de su vida útil, lo que está estrechamente relacionado con un menor costo neto total de los ciclos de vida.

Los parámetros necesarios para calcular la disponibilidad de los equipos se presentan a continuación [14]:

**TBD:** Tiempo bruto disponible. Tiempo total del periodo de evaluación. Es el tiempo del periodo de trabajo, un turno, dos o tres. Puede ser también el tiempo del periodo de evaluación, un día, una semana, un mes etc.

**TPP:** Tiempo de paradas programadas. Es el tiempo de paradas para, mantenimiento preventivo, descansos y alimentación del personal, necesidades de producción, ajustes, etc.

$$TOP = TBD - TPP$$

**TOP:** Tiempo de operación programado. Es el tiempo requerido.

**TFS:** Tiempo fuera de servicio por paradas programadas. Es el tiempo de averías o daños imprevistos. Es un tiempo que debe minimizarse.

**TEO:** Tiempo del equipo en operación. Tiempo en funcionamiento. El objetivo aquí es que este tiempo sea el máximo posible, además de ello que sea bien empleado.

$$TEO = TOP - TFS$$

**TEA:** Tiempo en el que el equipo está apagado pero listo para operar. Solo se utiliza cuando el tiempo del periodo de evaluación es mayor al del trabajo, entonces la diferencia debe incluirse como formando parte del TPP\*.

$$TEA = TBD - TEO - TFS$$

**TDE:** Tiempo disponible del equipo, este se disminuye debido a las paradas imprevistas.

$$TDE = TBD - TFS$$

**NO:** Número de veces que el equipo estuvo operando. Es también la cantidad de veces que se arranca el equipo por acciones programadas.

**NP:** Número de veces que el equipo estuvo en paradas no programadas. Es la cantidad de ocasiones que se arranca el equipo por eventos no programados. Es igual al número de fallas durante el tiempo de evaluación.

**TPEF:** Tiempo promedio entre fallas. Este factor indica, estadísticamente el tiempo o frecuencia promedio de fallas de un equipo.

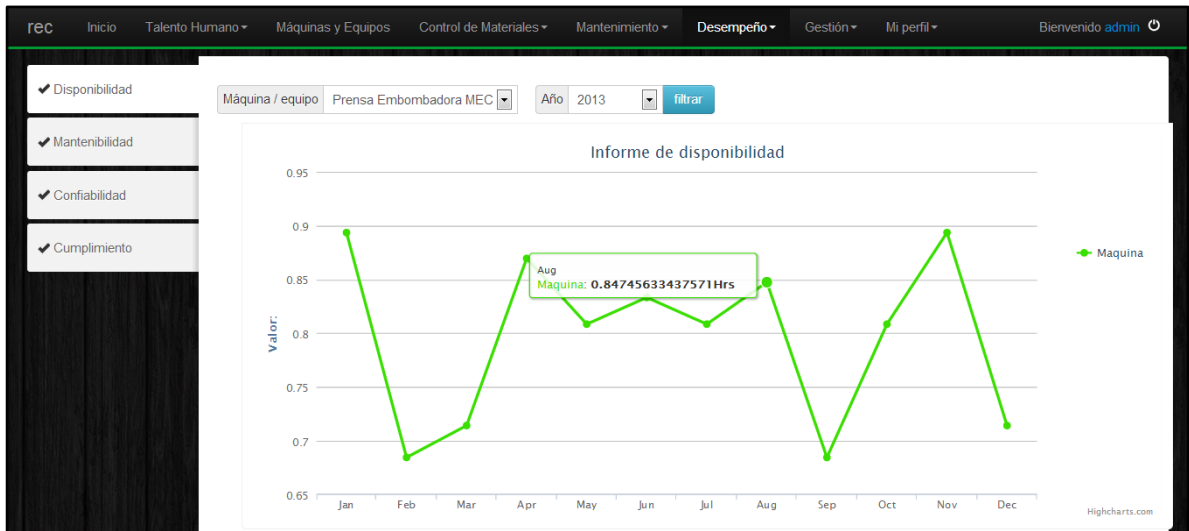
$$TPEF = \frac{\sum_1^{NO} TEO}{NO}$$

**ID:** Índice de disponibilidad, factor de disponibilidad o simplemente disponibilidad.

$$ID = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

Para el sistema de información la gráfica que indica un ejemplo del indicador de disponibilidad para el año 2013 se representa en la figura 69.

Figura 69. Gráfica del indicador de disponibilidad.



#### 6.4.5.2 Indicador de mantenibilidad

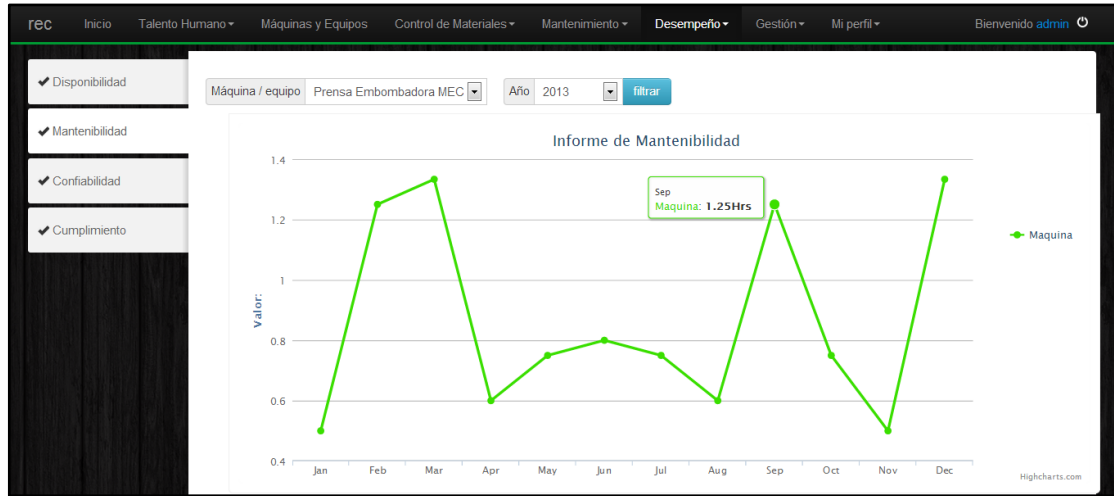
La mantenibilidad está definida por el tiempo promedio para reparar TPPR. El cual es el tiempo utilizado para poner a un equipo devuelta en el proceso y en buenas condiciones de operación.

**TPPR:** Índica, estadísticamente el tiempo promedio que se emplea en la reparación de una falla. Por si solo es un indicador de la mantenibilidad o facilidad con que puede hacerse mantenimiento al equipo.

$$TPPR = \frac{\sum_1^{No} TFS}{NP}$$

Para el sistema de información la gráfica que indica un ejemplo el indicador de mantenibilidad para el año 2013 se representa en la figura 70.

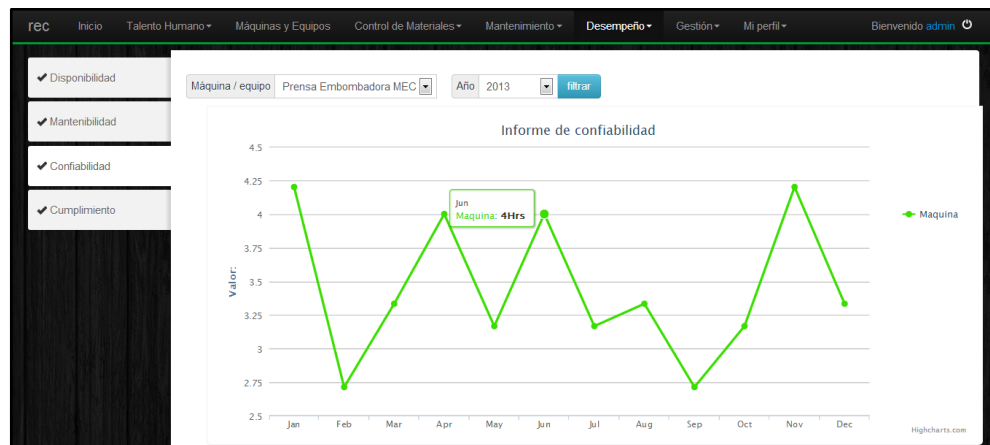
Figura 70. Gráfica del indicador de mantenibilidad.



### 6.4.5.3 Indicador de confiabilidad

Este indicador está definido por el tiempo medio entre fallas (TPEF), describe la probabilidad de que un equipo no falle. Para el sistema de información la gráfica que indica un ejemplo el indicador de confiabilidad para el año 2013 se representa en la figura 71.

Figura 71. Gráfica del indicador de confiabilidad.



#### 6.4.5.4 Indicador de cumplimiento

Se generan informes de cumplimiento expresados en porcentajes, en base del dato comparativo de las órdenes de trabajo realizadas a tiempo, órdenes de trabajo no realizado a tiempo y órdenes de trabajo pendientes como se muestra en la figura 72.

El indicador de cumplimiento está definido por la siguiente ecuación:

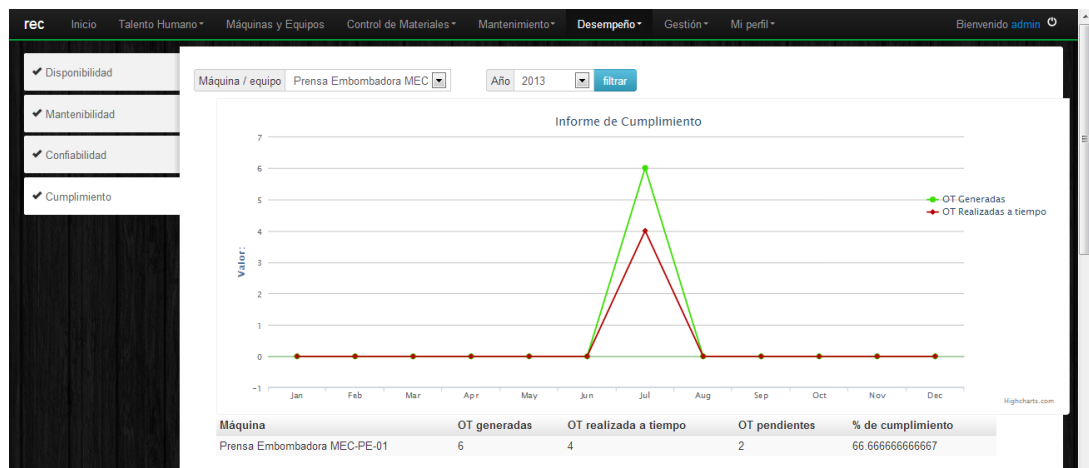
$$\text{Cumplimiento} = \frac{\text{Número total de ordenes de trabajo realizadas a tiempo}}{\text{Número total de ordenes de trabajo generadas}}$$

Donde

$$\begin{aligned} \text{Número total de ordenes generadas} \\ = \text{OT ejecutadas} + \text{OT pendientes por ejecutar} \end{aligned}$$

Para el sistema de información la gráfica que indica un ejemplo el indicador de confiabilidad para el mes de julio en el 2013 se representa en la figura 72.

Figura 72. Gráfica ejemplo del indicador de cumplimiento en el mes de julio en la prensa embombadora.

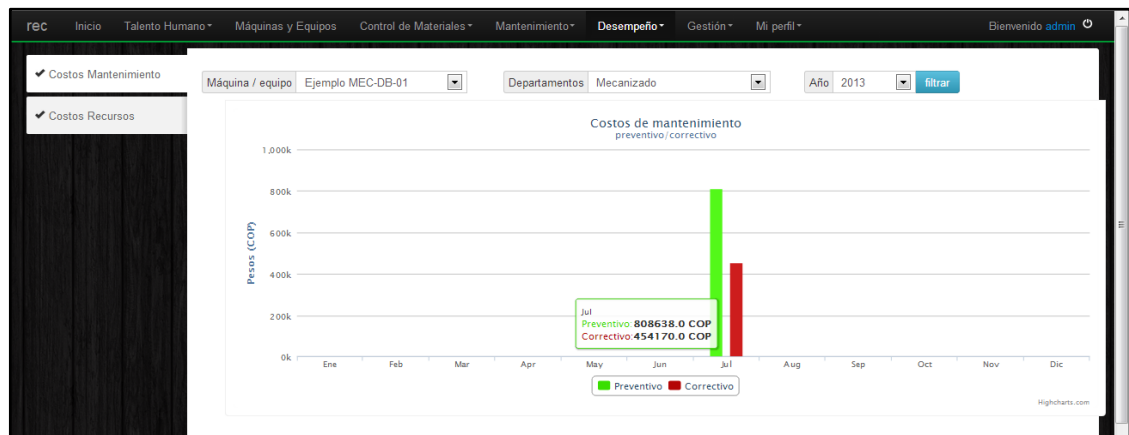


### 6.4.5.5 Costos del mantenimiento

Estos son plasmados en el módulo de desempeño a partir de una relación directa con las órdenes de trabajo en estado cerrado. Los costos se calculan en base a las horas reales que dura una actividad de mantenimiento correctivo o preventivo teniendo en cuenta el valor de la hora hombre y el precio de la cantidad de materiales y repuestos realmente utilizados.

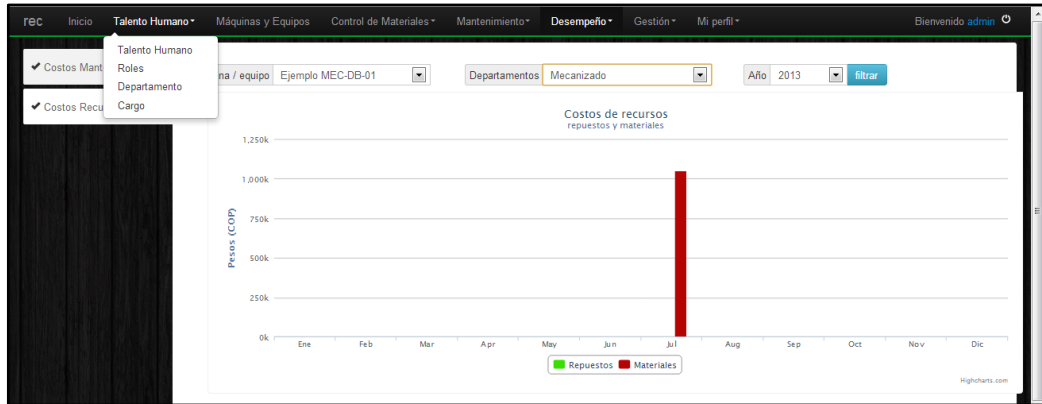
El módulo de permite seleccionar un equipo y año para realizar una visualización en histogramas de los recursos monetarios invertidos en las labores de mantenimiento donde se hace una comparación entre el mantenimiento correctivo y preventivo y se aprecia la inversión hecha en los meses del año; por lo que es una herramienta que brinda soporte a los administrativos teniendo en cuenta que en la mayoría de los casos es inconveniente realizar labores correctivas. En la figura 73 se observa el sub-módulo de costos del mantenimiento.

Figura 73. Sub-módulo costos del mantenimiento.



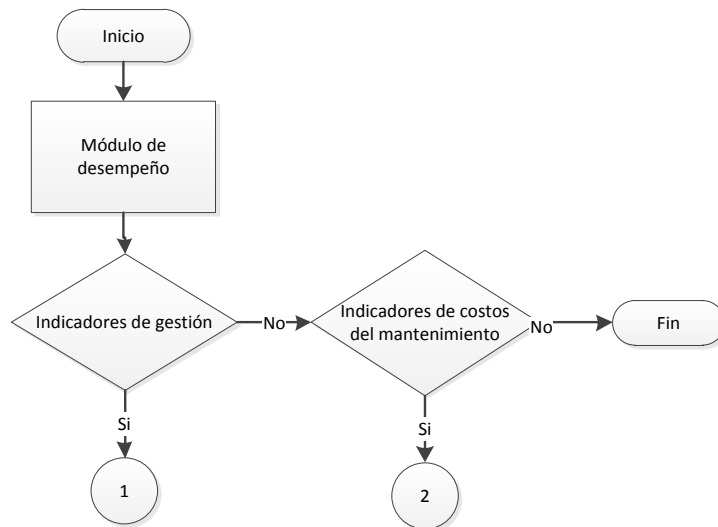
El programa también integra la opción de visualización de los costos de los recursos utilizados en el mantenimiento para cada máquina y equipo, los cuales se integran en repuestos y materiales.

Figura 74. Sub-módulo costos de recursos.



El diagrama de flujo correspondiente al módulo de control de materiales se visualiza en la figura 75.

Figura 75. Diagrama de flujo del módulo de desempeño.



El módulo de mantenimiento consta de cinco sub-módulos los cuales son ilustrados a continuación en las figuras 76 y 77.

Figura 76. Diagrama de flujo del sub-módulo indicadores de gestión.

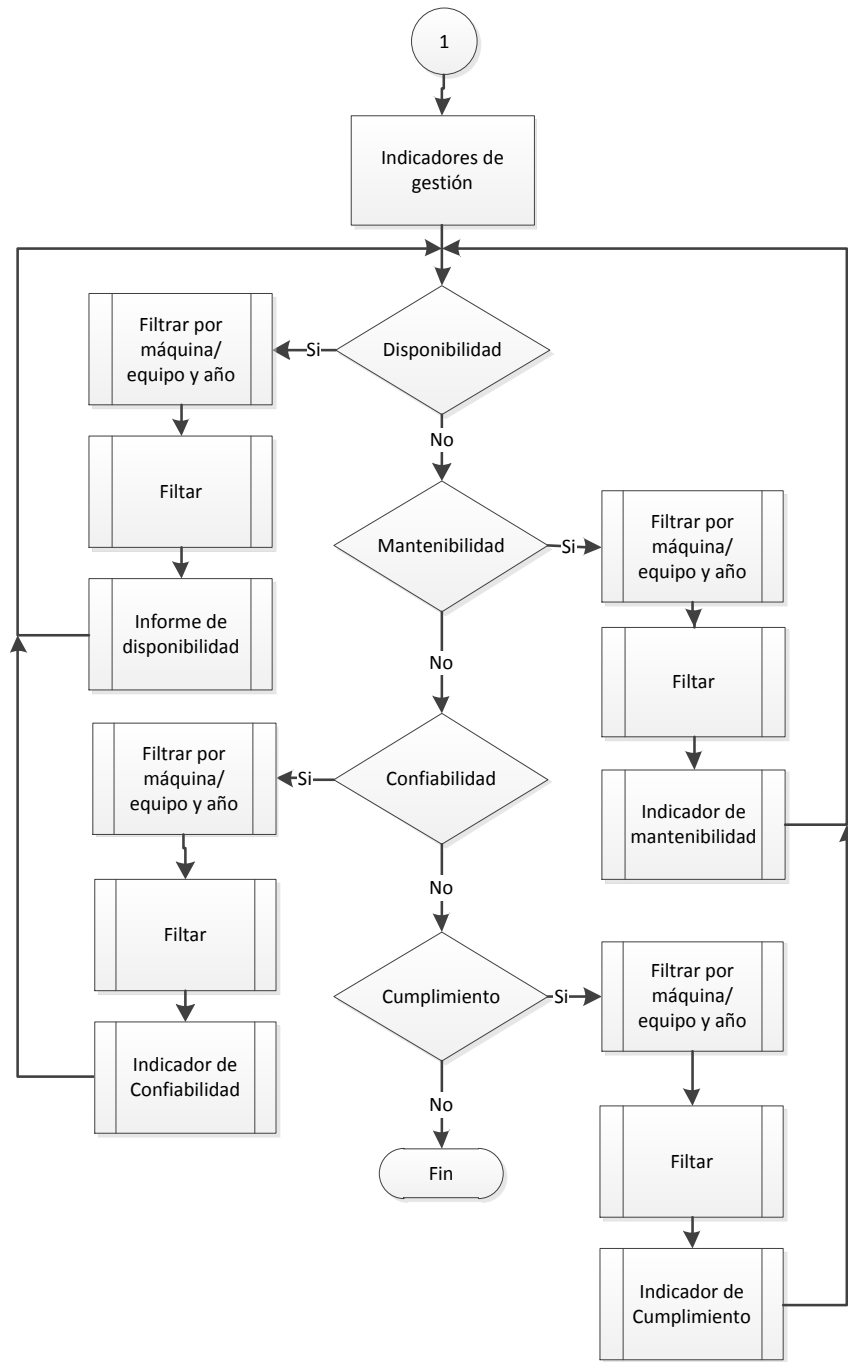
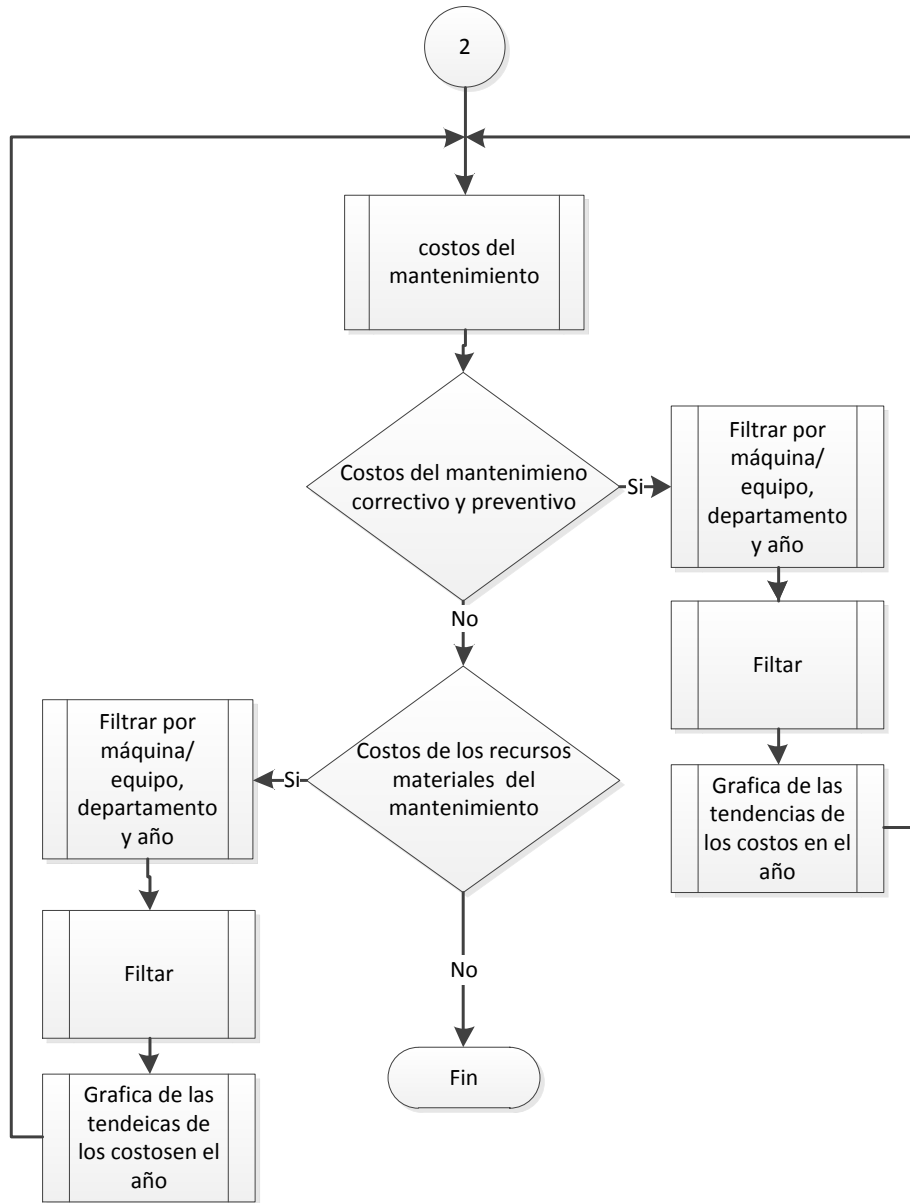


Figura 77. Diagrama de flujo del sub-módulo indicadores de gestión.



## 6.5 COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

A continuación se presenta en la tabla ( ) las características que diferencian los sistemas de información.

SIGMERP	NUEVO SISTEMA
Sistema de información enfocado a la administración de recursos empresariales (ERP)	Sistema de información enfocado a la administración del mantenimiento (CMMS)
Presenta una interfaz desactualizada.	Presenta una interfaz moderna y fácil de utilizar
No se tiene información de los responsables de las máquinas y herramientas.	Permite asignar responsables a las máquinas y herramientas.
Permite ingresar información de los puntos de lubricación de los equipos.	Permite guardar información de puntos de lubricación e inspección de los equipos.
Poco control del inventario del almacén.	Permite el registro de entradas y salidas de materiales y herramientas del almacén.
No gestiona revisiones de las herramientas.	Administra la información de revisiones y estado de garantía de las herramientas.
Elabora órdenes de trabajo para el mantenimiento.	Elabora órdenes de trabajo y las cierra retroalimentando con la información de las actividades de mantenimiento.
Guarda información de las órdenes de trabajo.	Guarda información de las órdenes de trabajo cerradas en historiales de mantenimiento preventivo y correctivo.
No posee una herramienta de visualización de las actividades	Permite la visualización de las actividades de mantenimiento en un calendario.

programadas.	
No registra información de los costos del mantenimiento.	Genera reportes de los costos de mantenimiento, debido a los recursos materiales y la mano de obra.

## 7. CONCLUSIONES

- En este trabajo de grado se implementó un nuevo sistema de información de entorno web, utilizando el lenguaje de programación PHP y como gestor de base de datos MYSQL. Se evidenció que el desarrollo de un nuevo sistema de información fue más fácil de realizar que modificar el existente, debido a que el procedimiento utilizado en la programación del código del SIGMERP no presenta una estructura fácil de entender y modificar.
- Se ejecutó un diagnóstico del departamento de mantenimiento de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS, con la finalidad de determinar el estado de gestión de las actividades relacionadas con esta área en la planta de producción. Al terminar este estudio, se realizó el inventario de todas las máquinas y herramientas que conforman la planta de producción, además se codificaron y con toda la información recopilada, se establecieron las hojas de vida para cada uno de los equipos. Luego de esto se realizó un análisis de criticidad para todas las máquinas de la empresa, y para los equipos críticos se elaboró un plan de mantenimiento preventivo, según recomendaciones de los fabricantes y personal operativo.
- Se desarrolló e implementó un sistema de información que permite la administración del mantenimiento en la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS, que ayudó a una mejor administración de los inventarios de materiales y herramientas. Debido a que el sistema de información está recién implementado no es posible evidenciar los demás beneficios que ofrece el software en la empresa. Además se capacitó al personal encargado del departamento de mantenimiento en el uso del sistema de información al cual se tiene acceso desde el servidor web “www.rec.easydev.co” y se elaboró un manual de usuario, con información

detallada del funcionamiento de cada uno de los módulos que conforman esta herramienta informática en los trabajos de mantenimiento.

- Con la finalización de la programación del software por parte del equipo de programadores, se realizaron pruebas con datos reales de la empresa y se comprobó que el programa funciona de acuerdo a las necesidades de la compañía.

## 8. RECOMENDACIONES

- Continuar con la búsqueda de información de las máquinas y equipos, esto se podría realizar conseguir mediante un proyecto de grado, el cual tenga entre sus objetivos la realización y adquisición de planos, manuales de operación, entre otros.
- Hacer el plan de mantenimiento preventivo para los equipos medianamente críticos y no críticos de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS.
- Apropiar un lugar destinado únicamente al departamento de mantenimiento, dentro de las instalaciones de la planta de producción.
- Contratar un empleado capacitado para que esté a cargo del manejo del software y labores de mantenimiento.

## CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CUARTAS, Luis. ¿Qué es el mantenimiento mecánico? [en línea]: <[http://www.unalmed.edu.co/tmp/curso\\_concurso/area3/QUE\\_ES\\_EL\\_MANTENIMIENTO\\_MECANICO.pdf](http://www.unalmed.edu.co/tmp/curso_concurso/area3/QUE_ES_EL_MANTENIMIENTO_MECANICO.pdf)> [citado el 15 de julio del 2013].
- [2] European federation of National Maintenance Societies. Definición de mantenimiento [en línea] <http://www.efnms.org/What-EFNMS-stands-for/m1312/What.EFNMS-stands-for.html> [citado el 15 de julio de 2013].
- [3] Referencia tomada de, SIERRA A. Gabriel Antuán. Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrial AVM S.A. Trabajo de grado en modalidad de investigación. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías físico mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2004. 196p.
- [4] PARRA, Carlos., Mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC), Ingecon 2011.
- [5] DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA, vigésimo segunda edición. Definición de sistema [en línea] <<http://lema.rae.es/drae/?val=sistema>>. [Citado el 15 de julio del 2013].
- [6] Universidad Andrés Bello. INFORMATION SYSTEMS ANALYSIS [citado el 17 de julio del 2013].
- [7] [(Ocampo Álvarez, S. Limón, Sandoval, & Hernández, 2003) *Propuesta para crear un sistema de información de aprendizaje utilizando Post nuke*]
- [8] Universidad del Cauca, CONCEPTOS BÁSICOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN [en línea] < <http://fccea.unicauca.edu.co/old/siconceptosbasicos.htm>> [citado el 17 de julio de 2013]

[9] FUENTES DÍAZ, David. Sistemas de información en mantenimiento. Ed. UIS. 2013. 104 p.

[10] Pedro D Carrillo., GESTIÓN INTEGRAL DEL MANTENIMIENTO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SOFTWARE DE CONTROL., UNIVERSIDAD DE ALCALÁ 2008.

[11] HIGUERA, Oscar Andrés. Desarrollo de un sistema de información para la gestión del mantenimiento. Trabajo de grado en modalidad de investigación. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2009. 213 p

[12] DUFFUAA, Salih O. RAOUF A. DIXON Campbell, Jhon. Sistemas de mantenimiento, Planeación y Control. Ed. Limusa Wiley. 2010. 419 p.

[13] OLIVIA, Karim; ARELLANO, Madelein; LOPEZ, María; SOLER, Karen. Sistema de Información para la Gestión de Mantenimiento en la Gran Industria del Estado Zulia. [artículo de internet].

<http://www.redalyc.org/pdf/290/29012358008.pdf> [Consulta: 10 febrero de 2013].

[14] GONZALEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento y montajes, Cap. 6. Bucaramanga: UIS, 2011.

[15] BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de Mantenimiento. Material docente. (2011: Bucaramanga). Lecturas y diapositivas de la asignatura Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2011.

## BIBLIOGRAFIA

- ✓ BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de Mantenimiento. Material docente. (2011: Bucaramanga). Lecturas y diapositivas de la asignatura Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2011.
  
- ✓ CUARTAS, Luis. ¿Qué es el mantenimiento mecánico? [en línea]: <[http://www.unalmed.edu.co/tmp/curso\\_concurso/area3/QUE\\_ES\\_EL\\_MANTENIMIENTO\\_MECANICO.pdf](http://www.unalmed.edu.co/tmp/curso_concurso/area3/QUE_ES_EL_MANTENIMIENTO_MECANICO.pdf)> [citado el 15 de julio del 2013].
  
- ✓ DUFFUAA, Salih O. RAOUF A. DIXON Campbell, Jhon. Sistemas de mantenimiento, Planeación y Control. Ed. Limusa Wiley. 2010. 419 p.
  
- ✓ European federation of National Maintenance Societies. Definición de mantenimiento [en línea] <http://www.efnms.org/What-EFNMS-stands-for/m1312/What.EFNMS-stands-for.html> [citado el 15 de julio de 2013].
  
- ✓ FUENTES DÍAZ, David. Sistemas de información en mantenimiento. Ed. UIS. 2013. 104 p.
  
- ✓ GONZALEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento y montajes, Cap. 6. Bucaramanga: UIS, 2011.
  
- ✓ HIGUERA, Oscar Andrés. Desarrollo de un sistema de información para la gestión del mantenimiento. Trabajo de grado en modalidad de investigación. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2009. 213 p

## **ANEXOS**






## ANEXO A. MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

El principal objetivo de este manual es el de brindar a los usuarios información necesaria para el correcto funcionamiento de esta herramienta informática en los trabajos de mantenimiento. En este documento se explica en detalle cada una de las características de cada módulo que conforma el sistema de información.

- **Botones de operación**

Antes de empezar con la descripción de cada módulo y sus características, se hace una introducción a los botones que se encontrarán distribuidos en el software y se explica la función de cada uno en la siguiente tabla:

Tabla 1. Descripción de los botones del sistema de información.

Nombre	Imagen	Descripción
Nuevo		Este botón se permite al usuario crear un nuevo registro según el módulo en que se esté trabajando.
Editar		Este botón permite modificar un registro que ha sido creado con anterioridad.
Detalles		Permite la visualización de las características del registro que se desea consultar.
Eliminar		Elimina del programa algún registro creado.
Proceso		Proporciona al usuario la opción de realizar acciones a partir de un registro creado.

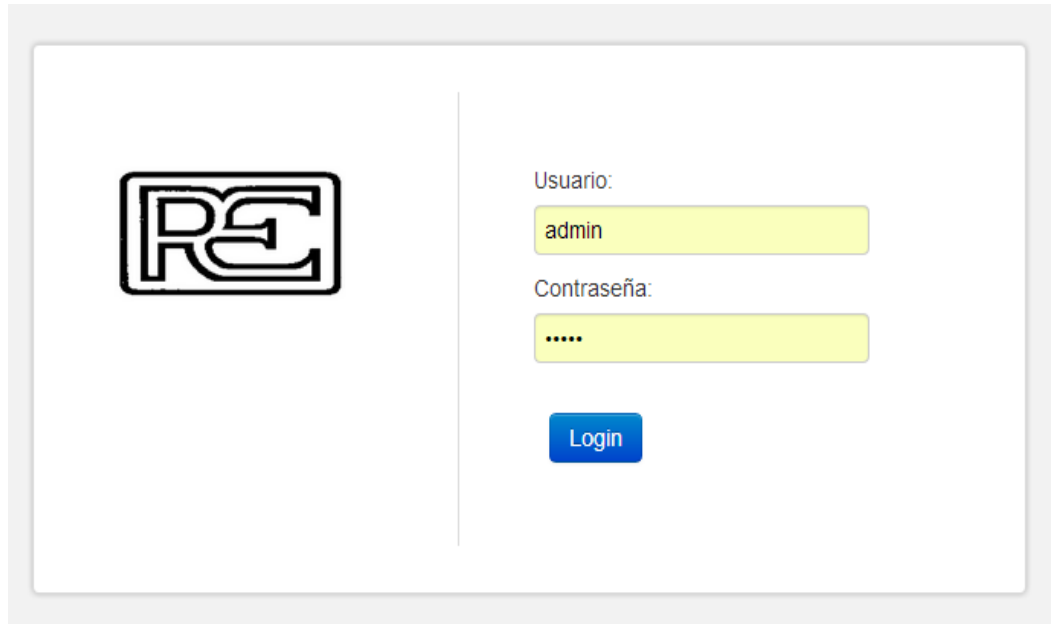
Imprimir		Permite al usuario la salida de información tanto física como digital.
Buscar		Brinda la opción de buscar los registros creados.
Guardar		Permite guardar información ingresada o actividades hechas.
Cancelar		Suspende la realización alguna acción.
Descargar a Excel		Este botón permite descargar un archivo tipo Excel de algún listado en particular.
Despachar		Descuenta del almacén la cantidad de recursos requeridos.
Cerrar Orden		Este botón dirige al usuario a llenar la información necesaria para cerrar una orden de trabajo abierta.
Cerrar		Tiene la función de ingresar la cantidad real de material utilizado en la orden de trabajo.
Cerrar Recursos		Dirige al usuario a la ventana para ingresar los recursos reales utilizados.

- **Ingreso al sistema de información**

El ingreso al sistema se realiza accediendo desde cualquier navegador (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, Opera, Safari entre otros) al enlace <http://rec.easydev.co> en donde se deberán proporcionar los datos “Usuario” y “Contraseña”, los cuales son obligatorios para poder acceder al software y que son establecidos con anterioridad por medio de una previa autorización del administrador del sistema. Luego de digitar los datos mencionados se procede a

dar clic en el botón “Login”, si la información es correcta, el usuario podrá ingresar al sistema de información.

Figura 1. Modo de ingreso al sistema de información.



The image shows a login interface. On the left side, there is a logo consisting of the letters 'RE' in a stylized, bold font, enclosed within a square border. To the right of the logo, there is a vertical line separating the logo area from the login form. The login form contains two input fields: the first is labeled 'Usuario:' and contains the text 'admin'; the second is labeled 'Contraseña:' and contains masked characters '.....'. Below these fields is a blue button with the text 'Login' in white.

- **Ventana Inicio del sistema**

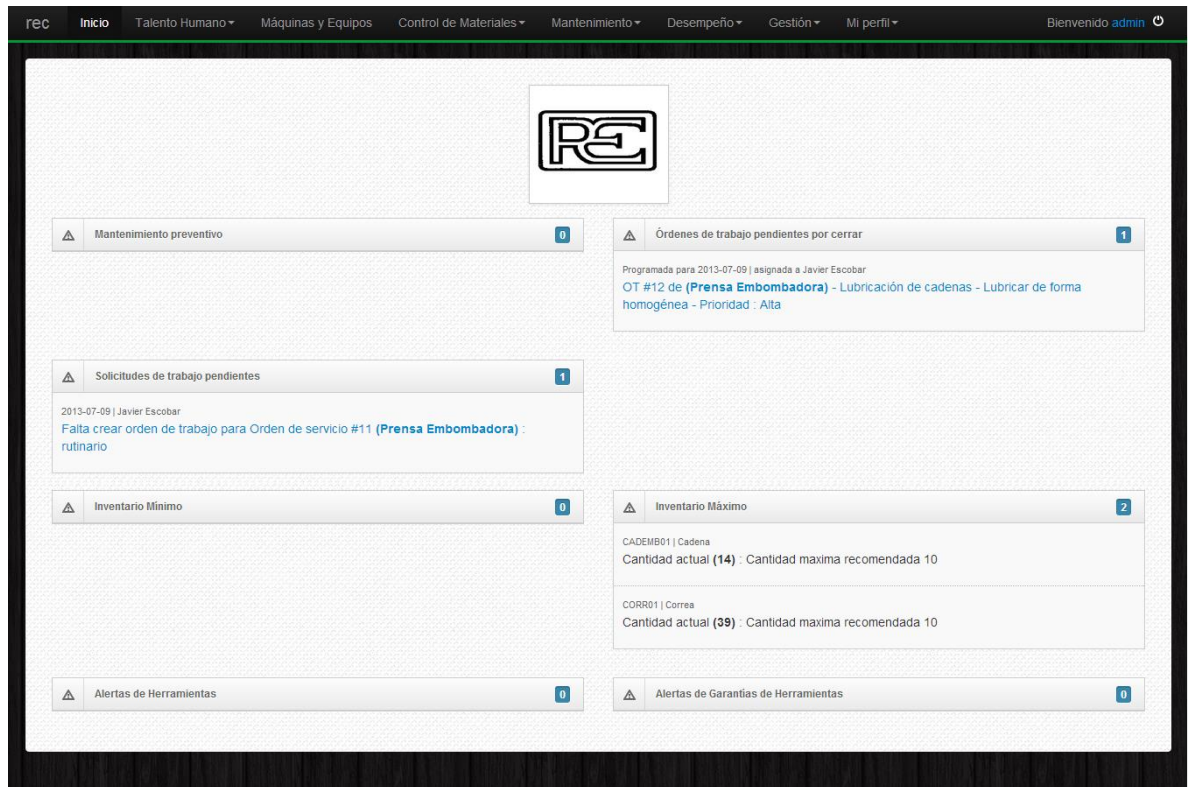
Al momento de acceder al programa, el usuario es dirigido a la página de inicio como se indica en la figura 2; allí se visualiza en la parte superior de la pantalla los módulos de los que está conformado sistema de información, estos van a ser visibles en todo momento, para poder acceder a cualquier módulo con facilidad. Esta ventana también está conformada por alarmas que tienen la función de dar aviso de diversos procesos, estas son:

- **Mantenimiento preventivo**, en este cuadro aparecen las alarmas de actividades de mantenimiento preventivas programadas con anterioridad, estas pueden aparecer varios días antes de la fecha programada, según el

margen de días de aviso con que se hayan creado. Al dar clic en una de ellas, el usuario es dirigido automáticamente a la ventana de solicitud de trabajo.

- **Solicitudes de trabajo pendientes**, nos alerta de que una solicitud de trabajo fue generada y falta crear una o varias órdenes de trabajo a partir de esta.
- **Órdenes de trabajo pendientes por cerrar**, esta alarma da aviso de que una orden de trabajo está en estado abierto, es decir, no se ha retroalimentado; en otras palabras quiere decir, que hace falta ingresar los datos reales de la actividad de mantenimiento ejecutada.
- **Inventario mínimo**, esta alarma aparece en el momento en que la cantidad de un material o repuesto ha pasado el límite mínimo programado en el almacén, lo cual indica que este se está agotando.
- **Inventario máximo**, cuando se sobrepasa el límite máximo de inventario de un recurso, se genera una alarma para advertirle al empleado encargado del almacén, de no ingresar más cantidades de este material o repuesto al almacén.
- **Alerta de herramientas**, con esta alarma se da aviso al usuario de que una rutina de mantenimiento para una herramienta específica, tiene que ser prontamente ejecutada.
- **Alerta garantía de herramientas**, es una opción que muestra cuándo la garantía de una herramienta está próxima a vencerse.

Figura 2. Página de inicio.



## MÓDULO TALENTO HUMANO

Este módulo está compuesto por cuatro submódulos los cuales son:

- “Talento humano”, en este se muestra el listado de empleados ingresados con anterioridad. Para agregar un nuevo empleado a la lista, se deben ingresar los datos requeridos en el formulario “Agregando usuarios” que aparece al dar clic en el botón “Nuevo”, luego de guardar la información, el usuario aparecerá inmediatamente en el listado mencionado. Los datos introducidos se podrán ser editados cuando esto sea necesario; al dar clic en el botón “Detalles”, se puede ver la información del empleado y si es el caso también se podrá eliminar.

El usuario cuenta además con herramientas que son utilizadas para diferentes propósitos, y sirven de gran ayuda, como lo es la opción “Buscar” que permite al usuario la búsqueda de empleados de una manera fácil, ya que se puede realizar ingresando tres diferentes datos, como son: cargo, nombre y documento. Otras herramientas con las que se cuenta en este submódulo son “Descargar a Excel” e “Imprimir”.

Figura 3. Submódulo “Talento humano”.

























Rol	Nombres	Apellidos	Usuario	Documento	Departamento	Cargo	Teléfonos	Acciones
Invitado	ERICK	JAIMES SIABATO	rec	91516829	Mecanizado	Soldador	3183473370	  
Invitado	ABVIMAE	OSMA GONZALEZ	REC	13748235	Ensamble y montaje	Soldador	3172795744	  
Invitado	JERSON LEANDRO	OVIDEO PARRA	rec	1098662909	Ensamble y montaje	Obrero de ensamble	3155079653	  
Invitado	JERSON HAIR	AGUILAR FLOREZ	rec	85150963	Ensamble y montaje	Soldador	3168189556	  
Invitado	VICTOR JULIO	LOZANO	rec	13470661	Construcción civil	Maestro de construcción	3165310957	  
Invitado	OSCAR IVAN	ALVAREZ BOHORQUEZ	rec	13747924	Administración	Mensajero	3163947707	  
Invitado	VICTOR	ARCINIEGAS BAUTISTA	rec	1095927336	Ensamble y montaje	Soldador	3173696507	  
Invitado	GABRIEL	ZARATE	rec	91478496	Ensamble y montaje	Obrero de ensamble	3167311420	  

Figura 4. Ventana “Buscar empleados”.

### Buscar

Buscar:

Cargo:

Nombres:

Documento:

Figura 5. Formulario de ingreso del empleado.

REC Inicio **Talento Humano** Máquinas y Equipos Control de Materiales Mantenimiento Desempeño Gestión Mi perfil Bienvenido admin

### Agregando Usuarios

\* Rol:

Nombres:

Apellidos:

\* Contraseña:

\* Usuario:

#### Información general

E-mail:

\* Documento:

\* Departamento:

\* Cargo:

Teléfonos:

#### Perfil profesional

Descripción:

#### Información de contacto en caso de emergencia

Teléfono:

Nombre:

Dirección:

#### Información anexa

Estado civil:

Dirección vivienda:

Fecha ingreso:

EPS:

ARL:

RH:

Costo mano de obra (Hora):

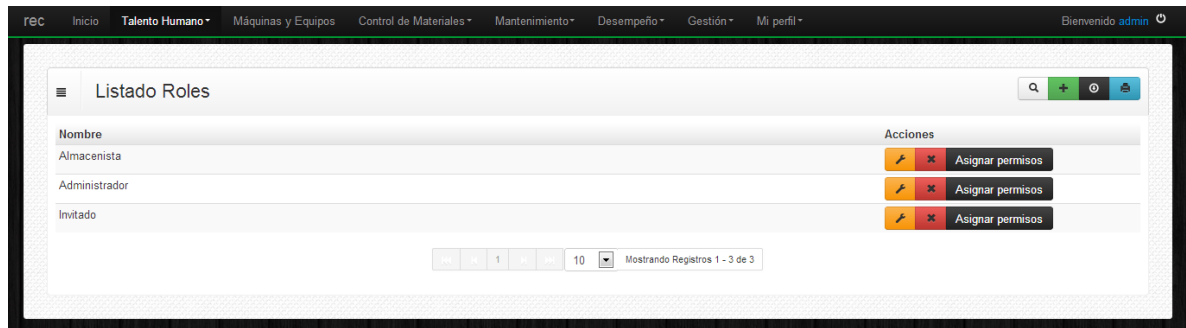
Imagen:  No se ha seleccionado ningún archivo

Figura 6. Formato de información del empleado.

Información del usuario			
<b>Información general</b>			
Imagen:		Rol:	Invitado
Nombres:	Orlando	Apellidos:	Mosquera
Usuario:	oscar	email:	
Documento:	1100954674	Teléfono:	0
Departamento:	Pruebas de calidad	Cargo:	jefe de taller
<b>Competencias profesionales</b>			
Descripción:			
Capacitaciones:			
<b>Información de contacto en caso de emergencia</b>			
Nombre:			Dirección:
Teléfonos:	634735	Estado Civil:	
Dirección vivienda:			
<b>Información anexa</b>			
Fecha nacimiento:	1972-07-10	EPS:	sd
arp:			RH:
Costo mano de obra (Hora):	20000		
<b>Máquinas a cargo:</b>			
Codigo #	MEC-DB-01	Maquina:	Ejemplo
<b>Herramientas a cargo:</b>			
Codiqo #	PE-01	Herramienta:	Pulidora

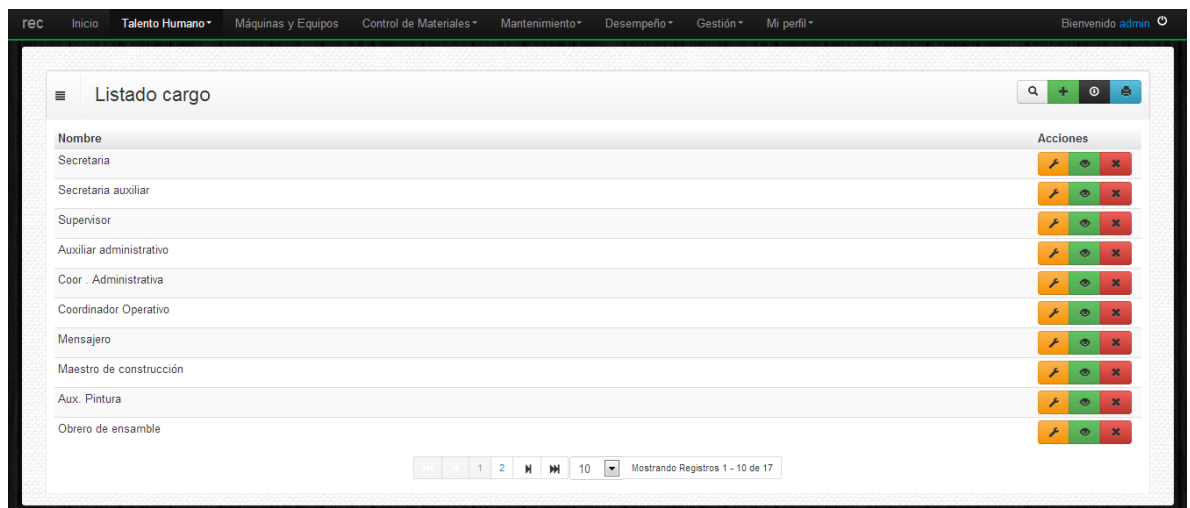
- “Roles”, en esta venta del módulo de talento humano se crean los roles, los cuales incluyen permisos para acceder, modificar, eliminar y visualizar los diferentes componentes que conforman el sistema de información; según el rol que se escoja para los empleados, así será la cantidad de opciones a las cuales este podrá acceder.

Figura 7. Sub-módulo “Roles”.



- “Cargo” en esta ventana se ingresan los cargos de los trabajadores de la empresa, esto con el fin de poderle asignar a un empleado el cargo que le corresponda, en el momento de introducir la información en el formulario de ingreso de usuarios, con el fin de que únicamente se tenga que escoger del listado, sin tener que digitarlo.

Figura 8. Submódulo “Cargo”.



- “Departamento”, en este submódulo se ingresan los departamentos que conforman la empresa.

Figura 9. Submódulo “Departamento”.

Nombre	Acciones
Producción	[Editar] [Ver] [Eliminar]
Construcción civil	[Editar] [Ver] [Eliminar]
Administración	[Editar] [Ver] [Eliminar]
Pruebas de calidad	[Editar] [Ver] [Eliminar]
Pintura y acabado	[Editar] [Ver] [Eliminar]
Mecanizado	[Editar] [Ver] [Eliminar]
Ensamble y montaje	[Editar] [Ver] [Eliminar]
Almacén de materia prima	[Editar] [Ver] [Eliminar]
Almacén	[Editar] [Ver] [Eliminar]

Mostrando Registros 1 - 9 de 9

## MÓDULO MÁQUINAS Y EQUIPOS

En la ventana principal de este módulo aparece la lista de las máquinas y equipos de la empresa, que han sido almacenados en el sistema de información (Ver figura 10). Las opciones para esta listado son los siguientes: “Buscar”, “Nuevo”, “Editar”, “Eliminar” e “Imprimir”.

Figura 10. Módulo “Máquinas y equipos”.

Código	Máquina	Marca	Fabricante	Modelo	Departamento	Proveedor	Última actualización	Acciones
MEC-PE-01	Prensa Embombadora	INDUSTRIAS ACEROS	INDUSTRIAS ACEROS LTDA	E-01	Mecanizado	Industrias Aceros	2013-08-01	[Editar] [Ver] [Eliminar]
MEC-PH-01	Prensa hidráulica				Mecanizado		2013-08-01	[Editar] [Ver] [Eliminar]
MEC-DB-01	Dobladora hidráulica	Hermanos Franco	Hermanos Franco	FH-260-4	Mecanizado		2013-08-05	[Editar] [Ver] [Eliminar]
MEC-RL-01	Roladora	REC	REC		Mecanizado	Rafael Escobar Contreras	2013-08-01	[Editar] [Ver] [Eliminar]
MEC-CH-01	Cortadora Hidráulica	STROJARNE	STROJARNE	CNTA3150	Mecanizado		2013-08-01	[Editar] [Ver] [Eliminar]
MEC-PE-02	Prensa Embombadora	INDUSTRIAS ACEROS	INDUSTRIAS ACEROS LTDA	E-02	Mecanizado	Industrias Aceros	2013-08-03	[Editar] [Ver] [Eliminar]

Mostrando Registros 1 - 6 de 6

- El botón “Buscar” brinda al usuario la opción de buscar una máquina, ya sea ingresando el código o el nombre de esta; además se podrán visualizar un grupo de máquinas según el departamento al que pertenezcan o dependiendo de la prioridad asignada.
- Haciendo uso del botón “Nuevo” el usuario podrá ingresar una máquina, llenando los campos del formulario “Agregando Máquinas y equipos” (Ver figura 11 ), en él se ingresarán datos como código, modelo, serie, marca, fabricante, prioridad, fecha de recepción, fecha de instalación, dimensiones, peso, entre otras; además se podrá ingresar una imagen del equipo, archivos que contengan el manual del fabricante, planos, puntos de lubricación, puntos de inspección y catálogos, todos estos archivos se podrán visualizar cuando el usuario lo requiera.
- “Editar”, en el momento en que haya la necesidad de modificar un dato ingresado en el formulario o ingresar un dato que no se haya llenado, se podrá utilizar este botón.
- Usando el botón “Eliminar” se podrá dar de baja un equipo, en el momento en que la empresa decida sacarlo de servicio.
- Los botones “Detalles”, “Imprimir” y “Descargar a Excel” brindan la opción de visualizar y extraer la información de los equipos tanto de forma física como digital.

Figura 11. Formulario “Agregando Máquinas y equipos”.

### Agregando Máquinas y Equipos

Prioridad:

#### Descripción

\* Máquina:

Marca:

Modelo:

\* Código:

\* Fecha recepción:

Fecha instalación:

Número de serie:

CAP trabajo (hora):

Catálogo:  No se ha seleccionado ningún archivo

Planos:  No se ha seleccionado ningún archivo

Valor (pesos):

Características del equipo:

Fabricante:

#### General

\* Departamento:

Peso (Kg):

Dimensiones:

Manual del fabricante:  No se ha seleccionado ningún archivo

Imagen:  No se ha seleccionado ningún archivo

Observaciones:

Ubicación:

Activo:

Proveedor:



#### Anexo

Puntos lubricación:  No se ha seleccionado ningún archivo

Puntos inspección:  No se ha seleccionado ningún archivo

Responsable:

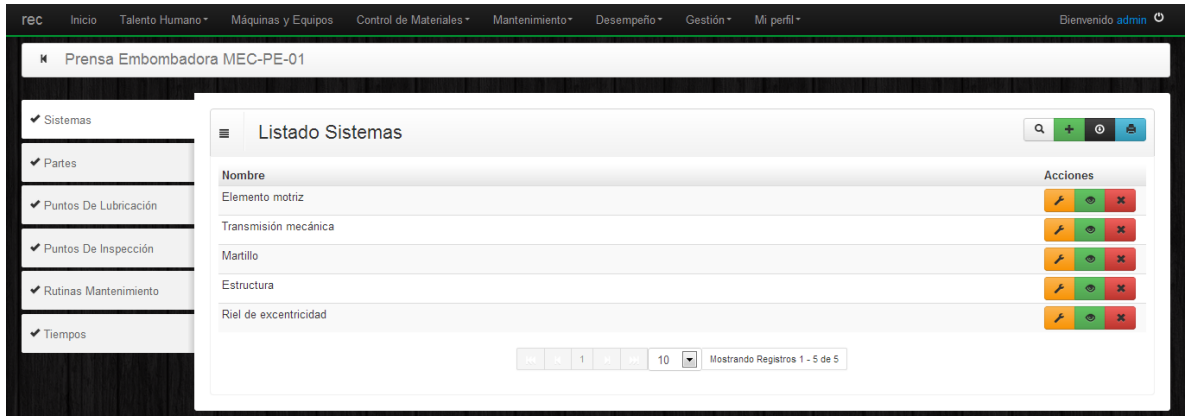
Figura 12. Formato “Hoja de vida” de las máquinas.

Información de Maquinas y Equipos			
		<b>HOJA DE VIDA DE LA MAQUINARIA</b> RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS	
Maquina:	Prensa Embombadora	Código:	MEC-PE-01
Marca:	REC	Modelo:	E-01
Numero de serie:	001	Fecha recepción:	2013-07-01
Valor (pesos):	14000000	Fecha Instalación:	2013-07-02
Fabricante:	REC	Prioridad:	Alta
Responsable:	Javier Escobar		
CAP trabajo (hora):	30000	Activo:	No
Ubicacion:	pendiente	Departamento:	Mecanizado
Proveedor:	Hidraulics Center San Andres	Dimensiones:	2x1x2.5 m
		Peso (Kg):	3000
Imagen			
			
Catalogo:	<a href="#">Descargar</a>	Planos:	<a href="#">Descargar</a>
Manual del Fabricante:	<a href="#">Descargar</a>		
Características del equipo:			
pendientes			
Observaciones:			
no se ven en detalles			
Solicitud de Trabajo			
Orden #	10	descripcion	inspección rutinario
Ordenes de trabajo de la solicitud de trabajo # 10			
#:	Estado:	Descripcion:	Tarea:
8	Cerrada	1 inspeccionar la tensión de la cadena. 2 si esta suelta hay que retirar los eslabones que sean necesarios 3 Si los rodillos están desgastados hay que realizar cambio	inspección de las cadenas
			Trabajo realizado:

Para ver las opciones que hay para cada máquina, se da clic en el botón “Proceso”, en esta venta (ver figura 13) aparecerán varias herramientas, como son: Sistemas, Partes, Puntos de Lubricación, Puntos de Inspección, Rutinas de Mantenimiento y tiempos.

- En la ventana “sistemas” aparecen los sistemas que componen cada máquina; Para agregar un nuevo sistema se procede a dar clic en el botón “Nuevo”, luego se escribe el nombre y por último se da clic en “Guardar”, también se podrán editar, visualizar, eliminar, imprimir descargar a Excel y buscar, usando los respectivos botones para cada acción.

Figura 13. Ventana Procesos de máquinas.



- En la opción “Partes”, se muestra una lista de las partes que constituyen las máquinas y equipos. Las herramientas que se usan en esta pantalla son: agregar, editar, detalles, buscar, descargar a Excel, imprimir y eliminar. Para agregar una nueva máquina se da clic en el botón “Nuevo” y se procede a llenar el formulario “Agregando partes de máquina”, allí se ingresan datos relacionados con las partes de máquinas como: código, nombre, fabricante, proveedor, costo, tiempo de vida útil entre otros; además se podrá adjuntar una imagen; luego de llenar los campos requerido se da clic en “Guardar” de esta forma aparecerá en el listado esta nueva máquina; los anteriores datos e imagen mencionados se visualizaran usando el botón “Detalles”.

Figura 14. Listado “Partes de Máquina”.

Código	Nombre	Proveedor	Sistema	Especificaciones de operación	Fabricante	Acciones
MEC-PE-01-BUJ-3-4	Buje 3,4	FRENOS Y RODAMIENTOS LTDA	Estructura	---		
MEC-PE-01-BUJ-1-2	Buje 1,2	FRENOS Y RODAMIENTOS LTDA	Estructura	---		
MEC-PE-01-CHU-03	Chumacera 3	FRENOS Y RODAMIENTOS LTDA	Estructura	---		
MEC-PE-01-CHU-02	Chumacera 2	FRENOS Y RODAMIENTOS LTDA	Estructura	---		
MEC-PE-01-CHU-1	Chumacera 1	FRENOS Y RODAMIENTOS LTDA	Estructura	---		
MEC-PE-01-COL	Collarin	Rafael Escobar Contreras	Riel de excentricidad	--		
MEC-PE-01-LEV-SEG	Leva y seguidor	Industrias Aceros	Transmisión mecánica	---		
MEC-PE-01-MOT	Motor-reductor	Pendiente	Elemento motriz	---	SIEMENS	
MEC-PE-01-COR-01	Correa 1	CADENAS Y BANDAS LTDA	Transmisión mecánica	---		
MEC-PE-01-POL-02	Polea 2	CADENAS Y BANDAS LTDA	Transmisión mecánica	---		

Figura 15. Formulario “Agregando partes de máquina”.

**Agregando Partes de Máquina**

\* Código:

\* Nombre:

\* Proveedor:

Sistema:

Costo:

Imagen:  No se ha seleccionado ningún archivo

Especificaciones de operación:

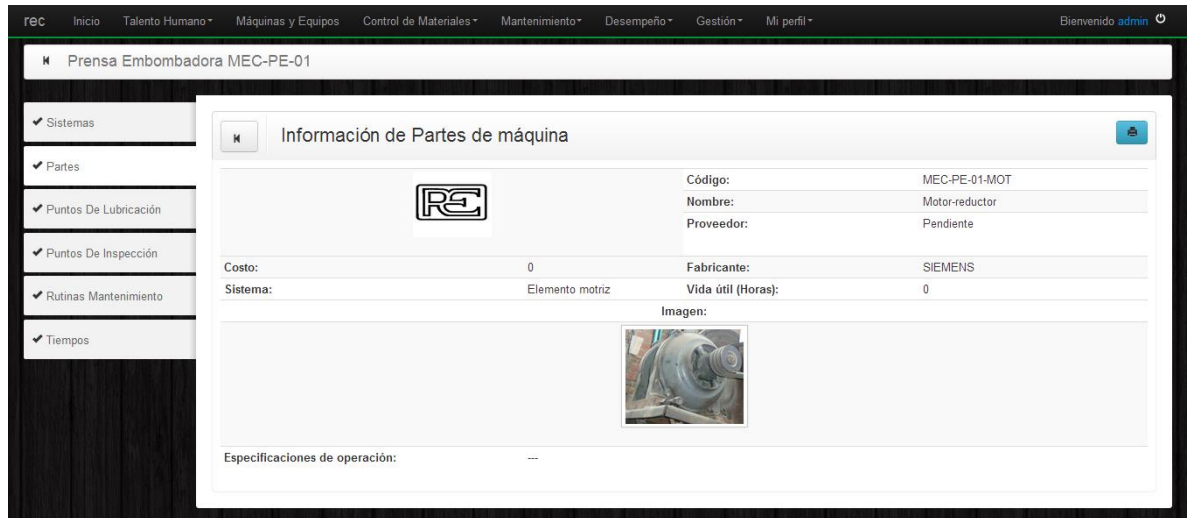
\* Último mantenimiento:

Vida útil (Horas):

Alarma vida útil:

Fabricante:

Figura 16. Información de partes de máquina.



- La ventana “Puntos de Lubricación” permite al usuario visualizar la imagen adjuntada en el momento de agregar una máquina, en ella se indicaran los lugares de la máquina donde se deba suministrar el lubricante; también aparece un listado de los puntos de lubricación ingresados. Para ingresar uno nuevo se usa el botón “Nuevo”, el cual despliega el formulario “Agregando puntos de lubricación” allí se deberán ingresar los datos: parte, lubricante y cantidad; al guardar esta información aparecerá este nuevo punto de lubricación “

Figura 17. Formulario “Agregando Puntos de Lubricación”.

## Agregando Puntos de lubricación

---

Parte:

\* Lubricante:

Cantidad:

Figura 18. Puntos de Lubricación.

The screenshot shows a software interface for managing lubrication points. On the left is a sidebar with a tree view containing: Sistemas, Partes, Puntos De Lubricación (selected), Puntos De Inspección, Rutinas Mantenimiento, and Tiempos. The main content area displays a grid of images showing various machine components with blue callout numbers (1-9) indicating specific lubrication points. Below the images is a table titled "Listado Puntos de Lubricación".

# PI	Parte	Lubricante	Cantidad	Acciones
9	MEC-PE-01-BUJ-1-2 Buje 1,2	Grasa	Lubricar con graseira	[Iconos de acción]
8	MEC-PE-01-LEV-SEG Leva y seguidor	Grasa	Lubricar con graseira	[Iconos de acción]
7	MEC-PE-01-CAM-01 Camisa	Grasa	Lubricar con graseira	[Iconos de acción]
6	MEC-PE-01-CHU-03 Chumacera 3	Grasa	Lubricar con graseira	[Iconos de acción]
5	MEC-PE-01-CHU-02 Chumacera 2	Grasa	Lubricar con graseira	[Iconos de acción]
4	MEC-PE-01-CHU-1 Chumacera 1	Grasa	Lubricar con graseira	[Iconos de acción]
3	MEC-PE-01-BUJ-3-4 Buje 3,4	Grasa	Lubricar con graseira	[Iconos de acción]
2	MEC-PE-01-CAD-02 Cadena 2	Grasa	Limpiar y lubricar	[Iconos de acción]
1	MEC-PE-01-CAD-01 Cadena 1	Grasa	Limpiar y lubricar	[Iconos de acción]

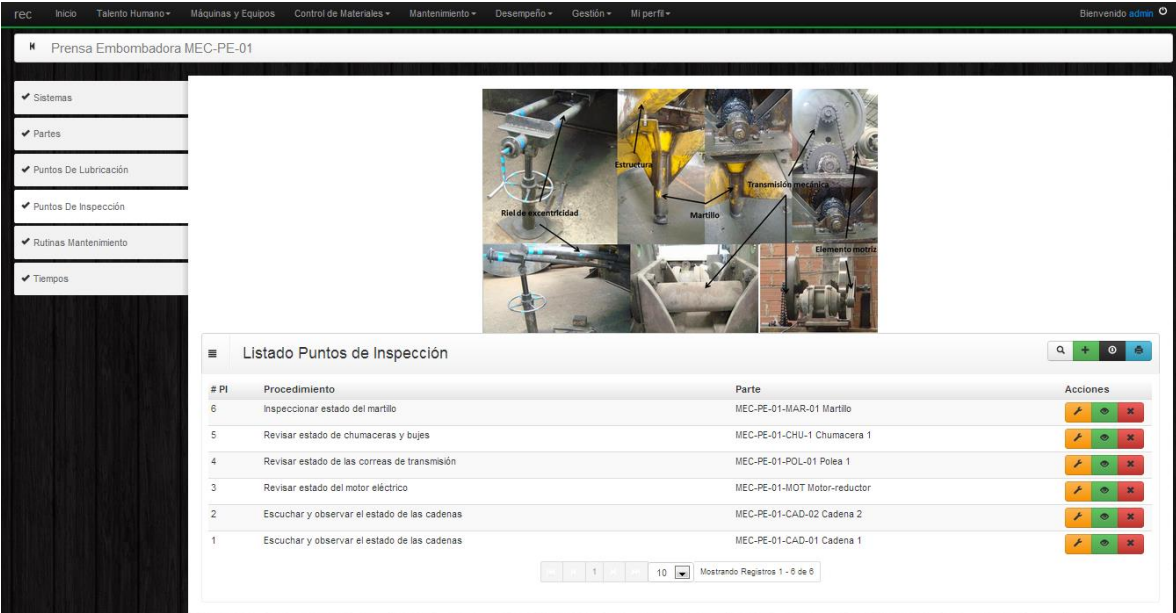
- En la ventana “Puntos de Inspección”, el usuario podrá visualizar la imagen adjuntada en el momento de agregar una máquina, esta indicara los lugares

que deberán ser revisados. Los puntos de inspección se agregan ingresando los datos parte de la máquina y el procedimiento, en el formulario “Agregando puntos de inspección”, el cual se abre luego de dar clic sobre el botón “Nuevo”.

Figura 19. Formulario “Agregando Puntos de Inspección”.



Figura 20. Puntos de Inspección.



# PI	Procedimiento	Parte	Acciones
6	Inspeccionar estado del martillo	MEC-PE-01-MAR-01 Martillo	[Iconos de acción]
5	Revisar estado de chumaceras y bujes	MEC-PE-01-CHU-1 Chumacera 1	[Iconos de acción]
4	Revisar estado de las correas de transmisión	MEC-PE-01-POL-01 Polea 1	[Iconos de acción]
3	Revisar estado del motor eléctrico	MEC-PE-01-MOT Motor-reductor	[Iconos de acción]
2	Escuchar y observar el estado de las cadenas	MEC-PE-01-CAD-02 Cadena 2	[Iconos de acción]
1	Escuchar y observar el estado de las cadenas	MEC-PE-01-CAD-01 Cadena 1	[Iconos de acción]

- En la opción “Rutinas de Mantenimiento”, se ingresan las labores de mantenimiento preventivo que se deben realizar a cada máquina o equipo. Estas actividades son de limpieza, de tipo eléctrico, mecánico, inspección, lubricación entre otras.

El proceso para crear una rutina de mantenimiento desde el submódulo “Rutinas de mantenimiento”, comienza accediendo al formulario “Agregando Rutinas de Mantenimiento” que se abre mediante el botón “Nuevo”; luego se procede a llenar cada uno de los campos de información, como son: “Periodicidad” que es la frecuencia en que debe realizarse la rutina, está dada por periodos de tiempo (diario, semanal, quincenal, mensual, trimestral, semestral, anual); “Parte”, es la parte o conjunto de partes de la máquina a la que se le va a realizar la acción; “Actividad”, es el tipo de actividad que se va a realizar; “Margen de Aviso” este campo es usado con el fin de tener un previo aviso de las acciones de mantenimiento, una alarma aparecerá uno o varios días antes de la fecha en que se deba realizar esta labor, según el valor ingresado en este campo; “Descripción de Tarea” en este campo se ingresa toda información detallada del procedimiento para realizar la labor; “Fecha Inicial”, la función de esta fecha es programar el inicio del periodo de tiempo de la rutina; y por ultimo “Nombre” es el nombre que se le asigna a esta actividad. Luego de llenar los datos atrás mencionados, se procede a dar en clic en el botón “Guardar” para almacenar esta rutina de mantenimiento al listado rutinas de la máquina, o en el botón “Guardar y nuevo” si se quiere almacenar y que aparezca de inmediato el formulario para agregar una rutina nueva.

Figura 21. Ventana “Rutinas de Mantenimiento”.

The screenshot shows a web application interface for 'Prensa Embombadora MEC-PE-01'. On the left is a sidebar with navigation options: Sistemas, Partes, Puntos De Lubricación, Puntos De Inspección, Rutinas Mantenimiento (selected), and Tiempos. The main content area is titled 'Listado de Rutinas Mantenimiento' and contains a table with the following data:

Máquina - equipo	Periodicidad	Actividad	Margen Aviso	Nombre de la tarea	Acciones
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Anual	Inspección	5	Inspección de los componentes eléctricos.	[Editar] [Eliminar]
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Semanal	Lubricación	1	Lubricación del martillo y cadenas.	[Editar] [Eliminar]
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Semanal	Lubricación	1	Lubricación de los tornillos de desplazamiento	[Editar] [Eliminar]
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Semanal	Lubricación	1	Lubricación de los bujes y chumaceras.	[Editar] [Eliminar]
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Anual	Inspección	3	Inspección de poleas	[Editar] [Eliminar]
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Anual	Inspección	5	cambio de correas	[Editar] [Eliminar]
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Trimestral	Inspección	2	Inspección de los bujes	[Editar] [Eliminar]
Prensa Embombadora MEC-PE-01	Semanal	Inspección	1	Limpieza general del equipo	[Editar] [Eliminar]

At the bottom of the table, there is a pagination control showing 'Mostrando Registros 1 - 8 de 8'.

Figura 22. Formulario “Agregando Rutinas de Mantenimiento”.

The screenshot shows the 'Agregando Rutinas mantenimiento' form. The sidebar on the left is the same as in Figure 21, with 'Rutinas Mantenimiento' selected. The main content area is titled 'Agregando Rutinas mantenimiento' and contains the following form fields:

- \* Periodicidad:
- \* Parte:
- \* Actividad:
- \* margen aviso:
- Descripción tarea:
- Fecha Inicial:
- nombre:

At the bottom of the form, there are three buttons: 'Guardar y nuevo' (green), 'Guardar' (blue), and 'Cancelar' (grey).

Figura 23. Listado Tiempos de Máquina.

Maquina - equipo	TBD	TFS	TPP	NO	NP	TOP	TEO	Acciones
Prensa Embombadora MEC-PE-01	0	0	0	0	0	0	0	
Prensa Embombadora MEC-PE-01	27	78	65	78	43	68	45	
Prensa Embombadora MEC-PE-01	12	56	34	23	32	98	59	
Prensa Embombadora MEC-PE-01	34	54	87	24	12	79	34	
Prensa Embombadora MEC-PE-01	34	35	67	12	98	32	46	
Prensa Embombadora MEC-PE-01	33	22	22	77	76	12	45	
Prensa Embombadora MEC-PE-01	12	65	43	89	24	33	98	
Prensa Embombadora MEC-PE-01	34	35	89	45	6	76	3	
Prensa Embombadora MEC-PE-01	34	33	3	5	3	4	22	

Figura 24. Ingreso de tiempos de máquina.

**Agregando Tiempos de maquina**

Fecha muestra:

TBD:

TFS:

TPP:

NO:

NP:

TOP:

TEO:

- En el submódulo “Tiempos”, se ingresan los datos necesarios para la generación de reportes, que posteriormente se verán en el módulo “Desempeño”. Las siglas del formulario se definen a continuación<sup>15</sup>:
  - **TBD.** Tiempo Bruto Disponible; es el tiempo total del periodo de evaluación.
  - **TPP.** Tiempo de Paradas Programadas.
  - **TOP.** Tiempo de Operación Programado. Es el tiempo requerido.  $TOP=TBD-TPP$ .
  - **TFS.** Tiempo Fuera de Servicio por paradas no programadas.
  - **TEO.** Tiempo del Equipo de Operación, es el tiempo en funcionamiento.  $TEO=TOP-TFS$ .
  - **NO.** Número de veces que el equipo estuvo operando.
  - **NP.** Número de veces que el equipo estuvo en paradas no programadas.

## MÓDULO CONTROL DE MATERIALES

Este módulo tiene como finalidad brindar la información y manejo de los recursos que están en el almacén de la compañía. Estructuralmente está dividido por dos submódulos, control de materiales y herramientas.

Control de materiales, este submódulo permite el ingreso de los insumos requeridos para las labores de mantenimiento. Para ingresar un material o repuesto, se debe ingresar la información requerida en el formulario “Agregando Recurso”; los datos son: código, nombre, clasificación, tipo, proveedor, fabricante, marca, unidad de medida, cantidad actual, stock máximo y mínimo, fecha de compra, costo por unidad, observación, características y además se puede adjuntar la imagen del recurso. Luego de ingresar la información anterior, el material ingresado pasa a ser parte del listado de recursos. La búsqueda de un

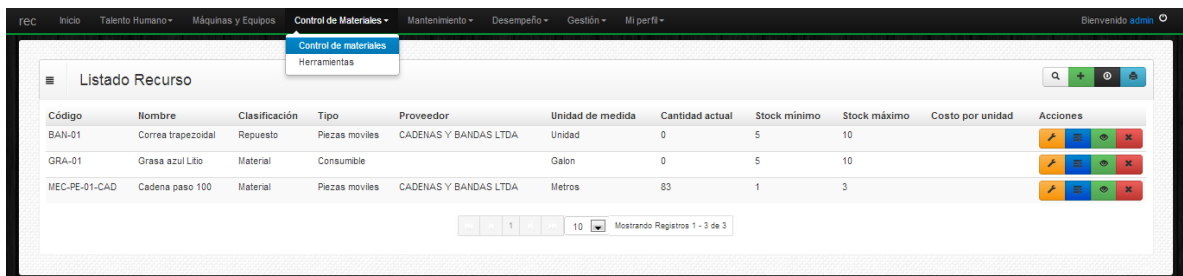
---

<sup>15</sup> GONZALEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento y montajes, Cap. 6. Bucaramanga: UIS, 2011.

material en este listado puede hacerse ingresando el “Nombre” o “Código”, también se pueden clasificar o filtrar un grupo de materiales, según la “Clasificación” o “Tipo”.

Para registrar los movimientos de materiales, es decir, ingreso o salida de estos, se debe dar clic en el botón de “Proceso” que aparece al lado de cada ítem del listado; luego de realizar esta acción, el usuario es dirigido a una venta donde podrá ver el historial de movimientos, allí también se visualiza un listado de solicitudes de almacén que están ligados a las órdenes de trabajo y de esta forma permite llevar un control del inventario despachado hacia las actividades de mantenimiento. Dando clic en el botón “Nuevo” se dirige al usuario a una ventana donde aparece el formulario “Agregando Movimientos de Inventario” llenando estos datos quedara el registro de entrada o salida de recursos.

Figura 25. Módulo Control de Materiales.



The screenshot displays the 'Control de Materiales' module interface. At the top, there is a navigation bar with 'Inicio', 'Talento Humano', 'Máquinas y Equipos', 'Control de Materiales', 'Mantenimiento', 'Desempeño', 'Gestión', and 'Mi perfil'. Below the navigation bar, there is a search bar and a 'Listado Recurso' section. The table below contains the following data:

Código	Nombre	Clasificación	Tipo	Proveedor	Unidad de medida	Cantidad actual	Stock mínimo	Stock máximo	Costo por unidad	Acciones
BAN-01	Correa trapezoidal	Repuesto	Piezas móviles	CADENAS Y BANDAS LTDA	Unidad	0	5	10		[Iconos de acción]
GRA-01	Grasa azul Lito	Material	Consumible		Galón	0	5	10		[Iconos de acción]
MEC-PE-01-CAD	Cadena paso 100	Material	Piezas móviles	CADENAS Y BANDAS LTDA	Metros	83	1	3		[Iconos de acción]

At the bottom of the table, there is a pagination control showing 'Mostrando Registros 1 - 3 de 3'.

Figura 26. Formulario “Agregando Recurso”.

rec Inicio Talento Humano Máquinas y Equipos **Control de Materiales** Mantenimiento Desempeño Gestión Mi perfil Bienvenido admin

### Agregando Recurso

\* Código:

\* Nombre:

\* Clasificación:

\* Tipo:

Proveedor:

Fabricante:

Marca:

\* Unidad de medida:

Cantidad actual:

\* Stock mínimo:

\* Stock máximo:

\* Fecha de compra:

Costo por unidad:

Observaciones:

Características:

Imagen:  No se ha seleccionado ningún archivo

Figura 27. Formulario “Agregando Movimientos de Inventario”.

rec Inicio Talento Humano Máquinas y Equipos **Control de Materiales** Mantenimiento Desempeño Gestión Mi perfil Bienvenido admin

✕ CORR01 Correa (Unidad)

✓ Movimientos

### Agregando Movimientos de inventario

\* Cantidad:

Tipo:

Observaciones:

Encargado:

En el submódulo “Herramientas” aparece el listado de todas la herramientas ingresadas al sistema de información, el proceso de ingreso de estas es muy similar al de “Materiales”, primero se da clic en el botón “Nuevo” luego se ingresan los datos solicitados por el formulario “Agregando Herramienta” y por último da clic en el botón “Guardar”; realizando estos pasos, la herramienta pasa a ser parte del listado de herramientas. Este submódulo cuenta además con las opciones “Alertas”, que permite agregar rutinas de mantenimiento preventivo y también generar alarmas que dan aviso de la necesidad de realizar esas labores y alertas de vencimiento de garantías. La otra opción es “Movimientos de Herramientas” con la cual se puede registrar la persona a la que se le asignó por una herramienta, la fecha y hora del préstamo, y un campo para describir el motivo por el cual fue solicitada.

Del mismo modo que los módulos anteriores, en este se pueden usar las opciones de “Editar”, “Detalles”, “Eliminar”, “Imprimir” y “Descargar a Excel”.

Figura 28. Submódulo “Herramientas”.

Código	Nombre	Fabricante	Modelo	Proveedor	Costo por unidad	Tipo herramienta	Estado herramienta	Acciones
MT-01	Motor Tool	MAKITA	GD0600			Eléctrica		[Editar] [Detalles] [Eliminar] [Imprimir] [Excel]
HD-01	Hidroavadora	KARCHER	LR54005			Eléctrica		[Editar] [Detalles] [Eliminar] [Imprimir] [Excel]
TAL-03	Taladro (MANDRIL JALOB'S)	BOSCH	GBM 10 RE			Eléctrica		[Editar] [Detalles] [Eliminar] [Imprimir] [Excel]
PUL-10	Pulidora	MAKITA	GA 9020			Eléctrica		[Editar] [Detalles] [Eliminar] [Imprimir] [Excel]
PUL-09	Pulidora	MAKITA	GA 9020			Eléctrica		[Editar] [Detalles] [Eliminar] [Imprimir] [Excel]
PUL-08	Pulidora	MAKITA	GA 9020			Eléctrica		[Editar] [Detalles] [Eliminar] [Imprimir] [Excel]
PUL-07	Pulidora	MAKITA	GA 9030			Eléctrica		[Editar] [Detalles] [Eliminar] [Imprimir] [Excel]
TAL-02	Taladro (MANDRIL JALOB'S)	DeWalt				Eléctrica		[Editar] [Detalles] [Eliminar] [Imprimir] [Excel]
PUL-06	Pulidora	Metabo	w-26-230			Eléctrica		[Editar] [Detalles] [Eliminar] [Imprimir] [Excel]
TAL-01	Taladro (MANDRIL JALOB'S)	MAKITA				Eléctrica		[Editar] [Detalles] [Eliminar] [Imprimir] [Excel]

Figura 29. Formulario “Agregando Herramientas”.

The screenshot shows a web application interface with a navigation bar at the top containing 'rec', 'Inicio', 'Talento Humano', 'Máquinas y Equipos', 'Control de Materiales', 'Mantenimiento', 'Desempeño', 'Gestión', 'Mi perfil', and 'Bienvenido admin'. The main content area is titled 'Agregando Herramienta' and contains the following form fields:

- \* código:
- Numero de serie:
- \* Nombre:
- \* Tipo herramienta:
- Proveedor:
- Fabricante:
- Marca:
- \* Fecha de compra:
- Fecha de garantía:
- Costo por unidad:
- Observaciones:
- Imagen:  No se ha seleccionado ningún archivo
- Soporte:  No se ha seleccionado ningún archivo
- \* Responsable:

At the bottom of the form are two buttons: 'Guardar' (blue) and 'Cancelar' (grey).

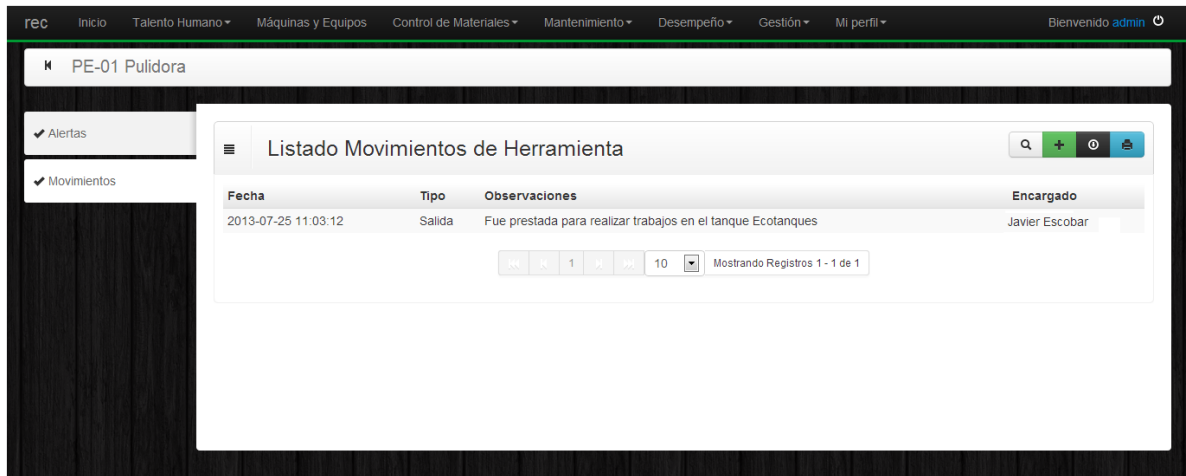
Figura 30. Ventana “Alertas” del submódulo “Herramientas”.

The screenshot shows a web application interface with a navigation bar at the top containing 'rec', 'Inicio', 'Talento Humano', 'Máquinas y Equipos', 'Control de Materiales', 'Mantenimiento', 'Desempeño', 'Gestión', 'Mi perfil', and 'Bienvenido admin'. The main content area is titled 'PE-01 Pulidora' and contains a sidebar with 'Alertas' and 'Movimientos' (both checked). The main content area is titled 'Listado Alertas Herramientas' and contains a table with the following data:

Alerta	Herramienta	Fecha de inicio	margen aviso	Acciones
Vencimiento de garantía	PE-01 Pulidora	2014-03-19	5	<input type="button" value="✎"/> <input type="button" value="✖"/>
Revisar escobillas	PE-01 Pulidora	2013-07-20	2	<input type="button" value="✎"/> <input type="button" value="✖"/>

At the bottom of the table are navigation controls: 'Mostrando Registros 1 - 2 de 2'.

Figura 31. Ventana “Movimientos” del submódulo “Herramientas”.



## MÓDULO MANTENIMIENTO

El objetivo principal de este módulo es la creación de las órdenes de trabajo, a continuación se explicara en detalle el proceso para la generación de estas. Se inicia con la creación de la “Solicitud de Trabajo” esta es generada a partir de la necesidad de realizar una actividad de mantenimiento tanto correctiva como preventiva. Las solicitudes de trabajo se crean ingresando los datos requeridos por el formulario “Agregando Solicitud de Trabajo”, los cuales son “Mantenimiento a realizar”, “Fecha”, “Máquina”, “Departamento”, “Prioridad”, “Solicitante” y “Autorizado”; este formulario se despliega luego de dar clic en el botón “Nuevo” que aparece en el submódulo mencionado. Luego de guardar la información requerida, esta aparecerá en el “Listado de Solicitud de Trabajo”.

Una vez creada la solicitud de trabajo, se podrá a partir de esta, generar una o varias órdenes de trabajo. Primero se da clic en el “Proceso” el cual aparece al lado de cada solicitud de trabajo; luego de esto, el usuario será llevado a una venta donde aparece el listado de las órdenes de trabajo asignadas a esa solicitud; para crear una nueva, se da clic en el botón “Nuevo” y se procede a

llenar los campos requeridos en el formulario “Agregando Orden de Trabajo”, estos son: “Rutina asociada”, “Tiempo estimado de ejecución”, “Descripción”, “Tarea”, “Fecha de programación”, “Asignado a”, “Tipo de tarea”, “Tipo de falla” y “Estado”; lo único que falta para completar la orden de trabajo es asignar los materiales y la cantidad de cada uno de ellos a utilizar, esto se realiza con la utilización del botón “Proceso” que aparece al lado derecho de la “Orden de Trabajo”; luego de realizar este procedimiento, esta quedara en estado “Abierta”, y el siguiente paso será la realización de la tarea de mantenimiento.

Cuando el procedimiento de mantenimiento es realizado, se procede a cerrar la orden de trabajo, con el fin de retroalimentar la información obtenida de la labor realizada. Las órdenes de trabajo abiertas son llevadas al submódulo “Órdenes de Trabajo Pendientes por Cerrar”, y son organizadas en forma de lista; al lado de cada una aparece el botón cerrar, que lleva al usuario al formulario “Cerrando Orden de Trabajo”, allí aparece el botón “Cerrar Recursos” que sirve para ingresar los materiales empleados y la cantidad real de estos que fue usada. Llenando toda esta información, la orden de trabajo quedara cerrada, desaparecerá automáticamente de este submódulo, y será llevada a uno de los submódulos “Historial Preventivo” o “Historial Correctivo” según sea el tipo de actividad realizado.

Para ver el cronograma de actividades de mantenimiento en el submódulo calendario, se da clic sobre una máquina en particular, que se encuentra ubicada en el listado “Máquinas y Equipos”. En el calendario aparecerán, “Tareas programadas”, “Órdenes de trabajo Programadas” y “Órdenes de Trabajo Realizadas”. Además se pueden realizar filtros para ver según, “Tipo de tareas” y “Rutina de actividad”; al dar clic sobre una actividad del calendario, aparece un listado donde se muestra, “Descripción de la tarea”, “Fecha de programación”, “Fecha de ejecución” y la “Máquina” correspondiente.

Figura 32. Listado “Solicitud de Trabajo”.

#	ST	Fecha	Solicitante	Máquina	Descripción	Ordenes de trabajo	Prioridad	Autorizado	Acciones
15		2013-07-17	Javier Escobar	MEC-DB-01	inspección	<ul style="list-style-type: none"> <li># 13-Estado: Cerrada</li> <li># 16-Estado: Abierta</li> </ul>	Media	Javier Escobar	[Iconos de acción]
14		2013-07-16	Javier Escobar	Prensa Embombadora MEC-PE-01	revisión	<ul style="list-style-type: none"> <li># 11-Estado: Cerrada</li> <li># 12-Estado: Cerrada</li> <li># 14-Estado: Cerrada</li> </ul>	Alta	Javier Escobar	[Iconos de acción]
11		2013-07-09	Javier Escobar	Prensa Embombadora MEC-PE-01	rutinario		Alta	Javier Escobar	[Iconos de acción]
10		2013-07-06	Javier Escobar	Prensa Embombadora MEC-PE-01	inspección rutinario	<ul style="list-style-type: none"> <li># 8-Estado: Cerrada</li> </ul>	Media	Administrador General	[Iconos de acción]

Mostrando Registros 1 - 9 de 9

Figura 33. Formulario “Agregando Solicitud de Trabajo”.

**Agregando Solicitud de Trabajo**

\* Mantenimiento a realizar:

Fecha:

\* Máquina:

Departamento:

Prioridad:

\* Solicitante:

\* Autorizado:

Figura 34. Listado “Órdenes de Trabajo”.

# OT	Fecha Programación	Estado	Rutina asociada	Tipo de tarea	Acciones
14	2013-07-17	Cerrada	Lubricación de cadenas	Preventivo	[Edit] [View] [Delete]
12	2013-07-09	Cerrada	Lubricación de cadenas	Preventivo	[Edit] [View] [Delete]
11	2013-07-16	Cerrada	inspección de las cadenas	Preventivo	[Edit] [View] [Delete]

Mostrando Registros 1 - 3 de 3

Figura 35. Listado “Recurso Solicitado”.

Solicitante	Fecha	Cantidad Planeada	Cantidad Utilizada	Recurso	Despachado	Acciones
Javier Escobar	2013-07-17 14:47:00	100	50	HP-405 lubricante (Galones)	Sí	[View] [Delete]

Mostrando Registros 1 - 1 de 1

Figura 36. Agregando recurso solicitado.

The screenshot shows a web application interface for adding a requested resource. The main header is 'Lubricación de cadenas'. A sidebar on the left shows 'Solicitud Recursos' with a checkmark. The main content area is titled 'Agregando Recurso Solicitado' and contains the following form fields:

- \* Solicitante: Seleccione opción (dropdown menu)
- \* Cantidad Planeada: (text input field)
- \* Recurso: Seleccione opción (dropdown menu)

At the bottom of the form are three buttons: 'Guardar y nuevo' (green), 'Guardar' (blue), and 'Cancelar' (grey).

Figura 37. Órdenes de Trabajo Pendientes por Cerrar.

The screenshot shows a table titled 'Listado de Ordenes de Trabajo Pendientes por Cerrar'. The table has the following columns and data:

# OT	Fecha Programación	Recibido por	Estado	Rutina asociada	Fecha Ejecución	Tipo de tarea	Acciones
17	2013-07-24		Abierta	inspección de las cadenas		Preventivo	
16	2013-07-25		Abierta	Cambio de fluido hidraulico		Preventivo	
15	2013-07-17	Administrador General	Abierta	inspección de las cadenas	2013-07-18	Preventivo	

Below the table is a pagination control showing 'Mostrando Registros 1 - 3 de 3'.

Figura 38. Formulario “Cerrando Orden de Trabajo”.

**Cerrando Orden de trabajo**

\* Estado: Abierta

Recibido por: Administrador General

Mano de obra: Javier Escobar

Tipo de falla real: Falla eléctrica por defecto de

Trabajo realizado:

Tiempo real de ejecución (horas): 4

Fecha Ejecución: 2013-07-18

Costo: 4936

Guardar Cancelar

Figura 39. Formato de la orden de trabajo cerrada.

**Información de Orden de Trabajo**

**ORDEN DE TRABAJO**  
RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS

Número OT:	7	Solicitud de trabajo:	2013-07-09
Asignado a:	Javier Escobar	Prioridad:	Alta
Recibido por:	Javier Escobar	Mano de obra:	Javier Escobar
Fecha programación:	2013-07-09	Fecha Ejecución:	2013-07-09
Fecha de inicio:		Fecha de finalización:	
Hora de inicio:		Hora de término:	
Tiempo estimado de ejecución (horas):	2	Tiempo real de ejecución (horas):	7
Tipo de falla:		Tipo de falla real:	
Trabajo realizado:			
Descripción:	Cambio de fluido hidráulico		
Descripción de la Tarea:	Vaciar el tanque y reemplazar el fluido hidráulico		
Recomendaciones:			
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>			
Nombre de la máquina o equipo:	Ejemplo	Código de la máquina:	MEC-DB-01
Departamento:	Mecanizado	Prioridad:	Alta

**Lista de recursos**

Figura 40. Submódulo “Calendario”.

rec Inicio Talento Humano Máquinas y Equipos Control de Materiales **Mantenimiento** Desempeño Gestión Mi perfil

### Listado Máquinas y Equipos

Código	Máquina	Departamento	Marca	Modelo	Número de serie
MEC-PH-01	Prensa hidráulica	Mecanizado			
MEC-PE-01	Prensa Embombadora	Mecanizado	REC	E-01	001
MEC-DB-01	Dobladora hidráulica	Mecanizado	Franco Hermanos	DFH-260-4	001

Mostrando Registros 1 - 3 de 3

### Calendario:

Ver todas Imprimir Rutinas del Més

Filtrar ordenes por tipo de tarea Ninguna

Filtrar rutinas por actividad Ninguna

Julio del 2013 Ir a

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1	2	3	4 Orden de trabajo realizada	5	6 Tarea programada Tarea programada	7
8	9 Orden de trabajo programada Ordenes de trabajo realizadas	10	11	12	13	14 Tarea programada
15	16 Ordenes de trabajo realizadas	17 Tarea programada Ordenes de trabajo programadas Ordenes de trabajo realizadas	18	19	20 Tarea programada Tarea programada	21
22	23 Tareas programadas	24	25	26 Tareas programadas	27	28
29 Tareas programadas	30	31				

## MÓDULO DESEMPEÑO

En el submódulo “Indicadores de gestión”, Para poder observar los valores de la “Mantenibilidad”, “Disponibilidad”, “Confiabilidad” y “Cumplimiento”, el usuario debe ingresar a cada uno de estos submódulos y elegir la máquina y el año en el cual queremos saber estos indicadores. Luego de elegir los datos anteriormente mencionados, se procede a dar clic en el botón filtrar e inmediatamente aparecerá una gráfica donde para cada mes se tendrán los valores de desempeño respectivos. En el submódulo “Cumplimiento” además de la gráfica “Informe de cumplimiento”, aparecerán tres listados para, las órdenes de trabajo realizadas a tiempo, órdenes de trabajo no realizadas a tiempo y por ultimo órdenes de trabajo pendientes.

El submódulo “Costos de mantenimiento” consta de dos opciones, la primera es “Costos de mantenimiento”, en esta ventana escogemos la máquina o todo un departamento, y el año; con estos datos se puede saber para cada mes la cantidad de dinero que empleo la compañía en labores de mantenimiento. Además se pueden consultar los costos de todas las máquinas y equipos, únicamente se escoge el año que queremos consultar y se da clic en filtrar.

La segunda es “Costos de Recursos”, para conocer los valores de los recursos utilizados en las labores de mantenimiento, se procede de igual manera que en los costos de mantenimiento; se escoge la máquina o departamento y el año, luego se da clic en el botón filtrar y en la gráfica aparecen estos.

Figura 41. Disponibilidad (Módulo Desempeño).

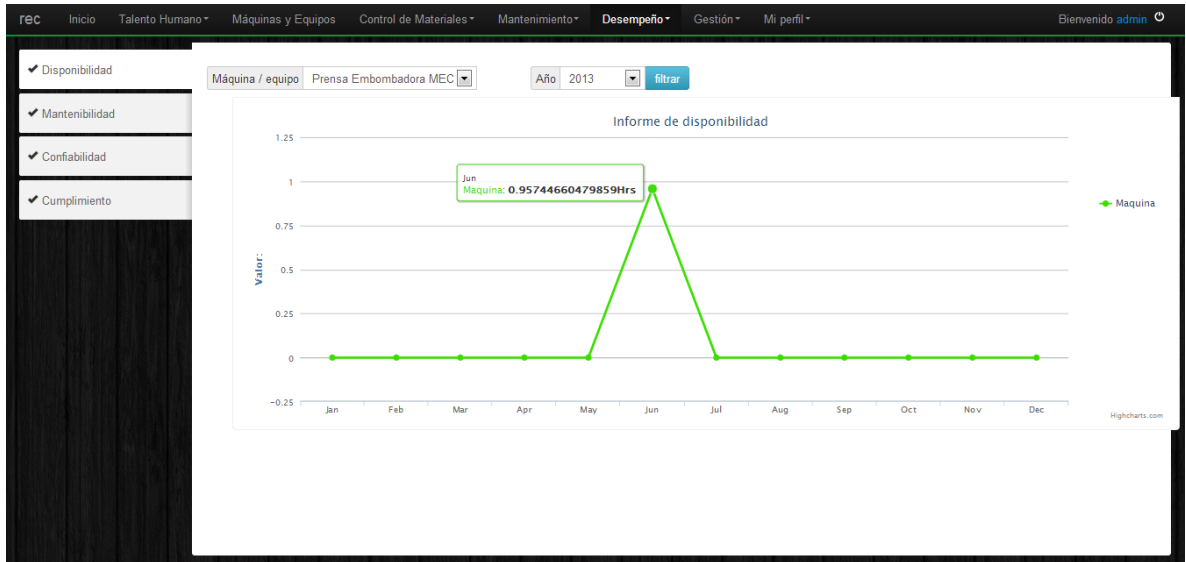


Figura 42. Mantenibilidad (Módulo Desempeño).

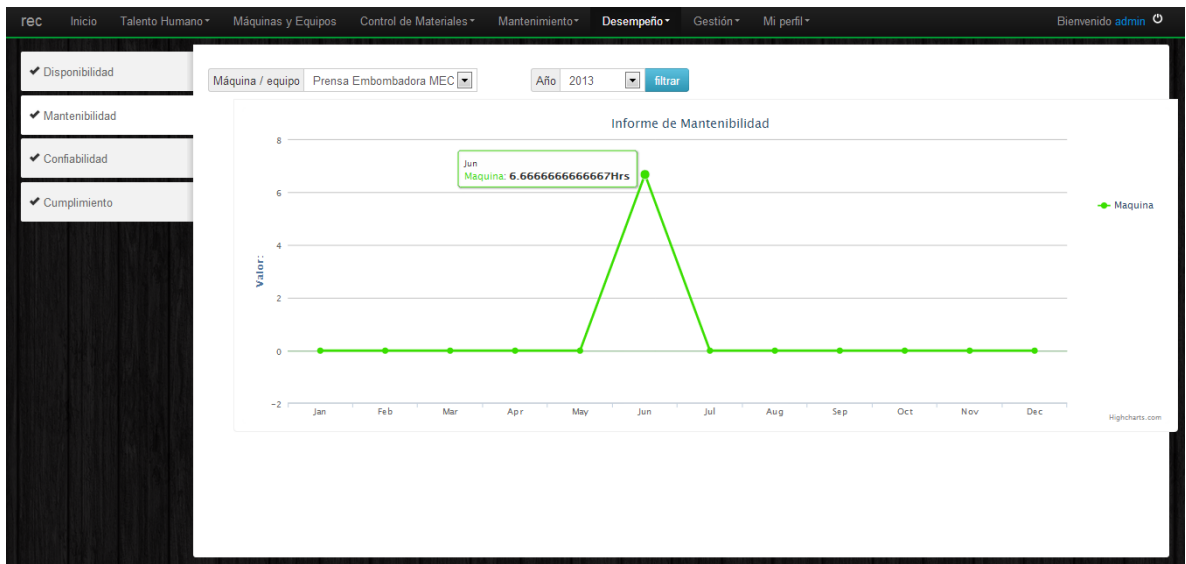


Figura 43. Confiabilidad (Módulo Desempeño).

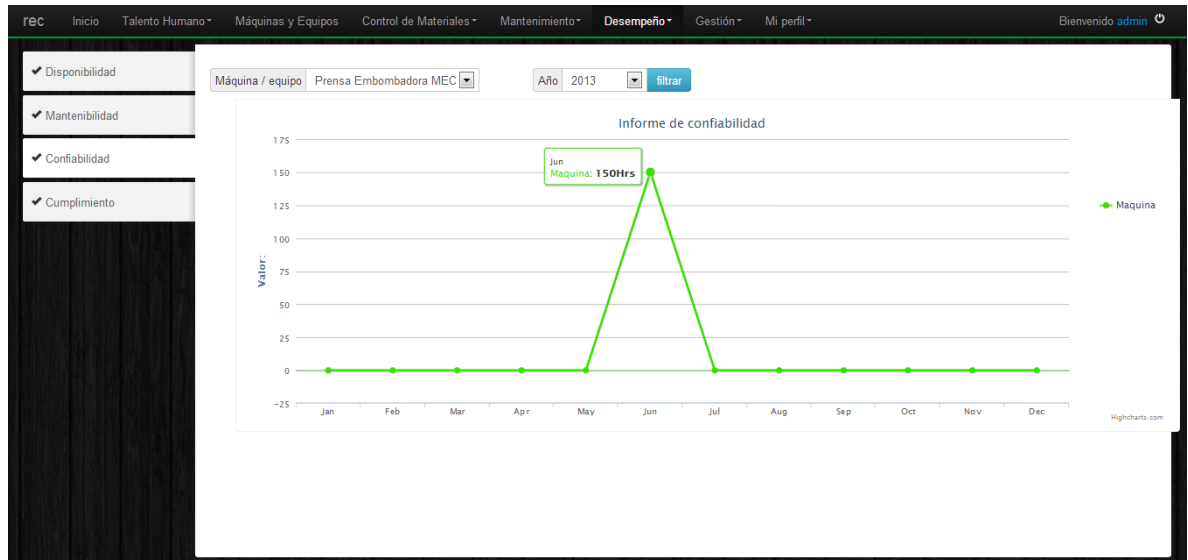


Figura 44. Cumplimiento (Módulo Desempeño).

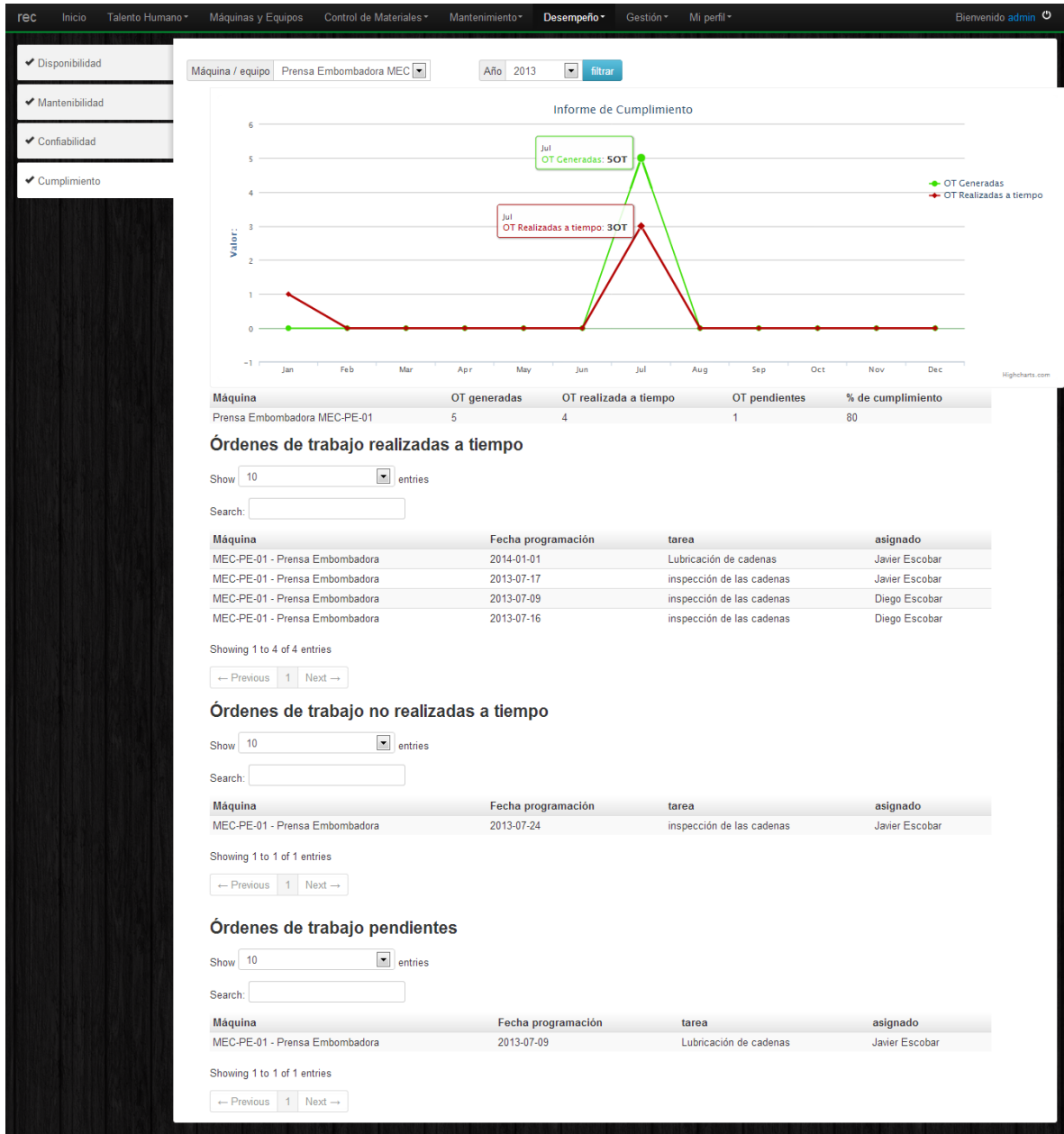


Figura 45. Costos de mantenimiento.

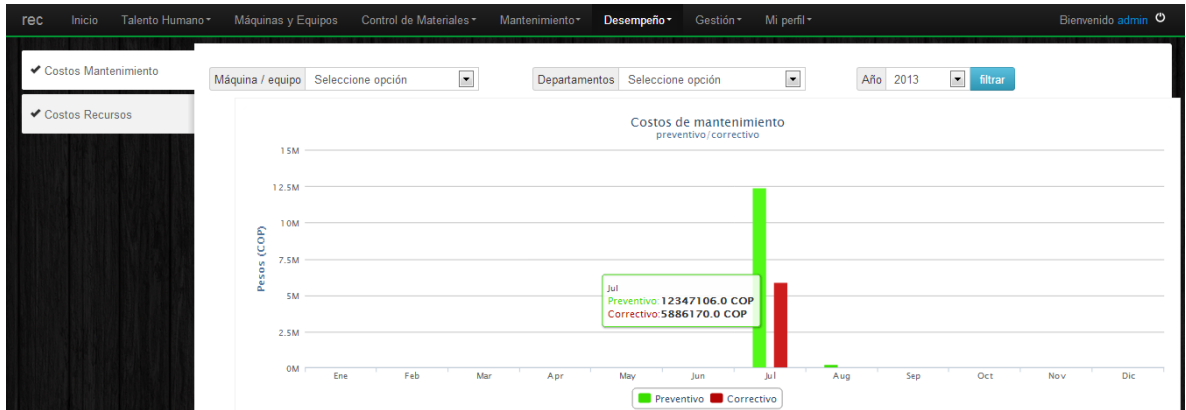


Figura 46. Costos de recursos.



## ANEXO B. MANUAL DE INSTALACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DESARROLLADO PARA LA EMPRESA REC

### Objetivo

Realizar la documentación técnica del sistema de información desarrollado para la empresa REC, detallando el proceso de instalación de la plataforma, la arquitectura, la estructura del código y la documentación del código existente.

### Alcance

Este documento busca generar una línea base para la operación técnica del sistema de información de la empresa REC, detallando la información general necesaria para la futura modificación o reestructuración del sistema de información desarrollado.

### Definiciones

Termino	Definición
Usuario	Es una persona que tiene acceso al sistema de información.
Contraseña	Es un conjunto de caracteres definidos por el usuario los cuales permiten comprobar la identidad de este para el acceso al sistema.
URL	Uniform Resource Locator (Localizador Uniforme de Recursos). Es un conjunto de caracteres ingresados en la barra de direcciones del navegador que permite

	direccionar a una sección del portal.
Súper-Administrador	Es un rol de usuario el cual tiene habilitados todos los permisos en el sistema de información.
Administrator	Es un rol de usuario el cual tiene habilitados permisos para la administración del sistema de información.
Log	Es un archivo que se guarda en el servidor el cual registra las acciones realizadas y accesos.
Campo	Es un espacio para la entrada de información que se encuentra incluido en un formulario.
Variable	Es un espacio en la memoria del servidor reservado para almacenar una información específica.
Sesión	Es un espacio en la memoria del servidor que se establece una vez el usuario realiza una conexión al portal y se finaliza una vez este se desconecte. Esta almacena diferente información acerca del usuario dentro del sistema.
Core	El core es el nombre que recibe el código base del sistema y del cual dependen la mayor parte de sus módulos.
Modulo	Es un conjunto de páginas y código que cumplen una funcionalidad determinada dentro del sistema de información y está incluido dentro del core de este.
Rol	Es un identificador asociado al usuario del sistema que permite definir los permisos que tiene este dentro del sistema y sus módulos.

Patron MVC	El patrón MVC es un patrón de diseño de software que consiste en separar el código en tres capas las cuales son el modelo, la vista y el controlador.
HTML	HTML es un lenguaje que se utiliza para definir elementos fundamentalmente en el desarrollo de páginas web. HTML es la sigla de HiperText Markup Language (Lenguaje de Marcación de Hipertexto).
PHP	PHP es un lenguaje de programación del lado del servidor utilizado para el desarrollo de aplicaciones web.
JSON	Es un formato de objeto utilizado en los llamados al servidor y en el sentido inverso.
CSS	(Cascade Style Sheet) Hoja de Estilo en Cascada. Conjunto de instrucciones que definen las apariencias de una página web.
AJAX	Acrónimo de Asynchronous JavaScript And XML, es una tecnología utilizada para realizar peticiones al servidor sin necesidad de recargar la página.
Biblioteca	Es un conjunto de subprogramas que se utilizan para el desarrollo del código.
JavaScript	Es un lenguaje de programación del lado del cliente utilizado para el desarrollo web.
Jquery	Es una biblioteca de javascript para la generación de contenido dinámico del lado del cliente.
MySQL	Es el motor de base de datos relacional, multiusuario y multihilo.

SQL	Es un lenguaje de consulta estructurado, declarativo utilizado para el acceso y operación de base de datos relacionales.
-----	--

## **Condiciones**

Cada vez que sea realizada alguna modificación en el código del sistema de información lo cual genere cambios representativos en el funcionamiento del sistema, el responsable de dicha modificación deberá documentar cada uno de estos cambios con respecto a las versiones anteriores del sistema

## **DOCUMENTACIÓN**

### **Entorno de desarrollo**

El entorno de desarrollo del sistema de información funciona mediante WAMP, el cual es un acrónimo para describir una infraestructura que utiliza las siguientes tecnologías:

- Windows, el sistema operativo, este también puede remplazarse por el sistema operativo Linux.
- Apache, es el servidor web.
- MySQL, es el motor de bases de datos.
- PHP el cual es el lenguaje de programación.

Aunque el entorno mediante el cual se desarrolló la plataforma es la descrita anterior mente, para facilitar el trabajo en el futuro mantenimiento del sistema o futuras modificaciones, se recomienda usar un paquete XAMP.

XAMP es un paquete que utiliza los mismos componentes descritos anteriormente encapsulándolos en un entorno de fácil y rápida administración además de hacerlo independiente al sistema operativo es decir este paquete funciona tanto en Windows como en Linux, Mac y Solaris. Este tipo de paquetes facilita la configuración del entorno a los programadores debido a que el paquete permite gestionar todos los elementos desde un único panel de administración, además de por manejar un entorno portable ya que existe una distribución que facilita la portabilidad dentro de este paquete.

Para la edición del código se puede utilizar un editor de texto, o un editor más especializado en código como eclipse, notepad++, etc... Para este proyecto los desarrolladores del sistema utilizaron el editor sublime el cual tiene múltiples funcionalidades para agilizar los procesos de desarrollo y generación del código fuente de la aplicación.

## INSTALACIÓN DEL ENTORNO DE DESARROLLO

### Instalación de xampp

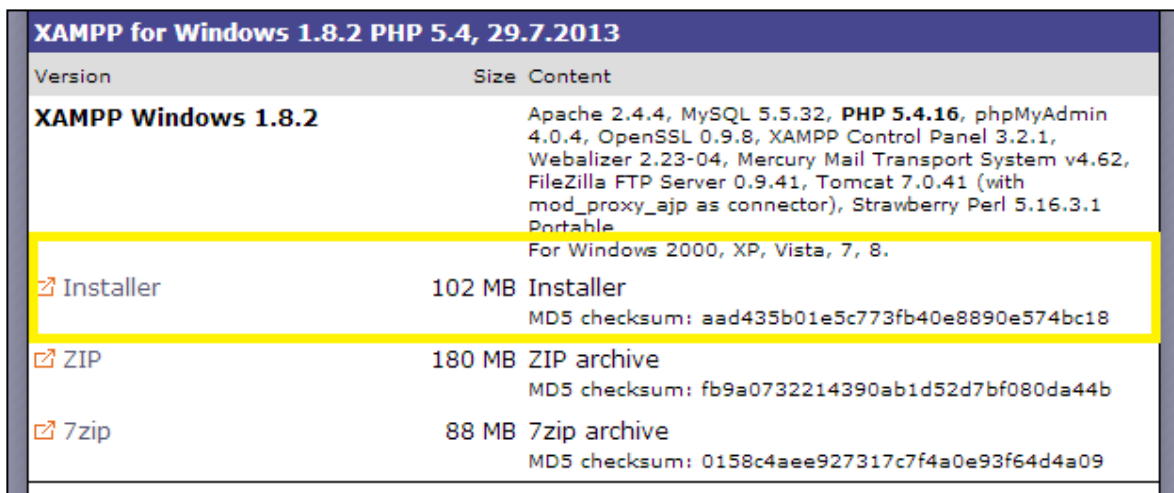
#### Paso1.




El primer paso que se debe hacer es navegar hacia la página oficial de XAMPP para descargar el instalador. Este paquete de XAMPP también se encuentra disponible en un comprimido ZIP para ser ubicado en el equipo y poder copiar el entorno por medio de memorias USB.

Se debe dirigir a la siguiente url:

<http://www.apachefriends.org/en/xampp-windows.html>

Figura 1. Instalación del entorno, descarga de xampp.



XAMPP for Windows 1.8.2 PHP 5.4, 29.7.2013		
Version	Size	Content
<b>XAMPP Windows 1.8.2</b>		Apache 2.4.4, MySQL 5.5.32, <b>PHP 5.4.16</b> , phpMyAdmin 4.0.4, OpenSSL 0.9.8, XAMPP Control Panel 3.2.1, Webalizer 2.23-04, Mercury Mail Transport System v4.62, FileZilla FTP Server 0.9.41, Tomcat 7.0.41 (with mod_proxy_ajp as connector), Strawberry Perl 5.16.3.1 Portable For Windows 2000, XP, Vista, 7, 8.
 Installer	102 MB	Installer MD5 checksum: aad435b01e5c773fb40e8890e574bc18
 ZIP	180 MB	ZIP archive MD5 checksum: fb9a0732214390ab1d52d7bf080da44b
 7zip	88 MB	7zip archive MD5 checksum: 0158c4aee927317c7f4a0e93f64d4a09

Se selecciona la opción de descargar el instalador y se procede a iniciar la descarga del archivo.

Una vez descargado se procede a hacer clic en el archivo para iniciar el proceso de instalación.

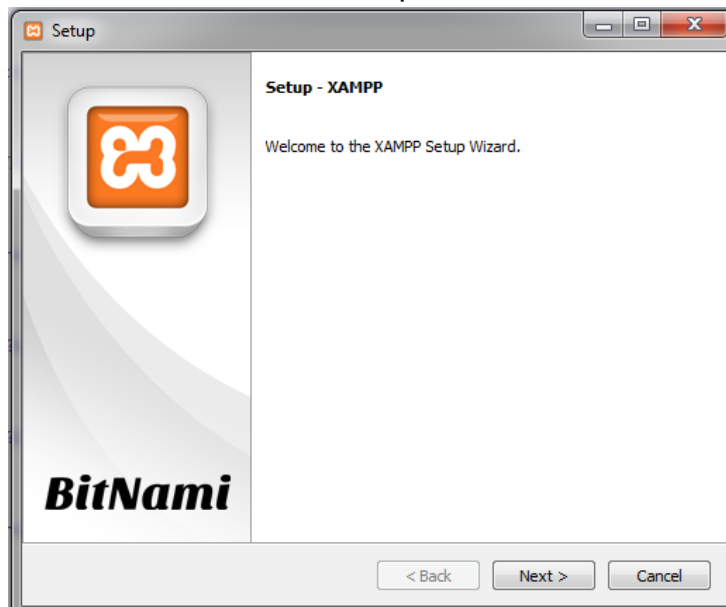
Figura 2. Instalación del entorno, paso 1 instalación de xampp.



## Paso 2

Se procede a seleccionar el idioma y una vez seleccionado se debe realizar clic en siguiente.

Figura 3. Instalación del entorno, paso 2 instalación de xampp.



En la imagen se puede observar una descripción del producto que se desea instalar.

### Paso 3

A continuación se procede a seleccionar la ubicación destino del entorno de desarrollo. Es recomendable seleccionar la raíz del directorio C del equipo en el cual se planea trabajar. Una vez seleccionado se procede a realizar clic en el botón siguiente.

Figura 4. Instalación del entorno, paso 3 instalación de xampp.

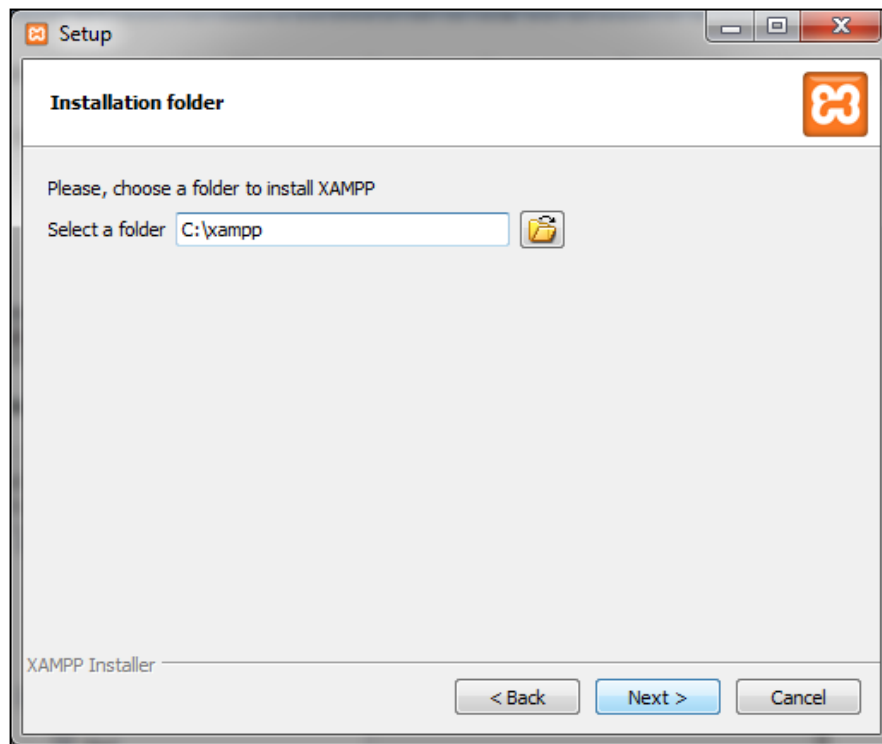
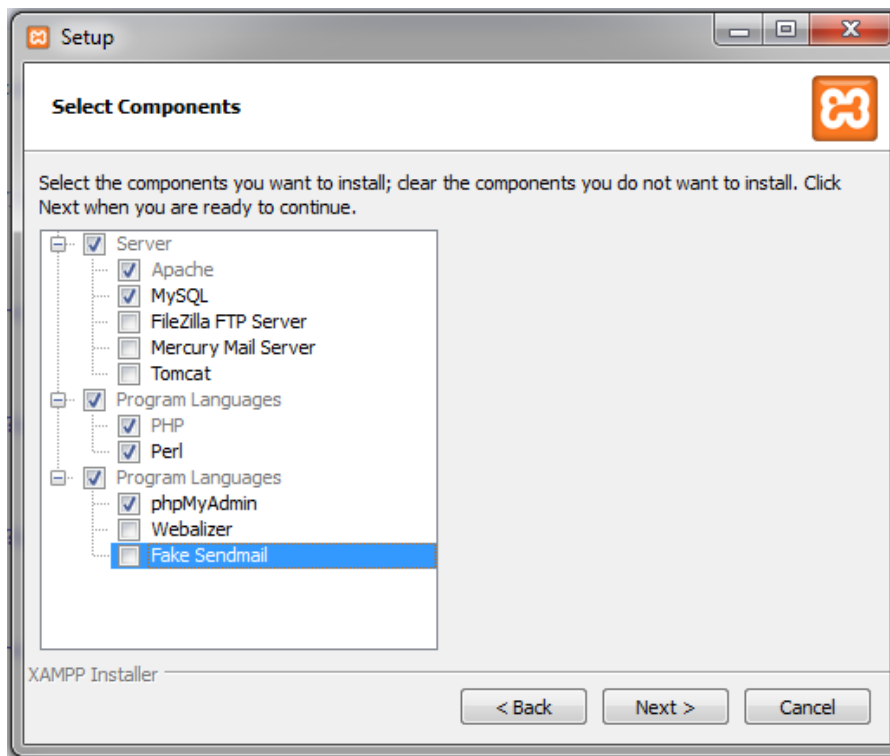


Figura 5. Instalación del entorno, paso 3 instalación de xampp.



En esta ventana se despliegan las opciones para crear un icono en el escritorio, un icono en el menú de inicio y se muestran la selección de servicios. Para este proyecto se recomienda seleccionar las dos opciones para generar iconos de acceso. Y se recomienda seleccionar solamente el servicio de apache y el servicio de *MySql* para el motor de la base de datos. Una vez finalizado el proceso de instalación se procede a oprimir el botón finalizar.

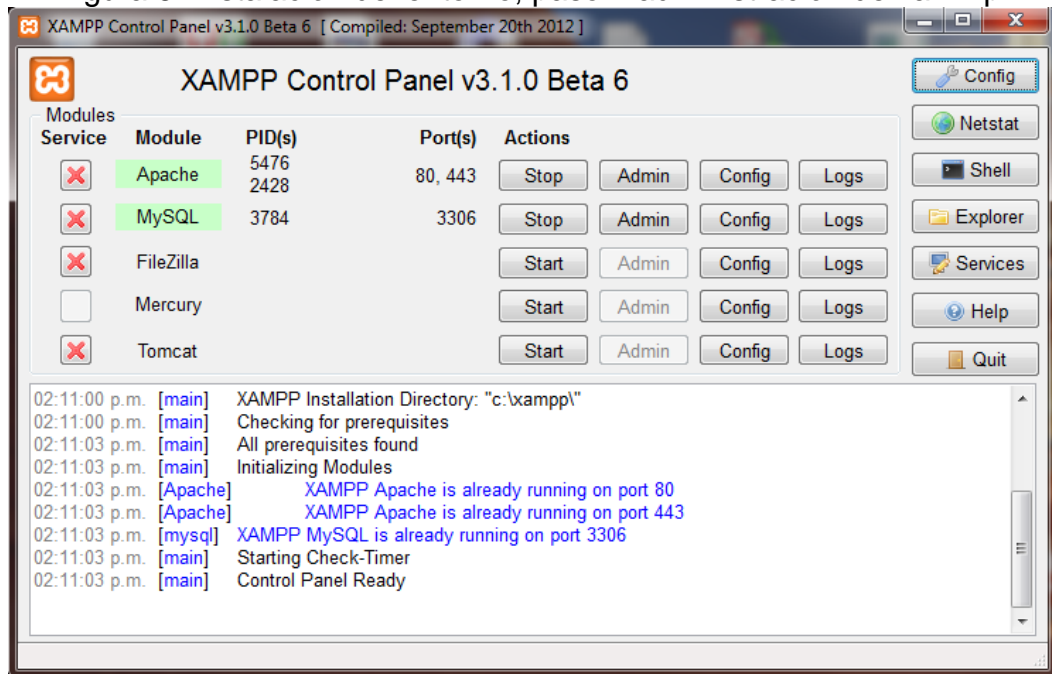
## Paso 4

### Administración

Una vez instalado el entorno de desarrollo procedemos a iniciar el control panel del XAMP para poder inicializar los servicios de apache y *MySQL*.

Para esto nos dirigimos al escritorio y oprimimos doble clic en el icono XAMP.

Figura 6. Instalación del entorno, paso 4 administración de xampp.



En este panel se puede observar los módulos instalados. Y en cada uno de estos podemos observar las operaciones que tiene para iniciar el servicio y detenerlo, monitorear su estado y acceder a su panel de administración.

Cada vez que se desee iniciar a trabajar en el desarrollo del sistema es importante acceder a este panel y verificar que los servicios de apache y *mysql* se encuentren

en estado *running*. De no ser así es necesario iniciarlos para poder ejecutar el sistema de información web.

## Paso 5

Para poder comprobar que todo se encuentra funcionando correctamente debemos probar desde el navegador cualquiera de las siguientes dos url: <http://localhost> o <http://127.0.0.1>

Una vez nos aparezca correctamente la página de ayuda del entorno podemos saber que todo se encuentra corriendo correctamente.

En esta página podemos encontrar diferente documentación acerca del entorno de desarrollo que se está utilizando y acceder a demos de aplicaciones que se encuentran dentro del paquete.

Figura 7. Instalación del entorno, configuración de xampp.



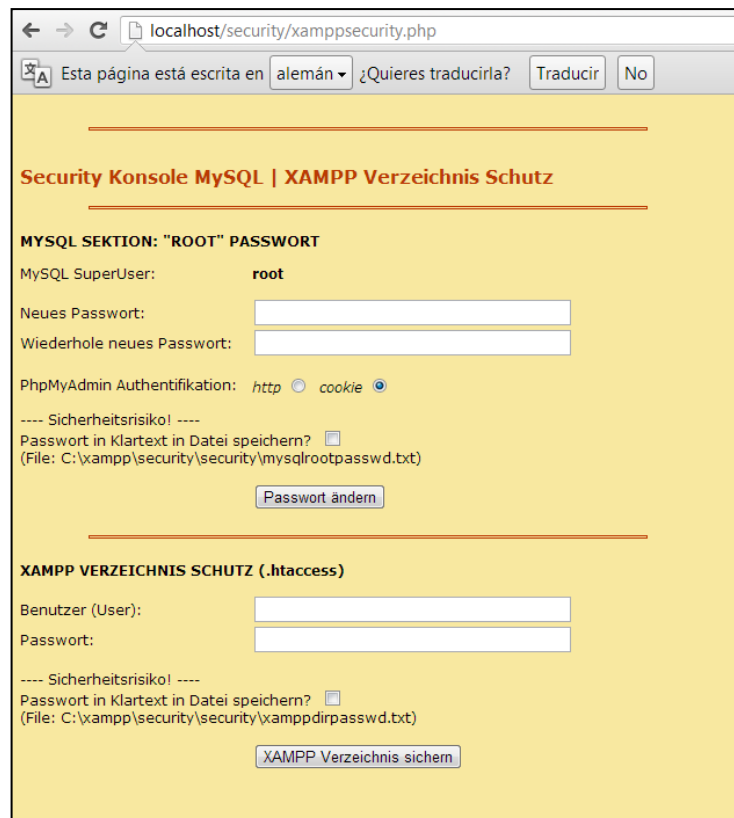
En la primera opción de esta interfaz se puede observar información de la instalación de *php* en cuanto a las diferentes configuraciones que se encuentran dentro de este.

## Paso 6

Para editar algunos parámetros de seguridad de la base de datos y protección de directorios es importante de acceder al siguiente enlace en el servidor antes de iniciar el funcionamiento de la plataforma.

<http://localhost/security/xamppsecurity.php>.

Figura 8. Instalación del entorno, paso 7 instalación de xampp.



The screenshot shows a web browser window with the URL `localhost/security/xamppsecurity.php`. The page title is **Security Konsole MySQL | XAMPP Verzeichnis Schutz**. The interface is divided into two main sections:

- MYSQL SEKTION: "ROOT" PASSWORT**
  - MySQL SuperUser: `root`
  - Neues Passwort: [input field]
  - Wiederhole neues Passwort: [input field]
  - PhpMyAdmin Authentifikation: `http`  `cookie`
  - Sicherheitsrisiko! ----
  - Passwort in Klartext in Datei speichern?
  - (File: C:\xampp\security\security\mysqlrootpasswd.txt)
  - [Passwort ändern button]
- XAMPP VERZEICHNIS SCHUTZ (.htaccess)**
  - Benutzer (User): [input field]
  - Passwort: [input field]
  - Sicherheitsrisiko! ----
  - Passwort in Klartext in Datei speichern?
  - (File: C:\xampp\security\security\xamppdirpasswd.txt)
  - [XAMPP Verzeichnis sichern button]

En esta sección podemos cambiar la contraseña del usuario súper administrador de la base de datos que por omisión es *root* a uno el cual nosotros asignemos junto con una nueva contraseña.

También podemos especificar una protección para el sistema de archivos definiendo un usuario y una contraseña en el archivo *.htaccess* del servidor.

Dentro del paquete de XAMP se instala una aplicación la cual es *phpmyadmin*, esta es una interfaz web para la administración del motor de base de datos *mysql*. Para acceder a este abrimos el panel de control y en el módulo *mysql* oprimimos el botón *admin*, el cual nos direccionará a dicha interfaz web.

Si se ha cambiado la contraseña del usuario súper administrador también es importante cambiar el archivo de configuración de *phpmyadmin* para que la aplicación pueda tener acceso a la base de datos.

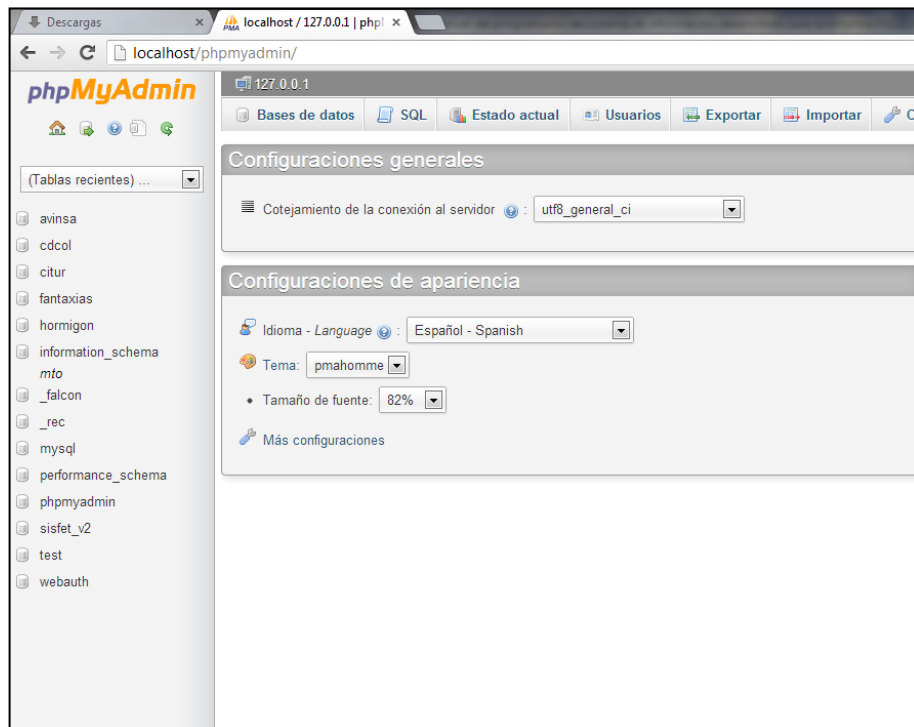
Para esto debemos modificar el fichero *config.inc.php* ubicado en: *C:\xampp\phpMyAdmin* y cambiar las siguientes líneas por los valores que cambiamos anteriormente:

Figura 9. Instalación del entorno, configuración *phpmyadmin* de *xampp*.

```
$cfg['Servers'][$i]['auth_type']      = 'config';  
$cfg['Servers'][$i]['user']         = 'root';  
$cfg['Servers'][$i]['password']     = 'XXXXXX';
```

En este fichero se configurarán las variables necesarias para que *phpMyAdmin* pueda acceder a *MySQL*, las más importantes son *auth\_type* para el tipo de autenticación, *user* y *password*.

Figura 10. Instalación del entorno, acceso phpMyAdmin.



A continuación podemos observar la interfaz de administración de *MySQL* la cual nos permite administrar completamente todas las bases de datos que tengamos instaladas en nuestro servidor.

## Paso 7

### Instalación del zend

Zend es el framework de desarrollo utilizado en el proyecto este *framework* es la base funcional del sistema de información y sobre su estructura se basan todos los componentes utilizados.

1 ) Primero se debe descargar desde la página oficial de *zend* la versión 1.X del *framework* la cual es la versión utilizada para el desarrollo del proyecto. Página de *zend framework*:

<http://framework.zend.com/downloads/latest>

2) Se procede a extraer la descarga del comprimido de *zend framework* en una carpeta específica. Y seleccionamos para copiar las carpetas *bin* y *library*.

3) Una vez copiadas estas dos carpetas nos ubicamos en la instalación de xampp de nuestro equipo y creamos una carpeta llamada *zend* y dentro de esta pegamos las dos carpetas */bin* y */library*.

4) Una vez copiadas las carpetas procedemos a editar el archivo de configuración del servidor que se encuentra en la siguiente ubicación:

```
"C:\xampp\php\php.ini"
```

Dentro de este archivo procedemos a ubicar la siguiente línea:

```
; Windows: "\path1;\path2"
```

```
include_path = ".;C:\xampp\php\PEAR"
```

Y a esta ubicación le agregamos la ruta donde se encuentra nuestra carpeta de zend creada anteriormente.

```
; Windows: "\path1;\path2"
```

```
include_path = ".;C:\xampp\php\PEAR;C:\xampp\php\zend\library"
```

Y procedemos a guardar los cambios en el archivo de configuración seleccionado.

### **Instalación rápida**

Otra opción para la instalación rápida si tenemos la carpeta `\library\zend`

Copiamos la carpeta en la siguiente ruta del servidor: `C:\xampp\php\pear`

De tal modo que la ruta quede de la siguiente forma: `C:\xampp\php\pear`

### **Paso 8**

#### **Instalación de la plataforma**

Una vez adecuado el entorno de trabajo se procede a instalar la plataforma. Para esto debemos tener una copia de la carpeta del proyecto con la estructura que se muestra en la figura 11.

Figura 11. Instalación de la plataforma, estructura.

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo
application	05/07/2013 09:34 a...	Carpeta de archivos
docs	05/07/2013 09:34 a...	Carpeta de archivos
library	05/07/2013 09:34 a...	Carpeta de archivos
menus	05/07/2013 09:34 a...	Carpeta de archivos
public	05/07/2013 09:34 a...	Carpeta de archivos
	13/06/2013 02:43 ...	Archivo HTACCESS
.zfproject	13/06/2013 02:43 ...	Documento XML
alterDB.sql	04/07/2013 02:48 ...	Archivo SQL
Inserts.rec.Acl.sql	04/07/2013 02:48 ...	Archivo SQL
Inserts.rec.sql	13/06/2013 03:22 ...	Archivo SQL
install.rec.sql	04/07/2013 02:48 ...	Archivo SQL
rec17062013.sql	18/06/2013 11:00 a...	Archivo SQL

Esta es la estructura principal de la plataforma donde podemos encontrar las siguientes carpetas:

/application

En esta carpeta se encuentra todo el código fuente de las diferentes transacciones que maneja el sistema. Esta carpeta generalmente es en la que se ubica el desarrollador para realizar la mayor parte de su trabajo.

/docs

Es una carpeta de documentación donde se encuentra información acerca de la plataforma y descripción de parámetros generales.

/library

Es una carpeta donde se ubican librerías externas del framework que se utilizan dentro del proyecto.

/menus

Generalmente en esta carpeta es donde ubicamos el archivo de configuración del menú de la plataforma el cual es un xml.

/public

Dentro de esta carpeta se encuentran todos los archivos públicos que son necesarios para que el usuario pueda acceder desde el navegador como las imágenes, documentos públicos, hojas de estilos y código javas script.

## **Paso 9**

### **Copiado de la carpeta**

Para iniciar el proceso de instalación es necesario que se copie la carpeta descrita anteriormente junto con todo su contenido en la siguiente ubicación:

C:\xampp\htdocs

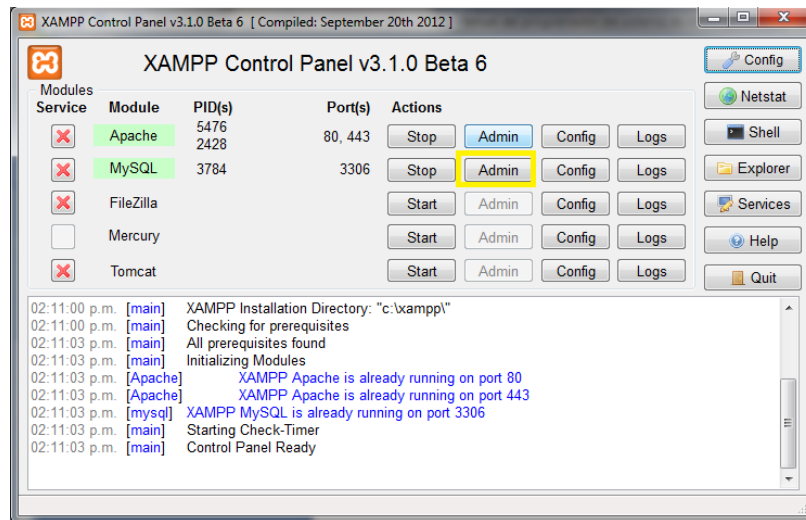
Este directorio htdocs es el directorio público del servidor apache donde se encuentran todos los archivos que son publicados en el servidor web.

## **Paso 10**

### **Montaje de la base datos**

Para iniciar el montaje de la base de datos nos debemos dirigir a php my admin para esto abrimos el panel de control de xampp, buscamos el servicio de mysql y hacemos clic en el botón admin.

Figura 12. Instalación de la plataforma, acceso administración.

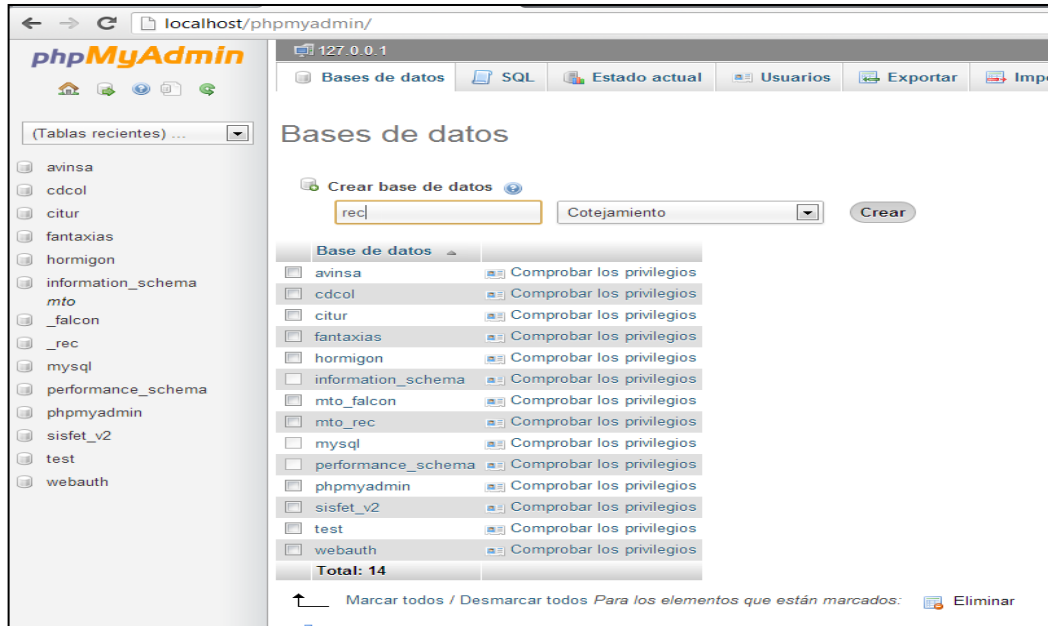


También podemos acceder directamente a través del siguiente enlace:

<http://localhost/phpmyadmin/>

Una vez accedemos a la interfaz de administración nos ubicamos en la pestaña “bases de datos” y procedemos a crear una base de datos llamada “rec” como se muestra a continuación en la figura 13.

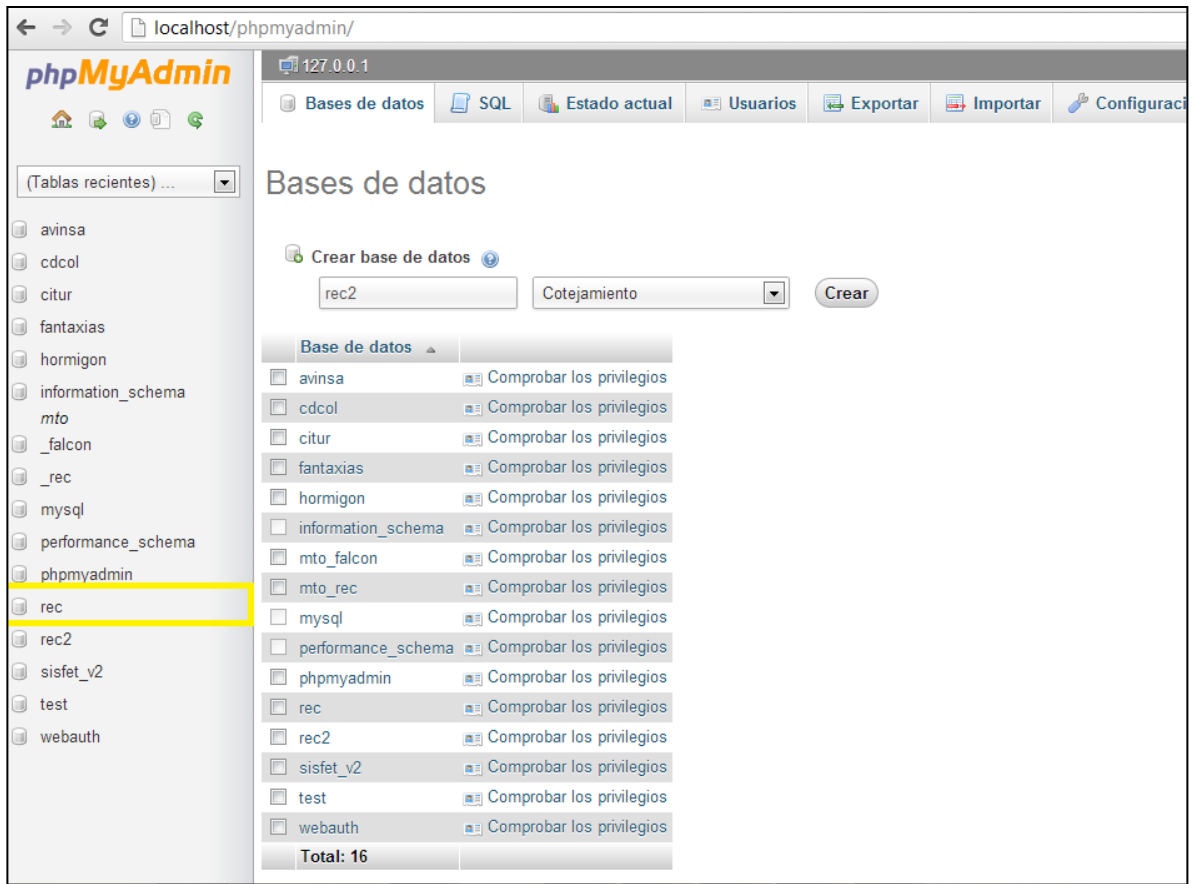
Figura 13. Instalación de la plataforma, creación de la base de datos.



En las opciones de selección elegimos cotejamiento y oprimimos el botón crear.

Una vez creada nos debe desplegar un mensaje de confirmación y la base de datos que acabamos de crear debe aparecer en la parte izquierda dentro de la lista (figura 14).

Figura 14. Instalación de la plataforma, Instalación de la base de datos.



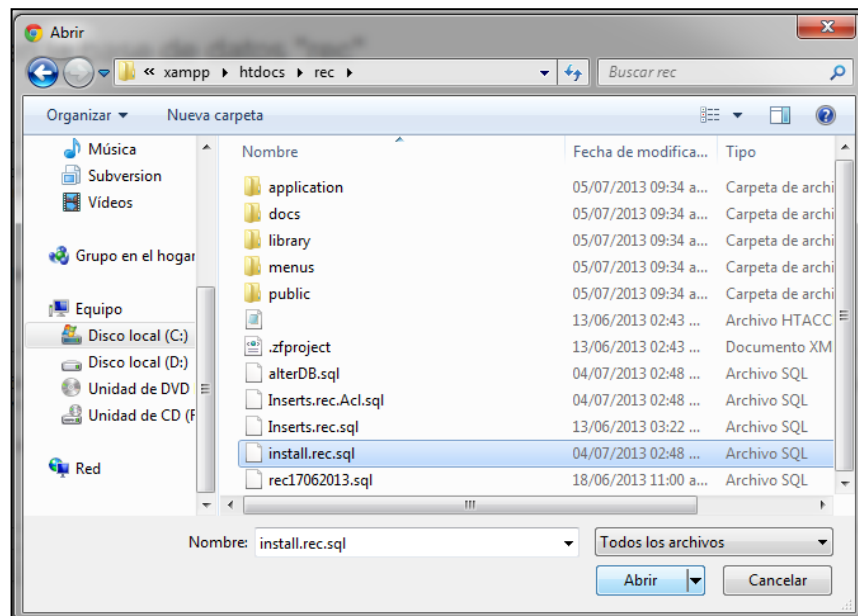
A continuación debemos seleccionar la base de datos que acabamos de crear, la cual se encuentra vacía y una vez dentro de esta accedemos a la pestaña “Importar” (figura 15).

Figura 15. Instalación de la plataforma, importación de la base de datos.



Dentro de importar nos ubicamos en el botón seleccionar archivo y buscamos el archivo que se encuentra en la carpeta del proyecto llamado install.rec.sql (figura 16).

Figura 16. Instalación de la plataforma, selección de archivo.



Oprimimos el botón abrir, dejamos las otras opciones como se encuentran por omisión y oprimimos finalmente el botón continuar.

Figura 17. Instalación de la plataforma, finalización de la importación.

Un archivo comprimido tiene que terminar en `.[formato].[compresion]`. Por ejemplo: `.sql.zip`

Buscar en su ordenador:  `install.rec.sql` (Máximo: 8,192KB)

Conjunto de caracteres del archivo:

**Importación parcial:**

Permitir la interrupción de una importación en caso que el script detecte que se ha acercado al límite de tiempo PHP *(sin embargo, puede dañar las transacciones.)*

Número de filas a omitir, iniciando de la primer fila:

**Formato:**

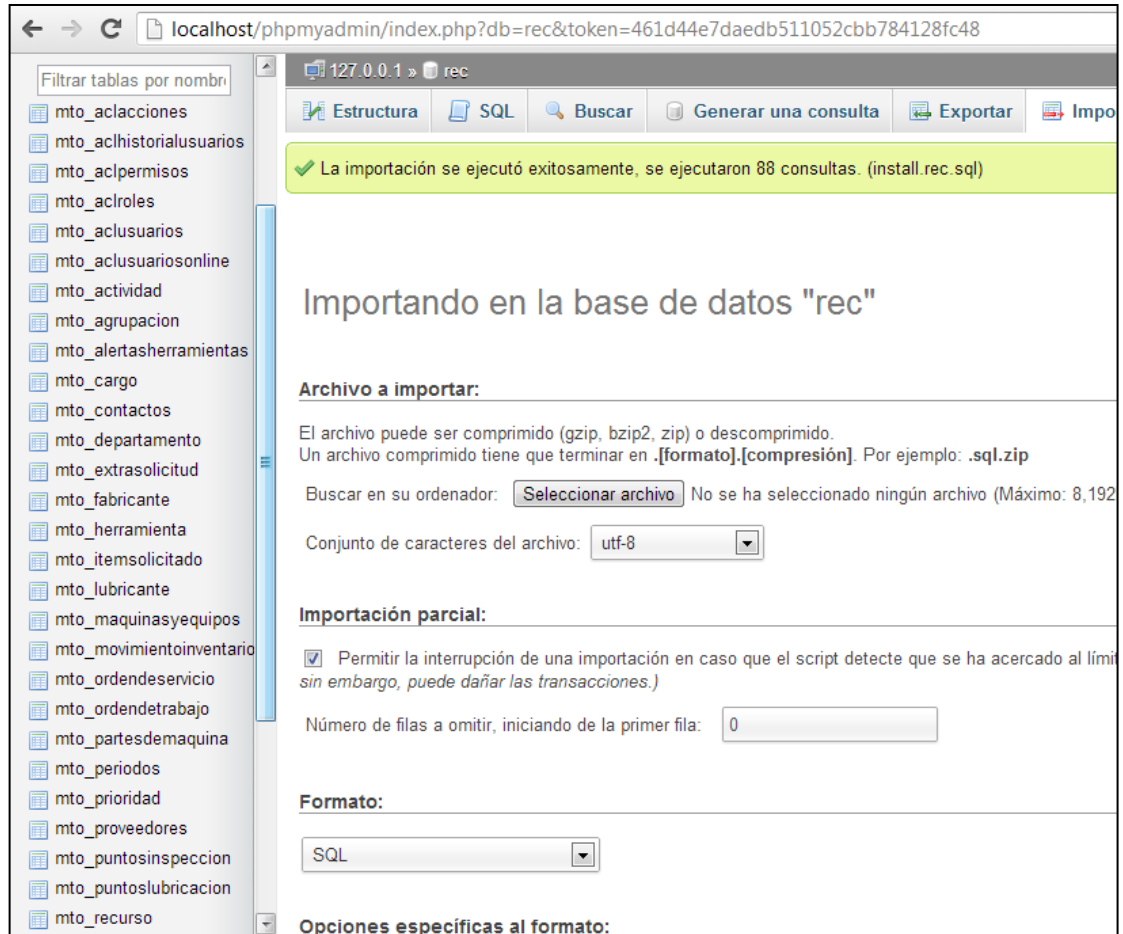
**Opciones específicas al formato:**

Modalidad SQL compatible:  ⓘ

No utilizar `AUTO_INCREMENT` con el valor 0 ⓘ

Una vez importada la base de datos nos debe aparecer un mensaje que informa que la importación se realizó satisfactoriamente y en la parte izquierda nos debe aparecer el listado de las bases de datos del sistema (figura 18).

Figura 18. Instalación de la plataforma, mensaje de confirmación de script.



Una vez importada las tablas del portal procedemos a repetir este proceso de importación de scripts a la base de datos para los siguientes archivos:

Inserts.rec.Acl.sql

Seguido de:

Inserts.rec.sql

Los dos archivos se encuentran en la carpeta raíz del proyecto.

## Paso 11

### Configuración de la plataforma

Para realizar la configuración inicial de la plataforma solo es necesario modificar el archivo de configuración de la aplicación que se encuentra dentro de la siguiente carpeta:

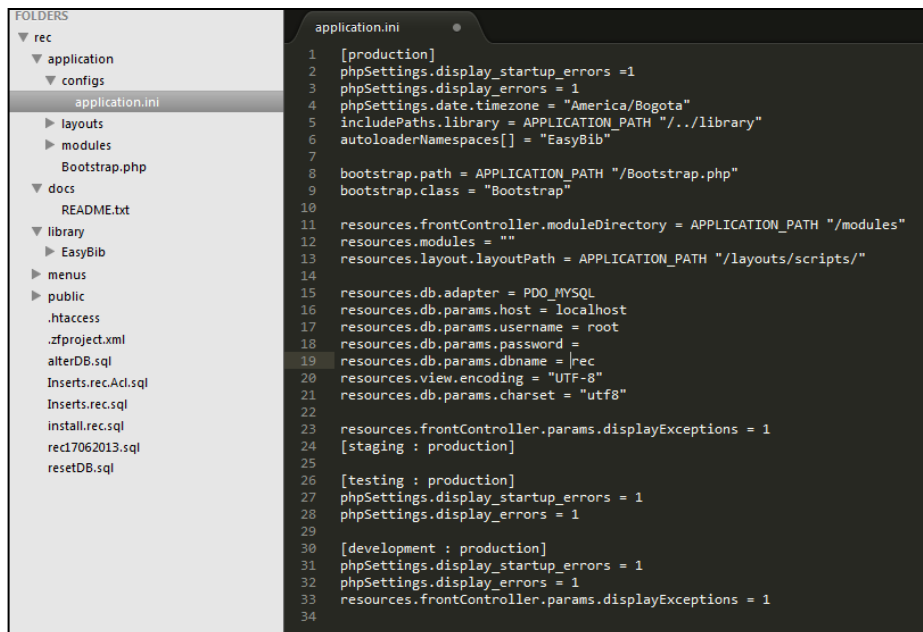
C:\xampp\htdocs\rec\application\configs

Una vez dentro de la carpeta seleccionamos y abrimos el archivo “application.ini” con nuestro editor de código preferido, para el manejo del proyecto se recomienda la utilización del editor Sublime 2, el cual puede ser descargado gratuitamente en la siguiente dirección:

<http://www.sublimetext.com/2>

Al abrir el archivo nos encontramos con la siguiente estructura:

Figura 19. Configuración de la plataforma.



```
1  [production]
2  phpSettings.display_startup_errors = 1
3  phpSettings.display_errors = 1
4  phpSettings.date.timezone = "America/Bogota"
5  includePaths.library = APPLICATION_PATH "../library"
6  autoloaderNamespaces[] = "EasyBib"
7
8  bootstrap.path = APPLICATION_PATH "/Bootstrap.php"
9  bootstrap.class = "Bootstrap"
10
11 resources.frontController.moduleDirectory = APPLICATION_PATH "/modules"
12 resources.modules = ""
13 resources.layout.layoutPath = APPLICATION_PATH "/layouts/scripts/"
14
15 resources.db.adapter = PDO_MYSQL
16 resources.db.params.host = localhost
17 resources.db.params.username = root
18 resources.db.params.password =
19 resources.db.params.dbname = |rec
20 resources.view.encoding = "UTF-8"
21 resources.db.params.charset = "utf8"
22
23 resources.frontController.params.displayExceptions = 1
24 [staging : production]
25
26 [testing : production]
27 phpSettings.display_startup_errors = 1
28 phpSettings.display_errors = 1
29
30 [development : production]
31 phpSettings.display_startup_errors = 1
32 phpSettings.display_errors = 1
33 resources.frontController.params.displayExceptions = 1
34
```

En esta sección podemos editar varios parámetros globales definidos para la aplicación pero en este caso solo se requiere modificar los parámetros de acceso a la base de datos. Para esto nos ubicamos en la siguiente sección del archivo:

Figura 20. Configuración de la plataforma.

```
resources.db.adapter = PDO_MYSQL
resources.db.params.host = localhost
resources.db.params.username = root
resources.db.params.password =
resources.db.params.dbname = |rec
resources.view.encoding = "UTF-8"
resources.db.params.charset = "utf8"
```

A continuación modificamos las líneas:

- *resources.db.params.username = root*
- *resources.db.params.password =*
- *resources.db.params.dbname = rec*

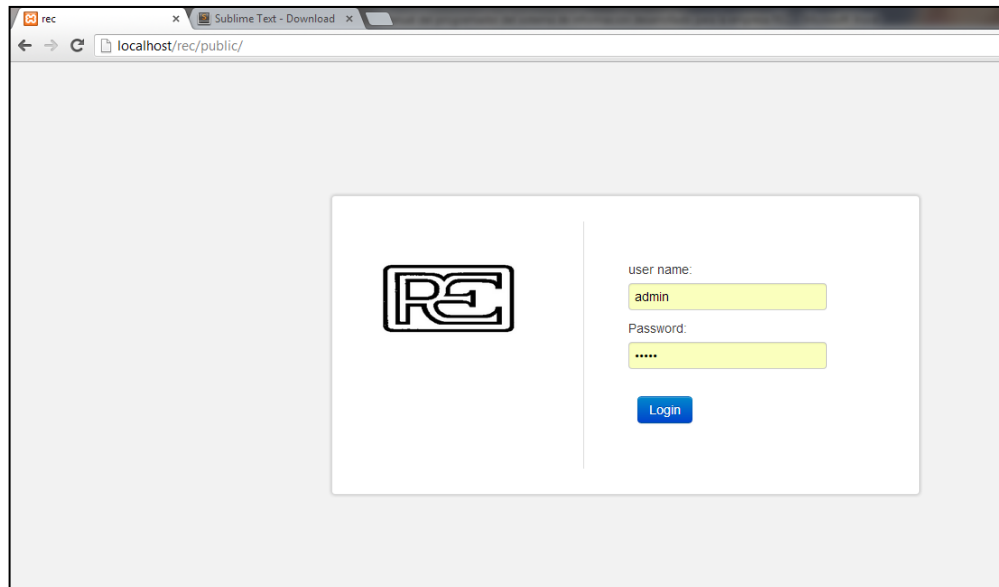
Con los valores de configuración de nuestra base de datos o si no realizamos ningún cambio al usuario y la contraseña de acceso a la base de datos lo podemos conservar tal cual y simplemente debemos verificar que el dbname sea igual al nombre de la base de datos que acabamos de crear en la sección anterior.

Una vez verificados y modificados estos parámetros procedemos a guardar el archivo y pasamos a probar el funcionamiento de la aplicación a través del siguiente enlace:

<http://localhost/rec/>

Si hemos seguido todos los pasos correctamente debe aparecer la siguiente pantalla de entrada al sistema de información.

Figura 21. Pantalla de entrada al sistema de información.



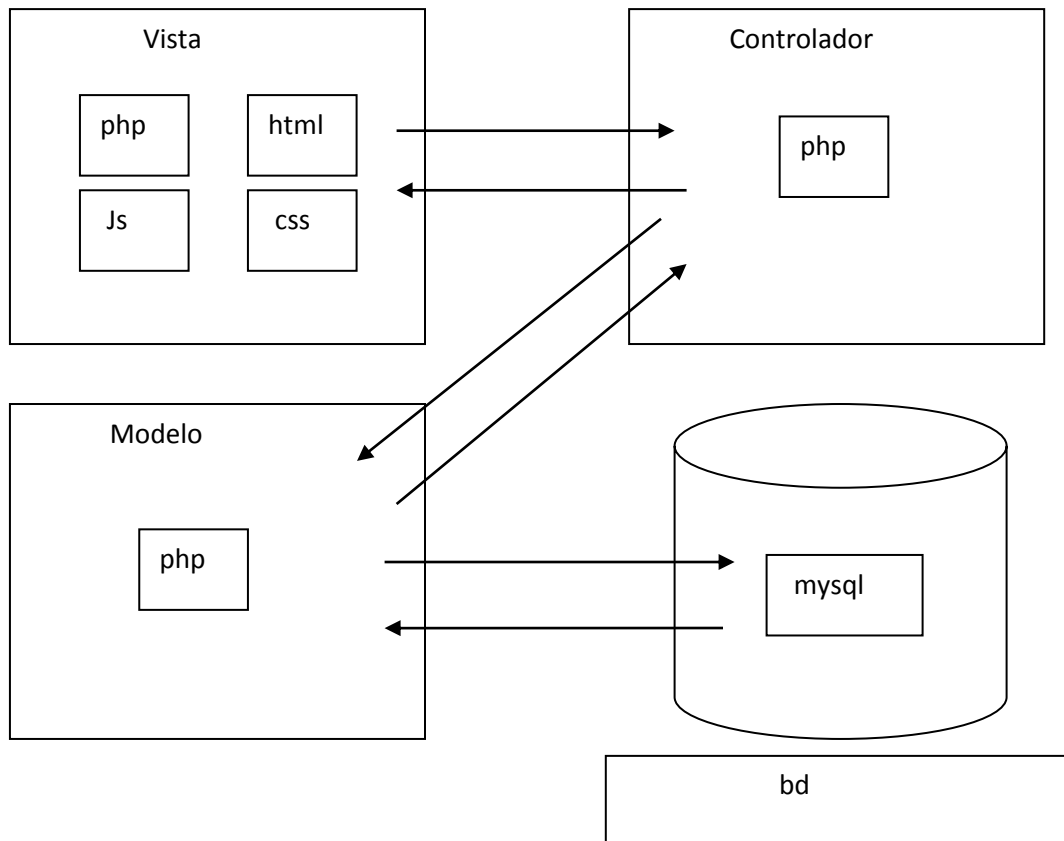
Para acceder a la plataforma existe un usuario súper administrador el cual tiene todos los permisos sobre la plataforma, el cual tiene como usuario *admin* y contraseña *admin*.

## ARQUITECTURA DEL SISTEMA

La arquitectura del sistema se puede describir como una arquitectura web basada en un entorno apache + *php* + *mysql* el cual usa como base el *framework zend* y diferentes tecnologías web como: *html*, *css*, *javascript*, *jquery* etc.

Para entender mejor la arquitectura del sistema se muestra el siguiente gráfico.

Figura 22. Arquitectura del sistema.



Como se puede observar en la gráfica la arquitectura del sistema utiliza un patrón de diseño de software el cual es modelo -vista- controlador. El cual separa el código de cada una de las secciones de la aplicación.

La vista es la sección que interactúa con el usuario la cual maneja las siguientes tecnologías: *php* que es el lenguaje de scripting el cual es utilizado para obtener e imprimir los datos que son enviados desde el controlador, *html* que es el lenguaje de marcado que define los elementos que se van a presentar en la vista para el usuario, *css* que es el código que define el estilo gráfico de la presentación de los elementos definidos anteriormente. Y finalmente el *javascript* que es el lenguaje de programación del lado del cliente el cual responde a interacciones básicas del usuario en la vista como: selección de un botón, cambio de una selección etc.

En el controlador encontramos básicamente código *php* estructurado el cual se encuentra definido en una clase con diferentes métodos y a su vez hereda propiedades de un clase padre de controlador con métodos generales.

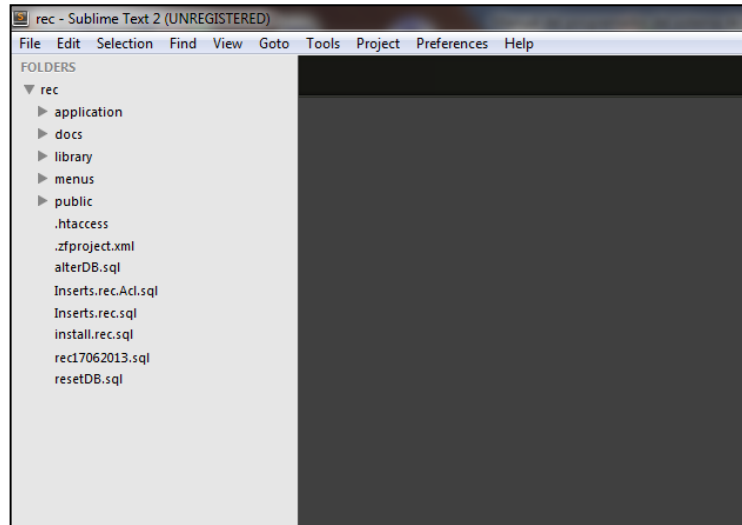
Finalmente en el modelo encontramos también solo código *php* estructurado el cual se encuentra definido como una clase la cual hereda métodos de acceso a la base de datos y se encuentran todas las operaciones que permiten realizar transacciones con la base de datos como el lista, insertar, actualizar y eliminar cualquier registro de determinada tabla dentro del modelo de la base de datos del proyecto.

## **Documentación del código**

Para iniciar el proceso de explicación del código primero es necesario que por medio de un editor de código importemos toda la carpeta del proyecto para así tener acceso a todas las secciones del código.

En este caso se utiliza sublime 2 el cual es un editor muy recomendado para este tiempo de proyectos a continuación vamos a observar el proyecto importado dentro de sublime:

Figura 23. Documentación del código, estructura 1.

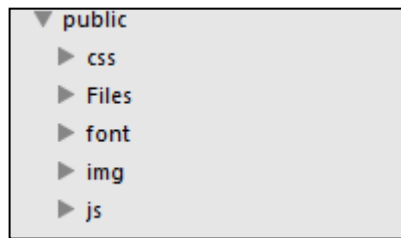


Como podemos observar en la parte derecha se lista el directorio que se describía anteriormente en el manual con todas las carpetas generales del proyecto.

### **Carpeta public**

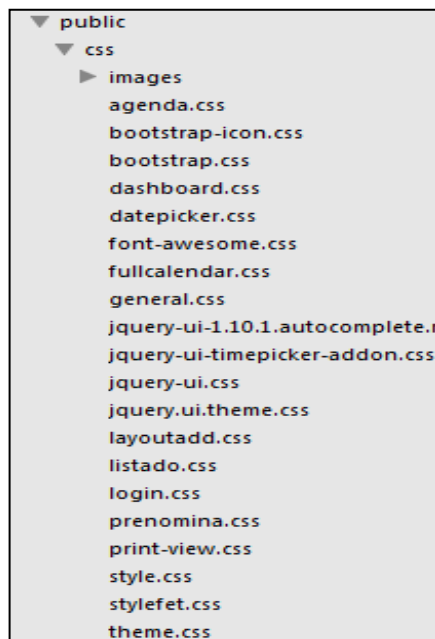
Para explicar a fondo la estructura del proyecto vamos a iniciar con la carpeta */public* donde se encuentran los archivos públicos para que el navegador pueda interpretar las vistas como el *css*, *javascript*, imágenes etc.

Figura 24. Documentación del código, estructura 2.



Vamos a iniciar con la carpeta `css` en donde se encuentran las hojas de estilo que se utilizan dentro de todo el proyecto. Estos archivos son necesarios para dar formato y estilo grafico a cada uno de los elementos de las diferentes vistas de la aplicación:

Figura 25. Documentación del código, estructura 3.



Los archivos principales del tema de la aplicación son style.css y theme.css aunque debido a que en el proyecto se integra un *framework front end* llamado *bootstrap* la mayoría de estilos gráficos están dados por el archivo:

Bootstrap.css

Figura 26. Documentación del código, archivo bootstrap.css.

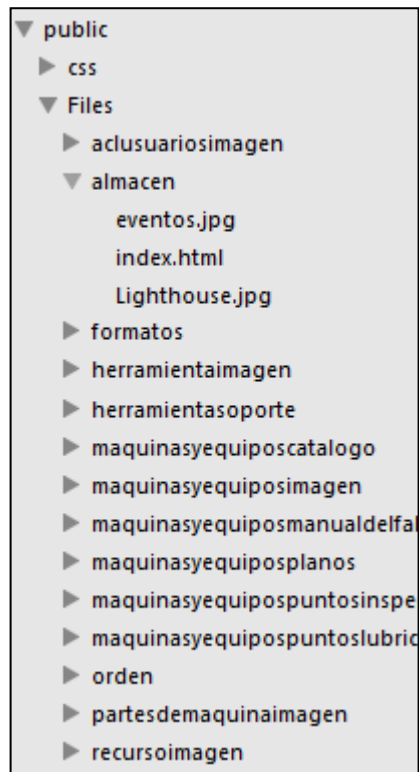
```
bootstrap.css
10
11 .clearfix{*zoom:1;}.clearfix:before,.clearfix:after{display:table;content:"";line-height:0;}
12 .clearfix:after{clear:both;}
13 .hide-text{font:0/0 a;color:transparent;text-shadow:none;background-color:transparent;border:0;}
14 .input-block-level{display:block;width:100%;min-height:30px;-webkit-box-sizing:border-box;-moz-box-sizing:border-box;box-sizing:bor
15 article,aside,details,figcaption,figure,footer,header,hgroup,nav,section{display:block;}
16 audio,canvas,video{display:inline-block;*display:inline;*zoom:1;}
17 audio:not([controls]){display:none;}
18 html{font-size:100%;-webkit-text-size-adjust:100%;-ms-text-size-adjust:100%;}
19 a:focus{outline:thin dotted #333;outline:5px auto -webkit-focus-ring-color;outline-offset:-2px;}
20 a:hover,a:active{outline:0;}
21 sub,sup{position:relative;font-size:75%;line-height:0;vertical-align:baseline;}
22 sup{top:-0.5em;}
23 sub{bottom:-0.25em;}
24 img{max-width:100%;width:auto\9;height:auto;vertical-align:middle;border:0;-ms-interpolation-mode:bicubic;}
25 #map_canvas img,.google-maps img{max-width:none;}
26 button,input,select,textarea{margin:0;font-size:100%;vertical-align:middle;}
27 button,input{*overflow:visible;line-height:normal;}
28 button::-moz-focus-inner,input::-moz-focus-inner{padding:0;border:0;}
29 button,html input[type="button"],input[type="reset"],input[type="submit"]{-webkit-appearance:button;cursor:pointer;}
30 label,select,button,input[type="button"],input[type="reset"],input[type="submit"],input[type="radio"],input[type="checkbox"]{cursor
31 input[type="search"]{-webkit-box-sizing:content-box;-moz-box-sizing:content-box;box-sizing:content-box;-webkit-appearance:textfield
32 input[type="search"]::-webkit-search-decoration,input[type="search"]::-webkit-search-cancel-button{-webkit-appearance:none;}
33 textarea{overflow:auto;vertical-align:top;}
34 @media print{*{text-shadow:none !important;color:#000 !important;background:transparent !important;box-shadow:none !important;} a,
35 a{color:#008000;text-decoration:none;}
36 a:hover,a:focus{color:#005580;text-decoration:underline;}
37 .img-rounded{-webkit-border-radius:6px;-moz-border-radius:6px;border-radius:6px;}
38 .img-polaroid{padding:4px;background-color:#fff;border:1px solid #ccc;border:1px solid rgba(0,0,0,0.2);-webkit-box-shadow:0 1px
39 .img-circle{-webkit-border-radius:500px;-moz-border-radius:500px;border-radius:500px;}
40 .row{margin-left:-20px;*zoom:1;}.row:before,.row:after{display:table;content:"";line-height:0;}
41 .row:after{clear:both;}
42 [class*="span"]{float:left;min-height:1px;margin-left:20px;}
43 .container,.navbar-static-top .container,.navbar-fixed-top .container,.navbar-fixed-bottom .container{width:940px;}
44 .span12{width:940px;}
45 .span11{width:860px;}
46 .span10{width:780px;}
47 .span9{width:700px;}
48 .span8{width:620px;}
49 .span7{width:540px;}
50 .span6{width:460px;}
```

Dentro de este archivo podemos encontrar las principales etiquetas y clases de nuestra aplicación y dentro de estas las diferentes reglas que le dan estilo a cada uno de los componentes. En la imagen podemos observar estilos que se dan a artículos, secciones, imágenes, botones etc.

Los documentos `css` restantes en su mayoría son estilos para componentes utilizados dentro del proyecto como por ejemplo el de la biblioteca `jquery-ui` el cual es un componente que brinda diferentes controles para las vistas por medio de `jquery`.

La siguiente sección que vamos a observar es la sección `/files` que es donde se encuentran todos los archivos públicos que cargamos por medio del sistema como por ejemplo las hojas de vida de la máquina.

Figura 27. Documentación del código, carpeta files.



Cada una de estas carpetas contiene los archivos de una sección en particular del sistema de información.

La última sección que podemos observar es la sección js/ la cual contiene los diferentes archivos javascript que se utilizan dentro de la plataforma y diferentes bibliotecas como jquery, bootstrap, jquery-ui y datatables.

Figura 28. Documentación del código, carpeta js.



Los principales scripts que utilizamos dentro de la plataforma son los siguientes:

Listado.js

Figura 29. Documentación del código, archivo Listado.js.

```
listado.js
1 $(document).ready(function(){
2
3     $(document).on("click", ".loadform", function(){
4         show_loader();
5         $(this).parents(".contentindex").load($(this).attr("request"), hide_loader);
6     });
7
8     $(document).on("click", ".saveandnew", function(){
9         var ButtonSave = $(this).parents(".form-actions").children(".saveform");
10        ButtonSave.attr("new", "true");
11        ButtonSave.click();
12    });
13
14    $(document).on("click", ".closeform", function(){
15        show_loader();
16        $(this).parents(".contentindex").parent().load($(this).parents(".contentindex").attr("request"), hide_loader);
17    });
18
19    $(document).on("click", ".deleteaction", function()
20    {
21        var tr = $(this).parents("tr");
22        var title = $(this).parent().attr("title");
23
24        _request = $(this).attr("request");
25        if (confirm("Esta seguro de eliminar el registro seleccionado ? : "+title)){
26            show_loader();
27            $.post(_request, function(data){
28                hide_loader();
29                if(data.id > 0){
30                    $('.notify').notify({message: { text: title+' :: Registro eliminando con exito' }}).show();
31                    tr.hide();
32                } else {
33                    $('.notify').notify({message: { text: title+' :: No se ha podido eliminar el registro debido a que tiene regist
34                }
35            });
36        });
37        // }).error(
38        // function() {
39        //     hide_loader();
40        //     alert("No fue posible eliminar este item. Por favor verifique que no tiene elementos relacionados.");
```

El cual define funciones y operaciones generales que se disparan ante ciertos eventos de los diferentes formularios de la plataforma como el oprimir un botón, o cambiar de selección.

scripts\_generales.js

Figura 30. Documentación del código, archivo scripts\_generales.js.

```
listado.js x scripts_generales.js x
1 $(document).ready(function(){
2     $('.dropdown-toggle').each(function(){
3         $(this).next("ul").addClass("dropdown-menu");
4         $(this).append('<b class="caret"></b>');
5         $(this).parent().addClass("dropdown");
6     });
7     $('.dropdown-toggle').dropdown();
8
9     $(document).on("click", ".loadmodal", function(){
10        var title = $(this).attr("title")+ " ";
11
12        if ($(this).parent().attr("title") != undefined) {
13            title += $(this).parent().attr("title")+ " ";
14        };
15
16        FormModal($(this).attr("request"), title)
17    });
18
19    $('#menu-loadperfil,#menu-loadpass').click(function(event){
20        event.preventDefault();
21        _control = $(this).attr("href");
22        FormModal(_control, "Mi perfil");
23
24    });
25
26
27 //Función para agregar un nuevo elemento desde la lista
28
29 $('select').change(function() {
30
31     alert("Nuevo elemento");
32
33     if($(this).val() == '-1')
34     {
35
36         alert("Nuevo elemento");
37     }
38
39 });
```

En este archivo también podemos observar diferentes funciones generales que se ejecutan de lado del cliente como cargar un componente, mostrar mensajes de alerta etc...

formularios.js

Figura 31. Documentación del código, archivo formularios.js.

```
listado.js x scripts_generales.js x formularios.js x
1 closevar idselect;
2 $(document).ready(function(){
3
4     loadpage();
5
6
7     $(document).on("click", "button.addmultiple",
8         function(){
9             var idfield = $(this).attr("idfield");
10            addFieldMulti(idfield, "");
11        }
12    );
13
14    $(document).on("click", "button.removemultiple",
15        function(){
16            $(this).parent().html("");
17        }
18    );
19
20    $(document).on("click", "button.addwidgetbuscar",
21        function(){
22            addwidgetbuscar($(this).attr("idfield"));
23        }
24    );
25
26    // $(document).on("click", "option.nuevoregistro",
27    //     function(){
28    //         _idselect=$(this).parent().attr('id');
29    //         _entidad = $("#"+_idselect).attr('entidad');
30    //         _modulo = $("#"+_idselect).attr('modulo');
31    //         _idModal = "modal"+_entidad;
32    //         MakeFormAdd(_idModal);
33    //
34    //         $('#'+_idModal+' > .modal-body').load(baseUrl+'/'+_modulo+"/"+_entidad+'/add',function(){
35    //             $("#submit"+_entidad).attr("accion","cerrarmodal");
36    //             $("#submit"+_entidad).attr("idselect",_idselect);
37    //             $("#submit"+_entidad).attr("modal","#"+_idModal);
38    //
39    //         });
40    //     });
```

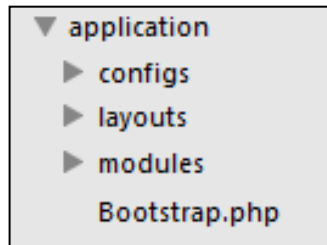
El cual tiene múltiples funciones utilizadas dentro de los formularios de cada una de las entidades de la plataforma.

### Carpeta application

Esta es la carpeta base del sistema donde se encuentra la mayor parte del código.

Dentro de la carpeta /application podemos encontrar tras subcarpetas:

Figura 32. Documentación del código, carpeta application.



- */config*: donde se encuentra el archivo de configuración global que editamos en los pasos de instalación de la plataforma.
- */layouts*: es donde se encuentran los archivos que generan el marco de las vistas de todas las partes de la aplicación.
- */modules*: donde se encuentran los códigos fuente de todos los módulos del sistema, tanto la vista, como el controlador, como el modelo.

## Layouts

Los *layouts* de la página son parte importante del sistema ya que definen los marcos dentro de los cuales se imprimen cada una de las secciones de la aplicación.

A continuación vamos a describir el archivo principal utilizado dentro de la mayoría de secciones de la plataforma:

## layout.phtml

Figura 33. Documentación del código, archivo layout.phtml

```
layout.phtml
1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="en">
3 <head>
4 <?php echo $this->headTitle(); ?>
5 <?php echo $this->headMeta(); ?>
6 <?php echo $this->headLink(); ?>
7
8 <!-- Le styles -->
9 <link href="<?php echo $this->baseUri() ?>/css/bootstrap.css" rel="stylesheet">
10 <link href="<?php echo $this->baseUri() ?>/css/bootstrap-icon.css" rel="stylesheet">
11 <!-- <link href="<?php echo $this->baseUri() ?>/css/font-awesome.css" rel="stylesheet" -->
12 <!-- <link href="<?php echo $this->baseUri() ?>/css/daterangepicker.css" rel="stylesheet" -->
13 <link href="<?php echo $this->baseUri() ?>/css/style.css" rel="stylesheet">
14 <!-- <link href="<?php echo $this->baseUri() ?>/css/jquery-ui-1.10.1.autocomplete.min.css" rel="stylesheet" -->
15 <link type="text/css" href="<?php echo $this->baseUri() ?>/css/jquery-ui.css" rel="stylesheet"/>
16 <link type="text/css" href="<?php echo $this->baseUri() ?>/css/jquery.ui.theme.css" rel="stylesheet"/>
17 <!-- <link type="text/css" href="<?php echo $this->baseUri() ?>/css/theme.css" rel="stylesheet"/> -->
18 <link type="text/css" href="<?php echo $this->baseUri() ?>/css/fullcalendar.css" rel="stylesheet"/>
19 <link href="<?php echo $this->baseUri() ?>/css/stylefet.css" rel="stylesheet">
20 <script src="<?php echo $this->baseUri() ?>/js/jquery.js"></script>
21 <script> baseUrl = "<?php echo $this->baseUri() ?>" </script>
22 </head>
23 <body>
24 <div class="navbar navbar-fixed-top navbar-inverse">
25 <div class="navbar-inner">
26 <div class="container-fluid">
27 <a class="brand" href="<?php echo $this->baseUri() ?>">rec</a>
28 <div class="nav-collapse">
29 <?php
30 $this->auth = new Zend_Session_Namespace('recZend_Auth');
31 $view = Zend_Controller_Front::getInstance()
32     ->getParam('bootstrap')
33     ->getResource('layout')
34     ->getView();
35 $navContainerConfig = new Zend_Config_Xml('../menus/menuprincipal.xml', 'nav');
36 $navContainer = new Zend_Navigation($navContainerConfig);
37 $view->navigation($navContainer)
38     ->setAcl($this->auth-> acl)
```

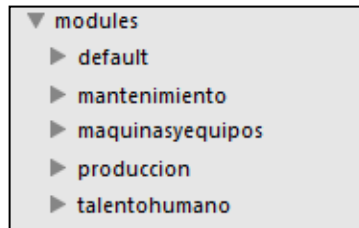
Como se puede observar dentro de este archivo se cargan todos los archivos que se encuentran en las carpetas públicas /css y /js.

Y se definen los componentes básicos del encabezado, la impresión del menú y el pie de página de la plataforma.

## Modules

Dentro de esta carpeta se encuentran todos los módulos del sistema a continuación se muestra una vista de los módulos existentes:

Figura 34. Documentación del código, carpeta modules.

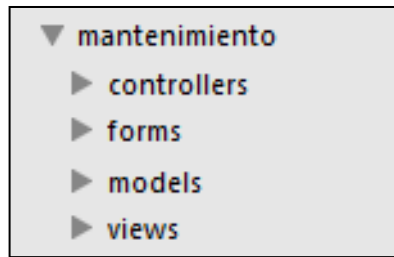


Como podemos ver esta el modulo default que es donde se encuentran los códigos de los componentes de usuarios, y parámetros generales. Mantenimiento que es donde se encuentra todo el código de la sección de mantenimiento de equipos como las órdenes de trabajo, órdenes de servicio etc..., máquinas y equipos que es donde se encuentra todo lo relacionado con las maquinas como las partes, puntos de lubricación etc... producción es donde encontramos parámetros como actividades, periodos etc... y finalmente el módulo de talento humano que es el que abarca los departamentos, cargos etc.

## Estructura de Modules

Cada uno de los módulos del sistema contiene cuatro subcarpetas las cuales son las siguientes:

Figura 35. Documentación del código, carpeta mantenimiento.

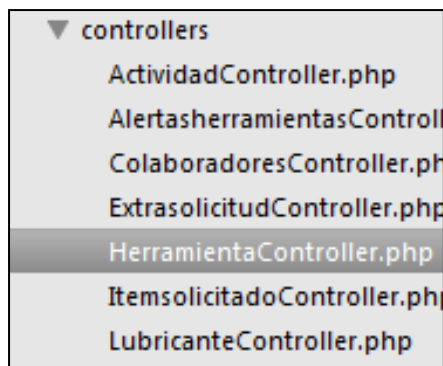


## Controladores

*/controllers*

Dentro de esta carpeta se encuentran cada uno de los controladores de las entidades del sistema es decir para cada entidad herramienta por ejemplo contamos con un controlador. El nombre de este controlador está definido por el nombre de la entidad seguido de la palabra “*Controller*” con extensión .php. Por ejemplo el nombre de del controlador de las herramientas es *herramientaController.php* como se observa a continuación:

Figura 36. Documentación del código, carpeta *controllers*.



Esta clase controlador es una de las más importantes ya que a través de esta se realizan las peticiones de las vistas, y las peticiones de acceso a los datos. Esta clase es de algún modo el canal de comunicación.

Vamos a observar el código del controlador de las herramientas.

Figura 37. Documentación del código, archivo *HerramientasController.php*.

```
HerramientaController.php x
1 <?php
2 class Mantenimiento_HerramientaController extends Zend_Controller_Action
3 {
4     Private $HerramientaDB;
5
6
7     public function init()
8     {
9         $this->view->titleheader = "Herramienta";
10        if($this->request->isXmlHttpRequest())
11            $this->_helper->layout()->disableLayout();
12        $this->HerramientaDB = Mantenimiento_Model_HerramientaMapper::getInstance();
13        $this->_redirector = $this->_helper->getHelper('Redirector');
14    }
15    public function indexAction()
16    {
17        $formBuscar = new Mantenimiento_Form_Herramientabuscar();
18        $formData = $this->_getAllParams();
19        $filterreceived = "";
20        if ($formBuscar->isValid($formData)){
21            $this->HerramientaDB->populateFiltros($formBuscar->getValues());
22        }
23        $this->view->formBuscar = $formBuscar;
24        $this->view->pagination = $this->HerramientaDB->getPaginator($this->_getParam('irapagina',1),$this->_getParam('nregistros',1));
25        $this->view->permisos = $this->getPermisosBotonera();
26    }
27    /**
28     * Acción que permite ver los datos en detalle para un registro de Herramienta
29     * El resgistro a ver es recibido con el parametro id => $id.
30     *
31     * @return View
32     * @author EasyDev:Team
33     */
34    public function detailAction()
35    {
36        $id = $this->getRequest()->getParam('id');
37        $obj = $this->HerramientaDB->getId($id);
38        $this->view->datos = $obj;
39    }
40 }
```

Como podemos observar esta clase hereda propiedades de la clase abstracta *Zend\_Controller\_Action* que se encuentra definida en el *framework*.

Dentro de la clase se encuentra el método *init()* el cual es el método de inicialización de la clase el cual construye un objeto de acceso al modelo de las herramientas y lo asigna a una variable de la clase.

Dentro de esta clase también podemos encontrar un conjunto de métodos que finalizan con el sufijo “*Action*”, estos métodos son acciones las cuales son llamadas mediante métodos *get()* o *post()* en el navegador.

Vamos a observar un ejemplo de cómo acceder a la acción `index` de herramientas:

Como podemos observar la `url` raíz del proyecto es:

`http://localhost/rec/public/`

Y para acceder a un módulo específico debemos añadir a la `url` el nombre del módulo en este caso “mantenimiento”, quedando la `url` de la siguiente forma:

`http://localhost/rec/public/mantenimiento`

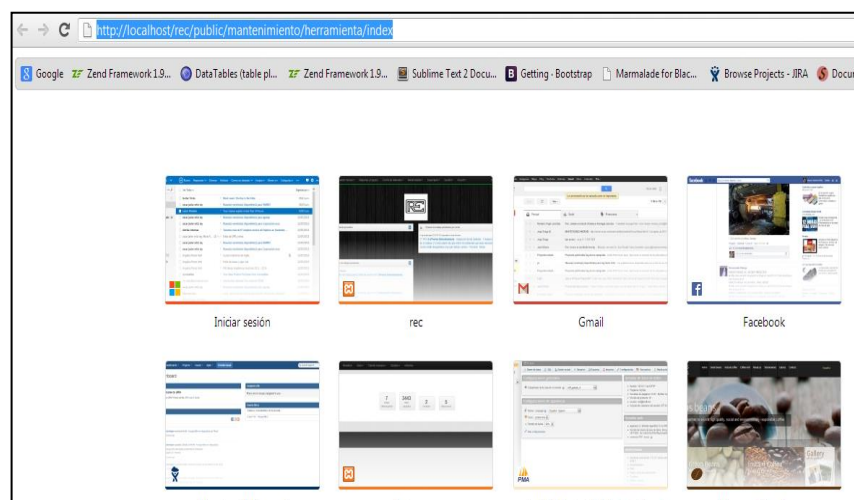
A continuación añadimos a la `url` el nombre de la entidad con la que queremos trabajar del módulo en este caso “herramienta”, quedando la `url` de la siguiente forma:

`http://localhost/rec/public/mantenimiento/herramienta/`

Finalmente añadimos a la `url` la acción del controlador que queremos ejecutar en este caso vamos a ejecutar la acción `index` que nos debe enviar a la vista de la lista de herramientas existentes:

`http://localhost/rec/public/mantenimiento/herramienta/index`

Figura.38 Documentación del código, ruta de herramienta `index`.



Y una vez realizamos la petición se ejecuta la acción `index` del controlador la cual realiza una petición a la base de datos y trayendo el listado de las herramientas y direcciona a la vista de la acción `index` de la herramienta la cual imprime el listado de las herramientas obtenidas. La estructura de la vista y el modelo la podemos observar más adelante.

Figura 39. Documentación del código, vista herramienta `index`.



Cada una de estas acciones definidas dentro de la clase del controlador puede ser ejecutada por medio de llamados del navegador, realizando diferentes transacciones en el modelo y llama a diferentes vistas.

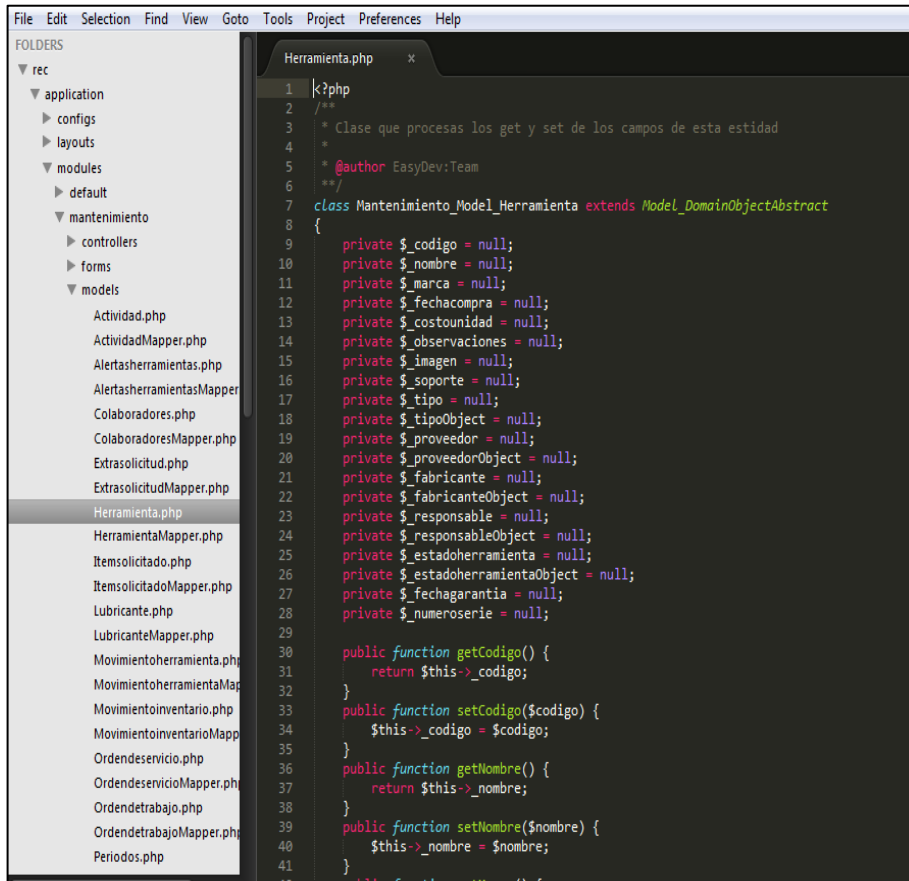
## Modelos

*/models*

Dentro de esta carpeta se encuentran todos los modelos de cada una de las entidades del sistema, para cada entidad se generan dos clases; La primera es la clase que representa el atributo dentro del código es decir la clase mediante la cual creamos un objeto de la entidad.

Generalmente esta clase tiene el nombre del atributo seguido de la extensión `.php`

Figura 40. Documentación del código, archivo `Herramienta.php`.



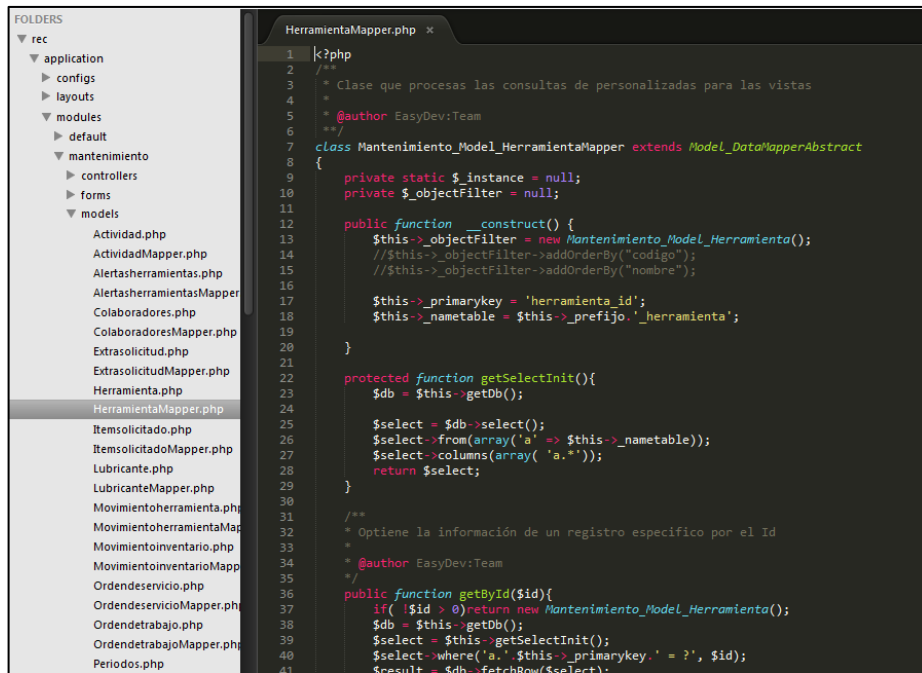
```
File Edit Selection Find View Goto Tools Project Preferences Help
FOLDERS
▼ rec
  ▼ application
  ► configs
  ► layouts
  ▼ modules
  ► default
  ▼ mantenimiento
    ► controllers
    ► forms
    ▼ models
      Actividad.php
      ActividadMapper.php
      Alertasherramientas.php
      AlertasherramientasMapper.php
      Colaboradores.php
      ColaboradoresMapper.php
      Extrasolicitud.php
      ExtrasolicitudMapper.php
      Herramienta.php
      HerramientaMapper.php
      Itemsolicitado.php
      ItemsolicitadoMapper.php
      Lubricante.php
      LubricanteMapper.php
      Movimientoherramienta.php
      MovimientoherramientaMapper.php
      Movimientoinventario.php
      MovimientoinventarioMapper.php
      Ordendeservicio.php
      OrdendeservicioMapper.php
      Ordendetrabajo.php
      OrdendetrabajoMapper.php
      Periodos.php
Herramienta.php
1 <?php
2 /**
3  * Clase que procesas los get y set de los campos de esta entidad
4  *
5  * @author EasyDev:Team
6  */
7 class Mantenimiento_Model_Herramienta extends Model_DomainObjectAbstract
8 {
9     private $codigo = null;
10    private $nombre = null;
11    private $marca = null;
12    private $fechacompra = null;
13    private $costounidad = null;
14    private $observaciones = null;
15    private $imagen = null;
16    private $soporte = null;
17    private $tipo = null;
18    private $tipoObject = null;
19    private $proveedor = null;
20    private $proveedorObject = null;
21    private $fabricante = null;
22    private $fabricanteObject = null;
23    private $responsable = null;
24    private $responsableObject = null;
25    private $estadoherramienta = null;
26    private $estadoherramientaObject = null;
27    private $fechagarantia = null;
28    private $numeroserie = null;
29
30    public function getCodigo() {
31        return $this->codigo;
32    }
33    public function setCodigo($codigo) {
34        $this->codigo = $codigo;
35    }
36    public function getNombre() {
37        return $this->nombre;
38    }
39    public function setNombre($nombre) {
40        $this->nombre = $nombre;
41    }
42    public function getMarca() {
43
```

Esta clase tiene definidos todos los atributos de la entidad representadas como variables y también tiene definidos los métodos de acceso y modificación de estos atributos por medio de métodos `get()` y `set()`.

La segunda clase que encontramos dentro de esta carpeta `models` es la clase de mapeo o `mapper` de la base de datos. Dentro de esta se definen todas las transacciones y operaciones que la entidad realiza con la base de datos.

Generalmente está definida por el nombre de la entidad seguido de la palabra “Mapper” junto con la extensión .php.

Figura 41. Documentación del código, archivo *HerramientaMapper.php* 1.



```
1 <?php
2 /**
3  * Clase que procesas las consultas de personalizadas para las vistas
4  *
5  * @author EasyDev:Team
6  */
7 class Mantenimiento_Model_HerramientaMapper extends Model_DataMapperAbstract
8 {
9     private static $_instance = null;
10    private $_objectFilter = null;
11
12    public function __construct() {
13        $this->objectFilter = new Mantenimiento_Model_Herramienta();
14        //$this->objectFilter->addOrderBy("codigo");
15        //$this->objectFilter->addOrderBy("nombre");
16
17        $this->primaryKey = 'herramienta_id';
18        $this->nametable = $this->prefijo.'herramienta';
19    }
20
21
22    protected function getSelectInit(){
23        $db = $this->getDb();
24
25        $select = $db->select();
26        $select->from(array('a' => $this->nametable));
27        $select->columns(array('a.*'));
28        return $select;
29    }
30
31    /**
32     * Optiene la información de un registro específico por el Id
33     *
34     * @author EasyDev:Team
35     */
36    public function getById($id){
37        if ($id > 0) return new Mantenimiento_Model_Herramienta();
38        $db = $this->getDb();
39        $select = $this->getSelectInit();
40        $select->where('a.' . $this->primaryKey . ' = ?', $id);
41        $result = $db->fetchRow($select);
```

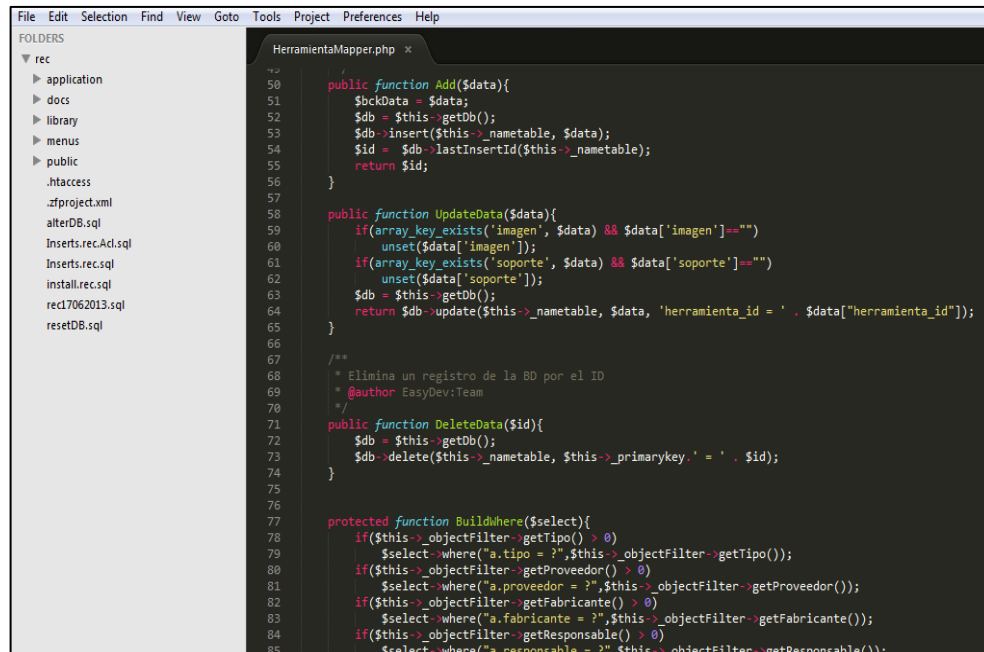
Como podemos observar esta clase hereda atributos y métodos de la clase abstracta *DataMapperAbstract* definida en el framework de donde obtiene diferentes métodos que son los drivers para el acceso a la base de datos.

Dentro de esta clase se encuentra una constructor el cual es el método - *construct()*- mediante el cual se define la llave primaria de la tabla y el nombre de la tabla sobre la cual realizaremos transacciones.

El método *getSelectInit()* nos construye un objeto *select* para la entidad en donde nos trae todo el listado de elementos de la tabla.

El método `getById($id)` devuelve un objeto de la entidad de acuerdo al identificador que se envía como parámetro en el método.

Figura 42. Documentación del código, archivo *HerramientaMapper.php* 1.



```
50 public function Add($data){
51     $objData = $data;
52     $db = $this->getDb();
53     $db->insert($this->_nometable, $data);
54     $id = $db->lastInsertId($this->_nometable);
55     return $id;
56 }
57
58 public function UpdateData($data){
59     if(array_key_exists('imagen', $data) && $data['imagen']!="")
60         unset($data['imagen']);
61     if(array_key_exists('soporte', $data) && $data['soporte']!="")
62         unset($data['soporte']);
63     $db = $this->getDb();
64     return $db->update($this->_nometable, $data, 'herramienta_id = ' . $data["herramienta_id"]);
65 }
66
67 /**
68  * Elimina un registro de la BD por el ID
69  * @author EasyDev:Team
70  */
71 public function DeleteData($id){
72     $db = $this->getDb();
73     $db->delete($this->_nometable, $this->_primarykey.' = ' . $id);
74 }
75
76
77 protected function BuildWhere($select){
78     if($this->_objectFilter->getTipo() > 0)
79         $select->where("a.tipo = ?", $this->_objectFilter->getTipo());
80     if($this->_objectFilter->getProveedor() > 0)
81         $select->where("a.proveedor = ?", $this->_objectFilter->getProveedor());
82     if($this->_objectFilter->getFabricante() > 0)
83         $select->where("a.fabricante = ?", $this->_objectFilter->getFabricante());
84     if($this->_objectFilter->getResponsable() > 0)
85         $select->where("a.responsable = ?", $this->_objectFilter->getResponsable());
```

También dentro de esta misma clase encontramos los métodos `Add($data)` el cual es el método que realiza una inserción de un registro de la entidad en la base de datos de acuerdo a la información enviada desde un formulario de la entidad. El método `UpdateData($data)` actualiza la información del registro de acuerdo a los datos del formulario que se quiere actualizar. El método `DeleteData($id)` el cual elimina un registro de la tabla de la entidad de acuerdo a un id enviado como parámetro. Finalmente podemos observar el método `BuildWhere($select)` que de acuerdo a los filtros que tenga el objeto añade cláusulas `where` al `query` de selección.

Figura 43. Documentación del código, código métodos del mapper 1.

```
public function _populate($data){
    $object = new Mantenimiento_Model_Herramienta();
    if($data == null)return $object;
    $label = null;
    if(array_key_exists("herramienta_id", $data))$object->setId($data["herramienta_id"]);
    if(array_key_exists("codigo", $data))$object->setCodigo($data["codigo"]);
    if(array_key_exists("nombre", $data))$object->setNombre($data["nombre"]);
    if(array_key_exists("marca", $data))$object->setMarca($data["marca"]);
    if(array_key_exists("fechacompra", $data))$object->setFechacompra($data["fechacompra"]);
    if(array_key_exists("costounidad", $data))$object->setCostounidad($data["costounidad"]);
    if(array_key_exists("observaciones", $data))$object->setObservaciones($data["observaciones"]);
    if(array_key_exists("imagen", $data))$object->setImagen($data["imagen"]);
    if(array_key_exists("soporte", $data))$object->setSoporte($data["soporte"]);
    if(array_key_exists("fechagarantia", $data))$object->setFechagarantia($data["fechagarantia"]);
    if(array_key_exists("numeroserie", $data))$object->setNumeroserie($data["numeroserie"]);
    if(array_key_exists("tipo", $data)){
        $object->setTipo($data["tipo"]);
        // $enlistado = true;
        if($this->getPerezoso()){
            $AgrupacionDB = new Model_AgrupacionMapper();
            $AgrupacionDB->setPerezoso(false);
            $objectRelacion = $AgrupacionDB->getById(0);

            $objectRelacion = $AgrupacionDB->getById($data["tipo"]);
            $object->setTipoObject($objectRelacion);
        }
    }
}
```

También podemos observar otro métodos como el `_populate($data)` el cual construye un objeto de la entidad a partir de una arreglo de datos enviados como parámetros.

Figura 44. Documentación del código, código métodos del mapper 2.

```
/**
 * public function _depopulate($object){
 *     $array = array();
 *     if($object == null)return $array;
 *     $array["herramienta_id"] = $object->getId();
 *     $array["codigo"] = $object->getCodigo();
 *     $array["nombre"] = $object->getNombre();
 *     $array["marca"] = $object->getMarca();
 *     $array["fechacompra"] = $object->getFechacompra();
 *     $array["costounidad"] = $object->getCostounidad();
 *     $array["observaciones"] = $object->getObservaciones();
 *     $array["imagen"] = $object->getImagen();
 *     $array["soporte"] = $object->getSoporte();
 *     $array["tipo"] = $object->getTipo();
 *     $array["proveedor"] = $object->getProveedor();
 *     $array["fabricante"] = $object->getFabricante();
 *     $array["responsable"] = $object->getResponsable();
 *     $array["estadoherramienta"] = $object->getEstadoherramienta();
 *     $array["numeroserie"] = $object->getNumeroserie();
 *     $array["fechagarantia"] = $object->getFechagarantia();
 *     return $array;
 * }
 *
 * @author EasyDev:Team
 */
public function _populateFiltros($data){
    $this->objectFilter = new Mantenimiento_Model_Herramienta();
    if($data == null)return;
    $this->setPerezoso(false);
    $this->objectFilter = $this->populate($data);
    if(array_key_exists("buscar", $data)) $this->objectFilter->setFbus
    if(array_key_exists("sort", $data) && count($data["sort"]) > 0) $th
```

El método `_depopulate($object)` realiza la acción contraria al método anterior convirtiendo un objeto de una entidad específica en un arreglo de datos.

También podemos observar el método `_populateFiltros($data)` el cual obtiene un arreglo de datos y los envía al `objecFilter` para ser tomados en cuenta en el método `buildWhere()`.

Figura 45. Documentación del código, código métodos del *mapper* 3.

```

* @author EasyDev:Team
**/
public function getList($perezoso = true){
    $select = $this->getListSelect();
    $stmt = $select->query();
    $objects = array();
    $this->setPerezoso($perezoso);
    foreach ($stmt->fetchAll() as $row){
        $objects[] = $this->_populate($row);
    }
    return $objects;
}

public function getPaginator($page, $registro){
    $paginator = new Zend_Paginator(new Zend_Paginator_Adapter_DbSelect($this->getListSelect()));
    $paginator->setItemCountPerPage($registro->setCurrentPageNumber($page));
    $paginator->_objects = array();
    $this->setPerezoso(true);
    foreach ($paginator as $row){
        $paginator->_objects[] = $this->_populate($row);
    }
    return $paginator;
}

/**
 * Reinicia el objeto de filtros.
 *
 * @author EasyDev:Team
 **/
public function CleanFilter(){
    $this->_objectFilter = new Mantenimiento_Model_Herramienta();
}

```

Finalmente podemos observar los métodos `getList()` el cual obtiene el listado de objetos de la entidad y el método `getPaginator($page, $registro)` el cual obtiene una cantidad de objetos de la entidad de acuerdo a un paginador un número registros a retornar. Por último observamos el método `CleanFilter()` el cual limpia los filtros enviados al modelo.

## Forms

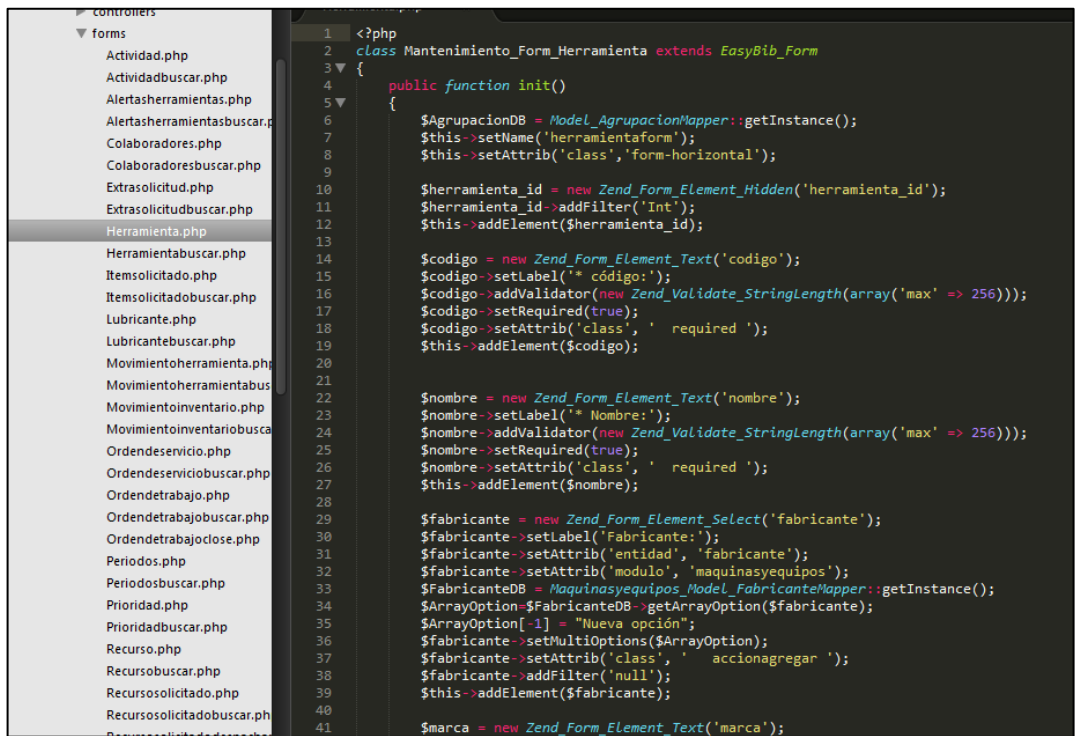
/forms

Dentro de la carpeta /forms encontramos todas las clases de formulario de las entidades, estas clases representan a las entidades como formularios definiendo cada uno de sus atributos como un determinado campo. Ya sea como área de texto, campo de texto, línea de selección, campo de chequeo etc.

Generalmente esta clase tiene el nombre del atributo junto con la extensión “.php”.

A continuación se muestra la clase herramienta.php.

Figura 46. Documentación del código, archivo herramienta.php 1.



```
1 <?php
2 class Mantenimiento_Form_Herramienta extends EasyBib_Form
3 {
4     public function init()
5     {
6         $AgrupacionDB = Model_AgrupacionMapper::getInstance();
7         $this->setName('herramientaform');
8         $this->setAttrib('class','form-horizontal');
9
10        $herramienta_id = new Zend_Form_Element_Hidden('herramienta_id');
11        $herramienta_id->addFilter('Int');
12        $this->addElement($herramienta_id);
13
14        $codigo = new Zend_Form_Element_Text('codigo');
15        $codigo->setLabel('* código:');
16        $codigo->addValidator(new Zend_Validate_StringLength(array('max' => 256)));
17        $codigo->setRequired(true);
18        $codigo->setAttrib('class', ' required ');
19        $this->addElement($codigo);
20
21
22        $nombre = new Zend_Form_Element_Text('nombre');
23        $nombre->setLabel('* Nombre:');
24        $nombre->addValidator(new Zend_Validate_StringLength(array('max' => 256)));
25        $nombre->setRequired(true);
26        $nombre->setAttrib('class', ' required ');
27        $this->addElement($nombre);
28
29        $fabricante = new Zend_Form_Element_Select('fabricante');
30        $fabricante->setLabel('Fabricante:');
31        $fabricante->setAttrib('entidad', 'fabricante');
32        $fabricante->setAttrib('modulo', 'maquinasyequipos');
33        $FabricanteDB = Maquinasyequipos_Model_FabricanteMapper::getInstance();
34        $ArrayOption=$FabricanteDB->getArrayOption($fabricante);
35        $ArrayOption[-1] = "Nueva opción";
36        $fabricante->setMultiOptions($ArrayOption);
37        $fabricante->setAttrib('class', ' accionagregar ');
38        $fabricante->addFilter('null');
39        $this->addElement($fabricante);
40
41        $marca = new Zend_Form_Element_Text('marca');
```

Como se puede observar esta clase hereda métodos y atributos de la clase función *EasyBib\_form*. La función principal de esta clase es la función *init()* la cual obtiene objetos del modelo y a partir de estos define un elemento del formulario para cada atributo de la entidad.

Figura 47. Documentación del código, archivo herramienta.php 2.

```
        $responsable->setAttr('id', 'usuario', 'default');
        $AclusuariosDB = Model_AclusuariosMapper::getInstance();
        $ArrayOption=$AclusuariosDB->getArrayOption($responsable);
        $ArrayOption[-1] = "Nueva opción";
        $responsable->setMultiOptions($ArrayOption);
        $responsable->setRequired(true);
        $responsable->setAttrib('class', 'required accionagregar');
        $responsable->addFilter('null');
        $this->addElement($responsable);

        $cancel = new Zend_Form_Element_Button('cancelherramienta');
        $cancel->setLabel('Cancelar');
        $cancel->setAttrib('class', 'btn closeform');
        $this->addElement($cancel);

        $submit = new Zend_Form_Element_Submit('submitherramienta');

        $submit->setLabel('Guardar');
        $submit->setAttrib('class', 'btn btn-primary saveform');
        $this->addElement($submit);

        $this->addDisplayGroup(array("submitherramienta", "cancelherramienta"), 'submitherramientagroup');
        // set decorators
        EasyBib_Form_Decorator::setFormDecorator($this, EasyBib_Form_Decorator::BOOTSTRAP, 'submitherramienta', 'cancelherramienta')
    }

    public function _populateHidden($data)
    {
        return $data;
    }
}
```

También define los botones del formulario y agrupa campos por medio de un *DisplayGroup*, también añade los estilos de los campos del formulario por medio de la clase global *EasyBib\_Form\_Decorator::setFormDecorator()* donde se define a *bootstrap* como el estilo grafico de los botones.

Finalmente encontramos el método `_populateHidden($data)` el cual envía los datos desde un arreglo a los campos del formulario.

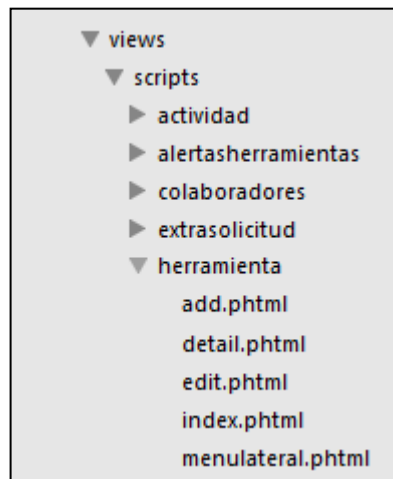
Esta clase de formulario se utiliza tanto en la vista para imprimir el formulario, como en el controlador para enviar el formulario a la vista o los datos de este al modelo.

## Views

`/views`

Dentro de esta carpeta se encuentran los archivos de vistas de todas las entidades por carpetas por ejemplo los archivos de vistas de las herramientas los podemos encontrar dentro de la carpeta `scripts` y la subcarpeta `herramienta`.

Figura 48. Documentación del código, carpeta views.



Como podemos observar dentro esta carpeta encontramos archivos con extensión *.phtml* y cada una de estas vista corresponden a una acción del controlador por ejemplo la vista *index.phtml* corresponde al método *indexAction()* del controlador y su función es imprimir en la vista el listado de las herramientas.

A continuación vamos a observar el código de la vista:

Figura 49. Documentación del código, archivo *index.phtml* 1.

```
index.phtml
1 <script>
2 $(document).ready(function(){
3     $("#herramientamodalbuscar").modal('hide');
4     reloadgrid();
5 });
6 </script>
7 <div id="herramientaindex" class="box contentindex" filterreceived="<?php echo $this->filterreceived; ?>" request="<?php echo $
8 this->baseUrl() ?>/mantenimiento/herramienta/index/<?php echo $this->filterreceived; ?>">
9 <div class="box-header navbar-inner">
10 <h3><i class="icon-align-justify"></i><span class="break"></span> Listado Herramienta</h3>
11 <div class="box-icon btn-group">
12 <a class="btn" type="button" title="Buscar" href="#herramientamodalbuscar" data-toggle="modal" > <i class="icon-
13 search"></i> </a>
14 <?php if($this->permisos["add"]): ?>
15 <a id="newherramienta" href="#newherramienta" class="btn btn-success loadform" title="Nuevo" type="button" request="
16 <?php echo $this->baseUrl() ?>/mantenimiento/herramienta/add/<?php echo $this->filterreceived; ?>" > <i class="
17 icon-plus"></i></a>
18 <?php endif ?>
19 <button class="btn btn-inverse" title="Descargar a Excel" onclick="tableToExcel('herramientaTable')" type="button"><
20 i class="icon-download icon-white"></i></button>
21 <button class="btn btn-info" title="Imprimir" onclick="window.print();" type="button"> <i class="icon-print"></i></
22 button>
23 </div>
24 </div>
25 <div class="box-content">
26 <table id="herramientaTable" class="table table-striped table-condensed " formBuscar="herramientaformbuscar" >
27 <thead >
28 <tr>
29 <th class="sort" sort="codigo" >Código</th>
30 <th class="sort" sort="nombre" >Nombre</th>
31 <th class="sort" sort="fabricante" >Fabricante</th>
32 <th class="sort" sort="Modelo" >Modelo</th>
33 <th class="sort" sort="proveedor" >Proveedor</th>
34 <th class="sort" sort="costounidad" >Costo por unidad</th>
35 <th class="sort" sort="tipo" >Tipo herramienta</th>
36 <th class="sort" sort="estadoherramienta" >Estado herramienta</th>
37 <th class="no-print" width="126px">Acciones</th>
38 </tr>
39 </thead>
40 <tbody>
41 <?php foreach ($this->pagination->objects as $obj) : ?>
```

En la parte superior podemos observar el código *javascript* dado por las etiquetas *<script></script>* este código cuando está directamente en una de las vista se utiliza para realizar acciones específicas que solo aplican a la vista a la cuales estamos utilizando.

Seguido de esto podemos observar el código *html* de la vista donde se encuentran varios contenedores *div* los cuales tiene atributos de clase que se relacionan con clases específicas del *framework front end bootstrap*.

Para buscar más información acerca de este *framework* se puede acceder la documentación de *bootstrap* por medio del siguiente enlace:

<http://getbootstrap.com/>

Figura 50. Documentación del código, archivo herramienta.php 2.

```
index.phtml
33 </thead>
34 <tbody>
35 <?php foreach ($this->pagination->_objects as $obj) : ?>
36 <tr>
37 <td>
38 <?php echo $obj->getCodigo(); ?>
39 </td>
40 <td>
41 <?php echo $obj->getNombre(); ?>
42 </td>
43 <td>
44 <?php echo $obj->getFabricanteObject()->get_Label_model(); ?>
45 </td>
46 <td>
47 <?php echo $obj->getMarca(); ?>
48 </td>
49 <td>
50 <?php echo $obj->getProveedorObject()->get_Label_model(); ?>
51 </td>
52 <td>
53 <?php echo $obj->getCostounidad(); ?>
54 </td>
55 <td>
56 <?php echo $obj->getTipoObject()->get_Label_model(); ?>
57 </td>
58 <td>
59 <?php echo $obj->getEstadoherramientaObject()->get_Label_model(); ?>
60 </td>
61 <td class="no-print" >
62 <div class="btn-group" title="<?php echo $obj->get_Label_Model() ?>">
63 <?php if($this->permisos["edit"]): ?>
64 <button title="Editar" class="btn btn-warning loadform" type="button"
65 /mantenimiento/herramienta/edit/id/<?php echo $obj->getId() ?>" ><i>
66 <?php endif ?>
67 <?php if($this->permisos["menulateral"]): ?>
68 <a title="Proceso" class="btn btn-primary" href="<?php echo $this
```

Como se observa en la imagen anterior en este archivo también se utiliza código *php* en este caso el código *php* se utiliza para recorrer el listado de datos e imprimir los campos de cada objeto de este listado.

Como podemos observar cada una las vistas maneja el mismo formato dentro del cual se realizan impresiones de campos o datos de formularios.