

DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
LOS ACTIVOS DE LA DIVISIÓN DE PLANTA FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL DE SANTANDER

DIEGO ARMANDO GÓMEZ MÁRQUEZ

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

2014

DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
LOS ACTIVOS DE LA DIVISIÓN DE PLANTA FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL DE SANTANDER

DIEGO ARMANDO GÓMEZ MÁRQUEZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Mecánico

Director

ISNARDO GONZÁLEZ JAIMES

Ingeniero Mecánico

Codirector

IVÁN AUGUSTO ROJAS

Ingeniero Civil

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

2014

DEDICATORIA

A María Antonia, mi madre, por su inquebrantable fe en la superación de sus hijos, por su apoyo y amor incondicional, sin ella nada habría sido posible, por eso dedico a ella este trabajo y logro personal, junto con la promesa de que cosas más grandes vendrán, cosas más grandes verá.

A mis hermanos, Elkin Mauricio, Adriana Carolina y Juan Pablo, por su apoyo en esos momentos difíciles, por los buenos momentos vividos y los mejores que vendrán, juntos seremos el orgullo de mamá.

AGRADECIMIENTOS

Muchas personas han contribuido a la culminación de esta etapa, sin embargo, el autor hace un especial reconocimiento a:

Yurley Cristina Villamizar, profesional de la DPF, cuya colaboración fue vital para llevar a buen término este trabajo.

Al ingeniero Juan Gómez, y su canal de YouTube “píldoras informáticas”, quien desde Madrid (España) colaboró en el desarrollo de la aplicación.

A los trabajadores de la DPF, quienes brindaron sus conocimientos y experiencias para llevar a buen término este trabajo.

A mis amigas de universidad Genny, Leidy, Lorena y Karol, así como a sus familias, por haberme brindado su amistad y recibirme en el seno de sus hogares, para ellos, mi eterna gratitud.

A Fredy Ramírez, mi hermano de pensamiento, por no perder la fe en la humanidad, y Doña Mirian por su amor, comprensión y paciencia en todos estos años.

A Manuel R, Federico, María Jose, Inés María, Daniela, Mariana, Juan R y Catalina, porque en el intento de enseñarles he aprendido demasiado; y a Manuel Galán, Luz Marina, Claudia Vargas, Oscar Mantilla, Claudia Manrique, Rosana, Orlando, y Adriana, por confiar en mi tan delicada labor. A todos ustedes mis más sinceros agradecimientos.

Por último, y no menos importante, a la Señora Devora, por su amor de madre sin ser yo su hijo, y Don Rafael, por eso buenos momentos vividos, han sido ellos una segunda familia para mí, para ellos mi gratitud.

A todos, gracias... totales...

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	18
1.1.	MISIÓN DE LA DPF.....	18
1.2.	VISIÓN DE LA DPF	19
1.3.	OBJETIVOS DE LA DIVISIÓN.....	19
1.4.	RESEÑA HISTÓRICA.....	20
1.5.	FUNCIONES DE LOS GRUPOS DE LA DPF.....	21
1.6.	RECURSO HUMANO.....	26
1.7.	UBICACIÓN.....	27
1.8.	OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO	28
1.8.1.	Objetivo general.....	28
1.8.2.	Objetivos específicos	29
1.9.	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE LA DPF	29
2.	ESTADO DEL MANTENIMIENTO	31
2.1.	TIPOS DE MANTENIMIENTO	32
2.1.1.	Mantenimiento correctivo.....	33
2.1.2.	Mantenimiento periódico.....	33
2.1.3.	Mantenimiento preventivo (MP).....	33
2.1.4.	Manteniendo productivo total (TPM).....	35
2.2.	DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA DPF.....	36
2.2.1.	Programación de actividades.....	38
2.2.2.	Almacenamiento y gestión de repuestos e insumos de mantenimiento.	38

2.2.3.	Estado actual de la documentación técnica.....	39
2.2.4.	Apoyo informático.....	40
2.2.5.	Uso de mantenimiento outsourcing.	40
2.3.	OBJETIVOS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO ..	40
3.	PROPUESTA PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE LA DPF	43
3.1.	INVENTARIO.....	43
3.2.	IDENTIFICACIÓN Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS	44
3.3.	HOJAS DE VIDA DE LOS EQUIPOS	47
3.4.	ANÁLISIS DE CRITICIDAD	47
3.4.1.	Objetivos del análisis de criticidad	49
3.4.2.	Parámetros para la criticidad	50
3.5.	RUTINAS DE MANTENIMIENTO, INSPECCIÓN Y LIMPIEZA	53
4.	PROPUESTA PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LOS VEHÍCULOS DE LA DPF	62
4.1.	INVENTARIO DE VEHÍCULOS	62
4.2.	CODIFICACIÓN DE VEHÍCULOS	63
4.3.	FICHAS TÉCNICAS E HISTORIALES DE VEHÍCULOS	64
4.4.	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PARA LOS VEHÍCULOS ...	67
5.	DESARROLLO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS ACTIVOS DE LA PDF.....	72
5.1.	CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN.....	74
5.1.1.	Soporte a actividades operativas.....	75
5.1.2.	Soporte a las decisiones y control.	75
5.1.3.	Procesamiento de transacciones.....	75
5.1.4.	Sistemas manuales.....	76

5.1.5.	Sistemas computarizados.....	76
5.2.	SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO	76
5.2.1.	Objetivos del sistema de información.	78
5.3.	DEFINICIÓN DE LOS REQUISITOS	79
5.3.1.	Módulo de fichas técnicas.....	80
5.3.2.	Módulo de órdenes de trabajo.	81
5.3.3.	Módulo de historial de mantenimiento.	84
5.3.4.	Módulo de indicadores e informes.	85
5.4.	HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LAS MÁQUINAS.....	86
5.4.1.	Desarrollo del módulo ficha técnica de equipos.....	89
5.4.2.	Desarrollo del módulo para órdenes de trabajo.	91
5.4.3.	Desarrollo del módulo para historial de mantenimiento.	93
5.4.4.	Desarrollo del módulo de solicitudes de servicio.	95
5.4.5.	Desarrollo del módulo de indicadores para máquinas.	97
5.5.	HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LOS VEHÍCULOS.....	99
5.5.1.	Desarrollo del módulo fichas técnicas de vehículos	100
5.5.2.	Desarrollo del módulo para órdenes de trabajo.	102
5.5.3.	Desarrollo del módulo historial para vehículos.	104
5.5.4.	Desarrollo del módulo de solicitud de servicio para vehículos.....	106
5.5.5.	Desarrollo del módulo de indicadores para vehículos.....	108
5.6.	REALIZACIÓN DE PRUEBAS	110
5.6.1.	Pruebas de validación.....	111
5.6.2.	Pruebas de integración.	113
6.	ESTRATEGIAS DE VERIFICACIÓN Y CONTROL DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.....	115

6.1.	ESTRATEGIAS EN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN	116
6.2.	ESTRATEGIAS EN EL PROGRAMADOR DE ACTIVIDADES.....	121
6.3.	IMPLEMENTACIÓN DE LA AUXILIATURA DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO.....	124
6.4.	AUDITORIA INTERNA PARA EL MANTENIMIENTO.....	125
7.	CONCLUSIONES	127
	BIBLIOGRAFÍA	130
	ANEXOS.....	131

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. División de planta física	18
Figura 2. Diagrama de proceso administrativo de la DPF.....	21
Figura 3. Layout de las instalaciones.....	28
Figura 4. Evolución de las formas de mantenimiento	32
Figura 5. Técnicas del mantenimiento preventivo.....	35
Figura 6. Elementos de la administración del mantenimiento.....	42
Figura 7. Codificación inadecuada.....	44
Figura 8. Equipo codificado adecuadamente.....	46
Figura 9. Formato de hoja de vida para equipo	48
Figura 10. Aspectos de la confiabilidad operacional	49
Figura 11. Matriz de criticidad.....	52
Figura 12. Factores a considerar para la realización de inspecciones.....	54
Figura 13. Factores de costo de las inspecciones	55
Figura 14. Formato de ficha técnica propuesto para los vehículos.....	65
Figura 15. Formato actual para control de historial y costo de vehículos	66
Figura 16. Formato propuesto para el registro de historial es de vehículos..	67
Figura 17. Formato actual de revisión periódica de vehículos	70
Figura 18. Formato propuesto para la revisión periódica de los vehículos ...	71
Figura 19. Formas de implementar un sistema de información	73
Figura 20. Clasificación de los sistemas de información.....	74
Figura 21. Etapas de operación básica de un sistema de información.....	77
Figura 22. Necesidades básicas para el sistema de información	80
Figura 23. Formato modificado propuesto de ficha técnica de equipos	82
Figura 24. Formato propuesto para órdenes de trabajo.....	83
Figura 25. Formulario propuesto para solicitudes de servicio.....	84
Figura 26. Formato propuesto para registro de historial	85
Figura 27. Diseño relacional de base de datos para máquinas	87
Figura 28. Acceso a la base de datos.....	87

Figura 29. Pantalla de bienvenida.....	88
Figura 30. Panel principal de la herramienta.	89
Figura 31. Diagrama de flujo para módulo máquinas	90
Figura 32. Pantalla del módulo fichas de máquinas.....	91
Figura 33. Diagrama para el módulo orden de trabajo.....	92
Figura 34. Módulo de órdenes de trabajo	93
Figura 35. Diagrama de flujo del módulo historial de máquinas	94
Figura 36. Pantalla de eliminación de registro	95
Figura 37. Diagrama de flujo módulo solicitud de servicio para máquinas ...	96
Figura 38. Pantalla de inicio del módulo para solicitar servicios	97
Figura 39. Indicador de duración	98
Figura 40. Indicador de solicitudes	98
Figura 41. Indicador de número de órdenes de trabajo	99
Figura 42. Diseño de la base de datos para vehículos	100
Figura 43. Diagrama de flujo modulo ficha técnica de vehículos	101
Figura 44. Pantalla de inicio fichas de vehículos	102
Figura 45. Diagrama de flujo modulo órdenes de trabajo	103
Figura 46. Pantalla de inicio al módulo de órdenes de trabajo	104
Figura 47. Diagrama de flujo del módulo historial de vehículos.....	105
Figura 48. Pantalla de inicio del módulo historial de vehículos.....	106
Figura 49. Diagrama de flujo del módulo solicitud de servicio vehículos.	107
Figura 50. Panel principal modulo solicitud servicio de vehículos.....	108
Figura 51. Indicador de duración de OT en vehículos	109
Figura 52. Indicador del número de solicitudes	109
Figura 53. Indicador de órdenes terminadas versus pendientes	110
Figura 54. Realización de prueba de validación del módulo ficha técnica. .	112
Figura 55. Validación del módulo orden de trabajo.....	112
Figura 56. Prueba de integración con módulo de historial	113
Figura 57. Prueba de integración con el modulo orden de trabajo.....	114
Figura 58. Ciclo de mantenimiento	116
Figura 59. Chequeo de orden de trabajo finalizada	117

Figura 60. Chequeo de solicitud de servicio finalizada	118
Figura 61. Informe de órdenes de trabajo pendientes	118
Figura 62. Informe de solicitudes de servicio pendientes	119
Figura 63. Formato para inspección de vehículos	120
Figura 64. Formato para inspección de máquinas	121
Figura 65. Vista general de la programación de actividades	122
Figura 66. Programa anual de mantenimiento	123
Figura 67. Programación periódica de tarea de mantenimiento	124
Figura 68. Orígenes de la auditoria.....	126
Figura 69. Índices de criticidad graficados.....	136
Figura 70. Carpeta flag	139
Figura 71. Acceso al sistema	140
Figura 72. Inicio de la aplicación.....	141
Figura 73. Espacio de trabajo	141
Figura 74. Agregar máquina o vehículo	142
Figura 75. Agregar historial a un activo	143
Figura 76. GENERAR ORDEN DE TRABAJO.....	144
Figura 77. Realizar solicitud de servicio.....	145
Figura 78. Realización de inspección	146
Figura 79. Ver reportes	147
Figura 80. Uso de indicadores	148

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Listado de empleados por cargo a nivel operativo.....	27
Tabla 2. Convenciones para la matriz de criticidad.....	52
Tabla 3. Convenciones para la frecuencia de inspección	56
Tabla 4. Tabla de mantenimiento para bienes mayores	57
Tabla 5. Tabla de mantenimiento para guadañadoras.....	59
Tabla 6. Tabla de mantenimiento para los cortasetos	60
Tabla 7. Tabla de mantenimiento para las motosierras	61
Tabla 8. Lista de vehículos	63
Tabla 9. Detalles de los vehículos	64
Tabla 10. Tabla de referencia para actividades	68
Tabla 11. Lista de actividades por sistema para vehículos.....	68
Tabla 12. Tabla de cálculo de índice de consecuencia.....	135
Tabla 13. Tabla de cálculo del índice de criticidad.....	136
Tabla 14. Valores ponderados usados para el cálculo de la criticidad.....	137
Tabla 15. Formato de encuesta para la recolección de información usada en el cálculo de criticidad.....	138

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. LISTADO DE EQUIPOS PARA EL MANTENIMIENTO	132
ANEXO B. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	134
ANEXO C. MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA	139

RESUMEN

TITULO: DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS ACTIVOS DE LA DIVISIÓN DE PLANTA FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

AUTOR:
DIEGO ARMANDO GÓMEZ MÁRQUEZ**

PALABRAS CLAVE: Sistema de Información, Mantenimiento Preventivo, Base de Datos, Access.

DESCRIPCIÓN:

El objetivo del presente trabajo es desarrollar una solución a las necesidades de mantenimiento de los activos de la División de Planta Física de la Universidad Industrial de Santander, esto se desarrolla dentro del marco misional de la escuela de ingeniería mecánica y de la universidad misma.

La etapa inicial del proyecto consistió el establecimiento del estado de la función mantenimiento al interior de la división; una segunda etapa incluyó la identificación de los activos a considerarse objetivos dentro del presente proyecto, sobre estos activos se realizaron los análisis respectivos que están encaminados a la determinación de sus necesidades de mantenimiento. Posteriormente, se realizó la planeación de dichas tareas, para luego pasar a su programación. Para realizar todo esto fue necesaria la evaluación de los formatos de gestión que existían previamente, esto condujo a su rediseños para adaptarlos a las necesidades específicas y fue necesario el desarrollo de algunos que permitieran la gestión de nuevas tareas de mantenimiento.

Posteriormente se desarrolla una base de datos mediante la herramienta Access de Microsoft, esto permitió la sistematización de los formatos y procedimientos diseñados en etapas previas. Con el fin de hacer fácil el uso de esta herramienta se desarrollaron interfaces de usuario que permiten a este introducir, consultar y modificar la información fácilmente. Una vez hecho esto, se crearon las salidas de reportes que se consideraron necesarias y pertinentes para las necesidades de la división.

* Trabajo de grado

** Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de ingeniería mecánica, Ing. Isnardo González Jaimes

SUMARY

TITLE: DEVELOPMENT OF PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN ASSETS OF PHYSICAL PLANT DIVISION OF UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*

AUTHOR:

DIEGO ARMANDO GÓMEZ MÁRQUEZ**

KEY WORDS:

Information System, Preventive Maintenance, Database, Access.

ABSTRACT:

The objective of this project is to develop a solution to the maintenance needs of the assets for the Industrial University of Santander's Division of Physical Plant; this mission takes place within the framework of the missionary school of Mechanical Engineering and of the University itself.

The initial stage of the project consisted in establishing the state of the maintenance function within the division; a second step included the identification of the assets to be considered objectives within this project, the respective analyzes were performed on these assets which are aimed at determining maintenance needs. Subsequently, the planning of these tasks was performed, and then move to their programming. To make all this, evaluation was necessary for the previously existing management formats; this led to redesigns to suit your specific needs and was necessary to develop some that allow the management of new maintenance.

Afterward was developed a database tool using Microsoft Access, this allowed the systematization of the formats and procedures designed in previous stages. In order to make easier the use of the tool were developed UIs (Users Interfaces) that allow to the user enter, consult and modify the information easily. Once this is done, the outputs of reports that were considered necessary and relevant to the needs of the division were created.

*Degree Work

**Physical Mechanical Sciences Faculty. Mechanical Engineering. Eng. Isanrdo Gonzáles Jaimes

1. INTRODUCCIÓN¹

1.1. MISIÓN DE LA DPF

Recursos Físicos es un proceso de apoyo de la Universidad Industrial de Santander, que tiene como objeto mantener la Planta Física de la Universidad en condiciones ambientales y de seguridad que permitan el correcto desarrollo de las actividades académicas, de investigación, de extensión y administrativas.

Figura 1. División de planta física



¹ Fuente: Universidad Industrial de Santander. Disponible en <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/plantaFisica/presentacion.jsp>

Propende por la oportuna y efectiva prestación de servicios en las áreas de construcción, fontanería, carpintería, jardinería, electricidad, soldadura, pintura, aseo, transporte, asesorías de obras y mejoramiento de espacios; así como la administración y vigilancia de las instalaciones y espacios públicos del Campus Universitario y sus sedes, apoyada en un personal comprometido, capacitado, conocedor de su trabajo y dispuesto a solucionar integralmente los requerimientos de nuestros beneficiarios, obrando bajo los principios del respeto, la responsabilidad y el mejoramientos continuo.

1.2. VISIÓN DE LA DPF

En el año 2018 la División de Planta Física es reconocida por toda la comunidad universitaria como una unidad consciente de su responsabilidad con el medio ambiente que presta servicios de mantenimiento a la planta física del Campus Central y Facultad de Salud en forma oportuna, facilita a toda la población el acceso a sus instalaciones, implementa estrategias de actualización en la infraestructura física dando cumplimiento a los requisitos legales e institucionales y garantiza condiciones óptimas de seguridad dentro del Campus Universitario para la realización de sus actividades académico administrativas.

1.3. OBJETIVOS DE LA DIVISIÓN

- Garantizar las condiciones ambientales y de seguridad que permitan el correcto desarrollo de las actividades Académico Administrativas de la Universidad Industrial de Santander.

- Atender en forma oportuna y eficaz las solicitudes de servicios realizadas por los beneficiarios.
- Optimizar el consumo de servicios públicos, creando una cultura de ahorro en la Comunidad Universitaria.

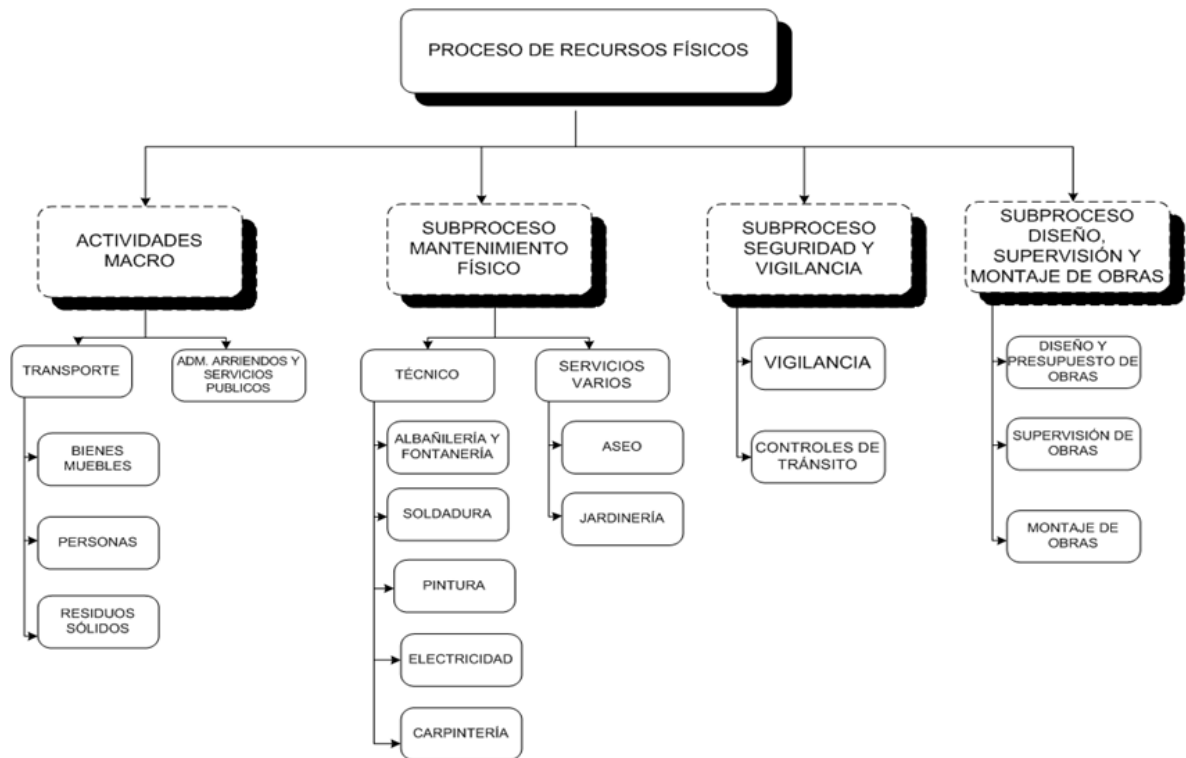
1.4. RESEÑA HISTÓRICA

El primero de marzo de 1948 fueron oficialmente inauguradas las labores de la Universidad Industrial de Santander en el patio de la Escuela Industrial Dámaso Zapata, situada en el extremo norte de la meseta de Bucaramanga. Para el año de 1977, la estructura organizacional de la Universidad, introduce un cambio novedoso en su organigrama, al crear la Dirección de servicios universitarios, al cual estaba adscrito el centro de Planta Física conformada por dos secciones denominadas “Servicios Varios” y “Mantenimiento de Planta Física”, quien ofreció sus servicios bajo esta organización durante los primeros cinco años de su creación.

La década de los años ochenta se inició con el nuevo marco de acción establecido por el Decreto Ley 80 de 1980, que obligó a una nueva reforma administrativa bajo la administración de Orlando Díaz Gómez, quien a partir de 1982 modificó su estructura organizacional creando la División de servicios Universitarios, a la cual le anexaba en dependencia la Sección de Planta Física.

Sobre la década de los noventa en la administración de Jorge Gómez Duarte, un nuevo impulso renovador en la universidad se logra mediante la creación del Programa de Regionalización de la UIS, obligando a la institución a realizar una nueva reforma administrativa, quien para el año de 1994 convierte la sección de Planta Física en División, quedando adscrita en dirección y dependencia a la Vicerrectoría Administrativa.

Figura 2. Diagrama de proceso administrativo de la DPF



1.5. FUNCIONES DE LOS GRUPOS DE LA DPF

Como se puede ver en la Figura 2 la parte operativa está constituida por diversos grupos que se encargan de la realización de tareas específicas. En esta sección se hace una breve descripción de las funciones de dichos grupos.

Funciones Grupo de Servicios Varios:

- Barrer, trapear y ordenar las áreas que se le asignen.
- Limpiar vidrios, muros, puertas, tableros, cubiertas y terrazas de las edificaciones, de acuerdo con el programa de mantenimiento general de la planta física.

- Limpiar muebles y mesones de laboratorios y oficinas asignadas.
- Barrer las zonas perimetrales asignadas.
- Informar a su superior inmediato sobre el estado y condición de los elementos de trabajo o herramientas para su oportuna reposición.

Funciones Grupo de Albañilería y Fontanería:

- Construir, remodelar y embellecer instalaciones en planta física según las especificaciones suministradas.
- Realizar trabajos de demolición y mantenimiento y acabados en las instalaciones de la universidad
- Realizar trabajos de demolición, excavación, relleno, destape de tuberías de aguas lluvias y aguas negras, limpieza de muros, vías, alcantarillados, ductos, canalizaciones y tanques de suministro de agua.
- Construir y reparar instalaciones para agua, aire, gas y vapor requeridos en las diferentes dependencias de la planta física,
- Efectuar el mantenimiento preventivo de tanques de almacenamiento y redes de distribución de agua e instalaciones sanitarias.
- Participar en la instalación y reparación de redes de agua, gas, aire y vapor requeridas en la institución.

Funciones Grupo de Jardinería:

- Sembrar y cultivar árboles, prados y jardines de acuerdo a las instrucciones impartidas.
- Mezclar las sustancias para abonar y fumigar según las especificaciones dadas.
- Realizar el mantenimiento de los árboles y zonas verdes del campus: abonar, regar, fumigar, podar, ornamentar y cercar los jardines y prados.

- Llevar a cabo el mantenimiento primario de los equipos, herramientas e implementos de trabajo.

Funciones Grupo de Soldadura:

- Realizar los diferentes trabajos de soldadura que se requieren en las dependencias de la universidad.
- Propender por el suministro de los materiales que demande su actividad.
- Interpretar diseños, construir e instalar estructuras y partes metálicas según especificaciones suministradas
- Participar en el mantenimiento de los equipos, muebles y accesorios que programe la sección de Planta Física
- Llevar a cabo el mantenimiento primario de los equipos, herramientas e implementos de trabajo

Funciones Grupo de Pintura:

- Pintar y dar el acabado final de los equipos, muebles, vehículos, estructuras y demás accesorios que se requiera en las dependencias de la universidad.
- Seleccionar y mezclar las pinturas para obtener el color requerido según la especificación suministrada.
- Propender por el suministro de los elementos o materiales que demande su actividad.
- Realizar el mantenimiento primario de los equipos, herramientas e implementos de trabajo.

Funciones Grupo de Electricidad:

- Realizar los diferentes trabajos de electricidad que se requieran en las dependencias de la Universidad.
- Participar en la instalación de subestaciones y redes de alta tensión.
- Realizar el mantenimiento y reparación de alumbrado, redes eléctricas, ductos y subestaciones de alta y baja tensión.
- Realizar las remodelaciones y ampliaciones de los sistemas e instalaciones eléctricas que se requieran.

Funciones Grupo de Carpintería:

- Realizar los diferentes trabajos de carpintería y labores afines que se requieran en las dependencias de la Universidad.
- Interpretar los diseños, construir e instalar muebles y accesorios según especificaciones suministradas.
- Participar en el mantenimiento y reparación de los muebles y accesorios que programe la sección de planta física.
- Realizar el mantenimiento primario de los equipos y herramientas de trabajo.

Funciones Grupo de Vigilancia:

- Vigilar y cuidar el sector (edificios, laboratorios, vehículos, aulas, oficinas, áreas circundantes, etc.) que le sea asignado en los predios de la Universidad, mediante rondas de inspección y verificación.
- Recibir y entregar al iniciar y al terminar el turno, respectivamente, los relojes de control, radios y armas necesarios para su labor de vigilancia, e informar al Supervisor las novedades o irregularidades que se presenten.

- Controlar la entrada y salida de personas de los edificios en las horas no laborales.
- Atender el servicio de conmutador, recibir y entregar la correspondencia y la prensa en los horarios de receso de las actividades administrativas y docentes, cuando se encuentre asignado a la vigilancia de la portería.
- Registrar en los controles respectivos la entrada y salida de vehículos de la UIS cuando preste sus servicios en la portería.
- Controlar la entrada y salida de personas de vehículos a los parqueaderos en las horas estipuladas.
- Intervenir en el cuidado y vigilancia que se requieran en los actos o eventos especiales que se programen dentro de la Universidad.

Funciones Grupo de Transporte:

- Conducir el vehículo asignado, en cumplimiento de las actividades de transporte o movilización que requiera la Universidad.
- Conservar el vehículo en buen estado de funcionamiento, presentación y limpieza, realizando el mantenimiento primario que sea necesario.
- Participar de las actividades de carga y descarga de los elementos que deban ser transportados.
- Supervisar las reparaciones y arreglos requeridos en el automotor, llevando a cabo el control directo de los trabajos en los talleres asignados.
- Informar al jefe inmediato del itinerario, consumo, rendimiento, kilometraje y fallas de los vehículos operados.

Funciones Grupo de Diseño, Montaje y Supervisión de Obras:

- Controlar el desarrollo y ejecución de los proyectos de edificación, reforma, ampliación, remodelación y demás obras civiles que adelante la Universidad.
- Participar en el proceso de interventoría de las obras civiles que la universidad contrate.
- Participar en la lectura e interpretación de planos y especificaciones de construcción.
- Velar por el suministro oportuno de los materiales necesarios para adelantar las obras programadas.
- Presentar los informes técnicos requeridos por el jefe Inmediato o por la Interventoría de Obras.

1.6. RECURSO HUMANO

A cargo de la División de planta física se encuentra un gran número de personal, pues que el que se encuentra destinado a las labores de vigilancia y seguridad está adscrita a esta división. Sin embargo, este tipo de labores son ajenas al presente trabajo.

En la tabla 1 se relacionan los cargos y el número de empleados en dicho cargo. Estos cargos corresponden a los relacionados de forma directa con la realización del presente trabajo, y excluyen el personal administrativo de la división.

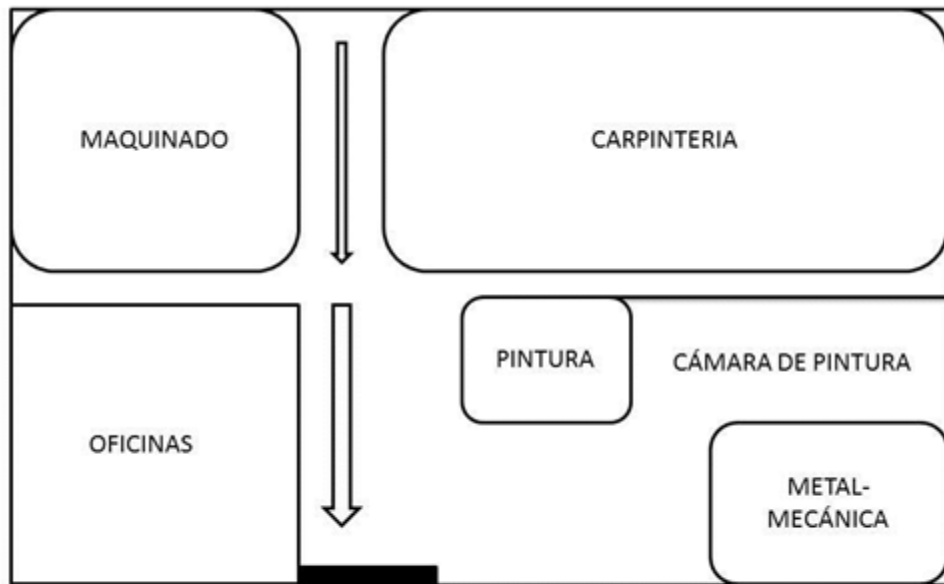
Tabla 1. Listado de empleados por cargo a nivel operativo.

Cargo	No. Empleados
Electricistas	4
Soldadores	2
Carpinteros	6
Albañiles y Fontaneros	12
Conductores	5
Jardineros	7
Aseadores	37
Pintura	2
Auxiliares de servicios	5

1.7. UBICACIÓN

Las oficinas principales están ubicadas en el campus central de la UIS. Sin embargo, para cada una de las sedes se cuenta con pequeñas instalaciones que permiten la realización de ciertas actividades. Cuando se requiere de actividades más especializadas en dichas sedes, el personal y materiales necesarios son trasladados hasta esta por el grupo de transporte en alguno de los vehículos propiedad de la Universidad.

Figura 3. Layout de las instalaciones.



DISPOSICIÓN GENERAL

1.8. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO

1.8.1. Objetivo general

Cumplir con la función misional de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander, al contribuir con los procesos de desarrollo, uso racional de los recursos, y de interrelación con la industria y la comunidad, brindando a la División de Planta Física de la UIS, una solución a sus necesidades de mantenimiento de sus activos por medio herramientas informáticas, para que puedan optimizar el cumplimiento de sus funciones institucionales.

1.8.2. Objetivos específicos

- Desarrollar herramientas informáticas en plataforma office para el mantenimiento preventivo de los activos de la división de planta física de la UIS.
- Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de la División de Planta física de la Universidad Industrial de Santander.
- Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para los vehículos de la División de Planta física de la Universidad Industrial de Santander.
- Hacer el levantamiento de la información de los equipos, que sea necesaria y pertinente (como las hojas de vida de máquina) para el cumplimiento de los anteriores objetivos.
- Realizar un análisis de criticidad de los equipos de la división de planta física para determinar su mantenibilidad o necesidad de cambio.
- Establecer las secuencias y frecuencias de realización de las actividades de mantenimiento preventivo para los activos de la División de Planta Física de la UIS.
- Diseñar la estrategia de verificación y control de las actividades de mantenimiento.

1.9. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE LA DPF

La División de Planta Física cuenta con diversos equipos, a saber: en la parte de carpintería existen sierras circulares, sin fin, un torno, diversos taladros, caladoras y cepilladoras de madera, entre otros. Para las labores de albañilería y fontanería se cuenta con cortadoras, pulidoras, entre otros. La sección de soldadura usa actualmente un taladro de columna, dos equipos de soldadura (uno de los cuales es portátil) y cizalla. Se cuenta también con

motosierras, guadañadoras y una pequeña flota de vehículos, dentro de las cuales se cuentan tres (3) camionetas, dos (2) motocicletas, un (1) camión, un (1) campero y un (1) volco para el transporte de personal y bienes muebles de la Universidad.

Para toda esta serie de equipos se debe determinar las necesidades, frecuencias y secuencias de acciones de mantenimiento, tales como lubricación, limpieza, rutinas de inspección, cambios de aceite y de refacciones tales como rodamiento y correas, entre otras.

2. ESTADO DEL MANTENIMIENTO

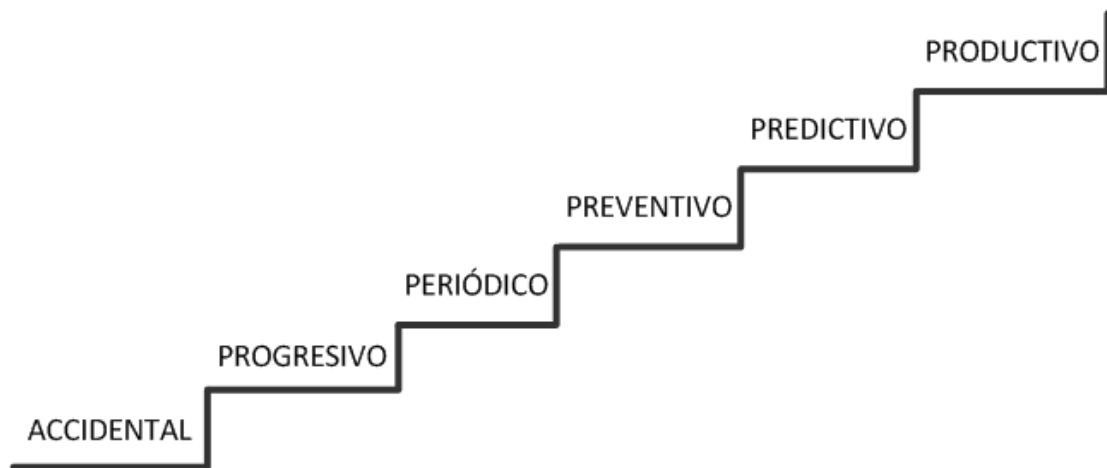
El presente capítulo detalla el estado actual de las funciones de mantenimiento de los activos usados por la División de Planta Física (DPF) de la UIS para el cumplimiento de sus funciones institucionales. Básicamente se muestra un análisis de la documentación usada para estas tareas y un estudio del estado y formas de mantenimiento de los activos. Esto permitirá establecer los principales problemas y proponer soluciones más pertinentes a las necesidades de mantenimiento. Además, es importante recordar que, si bien el mantenimiento es indispensable para el buen funcionamiento de los activos, la realización de dichas actividades no es la función principal de la DPF.

Muchas son las definiciones que pueden darse al término “mantenimiento”, sin embargo, para efectos del presente trabajo, se dirá que el mantenimiento es toda aquella acción, o conjunto de las mismas, orientada a sostener, restablecer o garantizar cierto estado de un activo (por ejemplo, una máquina o vehículo) para que este cumpla una determinada función de manera satisfactoria. Sin embargo, las funciones del ingeniero de mantenimiento no solo se limitan a la planeación de las actividades de mantenimiento, es indispensable también, asegurarse que estas tareas sean realizadas en forma correcta y oportuna, lo cual deja ver otro aspecto importante y relevante para el mantenimiento: su control.

2.1. TIPOS DE MANTENIMIENTO

Las necesidades de mantenimiento se hizo más acentuada a partir de la revolución industrial, que trajo consigo una alta mecanización de los procesos productivos, desde entonces han sido muchos los cambios dados hacia el progreso de estos sistemas. Cabe destacar el paso de dispositivos puramente mecánicos a la máquina de vapor; luego, el uso de energía eléctrica permitió un gran aumento y desarrollo en la industria pesada; para dar paso a la inclusión de dispositivos electrónicos en el siglo XX. Este avance tecnológico que ha catapultado a la industria ha hecho necesarios también el avance en las formas como se efectúan las tareas de mantenimiento.

Figura 4. Evolución de las formas de mantenimiento



Ahora se hará mención a las formas de mantenimiento más comunes en la industria, y a su vez, más relevantes en la realización del presente trabajo.

2.1.1. Mantenimiento correctivo.

Se conoce también como accidental. Básicamente consiste en dar uso a un activo hasta que se llegue al punto de falla, donde se procede a restablecer su condición de operación. Fue la técnica usada por la industria en sus inicios. En muchos casos estos daños podían ser catastróficos o demandar una gran inversión para su reparación, eso sin tener en cuenta las pérdidas generadas por dejar de producir. Sin embargo, esta técnica es usada aun hoy día en determinados sectores de la industria, donde se operan equipos de bajo valor o de cartuchos intercambiables que son desechados, esto con el fin de aumentar la productividad.

2.1.2. Mantenimiento periódico.

Esta técnica se basa en el desarme de un equipo para su reparación una vez este ha prestado ciertas horas de servicio, cierto tiempo calendario en uso, o producido una determinada cantidad de piezas. Si bien esto constituye un avance en el sostenimiento de la disponibilidad de un equipo, conlleva ciertas desventajas: por ejemplo, el arme y desarme constante puede aumentar las posibilidades de fallas, no es muy buen método para proteger contra fallas prematuras y puede dar lugar al reemplazo prematuro de piezas (como sellos o empaques). No obstante, algunas labores como limpieza y lubricación pueden hacerse mediante esta técnica.

2.1.3. Mantenimiento preventivo (MP).

Esta es la técnica más usada actualmente en la industria. Más que una técnica, puede decirse que es una filosofía en las organizaciones, pues su aplicación comienza desde etapas de diseño, construcción, montaje y se extiende al uso. En cada una de estas etapas de un activo se tiene en cuenta los aspectos de mantenimiento.

Consiste en una serie de acciones *programadas y planificadas* con antelación, basada en secuencias de inspecciones periódicas, las cuales responden a las características específicas de un activo. Dichas inspecciones y actividades están encaminadas a descubrir y prevenir posibles daños que afecten la integridad y vida útil de los activos. En la Figura 5 se puede apreciar las diversas técnicas para la aplicación de mantenimiento preventivo. La elección de dicha técnica debe estar basada en el tipo de activo y la criticidad del mismo.

Las principales ventajas que hacen del mantenimiento preventivo uno de los más usados son²:

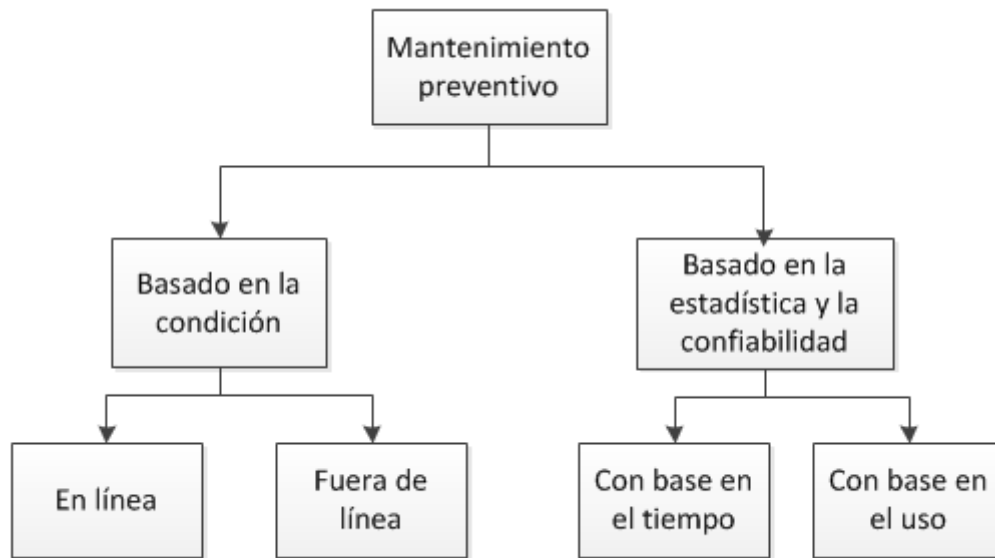
- ✓ Puede prevenir una falla y reducir su frecuencia.
- ✓ Puede reducir la severidad de la falla y mitigar sus consecuencias.
- ✓ Puede proporcionar un aviso de una falla inminente o incipiente para permitir una reparación planeada.
- ✓ Puede reducir el costo global de la administración de los activos.

Existen otras técnicas de mantenimiento, tales como las predictivas o el mantenimiento productivo total (TPM), que permiten la planeación y realización de actividades de mantenimiento con niveles cero de fallas, y que deben ser aplicadas en industrias donde la ocurrencia de una falla represente un alto costo económico o riesgo para la vida humana. En la Figura 5 se presenta un resumen de las diferentes técnicas de mantenimiento.

² DUFFUAA, Salih et. al. Sistemas de Mantenimiento planeación y control. México: Limusa Wiley, 2010. p.78.

Las técnicas de mantenimiento son aplicables en dependencia con el proceso específico que desarrolla cada organización, y su adecuada elección es el primer paso para el éxito en su planeación.

Figura 5. Técnicas del mantenimiento preventivo



Fuente: DUFFUAA, Salih et. al. Sistemas de Mantenimiento planeación y control.

2.1.4. Manteniendo productivo total (TPM).

Habitualmente los equipos son operados por un personal y mantenidos por otro, esto puede dar origen a discrepancias entre el operar y el mantener, ya que muchas veces estas actividades podían entrar en conflicto; esto dio lugar a el desarrollo del mantenimiento productivo total (TPM, por sus siglas en ingles), que está íntimamente ligado a los procesos de calidad y excelencia. Su implementación tiene múltiples beneficios y consiste básicamente en que

el mismo operario realice labores de mantenimiento (generalmente preventivo), que contribuirán al aumento de la disponibilidad del equipo.

Las ventajas son bastante significativas puesto que la utilización de TPM reduce de manera apreciable las fallas y su gravedad, del mismo modo que evita desperdicios de materiales e insumos de mantenimiento y hace más eficientes la realización de las actividades, puesto que quien mejor para ayudar a mantener que el operario que está día a día operando el equipo.

Sin embargo, esto no solo requiere el compromiso por parte del personal operario, es necesario además de ello un respaldo de carácter administrativo, pues el personal deberá ser capacitado y concientizado para la realización de dichas actividades, que requerirán un gran compromiso de todos los trabajadores y administrativos, es por esto que a esta forma de mantenimiento se le suele identificar como una filosofía de mantenimiento.

2.2. DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA DPF

Actualmente la gestión de mantenimiento realizada por la división de planta física de la UIS consiste en la realización periódica de labores de mantenimiento. A nivel organizacional no se cuenta con una estructura de mantenimiento, esto se debe al hecho de que la realización del mantenimiento, si bien es una necesidad, no constituye la labor central de la división. Esto da lugar a la realización de algunas actividades por medio de la modalidad outsourcing.

Sin embargo, algunas tareas de básicas de mantenimiento a los equipos son realizadas de manera autónoma por los operarios de los mismos, aunque se hacen igualmente de forma periódica. Tanto para estas actividades, como las

realizadas mediante outsourcing, no se cuenta con análisis y estudios técnicos de los equipos que permitan determinar estas actividades.

Se cuenta con algunos manuales de uso de los equipos, los cuales no especifican ni detallan cuestiones de mantenimiento, en parte esto se debe al hecho de que dichos manuales fueron redactados por el programa de seguridad y salud en el trabajo y, lógicamente, están encaminados a la protección de la integridad de los trabajadores, mas no a garantizar la disponibilidad de los activos.

Por otro lado, existen una serie de formatos para la documentación de las actividades, y para el registro de las hojas de vidas de los equipos, dichos formatos son de carácter institucional en toda la universidad, y fueron propuestos por la División de Mantenimiento Tecnológico (DMT). Pero para el caso de la DPF, no se encuentran diligenciadas las hojas de vida, al igual que tampoco existe un registro consolidado de los historiales de mantenimiento.

A pesar de la pertinencia que poseen los formatos antes mencionados, estos están hechos mediante la herramienta Excel, la cual (como es de público conocimiento) es muy adecuada para el manejo de grandes volúmenes de información numérica con la cual se desea realizar algún tipo de cálculo, pero no es adecuada para el manejo de grandes cantidades de información, ya que no posee buenas características como bases de datos. Por tal motivo, se propone la realización de una base de datos mediante la herramienta Access de Microsoft, la cual es más adecuada para el manejo de bases de datos y la cual está incluida dentro del paquete office de Microsoft, del cual la UIS posee licencia.

Una vez diseñada la base de datos, es también necesario realizar la alimentación de la misma, para lo cual se deberá efectuar un levantamiento de la información de las máquinas y vehículos adscritos la división.

2.2.1. Programación de actividades.

La programación de actividades se realiza como se ha mencionado anteriormente, de forma periódica. Habitualmente consiste en la contratación de una persona externa con conocimiento de los equipos, quien se encarga de la realización de las labores de mantenimiento. Dicha contratación se efectúa normalmente una vez cada año.

Las labores de inspección no están programadas tampoco, y se realizan de forma casual. En la medida en que los operarios hacen uso de los equipos realizan la inspección de estos al igual de las rutinas de limpieza y lubricación.

Todo esto debido a la falta de implementación de planes de mantenimiento que establezcan de manera clara y precisa los responsables de realizar dichas acciones, así como cuales acciones deben efectuarse. Es necesario también establecer mecanismos formales de documentación de estas tareas básicas de labores de mantenimiento, que permitan hacer registro y reportar novedades observadas durante su realización.

2.2.2. Almacenamiento y gestión de repuestos e insumos de mantenimiento.

Actualmente la DPF cuenta con un almacén para insumos y útiles, sin embargo, los insumos y refacciones que pudiesen necesitarse para tareas de mantenimiento no están siendo dispuestos en dicho almacén. Estos insumos están por lo general distribuidos a lo largo de cada taller según su necesidad en los mismos de cada insumo.

Esto representa sin lugar a dudas un inconveniente, puesto que no permite realizar un control adecuado de la existencia de insumos y refacciones, dificultando así la toma de decisiones de compra, lo que puede dar lugar a una situación de inexistencia de un insumo o refacción que permita reparar una falla accidental, viéndose reflejado esto en una disminución de la disponibilidad del equipo, lo cual se incrementaría debido a que los procesos

de compra que debe realizar la universidad, por ser una entidad de carácter público, son mucho más lentos y exigentes que los que se pudiese realizar en una entidad privada.

2.2.3. Estado actual de la documentación técnica.

Para poder determinar el estado de la documentación técnica, se hace una revisión de los manuales de uso, operación y mantenimiento de los equipos. En este sentido, se encontró que debido al hecho de que la mayoría de los equipos son demasiado antiguos, no se cuenta con dichos manuales. Sin embargo, con la ayuda de los empleados de la división, a lo largo del tiempo se ha logrado la redacción de ciertos manuales de operación de algunos de estos equipos. Un diagnóstico inicial del mantenimiento revela lo siguiente:

- No se cuenta con hojas de vida de los equipos, de modo que tampoco se cuenta con las características técnicas de estos, más allá de las ofrecidas por un registro de inventario.
- Tampoco existe un historial de fallas y labores de mantenimiento que permitan hacer un estudio histórico de las fallas. Con la excepción de los vehículos, de los cuales se lleva cierto archivo histórico, sin embargo, esto está siendo llevado por la parte financiera, lo que hace poco útil esta información para el mantenimiento.
- No se cuenta con un formato para orden de trabajo, esto se debe a que las labores de mantenimiento se realizan de forma periódica y no preventiva.
- Se cuenta con un formato usado para la realización de chequeo de los vehículos, dicha verificación es llevada a cabo cada dos semanas por el supervisor responsable de los mismos.

2.2.4. Apoyo informático.

Actualmente no existe ningún tipo de herramienta informática dedicada a la gestión (o apoyo) del mantenimiento, inventarios, clientes, pedidos, etc. Por tanto, se hace necesario el desarrollo de dichas herramientas, en una etapa inicial de apoyo. Para lo cual se usaran herramientas de la plataforma office. Así por ejemplo, paralelamente al desarrollo de este trabajo se está haciendo la implementación de una herramienta desarrollada en Microsoft Excel para el manejo del inventario de la división.

2.2.5. Uso de mantenimiento outsourcing.

En la actualidad, esta modalidad de contratación del mantenimiento se está usando para atender las necesidades de los vehículos. A la fecha, una camioneta marca Nissan se encuentra en periodo de garantía, por tanto el concesionario de esta se encarga de brindar el mantenimiento durante su periodo de garantía. Los demás vehículos son enviados a una empresa externa que se encarga de brindar el servicio.

El presente trabajo tiene como uno de sus propósitos estructurar la realización de estas tareas, desarrollando los procedimientos adecuados para la solicitud y la recepción de trabajo que es realizado por modalidad outsourcing.

2.3. OBJETIVOS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Es sabido ya que el mantenimiento es la realización de actividades que permiten prolongar o reestablecer la disponibilidad de un activo. En base a esto se puede decir que la finalidad del mantenimiento es mantener el estado

operativo de los activos mediante la realización de labores de mantenimiento específicas, las cuales requieren ser administradas.

El objetivo principal de la administración es coordinar sistemáticamente los recursos, para lograr los objetivos estratégicos de la compañía³. Esta será la connotación que se le dará en este trabajo a la idea de la administración del mantenimiento, aclarando además, que no es la única, pues dicha connotación varían en función del tipo y desarrollo de mantenimiento que posea una empresa.

Es de notar que en una organización productiva, el mantenimiento debe constituirse como un organismo autónomo, pues debe contar con características similares a la propia organización: asignación presupuestal, de recursos humanos y físicos, al igual que planes de funcionamiento y metas de gestión.

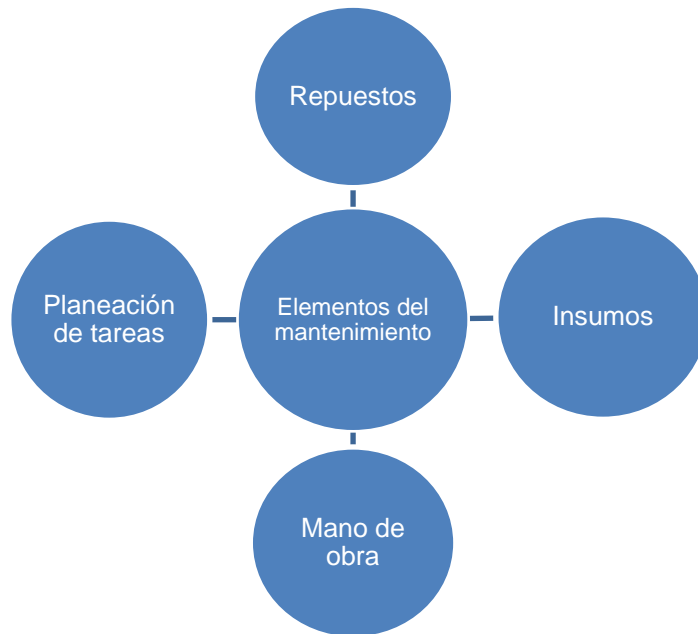
En forma genérica se puede decir que sin importar el tamaño de la organización, el tipo de producción o sus estrategias de mantenimiento, la administración de este debe estar dirigida a unos objetivos básicos:

- Mantener en óptimas condiciones los activos para asegurar la calidad en la producción.
- Minimizar los tiempos por paradas de mantenimiento.
- Minimizar la frecuencia de fallas al igual que asegurar el menor impacto en caso de falla o accidente.
- Garantizar la disponibilidad de suministros, repuestos y mano de obra para la realización de tareas de mantenimiento.
- Optimizar el uso de los recursos destinados a mantenimiento.

³ GARCÍA, Oliverio. Gestión moderna del mantenimiento industrial. Bogotá: ediciones de la U, 2012. p.73

Los elementos básicos del mantenimiento se pueden ver en la Figura 6, y corresponden a lo que debe ser administrado para lograr el éxito en la realización del mantenimiento.

Figura 6. Elementos de la administración del mantenimiento



3. PROPUESTA PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE LA DPF

En este capítulo se describen los planes de mantenimiento desarrollados para los equipos de la DPF, los cuales atienden a necesidades específicas y pretenden además remediar situaciones expuestas en el diagnóstico. Esto implica que además de los criterios que para el mantenimiento se determinen, se deben establecer los de procedimientos para la realización de actividades de mantenimiento, inspección y limpieza; esto con el fin de mejorar la disponibilidad y optimizar los recursos empleados.

3.1. INVENTARIO

Actualmente la universidad cuenta una sección de inventario, la cual está adscrita a la división financiera, dicha sección se encarga de llevar de forma sistematizada el inventario de los bienes de la universidad, por tanto, se recurrió a dicha división para que facilitara la información completa de los bienes que corresponden a la división de planta física; posteriormente fue necesario realizar un recorrido por las instalaciones, ya que en el inventario suministrado se encuentran tanto bienes mayores como menores, de modo que el recorrido permitió identificar los bienes, tales como máquinas y vehículos, que deben ser objeto del presente trabajo, al mismo tiempo se hizo una verificación de la codificación con los números de inventario de los bienes, para asegurar la correspondencia de los números suministrados por sección de inventarios, con el que se encuentra en el equipo, en dicha verificación no se encontraron inconsistencias, salvo en algunos equipos que no disponían de su número de inventario en buen estado o en lugar visible,

por lo cual se realizó la solicitud de remarcado de los mismo a la sección de inventarios.

Figura 7. Codificación inadecuada



En la Figura 7 puede observarse un código en un equipo el cual se encuentra en un lugar inadecuado y en forma deteriorada. Esta situación debió comunicarse a la sección de inventarios de la Universidad para solucionarse.

3.2. IDENTIFICACIÓN Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

Un código es un conjunto de caracteres numéricos o alfanuméricos, asignando bajo ciertos criterios de diseño, el cual depende generalmente de

la aplicación que tendrá dicho sistema de codificación para el cual se ha diseñado y asignado un código.

La forma como un equipo es reconocido al interior de un programa de mantenimiento es de vital importancia en la manutención del mismo, ya que el reconocerle de manera única e inconfundible es necesario para la correcta realización y verificación de las actividades que a él conciernan, así como para el manejo de los historiales de mantenimiento.

Habitualmente cuando se requiere la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento la codificación es uno de los primeros pasos a realizar, ya que esta permite la identificación de dicho equipo dentro del sistema de mantenimiento. Existen diversas formas de código, sin embargo, uno de las más útiles es el denominado policódigo, en el cual cada carácter o pequeño subgrupo de caracteres tiene un significado especial; por ejemplo, se puede codificar un equipo por la línea de producción a la que pertenece, luego por la ubicación, y finalmente un carácter(o grupo) que sea consecutivo para individualizarlo. Dentro de las principales características de un código podemos mencionar:

- Debe existir un único código para cada activo.
- El código debe ser de amplia cobertura
- La codificación debe basarse en características permanentes.
- Mientras más simple y corto mejor.
- Debe procurarse una longitud constante.
- Debe ser fácil de acceder a él.

Ahora bien, para el caso específico de la División de Planta Física de la UIS cada equipo, activo o vehículo cuenta ya con un código correspondiente al número de inventario, el cual se asigna una vez este es recibido por la universidad, y que permite su identificación en el sistema de inventarios de la

3.3. HOJAS DE VIDA DE LOS EQUIPOS

Una hoja de vida de equipo es una ficha que contiene la información técnica que permite describir a dicho equipo, esta información es de carácter relevante para múltiples propósitos, tales como su correcta instalación, operación y mantenimiento.


En la actualidad, la universidad cuenta con un formato estandarizado para llevar las hojas de vida de los equipos, dicho formato es básico, pero cuenta con las características necesarias con que debe contar una hoja de vida de máquina, por tanto, se hará uso de dicho formato como base, y añadiendo nuevos elementos que faciliten el mantenimiento de los mismos. El formato actual se muestra en la Figura 9.

3.4. ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Un análisis de criticidad es una forma cuantitativa que permite priorizar las tareas y recursos de mantenimiento en el desarrollo de los planes de manutención, este método se basa en el hecho conocido de que hay activos cuya avería o falla pueden causar mayor impacto negativo sobre la producción, por tanto, este equipo será más crítico que aquel cuyo impacto sea menor. Ahora bien, cuando se habla de impacto sobre la producción por falla o avería no debe entenderse solo el impacto directo que el equipo pueda generar, pues deben considerarse factores como el tiempo de reparación, el costo de una avería, o la facilidad de obtener determinados repuestos, entre otros factores, que pueden hacer que un equipo poco relevante de forma directa en la producción, pueda ser de mayor impacto negativo sobre la misma cuando falle.

Esto implica que deben establecerse unos parámetros de criticidad que reflejen de forma adecuada el proceso productivo, y una vez establecido esto, se deberá determinar la incidencia de cada variable sobre la criticidad, y posteriormente se establecen los niveles de criticidad así: bajo, medio y alto.

Figura 9. Formato de hoja de vida para equipo

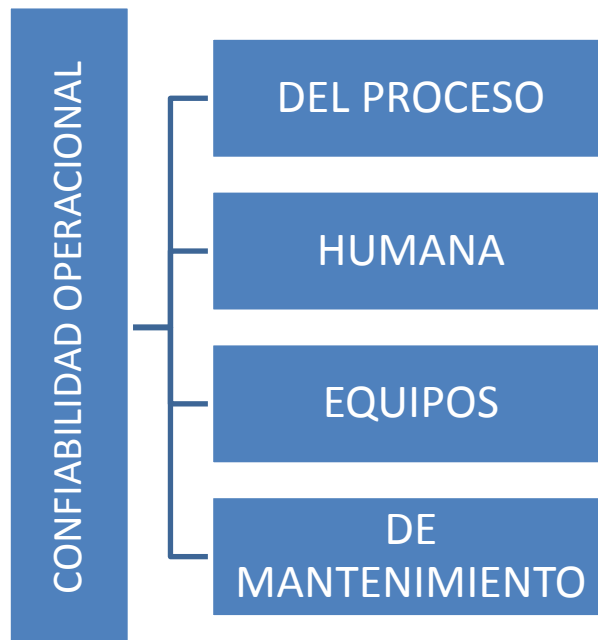
	HOJA DE VIDA EQUIPOS		Código : FRT.08
			Versión : 04
PROCESO RECURSOS TECNOLÓGICOS		Pag. 1 de 1	
NOMBRE DE EQUIPO		No. INVENTARIO	
MODELO :	MARCA :		
USO DEL EQUIPO	SERIAL :		
	PROVEEDOR :		
	FABRICANTE :		
SEDE :	FECHA DE ADQUISICIÓN		
EDIFICIO :	DD/MM/AA		
SALON :	MANTENIMIENTO REALIZADO POR PERSONAL:	INTERNO <input type="checkbox"/>	EXTERNO <input type="checkbox"/>
EXTENSIÓN :	PROVEEDOR DE MANTENIMIENTO: SI APLICA		
CONTACTO :	COSTO DEL EQUIPO: OPCIONAL		
	PERIODICIDAD DE MANTENIMIENTO		
CORREO INSTITUCIONAL	<input type="checkbox"/> MENSUAL	<input type="checkbox"/> ANUAL	
	<input type="checkbox"/> BIMESTRAL	<input type="checkbox"/> SEMESTRAL	
OBSERVACIONES GENERALES			
FOTOS DEL EQUIPO			
OPCIONAL			

Fuente: Universidad Industrial de Santander.

3.4.1. Objetivos del análisis de criticidad

- Establecer las variables que influyen en la criticada de los equipos.
- Cuantificar la incidencia de cada variable en el índice de criticidad de los equipos en una escala de 0 a 100.
- Definir los rangos de criticidad, generando para ello una banda de rangos que permita caracterizar cada equipo de forma cualitativa.
- Usar los resultados del análisis de criticidad para la priorización de recursos y planeación de actividades de mantenimiento.
- Aumentar la confiabilidad operacional, conformada por los elementos mostrados en la Figura 10.

Figura 10. Aspectos de la confiabilidad operacional



3.4.2. Parámetros para la criticidad

Ahora es importante responder adecuadamente a la pregunta ¿Qué criterios utilizar?, ya que de esta forma se pretende generar una lista que divida a los equipos en altamente críticos, mediamente críticos y de baja criticidad. Una vez identificadas esta zona será más sencillo diseñar las estrategias de mantenimiento.

Para efectos del presente trabajo, se usarán los parámetros listados a continuación, los cuales se entenderán como se explica seguidamente⁴:

- a) Tiempo promedio para reparar (MTTR): Es el tiempo promedio por día empleado para reparar la falla, se considera desde que el equipo pierde su función hasta que esté disponible para cumplirla nuevamente. El MTTR, mide la efectividad que se tiene para restituir la unidad o unidades del sistema en estudio a condiciones óptimas de operatividad.
- b) Impacto en la Producción: Representa la producción aproximada porcentualmente que se deja de obtener (por día), debido a fallas ocurridas. Se define como la consecuencia inmediata de la ocurrencia de la falla, que puede representar un paro total o parcial de los equipos del sistema estudiado y al mismo tiempo el paro del proceso productivo de la unidad.
- c) Costo de Reparación. Se refiere al costo promedio por falla requerido para restituir el equipo a condiciones óptimas de funcionamiento, incluye labor, materiales y transporte. Esto no incluye los costos por el paro en la producción.
- d) Impacto Ambiental. Representa la posibilidad de que sucedan eventos no deseados que ocasionen daños a equipos e instalaciones produciendo la

⁴ Fuente: Adaptado de Modelo de criticada de factores ponderados basado en el concepto de riesgo. PDVSA. Petróleos de Venezuela S.A. E & P Occidente.

violación de cualquier regulación ambiental, además de ocasionar daños a otras instalaciones.

- e) Impacto en la Seguridad Personal. Representa la posibilidad de que sucedan eventos no deseados (incidente o accidentes de laborales) que ocasionen daños a equipos e instalaciones y en los cuales alguna persona pueda o no resultar lesionada.
- f) Impacto Satisfacción al Cliente. En él se evalúa el impacto que la ocurrencia de una falla afectaría a las expectativas del cliente (es decir, la afectación que se daría a la satisfacción de una necesidad al interior de la universidad). En este caso se considera cliente a las áreas a las cuales se les suministran los servicios al interior de la universidad.
- g) Frecuencia de ocurrencia de falla: representa las veces que falla cualquier componente del sistema que produzca la pérdida de su función, es decir, que implique una parada, en un periodo de un año. Usualmente es determinada mediante análisis del historial o entrevista a los operarios.

En base a estos parámetros se puede determinar el valor de criticidad mediante la ecuación⁵:

$$\textit{Criticidad} = \textit{frecuencia} * \textit{consecuencia}$$

$$\textit{Consecuencias} = a + b$$

a = Costo reparación+ impacto seguridad personal + impacto ambiental + impacto satisfacción cliente

b = Impacto en la producción × Tiempo promedio para reparar MTTR

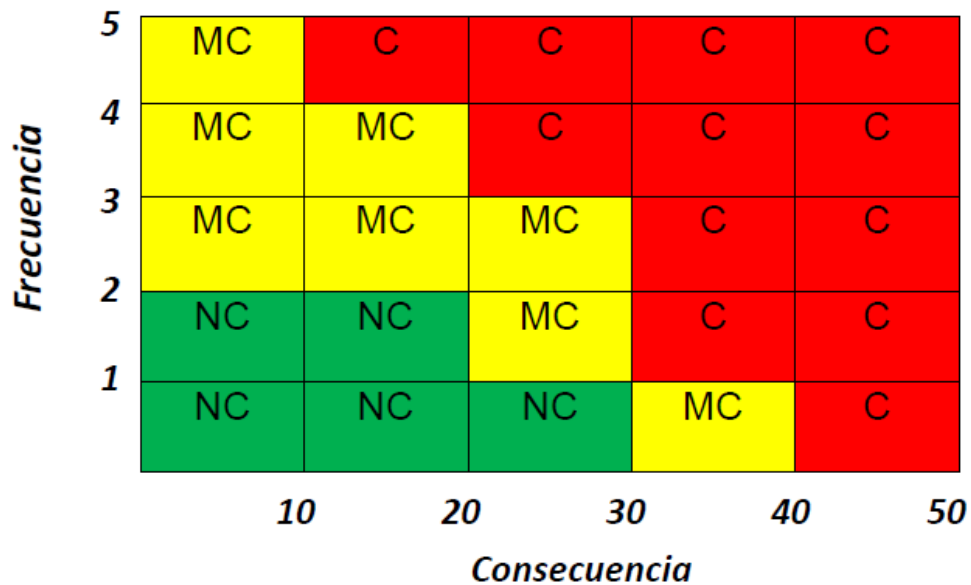
⁵ Idem.

Una vez se haga la determinación de las consecuencias y se determine las fallas, se ponen estos resultados en una matriz como la mostrada en la Figura 11. En la tabla 2 se puede ver también la convención adoptada para la matriz de criticidad.

Tabla 2. Convenciones para la matriz de criticidad

Condición	Sigla
No critico	NC
Medianamente critico	MC
Critico	C

Figura 11. Matriz de criticidad



Los resultados del análisis completo de criticidad se pueden observar en el anexo B.

3.5. RUTINAS DE MANTENIMIENTO, INSPECCIÓN Y LIMPIEZA

Las rutinas de inspección tiene como propósito la recolección de información acerca del estado de un equipo, componente o sistema. Por tanto es necesario identificar en primer lugar los indicadores que se van a inspeccionar; los principales indicadores sobre los cuales se hace una inspección son⁶:

- ✓ Desgaste de rodamientos.
- ✓ Lecturas de calibradores
- ✓ Restos de aceite.
- ✓ Calidad del producto.

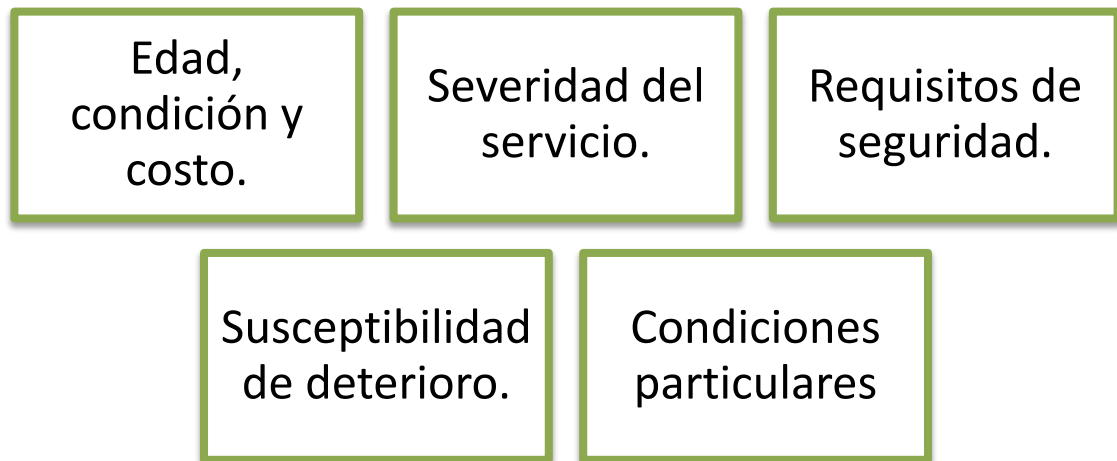
Estas inspecciones pueden poner de manifiesto una falla latente o incipiente, lo cual permitiría tomar acciones de carácter preventiva o correctiva de pequeña escala. En ambos casos el costo de mantenimiento y las afectaciones a la producción y al activo serian mínimas.

El punto clave en el establecimiento de las rutinas es la determinación de sus frecuencias, dado que la tendencia inicial es hacia el exceso de inspección, lo cual puede generar sobre costos y paros excesivos de la producción; por otro lado, la subinspección ocasiona paros y averías cuyos costos de

⁶ DUFFUAA, Salih et. al. Sistemas de Mantenimiento planeación y control. México: Limusa Wiley, 2010. p.101.

reparación son mayores. Por tanto se recomienda como primera medida, realizar dichas rutinas según las recomendaciones del fabricante.

Figura 12. Factores a considerar para la realización de inspecciones

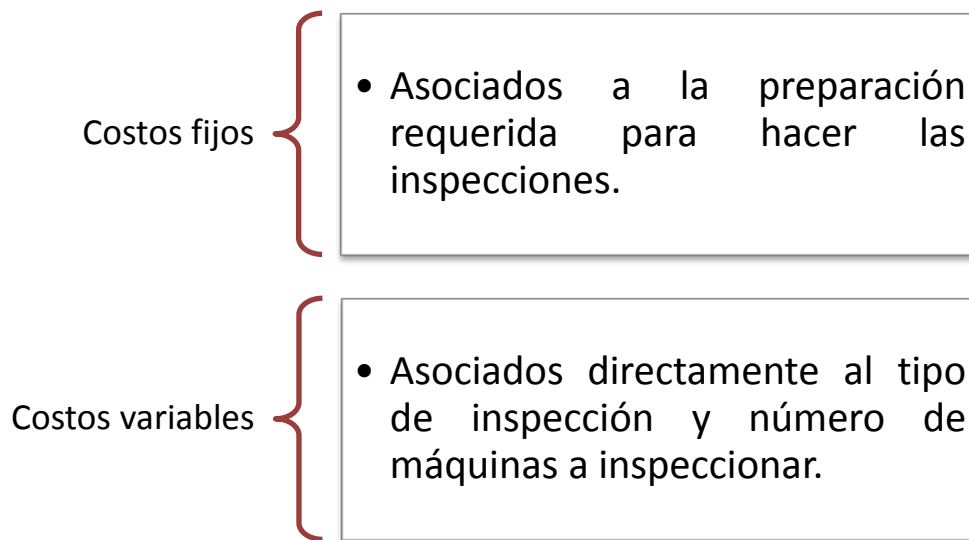


En la Figura 12 se pueden observar los factores decisivos y más recomendables a tener en cuenta a la hora de diseñar las rutinas y determinar su frecuencia de realización.

Dado que la realización de las tareas de inspección, limpieza y lubricación se basa en el tiempo, pueden hacerse dos grandes divisiones: aquellas donde solo se tiene en cuenta el tiempo desde el instante de realización, y aquellas donde el tiempo que se cuenta el de servicio; se hace importante entonces definir en primer lugar cuales se realizarán de cada manera.

Generalmente, los costos de inspeccionar pueden dividirse en fijos y variables, como se aprecia en la Figura 13.

Figura 13. Factores de costo de las inspecciones



Fuente: el autor.

Una forma adecuada de establecer las rutinas de inspección es mediante una frecuencia de tiempo fijos que abarque la totalidad o varios activos de manera simultánea para dicha actividad, de modo tal que los costos fijos se vean reducidos, y dado que los costos variables pueden verse reducidos al incluir un mayor número de máquinas, esto hace que esta metodología sea muy adecuada.

En la tabla 3 se puede observar la convención adoptada para el etiquetado de las frecuencias con que se deberán realizar las actividades que se determinen, las cuales se listarán en forma de matriz, en donde se observa la actividad y las máquinas, mientras en su interior se encuentran las frecuencias con que se deben realizar dicha actividad.

Tabla 3. Convenciones para la frecuencia de inspección

Frecuencia	
Diariamente	D
Semanalmente	S
Mensualmente	M
Bimestralmente	B
Semestralmente	SS
Anualmente	A
Según incidencia	SI
No aplica	NA

Para los equipos de las secciones de carpintería, pintura y soldadura se han establecido las tablas de mantenimiento donde se puede ver el tipo de tarea a realizar para cada equipo seguido de la frecuencia con que debe realizarse (ver tabla 4), dicha frecuencia está abreviada según las siglas mostradas en la tabla 3. Se incluyen aquí además las herramientas de la sección de electricidad, las cuales no son incluidas en el análisis de criticidad, puesto que solo requieren una calibración periódica, la cual es realizada por la División de Mantenimiento Tecnológico de la universidad.

Para el caso de los equipos de la sección de jardinería, donde se cuenta con once (11) guadañadoras, dos (2) cortasetos y dos (2) motosierras se realizan tablas específicas siguiendo las recomendaciones del fabricante de los mismos.

Tabla 4. Tabla de mantenimiento para bienes mayores

EQUIPO \ TAREA		INSPECCION VISUAL	LIMPIEZA GENERAL	LIMPIEZA MOTORES	LUBRICACION GENERAL	REVISION CORREAS	CALIBRACION	NIVEL DE ACEITE	AFILAR HERRAMIENTA	CAMBIO ACEITE	REVISAR FILTROS
17596	TORNO PARA MADERA	M	M	M	A	M	N	N	SI	N	N
17597	SIERRA CIRCULAR (pequeña)	S	M	M	A	S	N	N	SI	N	N
17598	SIERRA CIRCULAR (grande)	S	M	M	A	S	N	N	SI	N	N
17599	TALADRO MANO (árbol)	S	M	M	A	S	N	N	SI	N	N
17600	CEPILLO MADERA	S	M	M	A	S	N	N	SI	N	N
17601	PLANIADORA MADERA	S	M	M	A	S	N	N	SI	N	N
17602	SIERRA SIN FIN	S	M	M	A	S	N	N	SI	N	N
24811	COMPRESOR PISTONES	M	SI	N	SI	M	N	N	N	N	N
27138	CEPILLADORA	S	S	M	A	S	N	N	SI	N	N
32704	COMPRESOR	M	SI	N	M	S	N	N	N	S	N
53806	TELURÓMETRO	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
76749	RUTEADORA	M	S	M	A	A	N	N	SI	N	N
84088	TERMÓMETRO INFRARROJO	N	N	N	N	N	SS	N	N	N	N
88504	PINZA AMPERIMÉTRICA	N	N	N	N	N	SS	N	N	N	N
88616	COMPROBADOR FASE	N	N	N	N	N	SS	N	N	N	N
88748	LUXÓMETRO	N	N	N	N	N	SS	N	N	N	N
90403	INGLETEADORA	M	S	M	A	A	N	N	SI	N	N
90425	GRAPADORA NEUMÁTICO	M	SI	N	N	N	N	N	N	N	N
93738	ANALIZADOR POTENCIA	N	N	N	N	N	SS	N	N	N	N

Continua

Tabla 4. Tabla de mantenimiento para bienes mayores (continuación)

EQUIPO \ TAREA		INSPECCION VISUAL	LIMPIEZA GENERAL	LIMPIEZA MOTORES	LUBRICACION GENERAL	REVISION CORREAS	CALIBRACION	NIVEL DE ACEITE	AFILAR HERRAMIENTA	CAMBIO ACEITE	REVISAR FILTROS
17532	CIZALLA PUNZONADORA	SS	SS	SS	SS	M	N A	M	SI	A	N A
27845	TRANSFORMADOR SOLDADURA	M	SS	N A	N A	N A	N A	M	N A	SI	N A
102426	EQUIPO DE SOLDADURA WEST	M	SS	N A	N A	N A	N A	M	N A	SI	N A
39622	MOLINO PICADOR Y TRITURADOR	M	M	M	SS	SS	N A	N A	SI	N A	N A
62367	MOLINO PARA RESIDUOS SOLIDOS	M	M	M	SS	SS	N A	N A	SI	N A	N A
84084	DETECTOR DE TENSION	N A	N A	N A	N A	N A	SS	N A	N A	N A	N A
85813	MEGGER	N A	N A	N A	N A	N A	SS	N A	N A	N A	N A
89620	KIT RASTREADOR DE CIRCUITOS	N A	N A	N A	N A	N A	SS	N A	N A	N A	N A
93876	CÁMARA TERMOGRÁFICA	N A	N A	N A	N A	N A	SS	N A	N A	N A	N A
25250	COMPRESOR 30 CT	M	SI	N A	M	S	N A	M	N A	S	N A
26839	COMPRESOR 100 LB	M	SI	N A	M	S	N A	M	N A	S	N A

Fuente: el autor.

Tabla 5. Tabla de mantenimiento para guadañadoras

SISTEMA	ACTIVIDAD \ FRECUENCIA	DIARIO	ANTES DE TRABAJAR	SEMANAL	MENSUAL	SEGÚN INCIDENCIA	ANUAL
CARBURANTE	COMPROBAR EN VACÍO		X				
	AJUSTAR EN VACÍO					X	
FILTRO AIRE	LIMPIAR		X				
	CAMBIAR					X	
BUJÍA	COMPROBAR			X			
	CAMBIAR					X	
LUBRICACIÓN ENGRANAJE	COMPROBAR			X			
	REPONER				X	X	
CUCHILLA	COMPROBAR		X				
	AFILAR					X	
	CAMBIAR					X	
DEPOSITO COMBUSTIBLE	LIMPIAR			X			
FILTRO COMBUSTIBLE	CAMBIAR						X
ACCESORIOS	COMPROBAR			X			
MAQUINA GENERAL	COMPROBAR VISUALMENTE		X				
	LIMPIAR			X			X
ELEMENTOS DE MANDO	COMPROBAR FUNCIONAMIENTO		X				X

Fuente: Stihl Co

Tabla 6. Tabla de mantenimiento para los cortasetos

SISTEMA	FRECUENCIA \ ACTIVIDAD	ANTES DE USAR	DESPUÉS DE USAR	TRAS CARGAR COMBUSTIBLE	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL	SI HAY PROBLEMA	SI HAY DAÑO	SI SE REQUIERE
MAQUINA COMPLETA	INSPECCIÓN	X		X						
	LIMPIAR		X							
MANGO DE CONTROL	COMPROBAR FUNCIONAMIENTO	X		X						
FILTRO DE AIRE(filtro)	LIMPIAR							X		X
	REEMPLAZAR								X	
FILTRO DE AIRE(papel)	LIMPIAR							X		X
	REEMPLAZAR						X		X	
TANQUE COMBUSTIBLE	LIMPIAR							X		X
CARBURADOR	COMPROBAR	X		X						
	AJUSTAR									X
BUJÍA	AJUSTAR							X		
	CAMBIAR									X
ELEMENTOS ANTI VIBRACIÓN	VERIFICAR	X								
	AJUSTAR							X	X	X
CUCHILLA	LIMPIAR		X							
	AFILAR									X
	AJUSTAR									X
LUBRICAR CAJA ENGRANAJES	VERIFICAR NIVEL	X								
	RELLENAR				X					

Fuente: Stihl Co.

Tabla 7. Tabla de mantenimiento para las motosierras

SISTEMA	FRECUENCIA \ ACTIVIDAD	ANTES DE USAR	DIARIO	TRAS CARGAR COMBUSTIBLE	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL	SI HAY PROBLEMA	SI HAY DAÑO	SI SE REQUIERE
MAQUINA COMPLETA	INSPECCIÓN	X		X						
	LIMPIAR		X							
ELEMENTOS DE MANDO	COMPROBAR	X		X						
FRENO CADENA	COMPROBAR	X		X						
FILTRO COMBUSTIBLE	REVISAR					X				
	LIMPIAR					X		X		
	CAMBIAR						X		X	X
TANQUE COMBUSTIBLE	LIMPIAR					X				
DEPOSITO ACEITE CADENA	LIMPIAR					X				
LUBRICACIÓN CADENA	REVISAR	X								
CADENA DE ASERRADO	INSPECCIÓN	X		X						
	TENSIONAR	X		X						
	AFILAR									X
ESPADA	INSPECCIÓN	X								
	LIMPIAR									X
	QUITAR REBABA				X					
	CAMBIAR								X	X
PIÑÓN CADENA	INSPECCIÓN				X					
FILTRO AIRE	LIMPIAR							X		X
	CAMBIAR								X	
ELEMENTOS ANTI VIBRACIÓN	INSPECCIÓN	X								
	CAMBIAR								X	
BUJÍA	INSPECCIÓN				X					
	CAMBIAR						X		X	

Fuente: Stihl Co

4. PROPUESTA PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LOS VEHÍCULOS DE LA DPF

Este capítulo desarrolla y estructura formalmente la propuesta para la gestión del mantenimiento de los vehículos a cargo de la División de Planta Física. En este caso, y a diferencia de las máquinas tratadas en el capítulo anterior, se debe decir que la flota de vehículos es de modelos recientes, esto facilita la planeación, aun así no es fácil contar con los manuales de usuario provistos por lo fabricantes, lo cuales dan recomendaciones a seguir para la planeación y realización de actividades de mantenimiento. Básicamente porque esta información técnica se considera interna en dicha organizaciones, y es usada por las mismas con fines comerciales.

4.1. INVENTARIO DE VEHÍCULOS

La universidad cuenta con una pequeña flota de vehículos usados fundamentalmente para el transporte de personal y otros para movilizar bienes muebles o servir de apoyo a las labores misionales de la DPF. Se cuenta además con dos (2) motocicletas que son usadas por el grupo de vigilancia institucional. En la tabla 8 se aprecia el listado de vehículos con que cuenta actualmente la DPF.

Como se ha mencionado antes, estos vehículos reciben mantenimiento de un proveedor externo, esto ocurre una vez el mismo sale del periodo cubierto por el concesionario de autos al que se le realizó la compra. Este proveedor puede variar, en dependencia del tipo de servicio y precio que ofrezcan tales proveedores.

Tabla 8. Lista de vehículos

Marca	Vehículo	Placa
Chevrolet	Campero	OSA 823
Chevrolet	Camión	OSA 750
Chevrolet	Volco	OSA 987
Chevrolet	Camioneta	OFS 203
Chevrolet	Camioneta	OSA 892
Chevrolet	Camioneta	OSA 985
NISSAN	Camioneta	OSB 099
Suzuki	Motocicleta	XLH 51C
Bajaj	Motocicleta	VWO 21C

Fuente: DPF de la UIS.

4.2. CODIFICACIÓN DE VEHÍCULOS

Al igual que con las máquinas, los vehículos, como bienes de la Universidad poseen un número de inventario que los identifica, así como un responsable de dicho inventario. Por tanto, no es conveniente llevar a cabo una codificación paralela, con el fin de evitar un doble código o número de identificación de los mismos. Sin embargo, y a diferencia de las máquinas, los vehículos cuentan con una placa de matrícula en el registro nacional de tránsito, lo cual les otorga un segundo carácter de identificación, el cual si bien no será el principal, se usará en parte.

En la tabla 9 se muestra el listado de vehículos con descripción de su número de inventario, placa, la unidad a la que está asignado, una descripción del tipo de vehículo y el combustible con que opera.

Tabla 9. Detalles de los vehículos

Marca	Vehículo	Tipo	Combustible	Placa	U.A.A.	Inventario
Chevrolet	Campero	4 x 4 Ejecutiva	Gasolina	OSA 823	Rectoría	83731
Chevrolet	Camión	Turbo	Diésel	OSA 750	D.P.F.	55628
Chevrolet	Volco	Turbo	Diésel	OSA 987	D.P.F.	101120
Chevrolet	Camioneta	4 x 4 D-Max	Diésel	OFS 203	D.P.F.	89161
Chevrolet	Camioneta	4 x 4 D-Max	Diésel	OSA 892	D.P.F.	93830
Chevrolet	Camioneta	4 x 4 D-Max	Diésel	OSA 985	D.P.F.	101118
Nissan	Camioneta	4X4 Frontier	Diésel	OSB 099	D.P.F.	112630
Suzuki	Motocicleta	sport 125	Gasolina	XLH 51C	D.P.F.	104589
Bajaj	Motocicleta	sport 125	Gasolina	VWO 21C	D.P.F.	102644



Fuente: DPF de la UIS.

La inspección a estos vehículos no encontró inconsistencias o fallas en el número de inventario o el estado de la correspondiente etiqueta de identificación.

4.3. FICHAS TÉCNICAS E HISTORIALES DE VEHÍCULOS



Actualmente los vehículos no cuentan con fichas técnicas establecidas, lo que cual, como es ya sabido, es el primer requisito que debe cumplir un equipo para la implantación de su plan de mantenimiento preventivo. Por este motivo se realiza una modificación y se propone un formato de ficha técnica de vehículo, el cual tenga en cuenta características como el conductor asignado al mismo, tal como se muestra en la Figura 14.

Figura 14. Formato de ficha técnica propuesto para los vehículos

 		HOJA DE VIDA VEHICULOS		Código : FRT
		PROCESO RECURSOS TECNOLÓGICOS		Versión : 01
				Pág. 1 de 1
NOMBRE DE EQUIPO			No. INVENTARIO	
PLACA		MARCA :		
No MOTOR		FABRICANTE :		
No CHASIS		PROVEEDOR :		
PERIODICIDAD DE MANTENIMIENTO		MODELO		
		COLOR		
		FECHA DE ADQUISICIÓN		
		MANTENIMIENTO REALIZADO POR PERSONAL:	INTERNO	EXTERNO
EXTENSIÓN :		PROVEEDOR DE MANTENIMIENTO: SI APLICA		
CONDUCTOR		COSTO DEL EQUIPO: OPCIONAL		
		FOTOS DEL VEHICULO		
CORREO INSTITUCIONAL				
DIMENSIONES				
LARGO				
ANCHO				
ALTO				
PESO				
PLAN DE MANTENIMEINTO				
OBSERVACIONES GENERALES				

Actualmente se hace uso también de un formato para llevar en medio físico los historiales y costos de las actividades de mantenimiento, a este formato se le proponen modificaciones para adoptarlo e implementar en el sistema de información la capacidad de llevar además un registro de costos. El formato actual se muestra a continuación (ver Figura 15).

Figura 16. Formato propuesto para el registro de historial es de vehículos

 	HISTORIAL DE MANTENIMIENTO Y REPARACIONES VEHÍCULOS		Código
			Versión 1 Pag 1 de 1
DATOS DEL VEHICULO			
No. INVENTARIO	<input type="text"/>	PLACA	<input type="text"/>
		KILOMETRAJE	<input type="text"/>
DATOS DE LA TAREA			
ENCARGADO	<input type="text"/>	FECHA DE ORDEN	<input type="text"/>
No. O.T.	<input type="text"/>		
TIPO DE TAREA			
MP	CORRECTIVO	INSPECCIÓN	OTRO CALIBRACIÓN
RECEPCIÓN DE LA TAREA			
COSTO TOTAL	<input type="text"/>	FECHA RECIBIDO	<input type="text"/>
DETALLES			
MANO DE OBRA	VALOR	REPUESTOS	VALOR
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
ACEITE <input type="checkbox"/>	FILTRO <input type="checkbox"/>	VALVULINA <input type="checkbox"/>	
OBSERVACIONES			
<input style="height: 40px;" type="text"/>			

4.4. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PARA LOS VEHÍCULOS

El uso habitual de los vehículos es registrado y contado mediante el acumulado de kilómetros recorridos por este. Lo anterior implica, como es de esperarse, que haya componentes que cumplen su vida útil en esa misma medida en que se hace uso del vehículo, tal es el caso de filtros y elementos de frenos; también es importante considerar que otras cosas requieren reajustes, tales tareas corresponden a la alineación y balanceo. En la siguiente tabla se listan los kilometrajes recomendados para realizar las actividades de mantenimiento preventivo.

Las actividades de mantenimiento preventivo se recomiendan realizar cada cinco mil (5000) Km. La variación de las actividades que se hacen se muestra en la tabla 10. Estas actividades se siguen repitiendo en forma cíclica.

Tabla 10. Tabla de referencia para actividades

Kilometraje [Km]	Actividad
5000	Kit aceite
10000	Alineación, balanceo y kit aceite.
15000	Kit aceite

Fuente: Campesa S.A.

Las actividades comprendidas para cada ciclo de kilometraje, y para cada sistema del vehículo son las siguientes

Tabla 11. Lista de actividades por sistema para vehículos

SISTEMA	ÍTEM	OPERACIÓN	FRECUENCIA [Km]
MOTOR	Tanque y mangueras	Verificar / limpiar	5000
	Filtro combustible	Limpiar / cambiar	5000
	Guayas	Lubricar	5000
	Filtro aire	Verificar / ajustar	5000
	Encendido	Verificar / ajustar	5000
	Válvulas	Verificar / ajustar	5000
	Aceite motor	Cambiar	5000
	Filtro de aceite	Cambiar	5000
	Inyectores	Verificar / limpiar	5000
	Radiador	Verificar / limpiar	5000
	Correas	Verificar / cambiar	5000
	Sistema escape	Verificar	5000

Tabla 7. Lista de actividades por sistema para vehículos (continuación).

TRANSMISIÓN	Cardán	Verificar / ajustar	5000
	Embrague	Verificar / ajustar	5000
	Caja velocidades	Verificar	5000
	Aceite	Verificar / cambiar	5000
FRENOS	Líquido	Cambiar	5000
	Zapatas	Verificar / ajustar	5000
	Tambores	Verificar / ajustar	5000
	Compresor freno	Verificar	5000
ELÉCTRICO	Interruptores / pulsadores	Verificar	5000
	Luces	Verificar	5000
	Batería	Verificar	5000
	Aire acondicionado	Verificar	5000
	Instrumentos	Verificar	5000
SUSPENSIÓN	Tren delantero	Verificar / ajustar	5000
	Tren trasero	Verificar / ajustar	5000
	Alineación	Verificar / ajustar	5000
	Balanceo	Verificar / ajustar	5000
	Fluidos	Cambiar	5000
RUEDAS Y NEUMÁTICOS	Neumáticos	Verificar / calibrar	5000
	Rines	Verificar / ajustar	5000
	Rodamientos	Lubricar	5000
DIRECCIÓN	Rodamientos	Lubricar	5000
	Árbol	Verificar / ajustar	5000
	Brazo oscilante	Verificar / ajustar	5000
	Bomba	Verificar	5000
	Aceite	Cambiar	5000
CARROCERÍA	Pintura	Verificar	5000
	Pisos	Verificar	5000
	Estado general	Verificar	5000

Algunas de estas actividades pueden ser o no necesarias en cada ocasión, esto se determina tras la verificación; otras, son rutinarias y deben realizarse siempre.

Dado la variabilidad en el promedio de kilómetros recorridos por los vehículos, estas actividades se deben programar en base a la revisión frecuente del odómetro. Es importante también considerar que estas actividades se hacen de modo outsourcing, sin embargo, la escogencia de este proveedor es ajena a la realización del presente trabajo.

También se realiza una revisión periódica de una serie de características funcionales de los vehículos, esto con el fin de tomar medidas (de ser necesario) que ayuden a prevenir activamente el deterioro de los mismo. El formato de dichas revisiones se muestra a continuación (ver Figura 17).

Figura 17. Formato actual de revisión periódica de vehículos

		CONTROL DE INVENTARIO INDIVIDUAL VEHICULAR				Código: FRF. 08	
		PROCESO DE RECURSOS FÍSICOS				Versión: 02	
PLACA:		ESTADO		FECHA DE REVISIÓN: D M A			
ELEMENTOS DE REVISIÓN EXTERNA		B	R	M	OBSERVACIONES	ELEMENTOS DE REVISIÓN INTERNA	
		B	R	M		B	R
Tapa radiador						Vidrios laterales izquierdos	
Tapa tanque de gasolina						Vidrios laterales derechos	
Estado defensa delantera						Parabrisas	
Estado defensa trasera						Encendedor	
Luz stop derecho						Tapa sol derecho	
Luz stop izquierdo						Tapa sol izquierdo	
Armazón luces traseras izquierdas						Pisos de caucho delanteros	
Armazón luces traseras derechas						Pisos de caucho traseros	
Luz direccional trasera izquierda						Indicadores de tablero	
Luz direccional trasera derecha						Suiches luces	
Armazón luces delanteras izquierdas						Llanta Repuesto	
Armazón luces delanteras derechas						Pintura General	
Luz direccional delantera izquierda						kit de carretera	
Luz direccional delantera derecha						Nivel de agua	
Radio						Nivel de aceite	
Antena						Nivel de agua de batería	
HERRAMIENTAS		ESTADO		OBSERVACIONES		COMENTARIOS GENERALES (OPCIONAL)	
		B	R	M			
Gato hidráulico							
Cruceta							
Llaves fijas							
Llaves mixtas							
Extintor							
Tacos							
Llave bujía							
Llaves suiche y tapa de gasolina							
Otros							
						JEFE DE LA DIVISIÓN DE PLANTA FÍSICA SUPERVISOR DE SERVICIOS VARIOS	
FIRMA CONDUCTOR		FIRMA CONDUCTOR		FIRMA CONDUCTOR		FIRMA CONDUCTOR	

Fuente. DPF de la UIS.

Sin embargo, es necesario decir que dicho formato mostrado en la figura anterior, contempla la revisión solo de aspecto externos de los vehículos, y

no están incluidos los aspectos funcionales como la dirección, el motor, la suspensión, entre otros. Por tanto, para poder realizar inspecciones de carácter trimestral que estén encaminadas a la detección preventiva de deterioros se propone el siguiente formato (ver Figura 18).

Figura 18. Formato propuesto para la revisión periódica de los vehículos

	FORMATO PARA INSPECCIÓN BIMENSUAL DE VEHÍCULOS Y MOTOCICLETAS			Código
				Versión 1
				Pag 1 de 1
Identificación	Trasmisión y embrague	Frenos	Motor	
Fecha	Prensa	Pastillas	Correas	
Placa	Disco	Discos	Aceite	
No inventario	Embrague	Bandas	Válvulas	
Kilometraje	Aceite caja	Tambores	Filtro aire	
Herramientas	Aceite diferencial	Líquidos	Filtro aceite	
Gato hidráulico	Suspensión	Mangueras	Filtro combustible	
Cruceta	Delantera	Ruedas y neumáticos	Encendido	
Llaves fijas	Trasera	Llantas	Escape	
Llaves mixtas	Alineación	Rines	Radiador	
Extintor	Balanceo	Rodamientos	Refrigerante	
Tacos	Eléctrico	Carrocería	Mangueras	
Llave bujía	Interruptores	Abolladuras	Bomba	
Llaves suiche	Luces	Puntura	Observaciones	
Tapa de gasolina	Señalización	Dirección		
	Batería	Conexiones		
		Aceite		

Elaborado por _____
Fecha

Revisado por _____
Fecha

Aprobado por _____
Fecha

Esta inspección será efectuada de manera periódica cada dos o tres meses (como máximo periodo) por parte del supervisor del grupo de transportes de la UIS, o por quien se delegue para esta actividad. Los resultados se registrarán en el sistema y el administrador tomará medidas de ser necesario. Esto significa que en cada campo se registrará el estado como bueno, regular o malo.

5. DESARROLLO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS ACTIVOS DE LA PDF.

En el capítulo 2 se dieron unas definiciones y formas en que se entendían los conceptos de mantenimiento y las formas más usuales de su gestión. Ahora se dedicará atención a las formas en que se puede prestar apoyo a la realización de dichas formas.

El constante aumento de la complejidad tecnológica de los activos, sumado a la tendencia de producción mediante grandes líneas impone a la gestión de mantenimiento una serie de nuevos desafíos:

- El personal de mantenimiento debe ser más especializado.
- Los tiempos de mantenimiento deben ser menores aun cuando las líneas de producción sean grandes.
- Las exigencias de calidad en la producción cada vez son mayores, por tanto el mantenimiento debe garantizar la permanencia de alto desempeño de los equipos.
- El manejo de la información se hace compleja, debido al creciente volumen y flujo dela misma.

La solución que mejor responde a esta serie de desafíos ha sido el uso de sistemas de información de diversas naturalezas y su implementación de diferente escalas. La selección e implementación de esta solución es de gran importancia ya que en un ambiente competitivo estas decisiones deben corresponder al criterio de costo-beneficio.

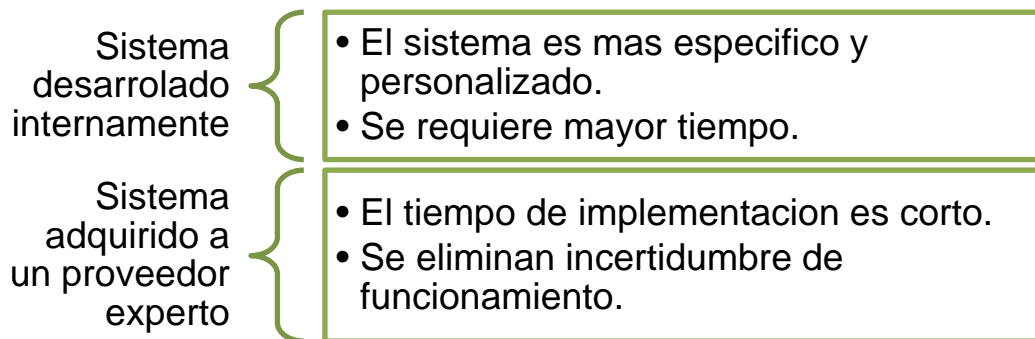
Entre las principales ventajas de la implementación de un sistema de información para ayudar a la gestión del mantenimiento están⁷:

⁷ GARCÍA, Oliverio. Gestión moderna del mantenimiento industrial. Bogotá: ediciones de la U, 2012. p.142

- ✓ Control sobre la planeación y ejecución del mantenimiento.
- ✓ Control sobre los costos directos de mantenimiento.
- ✓ Facilidad de consultar registros históricos.
- ✓ Facilidad de obtener indicadores de gestión.

Básicamente existen dos formas para que una empresa pase a hacer uso de un sistema de información, cualquiera que sea la finalidad de este (ver Figura 19). Usualmente la realización de un desarrollo propio toma más tiempo, fundamentalmente en la etapa de definición de los requisitos y la etapa de ingeniería del software, aunque suele ser una opción muy económica. Adquirir el software a una entidad desarrolladora especializada suele ser mucho más rápido y efectivo, pero también puede resultar muy costoso.

Figura 19. Formas de implementar un sistema de información



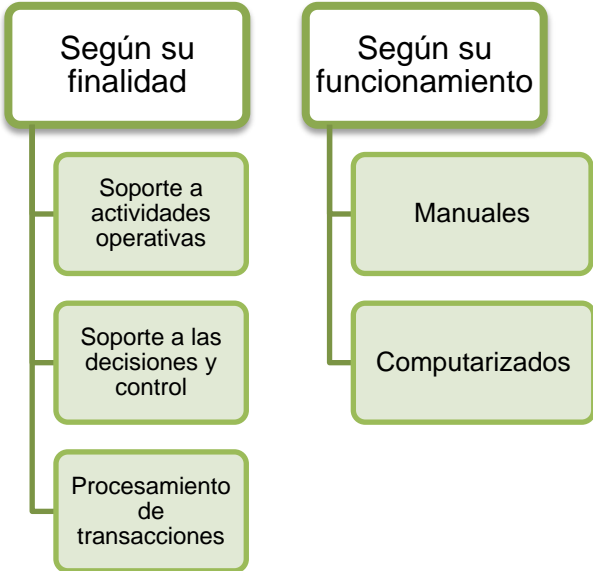
Lo anterior hace necesario el diseño de una estrategia de evaluación que permita tomar una decisión adecuada a las necesidades; siendo para esto el criterio de la relación costo/beneficio el más conveniente. También es necesario considerar que aspectos de la empresa se requieren manejar por medio de dicho sistema, si deben hacerse en un mismo sistema, si este se usará mediante una red, o se instalará localmente, etc.

Es de esperar que a mayor tamaño de la empresa sus operaciones sean de gran volumen y esto requiere aplicaciones robustas, sin embargo, en plantas de producción de pequeño tamaño, los costos resultarían en algunos casos tan elevados, que incluso los sistemas de información manuales son la opción que mejor satisface las necesidades de hacer uso del mismo (véase la sección 5.1).

5.1. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Generalmente los sistemas de información pueden ser divididos en base a dos criterios, como se puede apreciar en la Figura 20.

Figura 20. Clasificación de los sistemas de información



5.1.1. Soporte a actividades operativas.

Esta categoría incluye aquellos sistemas de información que prestan apoyo a labores de tipo estructural y funcional dentro de las empresas, tales como el manejo de nóminas, contabilidad, compras, pedidos, etc. En general, estos sistemas facilitan todas las tareas relacionadas a gestión empresarial. Estas son decisiones estructuradas, es decir, cuyos procedimientos y requisitos están bien definidos y suelen presentar una periodicidad constante y fija.

5.1.2. Soporte a las decisiones y control.

Proporcionan información a los directivos que deben tomar decisiones sobre situaciones particulares. Apoyan la toma de decisiones en circunstancias que no están bien estructuradas⁸. Estos sistemas son prácticos para asistir la toma de decisiones no estructuradas, es decir, aquellas que no cuentan con un proceso completamente definido para su elección, y cuyos requisitos son variables.

5.1.3. Procesamiento de transacciones⁹.

Tienen como finalidad mejorar las actividades rutinarias de una empresa y de las que depende toda la organización. Una transacción es un suceso o una actividad que afecta a toda la organización. Las transacciones más comunes incluyen: facturación, entrega de mercancía, pago a empleados y depósito de cheques. Los tipos de transacciones cambian según la empresa, sin embargo, estas se procesan como actividades cotidianas.

⁸ SENN, James. Análisis y diseño de sistemas de información. 2 ed. México: MCGRAW HILL, 2001. p.28

⁹ Idem. p. 25

5.1.4. Sistemas manuales.

Corresponden a todos aquellos sistemas donde la información es manejada en medios físicos. Este tipo de sistemas puede funcionar bien en pequeñas plantas, sin embargo, posee la desventaja de no permitir procesar de forma rápida grandes volúmenes de información, por lo cual no es aplicable a empresas de mediano o gran tamaño. Otro aspecto importante es que al aumentar el volumen de información, se incrementa también las posibilidades de error en su tratamiento.

5.1.5. Sistemas computarizados.

Estos sistemas están basados en el uso de ordenadores para realizar las labores de procesamiento que se hacen de forma manual en otros tipos de sistemas; por tanto, no pretenden sustituir a las personas, sino liberarlas del procesamiento de los datos, para que estas tareas se hagan de forma automática de acuerdo a cierta programación. Las ventajas de estos sistemas computarizados radican en su gran poder para manejar grandes volúmenes de información, y su rapidez para adaptarse ante cambios frecuentes de la misma; esto reduce la incertidumbre en errores de procesamiento y ofrece mayor confiabilidad en el apoyo a toma de decisiones y análisis de información.

5.2. SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO

Un sistema de información es un conjunto de elementos que interactúan entre sí con el fin de apoyar las actividades de una empresa como las

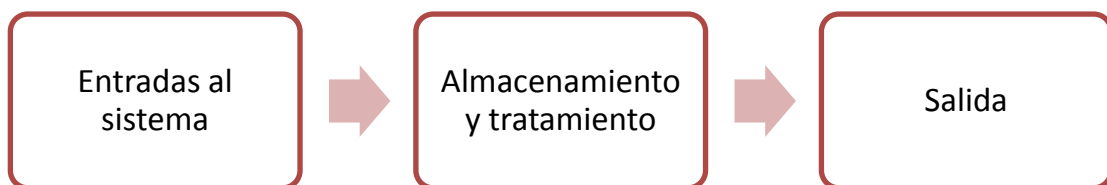
operaciones diarias, la comunicación de datos e informes, la administración de las actividades y la toma de decisiones¹⁰.

Debido a que el volumen de información que se debe almacenar para realizar la gestión de mantenimiento es bastante grande, el uso de herramientas computarizadas es un aliado de gran utilidad, pues no solo permite el almacenamiento fácil, sino que una vez cargada la información, su consulta o procesamiento es muy rápido y efectivo; esto reduce la posibilidad del error humano y de manera más significativa, evita la pérdida de la información, fundamentalmente, la de registros históricos.

En la actualidad una buena gestión de mantenimiento está directamente relacionada a un buen uso de un sistema de información; este permite el control de las labores, un análisis estadístico que ayude a la prevención de fallas, permite además ejercer un control y análisis sobre los costos de mantenimiento (tiempo de parada, mano de obra y refacciones).

Todo sistema de información sin importar su tipo o función realiza sus tareas en tres etapas (ver Figura 21), el sistema puede o no estar retroalimentado.

Figura 21. Etapas de operación básica de un sistema de información.



¹⁰ SILVA GRANADA, Laura Jessenia y GAMBOA NIÑO, Andrés Julián. Software para la planeación y control de la producción aplicado a Industrias Tanuzi S.A. Trabajo de grado Ingeniero Mecánico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2011. p. 73.

- En la etapa de entrada el sistema recibe los datos que posteriormente procesará. Dichas entradas pueden ser manuales, en cuyo caso el usuario hace un ingreso de dichos datos, o pueden ser automáticas, en cuyo caso el sistema toma los datos de otro modulo o parte del mismo sistema.
- La etapa de almacenamiento y procesamiento permiten al sistema recordar los datos para ser usados en cualquier momento y realizar ciertos procesos con ellos, convirtiéndolos en información útil. La forma como se procesan los datos almacenados está determinada por la programación hecha durante el diseño y desarrollo del sistema.
- La salida es la capacidad del sistema de permitir al usuario la consulta de los datos procesados o los mismos datos almacenados. Las formas como se presenta la salida de información está determinada también por la programación del sistema. Es importante considerar que una salida puede ser la entrada de otro sistema o modulo.

5.2.1. Objetivos del sistema de información.

El objetivo deseado en todo sistema de información es la tenencia de una base de datos especializada (que es la parte fundamental de todo sistema de información) que facilite la programación, realización y control de las tareas de mantenimiento. Los objetivos de todo sistema de información para el mantenimiento deben responder a los objetivos mismos del departamento de mantenimiento, y deben estar también encausados en la misma dirección de la empresa; son una manifestación de las políticas de la empresa.

De forma general, se puede decir que los objetivos básicos de todo sistema de información para apoyo al mantenimiento deben cumplir los siguientes mínimos¹¹.

- ✓ Identificación de los equipos.
- ✓ Mantenimiento preventivo.
- ✓ Administración de las órdenes de trabajo.
- ✓ Historial del equipo.

5.3. DEFINICIÓN DE LOS REQUISITOS

Un sistema de información que apoye las labores de mantenimiento puede ser tan grande y complejo como se requiera, esto está en función de las necesidades de las empresas que los implementan, las cuales pueden variar. Sin embargo, como se mencionó en el capítulo 2, las labores de mantenimiento al interior de la DPF se hacen de manera autónoma en su gran parte, sin la existencia de un departamento de mantenimiento, y contratando mediante outsourcing una parte de las mismas tareas, además de tener un volumen de producción bajo; todo esto hace que los requerimientos sean más sencillos que los de una gran planta.

Por los motivos expuestos anteriormente, se conveniente pasar a una sistematización sencilla, que aborde las necesidades primordiales de mantenimiento de la DPF, y que sirva como un insumo a futuro, para el desarrollo de sistemas que permitan el manejo y la gestión de otros aspectos de su gestión, como las compras y el manejo de personal.

¹¹ Adaptado de: DUFFUAA, Salih et. al. Sistemas de Mantenimiento planeación y control. México: Limusa Wiley, 2010. p.303.

En la Figura 22 se muestra las parte asociadas al mantenimiento que se van a manejar por medio de herramientas informáticas para apoyo a las gestión de mantenimiento.

Figura 22. Necesidades básicas para el sistema de información



5.3.1. Módulo de fichas técnicas¹².

Este módulo proporciona información acerca de la identificación del equipo, ubicación, fecha de instalación, estado, información técnica, programa de mantenimiento preventivo, herramientas especiales y procedimiento de seguridad. Se puede almacenar información adicional acerca de las especificaciones del programa de lubricación, aceite de lubricación y método

¹² DUFFUAA, Salih et. al. Sistemas de Mantenimiento planeación y control. México: Limusa Wiley, 2010. p.305.

de aplicación, estándares de trabajo y otros que sea particularmente necesarios a cada equipo.

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 ordenes de trabajos necesarios. En la Figura 23 se puede observar el formato de ficha técnica que se implementará como consecuencia del presente trabajo, y el cual se basa en el formato existente, al cual se le hacen algunas modificaciones para incluir información de carácter relevante para el mantenimiento.

5.3.2. Módulo de órdenes de trabajo¹³.


El módulo de control de órdenes de trabajo automatiza el proceso de generación de dichas órdenes. Este módulo es el corazón del SCAM¹⁴, ya que es responsable de la ejecución del sistema de órdenes de trabajo, el cual a su vez es el corazón del control del mantenimiento. Las órdenes de trabajo 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.

¹³ Ídem p. 306



¹⁴ Sistema computarizado de administración de mantenimiento.

Figura 23. Formato modificado propuesto de ficha técnica de equipos

	HOJA DE VIDA EQUIPOS		Código : FRT.08	
			Versión : 04	
PROCESO RECURSOS TECNOLÓGICOS			Pág. 1 de 1	
NOMBRE DE EQUIPO		No. INVENTARIO		
MODELO :	MARCA :			
USO DEL EQUIPO	NUMERO SERIE :			
	PROVEEDOR :			
	FABRICANTE :			
SEDE :	MODELO			
EDIFICIO :	FECHA DE ADQUISICIÓN			
SALON :	MANTENIMIENTO REALIZADO POR PERSONAL:	INTERNO <input type="checkbox"/>	EXTERNO <input type="checkbox"/>	
EXTENSIÓN :	PROVEEDOR DE MANTENIMIENTO: SI APLICA			
CONTACTO :	COSTO DEL EQUIPO: OPCIONAL			
	PERIODICIDAD DE MANTENIMIENTO			
CORREO INSTITUCIONAL	<input type="checkbox"/> MENSUAL <input type="checkbox"/> ANUAL <input type="checkbox"/> BIMESTRAL <input type="checkbox"/> SEMESTRAL			
DIMENSIONES		FOTOS DEL EQUIPO		
LARGO				
ANCHO				
ALTO				
PESO				
CAPACIDAD				
MAX				MIN
REFERENCIA PLANOS				
REFERENCIA CATALOGO				
PLAN DE MANTENIMIENTO				
OBSERVACIONES GENERALES				



Una orden trabajo debe tener al menos dos partes centrales, a saber, una que permita la planeación del trabajo, y una segunda parte que permita el control sobre el trabajo realizado y de opciones de retroalimentación. En la Figura 24 se puede ver el modelo adoptado para el presente trabajo.

Figura 24. Formato propuesto para órdenes de trabajo

		<h2 style="margin: 0;">ORDEN DE TRABAJO</h2>	Código <hr/> Versión 1 Pag 1 de 1
TIPO DE MANTENIMIENTO <input style="width: 80%;" type="text"/>			
EQUIPO <input style="width: 60%;" type="text"/>		No. INVENTARIO <input style="width: 30%;" type="text"/>	
UBICACIÓN <input style="width: 60%;" type="text"/>		SECCIÓN <input style="width: 30%;" type="text"/>	
FECHA GENERACIÓN	<input style="width: 100%;" type="text"/>	HORA	<input style="width: 100%;" type="text"/>
FECHA REQUERIDA	<input style="width: 100%;" type="text"/>	HORA	<input style="width: 100%;" type="text"/>
SOLICITANTE	<input style="width: 100%;" type="text"/>	PRIORIDAD	<input style="width: 100%;" type="text"/>
TIPO DE SOLICITUD	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
DESCRIPCIÓN DE SOLICITUD			
ARTÍCULOS O REPUESTOS REQUERIDOS			
No.	NOMBRE	CANTIDAD	
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES			
_____ RESPONSABLE	_____ APROBÓ	NOTIFICACIÓN DE TRABAJO TERMINADO	
FECHA TERMINACIÓN	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
TIEMPO DE DURACIÓN	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
OBSERVACIONES			

A modo de complemento, se diseña también una formulario que permite a los operarios hacer solicitud de alguna labor de mantenimiento, ya sea este de tipo emergencia, preventivo o una tarea de carácter ocasional. En la Figura 25 se muestra dicho formulario.

Figura 25. Formulario propuesto para solicitudes de servicio.


 	SOLICITUD DE SERVICIO		Código
			Versión 1
	PROCESO:		Pag 1 de 1
FECHA SOLICITUD		HORA	
FECHA REQUERIDA		HORA	
SOLICITANTE			
SECCIÓN			
NUMERO INVENTARIO		PRIORIDAD	
NOMBRE EQUIPO		UBICACIÓN	
TIPO DE SERVICIO REQUERIDO			
MOTIVO DE SOLICITUD			

5.3.3. Módulo de historial de mantenimiento.

La parte de historial de reparaciones y de mantenimiento es de gran importancia en un sistema de información que apoye la gestión de mantenimiento; este sirve de base para determinar tendencias de fallas que permitan hacer análisis especializados y también son un gran soporte para hacer estudios de reemplazo de equipos que estén alcanzando su

obsolescencia. En la Figura 26 se puede observar el formato propuesto para el registro de historiales de mantenimiento y reparaciones.

Figura 26. Formato propuesto para registro de historial

	HISTORIAL DE MANTENIMIENTO Y REPARACIONES		Código
			Versión 1
			Pag 1 de 1
DATOS DEL EQUIPO			
No. INVENTARIO	<input type="text"/>	NOMBRE	<input type="text"/>
DATOS DE LA TAREA			
No. ORDEN DE TRABAJO	<input type="text"/>	FECHA DE ORDEN	<input type="text"/>
TIPO DE TAREA			
MP	CORRECTIVO	INSPECCIÓN	OTRO
DESCRIPCIÓN			
<input style="height: 40px;" type="text"/>			

5.3.4. Módulo de indicadores e informes.

Los indicadores son, de forma conjunta con los informes la manera más práctica para acceder a la información; estos permiten, en el caso de los informes, hacer una consulta rápida sobre aspectos como las actividades pendientes y realizadas, sin tener que navegar de forma detallada por cada uno de los registros, ya sean de órdenes de trabajo o solicitudes.

En el caso de los indicadores, estos muestran en forma de grafico de barras las duraciones de los trabajos realizados, las cantidades de reparaciones realizadas, y el contraste de las tareas terminadas versus las no terminadas, lo que permite tener una idea de la eficiencia del programa de mantenimiento.

Estos indicadores e informes se muestran en forma separada para máquinas y vehículos, a fin de hacer más fácil su visualización, y menos engorrosa su generación.

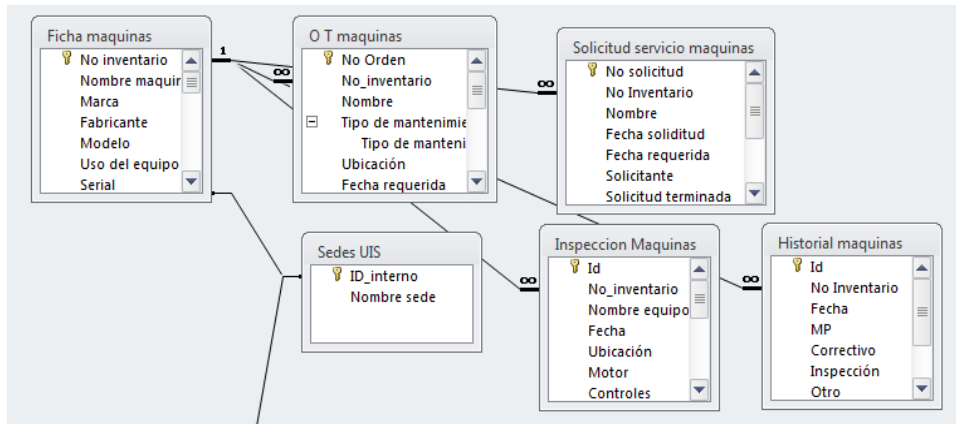
5.4. HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LAS MÁQUINAS

En la sección 5.3 se establecieron los requisitos de manejo de datos e información necesarios en la DPF; con estas definiciones y haciendo uso de los formatos establecidos para dar solución a tales requerimientos, se procedió a la programación de cada aspecto relacionado. Dicha programación y desarrollo se realiza mediante el uso de la herramienta Microsoft Access 2010, que permite el desarrollo de bases de datos y la creación de interfaces gráficas que facilitan su uso. El acceso a dicha aplicación es idéntico a acceder a cualquier archivo del paquete office, y se puede hacer como se muestra a continuación en la Figura 27.

Para cada formato descrito anteriormente se implementa el correspondiente módulo en la base de datos. Esto se hace convirtiendo cada formato en una tabla de Microsoft Access, posteriormente se establecen las relaciones y finalmente se desarrollan las interfaces gráficas que darán vida a cada módulo. En la Figura 27 se puede ver el diseño de base de datos relacional usado para apoyar la gestión de mantenimiento de las máquinas de la PDF.

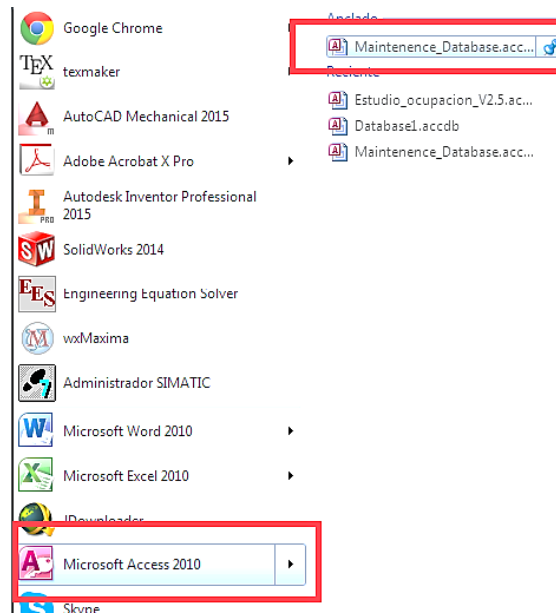
La Figura 27 muestra en relación el hecho de que una máquina puede tener muchas órdenes de trabajo, o muchas solicitudes de servicio, que estén asociadas a ella.

Figura 27. Diseño relacional de base de datos para máquinas



El acceso al sistema se hace de igual forma que acceder a un archivo del paquete office, o como se muestra seguidamente:

Figura 28. Acceso a la base de datos



Esto da inicio a la interfaz de inicio que se muestra a continuación. En la Figura 30 se puede ver resaltado las pestañas que dan acceso a cada función del sistema, las cuales se especifican de forma independiente para las máquinas y los vehículos.

Cada módulo debe proporcionar opciones básicas independientemente del tipo u objetivos del sistema. Dichas opciones permiten hacer el manejo de la información al interior del sistema, estas opciones son:

- Nuevo: permite realizar entradas al sistema.
- Editar: permite modificar una entrada existente.
- Eliminar: permite la eliminación de entradas previas.
- Guardar: hacer permanentes las ediciones o entradas realizadas.
- Buscar: esta acción debe facilitar la búsqueda de información al interior del sistema.

Figura 29. Pantalla de bienvenida

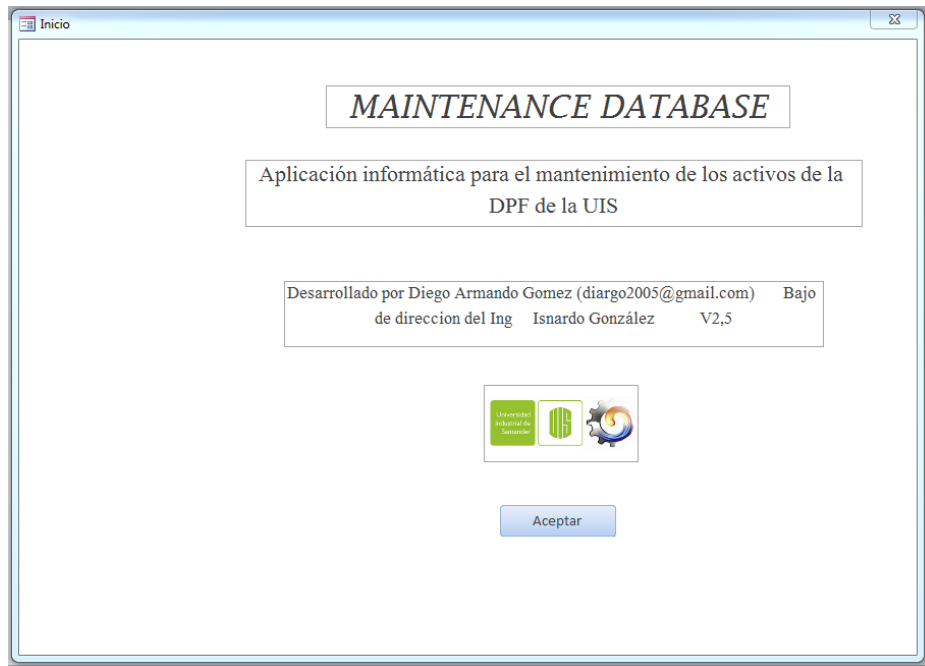


Figura 30. Panel principal de la herramienta.



Dicho esto, se detalla cada módulo del sistema. Se muestra conjuntamente una captura de pantalla de cada aspecto de la herramienta.

5.4.1. Desarrollo del módulo ficha técnica de equipos.

La pantalla de inicio permite ver las fichas técnicas de las máquinas existentes y editar la información que esta posee. Por otro lado, mediante el uso de los botones se pueden hacer nuevos ingresos y dar de baja a equipos, como se muestra.

Figura 31. Diagrama de flujo para módulo máquinas

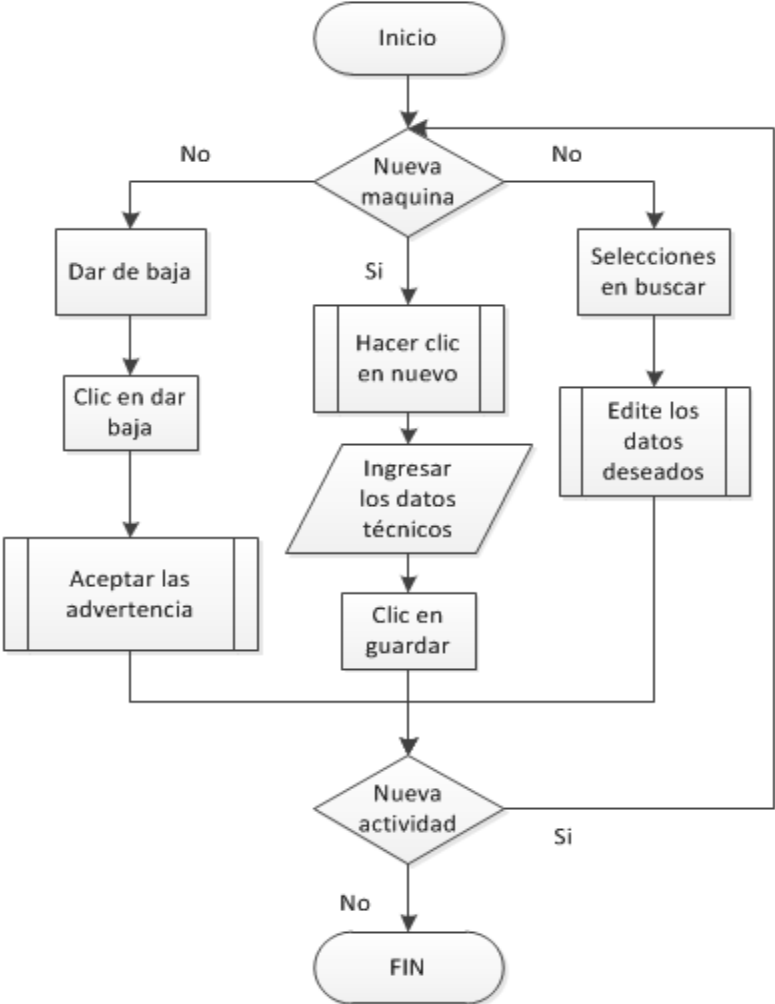
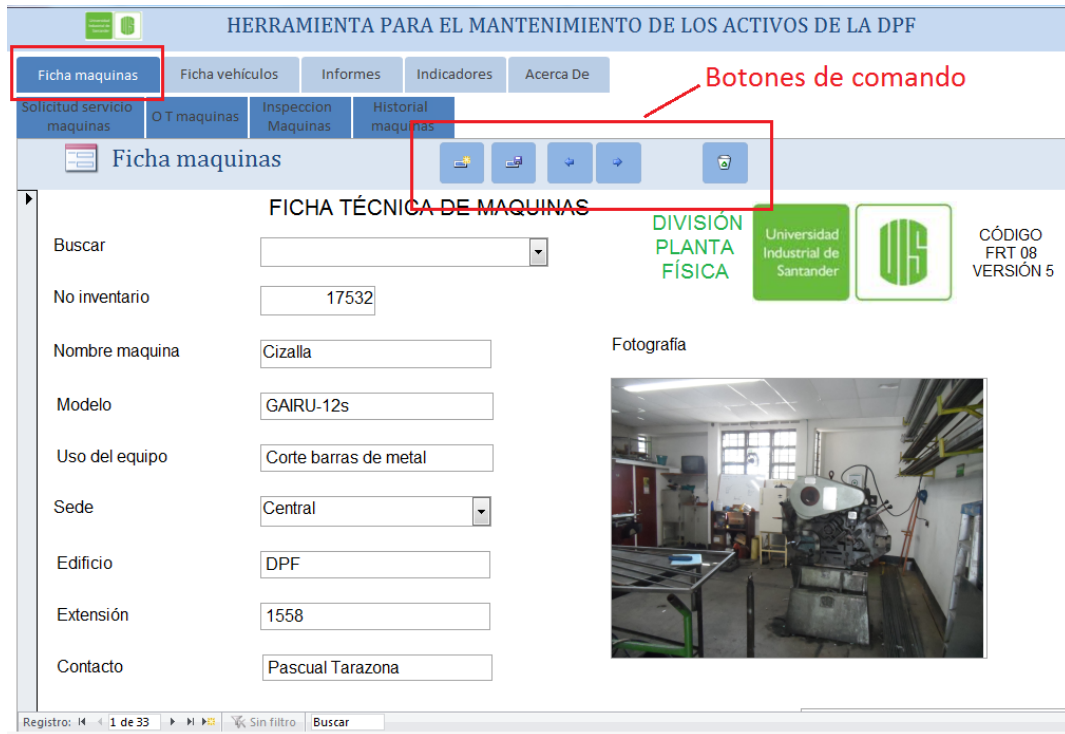


Figura 32. Pantalla del módulo fichas de máquinas

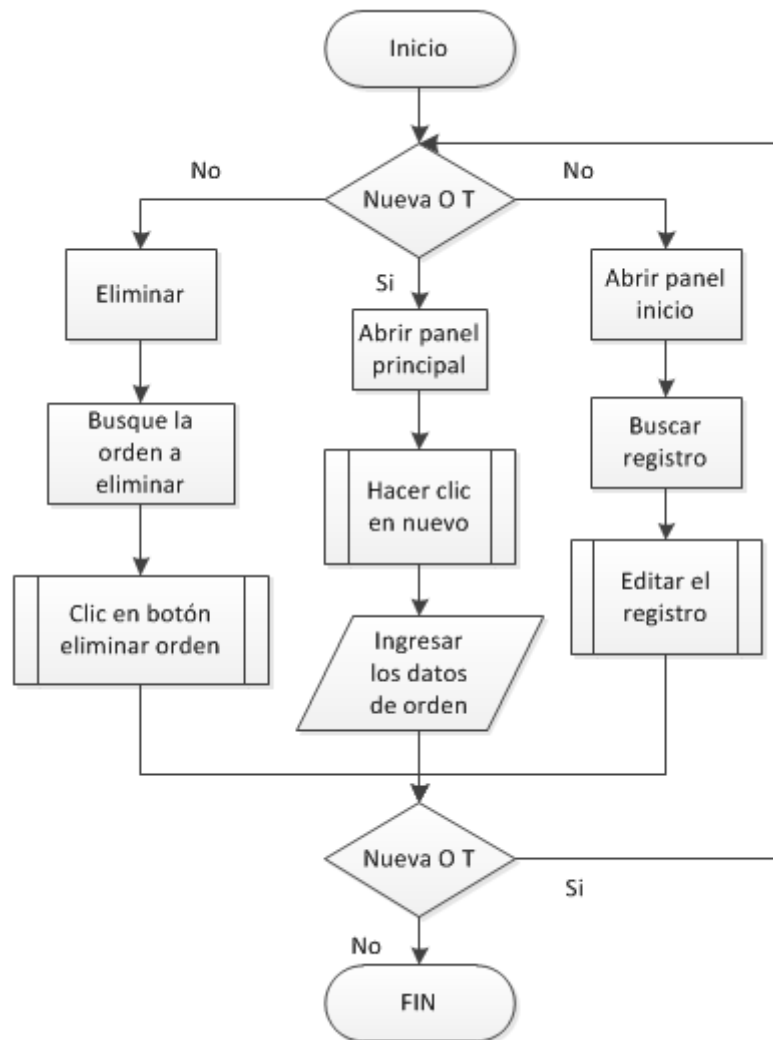


La labor de guardar de los cambios es una tarea que realiza de forma instantánea Microsoft Access al ingresar o editar información, por tanto, esta actividad no se muestra en el diagrama, ya que es transparente al usuario. Navegar entre los registro existentes y dar de baja se pueden realizar mediante los botones de comando mostrados en la Figura 32.

5.4.2. Desarrollo del módulo para órdenes de trabajo.

Las ordenes de trabajo se manejan haciendo uso del formato establecido en el apartado 5.3.2 y permite no solo la realización de las tareas, sino además la ejecución del control sobre las mismas. A él se accede en el panel de inicio si se requiere consultar o editar una orden.

Figura 33. Diagrama para el módulo orden de trabajo



Seguidamente se muestra en la Figura 34 la interfaz para el módulo de orden de trabajo (OT). Allí se puede apreciar los botones de comando en la parte superior, los cuales permiten eliminar, guardar navegar por los registros existentes y crear nuevos.

Figura 34. Módulo de órdenes de trabajo

HERRAMIENTA PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS ACTIVOS DE LA DPF

Ficha máquinas | Ficha vehículos | Informes | Indicadores | Acerca De

Solicitud servicio máquinas | **O T máquinas** | Inspección Maquinas | Historial Maquinas

O T máquinas

Botones de comando

DATOS DE LA ORDEN

No_inventario	17596	No Orden	23
Ubicación	Carpintería	Nombre maquina	Torno
Responsable:	Gabriel Ortiz	Tipo de mantenimiento	MP
Fecha de generación	11/10/2014	Aprobó:	Yurley Cristina
Solicitante	Gabriel Ortiz	Fecha requerida	18/10/2014
Descripción de orden	Revisión del aceite	Prioridad	Normal
		Articulos y repuestor requeridos	1/4 de galon de aceite

DATOS DE TERMINACIÓN

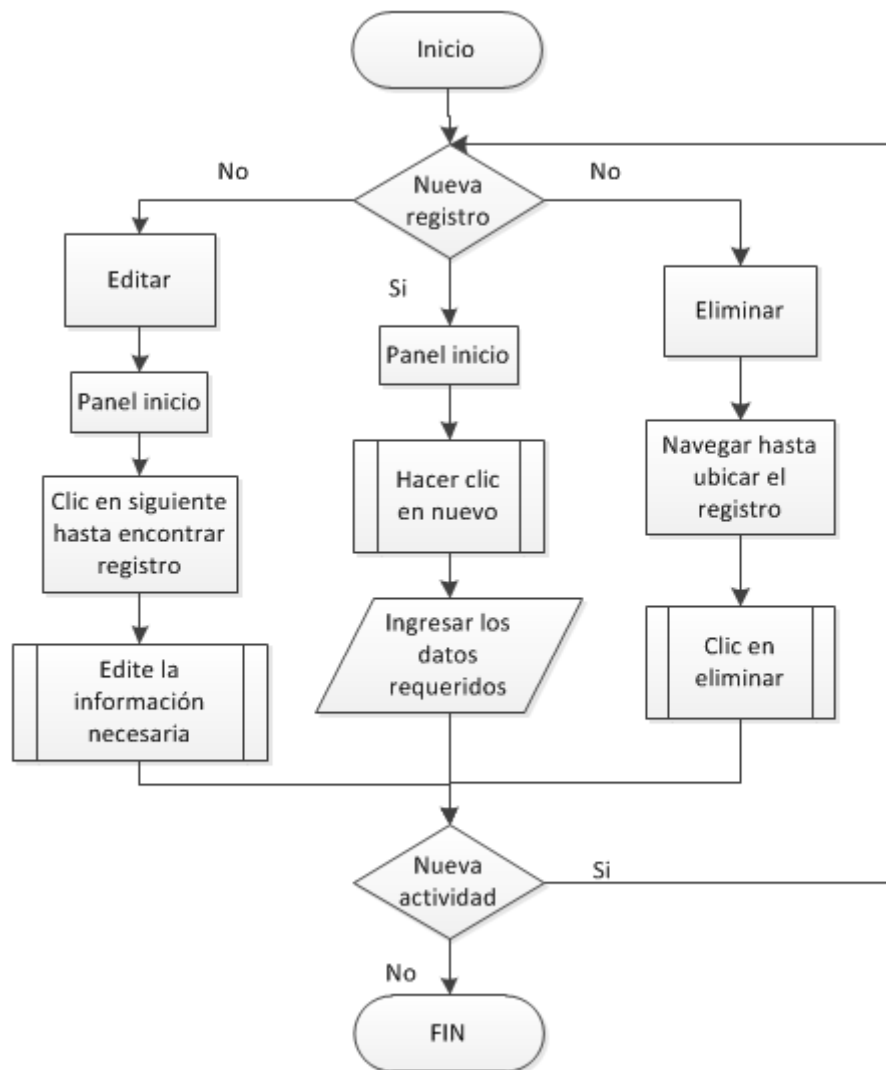
Fecha terminación	13/10/2014	Tiempo duración (horas)	2
Orden terminada	<input checked="" type="checkbox"/>		
Observaciones finales	Ninguna		

Registro: 1 de 8 | Sin filtro | Buscar

5.4.3. Desarrollo del módulo para historial de mantenimiento.

Este módulo está programado para llevar un registro de las actividades que se realicen sobre las máquinas, ya sean estas tareas de inspección, de mantenimiento preventivo o de emergencia. La base de datos relacional se diseñó de modo que contemple el hecho de que una máquina debe tener múltiples entradas de historial. Esto garantiza la no existencia de registros huérfanos, es decir, registros de historial de máquinas que no existan o que sean dadas de baja

Figura 35. Diagrama de flujo del módulo historial de máquinas



Seguidamente se muestra la captura de pantalla para mostrar la realización de un nuevo registro, la ubicación de uno existente para, por ejemplo, editarlo, y la eliminación de un registro. Todo esto es posible mediante los botones de comando ubicados en la parte superior.

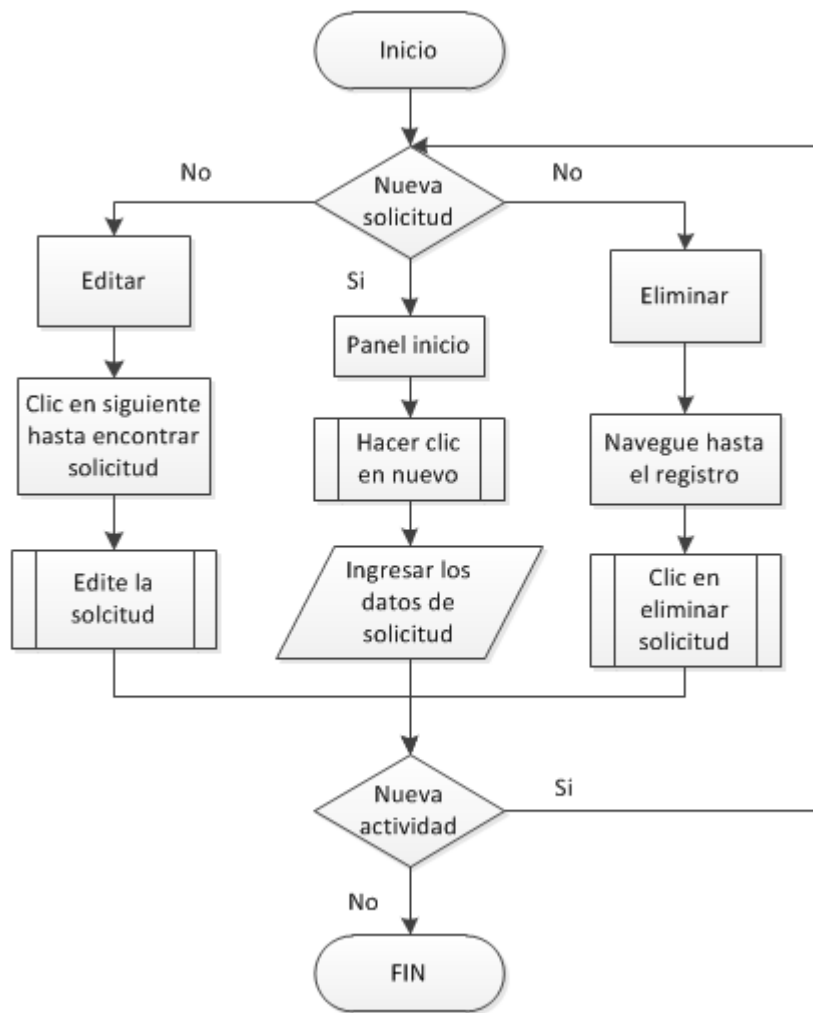
Figura 36. Pantalla de eliminación de registro



5.4.4. Desarrollo del módulo de solicitudes de servicio.

Este módulo está diseñado para dar participación a los operarios en las actividades de planeación de la gestión de mantenimiento, al permitir que no solo el administrador del sistema pueda solicitar u ordenar una tarea de mantenimiento, siendo el operario quien más conocimiento tiene del funcionamiento de los equipos, puede este constituirse en un insumo importante en la gestión del mantenimiento. A continuación, en la Figura 37 se muestra el diagrama de flujo de trabajo de este módulo y luego se puede apreciar la captura de pantalla de este módulo dentro de la aplicación.

Figura 37. Diagrama de flujo módulo solicitud de servicio para máquinas



Fuente: el autor.

En la siguiente figura se puede observar el módulo, donde pues el operario hacer ingreso de solicitudes de servicios de mantenimiento para los equipos.

Figura 38. Pantalla de inicio del módulo para solicitar servicios

HERRAMIENTA PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS ACTIVOS DE LA DPF

Ficha maquinas | Ficha vehículos | Informes | Indicadores | Acerca De

Solicitud servicio maquinas | O maquinas | Inspeccion Maquinas | Historial maquinas

Solicitud de servicio maquinas

No solicitud: 1

No Inventario: 17596

Fecha soliditud: 13/10/2014

Fecha requerida: 15/10/2014

Servicio requerido: MP

Motivo solicitud: Cambio de correas de transmisión

Nombre: Torno

Ubicación: Carpinteria

Solicitante: Gabriel Ortiz

Solicitud terminada:

Prioridad: Normal

Fuente. El autor.

5.4.5. Desarrollo del módulo de indicadores para máquinas.

El acceso a estos campos informativos se puede hacer de forma global para todas las máquinas, o se puede visualizar una máquina o conjunto de estas en específico (parte inferior); y se puede escoger el periodo de visualización de este (parte superior). Estos indicadores muestran los siguientes valores:

- ✓ Duración OT máquinas: este muestra la duración, en horas, que ha demandado las reparaciones de las máquinas.
- ✓ Solicitud de servicio máquinas: muestra la cantidad de solicitudes realizadas por los operarios para cada máquina.
- ✓ OT terminada / OT sin terminar: muestra barras comparativas de estos valores de órdenes de trabajo.

Figura 39. Indicador de duración

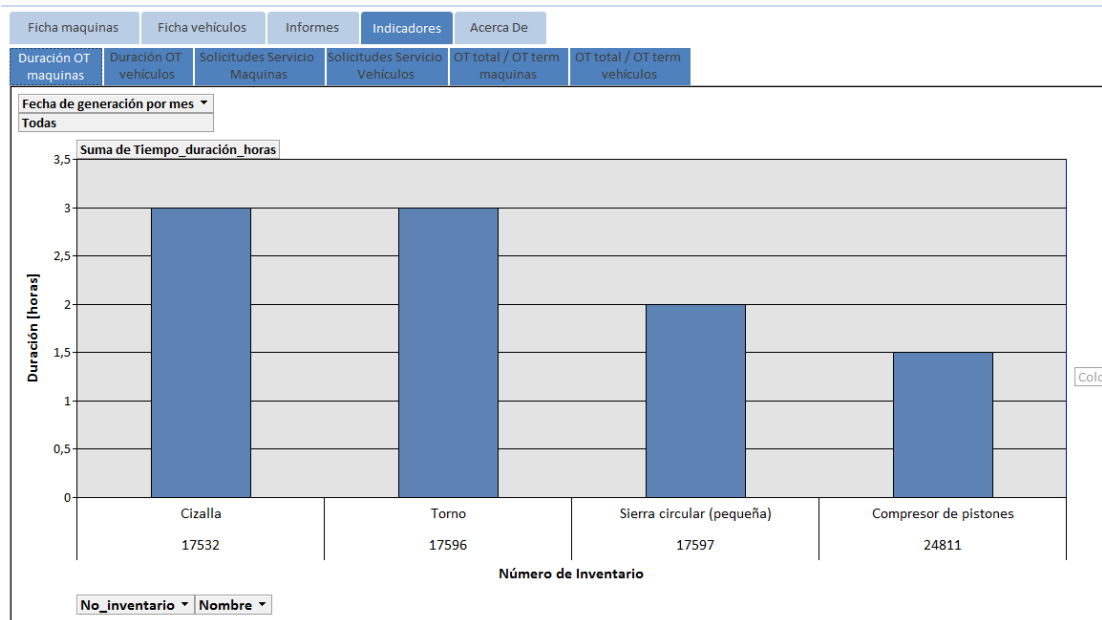


Figura 40. Indicador de solicitudes

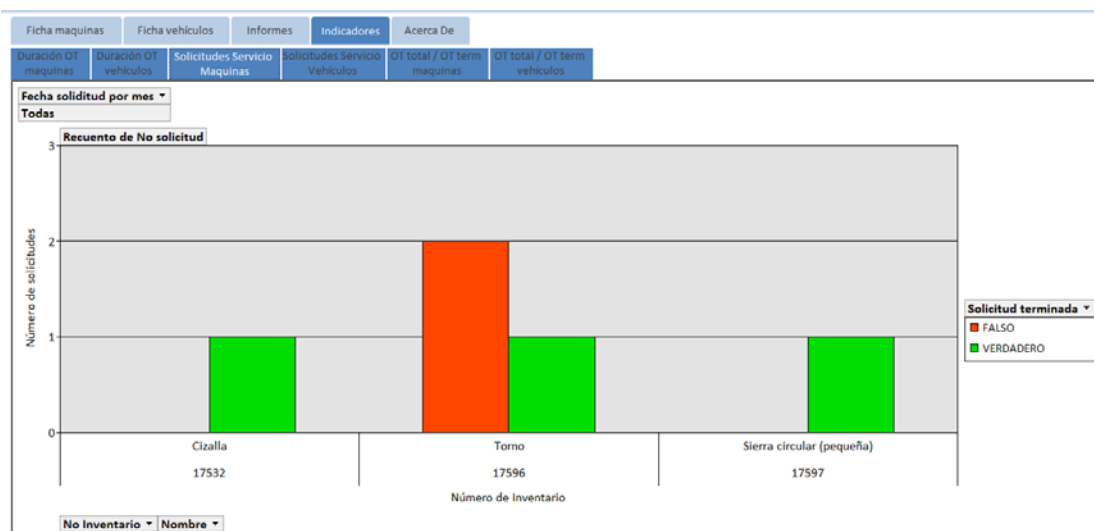
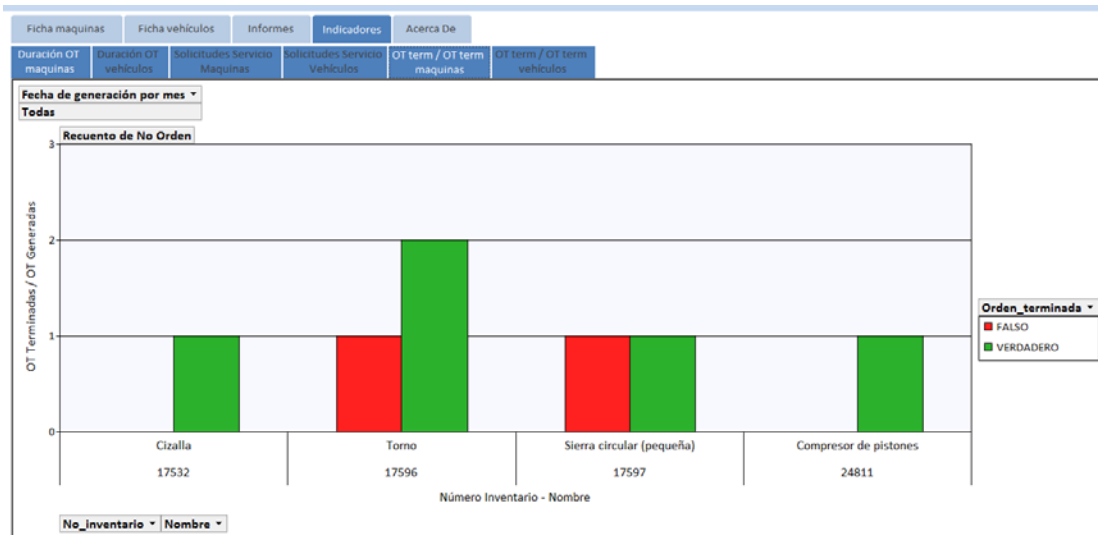


Figura 41. Indicador de número de órdenes de trabajo

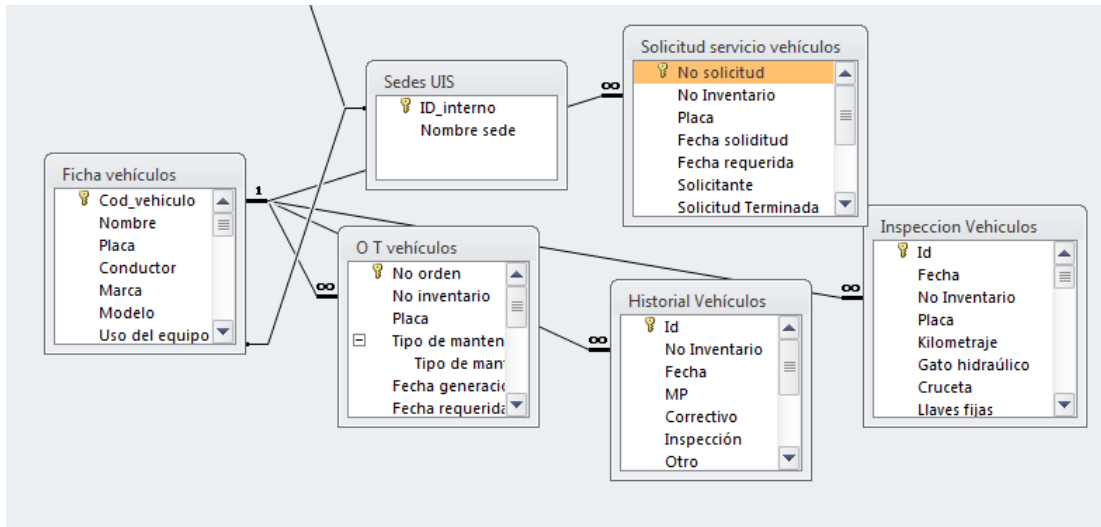


5.5. HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LOS VEHÍCULOS

La gestión del mantenimiento de vehículos está implementada en un mismo sistema conjunto con las máquinas, esto con el fin de tener un mayor control y compactación en la administración de las tareas. A nivel relacional, al interior de la base de datos, se contempla el hecho de que a un mismo vehículo deben corresponder varias entradas de historial, solicitudes y órdenes de trabajo, esto se expresa en el diseño de la misma base de datos como se aprecia a continuación.

En la Figura 42 se pueden observar las relaciones hechas entre las tablas para la parte correspondiente a los vehículos.

Figura 42. Diseño de la base de datos para vehículos

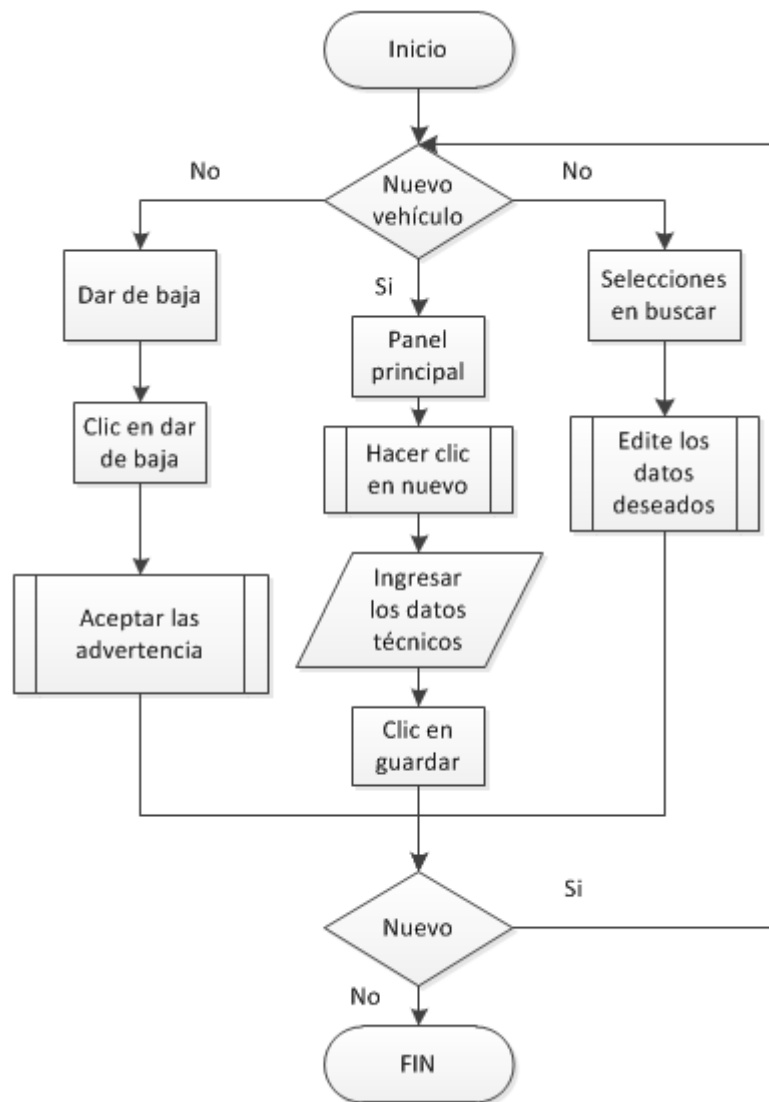


5.5.1. Desarrollo del módulo fichas técnicas de vehículos

Este módulo se encarga de almacenar la información correspondiente a la descripción del vehículo. Cada vehículo posee una ficha única. La utilización es similar al desarrollado para las máquinas, sin embargo, este contiene un dato adicional que ayuda a su identificación, este dato es la matrícula del mismo vehículo. Estas fichas de vehículos pueden ser editadas, o eliminadas, y se puede crear una entrada nuevo para el caso de adquisición de uno nuevo. Aun cuando la placa del vehículo es código identificador único, se seguirá usando el número de inventario, a fin de dar continuidad a lo desarrollado en las secciona de máquinas.

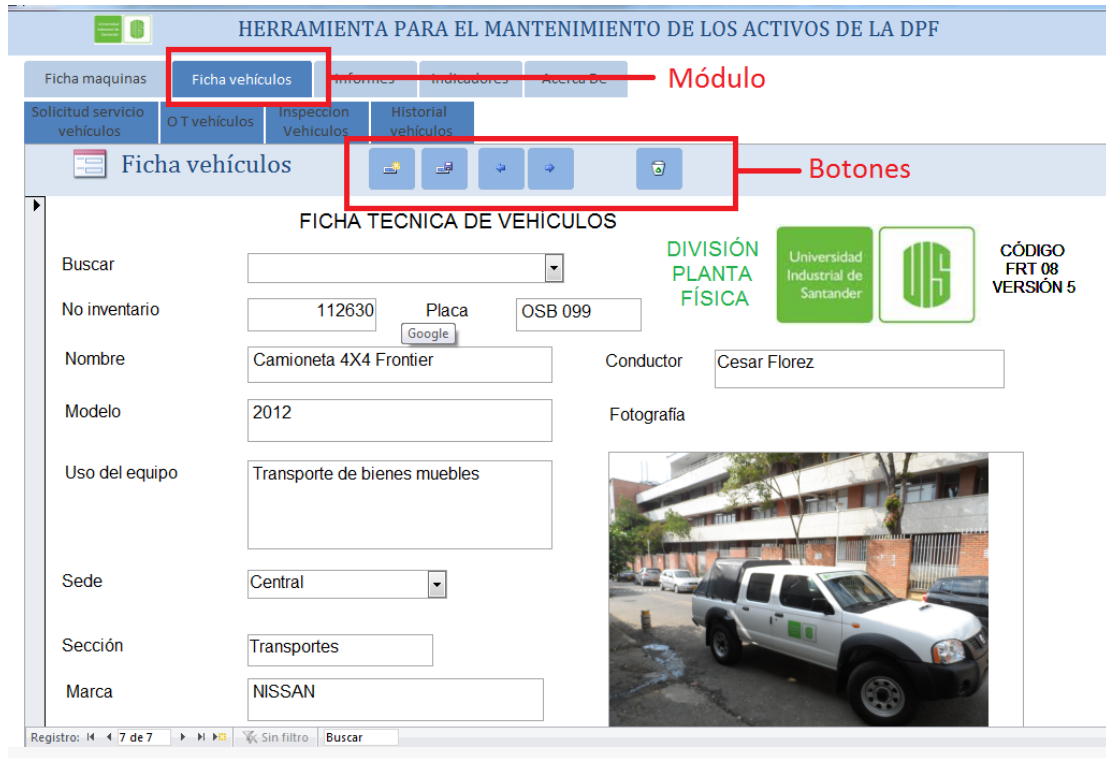
En la Figura 43 se puede ver el diagrama de flujo base sobre el cual se desarrolló el funcionamiento de este módulo. Como puede observarse, es muy similar a su par de máquinas.

Figura 43. Diagrama de flujo modulo ficha técnica de vehículos



En la Figura 44 se puede observar la interfaz dada para el manejo de las fichas técnicas de los vehículos. Los botones de comando son idénticos a los mencionados en módulos anteriores, solo que restringen su accionar a cada módulo en específico.

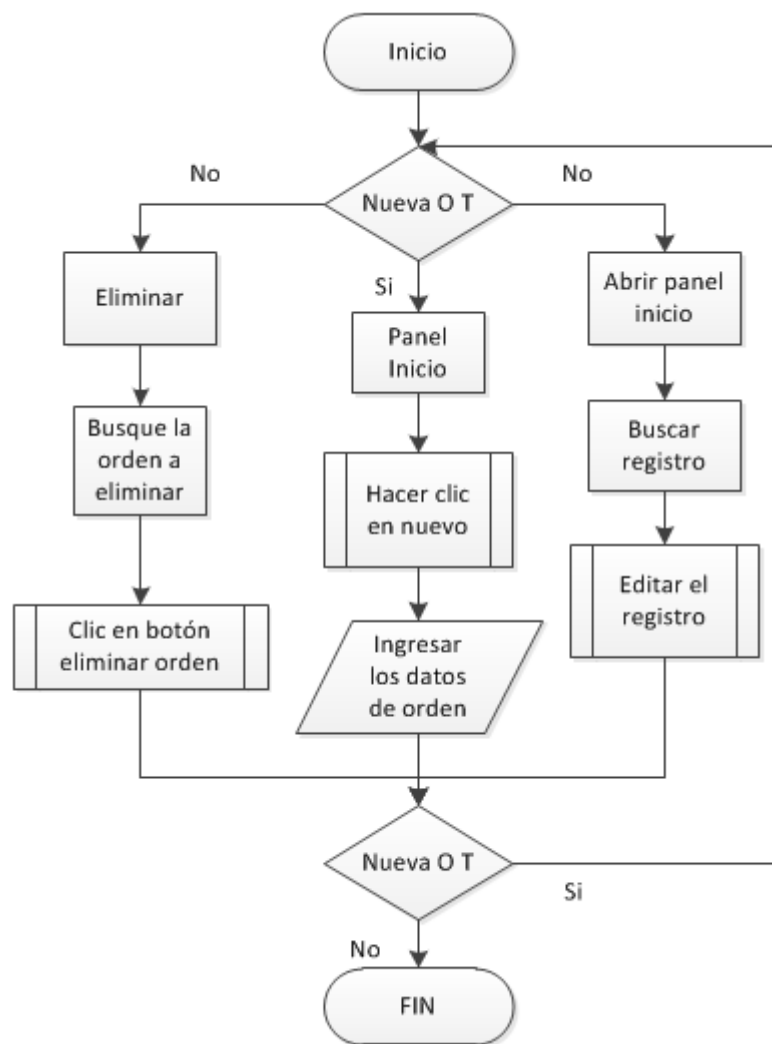
Figura 44. Pantalla de inicio fichas de vehículos



5.5.2. Desarrollo del módulo para órdenes de trabajo.

La forma de manejar las ordenes de trabajo para los vehículos es similar en el sistema de información para las máquinas, la razón principal por la cual esto se unifico por medio de un único modulo es porque los vehículos reciben el mantenimiento de personal externo, generalmente, estas actividades son realizadas mediante la modalidad de outsourcing.

Figura 45. Diagrama de flujo modulo órdenes de trabajo



En la Figura 46 se aprecia la interfaz desarrollada con base al formato propuesto para el manejo de las órdenes de trabajo. Las órdenes se pueden generar de manera manual, o de forma automática en caso de las actividades programadas en el sistema.

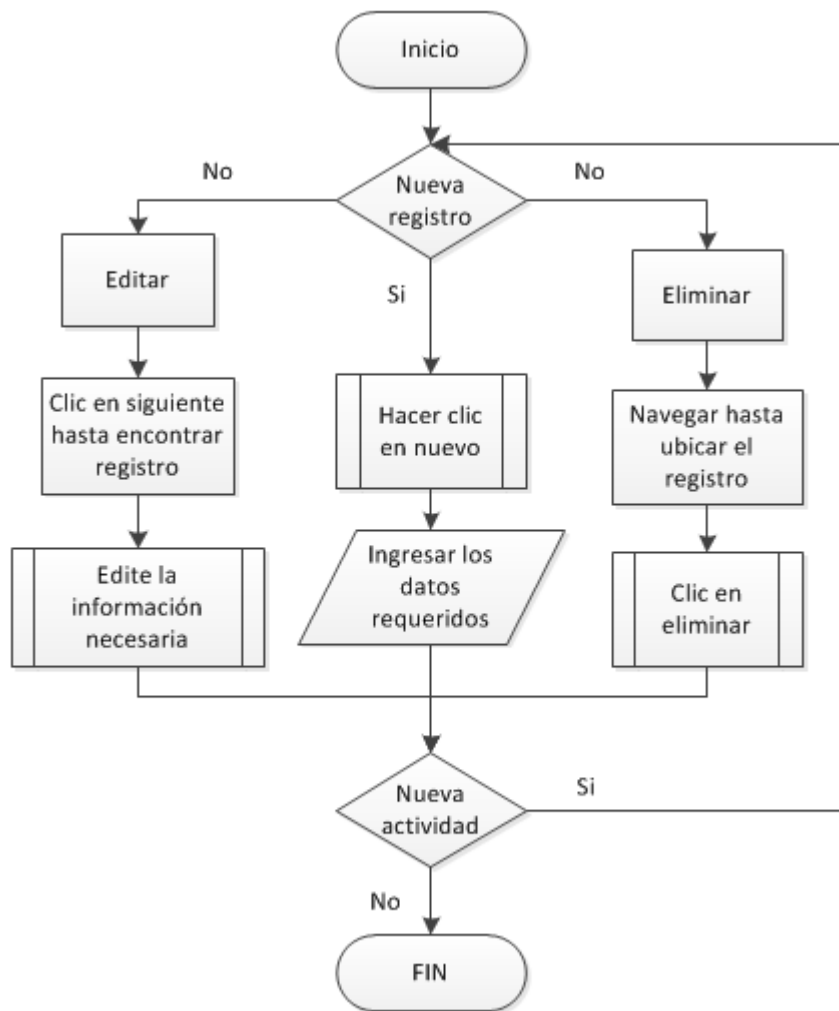
Figura 46. Pantalla de inicio al módulo de órdenes de trabajo

DATOS DE LA ORDEN		No orden	112634
No inventario	93830	Tipo de mantenimiento	MP
Placa	OSA 892	Aprobó	Diego Gomez
Responsable	Cesar Florez	Fecha requerida	18/10/2014
Fecha generación	08/10/2014	Prioridad	Normal
Solicitante	Jesus Rey	Articulos y repuestor requeridos	Bombillos
Descripción de solicitud	Arreglo direccionales traseros		
DATOS DE TERMINACIÓN			
Fecha terminación	09/10/2014	Tiempo duración (horas)	1,5
Orden terminada	<input checked="" type="checkbox"/>		
Observaciones finales	Ninguna		

5.5.3. Desarrollo del módulo historial para vehículos.

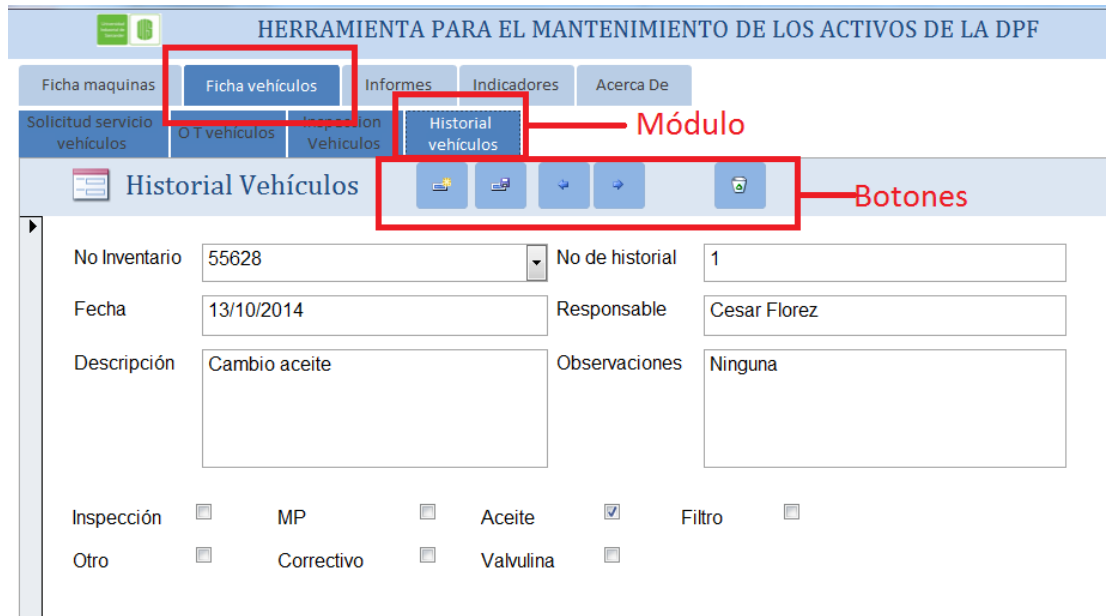
En este módulo se podrán llevar los registros de las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo que pudiesen llegara presentarse. La programación del módulo se realizó considerando el hecho conocido de que a un vehículo corresponderán varias entradas de historias, esto está contemplado en el diseño relacional de la base de datos. En la Figura 47 se observa el diagrama que dio origen a este módulo. Más adelante se podrá ver la captura de pantalla de este.

Figura 47. Diagrama de flujo del módulo historial de vehículos



A continuación, en la Figura 48 se muestra la pantalla de inicio que se tiene al ingresar al módulo de historial de vehículos, la cual permite realizar las acciones de nuevos registros y buscar para editar existentes.

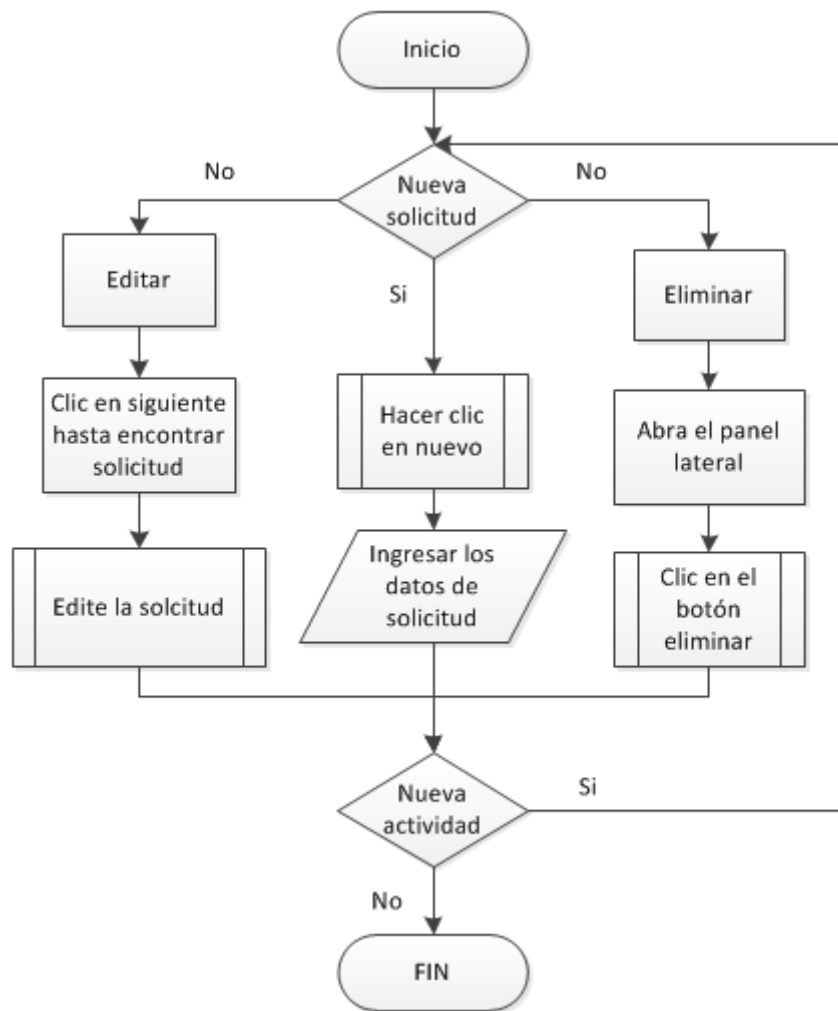
Figura 48. Pantalla de inicio del módulo historial de vehículos



5.5.4. Desarrollo del módulo de solicitud de servicio para vehículos.

Este módulo está diseñado para que los conductores reporten y pidan labores de mantenimiento requeridas y que no sean planeadas, es decir, eventualidades que pueden presentarse en la operación y que afecten la condición y disponibilidad de los vehículos. A continuación se muestra el diagrama de flujo, seguidamente de las capturas de pantalla que muestra el uso del módulo.

Figura 49. Diagrama de flujo del módulo solicitud de servicio para vehículos.



A continuación en la Figura 50 se puede ver la captura de pantalla realizada para este módulo. Las relaciones hechas aseguran que solo se pueda hacer solicitudes sobre máquinas y vehículos existentes en el sistema.

Figura 50. Panel principal modulo solicitud servicio de vehículos

HERRAMIENTA PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS ACTIVOS DE LA DPF

Ficha maquinas **Ficha vehículos** Informes Indicadores Acerca De

Solicitud servicio vehículos **Módulo** Inspeccion Vehiculos Historial vehiculos

Solicitud de servicio vehículos **Botones**

No solicitud: 1

No Inventario: 93830

Placa: OSA 892 Sección: Transporte

Solicitante: Jesus Rey Prioridad: Normal

Fecha soliditud: 13/10/2014 Servicio requerido: MP

Fecha requerida: 19/10/2014 Solicitud Terminada:

Motivo solicitud: Cambio aceite

Fuente: el autor.

5.5.5. Desarrollo del módulo de indicadores para vehículos.

El acceso a estos campos informativos se puede hacer de forma global para todas las vehículos, o se puede visualizar una máquina o conjunto de estas en específico (parte inferior) mediante su nombre o placa; se puede escoger el periodo de visualización de este (parte superior). Estos indicadores muestran los siguientes valores:

- ✓ Duración OT vehículos: este muestra la duración, en horas, que ha demandado las reparaciones de los vehículos.
- ✓ Solicitud de servicio vehículos: muestra la cantidad de solicitudes realizadas por los conductores para cada vehículo.
- ✓ OT terminada / OT sin terminar: muestra barras comparativas de estos valores de órdenes de trabajo.

Figura 51. Indicador de duración de OT en vehículos

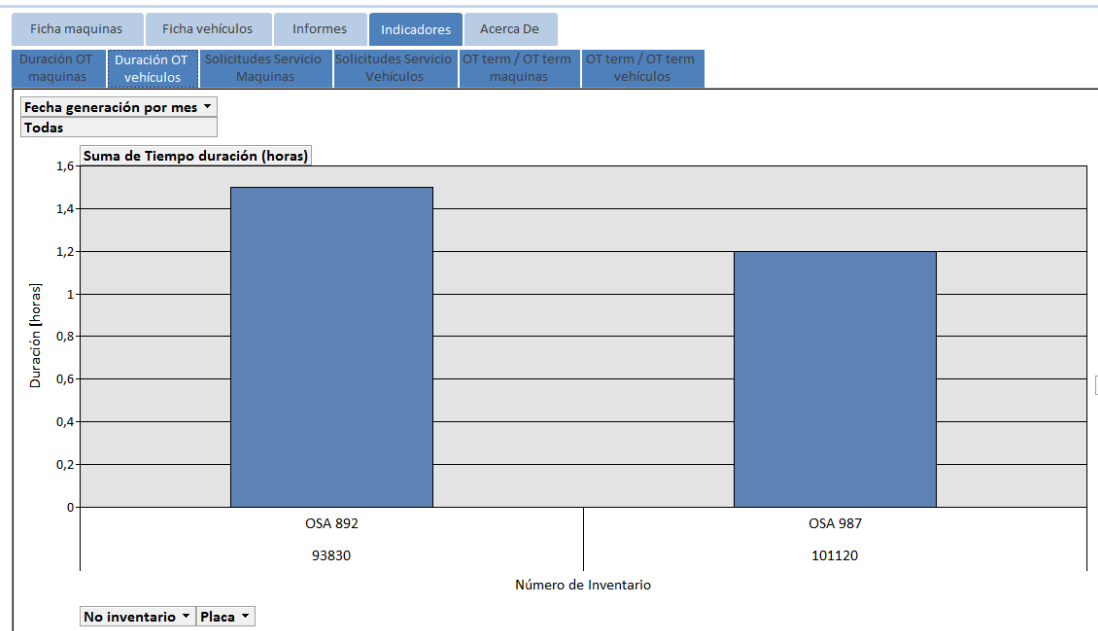


Figura 52. Indicador del número de solicitudes

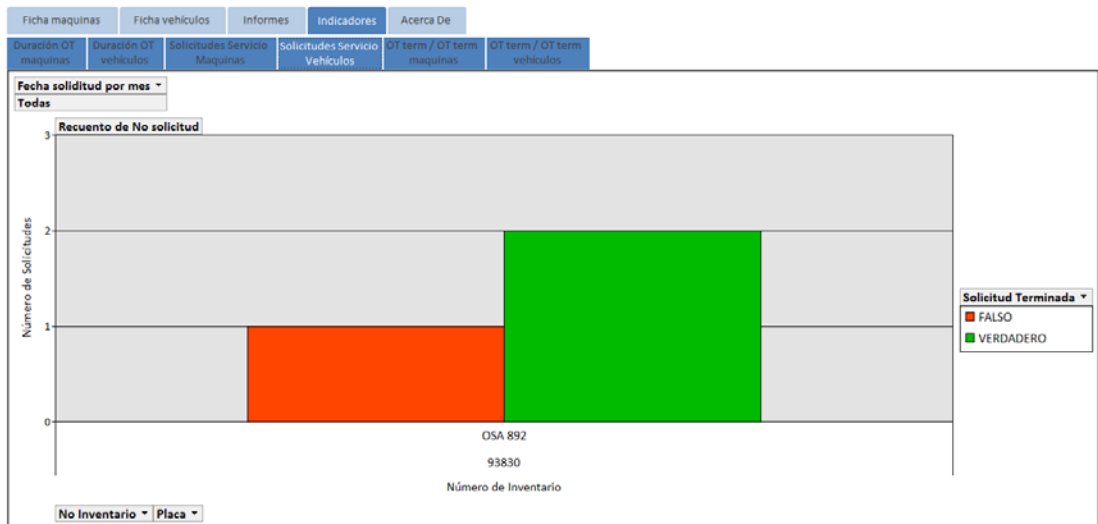
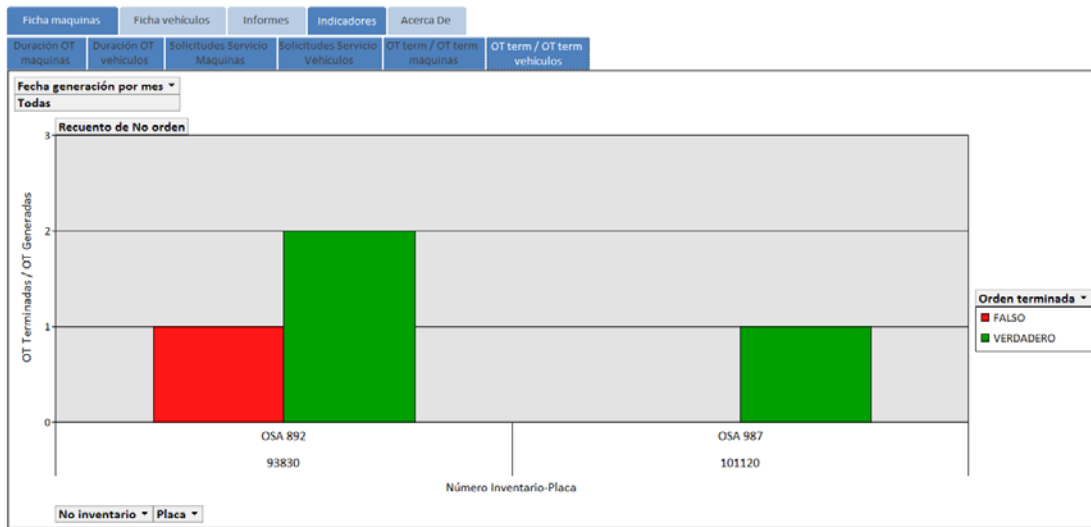


Figura 53. Indicador de órdenes terminadas versus pendientes



5.6. REALIZACIÓN DE PRUEBAS

Las pruebas son simulaciones de situaciones de uso real del sistema, que se realizan en la etapa de desarrollo de los mismos. Dichas pruebas son observadas cuidadosamente, a fin de verificar que el sistema haga lo que debería hacer, de la forma como se especificó. Es importante además considerar en la etapa de pruebas, la posibilidades de errar en el uso del sistema por parte de un usuario o administrador, ya que estas situaciones pueden presentarse, deben ser consideradas en el diseño y desarrollo del mismo.

Las pruebas realizadas comúnmente a todo sistema consisten validar su funcionamiento, y verificar su integración. La descripción se muestra a continuación:

5.6.1. Pruebas de validación

Es el proceso de verificación de que el sistema desarrollado cumple las especificaciones y realiza las actividades que se planearon debería hacer el sistema. Validar es verificar que la organización recibe el sistema a conformidad. En este caso, se verifica que cada módulo haga la tarea adecuadamente, así por ejemplo, se verifica que los módulos de fichas técnicas reciban y almacenen los datos técnicos de las máquinas y vehículos respectivamente; los módulos de ordenes de trabajo, solicitud de servicio e historiales fueron verificados de modo que se asegurase que harían el trámite de sus respectivas tareas.

A continuación, se muestra una captura de pantalla realizada durante el proceso de alimentación de las fichas técnicas de las máquinas, que sirvió además como prueba para realizar la validación del funcionamiento del sistema. Se muestra también este proceso para otros módulos del sistema.

Es importante tener en cuenta que el diseño y programación es idéntico para el manejo de máquinas y vehículos, y que lo único que difiere es en el manejo de cierta información específica; sin embargo, a nivel funcional estos están desarrollados bajo los mismos procedimientos.

Figura 54. Realización de prueba de validación del módulo ficha técnica.

Ficha maquinas

FICHA TÉCNICA DE MAQUINAS

No inventario:

Nombre maquina:

Modelo:

Uso del equipo:


Sede:

Edificio:

Extensión:

DIVISIÓN PLANTA FÍSICA
 Universidad Industrial de Santander
 CÓDIGO FRT 08
 VERSIÓN 5

Fotografía



No inventar	Nombre ma		Modelo	Uso del equ	Sede	Edificio	Extensión	Contacto	Marca	Sección ubic
17532	Cizalla	(1)	GAIRU-12s	Corte barras de	Central	DPF	1558	Pascual Tarazo	GAIRU	Soldadura
17596	Torno	(1)	NA	Tallado de mac	Central	DPF	1558	Ivan Rojas	Hurtado Herm	Carpinteria
17597	Sierra circular	(1)	NA	Corte de made	Central	DPF	1558	Ivan Rojas	Hurtado Herm	Carpinteria
17598	Sierra circular	(1)	NA	Corte de made	Central	DPF	1558	Ivan Rojas	Hurtado Herm	Carpinteria
17602	Sierra de fin	(1)	NA	Trepado de m	Central	DPF	1558	Ivan Rojas	Hurtado Herm	Carpinteria

Registro: 1 de 33 Sin filtro Buscar

Figura 55. Validación del módulo orden de trabajo

O T maquinas

O T maquinas

DATOS DE LA ORDEN

No Orden:

No_inventario:

Ubicación:

Responsable:

Fecha de generación:

Solicitante:

Descripción de orden:

No Orden:

Nombre maquina:

Tipo de mantenimiento:

Aprobó:

Fecha requerida:

Prioridad:

Artículos y repuestor requeridos:

DATOS DE TERMINACIÓN

Fecha terminación:

Orden terminada:

Observaciones finales:

Tiempo duración (horas):

Registro: 1 de 8 Sin filtro Buscar

5.6.2. Pruebas de integración.

Estas pruebas permiten la comprobación de que los módulos verificados antes constituyan propiamente un sistema, es decir, que interactúen entre sí para producir un resultado procesando la información. Para esta prueba se comprobó que la información registrada de las fichas técnicas, por ejemplo, este disponible para agregar a cada máquina y vehículo sus historiales de mantenimiento, o hacer corresponder a los mismo las ordenes de trabajo y solicitudes de servicio.

Seguidamente se muestran las capturas de pantalla del sistema que muestra la forma como la información consignada en las fichas técnicas es integrada a los módulos de historial, solicitudes y ordenes de trabajo.

Figura 56. Prueba de integración con módulo de historial

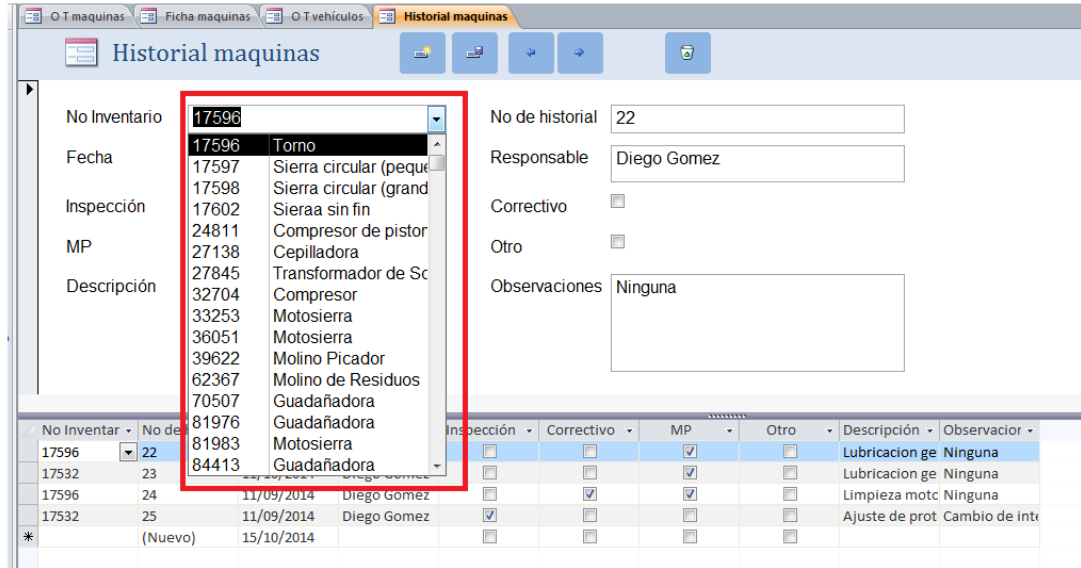


Figura 57. Prueba de integración con el modulo orden de trabajo

DATOS DE LA ORDEN		DATOS DE TERMINACIÓN	
No inventario	93830	Fecha terminación	09/10/2014
Placa	OSA 892	Orden terminada	<input checked="" type="checkbox"/>
Responsable	Cesar Florez	Observaciones finales	Ninguna
Fecha generación	08/10/2014		
Solicitante	Jesus Rey		
Descripción de solicitud	Arreglo direccionales traseros		
No orden	112634		
Tipo de mantenimiento	MP		
Aprobó	Diego Gomez		
Fecha requerida	18/10/2014		
Prioridad	Normal		
Articulos y repuestor requeridos	Bombillos		
		Tiempo duración (horas)	1,5

Registro: 1 de 4 Sin filtro Buscar

6. ESTRATEGIAS DE VERIFICACIÓN Y CONTROL DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.

El desarrollo de un sistema acertado de control de la calidad es esencial para asegurar reparaciones de alta calidad, estándares exactos, máxima disponibilidad, extensión del ciclo de vida del equipo y tasas eficientes de producción del equipo. El control de calidad como un sistema integrado se ha practicado con mayor intensidad en las operaciones de producción y manufactura que en el mantenimiento. Aunque se ha comprendido el papel del mantenimiento en la rentabilidad a largo plazo de una organización, los aspectos relacionados con la calidad de los productos del mantenimiento no han sido adecuadamente formulados.¹⁵

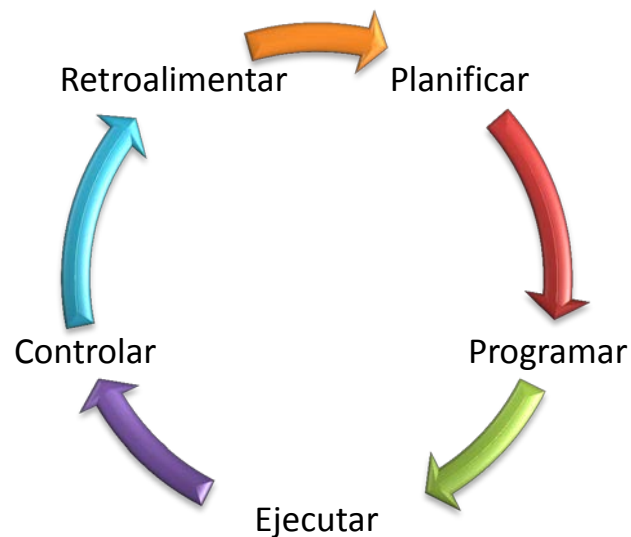
Múltiples son las razones que han contribuido a esto, ente las cuales se puede contar:

- Los productos de mantenimiento son difíciles de definir y medir.
- Muchas actividades de mantenimiento no son repetitivas.
- Las condiciones de un trabajo varían mucho más que en manufactura.
- La concepción errónea del mantenimiento como un mal necesario.

Es claro entonces que dentro de las partes más importantes de todo plan de mantenimiento se puede contar la tarea de controlar, puesto que no solo basta con planear las actividades y ejecutarlas, es necesario además verificar y supervisar que estas se hagan de manera adecuada, a tiempo y de ser necesario, bajo estándares.

¹⁵ DUFFUAA, Salih et. al. Sistemas de Mantenimiento planeación y control. México: Limusa Wiley, 2010. p.253.

Figura 58. Ciclo de mantenimiento



Como se puede apreciar en la anterior figura, la parte de control es de vital importancia porque permite tomar decisiones que tiendan a la mejora de la planificación y programación de las actividades. Estos aspectos son considerados a nivel operativo en varios lugares, uno de ellos es en el sistema de información, y otro, en la programación de las actividades.

6.1. ESTRATEGIAS EN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN

Esta consiste en un campo tipo chequeo, incluido tanto en las órdenes de trabajo, como en las solicitudes de servicio, que deberá ser marcado cuando la orden o solicitud haya terminado su fase de ejecución. Esta parte constituye a su vez una salida del sistema, el cual permite ver las solicitudes y órdenes que no estén finalizadas. Como es de esperarse, esta labor debe

ser ejecutada por el administrador, quien deberá tomar medidas en el caso de encontrar órdenes que estén vencidas en sus fechas de requerimiento.

Figura 59. Chequeo de orden de trabajo finalizada

The screenshot displays a web application interface for 'O T maquinas'. The top navigation bar includes tabs for 'Ficha maquinas', 'Ficha vehiculos', 'Informes', 'Indicadores', and 'Acercia De'. Below this, there are sub-tabs for 'Solicitud servicio maquinas', 'O T maquinas', 'Inspeccion Maquinas', and 'Historial maquinas'. The main content area is titled 'O T maquinas' and contains two sections: 'DATOS DE LA ORDEN' and 'DATOS DE TERMINACIÓN'. The 'DATOS DE LA ORDEN' section includes fields for 'No_inventario' (17596), 'Ubicación' (Carpinteria), 'Responsable:' (Gabriel Ortiz), 'Fecha de generación' (11/10/2014), 'Solicitante' (Gabriel Ortiz), and 'Descripción de orden' (Revisión del aceite). The 'DATOS DE TERMINACIÓN' section includes 'Fecha terminación' (13/10/2014), 'Orden terminada' (checked), and 'Observaciones finales' (Ninguna). To the right of these sections, there are additional fields: 'No Orden' (23), 'Nombre maquina' (Torno), 'Tipo de mantenimiento' (MP), 'Aprobó:' (Yurley Cristina), 'Fecha requerida' (18/10/2014), 'Prioridad' (Normal), and 'Articulos y repuestor requeridos' (1/4 de galon de aceite). At the bottom, there is a footer with 'Registro: 14 de 8', 'Sin filtro', and 'Buscar'.

DATOS DE LA ORDEN		DATOS DE TERMINACIÓN	
No_inventario	17596	Fecha terminación	13/10/2014
Ubicación	Carpinteria	Orden terminada	<input checked="" type="checkbox"/>
Responsable:	Gabriel Ortiz	Observaciones finales	Ninguna
Fecha de generación	11/10/2014		
Solicitante	Gabriel Ortiz		
Descripción de orden	Revisión del aceite		

No Orden	23
Nombre maquina	Torno
Tipo de mantenimiento	MP
Aprobó:	Yurley Cristina
Fecha requerida	18/10/2014
Prioridad	Normal
Articulos y repuestor requeridos	1/4 de galon de aceite

Como se mencionó, esto se implementa en el sistema para las ordenes de trabajo y solicitudes de servicio, y de idéntica manera opera tanto en máquinas como en vehículos.

Además, es importante que el sistema permita consultar no solo lo que ya se planeó, programó y realizó, sino que permita ver que actividades están pendientes por realizar o no están terminadas aun. Esto se implementó como un informe de tareas pendientes.

Figura 60. Chequeo de solicitud de servicio finalizada

Ficha maquinas **Ficha vehículos** Informes Indicadores Acerca De

Solicitud servicio vehículos OT vehículos Inspeccion Vehiculos Historial vehiculos

Solicitud de servicio vehículos

No solicitud: 1

No Inventario: 93830

Placa: OSA 892 Sección: Transporte

Solicitante: Jesus Rey Prioridad: Normal

Fecha solicitud: 13/10/2014 Servicio requerido: MP

Fecha requerida: 19/10/2014 Solicitud Terminada:

Motivo solicitud: Cambio aceite

Figura 61. Informe de órdenes de trabajo pendientes

Ficha maquinas **Ficha vehículos** **Informes** Indicadores Acerca De


Solicitud Pendiente maquinas **OT pendiente Máquinas** Historial maquinas Solicitud Pendiente vehiculos OT pendiente vehiculos Historial Vehículos

OT's pendientes de maquinas miércoles, 15 de octubre de 2014 08:49:58 a.m.

No Orden	No_inventario	Nombre	Orden_terminada
32	17596	Torno	<input type="checkbox"/>
34	17597	Sierra circular (pequeña)	<input type="checkbox"/>
73	32704	Compresor	<input type="checkbox"/>
3			

Página 1 de 1

Figura 62. Informe de solicitudes de servicio pendientes

Ficha maquinas		Ficha vehiculos		Informes	Indicadores	Acerca De
Solicitud Pendiente maquinas	OT pendiente Máquinas	Historial maquinas	Solicitud Pendiente vehiculos	OT pendiente vehiculos	Historial Vehiculos	
 Solicitudes pendientes de maquinas miércoles. 15 de octubre de 2014 08:51:20 a.m.						
No solicitud	No Inventario	Fecha soliditud	Motivo solicitud			
5	17596	14/10/2014	Afilar buril			
6	17596	14/10/2014	Lubricacion general			
2						

Página 1 de 1

Con el número de orden o solicitud y la referencia a la máquina la cual presenta esta alerta, el administrador puede tomar decisiones al respecto, esto podría ser posponer la orden o solicitud, si es que está vencida y esta no es de carácter crítico o, en su defecto, indagar el motivo del retraso.



Se implementa también una estrategia para hacer una verificación periódica sobre los vehículos, que permitirá examinar el estado de los vehículos y sus sistemas funcionales, esto permite hacer un control de calidad, debido que mediante la evaluación del estado funcional permite evaluar si el programa aplicado está siendo efectuado de manera adecuada. En la siguiente figura se puede apreciar este formato implementado en el sistema de información.

Figura 63. Formato para inspección de vehículos

Ficha maquinas		Ficha vehículos		Informes		Indicadores		Acerca De	
Solicitud servicio vehículos		O T vehículos		Inspeccion Vehiculos		Historial vehículos			
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> Inspección Vehículos <div> 🏠 🔍 📄 🔄 📄 </div> </div>									
Fecha	<input type="text" value="13/10/2014"/>	TRANSMISIÓN Y EMBRAGUE		FRENOS		MOTOR			
No Inventario	<input type="text" value="101118"/>	Prensa	<input type="text" value="Bueno"/>	Pastillas	<input type="text" value="Bueno"/>	Correas	<input type="text" value="Bueno"/>		
Placa	<input type="text" value="OSA 985"/>	Disco	<input type="text" value="Bueno"/>	Discos	<input type="text" value="Bueno"/>	Aceite motor	<input type="text" value="Bueno"/>		
Kilometraje	<input type="text" value="21000"/>	Embrague	<input type="text" value="Bueno"/>	Tambores	<input type="text" value="Bueno"/>	Válvulas	<input type="text" value="Bueno"/>		
HERRAMIENTAS		Aceite caja	<input type="text" value="Bueno"/>	Líquidos	<input type="text" value="Bueno"/>	Filtro de aire	<input type="text" value="Bueno"/>		
Gato hidráulico	<input type="text" value="Bueno"/>	Aceite diferencial	<input type="text" value="Bueno"/>	Mangueras frenos	<input type="text" value="Bueno"/>	Filtro aceite	<input type="text" value="Bueno"/>		
Cruceta	<input type="text" value="Bueno"/>	SUSPENSIÓN		Bandas	<input type="text" value="Bueno"/>	Filtro combustible	<input type="text" value="Bueno"/>		
Llaves fijas	<input type="text" value="Bueno"/>	Delantera	<input type="text" value="Bueno"/>	RUEDAS Y NEUMÁTICOS		Encendido	<input type="text" value="Bueno"/>		
Llaves mixtas	<input type="text" value="Bueno"/>	Trasera	<input type="text" value="Bueno"/>	Llantas	<input type="text" value="Bueno"/>	Escape	<input type="text" value="Bueno"/>		
Extintor	<input type="text" value="Bueno"/>	Alineación	<input type="text" value="Bueno"/>	Rines	<input type="text" value="Bueno"/>	Radiador	<input type="text" value="Bueno"/>		

Por otro lado, para las máquinas se ha diseñado una lista de verificación diferente, puesto que estos equipos poseen una naturaleza diferente también. Esta verificación se hace en dependencia de cada tipo de sistema que el equipo posea, y está diseñada para la verificación de parámetros importantes en las máquinas, como los niveles de ruido, vibración y temperatura. El sistema propuesto es el siguiente:

Figura 64. Formato para inspección de máquinas

 	FORMATO PARA INSPECCIÓN BIMENSUAL DE EQUIPOS		Código											
			Versión 1											
			Pag 1 de 1											
Nombre: _____		No. Inventario: _____	Ubicación _____											
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Buena condición</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Requiere limpieza</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Requiere ajuste</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Requiere lubricación</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Revisar vibración</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Examinar calor</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Suelto</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Reparación general</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Desgaste</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Reemplazar</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Ver observaciones</td> </tr> </table>	Buena condición	Requiere limpieza	Requiere ajuste	Requiere lubricación	Revisar vibración	Examinar calor	Suelto	Reparación general	Desgaste	Reemplazar	Ver observaciones
Buena condición	Requiere limpieza	Requiere ajuste	Requiere lubricación	Revisar vibración	Examinar calor	Suelto	Reparación general	Desgaste	Reemplazar	Ver observaciones				
Electico														
Motor														
Controles														
Protecciones														
Mecánico														
Ruido														
Vibración														
Correas / cadenas														
Calor														
Herramienta														
Hidráulico														
Mangueras														
Fluido														
Actuadores														
Observaciones														
_____ Realizado por Fecha		_____ Aprobado por Fecha												

6.2. ESTRATEGIAS EN EL PROGRAMADOR DE ACTIVIDADES

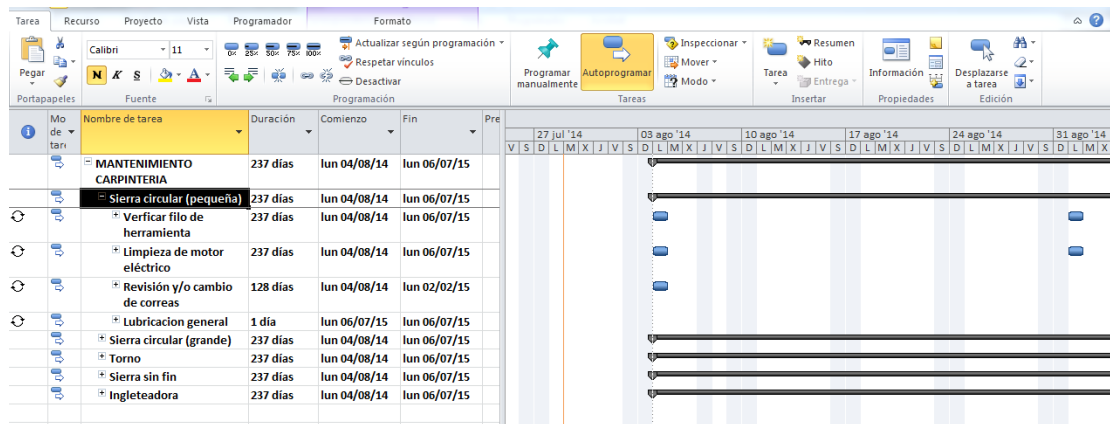
Para realizar la programación de las actividades se utiliza el programa Microsoft Project, que hace parte del paquete de office de Microsoft. Esta herramienta es de gran ayuda en la planeación y control de ejecución de los proyectos, pues permite realizar seguimientos a las actividades, tareas y sub-

tareas que se programen, y aunque su fin principal es ayudar en la gestión de proyectos, se hace un uso pragmático de esta aplicación para el mantenimiento.

Para lograr esto, es necesario hacer una visión de la programación de mantenimiento como un proyecto, esto se logra haciendo que el programa corresponda a la programación anual de mantenimiento preventivo, cuyos entregables o metas principales son las actividades de mantenimiento de las diferentes secciones del proceso productivo, estas secciones tienen unas tareas que realizar, que corresponden a las tareas individuales sobre cada máquina o equipo; las tareas poseen unas sub-tareas que serían aquellas labores específicas que se realizarían sobre cada activo.

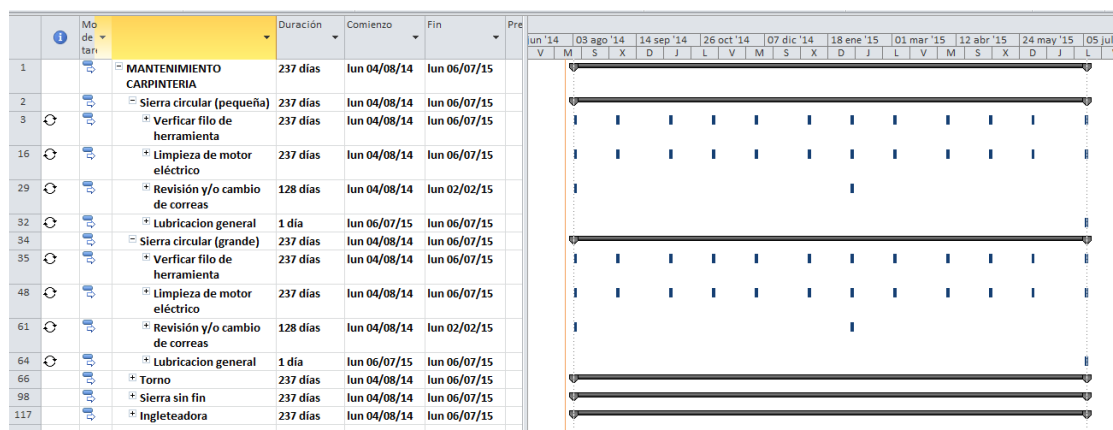
La ventaja que presenta el uso de esta herramienta es su opción de visualización en forma de diagrama de Gantt, el cual es de gran utilidad para realizar seguimiento a actividades. Además, permite llevar un registro de avances de tareas, lo cual le permite generar un aviso en caso de presentarse retrasos.

Figura 65. Vista general de la programación de actividades



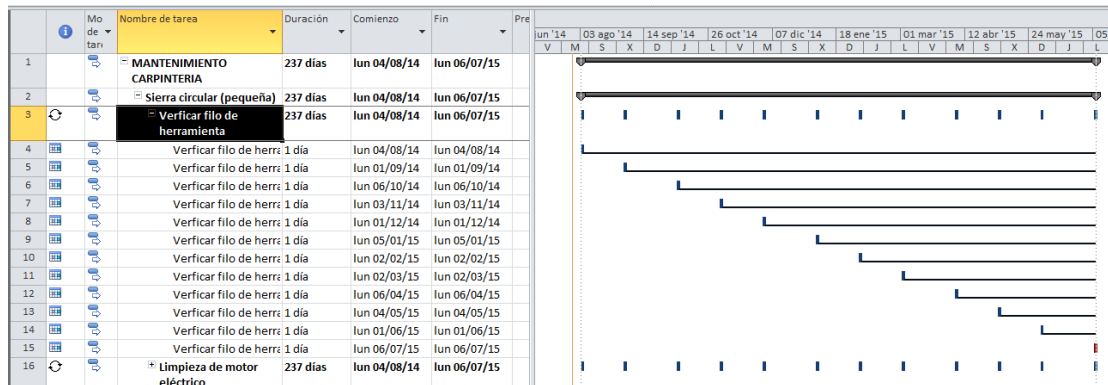
En la anterior figura puede verse como las macro-tareas consisten en el mantenimiento de cada sección, las tareas corresponden a cada máquina, y las sub-tareas hacen referencia a las actividades propias de mantenimiento preventivo periódicas que se deben realizar sobre cada máquina de la sección. En seguida se muestra el programa completo en un término anual.

Figura 66. Programa anual de mantenimiento



Como se puede apreciar, muchas de estas tareas son de carácter periódico, y están programadas para realizarse de forma simultánea, esto permite hacer un ahorro significativo en tiempo y recursos, ya que estas tareas son realizadas de forma autónoma por los mismo operarios de las máquinas. En la siguiente figura se muestra la programación una sub-tarea para una máquina de la sección de carpintería.

Figura 67. Programación periódica de tarea de mantenimiento



6.3. IMPLEMENTACIÓN DE LA AUXILIATURA DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO.

Esta sección definirá y formalizará requisitos y funciones para que sean realizadas por estudiantes de la escuela de ingeniería mecánica de la UIS, dentro del marco de la asignatura ingeniería de mantenimiento.

El estudiante que realice dicha pasantía hará tareas de apoyo al administrador del sistema, por tal motivo, se requiere que esta persona cumpla ciertos requisitos:

- ✓ Buen manejo del paquete office de Microsoft.
- ✓ Capacidad de relacionarse con los operarios y trabajadores de la división.
- ✓ Capacidad de planeación y programación de tareas.

Las funciones básicas de apoyo que desempeñaría esta persona dentro de su práctica serán:

- ✓ Realizar las tareas de verificación de las órdenes de trabajo y solicitudes de servicio.
- ✓ Actualizar la información de fichas técnicas de los equipos y vehículos.
- ✓ Actualizar los registros de historial de mantenimiento y reparaciones de vehículos y máquinas de la DPF.
- ✓ Retroalimentar el sistema sobre las frecuencias de inspección y mantenimiento de las máquinas, a fin de optimizar sus realizaciones.

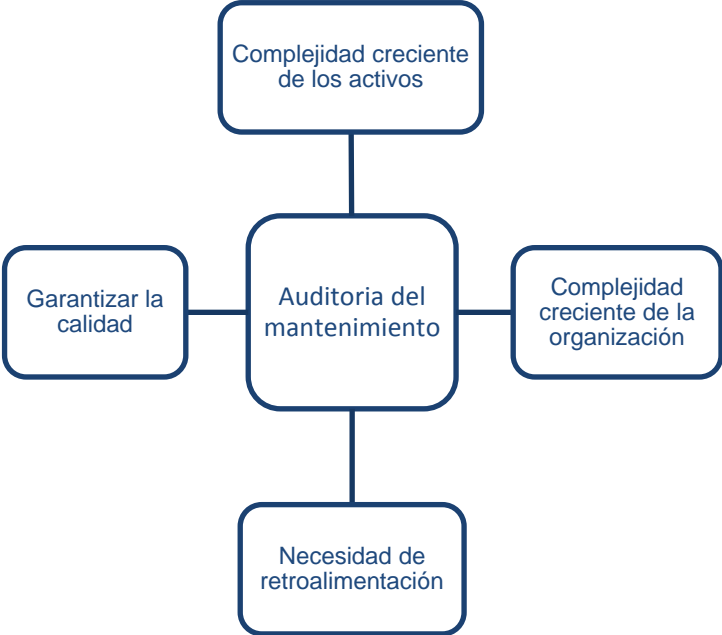
6.4. AUDITORIA INTERNA PARA EL MANTENIMIENTO¹⁶

La auditoría interna es una función interna de toda organización que pretenda implementar un sistema de retroalimentación destinado a la mejora continua de sus procesos. El planteamiento de estas auditorías tiene como principal objetivo el garantizar los resultados de la gestión, así como la obtención de recomendaciones que permita mejora dicha gestión. Por tanto, los resultados de las auditorías son objeto de serias consideraciones y un punto de referencia importante en la toma de decisiones.

Múltiples son los factores que han hecho surgir y desarrollar la necesidad de las auditorías internas, aunque cabe resaltar que a lo largo de las últimas décadas se ha experimentado un cambio significativo en la concepción del mantenimiento como disciplina de la administración; pues ha pasado de ser considerado un mal necesario a una fuente de rentabilidad futura para las organizaciones.

¹⁶ Adaptado de: Espinosa Fernando. Auditoria para la efectividad del mantenimiento.

Figura 68. Orígenes de la auditoria



7. CONCLUSIONES

- ✓ El presente trabajo brindó una solución a las necesidades de mantenimiento de la División de Planta Física de la Universidad Industrial de Santander, cumpliendo así la misión de la Escuela de Ingeniería Mecánica. Esto le permitirá a la dicha división optimizar el cumplimiento de sus funciones misionales.
- ✓ Se realizó el levantamiento y recopilación de información técnica requerida para la realización de los planes de mantenimiento de los activos de la División de Planta Física de la Universidad Industrial de Santander, lo que permitió la apertura de las hojas de vida de los mismos. Se recomienda, en el futuro cercano hacer inclusión de información referente a equipos menores y de información de tipo descriptiva que no se consideró necesaria para el presente trabajo.
- ✓ Se hizo un desarrollo mediante la herramienta Access de Microsoft un aplicación informática que permite el manejo y gestión de la documentación y actividades correspondiente al mantenimiento preventivo de los activos de la división; y mediante la herramienta Microsoft Project se logró la creación de una herramienta orientada a la programación de las actividades, que permita además el control de realización de las mismas. Se recomienda la implementación de estas herramientas a través del sistema de información de la universidad.
- ✓ Con la implementación de estas herramientas se logra tener un sistema organizado y más eficiente para el manejo de las actividades de mantenimiento, así mismo, se puede llevar los datos tanto históricos como de costos de mantenimiento en forma clara y ordenada, para ser consultados y usarlos como base en decisiones como reemplazo de equipos en un futuro.
- ✓ Se realizó un análisis de criticidad en las máquinas con que cuenta la división, esto permitió la priorización de tareas de mantenimiento en

aquellas que arrojaron un nivel alto de criticidad. Este análisis permitió observar que aunque muchas de estas máquinas son bastante antiguas, aún presentan un nivel de productividad y mantenibilidad adecuado a las necesidades de la división; sin embargo, es notorio los riesgos que estas pueden presentar desde el punto de vista de la seguridad y salud en el trabajo, por tal motivo, se recomienda hacer una evaluación desde este punto de vista para determinar la posible necesidad de reemplazo.

- ✓ Se desarrolló un plan de mantenimiento preventivo para cada uno de los equipos de la división, dejando estos planea también consignados en las fichas técnicas de cada equipo, y registrados en la herramienta informática desarrollada para tal fin.
- ✓ Se desarrollaron los planes de mantenimiento preventivo para los vehículos de la división, dentro de los cuales se incluyen también una lista de chequeo que permitirá detectar posible deterioros en los vehículos, que indiquen deficiencias en los planes de mantenimiento, o su ejecución.
- ✓ Se realizó una lista de chequeo para los activos de la división, de modo que no solo sea posible la verificación de la realización de dichas actividades, sino que permita también conocer de manera sencilla que actividades corresponden a que máquina y la frecuencia con que se debe realizar la misma.
- ✓ Se diseñó una estrategia básica para el control de realización y de calidad en las tareas de mantenimiento, esta parte será de vital importancia a futuro ya que permitirá la evaluación de los planes de mantenimiento y de las rutinas establecidas, lo que permitirá al sistema ser retroalimentado, a fin de encontrar mejores puntos de eficiencia.
- ✓ Se desarrolló un manual de usuario básico para el uso de las herramientas creadas en el presente trabajo, en este manual se muestra de manera detallada los pasos a seguir para el uso de dichas herramientas y permitirá que un usuario no familiarizado con el sistema pueda adquirir los conocimientos para el uso del mismo. Se incluye este

manual también directamente en el sistema, para acceder a él de manera fácil y rápida cuando el usuario lo desee.

- ✓ Se realizó una capacitación al personal de calidad y supervisión de la DPF, con el fin de instruirlos en el uso de la herramienta, y para que puedan dar soluciones a pequeñas dificultades presentadas en el mismo.

BIBLIOGRAFÍA

CORREAL, Rosaura y GAMBOA, Édison. Sistema de información para la gestión del mantenimiento preventivo en la empresa extractora san Fernando S.A. Trabajo de grado en modalidad de investigación. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2012. 197 p

DUARTE. PORTILLA, David y GONZÁLEZ. GONZÁLEZ, Luis. Diseño e implementación de un sistema de información para la administración del mantenimiento en la empresa INYESA LTDA. Trabajo de grado en modalidad de investigación. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2012. 209 p

DUFFUAA, Salih et. al. Sistemas de Mantenimiento planeación y control. México: Limusa Wiley, 2010. 420 p.

ESPINOZA FUENTES, Fernando. Gestión del mantenimiento. En: asignatura de Gestión del Mantenimiento. (2013 Talca) Lecturas y diapositivas de la asignatura Gestión del Mantenimiento. Talca: Universidad de TALCA, 2013.

GONZÁLEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento y montajes, Cap. 4. Gestión del mantenimiento. Bucaramanga: UIS 2001.

MORA, Alberto. Mantenimiento: Planeación, ejecución y control. Bogotá: Alfaomega, 2009. 528 p.

ANEXOS

ANEXO A. LISTADO DE EQUIPOS PARA EL MANTENIMIENTO

Ítem	CÓDIGO	Nombre de equipo	Ubicación
1	17596	TORNO PARA MADERA	CARPINTERÍA
2	17597	SIERRA CIRCULAR (pequeña)	CARPINTERÍA
3	17598	SIERRA CIRCULAR (grande)	CARPINTERÍA
4	17599	TALADRO MANO (árbol)	CARPINTERÍA
5	17600	CEPILLO MADERA	CARPINTERÍA
6	17601	PLANIADORA MADERA	CARPINTERÍA
7	17602	SIERRA SIN FIN	CARPINTERÍA
8	24811	COMPRESOR PISTONES	EXTERIOR
9	27138	CEPILLADORA	CARPINTERÍA
10	32704	COMPRESOR	EXTERIOR
11	53806	TELURÓMETRO	ELECTRICIDAD
12	76749	RUTEADORA	CARPINTERÍA
13	84088	TERMÓMETRO INFRARROJO	ELECTRICIDAD
14	88504	PINZA AMPERIMÉTRICA	ELECTRICIDAD
15	88616	COMPROBADOR FASE	ELECTRICIDAD
16	88748	LUXÓMETRO	ELECTRICIDAD
17	90403	INGLETEADORA	CARPINTERÍA
18	93738	ANALIZADOR POTENCIA	ELECTRICIDAD
19	17532	CIZALLA PUNZONADORA	SOLDADURA
20	27845	TRANSFORMADOR SOLDADURA	SOLDADURA
21	102426	EQUIPO DE SOLDADURA WEST	SOLDADURA
22	33253	MOTO SIERRA MANUAL Y PORTÁTIL	JARDINERÍA
23	36051	MOTOSIERRA HUSQUARNA 61	JARDINERÍA
24	39622	MOLINO PICADOR Y TRITURADOR	COMPOSTAJE
25	62367	MOLINO PARA RESIDUOS SOLIDOS	COMPOSTAJE
26	70507	GUADAÑADORA MARUYAMA	JARDINERÍA
27	81976	GUADAÑADORA DE ESPALDA B-P 35	JARDINERÍA
28	81983	MOTO SIERRA 137	JARDINERÍA
29	84413	GUADAÑADORA SHINDAIWA	JARDINERÍA

Continúa

Ítem	CÓDIGO	Nombre de equipo	Ubicación
30	84454	GUADAÑADORA SHINDAIWA BP-35	JARDINERÍA
31	84780	GUADAÑADORA KA 85R MULTIFUNCIONAL	JARDINERÍA
32	89646	GUADAÑADORA BP-35 SHINDAIWA	JARDINERÍA
33	94183	CORTASETOS HUSQVARNA	JARDINERÍA
34	100326	GUADAÑADORA BP 3	JARDINERÍA
35	100327	GUADAÑADORA BP 3	JARDINERÍA
36	100328	GUADAÑADORA BP 3	JARDINERÍA
37	100918	MOTO SIERRA STHIL 250, ESPADA 40cm	JARDINERÍA
38	111717	CORTASETOS STHIL H545	JARDINERÍA
39	112548	GUADAÑADORA AE420	JARDINERÍA
40	112549	GUADAÑADORA AE420	JARDINERÍA
41	84084	DETECTOR DE TENSIÓN	ELECTRICIDAD
42	85813	MEGGER	ELECTRICIDAD
43	89620	KIT RASTREADOR DE CIRCUITOS	ELECTRICIDAD
44	93876	CÁMARA TERMOGRÁFICA	ELECTRICIDAD
45	25250	COMPRESOR 30 CT	PINTURA
46	26839	COMPRESOR 100 LB	PINTURA

Fuente. El autor.

ANEXO B. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

El presente anexo muestra el análisis de criticidad realizado para los equipos seleccionados. Este análisis se realizó con base a los criterios descritos en la sección 3.4 y dada la inexistencia de registros e historial de mantenimiento y fallas, los valores para la ecuación de criticidad fueron obtenidos mediante una encuesta realizada al personal operario de los equipos. La encuesta usada para este fin se encuentra anexada al presente trabajo.

Por otro lado, la elección de los equipos objeto del análisis de criticidad se hizo en base a la complejidad e importancia operacional de los mismos. Esto permitió excluir del análisis de criticidad equipos cuyas labores de mantenimiento se realizan de manera periódica solamente, y aquellos que solo requieren labores de calibración. Dichas tareas se consideran y programan mediante las rutinas de inspección.

Tabla 12. Tabla de cálculo de índice de consecuencia

IMPACTO Item ↓	No Inventario →	SOBRE LA	AMBIENTAL	SALUD Y	SATISFACCIÓN	MTTR	COSTO DE	FRECUENCIA DE	CONSECUENCIA
		PRODUCCIÓN		SEGURIDAD			REPARACION	FALLA	
1	17596	0,3	10	25	5	4	3	1	44,2
2	17597	1	10	25	5	5	3	1	48
3	17598	1	10	25	5	4	3	1	47
4	17596	0,1	10	10	5	5	3	2	28,5
5	17602	3	10	10	5	4	3	3	40
6	17600	1	10	25	5	5	3	1	48
7	27138	1	10	25	5	5	3	1	48
8	90403	1	10	10	5	5	3	1	33
9	17532	3,2	25	25	10	5	25	4	101
10	102426	4	25	10	20	5	25	4	100
11	39622	1	5	5	0	5	5	1	20
12	62367	1	5	5	0	5	5	1	20
13	25250	0,5	10	10	10	5	3	1	35,5
14	26839	0,5	10	10	10	5	3	1	35,5

Seguidamente se muestra la tabla de resultados totales de cálculo, donde se contrasta la consecuencia con la frecuencia de falla, lo que permite determinar si el estado del equipo es crítico (rojo), medianamente crítico (amarillo), o no crítico (verde). Estos resultados se muestran también de forma gráfica y fueron considerados

Tabla 13. Tabla de cálculo del índice de criticidad.

Item	No. Inventario	Consecuencia	Fallas	Criticidad
1	17596	44,2	1	44,2
2	17597	48	1	48
3	17598	47	1	47
4	17596	28,5	2	57
5	17602	40	3	120
6	17600	48	1	48
7	27138	48	1	48
8	90403	33	1	33
9	17532	101	4	404
10	102426	100	4	400
11	39622	20	1	20
12	62367	20	1	20
13	25250	35,5	1	35,5
14	26839	35,5	1	35,5

Figura 69. Índices de criticidad graficados

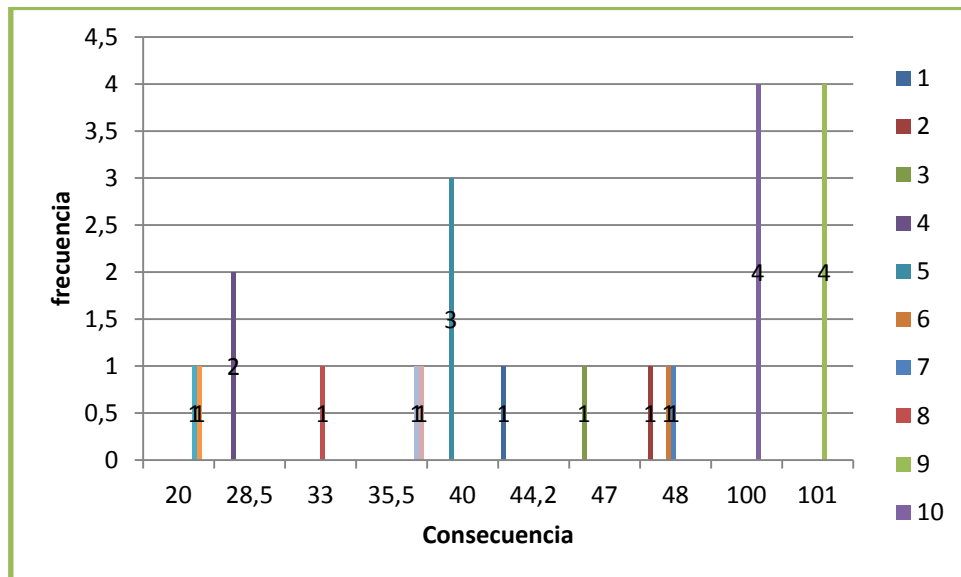


Tabla 14. Valores ponderados usados para el cálculo de la criticidad

FRECUENCIA DE FALLA (TODO TIPO DE FALLA)	Puntaje
No más de 1 al año	1
Entre 2 y 10 al año	2
Entre 11 y 20 al año	3
Mas de 1 por semana	4

IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	
No afecta	0,05*F
25% de impacto	0,3*F
50% de impacto	0,5*F
75% de impacto	0,8*F
afectación total	1*F

*F es la frecuencia de fallas

IMPACTO AMBIENTAL	
No origina ningún impacto al ambiente	0
Contaminacion ambiental baja, el impacto se manifiesta en espacio reducido, al interior de las instalaciones	5
Contaminacion moderada, no rebasa los limites de la instalaciín	10
Contaminación alta, incumplimiento de normas, procesos sancionatorios.	25

IMPACTO EN LA SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL	
No origina heridas ni lesiones	0
Puede ocasionar lesiones o heridas leves, no incapacitantes	5
Puede ocasionar lesiones o heridas con incapacidades entre 1 y 30 días	10
Puede ocasionar lesiones con incapacidades mayores a 30 días o incapacidad parcial permanente	25

IMPACTO EN LA SATISFACCIÓN	
No ocasiona perdidas en otras areas	0
Puede ocasionar perdías economicas hasta 5 SMMLV	5
Puede ocasionar perdías entre 5 y 25 SMMLV	10
Puede ocasionar perdías mayores a 25 SMMLV	20

TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR	
Menos de 4 horas	1
Entre 4 y 8 horas	2
Entre 8 y 24 horas	3
Entre 1 y 2 días	4
Más de 2 días	5

COSTO DE REPARACION	
Menos de 1 millon	3
Entre 1 y 2 millones	5
Entre 3 y 5 millones	10
Más de 5 millones	25

Fuente: Adaptado de: Modelo de criticada de factores ponderados basado en el concepto de riesgo. PDVSA. Petróleos de Venezuela S.A. E & P Occidente.

Tabla 15. Formato de encuesta para la recolección de información usada en el cálculo de criticidad¹⁷

FORMATO DE ENCUESTA PARA ANÁLISIS DE CRITICIDAD

PERSONA _____ AREA O SECCIÓN _____
 EQUIPO _____ FECHA _____

FRECUENCIA DE FALLA (TODO TIPO DE FALLA)	
No más de 1 al año	
Entre 2 y 10 al año	
Entre 11 y 20 al año	
Mas de 1 por semana	

IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	
No afecta	
25% de impacto	
50% de impacto	
75% de impacto	
afectación total	

IMPACTO AMBIENTAL	
No origina ningún impacto al ambiente	
Contaminacion ambiental baja, el impacto se manifiesta	
Contaminacion moderada, no rebasa los límites de la instalaci3n	
Contaminaci3n alta, incumplimiento de normas, procesos	

IMPACTO EN LA SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL	
No origina heridas ni lesiones	
Puede ocasionar lesiones o heridas leves, no incapacitantes	
Puede ocasionar lesiones o heridas con incapacidades entre 1 y 30 dias	
Puede ocasionar lesiones con incapacidades mayores a 30 dias o incapacidad parcial permanente	

IMPACTO EN LA SATISFACCI3N	
No ocasiona perdidas en otras areas	
Puede ocasionar perdias economicas hasta 5 SMMLV	
Puede ocasionar perdias entre 5 y 25 SMMLV	
Puede ocasionar perdias mayores a 25 SMMLV	

TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR	
Menos de 4 horas	
Entre 4 y 8 horas	
Entre 8 y 24 horas	
Entre 1 y 2 dias	
Más de 2 dias	

COSTO DE REPARACION	
Menos de 1 millon	
Entre 1 y 2 millones	
Entre 3 y 5 millones	
Más de 5 millones	

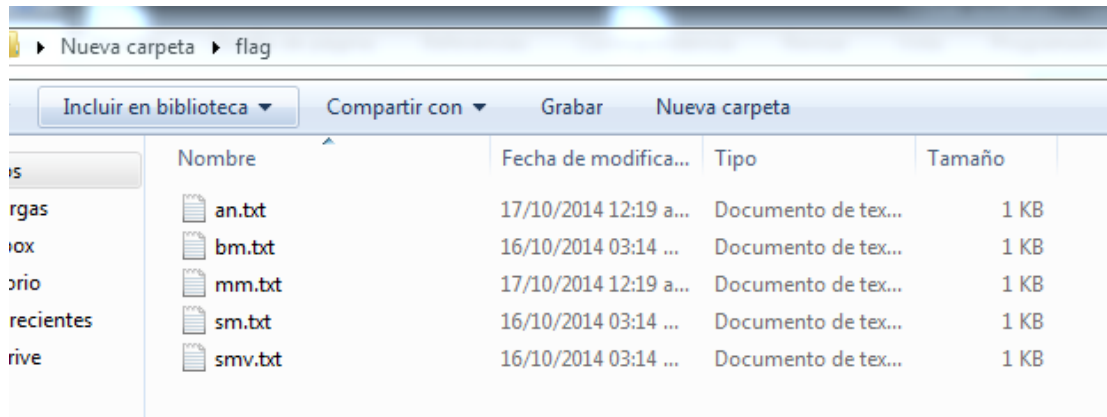
¹⁷ Adaptado de: Modelo de criticada de factores ponderados basado en el concepto de riesgo. PDVSA. Petróleos de Venezuela S.A. E & P Occidente.

ANEXO C. MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA

Antes de empezar a utilizar la herramienta, es importante cerciorarse de la existencia, dentro del mismo directorio donde se almacene dicha herramienta, este también presentes las carpetas denominadas “flag” e “Imágenes”. La primera es indispensable, ya que en ella se almacenan los archivos bandera que permiten la generación de las órdenes de trabajo. La carpeta imágenes contiene las fotos de los activos. Si llegase a faltar esta última, las fotos no se visualizarían, pero la herramienta sería funcional.

Sin embargo, en caso de faltar la carpeta flag o uno de sus archivos, la herramienta no sería funcional, ya que estos están referidos como objetos dentro de la programación, cuyo código se ejecuta cada vez que se da inicio a la herramienta. A continuación se muestra los archivos de la carpeta flag:

Figura 70. Carpeta flag

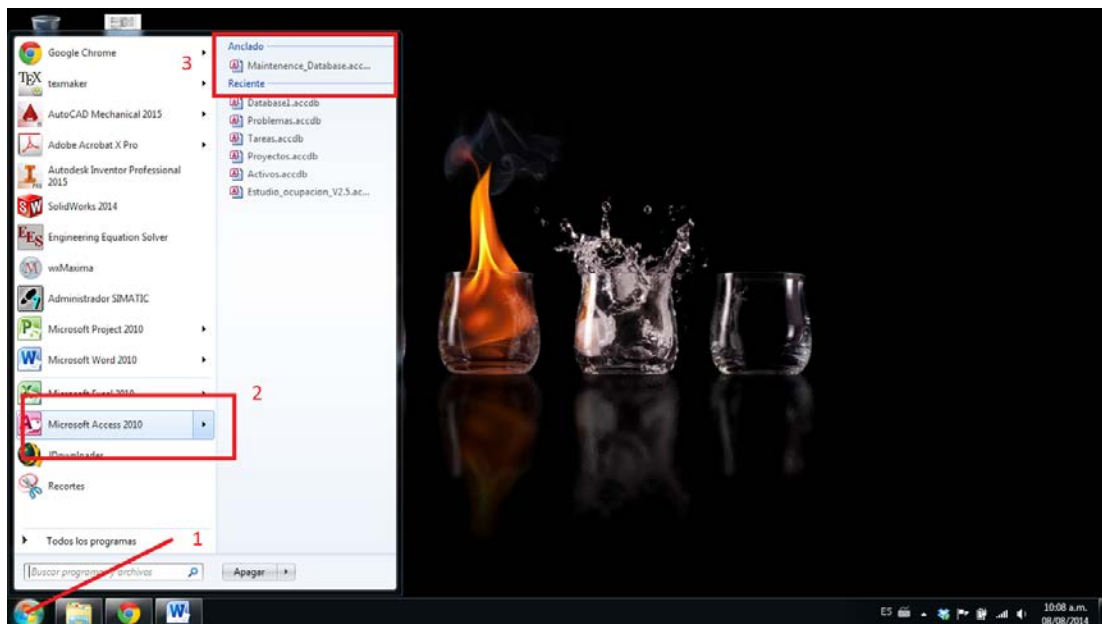


Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
an.txt	17/10/2014 12:19 a...	Documento de tex...	1 KB
bm.txt	16/10/2014 03:14 ...	Documento de tex...	1 KB
mm.txt	17/10/2014 12:19 a...	Documento de tex...	1 KB
sm.txt	16/10/2014 03:14 ...	Documento de tex...	1 KB
smv.txt	16/10/2014 03:14 ...	Documento de tex...	1 KB

1) Acceso al sistema:

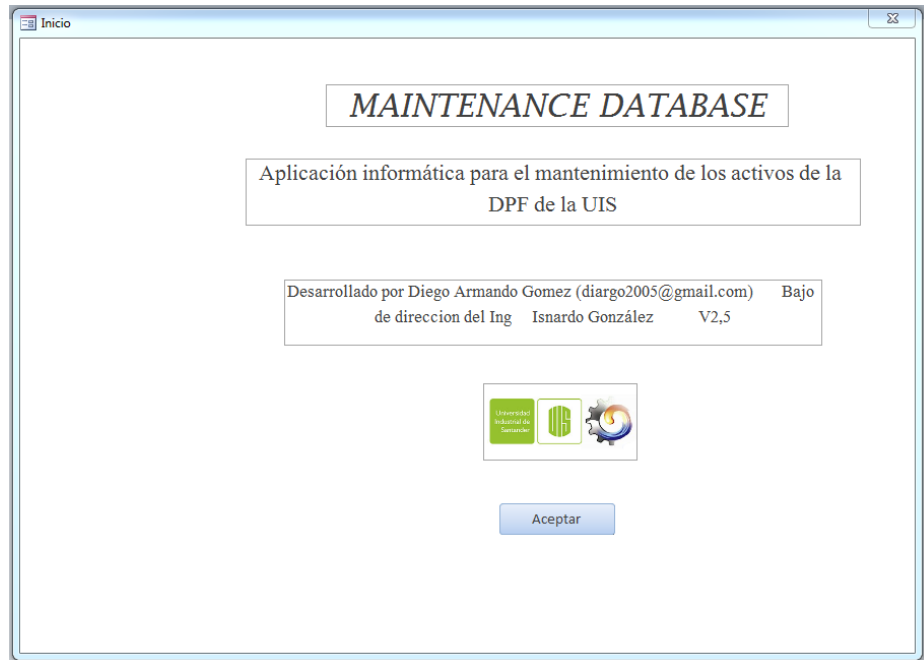
El acceso se puede hacer a través del botón inicio de Windows, o simplemente ubicando el archivo de la aplicación y haciendo doble clic sobre él, tal como se abre cualquier tipo de archivo del paquete office.

Figura 71. Acceso al sistema



Una vez abra la aplicación se verá una pantalla como la siguiente, entonces se podrán realizar las actividades para las cuales fue creado. Sin embargo, sería conveniente ocultar las cintas multifuncionales, y el panel lateral, a fin de obtener un mayor espacio de visualización.

Figura 72. Inicio de la aplicación.



Entonces, al aceptar se obtendrá una vista como la siguiente:

Figura 73. Espacio de trabajo



Las cintas multifuncionales (panel superior) no serán requeridas por un usuario, ya que solo contemplan las opciones de diseño que deben ser modificadas solamente por el diseñador del sistema. Por otro lado, el panel lateral será necesario solo en ciertas ocasiones específicas, por tanto, se recomienda su despliegue solo en esas circunstancias.

2) AGREGAR NUEVA MÁQUINA O VEHÍCULO

Para ello, hay que hacer clic en el botón nuevo ubicado en la parte superior de la ventana:

Figura 74. Agregar máquina o vehículo

HERRAMIENTA PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS ACTIVOS DE LA DPF

Ficha maquinas | Ficha vehículos | Informes | Indicadores | Acerca De

Solicitud servicio maquinas | O.T maquinas | Inspeccion Maquinas | Historial maquinas

Ficha maquinas

FICHA TÉCNICA DE MAQUINAS

Buscar

No inventario

Nombre maquina

Modelo

Uso del equipo

Sede

Edificio

Extensión

Contacto

DIVISIÓN PLANTA FÍSICA | Universidad Industrial de Santander | CÓDIGO FRT 08 | VERSIÓN

Fotografia

Registro: 1 de 33 | Sin filtro | Buscar

Esto dará origen a la a un registro en blanco donde se podrá digitar la información.

3) NUEVO HISTORIAL PARA MÁQUINA O VEHÍCULO.

3.1 En primer lugar hay que entrar a una pestaña que bien puede ser máquina o vehículo, en este ejemplo se hará para un vehículo, pero el procedimiento es idéntico para ambos.

3.2 Luego es necesario hacer clic en nuevo, en la parte superior de la ventana.

3.3 Del menú desplegable se debe seleccionar el vehículo o máquina al cual se le hace el ingreso de historial.

3.4 Finalmente, se llenan los campos con la información necesaria.

Figura 75. Agregar historial a un activo

Ficha maquinas		Ficha vehiculos		Informes		Indicadores		Acerca De	
Solicitud servicio maquinas		OT maquinas		Inspeccion Maquinas		Historial maquinas			
Historial maquinas									
No Inventario		17596		No de historial		22			
Fecha		11/10/2014		Responsable		Diego Gomez			
Inspección		<input type="checkbox"/>		Correctivo		<input type="checkbox"/>			
MP		<input checked="" type="checkbox"/>		Otro		<input type="checkbox"/>			
Descripción		Lubricacion general		Observaciones		Ninguna			

La labor de guardar es realizada de forma automática por Access en la medida en que los datos se van ingresando.

4) ORDEN DE TRABAJO (O T)

Una orden de trabajo se genera de forma independiente y única para cada máquina.

4.1 En primer lugar se debe seleccionar en las pestañas superiores si se agregará a una máquina o vehículo.

4.2 Luego se hace clic en la pestaña O T.

4.3 En seguida, en el botón nuevo, en la parte superior de la ventana.

4.4 Se selecciona la máquina o vehículo a la cual se le agregará la orden de trabajo del menú desplegable.

4.5 Finalmente, se diligencia los campos de información necesarios.

Figura 76. GENERAR ORDEN DE TRABAJO

DATOS DE LA ORDEN		DATOS DE TERMINACIÓN	
No_inventario	17596	Fecha terminación	13/10/2014
Ubicación	Carpintería	Orden terminada	<input checked="" type="checkbox"/>
Responsable:	Gabriel Ortiz	Observaciones finales	Ninguna
Fecha de generación	11/10/2014		
Solicitante	Gabriel Ortiz		
Descripción de orden	Revisión del aceite		
No Orden	23		
Nombre maquina	Torno		
Tipo de mantenimiento	MP		
Aprobó:	Yurley Cristina		
Fecha requerida	18/10/2014		
Prioridad	Normal		
Artículos y repuestos requeridos	1/4 de galon de aceite		
		Tiempo duración (horas)	2

5) SOLICITUD DE SERVICIO

5.1 En primer lugar, hay que escoger máquina o vehículo para agregar solicitud.

5.2 Seguidamente, se hace clic sobre la pestaña Solicitud de servicio

5.3 Luego se hace clic en nuevo.

5.4 A continuación, se selecciona del menú desplegable el equipo al que se le hace la solicitud.

5.5 Por ultimo, se ingresa la información que detalla la solicitud.

Figura 77. Realizar solicitud de servicio

The screenshot displays a web application interface for managing vehicle service requests. The top navigation bar includes tabs for 'Ficha maquinas', 'Ficha vehículos', 'Informes', 'Indicadores', and 'Acerca De'. Below this, there are sub-tabs for 'Solicitud servicio vehiculos', 'O.T vehiculos', 'Inspeccion Vehiculos', and 'Historial vehiculos'. The 'Solicitud servicio vehiculos' tab is selected, and a 'Nuevo' button is visible. The main form, titled 'Solicitud de servicio vehiculos', contains the following fields:

No solicitud	1		
No inventario	93830		
Placa	OSA 892	Sección	Transporte
Solicitante	Jesus Rey	Prioridad	Normal
Fecha solicitud	13/10/2014	Servicio requerido	MP
Fecha requerida	19/10/2014	Solicitud Terminada	<input checked="" type="checkbox"/>
Motivo solicitud	Cambio aceite		

The interface also features a search bar at the bottom with the text 'Registro: 1 de 3' and 'Sin filtro Buscar'.

6) REALIZAR INSPECCIÓN

6.1 Seleccione el tipo de activo a inspeccionar, sea máquina o vehículo.

6.2 Escoja el número de inventario del correspondiente activo

6.3 Realice el ingreso de la información en cada campo correspondiente.

Figura 78. Realización de inspección

The screenshot shows a web application interface for machine inspection. The top navigation bar includes tabs for 'Ficha maquinas', 'Ficha vehículos', 'Informes', 'Indicadores', and 'Acerca De'. Below this, there are sub-tabs for 'Solicitud servicio maquinas', 'O T maquinas', 'Inspeccion Maquinas', and 'Historial maquinas'. The 'Inspeccion Maquinas' sub-tab is selected. The main form area is titled 'Inspeccion Maquinas' and contains the following fields and sections:

- No.:** 1
- Fecha:** 13/10/2014
- Ubicación:** Carpinteria
- No_inventario:** 17598
- Nombre equipo:** Sierra circular (grande)

The form is divided into three main sections:

- ELÉCTRICO:** Motor (Buena condición), Controles (Buena condición), Protecciones (Buena condición).
- MECÁNICO:** Ruido (Buena condición), Vibración (Buena condición), Correas o cade (Buena condición), Calor (Buena condición), Herramienta (Desgaste).
- HIDRAÚLICO:** Observaciones.

At the bottom, there is a search bar with the text 'Registro: 1 de 1' and 'Sin filtro'.

7) GENERACIÓN DE INFORMES

7.1 En el panel principal, escoja la pestaña informe.

7.2 Haga clic sobre el informe que desea ver.

Figura 79. Ver reportes

Ficha maquinas		Ficha vehiculos		Informes	Indicadores	Acerca De	
Solicitud Pendiente maquinas	OT pendiente Máquinas	Historial maquinas	Solicitud Pendiente vehiculos	OT pendiente vehiculos	Historial Vehículos		
Ficha maquinas							
inventario	Nombre maquina	Fecha por Mes	Fecha	MP	Correctivo	Inspección	Otro
17532	Cizalla	septiembre 2014	11/09/2014	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		octubre 2014	11/10/2014	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17596	Torno	septiembre 2014	11/09/2014	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		octubre 2014	11/10/2014	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
viernes, 17 de octubre de 2014						Página 1 de 1	

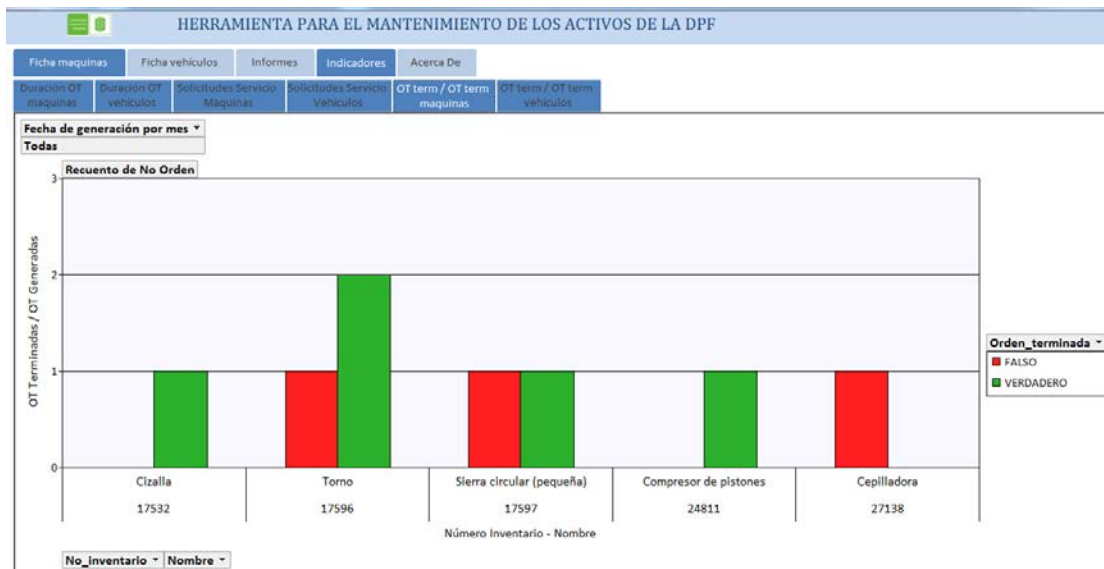
8) INDICADORES

8.1 Seleccione la pestaña indicadores.

8.2 Luego, escoja el indicador que desea ver.

8.3 Filtre para ver ya sea, un activo en específico, o un rango de fecha deseado.

Figura 80. Uso de indicadores



9) HARDWARE Y SOFTWARE REQUERIDO

Sistema operativo: Windows Xp / Vista / Seven / 8 de 32 bit o 64 bit

Memoría RAM 512 Mb (recomendado) 1 Gb

Procesador de 500 MHz o superior

Instalación de office profesional 2010 (o 2007 con paquete de compatibilidad)