

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA ESCUELA
DE INGENIERIA MECANICA**

**CARLOS ISAAC HERNANDEZ AMAYA
CARLOS ANIBAL ORTIZ OSPINO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
BUCARAMANGA**

2005

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA ESCUELA DE
INGENIERIA MECANICA**

**CARLOS ISAAC HERNANDEZ AMAYA
CARLOS ANIBAL ORTIZ OSPINO**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

**Director
CARLOS RAMON GONZALEZ BOHORQUEZ
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
BUCARAMANGA
2005**

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
1. ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UIS ENTIDAD DE	2
1.1 RESEÑA HISTORICA	2
1.2 ORGANIZACION DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	4
1.2.1 Estructura Organizacional	5
1.2.2 Funciones del Director de Escuela	6
1.2.3 Funciones del Consejo de Escuela	7
1.2.4 Docentes	8
1.2.5 Técnicos	9
1.2.6 Secretarías	9
1.3 VISION, MISIÓN Y OBJETIVOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA	9
1.3.1 Visión	9
1.3.2 Misión	9
1.3.3 Objetivos	10
1.4 INSTALACIONES Y SERVICIOS	11
1.4.1 Talleres	11
1.4.2 Laboratorios	11
1.4.3 Aula Máxima	23
1.4.4 Capacitación	23
1.4.5 Asesorías	23
1.5 PORTAFOLIO DE SERVICIOS	23
2. SITUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN LA U.I.S.	28
2.1 ORGANIZACION DEL MANTENIMIENTO EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	28
2.1.1 División de Mantenimiento Tecnológico	29
2.1.2 División de Planta Física	32
2.2 MANTENIMIENTO EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	33
2.2.1 Situación actual del mantenimiento en la Escuela	34
2.2.2 Posición de la dirección de la Escuela respecto al mantenimiento	34
3. INVENTARIO, IDENTIFICACIÓN Y ESTADO ACTUAL DE LAS	36
3.1 PROCEDIMIENTOS DE INVENTARIO	36
3.2 PROCEDIMIENTOS DE CODIFICACIÓN	37
3.3 INVENTARIO Y DIAGNOSTICO	43
3.3.1 Inventario de los equipos principales de la Escuela	43
3.3.2 Diagnóstico de los equipos de laboratorio	50

4. PROPUESTA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	60
4.1 ACTIVIDADES DE PLANEACION.	61
4.1.1. Filosofía del Mantenimiento	62
4.1.2 Pronóstico de la carga de mantenimiento	63
4.1.3 Planeación de la capacidad de mantenimiento	63
4.1.4. Programación del mantenimiento	67
4.2 ACTIVIDADES DE ORGANIZACION	100
4.2.1 Estructura organizacional	100
4.2.2 Funciones del talento humano del sistema de	102
4.2.3. Instalaciones para el sistema de mantenimiento	109
4.2.4 Salud Ocupacional	113
4.2.5 Impacto Ambiental	113
4.3 ACTIVIDADES DE CONTROL	114
4.3.1 Control de trabajos	115
4.3.2 Control de inventarios	115
4.3.3 Control de costos	115
4.3.4 Control de calidad	122
4.3.5 Administración orientada a la calidad y capacitación	122
4.4 ENTRADAS DEL SISTEMA	123
4.4.1 Gestión y política de repuestos y materiales	123
4.5 SALIDAS DEL SISTEMA	126
4.5.1 Servicios ofrecidos por el sistema de mantenimiento	126
4.5.2 Adquisición de equipos	127
4.5.3 Montaje	127
4.5.4 Cambio de equipos	127
4.5.5 Modificación y repotenciación de equipos	127
5. SISTEMA DE INFORMACION	129
5.1 GENERALIDADES	129
5.2 TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMACION EN MANTENIMIENTO	130
5.3 SISTEMAS DE INFORMACION MANUALES	131
5.3.1 Documentos Del Sistema Manual	132
5.4 SISTEMAS DE INFORMACION COMPUTARIZADO.	137
5.4.1 Desarrollo del sistema de información computarizado "SIMANTES	139
5.4.2 Descripción del sistema de información computarizado "SIMANTES".	151
6. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO EN LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	178
6.1 COMPROMISO DEL DIRECTOR Y CONSEJO DE ESCUELA	178
6.2 PLANEACION DEL PROGRAMA DE IMPLEMENTACION	178
6.3 DIVULGACION, COMUNICACION Y CAPACITACION	179
6.4 ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACION	180
CONCLUSIONES	183
BIBLIOGRAFÍA	184

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Cantidad de profesores de la Escuela de Ingeniería Mecánica.	8
Tabla 2. Clasificación de profesores de la Escuela de Ingeniería Mecánica.	8
Tabla 3. Laboratorios de la Escuela de Ingeniería Mecánica	12
Tabla 4. Formato para inventario de obras civiles de la Escuela.	38
Tabla 5. Formato para inventario de instalaciones de la Escuela.	39
Tabla 6. Formato para iluminación eléctrica de la Escuela	40
Tabla 7. Formato para inventario del parque industrial de la Escuela.	41
Tabla 8. Paralelo en codificación de equipos	43
Tabla 9. Inventario de equipos principales de la Escuela	43
Tabla 10. Diagnóstico general de los equipos principales de la Escuela	50
Tabla 11. Formato Hoja de Planeación de Mantenimiento	65
Tabla 12. Ficha Lista de Chequeo	84
Tabla 13. Ficha de lubricación	88
Tabla 14. Ficha de mantenimiento autónomo	93
Tabla 15. Ficha de actividades de mantenimiento sistemático	95
Tabla 16. Formato para el cálculo del costo de mantenimiento preventivo	118
Tabla 17. Formato ficha técnica de equipo	133
Tabla 18. Formato solicitud de servicios	134
Tabla 19. Formato de orden de trabajo	135
Tabla 20. Formato de hoja de vida del equipo	136
Tabla 21. Formato comprobante de servicio	137
Tabla 22. Usuarios del SIMANTES.	156
Tabla 23. Estrategias de implementación del programa de mantenimiento	182

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura organizacional del programa de Ingeniería Mecánica	6
Figura 2. Equipos de los talleres de la Escuela de Ingeniería Mecánica	12
Figura 3. Equipos del laboratorio de Mecánica de Fluidos	13
Figura 4. Equipos del laboratorio de Turbomáquinas Hidráulicas	15
Figura 5. Equipos del laboratorio de Máquinas Térmicas	16
Figura 6. Equipos del laboratorio de Automatización Industrial.	17
Figura 7. Laboratorio de Tecnología del Gas.	18
Figura 8. Laboratorio de Diseño de Máquinas	19
Figura 9. Laboratorio de Mecanismos	19
Figura 10. Laboratorio de Motores e Instrumentación.	20
Figura 11. Laboratorio de Sistemas Oleoneumáticos	20
Figura 12. Laboratorio de Sistemas Flexibles de Manufactura.	21
Figura 13. Laboratorio de Vibraciones Mecánicas	22
Figura 14. Laboratorio CAD	22
Figura 15. Organigrama de Mantenimiento en la Universidad Industrial de Santander	28
Figura 16. Estructura Organizacional de la División de Mantenimiento Tecnológico	29
Figura 17. Organigrama de la División de Planta Física	33
Figura 18. Codificación de un equipo principal	42
Figura 19. Codificación de un equipo auxiliar	42
Figura 20. Sistema de Mantenimiento de la Escuela	61
Figura 21. Flujo de Solicitud de Servicio.	72
Figura 22. Flujograma de Solicitud de Servicio	74
Figura 23. Flujograma de mantenimiento correctivo	77
Figura 24. Flujograma de mantenimiento preventivo	81
Figura 25. Flujograma de inspección	83
Figura 26. Código del aceite Tellus 150	86
Figura 27. Flujograma para la producción de partes	101
Figura 28. Estructura organizacional del sistema de mantenimiento	103
Figura 29. Distribución de la planta física del sistema de mantenimiento dentro de la Escuela de Ingeniería Mecánica	110
Figura 30. Flujograma para la solicitud de repuestos	124
Figura 31. Clasificación para la adquisición de repuestos	125
Figura 32. Procedimiento para la adquisición de equipos.	128
Figura 33. Ciclo de vida de los sistemas de información	138

Figura 34. Diagrama de contexto del sistema de mantenimiento de la Escuela	141
Figura 35. Estructura general del sistema	142
Figura 36. Entradas del sistema	143
Figura 37. Salidas del sistema	144
Figura 38. Relación uno a varios	148
Figura 39. Modelo entidad relación	149
Figura 40. Módulos estructurales principales de SIMANTES	153
Figura 41. Navegador 1	154
Figura 42. Navegador 2	154
Figura 43. Botones de acceso rápido	155
Figura 44. Ventana de reconocimiento de usuario	157
Figura 45. Pantalla de presentación	157
Figura 46. Barra de menús SIMANTES	158
Figura 47. Menú general	158
Figura 48. Menú equipo	159
Figura 49. Menú orden de trabajo	160
Figura 50. Menú tablas	161
Figura 51. Menú mantenimiento preventivo	161
Figura 52. Menú informes	162
Figura 53. Menú alarmas	162
Figura 54. Menú ventana	162
Figura 55. Menú ayuda	163
Figura 56. Formulario ficha técnica (general)	164
Figura 57. Formulario ficha técnica (administración)	164
Figura 58. Formulario ficha técnica (técnicos)	165
Figura 59. Formulario MP	165
Figura 60. Formulario hoja de vida	166
Figura 61. Formulario solicitud de servicio	166
Figura 62. Formulario orden de trabajo	167
Figura 63. Formulario comprobante de servicio (general)	167
Figura 64. Formulario comprobante de servicio (costos)	168
Figura 65. Formulario comprobante de servicio M.P.	168
Figura 66. Formulario programación	169
Figura 67. Formulario actividades de mantenimiento	169
Figura 68. Formulario personal responsable	170
Figura 69. Formulario proveedores	170
Figura 70. Formulario fabricantes	171
Figura 71. Formulario técnicos	171
Figura 72. Formulario ubicación	172
Figura 73. Formulario repuestos	172
Figura 74. Formulario almacén	173
Figura 75. Formulario transacción	173
Figura 76. Formulario mecanismos	174
Figura 77. Formulario partes	174

Figura 78. Formulario actividadMP	175
Figura 79. Formulario procedimientos de MTO	176
Figura 80. Formulario horómetro	176
Figura 81. Formulario acerca de	177

RESUMEN

TITULO:
**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA ESCUELA DE INGENIERIA
MECANICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. ***

AUTORES:
Carlos Isaac Hernández, Carlos Aníbal Ortiz **

PALABRAS CLAVES:
Mantenimiento preventivo, programa de mantenimiento, sistema de información, sistema de mantenimiento.

DESCRIPCION:
Este proyecto ha tenido por objeto la elaboración de un sistema de mantenimiento dentro de la Escuela de Ingeniería Mecánica, que permita garantizar la disponibilidad de los recursos físicos y tecnológicos; suministrando las herramientas y estrategias que permitan la implementación del sistema. Se realizó en primer lugar una revisión de los sitios donde se maneja el mantenimiento (talleres), así como laboratorios, aulas y oficinas, lo que permitió desarrollar la estructura organizativa y la documentación operativa del mantenimiento. Seguidamente se inventariaron, codificaron y diagnosticaron los equipos principales de la Escuela, permitiendo verificar la cantidad y estado de los equipos. El siguiente paso consistió en desarrollar un sistema de información computarizado para el mantenimiento, que permite el fácil y rápido manejo de la información, así como el seguimiento a las distintas actividades de mantenimiento. Posteriormente se elaboró un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipos de la Escuela planeando actividades de mantenimiento sistemático, mantenimiento autónomo e inspección.

Finalmente se establecieron los índices de gestión que van a permitir evaluar el impacto de las labores de mantenimiento sobre la actividad académica y de producción de la Escuela.

Con este proyecto se dan los medios y las herramientas necesarias que van a permitir el correcto funcionamiento de la Organización de Mantenimiento propuesta.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Carlos Ramón González Bohórquez.

SUMMARY

TITLE:
PROGRAM OF MAINTENANCE FOR THE SCHOOL OF MECHANICAL ENGINEERING OF THE INDUSTRIAL UNIVERSITY DE SANTANDER.. *

*** AUTHORS:**
Carlos Isaac Hernández, Carlos Aníbal Ortiz **

KEY WORDS:
Preventive maintenance, maintenance program, system of information, maintenance system.

DESCRIPTION:
This project has had as object the elaboration of a maintenance system inside the School of Mechanical Engineering that allows to guarantee the availability of the physical and technological resources; giving the tools and strategies that allow the implementation of the system was carried out a revision of the places in the first place where the maintenance is managed (shops), as well as laboratories, classrooms and offices, what allowed to develop the organizational structure and the operative documentation of the maintenance. Subsequently they were inventoried, they coded and they diagnosed the main teams of the School, allowing to verify the quantity and state of the teams. The following step consisted on developing an on-line system of information for the maintenance that will allow to take a pursuit to the different maintenance activities. Later on a program of preventive maintenance was elaborated for the machinery and teams of the School planning activities of systematic maintenance, autonomous maintenance and inspection. Finally the administration indexes that will allow to evaluate the impact of the maintenance works on the academic activity settled down and of production of the School.

* Degree Work.

** Physical - Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Carlos Ramón González Bohórquez.

INTRODUCCION

La actual forma de realizar mantenimiento en la Escuela de Ingeniería Mecánica no garantiza autonomía en la disponibilidad de los recursos físicos y tecnológicos, impidiendo ofrecer de una manera totalmente exitosa cada uno de los servicios que presta. La desactualización al avance sumada a la exigencia externa para modernizar los procesos administrativos junto al desarrollo en Ingeniería de Mantenimiento resaltan la necesidad de dotar de un área operativa al área de mantenimiento de la Escuela.

Ante esta necesidad la Escuela denota la prioridad de realizar sistemáticamente actividades de mantenimiento a través de un programa que garantice confiabilidad en los equipos y máquinas que soportan las actividades prácticas y de laboratorio, permitiendo llevar un seguimiento y control que certifique el correcto estado y buen funcionamiento de éstos.

Este proyecto pretende suministrar las herramientas necesarias para crear un sistema de mantenimiento dentro de la Escuela, desarrollando la estructura organizacional del sistema, la codificación, el inventario y el diagnóstico de equipos, los documentos y actividades de mantenimiento, el programa de mantenimiento, las estrategias de implementación del sistema y un sistema de información computarizado que soporte el desarrollo de las actividades del sistema de mantenimiento.

Este sistema de mantenimiento va a permitirle autonomía a la Escuela, dejando atrás los tradicionales esquemas en la forma de hacer mantenimiento e iniciando una nueva etapa hacia una cultura donde se ratifique potestad en el uso de herramientas administrativas, académicas, tecnológicas e informáticas; que permitan acreditar los servicios que presta.

1. ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UIS ENTIDAD DE FORMACIÓN PROFESIONAL E INTEGRAL

1.1 RESEÑA HISTORICA

La Universidad Industrial de Santander inicia sus labores académicas el 1° de marzo de 1948 con las Facultades de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Química; en las instalaciones del Instituto Técnico Superior Dámaso Zapata, siendo Ingeniería Mecánica el primer programa de este género ofrecido en el ámbito nacional, que tenía como objetivo principal satisfacer las necesidades de desarrollo técnico y económico del país. Para lograr cumplir con este objetivo el programa de Ingeniería Mecánica comprende todas las técnicas relacionadas con la concepción estudio, diseño, construcción, evaluación, innovación, instalación, selección, control, conservación, administración de medios de producción y servicios, además del diseño, operación y mantenimiento de máquinas.

En el año de 1952 se graduaron los primeros cuatro ingenieros mecánicos de la Universidad Industrial de Santander, instruidos por una planta docente, compuesta por cuatro profesores y en el año de 1954 debido a la aparición de nuevos programas académicos, la Universidad Industrial de Santander se traslada a las instalaciones que hoy ocupa.

El 2 de marzo de 1960 se inaugura el edificio en donde actualmente se encuentra la Escuela de Ingeniería Mecánica; este nuevo edificio se construyó en un área de 2200 m², dotado con biblioteca, salas de dibujo y aulas, estas últimas con capacidad para albergar 200 estudiantes en cada uno de los pisos superiores, además en la parte posterior en un área de 600 m², se ubicaron los laboratorios y taller, compuestos con equipos dotados de avanzada tecnología para poder soportar la actividad técnico - pedagógica. También se construyó un auditorio con

capacidad para 250 personas, con un sistema de cubierta compuesta de un paraboloides hiperbólico sostenido en cuatro apoyos, que tenía una concepción muy moderna para esa época.

A través de los años, la Facultad de Ingeniería Mecánica ha desplegado su programa académico, auxiliado financiera, administrativa y académicamente por la Universidad, pero durante la última década las instituciones de formación superior públicas y sus respectivas facultades se han visto expuestas a transformaciones de tipo político, administrativo y financiero (acreditación, descentralización, autofinanciación).

Según el Acuerdo 057 de 1994 del Consejo Superior de la Universidad; se reforma la estructura organizacional de la Universidad Industrial de Santander, convirtiendo las antiguas Facultades en Escuelas y las Divisiones en Facultades; convirtiendo la Facultad de Ingeniería Mecánica en la Escuela de Ingeniería Mecánica adscrita a la Facultad de Ingenierías Físico- Mecánicas y se dota de todos los recursos administrativos y académicos, que le permitirán mantenerse autónoma financiera, académica y tecnológicamente; requiriendo desarrollar mecanismos que garanticen la eficiencia, productividad y calidad en la prestación de sus servicios.

Estos cambios surgen con la creación del Estatuto General y el Acuerdo 117 de Noviembre de 1995 del Consejo Académico de la Universidad Industrial de Santander. A partir de este año, la nueva Escuela de Ingeniería Mecánica empieza a planear la prestación de servicios académicos y tecnológicos a la comunidad que los requiera, con la creación de nuevos programas académicos de Posgrado como lo son: Gerencia de Mantenimiento, Gerencia Energética e Ingeniería Mecatrónica; y la adecuación tecnológica de nuevos laboratorios de automatización como: el laboratorio de Autómatas Programables, el laboratorio de Sistemas Flexibles de Manufactura y el laboratorio Sala CAD; también se ha empeñado en desarrollar conocimiento a través de los siguientes centros de

investigación: Centro de Desarrollo Tecnológico del Gas y Centro de Investigación en Producción de Energía.

Para poder crear la infraestructura donde se adecuaron estos nuevos Programas y Laboratorios, la Escuela expandió su planta física hasta el primer piso del edificio de la Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas donde funciona el laboratorio de Autómatas Programables, el laboratorio Sala CAD y laboratorio de Vibraciones Mecánicas; en la actualidad se está instalando el aula virtual de Ingeniería Mecánica.

Actualmente el crecimiento de la Escuela de Ingeniería Mecánica no se detiene y cuenta con la vinculación de docentes y tecnología en estudios de Pregrado y Posgrado con la suficiente preparación y capacidad que permita soportar la actividad técnico- pedagógica que la Escuela requiere. Es de anotar, que a medida en que las políticas educativas nacionales van exigiendo calidad en la prestación de servicios académicos e industriales, la Escuela de Ingeniería Mecánica abandera el cumplimiento de estas dentro de la Universidad y logra ser acreditada por el Ministerio de Educación en el año del 2000.

En la actualidad se realiza el proceso de reacreditación con la vinculación de nuevos procesos involucrados en la búsqueda de calidad en el préstamo de sus servicios como son la creación de cargos laborales necesarios para un desempeño eficiente y eficaz de éstos, y la sistematización del mantenimiento industrial de los equipos y planta física de la Escuela.

1.2 ORGANIZACION DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

En esta sección se tratará la forma como está organizada la Escuela desde el punto de vista académico y administrativo, desde su director, cuerpo docente y empleados administrativos.

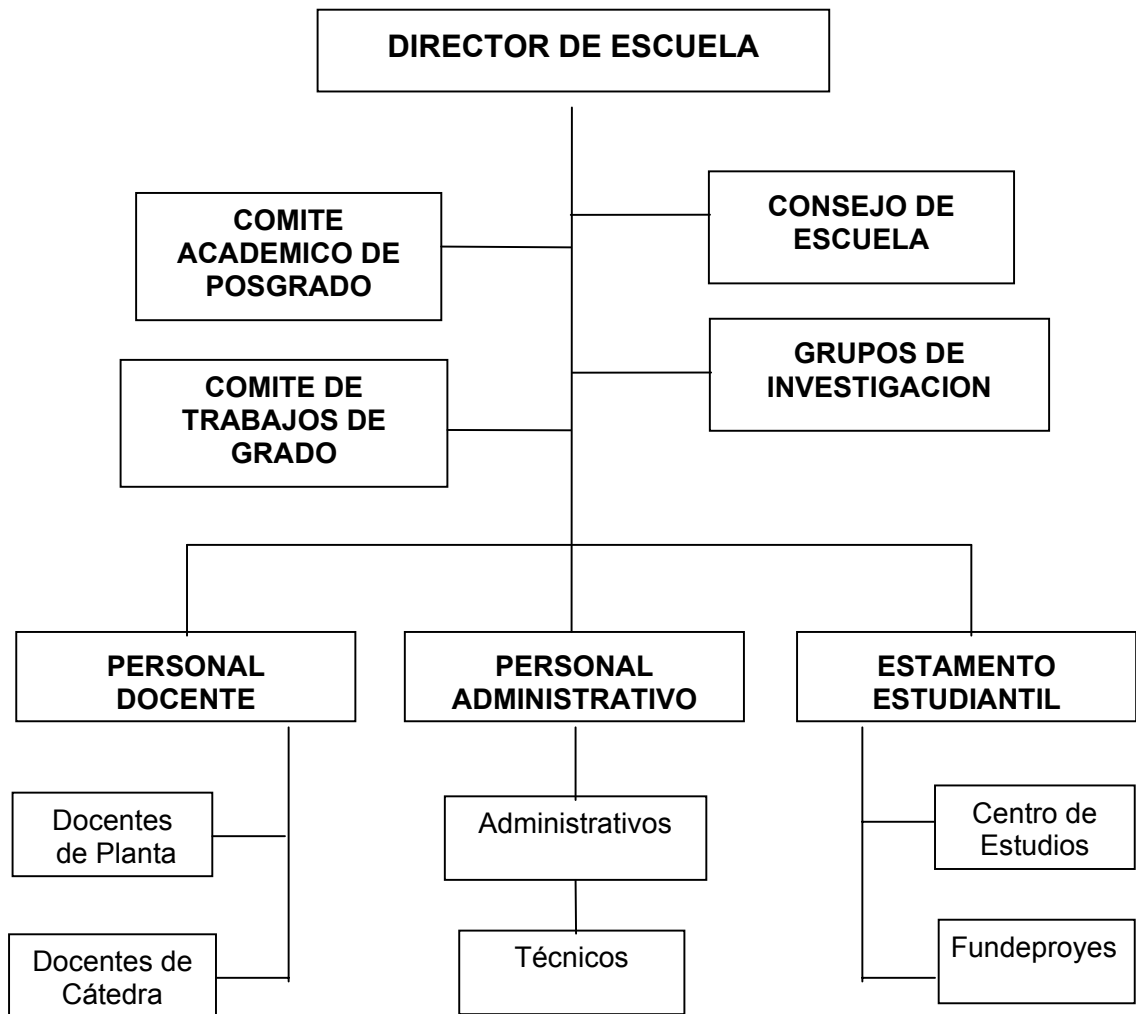
1.2.1 Estructura Organizacional. La Escuela de Ingeniería Mecánica es una unidad con autonomía académica y administrativa adscrita a la Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, y agrupa campos afines del conocimiento, desarrolla programas académicos de pregrado y posgrado, de investigación y de extensión, de conformidad con las políticas y directrices de la Universidad. Su integración y sus funciones se rigen por el Acuerdo 057 de 1994 del Consejo Superior, el Estatuto General y el Acuerdo 117 de 1995 del Consejo Académico.

Según el Acuerdo 057 de 1994 se estipula que el Director de Escuela, máxima autoridad académica y administrativa del programa, estará asistido por un Consejo de Escuela con capacidad decisoria en los asuntos académicos y administrativos para promover el desarrollo y actualización académica del programa. Con el Acuerdo numero 117 de 1995 del Consejo Académico, se establecen y aprueban las funciones del Director de Escuela y Consejo de Escuela.

La estructura organizacional del programa de Ingeniería Mecánica, está conformada por el Director de Escuela y el Consejo de Escuela integrado por: el Director de Escuela, el Coordinador de Posgrado, 2 representantes de los profesores, 1 estudiante de pregrado, 1 estudiante de posgrado. Este consejo se nombra por 2 años, y se reunirá por lo menos dos veces al mes, por convocatoria del Director de Escuela.

También forman parte de esta estructura los Centros de Investigación, el Personal Docente, el Personal Administrativo, el Personal Técnico, el Director de Proyectos y un Comité Académico de Posgrado formado por: el Director de Escuela de Ingeniería Mecánica, el Decano de la Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas y el Coordinador del posgrado de Gerencia de Mantenimiento. La estructura organizacional de la Escuela se muestra en la figura 1.

Figura 1. Estructura organizacional del programa de Ingeniería Mecánica



1.2.2 Funciones del Director de Escuela. Las funciones del Director se presentan a continuación:

1. Las que asigne el Estatuto General, los reglamentos y las normas de la Universidad.

2. Presidir el Consejo de Escuela y mantener informado a este Consejo las políticas y decisiones de las demás autoridades universitarias.
3. Ejercer liderazgo académico en la definición de la misión, el proyecto pedagógico y el currículo del programa, en el marco institucional.
4. Presentar al Consejo de Escuela el plan anual de gestión y el presupuesto anual de ingresos y gastos.
5. Presentar al Consejo de Escuela un informe mensual del funcionamiento de la Escuela en lo académico, administrativo y financiero.
6. Representar legalmente a la Universidad Industrial de Santander en la suscripción, adjudicación y liquidación de contratos y otros actos administrativos de acuerdo con las normas pertinentes.

1.2.3 Funciones del Consejo de Escuela. Las funciones del Consejo de Escuela se presentan a continuación:

1. Conceptuar sobre el presupuesto anual de ingresos y gasto del programa y sobre las propuestas de planes de desarrollo académico, cultural y administrativo presentados a su consideración por el Director de Escuela.
2. Conocer y conceptuar el informe mensual de ingresos y gastos del programa presentado por el Director de Escuela.
3. Resolver las situaciones de orden académico, administrativo y disciplinario que le correspondan de acuerdo con los reglamentos.

4. Evaluar anualmente la gestión académica y administrativa del programa e informar al claustro de profesores y al Consejo de Facultad.

5. Emitir concepto sobre los contratos y convenios de prestación de servicios y asesorías que tengan que ver con las actividades del programa.

6. Asesorar al Director de Escuela en la determinación de calidades académicas y profesionales que deben cumplir los profesores de cátedra, o servicios prestados y aspirantes a los cargos existentes y vacantes en la planta de personal docente y administrativo.

1.2.4 Docentes. El programa de Ingeniería Mecánica cuenta en la actualidad con diecinueve profesores de tiempo completo, cinco profesores de hora cátedra para un total de 24 profesores a disposición del pregrado. Su nivel académico se encuentra distribuido como lo muestra la tabla 1 y su clasificación en la tabla 2.

Tabla 1. Cantidad de profesores de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

Doctorado		Maestrías		Especialización		Profesionales	
PP	HC	PP	HC	PP	HC	PP	HC
1	0	12	2	5	3	1	6

PP = Profesor de Planta
HC = Profesor Hora Cátedra

Los profesores en el escalafón docente se encuentran clasificados en las siguientes categorías :

Tabla 2. Clasificación de profesores de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

Titulares	Asociados	Asistentes	Auxiliares
5	5	9	0

1.2.5 Técnicos. Actualmente el programa cuenta con tres técnicos, clasificados de la siguiente forma:

* Un Técnico categoría A encargado de la operación y mantenimiento del Taller.

* Un Técnico categoría A encargado del mantenimiento general de los equipos de laboratorios.

* Un Técnico categoría B, auxiliar de laboratorios vinculado por servicios prestados.

1.2.6 Secretarias. El programa cuenta con los servicios de una Secretaria General con categoría A de tiempo completo y una Secretaria vinculada por servicios prestados de tiempo completo adscrita a la Coordinación del posgrado en Gerencia de Mantenimiento.

1.3 VISION, MISIÓN Y OBJETIVOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

La Escuela de Ingeniería Mecánica mantiene un perfil reflejado a través de la visión, misión y objetivos planteados a continuación::

1.3.1 Visión. El Programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander será líder en la formación integral de Ingenieros Mecánicos con amplia dimensión humanista, científica, técnica, política, ética, social y ecológica.

1.3.2 Misión. La carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander tiene como propósito la formación de Ingenieros Mecánicos con alta calidad humana, ética, política, técnica y científica; la construcción, aplicación, y divulgación del conocimiento; el desarrollo y transferencia de tecnologías; la

promoción de una cultura orientada al aprovechamiento racional de la energía y la conservación de los recursos naturales; el fomento del espíritu emprendedor y la interrelación con la comunidad.

1.3.3 Objetivos. Para el logro de los propósitos fundamentales es necesario que la escuela asuma y cumpla los objetivos básicos y específicos, que soportan y por ende subyace la misión de la organización. Entre otros se resaltan:

- Crear condiciones adecuadas para que el estudiante de Ingeniería Mecánica realice su proceso de aprendizaje.
- Fomentar la formación integral para que el futuro ingeniero sea capaz de ejercer liderazgo, comprometido con la ética, el cambio, la paz, la gestión, el progreso, la participación, la solidaridad, el consenso, el adecuado manejo de los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad de vida.
- Liderar y estimular la actitud de búsqueda permanente de información que genere investigación y producción del conocimiento.
- Promover el desarrollo de habilidades para aplicar el conocimiento de las matemáticas, la ciencia y la ingeniería.
- Fomentar el desarrollo de habilidades para diseñar y conducir experimentos, analizar e interpretar datos.
- Desarrollar habilidades para diseñar procesos, sistemas o componentes para dar solución a necesidades planteadas.
- Promover habilidades para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- Promover la formación requerida para comprender el impacto de las soluciones

de ingeniería en el contexto social y global.

1.4 INSTALACIONES Y SERVICIOS

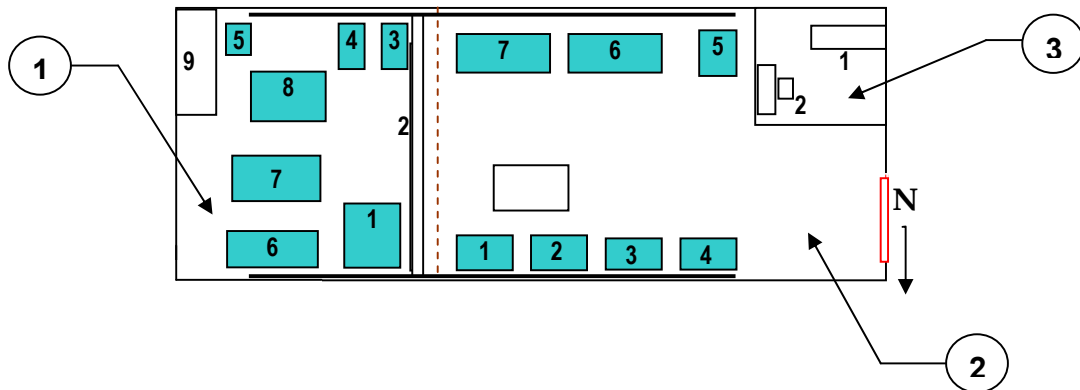
El edificio donde se encuentra ubicado el programa de Ingeniería Mecánica en la actualidad posee un área construida de 4179 m² compuesta por aulas para clase de pregrado y posgrado, laboratorios, oficinas de profesores y dependencias administrativas. Cuenta además con tres salones para los laboratorios de Vibraciones Mecánicas y Autómatas Programables y un aula para clases de pregrado en el edificio de la Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, que ocupan el área construida de 191 m², 60 m² y 51 m² respectivamente; el Aula Máxima de Ingeniería Mecánica tiene un área total de 217 m² y posee capacidad para 250 personas.

1.4.1 Talleres. La Escuela cuenta con el taller de Maquinas Herramientas y el taller de Metalistería, los cuales se ofrecen para la realización de trabajos especializados en la prestación de servicios internos y externos a la Escuela y a la Universidad y contienen los equipos que se muestran en la figura 2.

1.4.2 Laboratorios. Los laboratorios de la Escuela realizan trabajos especializados, ensayos, diagnóstico de fallas y prácticas académicas en diferentes áreas del conocimiento de la Ingeniería Mecánica; además prestan servicios a nivel interno y externo de la Universidad, estos servicios se detallan en el Portafolio de Servicios de la Escuela.

La Escuela de Ingeniería Mecánica cuenta con los siguientes laboratorios que se encuentran bajo responsabilidad académica de los profesores nombrados en la tabla 3.

Figura 2. Equipos de los talleres de la Escuela de Ingeniería Mecánica



1. Taller de Mecánica Industrial

1. Fresa
2. Puente grúa
3. Taladro radial
4. Troqueladora
5. Esmeril
6. Torno revolver
7. Torno longitudinal
8. Torno
9. Cuarto de herramientas

2. Taller de Metalistería

1. Prensa hidráulica manual
2. Esmeriladora
3. Segueta mecánica
4. Taladro de árbol para metales
5. Equipo de soldadura
6. Curvadora manual de lamina
7. Dobladora manual de lamina

3. Sección Proyectos

1. Biblioteca
2. Puesto de computo

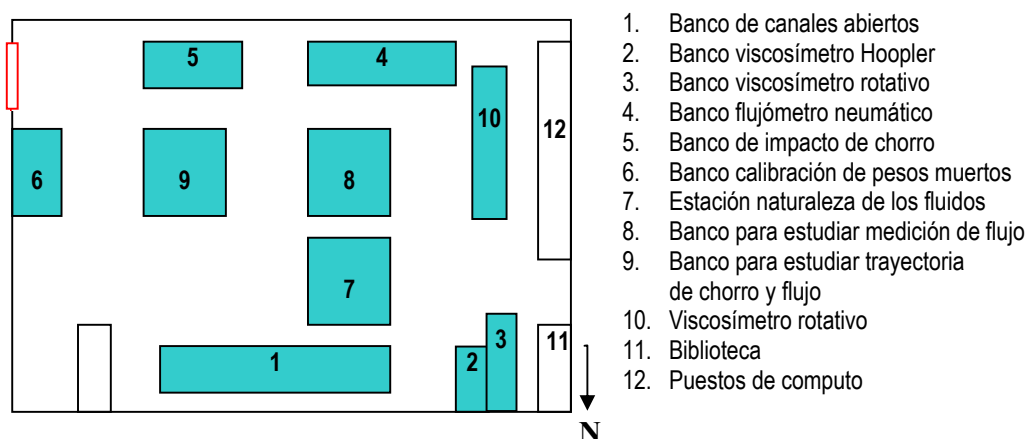
Tabla 3. Laboratorios de la Escuela de Ingeniería Mecánica

LABORATORIOS	RESPONSABLE ACADEMICO
Laboratorio de Mecánica de Fluidos	Profesor Javier Rugeles
Laboratorio de Turbomáquinas Hidráulicas	Profesor Néstor D'croz
Laboratorio de Maquinas Térmicas.	Profesor Omar Gelvez
Laboratorio de Automatización Industrial	Profesor Jorge Meneses
Laboratorio de Tecnología del Gas	Profesor Jabid Quiroga

Laboratorio de Diseño de Maquinas	Profesor Ricardo Jaimes
Laboratorio de Mecanismos	Profesor Isnardo González
Laboratorio de Motores e Instrumentación	Profesor Jorge Chacón
Laboratorio de Sistemas Oleoneumáticos	Profesor Abel Parada
Laboratorio de Sistemas Flexibles de Manufactura	Profesor Jorge Meneses
Laboratorio de Vibraciones Mecánicas	Profesor Alfonso García Castro
Laboratorio CAD	Profesor Expedito Lozano

* **Laboratorio de Mecánica de Fluidos.** Constituye el complemento práctico de la materia Mecánica de Fluidos ofrece servicios al programa de Ingeniería Mecánica y a otras ingenierías de esta universidad, así como a otras universidades. Cuenta con los equipos que muestra la figura 3.

Figura 3. Equipos del laboratorio de Mecánica de Fluidos



Ofrece servicios en:

Pruebas relacionadas con las propiedades hidrostáticas de los fluidos:

- Medición de densidad, viscosidad y presión.
- Observación del efecto de capilaridad.
- Observación de la fuerza de empuje.
- Observación de presión hidrostática.

Pruebas de calibración:

- Calibración de un contador de disco nutante y un rotámetro.
- Calibración de un viscosímetro Hoppler.
- Calibración de un manómetro Bourdon utilizando el calibrador de pesos muertos.

Pruebas de medición de caudal:

- Medición de caudal en flujo incompresible utilizando diferentes dispositivos

Pruebas para el estudio de fenómenos del flujo de fluidos:

- Modelado, simulación por computador y visualización de líneas de corriente en diferentes dispositivos.
- Medición de pérdidas en tuberías.
- Análisis de fuerzas sobre álabes.

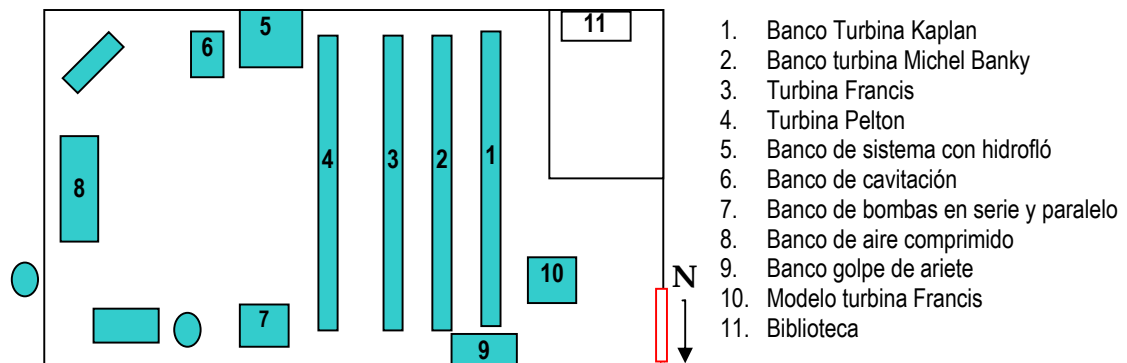
* **Laboratorio de Turbomáquinas Hidráulicas.** En él se desarrollan prácticas sobre temas relacionados con la materia de Turbomáquinas Hidráulicas, con el objeto de comprobar la validez de los planteamientos teóricos, vistos en la asignatura y además brindar un espacio para la investigación en esta área de la Ingeniería Mecánica. Cuenta con los equipos que muestra la figura 4.

Este laboratorio ofrece servicios de:

- Caracterización de bombas centrífugas a través de la elaboración de las curvas de desempeño a diferentes velocidades de rotación.
- Demostración de sistemas de presión constante.
- Demostración del fenómeno de golpe de ariete y su amortiguación.

- Evaluación del desempeño de una bomba operando como turbina.
- Evaluación de campanas extractoras de gases y partículas.

Figura 4. Equipos del laboratorio de Turbomáquinas Hidráulicas

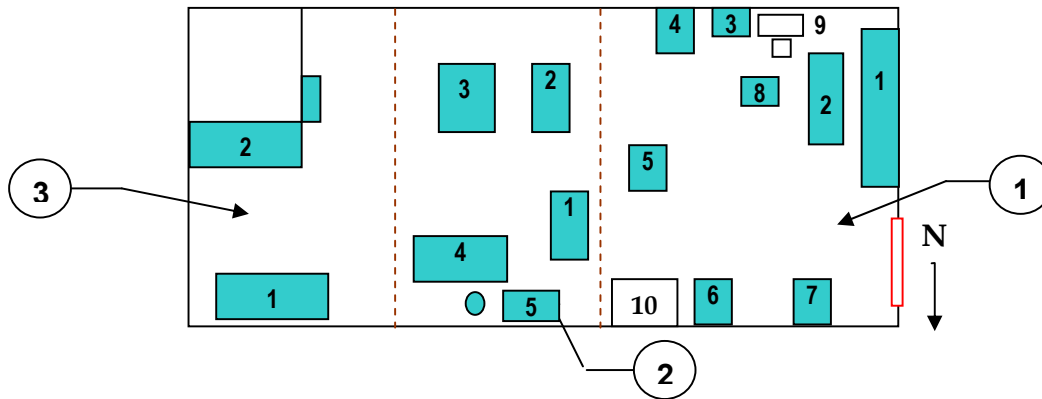


* **Laboratorio de Máquinas Térmicas.** En este laboratorio se realizan practicas correspondientes a tres materias como son: Transferencia de Calor, Plantas Térmicas y Refrigeración y Aire Acondicionado. Cuenta con los equipos que muestra la figura 5.

El laboratorio ofrece servicios en:

- Registro de condiciones de radiación solar.
- Determinación de la capacidad calórica de materiales metálicos.
- Caracterización de rellenos para torres de enfriamiento.
- Análisis del cumplimiento de intercambiadores de tubos concéntricos e intercambiadores de cascos y tubo.
- Diversos tipos de medición de temperatura.
- Análisis del fenómeno de condensación.
- Análisis del comportamiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado.
- Entrenamiento de manejo de pequeñas plantas térmicas

Figura 5. Equipos del laboratorio de Máquinas Térmicas



1. Sección Transferencia de Calor

1. Banco de Intercambiador de tubos concéntrico y radiación superficial.
2. Banco de tubos concéntricos
3. Torre de enfriamiento
4. Banco de convección
5. Banco de prueba de colectores térmicos
6. Banco de medición de temperatura
7. Banco de radiación solar
8. Banco de conducción transitoria
9. Puesto de computo
10. Biblioteca

2. Sección Plantas Térmicas

1. Planta térmica (1 Turbina, 2 Condensador, 3 Sobrecalentador, 4 Caldera piro-tubular, 5. Suavizador)

3. Sección Refrigeración y Aire Acondicionado

1. Banco para evaluar el desempeño de un sistema de A.A.
2. Cuarto frío con fines didácticos

* **Laboratorio de Automatización Industrial.** El laboratorio cuenta con los equipos que muestra la figura 6.

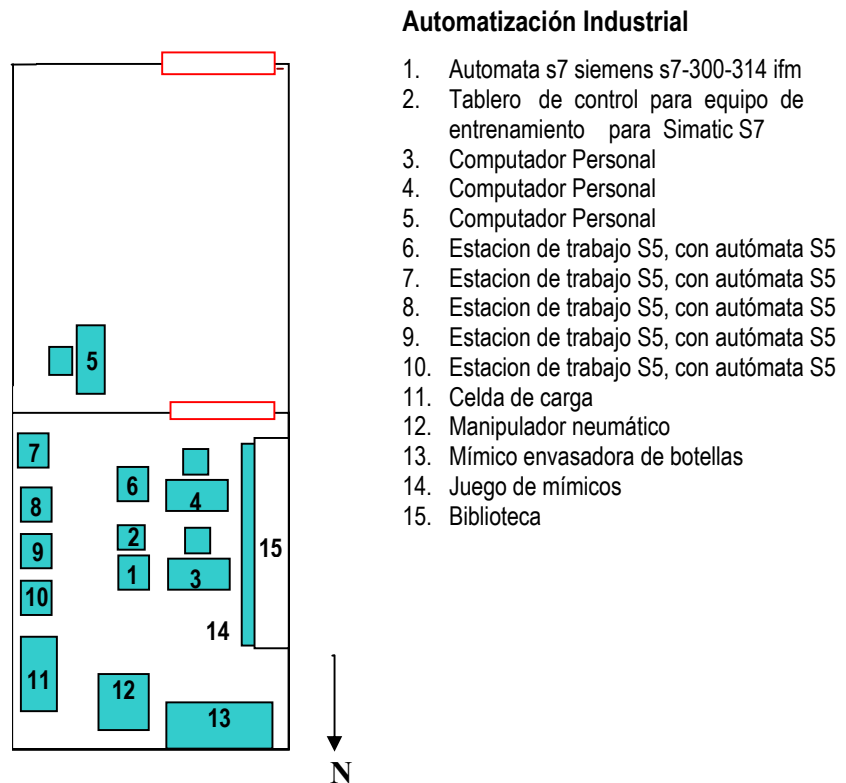
El laboratorio presta los siguientes servicios:

- Unidad didáctica de PLC marca Telemecanique TSX17.
- Unidad didáctica de variadores electrónicos de velocidad y unidad didáctica de motores paso a paso.
- Mímico emulador de una planta de envasado para controlar mediante 3 PLC'S y una red de comunicación PROFIBUS.
- Mímico emulador de una prensa excéntrica para controlar mediante PLC.

-Modelo a escala de una ascensor para ser controlado mediante PLC o microcontrolador.

- STEP 5 Software de supervisión de procesos: Win CC.

Figura 6. Equipos del laboratorio de Automatización Industrial.



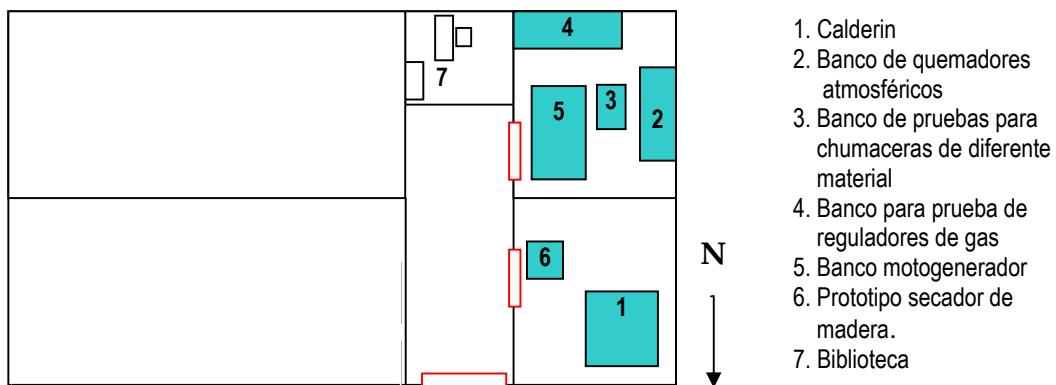
* **Laboratorio de Gases.** Se pueden realizar pruebas hidrostáticas de expansión volumétrica y rotura en tanques de gas propano; cuenta con los equipos que indican en la figura 7.

Presta los siguientes servicios:

- Pruebas hidrostáticas a recipientes a presión hasta 2000 psia.
- Calibración de medidores de volumen o de caudal en fase gaseosa.

- Pruebas según norma técnica colombiana NTC 3727 y NTC3873 para reguladores domiciliarios de ½” y ¾” de gas natural y GLP, respectivamente.
- Prueba según norma técnica colombiana NTC 3538 para válvulas de bola de ½” ¾” de instalaciones de gas domiciliario.
- Estudio de comportamiento de quemadores atmosféricos de mediana y baja potencia (hasta 50.000 Btu/h).
- Estudio del comportamiento de fluidos en dispositivos de sección variable.

Figura 7. Laboratorio de Tecnología del Gas.



* **Laboratorio de Diseño de Maquinas.** Este laboratorio cuenta con los equipos que se indican en la figura que se muestran en la figura 8.

* **Laboratorio de Mecanismos.** Se pueden realizar pruebas cinemáticas y cinéticas en diferentes mecanismos; cuenta con los equipos que muestran en la figura 9.

Figura 8. Laboratorio de Diseño de Máquinas

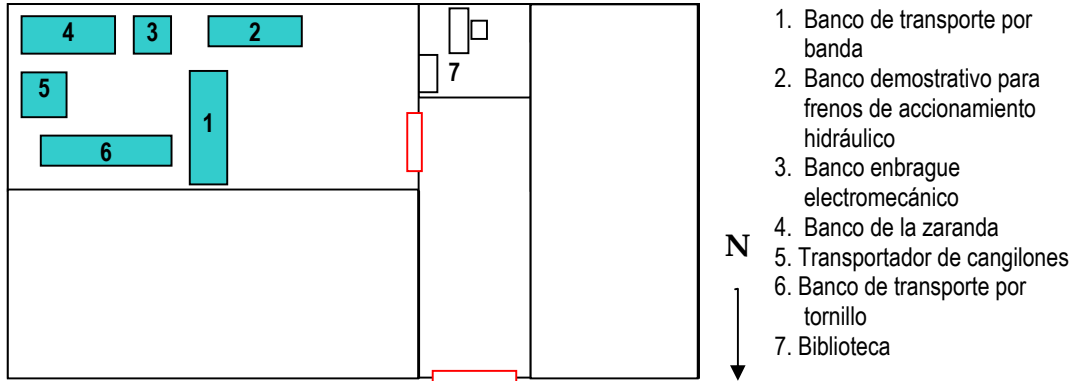
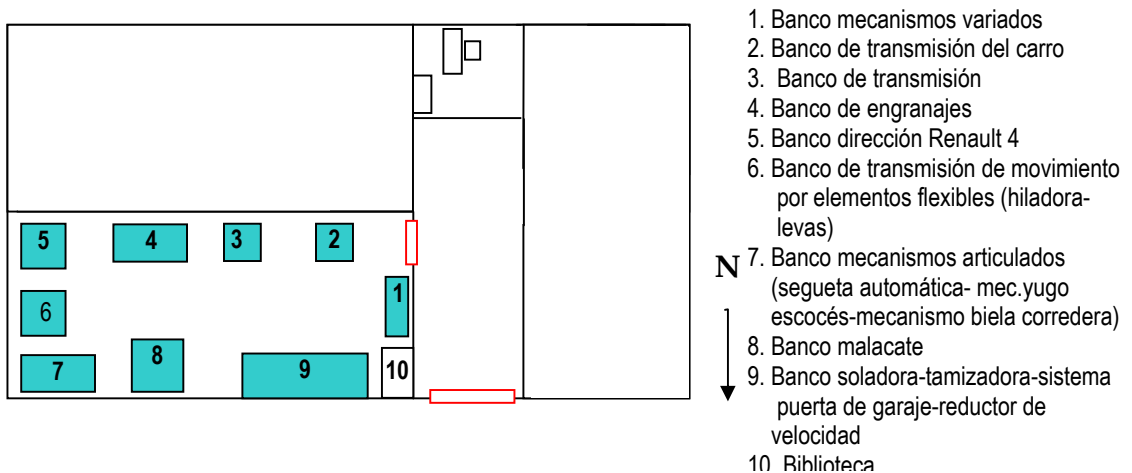
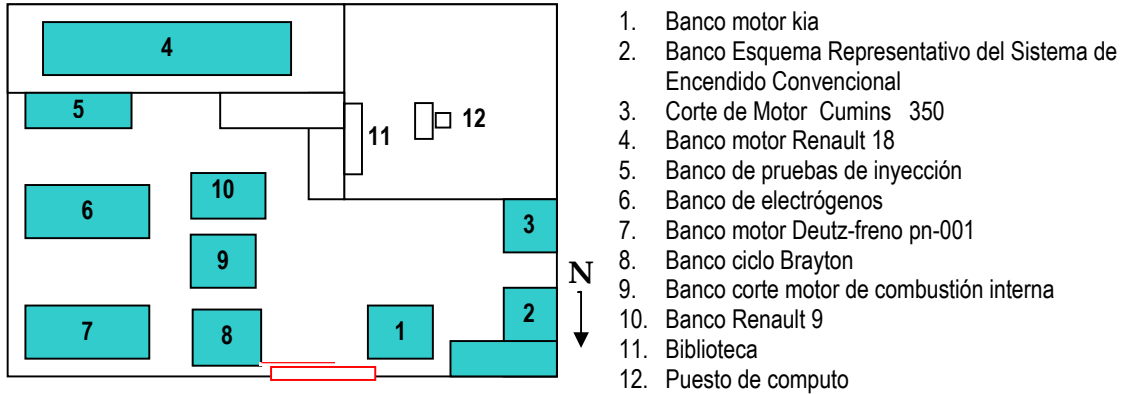


Figura 9. Laboratorio de Mecanismos



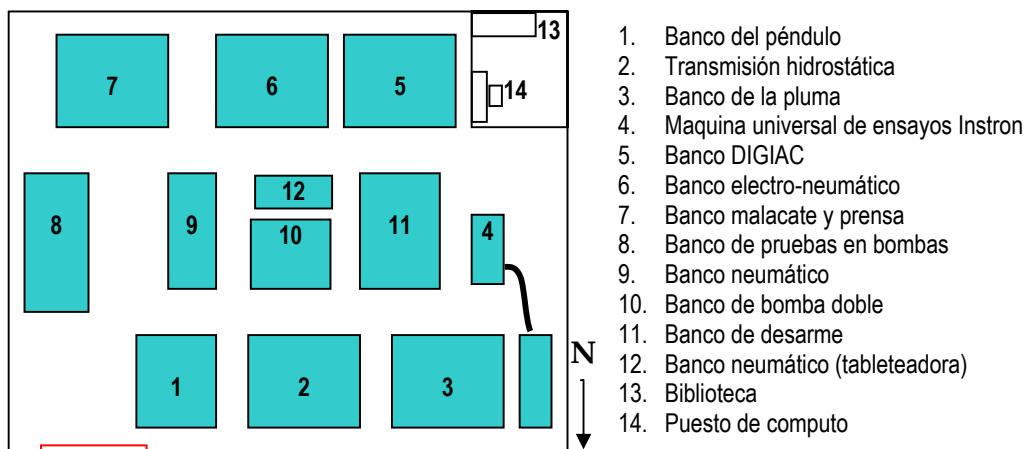
* **Laboratorio de Motores e Instrumentación.** Permite desarrollar pruebas para analizar el funcionamiento de los motores y contribuir mediante banco didácticos a la asimilación de los conceptos vistos en la materia Maquinas Térmicas Alternativas; cuenta con una gran gama de motores de combustión interna para realizar prácticas académica tal como lo muestra la figura 10.

Figura 10. Laboratorio de Motores e Instrumentación.



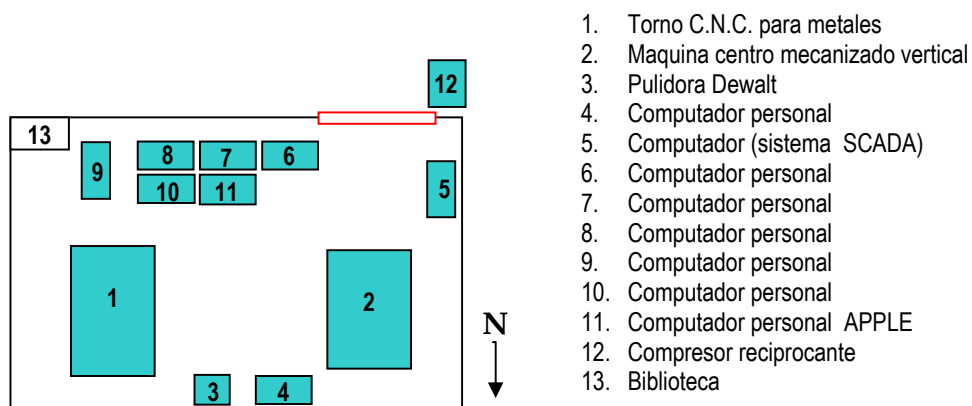
* **Laboratorio de Sistemas Oleoneumáticos.** Contribuye al mejoramiento de la docencia universitaria, mediante la creación de una infraestructura y el establecimiento de una metodología para la realización de ensayos experimentales que facilitan el desarrollo del proceso de enseñanza - aprendizaje en el área de la Potencia Fluida. Se encuentra dotado de una gran cantidad de máquinas y elementos, que intervienen en la industria oleohidráulica y que favorecen al estudiante en su aprendizaje tecnológico; cuenta con: los equipos indicados en la figura 11.

Figura 11. Laboratorio de Sistemas Oleoneumáticos



* **Laboratorio de Sistemas Flexibles de Manufactura.** Hace parte de la nueva tendencia tecnológica de la Escuela y se compone de máquinas herramientas de avanzada que se manipulan por CNC, ofrece servicios en la fabricación de piezas de compleja manufactura y cuenta con los equipos que muestran a continuación en la figura 12.

Figura 12. Laboratorio de Sistemas Flexibles de Manufactura.

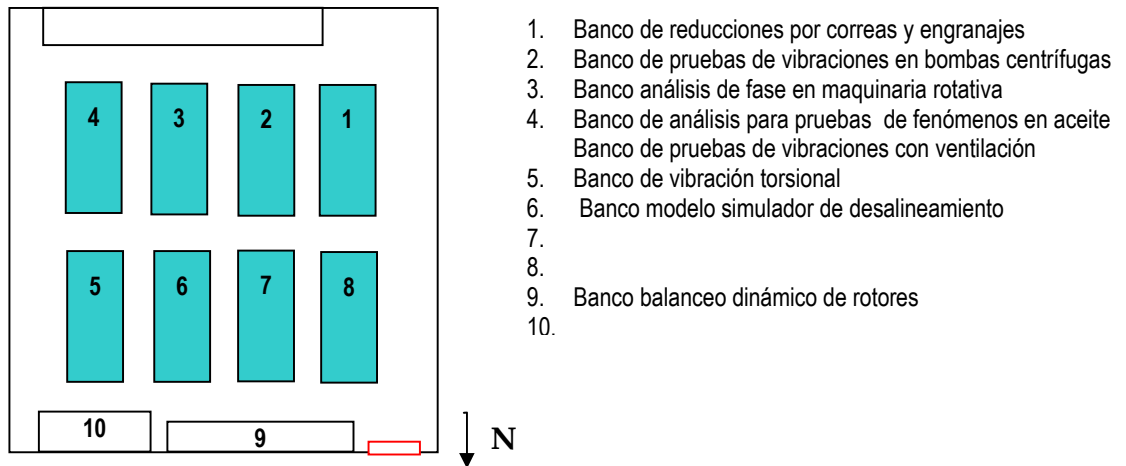


* **Laboratorio de Vibraciones Mecánicas.** Sirve para realizar experiencias prácticas como complemento de la materia Vibraciones Mecánicas, y es además un soporte de apoyo para la investigación, el desarrollo tecnológico y brinda una infraestructura básica para la prestación de servicios de asesoría y capacitación. Cuenta con los equipos indicados en la figura 13.

El laboratorio de Vibraciones Mecánicas de la Escuela de Ingeniería Mecánica presta servicios de medición y análisis de vibraciones. Entre estos se resaltan:

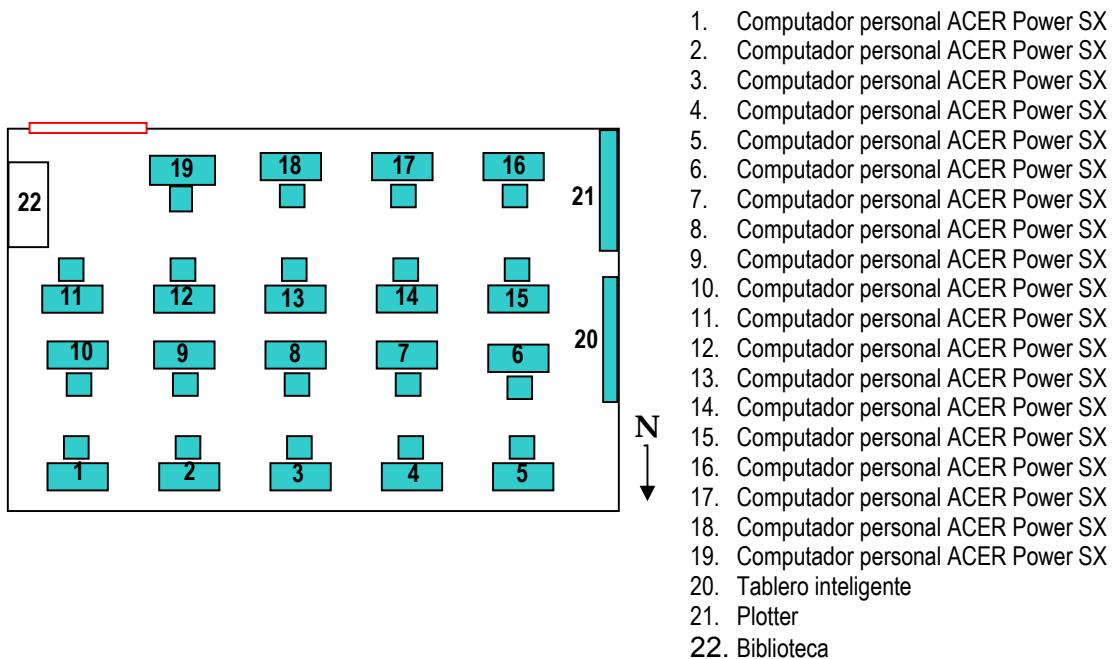
- Medición de vibración y balanceo dinámico de rotores.
- Alineación de ejes rotativos.
- Análisis de órbita para vibraciones de inestabilidad en cojinetes.
- Análisis de vibración torsional.
- Análisis de vibración en máquinas rotativas.

Figura 13. Laboratorio de Vibraciones Mecánicas



* **Laboratorio CAD.** Completamente dotada con hardware, software y ayudas audiovisuales con tecnología de punta. Cuenta con los equipos mostrados en la figura 14.

Figura 14. Laboratorio CAD



Esta sala presta los siguientes servicios:

- Capacitación y practicas en CAD y software de ingeniería.
- Ploteado de planos.

1.4.3 Aula Máxima. La Escuela de Ingeniería Mecánica posee un auditorio o aula máxima con una infraestructura para eventos de tipo académicos y culturales, dotado con 250 sillas, aire acondicionado, sistemas de amplificación de sonido, telón, etc.

1.4.4 Capacitación. La Escuela cuenta con una Fundación para el Desarrollo de Proyectos Estudiantiles - FUNDEPROYES -, la cual se encarga de programar actividades académicas como: Seminarios, Cursos, Congresos y Talleres en diversas áreas del conocimiento, para el personal estudiantil y docente. Busca además la integración de los egresados a los proyectos de la Escuela.

Para el personal administrativo y técnico también se realiza capacitación a través de cursos y seminarios desarrollados por la Escuela, por otras dependencias de la Universidad o por otras instituciones. También brinda capacitación a las empresas que lo requieran.

1.4.5 Asesorías. La Escuela de Ingeniería Mecánica ofrece asesorías a la industria en estudio de casos particulares, proyectos específicos y aspectos profesionales en el campo de la Ingeniería Mecánica, estas actividades se reúnen en un documento llamado Portafolio de Servicios.

1.5 PORTAFOLIO DE SERVICIOS

1. Servicios en el área de turbomáquinas hidráulicas y mecánica de fluidos:

- Instalaciones hidráulicas.

- Sistemas de Bombas - Transporte de Gas.
- Aguas residuales.
- Balance Técnico y Ahorro Energético.

Informes:

Teléfono: 6344000. Ext. 2475 – 2812.

E-mail: dcroz@uis.edu.co.

2. Servicios en el área de motores y vibraciones mecánicas:

- Vibraciones en motores a Gas.
- Análisis de Aceite.
- Medición y análisis de vibraciones para el diagnóstico de fallas en maquinaria.

Informes:

Teléfono: 6344000. Ext. 2475.

E-mail: acremec@uis.edu.co.

3. Servicio en área de mantenimiento industrial:

- Asesoría de expertos en el área de ingeniería de mantenimiento

Informes:

Oficina Especialización en Gerencia de Mantenimiento.

Teléfono: 6344000 Ext. 2548 6346376.

E-mail: pgmanten@uis.edu.co.

4. Servicio en área de automatización industrial:

- Diseño y desarrollo de Sistemas mecánicos y mecatrónicos (incluye ingeniería de Detalle).

- Diagnóstico y mantenimiento de Sistemas Automatizados basados en Autómatas programables (PLCs).
- Análisis y documentación de programas de autómatas programables (PLCs).
- Desarrollo de programas de autómatas programables (PLCs).
- Diseño y prototipo virtual de sistemas mecánicos utilizando tecnologías CAD - CAE - CAM.
- Mecanización de piezas (Moldes, Troqueles), mediante la utilización de máquinas industriales de tecnología CNC (Control Numérico Computarizado) - Centro de Mecanizado CNC y Centro de Torneado CNC

Informes:

Oficina de Especialización en Ingeniería Mecatrónica.

Tel: 6344000. Ext. 2781. Tel: 6352554.

E-mail: jmeneses@uis.edu.co.

5. Servicios educativos:

Cursos Teórico - Prácticos de:

- Autómatas programables Industriales.
- Instrumentación.
- Electrónica (Análoga y Digital).
- Control Automático Industrial.
- Redes Industriales de Comunicación (ASÍ, Profibus).
- Control Inteligente (Control Fuzzy).
- Control Numérico Computarizado (CNC).
- Diseño asistido por computador (CAD- Unigraphics, Solid Edge).
- Ingeniería asistida por computador (CAE- Design Space, ANSYS).
- Manufactura asistida por computador (CAM- MASTERCAM, Unigraphics).
- Diseño Mecatrónico.
- Sistema SCADA.

Oficina de Especialización en Ingeniería Mecatrónica.

Tel: 6344000. Ext. 2781. Tel: 6352554.

E-mail: jmeneses@uis.edu.co.

Cursos de:

- Compresores de Gas.
- Compresores de Aire.
- Motocompresores de Gas Natural.
- Bombas Rotodinámicas.
- Bombas de Desplazamiento positivo.
- Sistemas hidráulicos (Instalaciones).

Informes:

Teléfono: 6344000. Ext. 2475 – 2812.

E-mail: dcroz@uis.edu.co

Cursos de:

- Motores a Gasolina y Diesel.
- Mantenimiento en la ingeniería automotriz.
- Dinámica y Diseño de Vehículos.

Informes:

Dirección: Ciudad Universitaria. Carrera 27 Calle 9.

Teléfono: 6344000 Ext. 2483.

Telefax: 6346376.

E-mail: esimec@uis.edu.co.

Cursos de:

Diplomado en Gestión de Mantenimiento

Informes:

Oficina Especialización en Gerencia de Mantenimiento.

Teléfono: 6344000 Ext. 2548 6346376.

E-mail: pgmanten@uis.edu.co.

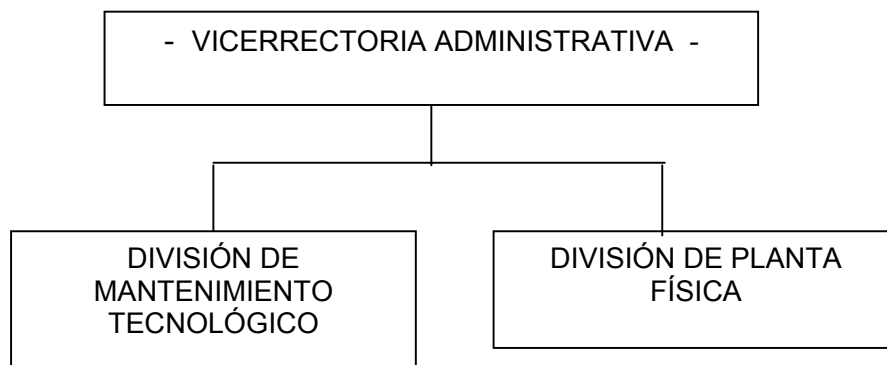
2. SITUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN LA U.I.S.

La gestión y administración del mantenimiento de la Universidad Industrial de Santander se encuentra centralizada en la División de Mantenimiento Tecnológico y en la División de Planta Física, desarrollando en conjunto el cuidado de equipos e instalaciones de la universidad.

2.1 ORGANIZACION DEL MANTENIMIENTO EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

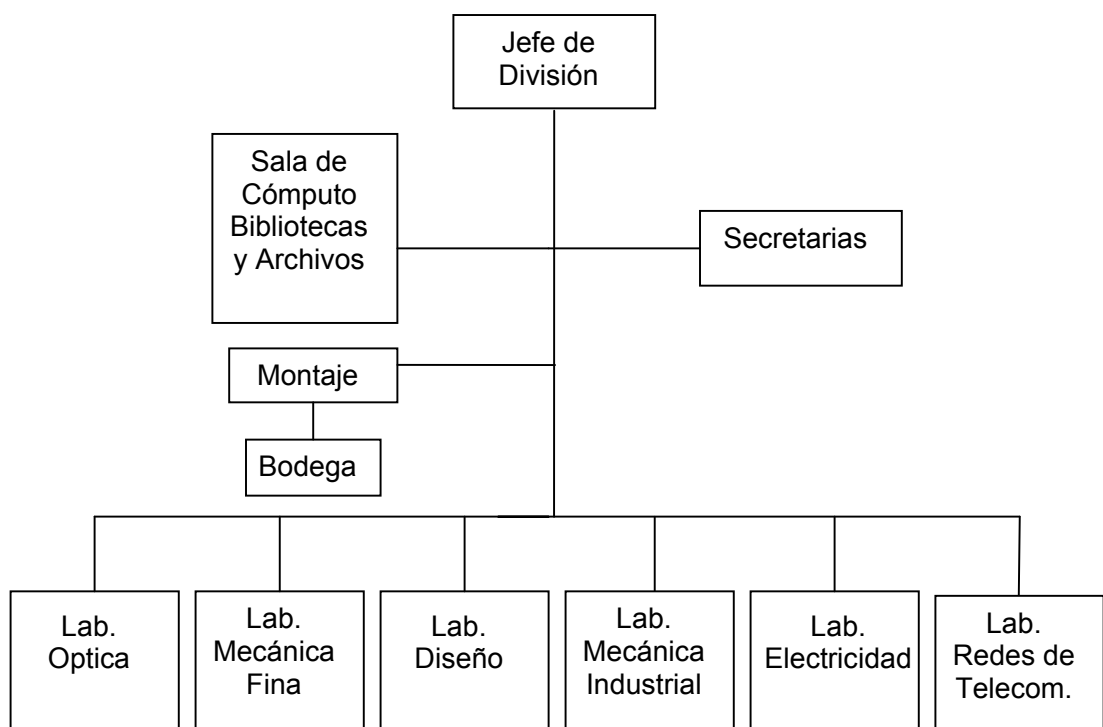
La organización del mantenimiento en la Universidad esta a cargo de la Vicerrectoría Administrativa a través de la División de Mantenimiento Tecnológico, encargada del mantenimiento de equipos y la División de Planta Física, encargada del mantenimiento y de la administración de la infraestructura física (instalaciones, edificaciones, aseo, celaduría, etc.). El organigrama del mantenimiento en la Universidad se indica en la figura 15.

Figura 15. Organigrama de Mantenimiento en la Universidad Industrial de Santander



2.1.1 División de Mantenimiento Tecnológico. Es la entidad encargada de las labores de mantenimiento en los equipos de las diferentes UAA (Unidades Académico Administrativas) de la Universidad Industrial de Santander. Su estructura organizacional se muestra en la figura 16.

Figura 16. Estructura Organizacional de la División de Mantenimiento Tecnológico



- **Dirección:** define y formula la política general, los planes y los programas de la División, además de administrar, coordinar y velar por la ejecución de las actividades en ésta.

- **Secretaria:** sirve de apoyo en el desarrollo logístico de los asuntos administrativos y mantiene las relaciones en la División.

- **Sala de cómputo, biblioteca y archivos:** se encarga de mantener al día la información correspondiente en los diferentes documentos que sirven de apoyo físico a la gestión del mantenimiento en la Universidad.

- **Montaje y Bodega:** se encargan de mantener al día los repuestos que se necesiten en la reparación y ajuste de los diferentes equipos, coordinando con la dirección la estructuración de estos.

- **Laboratorios:** conforman el cuerpo técnico de la División y se desarrollan en seis áreas diferentes encargadas de atender (mantener y reparar) las diferentes solicitudes que lleguen a la División.

En la organización de la División de Mantenimiento Tecnológico se han definido las políticas y se han planeado las actividades de mantenimiento; como ejecución de proyectos de inversión, modernización y puesta en funcionamiento del sistema de información para el mantenimiento. Estas políticas no cubren totalmente las exigencias actuales del mantenimiento en las Escuelas, careciendo de una gestión adecuada en el desarrollo de sistemas de seguridad, confiabilidad en el manejo de equipos y aplicación de normas de calidad; la División de Mantenimiento Tecnológico cuenta actualmente con un talento humano calificado en diversas áreas como son:

- Óptica y Mecánica fina.
- Electrónica.
- Refrigeración y Aire Acondicionado.
- Computación y Audiovisuales.
- Electricidad.
- Mecánica Pesada.
- Montaje e Instalación de Equipos.

Además presta servicios en:

- Gestión del mantenimiento.
- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.
- Asesoría en adquisición de equipos.
- Servicio de montaje supervisión de montaje.
- Préstamo de material bibliográfico.

Debido a la descentralización y autonomía de las Escuelas el actual proceso para la adquisición de equipos no permite que la División de Mantenimiento Tecnológico obtenga toda la información necesaria para el mantenimiento (manuales, orden de compra, estado de adquisición, etc.); ocasionando que esta información se encuentre dispersa y se ejecuten acciones de mantenimiento propias sin permitir el conocimiento de estas en la División de Mantenimiento Tecnológico. Respecto a la administración de trabajos de mantenimiento, todo lo referente a esta como son los requerimientos, solicitudes de trabajo, y labores permanentes son coordinadas por el jefe de la División.

Actualmente no existen planes de mantenimiento, ni políticas para reposición de equipos, mantenimiento mejorativo o procedimientos estandarizados. La información sobre costos de mantenimiento es manejado por el jefe y secretaria de la División, bajo supervisión de la División Financiera.

La División tiene a su cargo un espacio físico propio; donde cuenta con talleres de mantenimiento de acuerdo con la especialidad requerida, dotados de los instrumentos y herramientas necesarias para realizar las actividades. Anteriormente existía un almacén de repuestos y materiales pero debido al bajo presupuesto manejado se decidió prescindir de éste. La gestión actualmente la realiza el técnico al recibir su orden de trabajo previamente autorizado por el jefe de la División. El presupuesto manejado en la División de Mantenimiento

Tecnológico hace necesario que las Unidades Académico Administrativas dispongan del traslado del presupuesto para la contratación del personal externo y repuestos, cuando la División no dispone de estos recursos. Se manejan índices de gestión básicos debido a la falta de implementación de un sistema informático que permita orientar y acceder a la información que se conduce en la División.

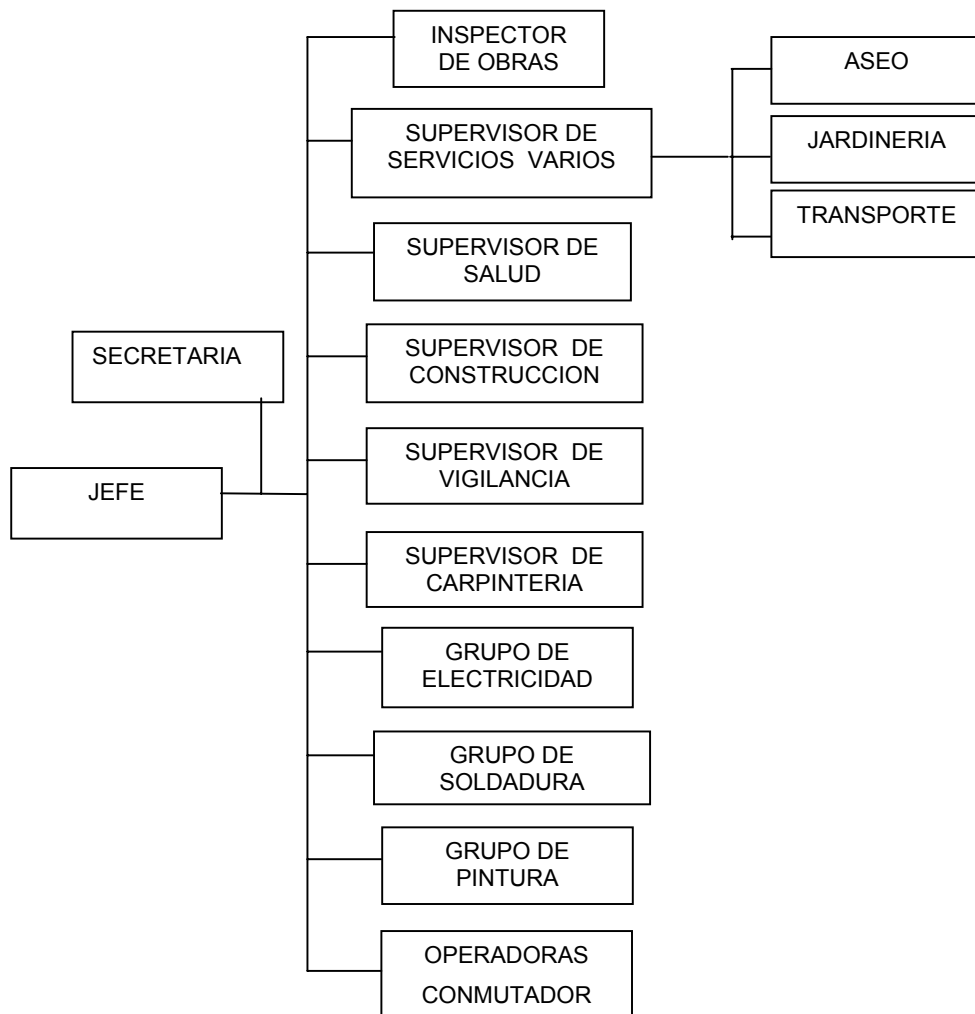
Para la recopilación de la documentación técnica se cuenta con el “Centro de Laboratorio y Equipos”, sitio donde se archiva la información proveniente de los diferentes equipos de la Universidad; esta información se encuentra inactiva debido a la falta de gestión en la consecución de ésta, especialmente la de equipos adquiridos en los últimos años, ya que desde la descentralización dicha información reposa normalmente en poder de los docentes o funcionarios que tienen bajo su responsabilidad los bienes devolutivos, que la UIS les ha asignado para el normal desempeño de sus funciones.

También se usan sistemas informáticos para el control de costos y se trabaja en la puesta en marcha del Sistema de Información para el Mantenimiento “SIMAT 1.0”, en ambiente no gráfico que no se ha implementado en su totalidad; quedando en evidencia la falta de información sobre la historia de los equipos, fichas técnica, y demás información requerida para el completo funcionamiento de la gestión del mantenimiento. La División de Mantenimiento actualmente no cuenta con un programa de mantenimiento sistemático, por lo cual en su mayoría el mantenimiento es de tipo correctivo; sin embargo en áreas como aire acondicionado y equipos de computo, se tiene el animo de realizar un seguimiento continuo desarrollando actividades de mantenimiento preventivo.

2.1.2 División de Planta Física. La División de Planta Física tiene a su cargo el mantenimiento y cuidado de la infraestructura de la Universidad; maneja la información del estado actual de obras civiles, instalaciones hidráulicas, instalaciones eléctricas e instalaciones de gas; está dirigida por el jefe de la

División y auxiliada por un cuerpo de inspectores y un grupo de trabajadores capacitados y especializados en diferentes áreas como lo ilustra el organigrama mostrado en la figura 17.

Figura 17. Organigrama de la División de Planta Física



2.2 MANTENIMIENTO EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

La gestión del mantenimiento en la Escuela es un proceso que se desarrolla bajo la supervisión de la Dirección de Escuela, iniciando con el análisis del estado

actual del mantenimiento de la Escuela y finalizando con la implementación del sistema de mantenimiento en ésta.

2.2.1 Situación actual del mantenimiento en la Escuela. El no poseer una estructura orgánica y funcional propia para la gestión del mantenimiento en la Escuela, implica hoy en día presupuestar y ejecutar el mantenimiento de manera desarticulada, debido a la ausencia de actividades sistemáticas de planeación, programación y control de las ordenes de trabajo que se van generando, esto contribuye a la concentración de esfuerzos en la eliminación de los efectos y no en la eliminación de las causas que están provocando un aumento cada vez mayor del número de elementos con problemas de funcionamiento.

La Escuela cuenta con una infraestructura física adecuada y un buen talento humano para cubrir sus propias necesidades de mantenimiento, además hace uso de proveedores externos cuando no se dispone de talento especializado para determinado equipo; los profesores, auxiliares y estudiantes también colaboran en las actividades de mantenimiento, repotenciación y elaboración de equipos académicos a través de actividades de clases y proyectos de grado.

2.2.2 Posición de la dirección de la Escuela respecto al mantenimiento. En estos momentos la dirección de la Escuela se encuentra comprometida para iniciar e implementar el Sistema de Mantenimiento y darle la importancia que debe tener dentro de la misma.

Este Sistema esta compuesto por elementos – Planeación, Organización y Control de Retroalimentación – que interactúan entre si para garantizar una correcta gestión del mantenimiento, precisando esta gestión como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o instalación se mantiene o restablece a un estado en el que pueda realizar las funciones señaladas. El Sistema de Mantenimiento de la Escuela toma como entradas las fallas en

equipos, agregándole elementos como talento humano, herramientas, repuestos y materiales que ya hacen parte de la Escuela para producir equipos e instalaciones en buenas condiciones que aseguren la actividad técnico-pedagógica en ésta.

3. INVENTARIO, IDENTIFICACIÓN Y ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS

Dada la importancia que tienen los equipos, herramientas, instrumentos e instalaciones para la capacitación y asesoría técnico – pedagógica de los estudiantes de la Escuela que participan en el proceso de formación profesional es necesario conocer el estado en que se encuentran, con el fin de garantizar la disponibilidad y confiabilidad de estos; y así contribuir efectivamente en el desarrollo del proceso de formación integral. Entonces el propósito del inventario es identificar claramente las instalaciones y el número de equipos, sus atributos, características, especificaciones y estado actual.

Actualmente los equipos de la Escuela de Ingeniería Mecánica, se encuentran identificados para la Universidad con un número de inventario, el cual permite llevar el control administrativo de éste; a nivel de la Escuela se usará un código interno que permita una fácil identificación de instalaciones, equipos y partes. El estudio a realizar es una investigación de tipo descriptiva y la información se obtuvo a través de métodos como la observación directa que permite la familiarización con las condiciones de trabajo, el proceso, las instalaciones, los equipos y materiales que se manejan.

3.1 PROCEDIMIENTOS DE INVENTARIO

La planta física actual tiene un tiempo de uso de cuarenta y cuatro (44) años, comprende un área construida de cuatro mil ciento ochenta (4180 m²) metros cuadrados, compuesta por aulas, laboratorios, oficinas de profesores y dependencias administrativas. Para la toma de información del estado actual de las obras civiles, instalaciones, iluminación eléctrica, equipos, herramientas e

instrumentos, se diseñaron los formatos respectivos con sus instructivos. Ver tablas 4, 5, 6 y 7.

Para el diligenciamiento de estos formatos se debe proceder de la siguiente forma:


1. Alistar las herramientas e instrumentos necesarios.
2. Trazar una guía de inspección.
3. Desarrollar un plan par llenar los formatos.
4. Enviar los formatos al Director de Proyectos para que los evalúe y después envíe al Director de Escuela un informe con las observaciones pertinentes.

3.2 PROCEDIMIENTOS DE CODIFICACIÓN

La codificación de equipos propuesta tiene como fin: facilitar, organizar y mejorar las actividades propias del mantenimiento con resultados hacia el logro de una cultura de gestión preventiva, llevando el mantenimiento hasta un nivel de detalle. Para lograr la estandarización y versatilidad del sistema insinuado, se elige una estructura de código alfanumérico compuesto por tres letras y cinco dígitos, el cual debe ser interpretado en la siguiente forma: las tres primeras letras corresponden al área y lugar donde se encuentra el equipo, el primer número corresponde a la sección que ocupa dentro del lugar, el segundo y tercer número pertenecen a la identificación del equipo dentro de la sección y los dos últimos identifican las partes del equipo.

En la figura 18 se codifica la planta térmica que es un equipo principal perteneciente a la sección 2 del laboratorio de maquinas térmicas y en la figura 19 se codifica la turbina que es un equipo auxiliar del equipo anterior.

Tabla 6. Formato para iluminación eléctrica de la Escuela

		SISTEMA DE MANTENIMIENTO																							
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA								FGM – 06			FECHA : _____														
RESPONSASBLE: _____																									
ÁREA	LAMPARAS FLUORESCENTES				LAMP. (5) INCANDESC. [W]	LAMP. (6) MERCURIO [W]	NIVEL DE TENSION [V]	* ESTADO ACTUAL																	
	1x48 (1) [W]	2x48 (2) [W]	1x 96 (3) [W]	2x96 (4) [W]				1			2			3			4			5			6		
								B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M

* B = Buen estado; dejar como está.
 R = Estado regular; mantener en observación, ajustar, calibrar, nivelar.
 M = Mal estado; reparar, corregir.

Figura 18. Codificación de un equipo principal

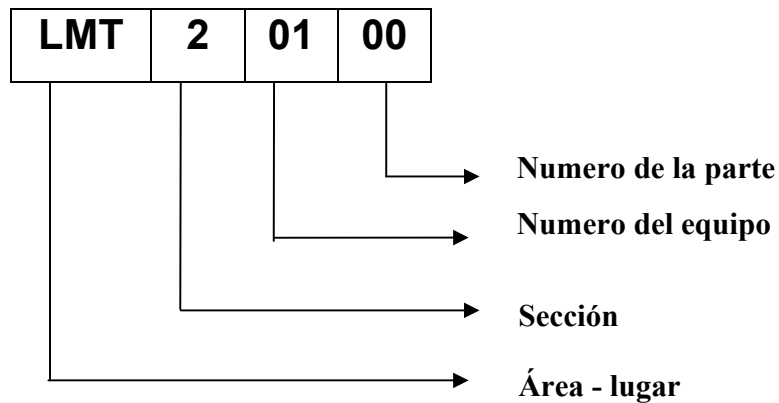
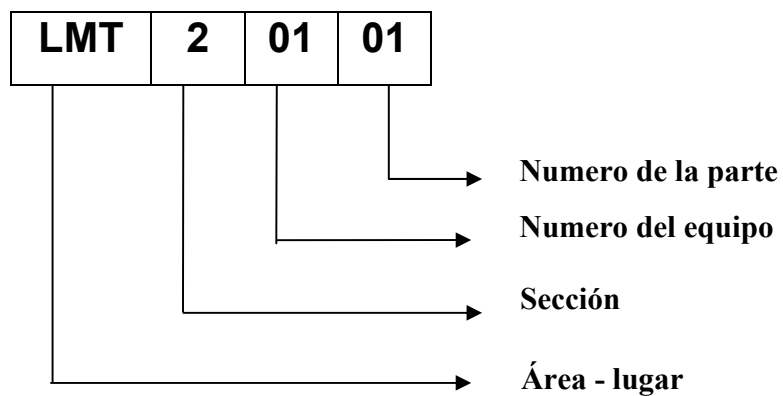


Figura 19. Codificación de un equipo auxiliar



En el modulo de Mantenimiento Preventivo del sistema de información SIMANTES 1.0 se pueden identificar de manera única cada pieza o parte del equipo, asociadas a un mecanismo o sistema.

En la tabla 8 se observa un paralelo entre el número de inventario asignado por la Universidad a un equipo y la codificación de éste dada por el Sistema de Mantenimiento de la Escuela.

Tabla 8. Paralelo en codificación de equipos

NUMERO DE INVENTARIO	EQUIPO	CODIGO DEL EQUIPO
3923	TORNO PARALELO DE CILINDRAR ROSCAR TIPOTUR	TAL-2-08-00
3619	MAQUINA FRESADORA UNIVERSAL	TAL-2-01-00
17273	BANCO VISCOSÍMETRO HOOPLER	LMF-1-02-00
18768	CALDERA PIROTUBULAR HORIZONTAL	LMT-2-01-04

3.3 INVENTARIO Y DIAGNOSTICO

El propósito del inventario fue identificar claramente las instalaciones y el numero de equipos, sus atributos, características, especificaciones y su estado actual, para proporcionar las directrices básicas de la organización, el dimensionamiento y la estructura del tipo de programa que se debe ejecutar en la Escuela.

3.3.1 Inventario de los equipos principales de la Escuela. En esta sección se presenta el inventario de los equipos principales con su respectivo código, como lo indica la tabla 9.

Tabla 9. Inventario de equipos principales de la Escuela

TALLERES	CODIGO DE ÁREA: TMT
TALLER DE METALISTERÍA	
Equipo	Código
1. Prensa hidráulica manual	TMT-1-01-00
2. Esmeriladora	TMT-1-02-00
3. Segueta mecánica	TMT-1-03-00
4. Taladro de árbol para metales	TMT-1-04-00
5. Equipo de soldadura	TMT-1-05-00
6. Curvadora manual de lamina	TMT-1-06-00
7. Dobladora manual de lamina	TMT-1-07-00

TALLER DE MECÁNICA INDUSTRIAL	
Equipo	Código
1. Maquina fresadora universal	TMI-1-01-00
2. Polipasto diferencial de cadena	TMI-1-02-00
3. Taladro radial	TMI-1-03-00
4. Troqueladora	TMI-1-04-00
5. Esmeril	TMI-1-05-00
6. Torno revolver MD J-35 N1080	TMI-1-06-00
7. Torno combinado	TMI-1-07-00
8. Torno paralelo	TMI-1-08-00

LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS.		CODIGO DE ÁREA: LMF
Equipo	Código	
1. Banco de canales abiertos	LMF-1-01-00	
2. Banco viscosímetro hooplér	LMF-1-02-00	
3. Banco viscosímetro rotativo	LMF-1-03-00	
4. Banco flujómetro neumático	LMF-1-04-00	
5. Banco de impacto de chorro	LMF-1-05-00	
6. Banco calibración de pesos muertos	LMF-1-06-00	
7. Estación naturaleza de los fluidos	LMF-1-07-00	
8. Banco para estudiar medición de flujo	LMF-1-08-00	
9. Banco para estudiar trayectoria de chorro y flujo	LMF-1-09-00	
10. Viscosímetro rotativo	LMF-1-10-00	

LABORATORIO DE TURBOMAQUINAS HIDRAULICAS		CODIGO DE AREA: LTH
Equipo	Código	
1. Banco Turbina Kaplan	LTH-1-01-00	
2. Banco turbina Michel Banky	LTH-1-02-00	
3. Turbina Francis	LTH-1-03-00	
4. Turbina Pelton	LTH-1-04-00	
5. Banco de sistema con hidroflo	LTH-1-05-00	
6. Banco de cavitación	LTH-1-06-00	
7. Banco de bombas en serie y paralelo	LTH-1-07-00	
8. Banco de aire comprimido	LTH-1-08-00	
9. Banco golpe de ariete	LTH-1-09-00	
10. Modelo turbina Francis	LTH-1-10-00	

LABORATORIO DE MAQUINAS TERMICAS	CODIGO DE AREA: LMT
SECCION TRANSFERENCIA DE CALOR	
Equipo	Código
1. Banco de Intercambiador de tubos concéntrico y radiación superficial.	LMT-1-01-00
2. Banco de casco y tubos	LMT-1-02-00
3. Torre de enfriamiento	LMT-1-03-00
4. Banco de convección (entrenador para medidas de temperatura por convección - condensación)	LMT-1-04-00
5. Banco de prueba de colectores térmicos	LMT-1-05-00
6. Banco de medición de temperatura	LMT-1-06-00
7. Banco de celdas fotovoltaicas	LMT-1-07-00
8. Banco de conducción transitoria	LMT-1-08-00
SECCION PLANTAS TERMICAS	
Equipo	Código
1. Planta térmica	LMT-2-01-00
1.1 Turbina	LMT-2-01-01
1.2 Condensador	LMT-2-01-02
1.3 Sobrecalentador	LMT-2-01-03
1.4 Caldera	LMT-2-01-04
1.5 Suavizador de agua	LMT-2-01-05
SECCION REFRIGERACION Y AIRE ACONDICIONADO	
Equipo	Código
1. Banco para evaluar el desempeño de un sistema de aire acondicionado.	LMT-3-01-00
2. Cuarto frío con fines didácticos	LMT-3-02-00

LABORATORIO AUTOMATIZACION INDUSTRIAL	CÓDIGO DE AREA: LAI
SECCION AUTOMATIZACION INDUSTRIAL	
Equipo	Código
1. Autómata S7 siemens S7-300-314 ifm	LAI-1-01-00
2. Tablero de control de equipo de entrenamiento para simatic S7	LAI-1-02-00
3. Computador Personal Pentium IV	LAI-1-03-00
4. Computador Personal Pentium IV	LAI-1-04-00
5. Computador Personal Pentium IV	LAI-1-05-00
6. Estación de trabajo S5, con autómata S5	LAI-1-06-00
7. Estación de trabajo S5, con autómata S5	LAI-1-07-00

8. Estación de trabajo S5, con autómata S5	LAI-1-08-00
9. Estación de trabajo S5, con autómata S5	LAI-1-09-00
10. Estación de trabajo S5, con autómata S5	LAI-1-10-00
11. Celda de carga	LAI-1-11-00
12. Manipulador neumático	LAI-1-12-00
13. Mímico envasadora de botellas	LAI-1-13-00
13. Juego de mímicos	LAI-1-14-00
SECCION ACTUADORES ELECTRICOS	
Equipo	Código
1. Red de comunicación basada en profibus y AS – interface	LAI-2-01-00
2. Autómata S7 siemens S7-300	LAI-2-02-00
3. Variador de velocidad	LAI-2-03-00
4. Motor 2 HP	LAI-2-04-00
5. Motor 10 HP	LAI-2-05-00
6. Motogenerador 1.8 HP	LAI-2-06-00

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL GAS	CODIGO DE AREA: LTG
Equipo	Código
1. Calderín	LTG-1-01-00
2. Banco de quemadores atmosféricos	LTG-1-02-00
3. Banco de pruebas para chumaceras de diferente material	LTG-1-03-00
4. Banco para prueba de reguladores de gas	LTG-1-04-00
5. Banco motogenerador	LTG-1-05-00
6. Prototipo secador de madera	LTG-1-06-00

LABORATORIO DE DISEÑO DE MAQUINAS	CÓDIGO DE ÁREA: LDM
Equipo	Código
1. Banco de transporte por banda	LDM-1-01-00
2. Banco demostrativo para frenos de accionamiento hidráulico	LDM-1-02-00
3. Banco embrague electromecánico	LDM-1-03-00
4. Banco de la zaranda	LDM-1-04-00
5. Transportador de cangilones	LDM-1-05-00
6. Banco de transporte por tornillo	LDM-1-06-00

LABORATORIO DE MECANISMOS	CODIGO DE AREA: LME
Equipo	Código
1. Banco mecanismos variados	LME-1-01-00
2. Banco de transmisión del carro	LME-1-02-00
3. Banco de transmisión por contacto directo	LME-1-03-00
4. Banco de engranajes	LME-1-04-00
5. Banco dirección Renault 4	LME-1-05-00
6. Banco de transmisión de movimiento por elementos flexibles (hiladora- levas)	LME-1-06-00
7. Banco mecanismos articulados (segueta automática- mec. yugo escocés-mecanismo biela corredera)	LME-1-07-00
8. Banco malacate	LME-1-08-00
9. Banco soladora-tamizadora-sistema puerta de garaje-reductor de velocidad	LME-1-09-00

LABORATORIO DE MOTORES E INSTRUMENTACION INDUSTRIAL	CODIGO DE ÁREA: LMI
Equipo	Código
1. Banco motor Kia	LMI-1-01-00
2. Banco Esquema Representativo del Sistema de Encendido Convencional	LMI-1-02-00
3. Banco motor Diesel de dos cilindros en corte	LMI-1-03-00
4. Banco motor Renault 18	LMI-1-04-00
5. Banco de pruebas de inyección	LMI-1-05-00
6. Banco de electrógenos	LMI-1-06-00
7. Banco motor Deutz-freno pn-001	LMI-1-07-00
8. Banco ciclo Brayton	LMI-1-08-00
9. Banco corte motor de combustión interna	LMI-1-09-00
10. Banco Renault 9	LMI-1-10-00

LABORATORIO DE SISTEMAS OLEONEUMATICOS	CODIGO DE AREA: LSO
Equipo	Código
1. Banco del péndulo	LSO-1-01-00
2. Transmisión hidrostática	LSO-1-02-00
3. Banco de la pluma	LSO-1-03-00
4. Maquina universal de ensayos Instron	LSO-1-04-00
5. Banco DIGIAC	LSO-1-05-00
6. Banco electro-neumático	LSO-1-06-00
7. Banco malacate y prensa	LSO-1-07-00

8. Banco de pruebas en bombas	LSO-1-08-00
9. Banco neumático	LSO-1-09-00
10. Banco de bomba doble	LSO-1-10-00
11. Banco de desarme	LSO-1-11-00
12. Banco neumático (tableteadora)	LSO-1-12-00

LABORATORIO DE SISTEMAS FLEXIBLES DE MANUFACTURA	CODIGO DE AREA: LSF
Equipo	Código
1. Torno C.N.C. para metales	LSF-1-01-00
2. Maquina centro mecanizado vertical	LSF-1-02-00
3. Esmeriladora Dewalt	LSF-1-03-00
4. Computador personal DELL	LSF-1-04-00
5. Computador (Sistema SCADA)	LSF-1-05-00
6. Computador personal DELL	LSF-1-06-00
7. Computador personal DELL	LSF-1-07-00
8. Computador personal DELL	LSF-1-08-00
9. Computador personal DELL	LSF-1-09-00
10. Computador personal DTK	LSF-1-10-00
11. Computador personal APPLE	LSF-1-11-00
12. Compresor reciprocante	LSF-1-12-00

LABORATORIO DE VIBRACIONES MECANICAS	CODIGO DE AREA: LVM
Equipo	Código
1. Banco balanceo dinámico de rotores	LVM-1-01-00
2. Banco de reducciones por correas y engranajes	LVM-1-02-00
3. Banco de pruebas de vibraciones en bombas centrífugas	LVM-1-03-00
4. Banco de pruebas de vibraciones con ventilación	LVM-1-04-00
5. Banco modelo simulador de desalineamiento	LVM-1-05-00
6. Banco análisis de fase en maquinaria rotativa	LVM-1-06-00
7. Banco de análisis para pruebas de fenómenos en aceite	LVM-1-07-00
8. Banco de vibración torsional	LVM-1-08-00

LABORATORIO CAD	CODIGO DE AREA: LCA
Equipo	Código
1. Computador Personal ACER Power SX	LCA-1-01-00
2. Computador Personal ACER Power SX	LCA-1-02-00
3. Computador Personal ACER Power SX	LCA-1-03-00

4. Computador Personal ACER Power SX	LCA -1-04-00
5. Computador Personal ACER Power SX	LCA -1-05-00
6. Computador Personal ACER Power SX	LCA -1-06-00
7. Computador Personal ACER Power SX	LCA -1-07-00
8. Computador Personal ACER Power SX	LCA -1-08-00
9. Computador Personal ACER Power SX	LCA -1-09-00
10. Computador Personal ACER Power SX	LCA -1-10-00
11. Computador Personal ACER Power SX	LCA -1-11-00
12. Computador Personal ACER Power SX	LCA -1-12-00
13. Computador Personal ACER Power SX	LCA -1-13-00
14. Computador Personal ACER Power SX	LCA -1-14-00
15. Computador Personal ACER Power SX	LCA -1-15-00
16. Computador Personal ACER Power SX	LCA -1-16-00
18. Computador Personal ACER Power SX	LCA -1-17-00
19. Computador Personal ACER Power SX	LCA -1-18-00
20. Tablero inteligente	LCA -1-19-00
21. Plotter	LCA -1-20-00

SALON 103		CODIGO DE AREA: 103
Equipo		Código
1. Videoprojector Sharp		S13 -1-01-00
2. Retroprojector de mesa.		S13 -1-02-00
3. Computador Acer power		S13 -1-03-00

SALON 104		CODIGO DE AREA: 104
Equipo		Código
1. Retroprojector mod: companion Apollo		S14 -1-01-00
2. Video projector Sharp pg-b10s		S14 -1-02-00
3. Computador		S14 -1-03-00

SALON 204		CODIGO DE AREA: 204
Equipo		Código
1. Televisor Panasonic		S24 -1-01-00
2. Videograbadora VHS Panasonic		S24 -1-02-00
3. Projector de diapositivas (filminas) tipo carrusel		S24 -1-03-00
4. Televisor Panasonic		S24 -1-04-00

SALON 205		CODIGO DE AREA: 205
Equipo		Código
1. Televisor a color Sony		S25 -1-01-00
2. Retroproyector portatil 3m		S25 -1-02-00
3. Proyector de diapositivas kodak		S25 -1-03-00

3.3.2 Diagnóstico de los equipos de laboratorio. Para revisar el estado de los equipos de los laboratorios fue necesario realizar inspecciones en compañía de los técnicos y auxiliares respectivos, apoyándonos para la toma de información en los formatos de inventario y diagnostico mostrados anteriormente. El diagnóstico de los equipos principales de la Escuela se describe en la tabla 10.

Tabla 10. Diagnóstico general de los equipos principales de la Escuela

TALLERES			
TALLER DE METALISTERIA			
CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
TMT-1-01-00	PRENSA HIDRAULICA MANUAL	Bueno	No presenta fallas.
TMT-1-02-00	ESMERILADORA MOD-SENA 2X200 NO.682638/81	Regular	Falta pantalla protectora, ubicación peligrosa interfiere con el área de trabajo de la otra máquina, falta piedra de esmeril.
TMT-1-03-00	SEGUETA MECÁNICA	Malo	Falta segueta, sistema de refrigeración no sirve(descentrada la varilla que da movimiento a la bomba de embolo),falta caja de mando y conexión a la red eléctrica no funciona.
TMT-1-04-00	TALADRO DE ARBOL PARA METALES	Bueno	No presenta fallas.
TMT-1-05-00	EQUIPO DE SOLDADURA LINCOLN	Bueno	No presenta fallas.
TMT-1-06-00	MAQUINA CURVADORA MANUAL DE LAMINA DE TRES RODILLOS	Regular	Falta lubricar y mantenimiento básico general.
TMT-1-07-00	MAQUINA DOBLADORA MANUAL DE LAMINA MODUBAH 3X1000 NO.1460	Regular	Falta lubricar y mantenimiento básico general.

TALLER DE MECANICA INDUSTRIAL			
CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
TMI-1-01-00	MAQUINA FRESADORA UNIVERSAL DE CONSOLA MOD-FU 250X1000 NO.2370/81-32 AMP	Bueno	No presenta fallas.
TMI-1-02-00	POLIPASTO DIFERENCIAL DE CADENA 3M UNA TONELADA	Bueno	No presenta fallas.
TMI-1-03-00	TALADRO RADIAL HECKERT MOD-BR40/2X1250 NO.105/81 Y ACCESORIOS	Bueno	No presenta fallas.
TMI-1-04-00	PRENSA EXCENTRICA CON MOTOR N21587 (TROQUELADORA)	Malo	Falta limpieza, lubricación y adecuación (inactiva), falta resguardo para el sistema de transmisión.
TMI-1-05-00	ESMERIL DE BANCO 1HP 3450 RPM	Regular	Falta pantalla protectora.
TMI-1-06-00	TORNO REVOLVER MD J-35 N1080	Bueno	No presenta fallas.
TMI-1-07-00	TORNO PARALELO DE CILINDRAR Y ROSCAR TPOTUR 50X2800(COMBINADO) NO 41721 Y ACCESORIOS	Bueno	No presenta fallas.
TMI-1-08-00	TORNO PARALELO MOD-DLZ 315 X 500/3 EG NO.7444 CON ACCESORIOS	Regular	Cambiar empaque de la parte superior del bastidor.

LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS			
CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
LMF-1-01-00	BANCO DE CANALES ABIERTOS	Regular	Medidor de caudal tipo vortex no se estabiliza en la medida.
LMF-1-02-00	VISCOSÍMETRO HOOPIER	Regular	Se encuentra descalibrado el termostato, se recomienda aumentar la temperatura en el termómetro del viscosímetro a una escala mayor.
LMF-1-03-00	BANCO VISCOSIMETRO ROTATIVO	Bueno	No presenta fallas.
LMF-1-04-00	BANCO FLUJOMETRO NEUMATICO	Regular	Descalibrada la aguja del manómetro y el medidor de temperatura.
LMF-1-05-00	BANCO DE IMPACTO DE CHORRO	Bueno	Se recomienda limpieza en los manómetros.
LMF-1-06-00	MAQUINA PARA CALIBRAR MANOMETROS NO 25/166(CALIBRADOR DE PESOS MUERTOS)	Regular	Presenta fugas por trabajar con aceite liviano(falta grasa pesada), los manómetros están demasiado descalibrados.
LMF-1-07-00	ESTACION NATURALEZA DE LOS FLUIDOS	Regular	Calibrar manómetro digital de baja presión.
LMF-1-08-00	BANCO PARA ESTUDIAR MEDICION DE FLUJO.	Regular	Presenta fugas de agua en la válvula de compuerta y el pulsador de descarga eléctrica no funciona.
LMF-1-09-00	BANCO PARA ESTUDIAR TRAYECTORIA DE CHORRO Y FLUJO(BANCO GRAVIMETRICO)	Bueno	No presenta fallas.
LMF-1-10-00	VISCOSÍMETRO ROTATIVO	Malo	No funciona el motor.
LMF-1-11-00	AIRE ACONDICIONADO (ABSORCION)	Regular	Presenta ruido(polea desalineada).

LABORATORIO DE TURBOMAQUINAS HIDRAULICAS			
CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
LTH-1-01-00	BANCO DE TURBINA KAPLAN	Malo	Manómetros en mal estado, válvula de pie presenta fugas, tubería oxidada, sellos en mal estado, instalación eléctrica del motor obsoleta, sistema de carga no funciona, manivela del distribuidor de la turbina oxidada, generador no funciona.
LTH-1-02-00	BANCO DE TURBINA MICHELL BANKY	Malo	Bomba auxiliar de cebado(mal funcionamiento debido a la válvula).no posee generador.
LTH-1-03-00	BANCO DE TURBINA FRANCIS	Regular	Turbina, tuberías y válvula oxidadas y corroídas, se necesita cambiar empaquetaduras, revisar bombas, motores, válvulas.
LTH-1-04-00	BANCO DE TURBINA PELTON	Malo	Se encuentra en desuso se recomienda MTO eléctrico y mecánico general.
LTH-1-05-00	BANCO DE SISTEMA CON HIDROFLO (equipo hidroneumático precargado)	Malo	Tanque de evacuación sucio y rajado, algunas tubería con fugas, tanque almacenamiento mal ubicado.
LTH-1-06-00	BANCO DE CAVITACION	Malo	Manifold presenta fugas, falta MTO eléctrico al motor, conexiones eléctricas del compresor en mal estado.
LTH-1-07-00	BANCO DE BOMBAS EN SERIE Y PARALELO	Malo	Falta variador de velocidad ,revisar conexiones eléctricas, faltan mangueras.
LTH-1-08-00	BANCO DE AIRE COMPRIMIDO	Malo	Se encuentra en desuso se recomienda MTO eléctrico y mecánico general.
LTH-1-09-00	BANCO DE PRUEBA DEL GOLPE DE ARIETE.	Regular	No presenta fallas mayores, se recomienda MTO básico general.
LTH-1-10-00	MODELO TURBINA FRANCIS	Bueno	Se recomienda realizar limpieza periódicamente.

LABORATORIO DE MAQUINAS TERMICAS			
SECCION TRANSFERENCIA DE CALOR			
CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
LMT-1-01-00	BANCO DE INTERCAMBIADORES DE TUBOS CONCENTRICOS Y EMISIVIDAD SUPERFICIAL	Regular	Presenta fugas en alguna de las bridas para termocuplas, adquirir termocuplas de un solo tipo, cambiar cajas selectoras, mejorar cableado.
LMT-1-02-00	BANCO DE INTERCAMBIADORES DE CALOR DE CASCO Y TUBO	Regular	Arreglar aislamiento térmico de la tubería de entrada de vapor.
LMT-1-03-00	BANCO DE TORRE DE ENFRIAMIENTO	Regular	Mejorar medición de temperatura de bulbo húmedo.
LMT-1-04-00	BANCO DE CONVECCION (ENTRENADOR PARA MEDIDAS DE TEMPERATURA POR CONVECCION - CONDENSACION)	Regular	Falta manómetro, manómetro de columna averiado

LMT-1-05-00	BANCO DE PRUEBAS DE COLECTORES TERMICOS	Regular	Faltan elementos (piranometro, módulos para adquisición de datos).
LMT-1-06-00	BANCO DE MEDICION DE TEMPERATURA	Bueno	No presenta fallas ,colocar forro protector.
LMT-1-07-00	BANCO ENTRENADOR DE CELDAS FOTOVOLTAICAS	Bueno	No presenta fallas ,colocar forro protector
LMT-1-08-00	BANCO DE CONDUCCION TRANSITORIA	Regular	Bomba cavita en la tercera posición de funcionamiento.
SECCION PLANTAS TERMICAS			
CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
LMT-2-01-00	PLANTA TERMICA Turbina Condensador Sobrecalentador Caldera suavizador Circuito de regeneración Generador	Regular Bueno Bueno bueno bueno bueno Regular malo	Aislamientos termicos en mal estado, falta mantenimiento general de válvulas, sensores, motores etc. Falta realizar mantenimiento Falta realizar mantenimiento Falta realizar mantenimiento Falta realizar mantenimiento Falta realizar mantenimiento No se esta usando Se encuentra por debajo de su capacidad nominal(cambiar)
SECCION AIRE ACONDICIONADO			
CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
LMT-3-01-00	BANCO PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICINADO	Regular	Presenta fugas de refrigerante, se recomienda cambiar válvulas.
LMT-3-02-00	BANCO CUARTO FRIO CON FINES DIDACTICOS	Bueno	No presenta fallas.

LABORATORIO AUTOMATIZACION INDUSTRIAL			
SECCION AUTOMATIZACION INDUSTRIAL			
CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
LAI-1-01-00	AUTÓMATA S7 SIEMENS S7-300-314 IFM	Bueno	No presenta fallas.
LAI-1-02-00	TABLERO DE CONTROL DE EQUIPO DE ENTRENAMIENTO PARA SIMATIC S7	Regular	Solo funciona el emulador de entradas y salidas, problemas en conexiones e integrados.
LAI-1-03-00	COMPUTADOR P IV	Bueno	No presenta fallas.
LAI-1-04-00	COMPUTADOR P IV	Bueno	No presenta fallas.
LAI-1-05-00	COMPUTADOR	Malo	Reparar.
LAI-1-06-00	ESTACION DE TRABAJO S5, CON AUTOMATA S5	Regular	No funciona el tablero de entrenamiento, el autómata está bien.
LAI-1-07-00	ESTACION DE TRABAJO S5, CON AUTOMATA S5	Regular	No funciona el tablero de entrenamiento, el autómata está bien.

LAI-1-08-00	ESTACION DE TRABAJO S5, CON AUTÓMATA S5	Regular	No funciona el tablero de entrenamiento, el autómata está bien.
LAI-1-09-00	ESTACION DE TRABAJO S5, CON AUTOMATA S5	Regular	No funciona el tablero de entrenamiento, el autómata está bien.
LAI-1-10-00	ESTACION DE TRABAJO S5, CON AUTOMATA S5	Regular	No funciona el tablero de entrenamiento, el autómata está bien.
LAI-1-11-00	CELDA DE CARGA	Regular	Fallas en los cilindros hidráulicos.
LAI-1-12-00	MANIPULADOR NEUMATICO	Regular	Motor neumático, válvula de la pinza ,una válvula del motor y actuador rotativo no funcionan; problema de sellos.
LAI-1-13-00	MÍMICO ENVASADORA DE BOTELLAS	Malo	Repotenciar o dar de baja
LAI-1-14-00	JUEGO DE MIMICOS	Bueno	No presenta fallas.
LAI-1-15-00	AIRE ACONDICIONADO MARCA PHILLIPS	Malo	Reparar.
LAI-1-16-00	AIRE ACONDICIONADO TIPO VENTANA MARCA YORK	Regular	Presenta pequeñas fugas de condensado en la parte posterior.
LAI-1-17-00	AIRE ACONDICIONADO TIPO VENTANA MARCA YORK	Bueno	No presenta fallas.
14794	IMPRESORA EPSON FX-1050	Malo	Reparar.
33452	ESTABILIZADOR DE VOLTAJE MARCA MAGOM	Bueno	No presenta fallas.

SECCION ACTUADORES ELECTRICOS

CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
LAI-2-01-00	RED DE COMUNICACIÓN BASADA EN PROFIBUS Y AS – INTERFACE	Bueno	No presenta fallas
LAI-2-02-00	AUTÓMATA S7 SIEMENS S7-300	Bueno	No presenta fallas.
LAI-2-03-00	VARIADOR DE VELOCIDAD ALTIVAR 16	Bueno	No presenta fallas.
LAI-2-04-00	MOTOR TRIFÁSICO 2 HP	Bueno	No presenta fallas.
LAI-2-05-00	MOTOR 10 HP	Bueno	No presenta fallas.
LAI-2-06-00	MOTOGENERADOR 1,8 HP	Bueno	No presenta fallas.
LAI-2-07-00	AIRE ACONDICIONADO	Malo	No funciona, unidad posiblemente bloqueada.

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL GAS

CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
LTG-1-01-00	CALDERIN	Malo	No funciona el sistema de control, suministra vapor sucio, realizar Mto general.
LTG-1-02-00	BANCO DE QUEMADORES ATMOSFERICOS	Bueno	No presenta fallas.
LTG-1-03-00	BANCO DE PRUEBAS PARA CHUMACERAS DE DIFERENTE MATERIAL	Bueno	No presenta fallas.
LTG-1-04-00	BANCO PARA PRUEBA DE REGULADORES DE GAS	Bueno	No presenta fallas.
LTG-1-05-00	BANCO MOTOGENERADOR	Bueno	No presenta fallas.
LTG-1-06-00	PROTOTIPO SECADOR DE MADERA	Bueno	No presenta fallas.

LABORATORIO DE DISEÑO DE MAQUINAS			
CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
LDM-1-01-00	BANCO DE TRANSPORTE POR BANDA	Malo	Falta motor y una chumacera, correa distensionada, falta interruptor de encendido.
LDM-1-02-00	BANCO DEMOSTRATIVO PARA FRENOS DE ACCIONAMIENTO HIDRAULICO	Malo	El motor no tramite potencia a las ruedas.
LDM-1-03-00	BANCO EMBRAGUE ELECTROMECHANICO	Regular	No se encuentran los display, falta limpieza.
LDM-1-04-00	BANCO DE LA ZARANDA	Malo	Revisar motor, no tiene cable, falta limpieza y lubricación.
LDM-1-05-00	TRANSPORTADOR DE CANGILONES	Malo	No tiene cable, falta limpieza.
LDM-1-06-00	BANCO DE TRANSPORTE POR TORNILLO	Malo	Falta polea, la transmisión por banda no posee rejilla protectora, cubierta del motor dañada.

LABORATORIO DE MECANISMOS			
CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
LME-1-01-00	BANCO MECANISMOS VARIADOS	Regular	Mecanismo de retorno rápido descuadrado, acople de flexión descalibrado, poleas distencionadas.
LME-1-02-00	BANCO DE TRANSMISION DEL CARRO	Bueno	presenta rozamiento de los tornillos con los soportes del embrague.
LME-1-03-00	BANCO DE TRANSMISION POR CONTACTO DIRECTO	Bueno	No presenta fallas.
LME-1-04-00	BANCO DE ENGRANAJES	Bueno	No presenta fallas.
LME-1-05-00	BANCO DIRECCION RENAULT 4	Regular	Lubricar.
LME-1-06-00	BANCO DE TRANSMISION DE MOVIMIENTO POR ELEMENTOS FLEXIBLES (HILADORA-LEVAS)	Malo	Cambiar interruptor de encendido del motor.
LME-1-07-00	BANCO MECANISMOS ARTICULADOS(SEGUETA AUTOMATICA-MEC.YUGO ESCOSES-MEC BIEL.CORRE	Regular	Segueta automática no tiene cable.
LME-1-08-00	BANCO MALACATE	Regular	Pie de amigo del soporte averiado, presenta mucho ruido, cadena de transmisión larga(recortar) y ajustar mecanismo sin fin.
LME-1-09-00	BANCO SOLADORA-TAMIZADORA-SISTEMA PUERTA DE GARAJE-REDUCTOR DE VELOCIDAD	Regular	Arranque de motor obsoleto, colocar condensador (tamizadora), colocar seguridad al ventilador (reductor de velocidad).

LABORATORIO DE MOTORES E INSTRUMENTACION			
CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
LMI-1-01-00	BANCO MOTOR KIA	Regular	Adecuar mejor el sistema de evacuación de gases.
LMI-1-02-00	BANCO ENCENDIDO CONVENCIONAL (MOTOR TOYOTA)	Malo	Se encuentra en mal estado las conexiones eléctricas.
LMI-1-03-00	MOTOR DIESEL DE DOS CILINDROS ENCORTE REF 985700	Bueno	Se recomienda limpieza periódicamente.
LMI-1-04-00	BANCO MOTOR RENAULT 18	Malo	Tanque agua para el treno en mal estado (corrosión), aislamiento y ductos del sistema de evacuación de gases en malas condiciones, adecuar las conexiones eléctricas.
LMI-1-05-00	BANCO DE PRUEBAS DE INYECCION	Regular	Realizar MTO eléctrico y mecánico general.
LMI-1-06-00	BANCO DE ELECTROGENOS	Malo	Carburador averiado.
LMI-1-07-00	BANCO MOTOR DEUTZ-FRENO PN-001	Malo	Motor no funciona(dar de baja),freno revisar.
LMI-1-08-00	BANCO CICLO BRAYTON	Regular	Realizar segunda etapa del proyecto ya que no es seguro para operar.
LMI-1-09-00	BANCO CORTE MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	Bueno	Se recomienda limpieza periódicamente.
LMI-1-10-00	BANCO RENAULT 9	Bueno	No presenta fallas.

LABORATORIO DE SISTEMAS OLENEUMATICOS			
CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
LSO-1-01-00	BANCO DE PENDULO	Bueno	No presenta fallas.
LSO-1-02-00	BANCO DE LA TRANSMISION HIDROSTATICA	Malo	Manómetros en mal estado,intercambiador de calor averiado,sistema de control con problemas.
LSO-1-03-00	BANCO DE LA PLUMA	Bueno	No presenta fallas.
LSO-1-04-00	MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS	Malo	No funciona porque el control esta dañado,transductor de posicion averiado,modazas no funcionan correctamente.
LSO-1-05-00	BANCO DIGIAC	Malo	No sirve la parte neumática, conexiones en regular estado.
LSO-1-06-00	BANCO ELECTRONEUMATICO	Regular	Presenta dos contactores averiados.
LSO-1-07-00	BANCO DE PRENSA Y DEL MALACATE	Bueno	No presenta fallas.
LSO-1-08-00	BANCO DE PRUEBAS EN BOMBAS	Malo	Flujómetro averiado.
LSO-1-09-00	BANCO NEUMÁTICO	Bueno	No presenta fallas.
LSO-1-10-00	BANCO DE BOMBA DOBLE PARA PRUEBA DE LA VALVULA DE DESCARGA	Malo	Flujometro averiado.
LSO-1-11-00	BANCO DE DESARME	Bueno	No presenta fallas.
LSO-1-12-00	BANCO NEUMÁTICO (TABLETEADORA)	Malo	Cilindro averiado.

LABORATORIO DE SISTEMAS FLEXIBLES DE MANUFACTURA			
CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
LSF-1-01-00	TORNO PARA METALES TORNO CNC/LEADWELL/T 6/T 6 ENSAMBLE / KE	Bueno	No presenta fallas.
LSF-1-02-00	MAQUINA CENTRO MECANIZADO VERTICAL	Regular	Se recomienda adecuar sistema que permita almacenar la viruta y el escurrimiento de refrigerante.
LSF-1-03-00	ESMERILADORA DEWALT	Bueno	No presenta fallas.
LSF-1-04-00	COMPUTADOR PERSONAL	Bueno	No presenta fallas
LSF-1-05-00	COMPUTADOR (SISTEMA SCADA)	Bueno	No presenta fallas
LSF-1-06-00	COMPUTADOR PERSONAL DELL	Bueno	No presenta fallas
LSF-1-07-00	COMPUTADOR PERSONAL DELL	Bueno	No presenta fallas
LSF-1-08-00	COMPUTADOR PERSONAL DELL	Bueno	No presenta fallas
LSF-1-09-00	COMPUTADOR PERSONAL DELL	Bueno	No presenta fallas
LSF-1-10-00	COMPUTADOR PERSONAL DELL	Bueno	No presenta fallas
LSF-1-11-00	COMPUTADOR PERSONAL APPLE	Bueno	No presenta fallas
LSF-1-12-00	COMPRESOR RECIPROCANTE	Bueno	No presenta fallas.
LSF-1-13-00	UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO	Bueno	No presenta fallas.

LABORATORIO VIBRACIONES MECANICAS			
CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
LVM-1-01-00	BANCO BALANCEO DINAMICO DE ROTORES	Bueno	No presenta fallas.
LVM-1-02-00	BANCO DE REDUCCIONES POR CORREAS Y ENGRANAJES	Regular	Pequeñas fugas de aceite, sellos deteriorados.
LVM-1-03-00	BANCO DE PRUEBAS DE VIBRACIONES EN BOMBAS CENTRÍFUGAS	Regular	Pequeñas fugas de agua en la válvula, sellos deteriorados.
LVM-1-04-00	BANCO DE PRUEBAS DE VIBRACIONES CON VENTILACIÓN	Regular	Correas desgastadas por tiempo de uso.
LVM-1-05-00	BANCO MODELO SIMULADOR DE DESALINEAMIENTO	Regular	Rodamiento final presenta saltos por tiempo de uso.
LVM-1-06-00	BANCO ANÁLISIS DE FASE EN MAQUINARIA ROTATIVA	Regular	Desalineamiento de un eje por falta de Mto.
LVM-1-07-00	BANCO DE ANÁLISIS PARA PRUEBAS DE FENÓMENOS EN ACEITE	Regular	Fuga de aceite en el acople de la chumacera por deterioro de sellos.
LVM-1-08-00	BANCO DE VIBRACIÓN TORSIONAL	Regular	Problemas en el acople del motor, desalineamiento.

LABORATORIO CAD			
CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
LCA -1-01-00	COMPUTADOR ACER POWER SX PROCESADOR INTEL PENTIUN III	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-02-00	COMPUTADOR ACER POWER SX PROCESADOR INTEL PENTIUN III	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-03-00	COMPUTADOR ACER POWER SX PROCESADOR INTEL PENTIUN III	Bueno	No presenta fallas.

LCA -1-04-00	COMPUTADOR ACER POWER SX PROCESADOR INTEL PENTIUN III	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-05-00	COMPUTADOR ACER POWER SX PROCESADOR INTEL PENTIUN III	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-06-00	COMPUTADOR ACER POWER SX PROCESADOR INTEL PENTIUN III	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-07-00	COMPUTADOR ACER POWER SX PROCESADOR INTEL PENTIUN III	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-08-00	COMPUTADOR ACER POWER SX PROCESADOR INTEL PENTIUN III	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-09-00	COMPUTADOR ACER POWER SX PROCESADOR INTEL PENTIUN III	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-10-00	COMPUTADOR ACER POWER SX PROCESADOR INTEL PENTIUN III	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-11-00	COMPUTADOR ACER POWER SX PROCESADOR INTEL PENTIUN III	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-12-00	COMPUTADOR ACER POWER SX PROCESADOR INTEL PENTIUN III	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-13-00	COMPUTADOR ACER POWER SX PROCESADOR INTEL III	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-14-00	COMPUTADOR ACER POWER SX PROCESADOR INTEL PENTIUN III	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-15-00	COMPUTADOR ACER POWER SX PROCESADOR INTEL PENTIUN III	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-16-00	COMPUTADOR ACER POWER SX PROCESADOR INTEL PENTIUN III	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-17-00	COMPUTADOR ACER POWER SX PROCESADOR INTEL PENTIUN III	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-18-00	COMPUTADOR ACER POWER SX PROCESADOR INTEL PENTIUN III	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-19-00	COMPUTADOR ACER POWER SX PROPESADOR INTEL PENTIUN III	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-20-00	TABLERO INTELIGENTE	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-21-00	PROYECTOR VIDEO BEAM REF. VPL C83 SONY	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-22-00	PLOTTER HEWLETT PACKARD	Bueno	No presenta fallas.
LCA -1-23-00	REGULADOR ELECTRONICO DE VOLTAJE DE 5000V. ENERGEX	Bueno	No presenta fallas.

SALON 103			
CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
S13-1-01-00	VIDEOPROYECTOR MULTIMEDIA PG-M10S 800ANSI LUMEN,SVGA,XGA SHARP	Bueno	No presenta fallas.
S13-1-02-00	RETROPROYECTOR DE MESA. MOD: 9100 AJB. SERIE: 873657	Bueno	No presenta fallas.
S13-1-03-00	COMPUTADOR ACER POWER INTEL 128 MB 866 MHZ	Bueno	No presenta fallas.

SALON 104			
CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
S14-1-01-00	RETROPROYECTOR MOD: COMPANION SERIE: 1290 APOLLO	Bueno	No presenta fallas.
S14-1-02-00	VIDEO PROYECTOR MARCA SHARP MODELO PG-B10S DE	Bueno	No presenta fallas.
S14-1-03-00	COMPUTADOR	Bueno	No presenta fallas.

SALON 204			
CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
S24-1-01-00	TELEVISOR PANASONIC CT 2938 CON CONTROL REMOTO PANASONIC	Bueno	No presenta fallas.
S24-1-02-00	VIDEOGRABADORA VHS REF. 4021 PANASONIC	Bueno	No presenta fallas.
S24-1-03-00	PROYECTOR DE DIAPOSITIVAS (FILMINAS) TIPO CARRUSEL LIN REFLECTA	Bueno	No presenta fallas.

SALON 205			
CODIGO EQUIPO	EQUIPO	ESTADO	OBSERVACIONES
S25-1-01-00	TELEVISOR A COLOR DE 29 CON CONTROL REMOTO SERIE: 8025 SONY	Bueno	No presenta fallas.
S25-1-02-00	RETROPROYECTOR PORTATIL 3M MOD: 2000 AG SERIE: 845486	Bueno	No presenta fallas.
S25-1-03-00	PROYECTOR DE DIAPOSITIVAS MOD-AF-2 NO5218852 CON BANDEJA Y ZOOM KODAK	Bueno	No presenta fallas.

INFRAESTRUCTURA FISICA DE LA ESCUELA			
CODIGO EQUIPO	SISTEMA	ESTADO	OBSERVACIONES
PFE-1-01-00	ESTRUCTURA FISICA DE LA ESCUELA	Bueno	No presenta fallas.
PFE-1-01-01	SISTEMA COMUNICACIONES DE LA ESCUELA	Bueno	No presenta fallas.
PFE-1-01-02	SISTEMA ELECTRICO DE LA ESCUELA	Regular	Algunos breakers presenta fallas.
PFE-1-01-04	SISTEMA HIDRAULICO DE LA ESCUELA ING MECANICA	Bueno	No presenta fallas.
PFE-1-01-03	SISTEMA DE GAS DE LA ESCUELA	Bueno	No presenta fallas.
PFE-1-01-04	SISTEMA DE ALUMBRADO	Regular	Faltan lamparas
PFE-1-01-05	TECHOS	Bueno	No presenta fallas.
PFE-1-01-06	PINTURA	Bueno	No presenta fallas.

4. PROPUESTA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

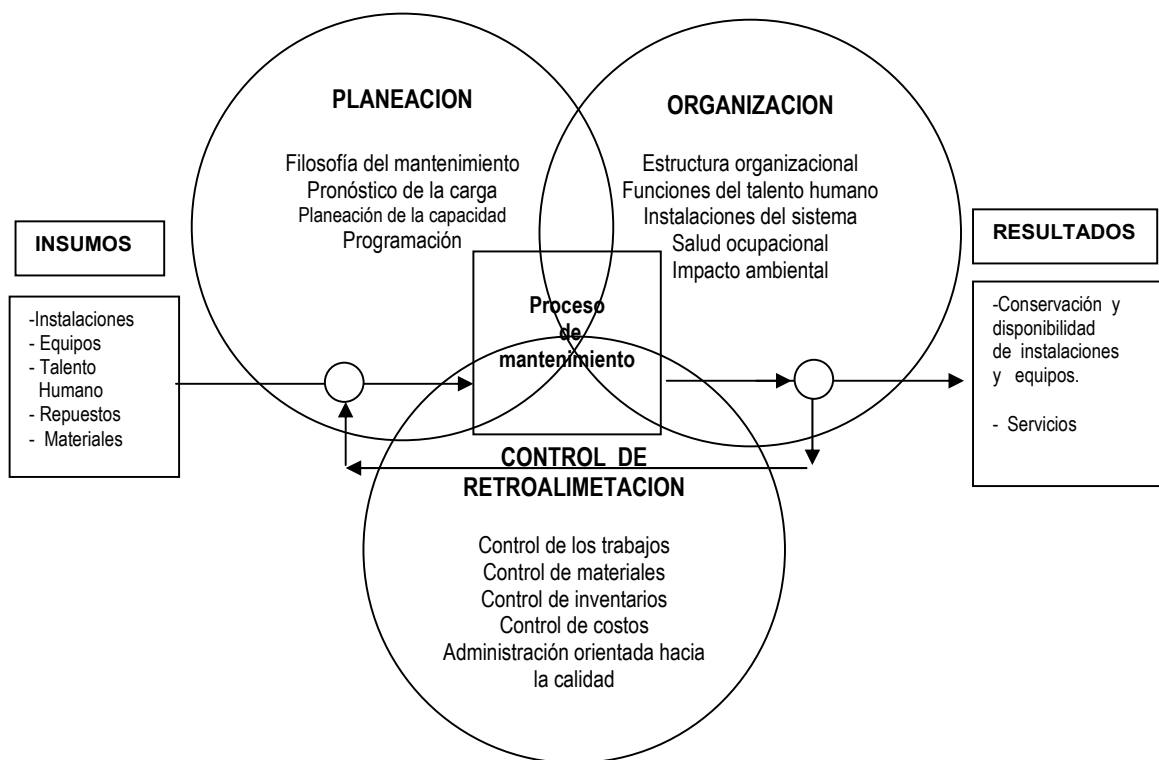
El sistema de mantenimiento de la Escuela será un modelo sencillo de entradas y salidas tal como lo indica la figura 20. Las entradas de este Sistema estarán compuestas por herramientas, repuestos, materiales, equipos y un talento humano profesional y muy capacitado que desarrollará con una gran eficiencia y eficacia, la gestión necesaria para el correcto cuidado de los equipos e instalaciones, obteniendo como salidas confiabilidad y disponibilidad en estos.

Los diferentes usuarios del sistema serán el personal docente, personal administrativo y técnicos que tengan bajo su cargo algún equipo; ya sean responsables financieros, responsable académicos ó responsables administrativos y podrán acceder al sistema solicitando servicios de mantenimiento industrial para equipos e instalaciones sin importar que sean actividades de tipo preventivo o correctivo, además, el sistema cuenta con una estructura adecuada para el desarrollo de actividades de producción que involucren la fabricación de piezas.

El sistema de mantenimiento de la Escuela se proyecta como una organización que tiene las capacidades técnicas y herramientas requeridas para la solución de solicitudes, ya que cuenta con un personal que posee la experiencia técnica para diseñar, implementar, operar y mantener el programa propuesto, soportado en el sistema de información computarizado de la Escuela SIMANTES 1.0. También cuenta con la capacidad económica, ya que la Escuela asume los costos de implementación; pues la organización planteada trabaja con personal perteneciente a ella y solo se tendrán en cuenta los recursos tangibles para la creación de éste. Es de recalcar que una buena gestión del mantenimiento siempre trae más beneficios que costos, pues el cuidado de los equipos e

instalaciones aseguran el buen estado de estos y garantiza confiabilidad y disponibilidad en el desarrollo de la actividad técnico- pedagógica de la Escuela.

Figura 20. Sistema de Mantenimiento de la Escuela



Como se observa en la figura anterior la gestión del mantenimiento es el resultado de la combinación de elementos que permiten que el sistema sea funcional, estos elementos se componen de actividades de planeación, organización y control de retroalimentación; y su implementación otorgará un incremento en las salidas de éste y una mejor utilización de los recursos.

4.1 ACTIVIDADES DE PLANEACION.

Las actividades de planeación incluye las siguientes:

1. Filosofía del mantenimiento.
2. Pronóstico de la carga de mantenimiento.
3. Planeación de la Capacidad del mantenimiento.
4. Programación del mantenimiento.

4.1.1. Filosofía del Mantenimiento. La filosofía del mantenimiento en la Escuela es básicamente la de tener un nivel mínimo de personal y recursos de mantenimiento, que permita disponibilidad en los equipos e instalaciones de ésta sin que se comprometa la seguridad. Para lograr esta filosofía, el sistema de mantenimiento de la Escuela combinará en la forma correcta las siguientes estrategias, de acuerdo a las condiciones y exigencias académicas o administrativas que se presenten:

- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento de oportunidad.
- Detección de fallas.
- Modificaciones del diseño de infraestructura y equipos.
- Reparación general.
- Reemplazo.

El mantenimiento de oportunidad surge en periodos de paros generales programados, mientras la detección de fallas se desarrollará bajo inspecciones frecuentes que evalúan el nivel de presencia inicial de éstas. La modificación en el diseño de equipos e instalaciones se hará cuando se requiera que un equipo o instalación alcance una condición deseada, la reparación general se trabajará cuando se necesite un examen completo y la recuperación de un equipo o instalación, ó de sus principales componentes.

Para desarrollar un reemplazo se estudiará si es necesario cambiar el equipo o instalación en lugar de darle mantenimiento, podrá ser un reemplazo planeado o un reemplazo producido por una falla. La mezcla optima de las anteriores estrategias dará como resultado la filosofía de mantenimiento mas eficaz que se desarrolle en la Escuela.

4.1.2 Pronóstico de la carga de mantenimiento. La carga de mantenimiento en la Escuela varia aleatoriamente, puede ser función de la edad del equipo, el nivel de uso, la calidad del equipo, las destrezas de los trabajadores de mantenimiento, factores climáticos o de las consideraciones que tomen los directores del Sistema.

Pronosticar la carga de mantenimiento es esencial para alcanzar un nivel eficiente en el manejo adecuado de los recursos, para cubrirlo el sistema de mantenimiento de la Escuela cuenta con un grupo de trabajo integrado por el siguiente talento humano:

- Director de Escuela.
- Director de Proyectos.
- Pasante de Mantenimiento.
- Pasante de Producción.
- Técnicos de Taller y de Laboratorios.
- Técnico de Producción – CAP del SENA –
- Auxiliares de Laboratorios.

El Director de Proyectos estimará la carga de mantenimiento y el Director de Escuela la aprobará cuando la actividad de mantenimiento requiera una inversión económica.

4.1.3 Planeación de la capacidad de mantenimiento. La planeación de la capacidad determina los recursos necesarios para realizar una tarea antes de

iniciar el trabajo con el fin de garantizar eficiencia y eficacia en el correcto desarrollo de éste, y de satisfacer oportunamente la demanda de solicitudes. Estos recursos incluyen mano de obra, materiales, repuestos, equipos y herramientas; y serán gestionados por el Director de Proyectos con previa autorización del Director de Escuela cuando lo requiera.

La planeación también incluye la preparación de los documentos, estándares y datos que se necesiten, antes de programar y desarrollar la orden de trabajo. Este proceso deberá incluir los siguientes datos:

- Determinar el contenido de trabajo (puede requerir visitas al sitio).
- Desarrollar un plan de trabajo. Comprende la secuencia de actividades en el trabajo y el establecimiento de los mejores métodos para realizar el trabajo.
- Establecer la cantidad de trabajadores con destrezas adecuadas para el desempeño de la labor.
- Planear y solicitar las partes y los materiales.
- Verificar si se necesitan equipos y herramientas especiales y obtenerlos.
- Revisar los procedimientos de seguridad.
- Establecer prioridades (normal o urgente) para todo el trabajo de mantenimiento.
- Asignar cuentas de costos.
- Completar la orden de trabajo.
- Revisar los trabajos pendientes y desarrollar planes para su control.
- Predecir la carga de mantenimiento en horas – hombre utilizando una técnica de pronósticos.

En caso de reparaciones extensas, reparaciones generales o grandes proyectos de mantenimiento donde se requiera más de 20 horas de trabajo, es útil llenar una hoja de planeación de mantenimiento como la que muestra la tabla 11. En esta hoja el trabajo se descompone en elementos. Para cada elemento se distribuye el

Nivel 1: En este nivel se encuentran todas las actividades básicas del mantenimiento que puedan necesitar las instalaciones o equipos ya sean mecánicas, eléctricas o de lubricación. Para su desarrollo se tendrán en cuenta a los auxiliares de laboratorios, técnicos pasante en mantenimiento general del SENA y técnico B de la Escuela; en este nivel se desarrollaran actividades menores de mantenimiento preventivo que se puedan hacer como trabajo interno de la Escuela y que involucren actividades propias del mantenimiento autónomo. También se desarrollaran actividades de mantenimiento correctivo menor

Nivel 2: En este nivel se desarrollan todas las actividades especializadas del mantenimiento que puedan necesitar las instalaciones o equipos, ya sean mecánicas, eléctricas o de lubricación y que se puedan hacer como trabajo interno de la Escuela. Para su labor se tendrán en cuenta a los técnicos A de la Escuela, tanto de producción como de mantenimiento y al técnico pasante en producción del SENA; se trabajaran actividades de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo que requieran un trabajo técnico especializado.

Nivel 3: En este nivel se desarrollan las actividades especializadas del mantenimiento que puedan necesitar las instalaciones o equipos, ya sean mecánicas, eléctricas, electrónicas o de instrumentación y que no se puedan hacer como trabajo interno de la Escuela. Este nivel se tendrá en cuenta para el cumplimiento de ordenes de trabajo externas ya sea solicitando los servicios a la División de Mantenimiento Tecnológico o requiriendo la contratación de personal externo a la Universidad y comprende tareas de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo especializado.

Asignación de la prioridad:

- **Normal:** corresponde a equipos cuya falla no afecta directamente la operación. Son trabajos encaminados a evitar el deterioro de las instalaciones, cuya

ejecución se debe ejecutar en un plazo máximo de 15 días calendario.

- **Urgente:** corresponde a fallas ocurridas durante la operación, puesta a punto de equipos ó aquellas fallas que afectan inmediatamente la continuidad de un proceso, afectan el medio ambiente o ponen en riesgo la vida de personas. Los trabajos deben ser planeados y programados para ser ejecutados inmediatamente.

El proceso de planeación puede clasificarse dependiendo de la proyección de la planeación en:

- Planeación a largo plazo (cubre un periodo de 5 años o mas, y esta ligada con el presupuesto, las tendencias tecnológicas y los servicios de la Escuela).
- Planeación a mediano plazo (planes a 1 mes y hasta 1 año).
- Planeación a corto plazo (planes diarios y semanales).

El plan a largo plazo le permitirá al Director de Escuela y al Director de Proyectos establecer planes para actividades futuras y mejoras a largo plazo. El plan a mediano plazo le especifica al Director de Proyectos como operará la fuerza de trabajo de mantenimiento y proporciona detalles para reparaciones generales mayores, trabajos de construcción, planes de mantenimiento preventivo, paros en la Escuela y planeación de vacaciones; éste plan equilibra la necesidad de personal a lo largo del periodo cubierto y estima los recursos requeridos y la adquisición de materiales. La planeación a corto plazo permitirá al Director de Proyectos concentrarse en la determinación por adelantado de todos los elementos necesarios para realizar las tareas requeridas en la Escuela .

4.1.4. Programación del mantenimiento. La programación del mantenimiento es el proceso mediante el cual se acoplan los trabajos con los recursos y se les asigna una secuencia para ser ejecutados en ciertos puntos del tiempo. El sistema

de mantenimiento de la Escuela asignará recursos y personal para los trabajos que se realicen en determinados momentos y el trabajo de mantenimiento se programará de acuerdo a la prioridad que se le asigne a las solicitudes tramitadas siendo el Director de Proyectos con previo conocimiento del Director de Escuela el encargado de determinarla.

Un programa confiable debe tomar en consideración lo siguiente:

- Una clasificación de prioridades de trabajos que refleje la urgencia y el grado crítico del trabajo.
- Si todos los materiales necesarios para la orden de trabajo están en la Escuela . (si no, la orden de trabajo no debe programarse).
- El programa de producción, si existe debe tener estrecha coordinación con la función académica.
- Estimaciones realistas y lo que probablemente sucederá, y no lo que el programador (Director de Proyectos) desea.
- Flexibilidad en el programa (el Director de Proyectos debe conservar flexibilidad en el mantenimiento; el programa se revisa y actualiza con frecuencia).

El programa de mantenimiento puede prepararse en tres niveles, dependiendo de su horizonte:

- Programa a largo plazo o maestro(cubre un periodo de 3 meses a 1 año).
- Programa semanal (cubre 1 semana).
- Programa diario (cubre el trabajo que debe completarse cada día).

El programa a largo plazo se basa en órdenes de trabajo de mantenimiento existentes, incluyendo las órdenes de trabajo en blanco, los trabajos pendientes, el mantenimiento preventivo y el mantenimiento de emergencia anticipado. El Director de Proyectos debe equilibrar la demanda a largo plazo de trabajo de

mantenimiento con los recursos disponibles. Con base en el programa a largo plazo se pueden identificar los requerimientos de las reparaciones y materiales y solicitarlos por adelantado.

El programa semanal se genera a partir del programa a largo plazo y toma en cuenta los programas actuales de operaciones y consideraciones económicas. El programa semanal deberá permitir contar con personal disponible para los trabajos de urgencia.

El Director de Proyectos deberá proporcionar el programa para la semana actual y la siguiente, tomando en consideración los trabajos pendientes; a las órdenes de trabajo programadas para la semana actual se les asigna una secuencia con base en su prioridad.

En muchas empresas la programación se realiza con reglas heurísticas y en la experiencia, el programa diario se elabora a partir del programa semanal y generalmente se prepara el día anterior; éste programa con frecuencia es interrumpido para efectuar mantenimiento de urgencia. Para una programación eficaz el Director de Proyectos debe tener en cuenta los siguientes requerimientos:

- Ordenes de trabajo escritas que deben explicar con precisión el trabajo que se va a realizar, la prioridad, los métodos a seguir, los técnicos por especialidad necesarios y los repuestos y materiales que se necesiten
- Estándares de tiempo basados en técnicas de medición.
- Información acerca de la disponibilidad de técnicos por especialidad.
- Existencias de repuestos y materiales e información para su reabastecimiento.
- Acceso al programa de producción de la Escuela y conocimiento del momento en que las instalaciones estarán disponibles para servicio, sin interrupción del programa de producción.

- Prioridades bien definidas para el trabajo de mantenimiento. Estas prioridades deben desarrollarse con una estrecha coordinación entre el mantenimiento y la producción de la Escuela.
- Información de los trabajos ya programados pero que se han atrasado con respecto al programa (trabajos pendientes).

Para realizar una actividad basándose en estándares de tiempo, el Director de Proyectos estima el tiempo necesario para cumplir la labor, teniendo en cuenta los tiempos que ha tardado el personal en realizar dicha actividad; esto representa un elemento valioso para cuantificar la mano de obra e incrementar la eficacia de los trabajadores reduciendo al mínimo el tiempo muerto de trabajo. No es necesario contar con estándares para todos los trabajos de mantenimiento, solo para los que realmente consumen mucho tiempo. La creación de estándares de tiempo ayudarán a pronosticar, desarrollar y retroalimentar el programa de mantenimiento.

El Director de Proyectos desarrollará el procedimiento de programación incluyendo los siguientes pasos:

- Clasificar las órdenes de trabajo pendientes por especialidad.
- Ordenar las órdenes por prioridad.
- Compilar una lista de trabajos completados y restantes.
- Considerar la ubicación de los trabajos, distancia de traslado y la posibilidad de combinar trabajos en la misma área.
- Programar trabajos de oficios múltiples para iniciarlos al comienzo de cada jornada.
- Emitir un programa diario (excepto para los proyectos y trabajos en construcción).
- Verificar que se asigne los trabajos y encargarse de su despacho.

Los elementos anteriores proporcionan al Director de Proyectos los requerimientos

y los procedimientos para desarrollar un programa de mantenimiento.

* **Proceso de Solicitud de Servicio.** Inicialmente los usuarios del sistema de mantenimiento de la Escuela enviarán la solicitud de servicio emitiéndola a su respectivo receptor según el caso, como lo indica el flujo de solicitud mostrado en la figura 21.

Caso 1

Equipos de oficina. Cuando la solicitud de servicio está relacionada con un equipo de oficina ya sea del cuerpo docente o del cuerpo administrativo, el profesor o la secretaria la debe realizar directamente al Director de Escuela ya de una manera verbal o escrita usando el formato de solicitud, que se indica en la tabla 18.

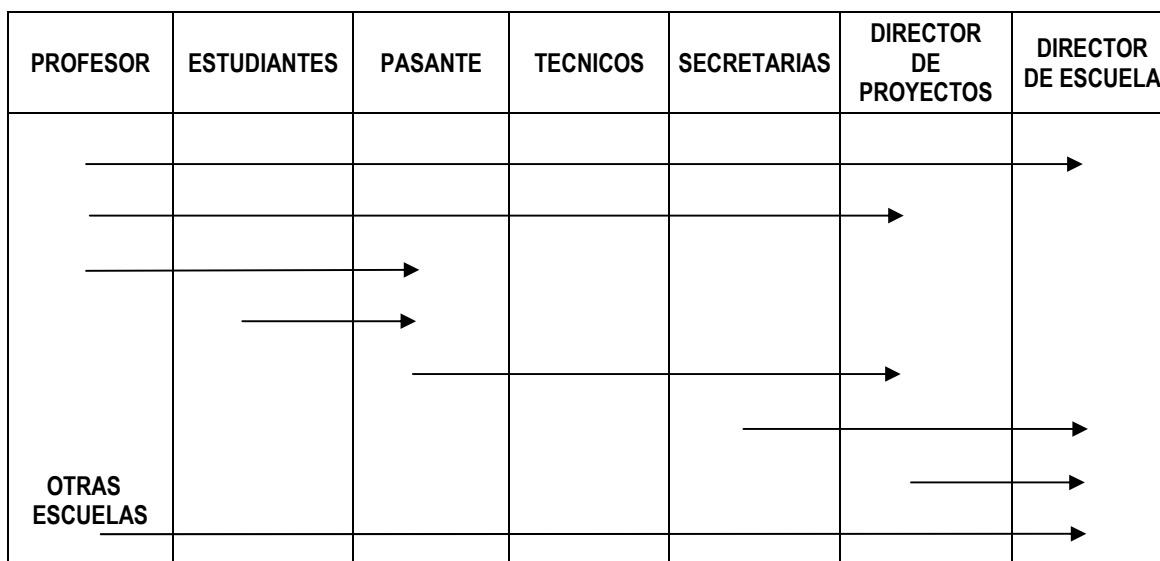
Caso 2

Equipos de Laboratorio. Si la solicitud de servicio está vinculada con un equipo de laboratorio se tramitará en forma escrita, y el profesor la enviará al Director de Proyectos pudiendo ser recibida a través del Pasante de Mantenimiento. Si la solicitud la hace un técnico, la enviará directamente al Director de Proyectos. En caso de que la solicitud la haga un estudiante, deberá remitirla al Pasante de Mantenimiento quien a su vez la entregará al Director de Proyectos.

Caso 3

Solicitud Externa. La solicitud de servicio que provenga de un área externa a la Escuela de Ingeniería Mecánica, deberá entregarse en forma escrita directamente en la secretaría de Dirección de Escuela.

Figura 21. Flujo de Solicitud de Servicio.



Las solicitudes que el Director de Proyectos o el Director de Escuela reciban, el Pasante de Mantenimiento las ingresará al sistema de información computarizado de la Escuela - SIMANTES 1.0 -, para que posteriormente sean priorizadas por el Director de Proyectos quien las analizará y evaluará técnica y económicamente, estimando la mano de obra, herramientas, materiales, repuestos y tiempo de ejecución. El Director de Proyectos determinará si el Sistema cuenta con los recursos necesarios para llevar a cabo la intervención o si debe recurrir a servicios de terceros (División de Mantenimiento Tecnológico o contratación externa), como lo muestra el flujograma de solicitud de servicio indicado en la figura 22.

Si la solicitud no necesita presupuesto para ejecutar la O.T. y el Director de Proyectos ve factibilidad de solucionarla procederá a planearla, programarla y ejecutarla.

En caso de que el análisis de la solicitud determine que se requiere presupuesto ya sea para compra de equipos, partes, insumos o repuestos, ó el Director de Escuela necesite un análisis técnico y económico de alguna solicitud, el Director

de Proyectos presentará diferentes alternativas de solución con sus respectivas cotizaciones al Director de Escuela, quien a su vez hará el estudio y revisará si existe la verdadera necesidad y el presupuesto para esa área, o si la solicitud debe postergarse. Una vez estudiada y aprobada la solicitud, el Director de Escuela con su firma da el visto bueno al Director de Proyectos para ratificar la planeación de la orden de trabajo.

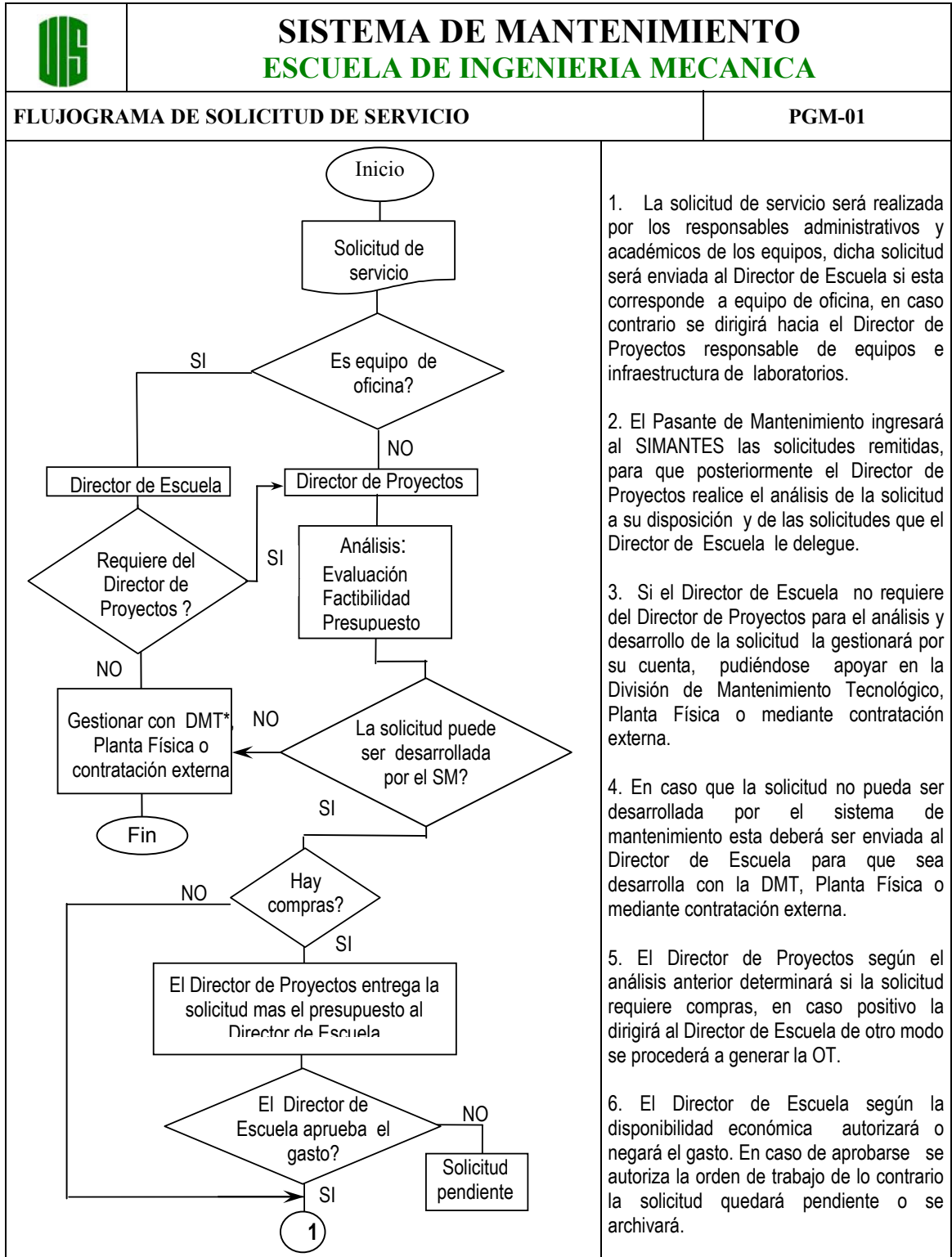
Cuando se genera una O.T., el Pasante de Mantenimiento verificará en el almacén la presencia de los repuestos y elementos necesarios para realizar la intervención correspondiente, en caso de no contar con ellos le informará al Director de Proyectos para realizar el proceso de requisición y compra.

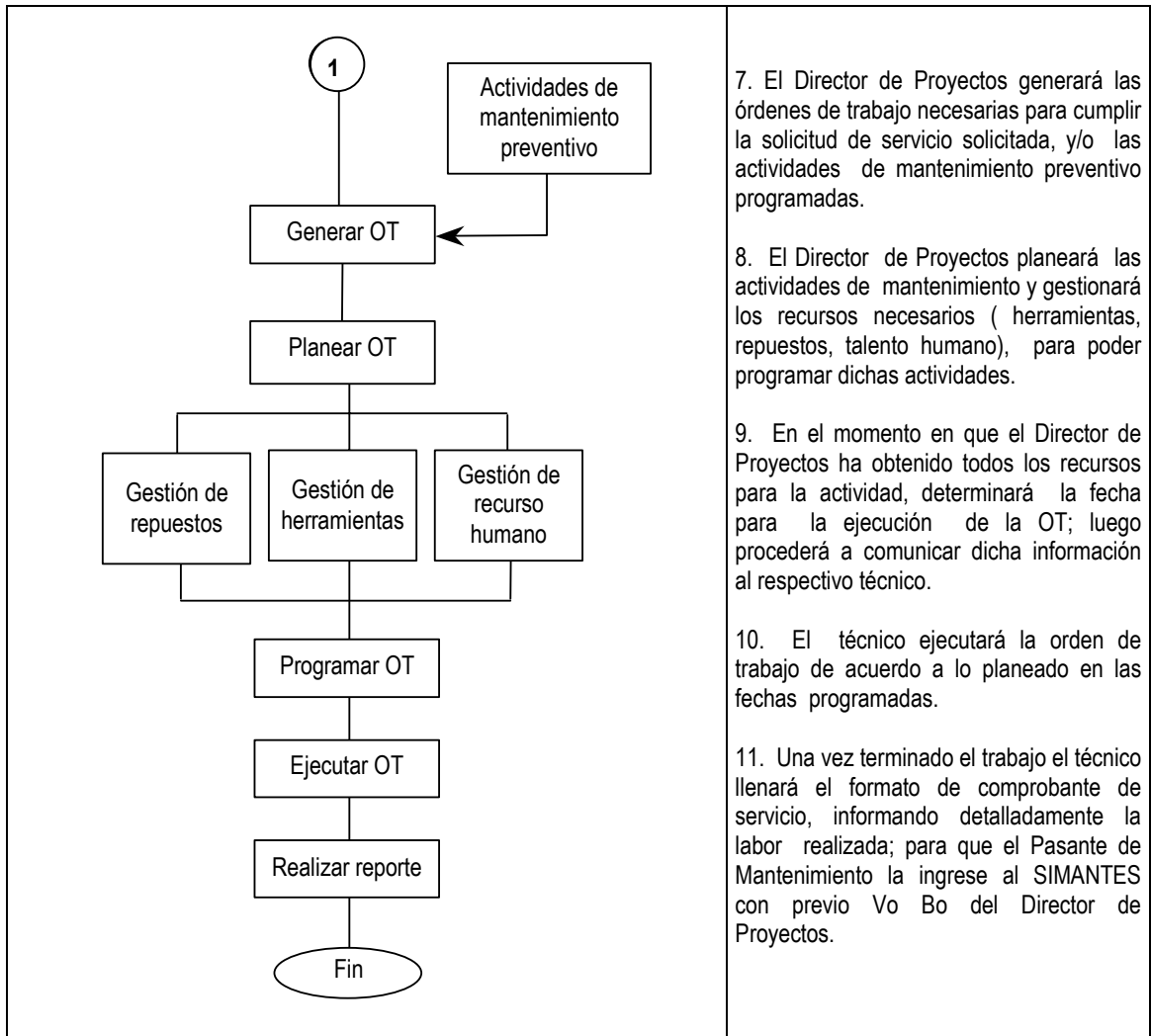
Una vez el Director de Proyectos ha verificado la disponibilidad de los repuestos, insumos, herramientas y el talento humano; programa la orden de trabajo y su ejecución. Concluidos los trabajos especificados, el técnico realiza el reporte a través del comprobante de servicio, el cual le da cierre a la orden de trabajo.

El técnico entrega el comprobante de servicio al Pasante de Mantenimiento y éste con visto bueno del Director de Proyectos ingresa la información del trabajo desarrollado al - SIMANTES 1.0 -, alimentando la hoja de vida y tarjeta de costos del equipo.

Si la orden de trabajo se origina por un reporte de fallas que hace el técnico de mantenimiento cuando efectúa las inspecciones, sigue el mismo procedimiento anterior descrito para trabajos solicitados o proyectos de mejora; en caso de actividades programadas o rutinarias, no se realiza solicitud de servicio, ya que el sistema de información computarizado para el mantenimiento se encarga directamente de la generación de la orden de trabajo y de su aprobación. Si la solicitud de servicio es generada por una emergencia o daño, el equipo es intervenido inmediatamente con recursos propios o contratados.

Figura 22. Flujoograma de Solicitud de Servicio





* DMT = División de Mantenimiento Tecnológico

* **Mantenimiento Correctivo.** Consiste en permitir que un equipo funcione hasta el punto en que no puede desempeñar normalmente su función, el equipo se somete a reparación hasta corregir el defecto y se desatiende hasta que vuelva a tener una falla y así sucesivamente. Este tipo de mantenimiento es el más común y conocido por los encargados, jefes e ingenieros de mantenimiento, por lo general obliga a un riguroso conocimiento del equipo y de las partes susceptibles a falla y a un diagnóstico acertado y rápido de las causas. El simple mantenimiento correctivo tiene algunas justificaciones, por ejemplo:

- Si el equipo no se halla en una línea o punto crítico del proceso y no ocasiona serios trastornos a la producción o al mantenimiento.
- El equipo se halla en estado de obsolescencia o desuso.
- Equipo tiene gemelo.
- Es fácilmente costeable un nuevo equipo.

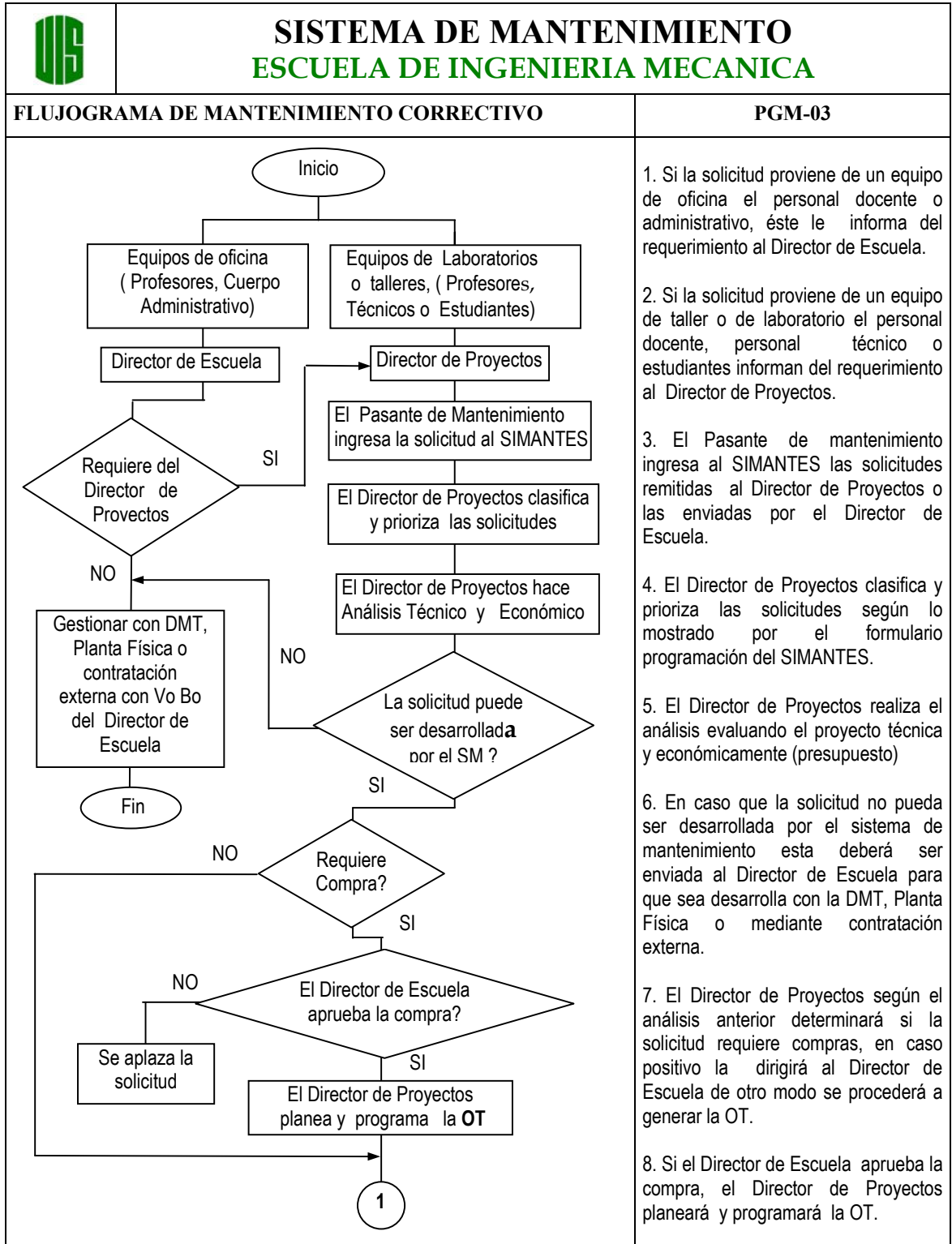
Proceso. El proceso de mantenimiento correctivo tal como lo indica la figura 23, parte de las solicitudes de servicio hechas por profesores, secretarías, técnicos ó estudiantes, provenientes de equipos e instalaciones de oficina ó de laboratorio que se encuentren en un mal estado y no cumplan correctamente su función .

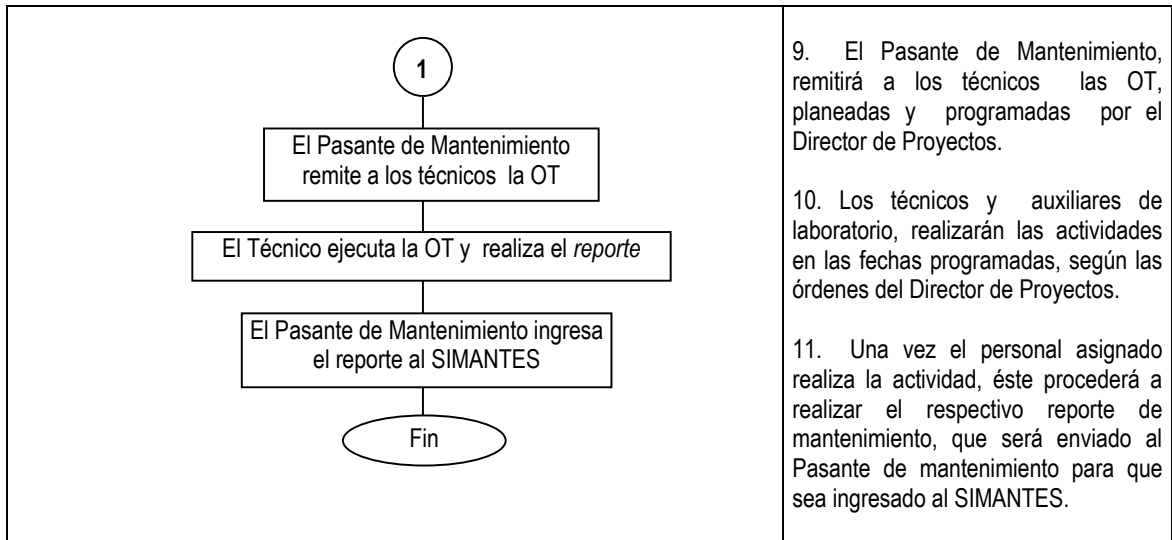
Si la solicitud proviene de un equipo de oficina será remitida por una persona del cuerpo docente o administrativo directamente al Director de Escuela, quien considerará si necesita del Director de Proyectos para analizarla.

Si la solicitud proviene de un equipo perteneciente a un laboratorio o taller será remitida por un docente, técnico , auxiliar de laboratorio o estudiante al Director de Proyectos, quien a su vez se la remitirá al Pasante de mantenimiento para que éste la ingrese al SIMANTES 1.0.

El Director de Proyectos a través del formulario de programación del SIMANTES 1.0 observará y priorizará las solicitudes analizando la viabilidad técnica y económica para cada una de ellas; si la necesidad a cubrir no puede ser desarrollada por el sistema de mantenimiento de la Escuela, se debe comunicar al Director de Escuela para que este de el Vo Bo e inicie la gestión con la División de Mantenimiento Tecnológico, Planta Física o contrate externamente el servicio. En caso de que requiera presupuesto para compras, el Director de Proyectos podrá consultar la lista de proveedores y fabricantes de la Escuela en el SIMANTES 1.0 para solicitar cotizaciones o mayor información de algún servicio o equipo. Si el

Figura 23. Flujograma de mantenimiento correctivo





desarrollo de la solicitud requiere compras se debe contar con el Vo Bo del Director de Escuela autorizando el presupuesto, si no lo autoriza la solicitud quedará pendiente; si la solicitud no requiere compras el Director de Proyectos tendrá autonomía para viabilizarla procediendo a generar y planear la orden de trabajo.

- **Planeación.** El Director de Proyectos inicia la planeación de la O.T. analizando si se puede realizar la actividad con los repuestos, herramientas y talento humano disponible en la Escuela ó si es necesario realizarla a través de la División de Mantenimiento Tecnológico ó contratación externa. En caso de poderse realizar en la Escuela y no existir repuestos, insumos ó herramientas se procederá a hacer la respectiva gestión, una vez desarrollada la gestión de recursos, se procederá a hacer una descripción detallada de la actividad.

Si la actividad requiere de la División de Mantenimiento Tecnológico ó contratación externa, la gestión la realizará el Director de Escuela con previo análisis técnico y financiero del Director de Proyectos.

Todas las solicitudes de servicio para mantenimiento correctivo serán planeadas con un mínimo de una semana de anticipación a excepción de las urgentes las cuales deberán planearse y programarse inmediatamente.

- **Programación.** El Director de Proyectos es el encargado de programar las órdenes de trabajo de acuerdo a la prioridad, recurso humano y presupuesto disponible, para lo cual debe conocer la carga de mantenimiento del recurso humano que va a realizar la actividad; esto se logra por intermedio del formulario de actividades de mantenimiento del SIMANTES 1.0, donde se muestran las actividades programadas para cada técnico.

El Director de Proyectos diligenciará las órdenes de trabajo a través del formulario O.T. del SIMANTES 1.0 donde se determinarán las actividades de mantenimiento, fechas de ejecución, herramientas, medidas de seguridad y técnicos; una vez asignado lo anterior el pasante de mantenimiento remitirá a los respectivos técnicos las órdenes de trabajo donde se enterarán de los detalles de la labor a realizar.

- **Ejecución.** Una vez el técnico conoce la actividad, evalúa si necesita obtener información de manuales, procedimientos, ficha técnica y hoja de vida; si es así, podrá consultarla en el SIMANTES 1.0. Llegado el momento el técnico realizará la reparación y elaborará el reporte de trabajo detallando la actividad realizada, insumos, repuestos y tiempo que duró la labor; entregándoselo al pasante de mantenimiento para que lo ingrese con previa aprobación del Director de Proyectos al SIMANTES 1.0, alimentando la hoja de vida y tarjeta de costos del equipo

* **Mantenimiento Preventivo.** Se define como una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a para contrarrestar las posibilidades de falla en un equipo y se clasifica en mantenimiento autónomo y mantenimiento sistemático.

El sistema de mantenimiento de la Escuela deberá cubrir la mayor parte de los mantenimientos preventivos, en caso de no poseer personal calificado, ni recursos técnicos para realizar ciertas actividades se debe comunicar al director de escuela para que este de el Vo Bo e inicie la gestión con la división de mantenimiento tecnológico, planta física o contrate externamente el servicio

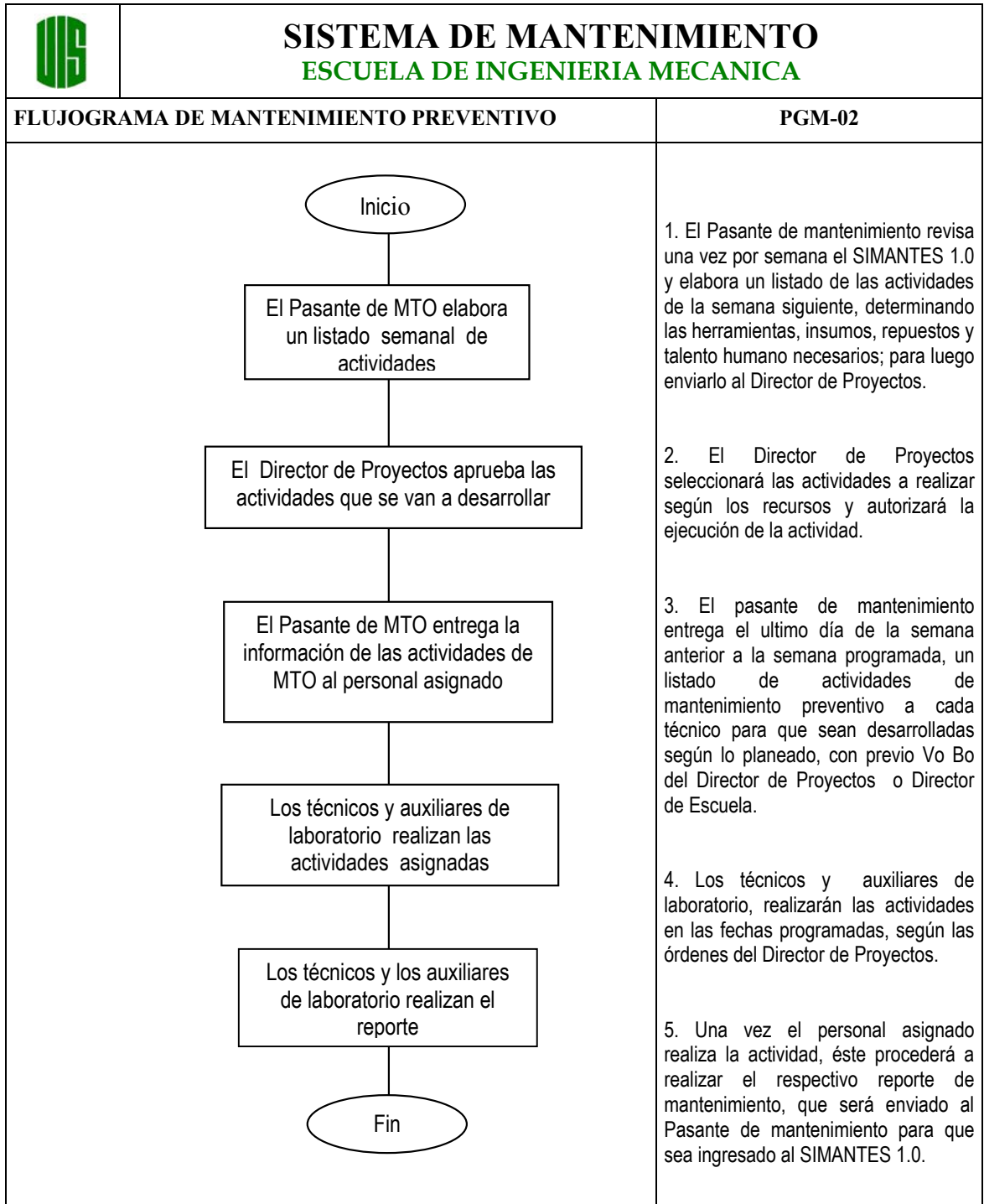
Para el buen funcionamiento del mantenimiento preventivo se necesita en primer lugar, que todos los recursos necesarios para realizar las tareas hayan sido planeados previamente por lo menos con un semestre de anterioridad y que se encuentren disponibles. En segundo lugar se necesita que el trabajo se lleve a cabo de acuerdo con un programa sistemáticamente establecido; semestralmente el Director de Proyectos realizará un presupuesto estimado de las actividades del programa y gestionará recursos como insumos, repuestos, herramientas y talento humano ante el Director de Escuela.

Para la realización del mantenimiento preventivo el Director de Proyectos determinará cuales equipos deben estar incluidos en el programa de mantenimiento preventivo de acuerdo a criterios como costos y funcionalidad, luego desarrollará el programa sistemático de mantenimiento preventivo, haciendo un estudio detallado del equipo y sus partes; especificando, planeando y programando las actividades necesarias para un adecuado funcionamiento y conservación de éste. En caso de que el equipo tenga un operario permanente el Director de Proyectos junto al Director de laboratorio le asignarán parte de estas actividades como tareas propias de mantenimiento autónomo; el flujograma del proceso de mantenimiento preventivo se indica en la figura 24.

Los encargados del programa de mantenimiento preventivo son:

1. Pasantes y Auxiliares de Laboratorio
2. Técnicos
3. Director de Proyectos
4. Director de Escuela

Figura 24. Flujoograma de mantenimiento preventivo



El Pasante de mantenimiento será responsable del buen funcionamiento del programa de mantenimiento preventivo ante el Director de Proyectos y contará con los técnicos y auxiliares de laboratorio para la realización de dichas actividades

- **Actividades del Mantenimiento Preventivo.** Dentro de las actividades de mantenimiento preventivo tenemos limpieza, inspección, lubricación, ajustes, calibración, nivelación y alineación. A continuación se describen limpieza, inspección y lubricación.

Limpieza. Este instrumento está sustentado en la teoría de las 5'S y su finalidad es servir como herramienta para lograr la mejora en los puestos de trabajo de la Escuela. Hace parte de las actividades propias del mantenimiento autónomo y la desarrollarán los técnicos y auxiliares de laboratorio.

Inspección. Se realiza sensorialmente (vista, oído o tacto) ó mediante el uso de instrumentos, estas actividades las desarrollarán los auxiliares de laboratorios y técnicos del sistema de mantenimiento según el procedimiento de inspección indicado en la figura 25. El personal encargado del mantenimiento preventivo debe seguir el formato lista de chequeo mostrado en la tabla 12, establecido por el sistema para los equipos incluidos en el programa de mantenimiento preventivo, observando cuidadosa y detenidamente el estado de los elementos en cuestión; buscando desgastes, desajustes, piquetes, erosiones, grietas, daños o cualquier eventualidad que pueda poner en riesgo la funcionalidad del equipo, y registrando detalladamente las observaciones en el formato destinado para tal fin.

Los pasantes de mantenimiento se encargarán de actualizar la base de datos, realizando nuevos registros y los encargados de la inspección en la Escuela desarrollarán chequeos rutinarios que controlen el desgaste prematuro de correas, desalineamientos de poleas y piñones, ruidos anormales en rodamientos, fugas

Figura 25. Flujoograma de inspección

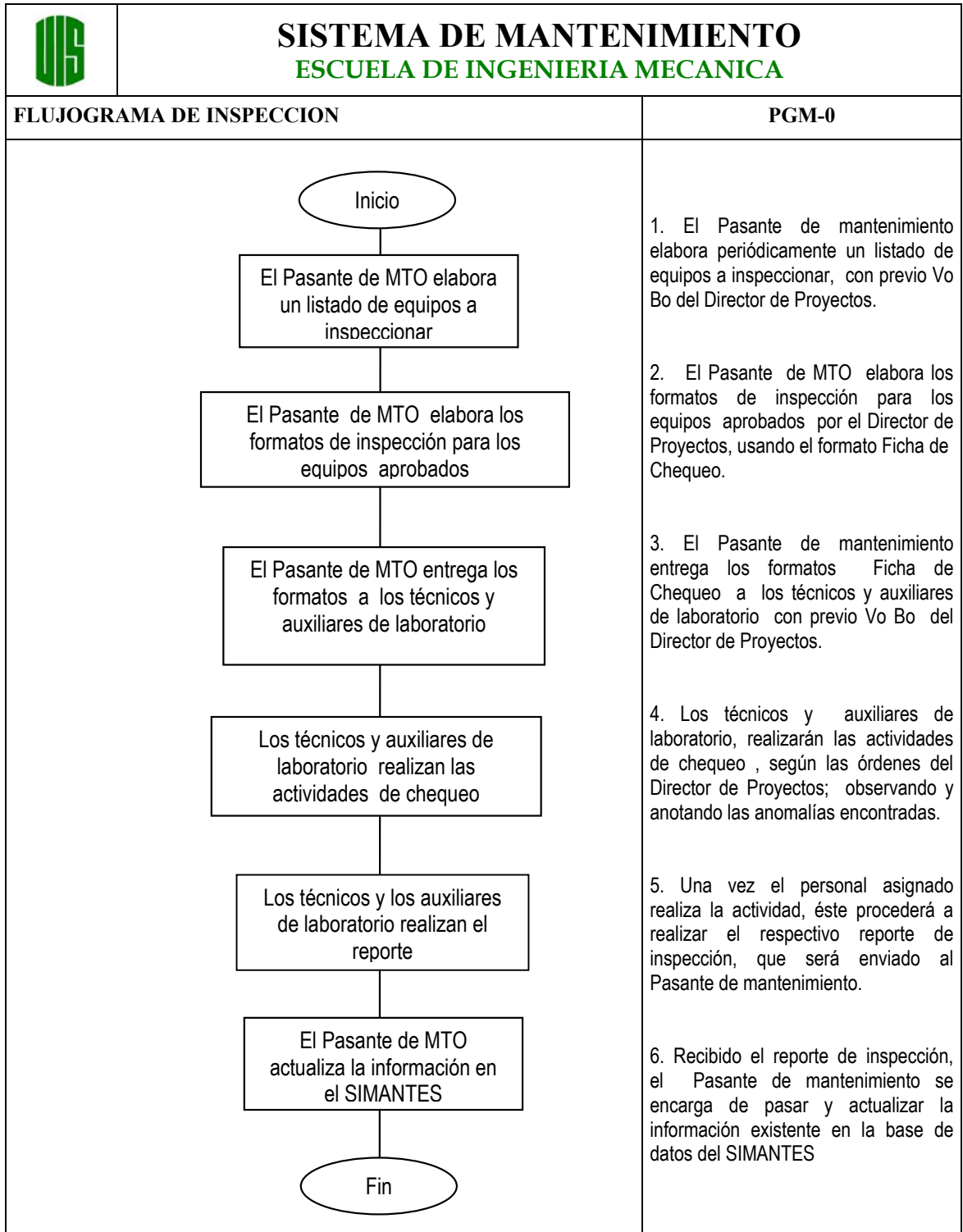



Tabla 12. Ficha Lista de Chequeo

	SISTEMA DE MANTENIMIENTO ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			
	FORMATO FICHA DE CHEQUEO		FGM -	FECHA
EQUIPO : TORNO PARALELO DE CILINDRAR Y ROSCAR TIPO TUR			CODIGO EQUIPO: TMI-1-07-00	
UBICACION: TALLER DE MECÁNICA INDUSTRIAL				
MECANISMO PARTE	ESTADO			OBSERVACIONES
	B	R	M	
Sistema de sujeción de piezas				
- Cabezal móvil				
- Cabezal fijo				
Sistema de potencia				
- Motor principal				
- Motor de la bomba de				
Sistema de transmisión de				
- Correas				
- Embrague				
Sistema de lubricación				
- Recipiente de aceite				
- Recipiente de aceite				
- Filtro de aceite				
- Bomba de lubricación				
Sistema de control				
- Tablero de control				
- Contactores				
Sistema de refrigeración				
- Bomba de refrigerante				
- Recipiente de				
Sistema de elementos				
- Componentes dinámicos				
- Rodamientos				
- Espigas roscadas				
- Tuercas				
- Tornillos				
- Regletas				
- Chavetas				
- Cuñas				
Estado de revisión: 1	Elaboró: _____ Revisó: _____ Aprobó: _____		Fecha : _____ Fecha : _____ Fecha : _____	

de lubricantes y aire, puntos calientes en los tableros eléctricos y transformadores, conexiones flojas de conductores, temperaturas anormales de los motores y equipos, niveles bajos de lubricantes, desgastes prematuros de elementos, vibraciones anormales, etc

Lubricación. Cuando se habla de procesos industriales no siempre es deseable la presencia de la fricción, ya que en un sistema de piezas que permanecen en contacto y tienen movimiento relativo entre ellas, se genera una pérdida de energía que se manifiesta en el calentamiento de las superficies y en casos extremos en el deterioro y la destrucción de éstas, causando traumatismos en los procesos; es en estos casos que se debe recurrir al uso de lubricantes.

El manejo deficiente de la lubricación en los equipos involucrados en cualquier proceso, repercute significativamente en altos costos de mantenimiento por diferentes causas como la no realización de actividades de lubricación de una manera sistemática o no contar con suficiente capacitación en el tema de la lubricación; a continuación se propone un programa de lubricación que contenga los siguientes aspectos:

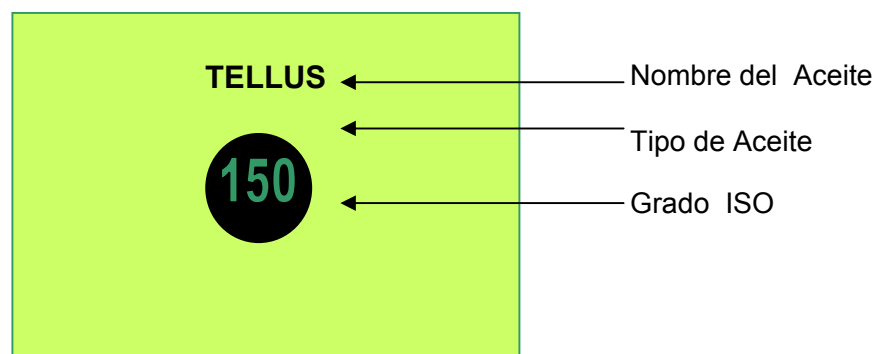
- Codificación.
- Lubricación correctiva.
- Lubricación preventiva.
- Gestión ambiental.
- Capacitación.

Codificación para lubricantes. Para poder estandarizar la información referente a lubricantes, es necesario adoptar una codificación que sirva de identificación en el sitio de trabajo y en el almacén de materiales. Una forma fácil de hacerlo es usando el código de colores, norma ajustada internacionalmente que permite identificar los lubricantes por grupos.

El código de colores para lubricantes consiste en el uso de un color respectivo acompañado por un círculo de un color determinado, que contiene un número que identifica el grado SAE o ISO en los aceites y el grado NLGI (Instituto Nacional de Grasas y Lubricantes) en las grasas, es necesario que la codificación se exponga en el almacén de materiales en una cartelera así como debe figurar en todos los elementos involucrados en la lubricación de equipos (aceiteras, pistolas engrasadoras, mecanismos a lubricar, etc.).

Es recomendable que los elementos de lubricación como las aceitadoras, pistolas engrasadoras, baldes, recipientes de transporte, etc.; sean destinados respectivamente para cada aceite para evitar la mezcla o contaminación de estos. En la figura 26 se dará un ejemplo de codificación de aceite:

Figura 26. Código del aceite Tellus 150



Lubricación Correctiva. La lubricación correctiva consiste en lubricar todos los componentes de los equipos sometidos a fricción con el lubricante, cantidad, método de aplicación y frecuencia correctos. Para poder desarrollar un programa de lubricación correctiva, primero hay que verificar la información que tenga la Escuela en la actualidad, corregirla y elaborar nuevas cartas de lubricación


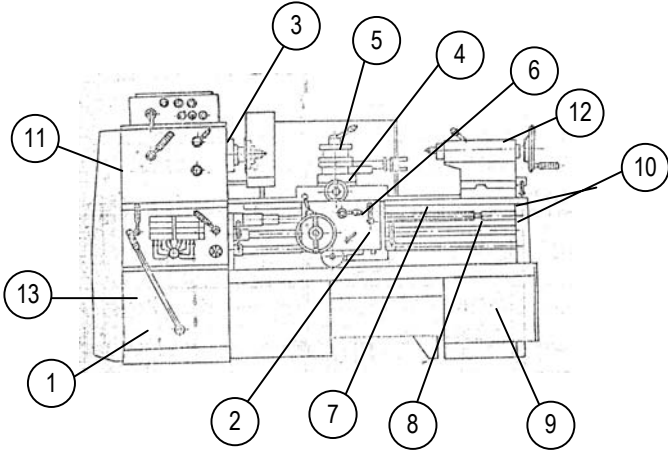
incluyendo la de los equipos nuevos; para cada equipo debe existir un carta de lubricación como la indicada en la tabla 13.

Los pasantes deben mantener actualizadas estas fichas, con las correspondientes observaciones sobre el estado de lubricantes usados según la frecuencia estipulada. Es de resaltar que la lubricación correctiva es una base fundamental del programa de lubricación preventiva, garantiza la calidad de la lubricación de cada uno de los equipos contemplados en el programa de lubricación y elimina la posibilidad de que los equipos fallen catastróficamente.

Para poder implementar de una manera eficiente el programa de lubricación correctiva el sistema de mantenimiento debe considerar las siguientes recomendaciones.

- Comprobar la información de lubricación para los equipos existentes en la Escuela y elaborar cartas de lubricación.
- Instalar válvulas de drenaje en los equipos rotativos que se considere necesarios para drenar el agua y tomar muestras de aceite cuando se requiera.
- Marcar el correcto nivel de aceite en los equipos y verificar que cuenten con indicadores y tubo de venteo.
- Hacer el estudio de lubricantes que se van a utilizar y seleccionarlos teniendo en cuenta: tipo, cantidad, calidad, frecuencia, suministros, asistencia técnica, consumo de energía y costos.

Tabla 13. Ficha de lubricación

		SISTEMA DE MANTENIMIENTO ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	
FORMATO DE FICHA DE LUBRICACION		FGM – 18	FECHA: 21 / 10 / 05
EQUIPO : TORNO PARALELO DE CILINDRAR Y ROSCAR TPOTUR – 50 S 2800		CODIGO EQUIPO: TMI-1-07-00	
UBICACION: TALLER DE MECANICA INDUSTRIAL			
GRAFICO 		PARTES A LUBRICAR 1. Depósito de aceite del engranaje de desmultiplicación 2. Depósito de aceite del delantal 3. Cabezal fijo 4. Carro transversal 5. Carro portaherramientas 6. Carro longitudinal 7. Tornillo patrón 8. Barra principal 9. Depósito de refrigerante 10. Apoyos traseros de los husillos guía y de cilindrar 11. Ruedas de cambio 12. Cabezal móvil 13. Motores eléctricos	
PARTE	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	LUBRICANTE
1	Comprobar el nivel de aceite que se muestra en el indicador de nivel y llenar si es necesario	Cada vez que se use	Aceite ISO 68 Circulante
	Rellenar de aceite hasta completar el nivel del indicador	Cada dos meses	Aceite ISO 68 Circulante
	Cambiar el aceite	Cada año	Aceite ISO 68 Circulante
2	Comprobar el nivel de aceite que se muestra en el indicador de nivel y llenar si es necesario	Cada vez que se use	Aceite Industrial ISO 68
	Rellenar de aceite hasta completar el nivel del indicador	Cada dos semanas	Aceite Industrial ISO 68
	Cambiar el aceite	Cada año	Aceite Industrial ISO 68
3	Comprobar el indicador del pasaje de aceite	Cada vez que se use	Aceite ISO 68 Circulante
4	Rellenar mediante bomba en el niple de engrase	Cada vez que se use	Aceite ISO 68 Circulante

5	Rellenar mediante bomba en los 3 niples de engrase	Cada vez que se use	Aceite ISO 68 Circulante
6	Apretar la válvula y desplazar el carro en marcha rápida 2 veces sobre las guías de la bancada	Cada vez que se use	Aceite Industrial ISO 68
7	Rellenar de refrigerante, hasta una altura de 20 mm debajo del canto del recipiente	Cada vez que se use	Aceite de emulsión E (PN)
	Descargar el refrigerante por el tapón de descarga y limpiar el recipiente	Cada semestre	Aceite de emulsión E (PN)
8	Rellenar mediante bomba en el niple de engrase	Cada semana	Aceite ISO 68 Circulante
9	Engrasar con grasa y grafito	Cada semana	Grasa LT 23
10	Rellenar mediante bomba de engrase los 2 niples de engrase	Cada semana	Grasa LT 23
	Rellenar mediante bomba de engrase los 6 niples de engrase	Cada bimestre	Grasa LT 23
11	Lavar el filtro	Cada bimestre	Usar ACPM
12	Engrasar los rodamientos	Cada año	Grasa LT 23

- Pegar a todos los equipos rotativos una placa donde aparezca la marca y el nombre del lubricante que se está utilizando, esta placa va pintada de acuerdo al código de colores y su convención debe ser la correcta.

- Adquirir aceiteras para cada tipo de aceite con capacidad suficiente (1 galón) para completar los niveles necesarios y algunas con capacidad mayor (5 galones) para realizar los cambios.

- Identificar los recipientes con el código de colores correspondiente a cada tipo de aceite y marcarlos con el grado de clasificación.

- Implementar el uso de una pistola engrasadora para cada tipo de grasa, identificándola con el código de colores.

- Especificar en los equipos los lubricantes utilizados de acuerdo con el código de colores y las frecuencias de lubricación.

- Verificar diariamente el estado de lubricación de cada uno de los equipos teniendo en cuenta completar niveles de aceite, drenar el agua y cambiar los

aceites quemados

Es requisito tener en cuenta la información real de lubricación de todos los equipos y contar con la intervención de personal calificado como lo son los técnicos, auxiliares y profesores, a continuación se sugiere tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Catálogos de los fabricantes de los equipos.
- Métodos de cálculo en Ingeniería de lubricación cuando no se conozcan las recomendaciones del fabricante del equipo.
- Experiencia del personal de mantenimiento y de los profesores.
- Reportes estadísticos de los programas de lubricación que la Escuela haya desarrollado hasta el momento

Lubricación preventiva. El programa de lubricación preventiva consiste en lubricar los equipos con una frecuencia constante, después de haber desarrollado una lubricación correctiva; garantizando la lubricación de todos los equipos existentes en la Escuela y racionalizando el consumo de lubricantes, permitiendo a su vez corregir los problemas de lubricación que se vayan presentando en estos.

Para el desarrollo del programa de lubricación preventiva se implementarán rutinas de lubricación previstas en el programa sistemático de los equipos, teniendo en cuenta que existan recursos como: insumos, herramientas y talento humano suficiente para realizar la actividad. Estos recursos serán gestionados semestralmente en conjunto con las demás actividades de mantenimiento preventivo.

Es requisito haber realizado correctamente el programa de lubricación correctiva en todos los equipos de la Escuela y contar con la intervención de personal

calificado como son los técnicos y auxiliares. También es necesario implementar en forma sistematizada y bajo frecuencias constantes la información de la lubricación recopilada en el programa de lubricación correctiva.

El Director de Proyectos auxiliado por el Pasante de mantenimiento planeará y programará rutinas de lubricación basándose en la información consignada en las cartas de lubricación y en el SIMANTES 1.0, estas serán ejecutadas por los técnicos y auxiliares de mantenimiento en elementos, sistemas o máquinas con el fin de desarrollar una correcta tarea de lubricación preventiva en estos. Estas rutinas se organizarán de tal forma que permitan trazar rutas de lubricación que hagan un recorrido por los equipos de la Escuela y permitan inspeccionar visualmente el estado de la lubricación, nivel de aceite, estado, contaminación, alta temperatura, válvula de drenaje y cualquier anomalía que este incidiendo en la correcta lubricación de éste

Las rutas de lubricación se desarrollan bajo una programación y una rutinas predeterminadas para facilitar la disponibilidad del técnico y maximizar los tiempos.

Gestión Ambiental. Para minimizar el efecto negativo que producen los aceites usados en el medio ambiente, tanto interno como externo de la Escuela; se debe desarrollar e implementar alguna estrategia, como el uso de lubricantes sintéticos de tercera generación, que sean mas biodegradables que los minerales y que permitan cumplir las frecuencias entre cambios de aceite, dando lugar a un menor volumen de aceite y a una menor contaminación del ambiente. Esta labor será desarrollada por los pasantes de mantenimiento.

Capacitación. Para que los programas de lubricación tengan éxito en la Escuela, se debe contar con capacitación teórico - practica en tribología y lubricación para el personal del sistema de mantenimiento, esta capacitación se


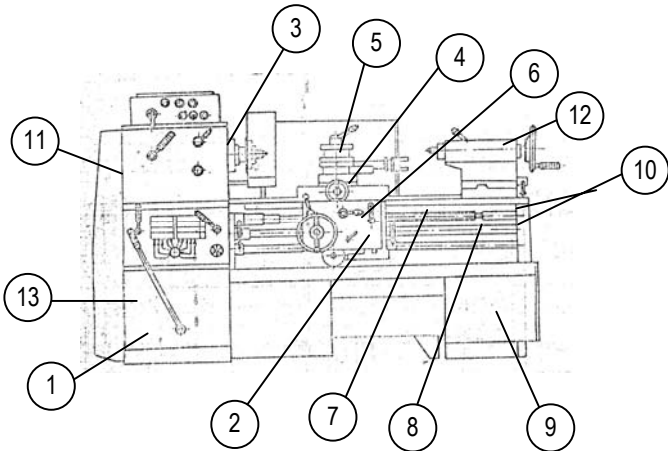
puede hacer en convenio con instituciones de formación profesional y técnica como es la UIS y el centro industrial del SENA que prestan servicios de preparación en esta área. Es necesario que este conocimiento se desarrolle y multiplique entre los técnicos, auxiliares y estudiantes involucrados en el sistema.

- **Mantenimiento Autónomo.** El mantenimiento autónomo comprende el conjunto de actividades que el operario o persona encargada del equipo puede realizar diaria, semanal o quincenalmente con el fin de mantener en buen estado la máquina. Estas actividades comprenden tareas de limpieza, lubricación, pequeños ajustes mecánicos y pequeños ajustes eléctricos que se pueden hacer sin necesidad de una minuciosa planeación y programación ya que son propias del cuidado y operación permanente del equipo y dependen del conocimiento que el operario tenga de este; es de recordar que el mantenimiento preventivo empieza con el cuidado que el operario tenga con el equipo (mantenimiento autónomo).

El Director de Proyectos escogerá los equipos que tendrá el programa de mantenimiento autónomo, para esto se realizará la ficha de mantenimiento autónomo que contiene las actividades a realizar, su frecuencia y una descripción de las partes del equipo involucradas en este mantenimiento como lo indica la tabla 14, esta ficha será ubicada en un lugar visible.

Los operarios de los equipos y los auxiliares de laboratorio serán los responsables de las actividades de mantenimiento autónomo que programe el sistema; el profesor responsable del laboratorio en conjunto con el Director de Proyectos acordaran cuales de estas actividades se pueden programar a los auxiliares que trabajan en los equipos de laboratorio, los estudiantes también realizarán este tipo de actividades que estarán incluidas en los procedimientos de prácticas de laboratorio; con el fin de crear una cultura del mantenimiento en la Escuela.

Tabla 14. Ficha de mantenimiento autónomo

	SISTEMA DE MANTENIMIENTO ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	
FICHA DE MANTENIMIENTO AUTONOMO	FGM - 17	FECHA: 21 / 10 / 05
EQUIPO : TORNO PARALELO DE CILINDRAR Y ROSCAR TPOTUR – 50 S 2800	CODIGO EQUIPO: TMI-1-07-00	
UBICACION: TALLER DE MECANICA INDUSTRIAL		
GRAFICO		PARTES VITALES
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Depósito de aceite del engranaje de desmultiplicación 2. Depósito de aceite del delantal 3. Cabezal fijo 4. Carro transversal 5. Carro portaherramientas 6. Carro longitudinal 7. Tornillo patrón 8. Barra principal 9. Depósito de refrigerante 10. Apoyos traseros de los husillos guía y de cilindrar 11. Ruedas de cambio 12. Cabezal móvil 13. Motores eléctricos
NORMAS A CUMPLIR POR EL OPERADOR		
<p>CADA VEZ QUE SE USE</p> <p>Cabezal fijo : Comprobar el nivel del aceite en el indicador del pasaje de aceite 29.</p> <p>Carro longitudinal : Apretar la válvula y desplazar el carro en marcha rápida 2 veces sobre las guías de la bancada.</p> <p>Recipientes de aceite : Comprobar el nivel de aceite en los indicadores de nivel del engranaje de desmultiplicación y del delantal o carro respectivamente.</p> <p>Recipiente del refrigerante : Rellenar de refrigerante, hasta una altura de 20 mm debajo del canto del recipiente</p>		

SEMANALMENTE	
Bancada transversal	: Lubricación
Bancada longitudinal	: Lubricación
Carro transversal	: Rellenar mediante bomba de engrase en un niple de engrase
Carro portaherramientas	: Rellenar mediante bomba de engrase en tres niples de engrase
Cabezal móvil	: Rellenar mediante bomba de engrase en dos niples de engrase
Equipo	: Limpieza externa
Lira de ruedas de cambio	: Engrasar con grasa y grafito
Apoyo trasero del husillo guiador	: Rellenar mediante bomba de engrase en un niple de engrase
Apoyo trasero del husillo de cilindrar	: Rellenar mediante bomba de engrase en un niple de engrase
NORMAS DE SEGURIDAD A TENER EN CUENTA	
No se debe limpiar y engrasar la máquina sino después de separarla de la red	

- **Mantenimiento Sistemático.** También es llamado mantenimiento preventivo basado en el tiempo y consiste en el conjunto de actividades preventivas que se puedan planear y programar de acuerdo a la intensidad horaria con que labore el equipo. Es propio de este mantenimiento realizar tareas de limpieza, lubricación, mecánicas, eléctricas o de instrumentación que el fabricante recomiende en el manual del equipo; es de resaltar que el mantenimiento sistemático será el encargado de organizar y complementar el conjunto de actividades que desarrollarán el programa de mantenimiento preventivo.

Proceso. El conjunto de actividades a desarrollar en el proceso de mantenimiento sistemático han sido planeadas por lo menos con un semestre de anterioridad y todas las actividades que hay que realizar en este tipo de mantenimiento se encuentran consignadas en el SIMANTES 1.0, este conjunto de actividades se ha desarrollado para equipos de taller y de laboratorio, un ejemplo de este tipo de actividades se muestra en la tabla 15.

Tabla 15. Ficha de actividades de mantenimiento sistemático

MECANISMO / PARTE		ACTIVIDAD	* TIPO ACTIVIDAD				FRECUENCIA
			L	M	E	I	
Correas		Revisar tensión en las correas		X			CADA MES
Recipiente de aceite Del cabezal fijo		Rellenar de aceite según el indicador del nivel de aceite, tapón de relleno 10	X				CADA 2 MESES
Cabezal móvil		Rellenar mediante bomba de engrase en seis niples de engrase	X				CADA 2 MESES
Filtro de aceite		Lavar el filtro	X				CADA 2 MESES
Recipiente del aceite del carro		Rellenar de aceite según el indicador del nivel de aceite 61, tapón de relleno 11	X				CADA 3 MESES
Tablero de control		Revisar y limpiar según procedimiento PGM - 09			X		CADA 3 MESES
Embrague		Verificar el correcto funcionamiento		X			CADA AÑO
Contactores		Verificar el funcionamiento según procedimiento PGM – 05			X		CADA 6 MESES
Bomba de lubricación y bomba de refrigerante		Revisar funcionamiento y estado	X	X			CADA 6 MESES
Recipiente del refrigerante		Descargar el refrigerante por el tapón de descarga y limpiar el recipiente	X				CADA 6 MESES
Componentes dinámicos de la maquina		Realizar actividades unidas a la averiguación del grado de desgaste y de daño de componentes. Determinar los síntomas y las consecuencias del desgaste de los componentes (Deformaciones de la superficies, juegos engrandecidos, movimientos perdidos y tolerancias aumentadas) con ayuda de herramientas de medición de precisión. Aportar a sanar los primeros síntomas del desgaste excesivo inmediatamente, para evitar el aumento del desgaste y con eso las averías. Se puede combinar las revisiones periódicas con pequeñas renovaciones.		X			CADA 1500 HORAS
Recipientes del aceite		Cambiar aceite, orificio de descarga 208, orificio de relleno 10, indicador del nivel de aceite 60. Cambiar aceite, orificio de descarga AM 14 x 1,5, orificio de relleno 11, indicador del nivel de aceite 61.	X				CADA 2000 HORAS
Rodamientos		Cambio de rodamientos previstos para vida de servicio corta		X			CADA 2600 HORAS

Espigas roscadas, tuercas de apriete y tornillos de apriete	Cambio de los elementos gastados		X			CADA 2600 HORAS
Chavetas de ajuste, Regletas, cuñas de ajuste	Cambio o reparación de las chavetas de ajuste, reparación de las roscas entalladas en agujeros de regletas, de cuñas de ajuste, etc.		X			CADA 2600 HORAS
Equipo	Revisión general y limpieza general	X	X	X	X	CADA AÑO
Correas	Cambiar si es necesario		X			CADA AÑO
Rodamientos de los motores	Engrasar	X				CADA AÑO
Motores	Revisión general según procedimiento PGM – 07 PGM – 08	X	X	X		CADA 2 AÑOS
Rodamientos, componentes de husillos, componentes de ruedas dentadas,	Cambio o reparación de rodamientos y componentes que fueron cambiados en la primera renovación, de husillos, de ruedas dentadas, etc.		X			CADA 8000 HORAS
Guías de la bancada	Limpiarlas, pero no raspar o rectificar porque eso podría ocasionar modificaciones de las medidas de la superficie, pudiendo ocasionar una reparación general.		X			CADA 8000 HORAS
Equipo	Renovación general (Reparación general), Comprende: La revisión y reparación de todos los componentes de la maquina inclusive la rectificación de las guías de la bancada. Se pude modernizar la maquina.	X	X	X	X	CADA 24000 HORAS

* Nomenclatura del tipo de actividad:

L = Actividad lubricación.

M = Actividad mecánica.

E = Actividad eléctrica.

I = Actividad de instrumentación

Planeación. El Director de Proyectos escoge los equipos e instalaciones que a su criterio considere deben estar incluidos en el programa de mantenimiento sistemático de acuerdo a su importancia dentro las actividades (pedagógica, administrativa, investigativa, productiva, seguridad operativa y ambiental) de la Escuela, una vez definidos los equipos por parte del Director de Proyectos, el Pasante de Mantenimiento planeará las actividades a realizar, las partes involucradas y la frecuencias, ingresando esta información al formulario actividades de mantenimiento preventivo del SIMANTES 1.0.

Semestralmente el Director de Proyectos realizará un presupuesto estimado de las actividades del programa y gestionará recursos como insumos, repuestos, herramientas y talento humano que en su momento serán necesarios para programar la actividad.

El Director de Proyectos consultará en el SIMANTES 1.0 con una semana de anterioridad la lista de actividades a realizar y verificará que los recursos se encuentren en su totalidad, si en la Escuela se encuentra todo, procederá a programar la actividad, pero si ve la necesidad de realizar la actividad por medio de la División de Mantenimiento Tecnológico o contratación externa, consultará al Director de Escuela para que éste de el Vo Bo y realice la gestión adecuada para programar la actividad.

Para la planeación del mantenimiento preventivo se debe tener en cuenta:

- Realizar un inventario de las partes más importantes de un equipo.
- Agrupar las partes por sistemas para permitir una mejor organización.
- Asignar las actividades a desarrollar a cada parte.
- Estimar el costo total del mantenimiento preventivo.

Programación. De acuerdo a la disponibilidad de los recursos el Director de Proyectos selecciona los equipos escogidos en la planeación para que sean programadas las actividades de mantenimiento sistemático en el SIMANTES 1.0 con una semana de anterioridad, asignando el técnico para realizar dicha actividad. El Director de Proyectos realiza la programación del mantenimiento sistemático desactivando las fechas de mantenimiento preventivo en el SIMANTES 1.0 a los equipos que forman parte del plan pero no se van a programar.

Para que no hayan contratiempos en el transcurso de las actividades a realizar el Director de Proyectos informará con anticipación a los encargados de área (Profesores y Técnicos), con el fin de que el mantenimiento en la Escuela no interrumpa los servicios que prestan.

Ejecución. El técnico asignado recibe la orden de trabajo para el mantenimiento sistemático mediante un reporte que el Pasante de Mantenimiento le enviará el último día de la semana anterior a la semana programada, debiendo ejecutar las actividades en las fechas estipuladas.

Realizada la reparación, la orden de trabajo se cierra cuando el técnico elabora el reporte de trabajo y se lo entrega al pasante de mantenimiento para que lo ingrese al SIMANTES 1.0.

- **Producción de partes.** Consiste en la elaboración propia de elementos, repuestos, instrumentos, equipos y medios que se fabricarán para cumplir con solicitudes externas o internas del sistema de mantenimiento; para ello el sistema de mantenimiento encuentra apoyo en los talleres de mecánica industrial y metalistería, además del servicio de Control Numérico Computarizado ofrecido por el laboratorio de Sistemas Flexibles de Manufactura. El talento humano encargado de la producción de partes es:

Pasante de Mantenimiento

Pasante de Producción

Técnicos de Producción (técnicos A de los talleres y técnico CAP en CNC)

Director de Proyectos

Director de Escuela

Las solicitudes de producción internas o externas deben ser dirigidas al Director de Escuela, quien a su vez las remitirá al Director de Proyectos o a un profesor

responsable. El Profesor o el Director de Proyectos junto al Pasante de Producción, realizarán el análisis técnico, económico y de disposición de recursos de la solicitud determinando la viabilidad técnica, la disposición de equipos y de personal .

El Director de Escuela evaluará la solicitud basándose en el análisis enviado por el Profesor o el Director de Proyectos. El Director de Escuela toma la decisión de si procede a desarrollar la solicitud y en caso de no aprobar la solicitud, se le comunicará al solicitante que no es factible hacerlo y se pondrá fin al proceso.

En caso de aprobar la solicitud el Director de Escuela le comunica al cliente el proceso, forma de pago, condiciones y plazo. En caso de que el cliente acepte, el Director de Escuela procederá a generar la OT y la solicitud será ingresada por el Pasante de Mantenimiento al SIMANTES; en caso contrario la solicitud será cancelada.

El Profesor o el Director de Proyectos junto al Pasante de Producción planearán la actividad y gestionarán los materiales e insumos necesarios para el cumplimiento de la orden de trabajo, luego se programará la fecha para la realización de esta una vez estén disponibles los recursos.

El Pasante de Producción enviará la orden de trabajo a los técnicos del laboratorio de Sistemas Flexibles de Manufactura y de los talleres de metalistería y mecánica industrial según corresponda y el operario asignado realizará la labor de producción, de acuerdo a lo estipulado en la OT.

Una vez concluido el trabajo, los elementos producidos podrán ser almacenados en la bodega del sistema de mantenimiento y el técnico realiza el reporte diligenciando el respectivo comprobante de servicio que será enviado al Pasante

de Mantenimiento para que lo ingrese al SIMANTES con el Vo Bo del responsable de la producción.

Así mismo el Pasante de Producción debe informar a el responsable de la tarea de producción (Profesor o el Director de Proyectos) para que este comunique al Director de Escuela de la finalización del trabajo y este realice la entrega de la producción según lo acordado con el cliente, poniendo fin al proceso. El proceso anteriormente descrito para producción de partes se ilustra en la figura 27.

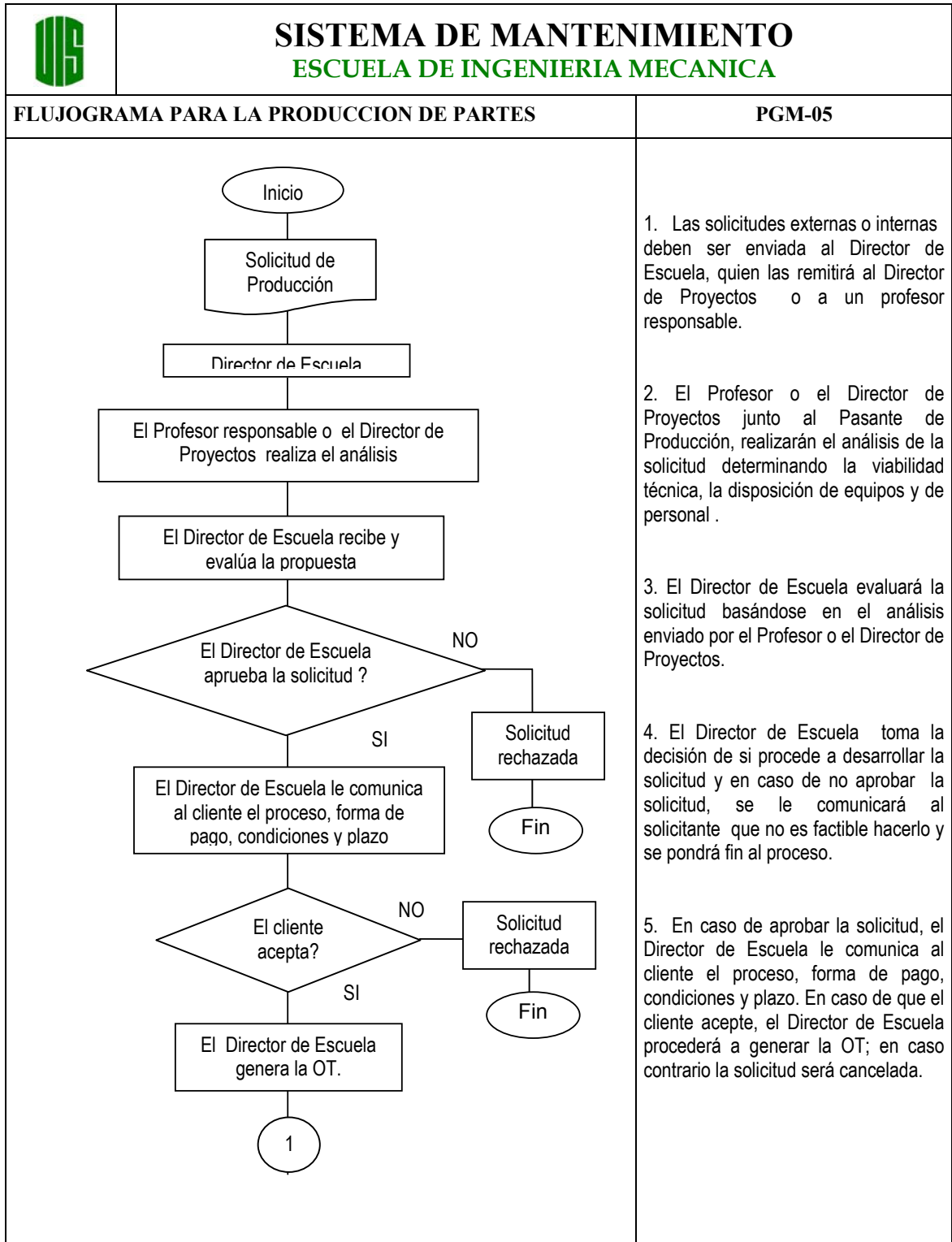
4.2 ACTIVIDADES DE ORGANIZACION

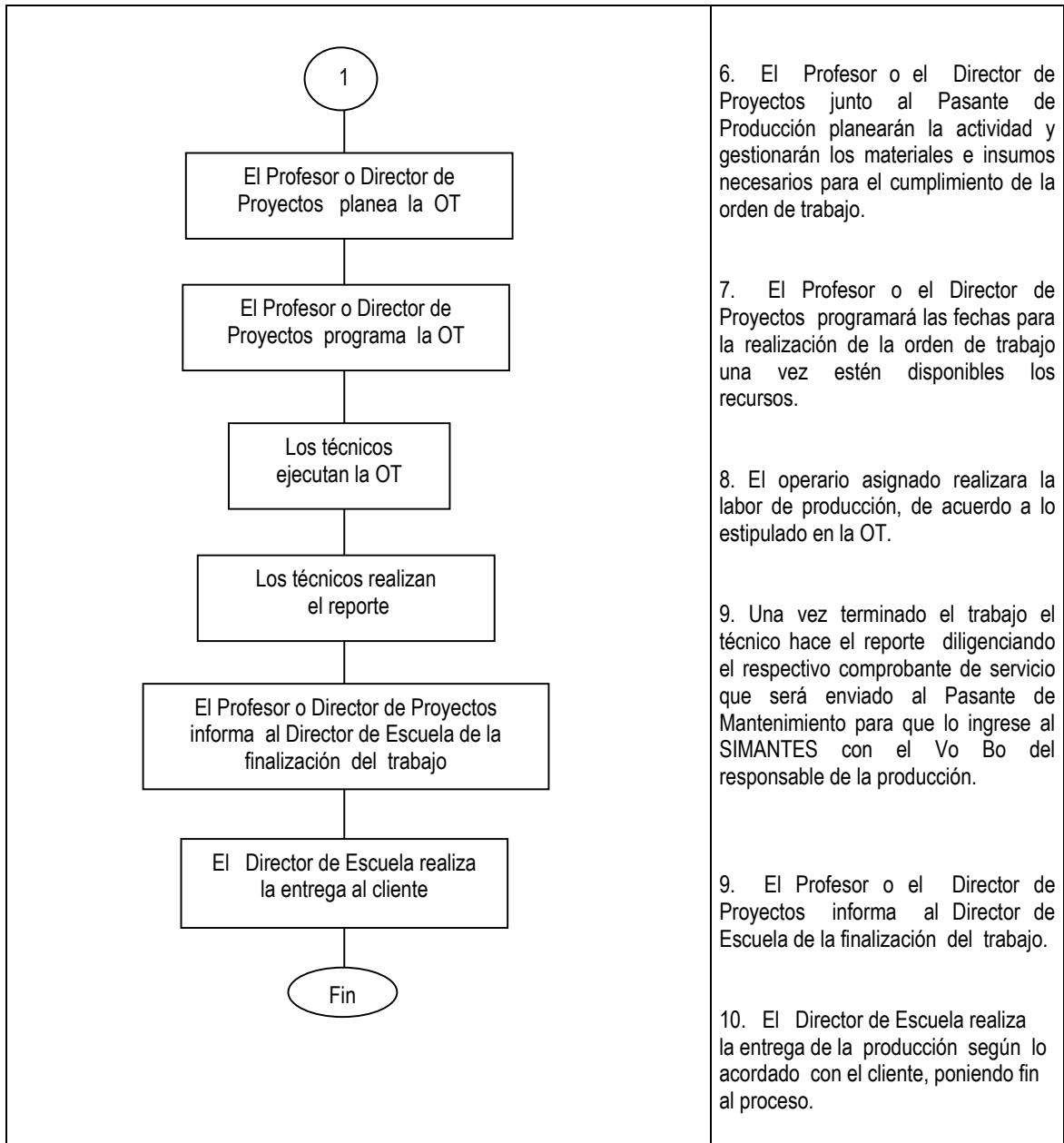
La organización del sistema mantenimiento de la Escuela incluye lo siguiente:

1. Estructura organizacional
2. Funciones del talento humano.
3. Instalaciones para el sistema de mantenimiento
4. Salud Ocupacional.
5. Gestión ambiental.

4.2.1 Estructura organizacional. El Sistema de Mantenimiento para la Escuela de Ingeniería Mecánica está organizado de una forma centralizada y se encarga de las labores de mantenimiento en los equipos, instalaciones e infraestructura física de ésta. Será presidido por el Director de Escuela y éste a su vez estará asistido por el Director de Proyectos que junto a un Pasante de Mantenimiento y un Pasante de Producción se encargarán de asignar actividades al cuerpo de Técnicos y Auxiliares de laboratorios para que desarrollen las tareas programadas, su estructura organizacional se puede ver en la figura 28.

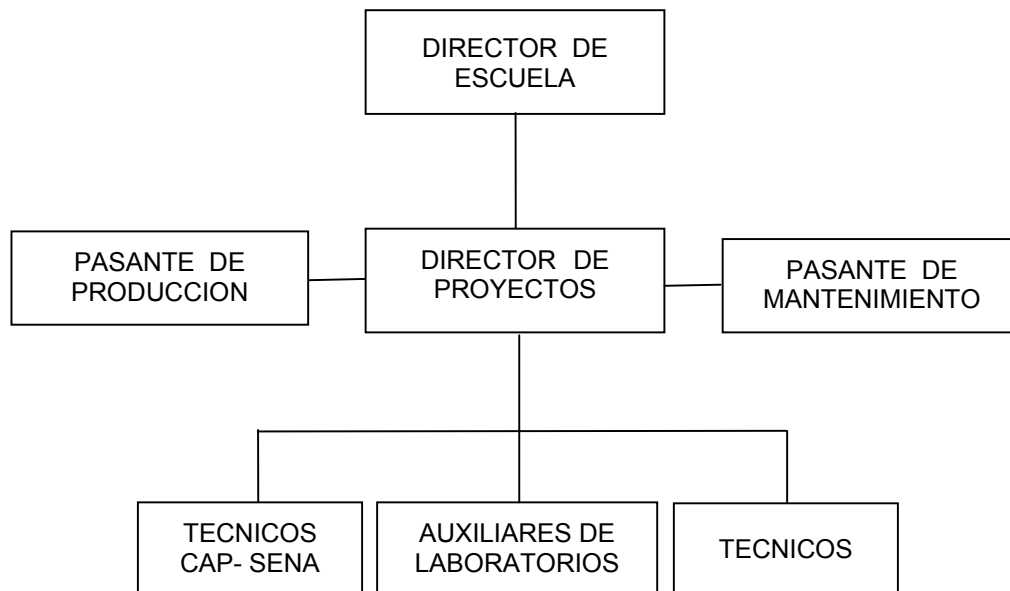
Figura 27. Flujograma para la producción de partes





4.2.2 Funciones del talento humano del sistema de mantenimiento. Para que el talento humano involucrado en el sistema de mantenimiento tenga conocimiento de sus responsabilidades, se presenta a continuación para cada uno de ellos el respectivo conjunto de funciones a cumplir.

Figura 28. Estructura organizacional del sistema de mantenimiento



* **Funciones del Director del Escuela.** El Director del Sistema de Mantenimiento de la Escuela de Ingeniería mecánica es el Director de Escuela y tiene las siguientes funciones:

1. Definir las política general, los planes y los programas que debe llevar a cabo el sistema.
2. Gestionar los recursos que garanticen la calidad del sistema para el logro del éxito de su misión.
3. Controlar la gestión de calidad.
4. Apoyar junto al Director de Proyectos la formación, entrenamiento y calificación del personal del sistema.
5. Administrar, coordinar y velar por la ejecución de las actividades.

6. Gestionar, dirigir y coordinar la verificación de la calidad de los equipos usados en la Escuela.

7. Coordinar el estudio y la aprobación de aquellas solicitudes de servicio que ameriten un análisis profundo, para evaluación de nuevos proyectos, establecimiento real de prioridades de trabajo y programas de reducción de costos.

8. Dar el visto bueno en la adquisición de equipos, repuestos y materiales.

* **Funciones del Director de Proyectos.** El Director de Proyectos de la Escuela de Ingeniería mecánica tiene las siguientes funciones:

1. Recibir las solicitudes de servicio de mantenimiento correctivo y preventivo, proveniente de profesores, pasantes, y estudiantes de la Escuela.

2. Analizar la solicitud y su factibilidad, elaborando los presupuestos y el proyecto correspondiente para presentarlo a la Dirección de Escuela cuando se requiera o proceder a ejecutarlo si es el caso.

3. Planear, coordinar y desarrollar los programas de mantenimiento correctivo y preventivo de los equipos de la escuela a fin de garantizar su confiabilidad y superar su vida útil.

4. Estudiar la conveniencia de reposición y/o modernización de los equipos actuales y selección de la tecnología adecuada que permitan asegurar la eficiencia de los procesos.

5. Dirigir, coordinar y controlar los programas de inspección, limpieza y lubricación de los equipos para garantizar la seguridad de las operaciones.

6. Dirigir, coordinar y controlar el mantenimiento de la infraestructura de la Escuela.
7. Estar informado acerca de las prácticas de la industria, nuevos métodos, equipos y materiales y de las innovaciones tecnológicas con el fin de capitalizar conocimiento y ponerlas en práctica en el sitio de trabajo.
8. Realizar las tareas correspondientes para la adquisición de equipos, repuestos, ó materiales garantizando que cumplan con las especificaciones técnicas solicitadas por parte de la Dirección.
9. Codificación de repuestos y equipos.
10. Hacer seguimiento a todas las órdenes de trabajo para informarle al solicitante interno sobre su estado y garantizar el cumplimiento de los programas de mantenimiento.
11. Mantener actualizada e informatizar la información referente a los equipos, hoja de vida, fichas técnicas, ordenes de trabajo y catálogos que sean verdadera fuente de consulta.
12. Planear, coordinar, desarrollar y controlar los proyectos de mantenimiento para que se ejecuten en el tiempo estipulado, con las normas exigidas y la calidad requerida.
13. Coordinar el análisis de contratos de obras, mediante el estudio de propuestas y cotizaciones para seleccionar la alternativa que represente el mejor beneficio económico y técnico para la Escuela.
14. Programar, coordinar y orientar las actividades del personal a cargo, identificar las necesidades de capacitación, evaluar su desempeño con el fin de lograr una alineación del grupo con los objetivos del área.

15. Elaborar y modificar los procedimientos mediante el análisis de la situación actual para mejorar continuamente el desarrollo de las actividades administrativas y operativas del mantenimiento.

16. Apoyar el programa de salud ocupacional en el área con el fin de evitar accidentes que puedan ocasionar lesiones al personal y pérdidas económicas a la Escuela.

17. Contribuir en la elaboración y control, del presupuesto anual del Sistema con el propósito de optimizar los recursos asignados.

18. Colaborar con los profesores en la presentación de propuestas o proyectos de mejoramiento de laboratorios y en los casos de producción por encargos de entidades o personas externas.

19. Presentar a la dirección de la Escuela un informe mensual del desempeño del sistema.

* **Funciones del Pasante de Mantenimiento.** El Pasante de Mantenimiento es un estudiante de pregrado de la Escuela que está cursando la materia Mantenimiento y sus funciones serán:

1. Asistir al Director de Proyectos en el desarrollo de la gestión de mantenimiento.

2. Elaborar las listas de chequeo de todos los equipos.

3. Informar al Director de Proyectos sobre las anomalías o daños, fallas o defectos de los equipos y presentar un plan de trabajo si es el caso.

4. Revisar el sistema de información semanalmente y elaborar una lista de las

actividades de mantenimiento sistemático y presentarla al Director de Proyectos, junto a los requerimientos de herramientas, materiales, insumos y personal requerido.

5. Inspeccionar el cumplimiento de las actividades e informar al Director de Proyectos.

6. Actualizar la base de datos y realizar nuevos registros.

7. Actualizar y generar los formatos de mantenimiento autónomo, e informar al Director de proyectos su cumplimiento y a los técnicos y auxiliares su metodología.

8. Mantener actualizadas las cartas de lubricación con las correspondientes observaciones sobre el estado de lubricantes usados según la frecuencia estipulada.

9. Minimizar los efectos negativos que producen los diferentes equipos o procesos en el ambiente interno y externo de la Escuela.

* **Funciones del Pasante de Producción.** El Pasante de Producción o mantenimiento mejorativo es un estudiante de pregrado de la Escuela que este cursando la materia Mantenimiento y sus funciones serán:

1. Asistir a los Profesores y al Director de Proyectos en el desarrollo de la gestión de producción.

2. Asistir a los técnicos en el cumplimiento de las órdenes de trabajo de producción, con previa autorización del Director de Proyectos.

3. Verificar el cumplimiento de las ordenes de trabajo de producción e informar al Director de Proyectos.

4. Informar al Pasante de mantenimiento para actualizar la base de datos cuando se cumpla una orden de trabajo.

5. Proponer planes de mantenimiento mejorativo para laboratorios específicos.

* **Funciones de los técnicos.** El sistema contará con cinco técnicos de los cuales tres pertenecen a la Escuela y los dos restantes prestan sus servicios como técnicos pasantes CAP del SENA. La Universidad clasifica a cada técnico de acuerdo a una escala de categorías establecidas por normas generales como se indica a continuación:

1. Técnico A : está encargado del mantenimiento en laboratorios y de la producción en el taller de mecánica industrial, tiene como función desarrollar las actividades de mantenimiento y la fabricación de piezas mecánicas indicadas por el Director de Escuela o el Director de Proyectos .

2. Técnico A: está encargado del mantenimiento en laboratorios y de la producción en el taller de metalistería, tiene como función desarrollar las actividades de mantenimiento y producción indicadas por el Director de Escuela o el Director de Proyectos.

3. Técnico B: está encargado del mantenimiento en laboratorios, su función es desarrollar actividades de mantenimiento general en la Escuela determinadas por el Director de Escuela o el Director de Proyectos tanto en laboratorios como en la planta física.

4. Técnico pasante CAP – SENA en CNC: está encargado de la producción en el laboratorio de Sistemas Flexibles de Manufactura tiene como función la fabricación de piezas indicadas por un Profesor o el Director de Proyectos, que se necesiten para el desarrollo de actividades de producción.

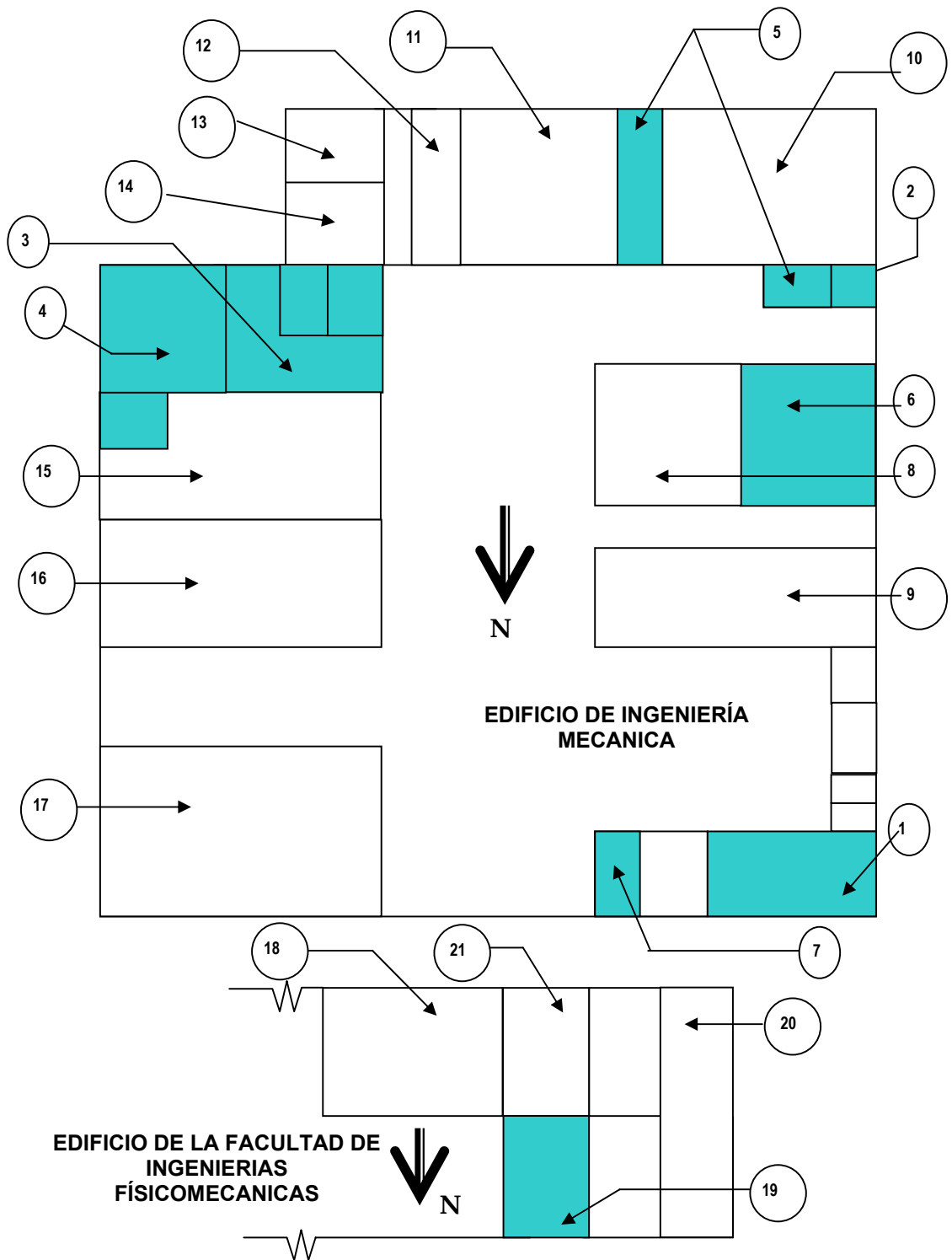
5. Técnico pasante CAP – SENA en mantenimiento mecánico y general: tiene como función apoyar el desarrollo de actividades de mantenimiento general en los equipos, maquinas e instalaciones de la Escuela.

* **Funciones de los auxiliares de laboratorios.** Actualmente cada laboratorio cuenta con un grupo auxiliares de laboratorios, dirigidos por su respectivo jefe de auxiliares los cuales deberán realizar las actividades mantenimiento autónomo, sistemático y puesta a punto de equipos; estas actividades serán determinadas de común acuerdo entre el profesor encargado del laboratorio y el Director de Proyectos para que sean desarrolladas en los equipos respectivos de cada laboratorio, la información para mantenimiento autónomo y puesta a punto podrá ser consultada en el formulario de procedimientos generales que se encuentra en el sistema de información computarizado de la Escuela.

4.2.3. Instalaciones para el sistema de mantenimiento La infraestructura física del Sistema de Mantenimiento de la Escuela se ubicará en las instalaciones Escuela de Ingeniería Mecánica y su distribución se indica en la figura 29.

El sistema cuenta con una oficina de mantenimiento, un taller de metalistería, un taller de mecánica industrial y un almacén de repuestos y materiales. También cuenta con el apoyo tecnológico del laboratorio de Sistemas Flexibles de Manufactura en la elaboración y maquinado de partes necesarias para el desarrollo de las actividades de mantenimiento mejorativo, así como del laboratorio de vibraciones mecánicas en las labores de mantenimiento predictivo y de la secretaria del posgrado en Gerencia del Mantenimiento en asistencia administrativa.

Figura 29. Distribución de la planta física del sistema de mantenimiento dentro de la Escuela de Ingeniería Mecánica



1. Oficina del Director de Escuela.
2. Oficina del Director de Proyectos.
3. Taller de Metalistería
4. Taller de Mecánica Industrial.
5. Almacén de Repuestos y Materiales.
6. Laboratorio de Sistemas Flexibles de Manufactura.
7. Oficina del Posgrado en Gerencia del Mantenimiento.
8. Laboratorio de Mecánica de Fluidos.
9. Oficinas de los Profesores.
10. Laboratorio de Sistemas Oleoneumáticos.
11. Laboratorio de Motores e Instrumentación.
12. Laboratorio de Tecnología del Gas.
13. Laboratorio de Diseño de Máquinas.
14. Laboratorio de Mecanismos.
15. Laboratorio de Máquinas Térmicas.
16. Laboratorio de Turbomáquinas Hidráulicas.
17. Salones de clase.
18. Laboratorio CAD.
19. Laboratorio de Vibraciones Mecánicas.
20. Laboratorio de Automatización Industrial.
21. Sala virtual.

* **Oficina del Director de Proyectos.** Estará adecuada con las herramientas informáticas y administrativas necesarias para el desarrollo de su gestión y se ubicará en la zona suroccidental de la Escuela.

* **Talleres.** Estarán ubicados en la zona suroriental de la Escuela y comprenden el taller de metalistería y el taller de mecánica industrial .

Taller de Metalistería. Este taller cuenta con los siguientes equipos: taladro de árbol, segueta mecánica, soldador eléctrico, cilindadora manual, puente grúa, prensa hidráulica, plegadora manual, equipo de esmeril, herramientas motorizadas, herramientas neumáticas y herramientas manuales.

Este taller permite mantener en perfecto estado de funcionamiento equipos relacionados con: calderas, intercambiadores de calor, enfriadores, torres de enfriamiento, filtros, hornos, elevadores, bandas transportadoras, reactores, molinos, tolvas, canaletas de conducción, condensadores, tanques y en general todo equipo conformado por tuberías, perfiles estructurales, láminas, remaches y soldaduras.

También se encarga de la fabricación de partes y equipo auxiliar indispensables en cualquier parte de la Escuela y que se relacionen con el trabajo de metalistería.

Taller de Mecánica Industrial. Este taller cuenta con las siguientes máquinas herramientas: tornos, taladro radial, troqueladora, fresadora, prensas, herramientas motorizadas, herramientas neumáticas, herramientas hidráulicas y herramientas manuales.

Bajo la responsabilidad de esta sección se halla el mantenimiento de todo el equipo de carácter mecánico, tales como: mecanismos de máquinas de proceso, bombas, poleas, acoples, cribas, compresores, reductores, elevadores de cangilones, empacadoras, dosificadores, turbinas, ventiladores, etc.

* **Almacén de Repuestos y Materiales.** Se encuentran ubicados en la zona suroccidental de la Escuela de Ingeniería Mecánica y allí se almacena los repuestos y materiales requeridos para las labores del sistema de mantenimiento.

4.2.4 Salud Ocupacional. El sistema de mantenimiento de la Escuela de Ingeniería Mecánica tendrá en cuenta las siguientes actividades para desarrollar su programa de salud ocupacional:

* **Higiene Industrial.** Se incluirá en la realización de estudios de agentes contaminantes ambientales, de acuerdo a la clase de riesgos profesionales; también estará la evaluación de cada riesgo con base en los límites permisibles y en la implementación de medidas de control. La higiene industrial puede evaluarse manteniendo un registro histórico de las mediciones ambientales realizadas a través del tiempo, para verificar la efectividad de las medidas de control en la fuente y en el medio; y se complementa con el monitoreo periódico de cada riesgo, haciendo énfasis en los puestos de trabajo de mayor riesgo.

* **Seguridad Industrial.** Esta actividad tendrá lugar para la elaboración de normas y procedimientos de trabajo; programas de orden y aseo, mantenimiento y protección de equipos e instalaciones, inspecciones planeadas, elementos de protección personal, investigación de accidentes de trabajo, señalizaciones y recarga de extintores entre otros.

* **Medicina Preventiva y del Trabajo.** Se vinculará en la capacitación del personal del sistema de mantenimiento de la Escuela en prevención de enfermedades generales y profesionales, evaluaciones médicas ocupacionales, diagnóstico de salud y sistemas de vigilancia epidemiológica ocupacional, también se verificará la presencia de botiquines de primeros auxilios en las diferentes áreas de la Escuela. Esta actividad puede ser evaluada llenando los registros estadísticos de morbilidad, ausentismo y accidentes de trabajo.

4.2.5 Impacto Ambiental. En la Escuela de Ingeniería Mecánica los residuos sólidos producto de las actividades técnico-pedagógicas desarrolladas se clasifican en:

* **Orgánicos.** Son los compuestos por restos de comida provenientes de la cafetería como frutas, verduras, cáscaras, etc.

* **Inorgánicos.** Son los residuos que se generan a partir de la producción que se desarrolla en laboratorios, salones, taller y oficinas. Algunos de estos residuos pueden ser: papeles, plásticos, metales, soldadura, etc.

* **Especiales.** Son los residuos considerados con características especiales que puedan producir alto grado de contaminación y es usual que se generen en los talleres y laboratorios, algunos ejemplos de estos residuos son: los aceites, combustibles, grasas, baterías, pilas, pegantes, pinturas y disolventes,

Para contrarrestar la presencia de los anteriores residuos, el Sistema de Mantenimiento de la Escuela presenta las siguientes medidas de control:

- Adecuar canecas en diferentes puntos de la Escuela, teniendo en cuenta los códigos de colores de la Guía Técnica Colombiana.
- Destinar y señalizar una zona para colocar los depósitos de materiales reciclables y no reciclables.
- Dar un manejo adecuado al tratamiento de los aceites usados a nivel interno de la Escuela ó Universidad, o en acuerdo con alguna empresa especializada en esto.

4.3 ACTIVIDADES DE CONTROL

El control en el sistema de mantenimiento, incluye lo siguiente:

1. Control de trabajos.
2. Control de inventarios.

3. Control de costos.
4. Control de calidad.
5. Administración orientada a la calidad y capacitación.

4.3.1 Control de trabajos. El sistema de mantenimiento de la Escuela se pone en movimiento con la demanda de trabajos de mantenimiento y se hace necesario controlarlo para lograr los planes dispuestos, para esto desarrolla documentos que registren la actividad e informen los recursos que fueron aplicados; el principal de estos es la orden de trabajo que se convierte en el corazón del sistema.

4.3.2 Control de inventarios. Por la necesidad que tiene el sistema de mantenimiento de sostener un almacén con materiales y repuestos, así como de verificar la presencia de equipos y herramientas es importante el control de inventarios. Se hará periódicamente y permitirá al Director de Proyectos que es el encargado del almacén controlar un nivel mínimo de materiales y repuestos que puedan estar disponibles para uso cuando se requiera.

4.3.3 Control de costos. Los costos del sistema de mantenimiento tiene varios componentes, que incluyen el mantenimiento directo, la degradación del equipo o los costos de un mantenimiento excesivo y están en función de la filosofía del mantenimiento, los procedimientos y las normas adoptadas por la organización.

El control del costo optimiza todos los costos del sistema y permite lograr los objetivos planteados a un menor precio, el sistema tendrá a cargo de este control al Director de Proyectos y Director de Escuela quienes se basarán en índices de gestión.

* **Índices de Gestión.** Es necesario para el sistema de mantenimiento de la Escuela establecer métodos que le permitan conocer las fluctuaciones de los gastos generados en un período determinado, esto lo hace con el fin de lograr el

control y la mejora continua en el programa de mantenimiento, ya que la naturaleza repetitiva de las actividades de éste, ofrece ventajas en el control de costos, tiempos y procedimientos.

Los métodos necesarios para establecer este tipo de control se pueden implementar con el uso de indicadores de gestión que permitan mostrar la tendencia y el comportamiento de la ejecución del mantenimiento. Semestralmente el Director de Proyectos evaluará un informe de gestión presentado por el Pasante de Mantenimiento donde usará los siguientes indicadores: Índice General de costos de mantenimiento, Índice de Planeación e Índice de costos; estos indicadores se calcularán manualmente apoyándose en los reportes del SIMANTES 1.0.

Índice general de costos de mantenimiento. Se utiliza para la comparación de costos a nivel interno de la Escuela, usando parámetros tales como costos de mantenimiento en un período y el costo de las instalaciones de la Escuela. Su valor no debe superar el 4 %.

$$IGCM = \frac{C.M.P.}{C.I.E.} \times 100$$

Donde CMP = Costos de mantenimiento en un período

CIE = Costos de instalaciones de la Escuela

El CMP corresponde a la sumatoria de los costos de mantenimiento correctivo y preventivo generados en la gestión de recursos como repuestos, insumos, herramientas y mano de obra necesario para la realización de las actividades de mantenimiento en un periodo determinado.

Para calcular los costos del mantenimiento se deben totalizar cada uno de los costos de mantenimiento correctivo y preventivo en el periodo a evaluar para después sumarlos y obtener el CMP, el costo total de mantenimiento correctivo se obtiene imprimiendo un reporte de costos que se genera en el formulario reportes del SIMANTES 1.0. donde se totalizará el valor de costos de mantenimiento correctivo. el costo total de mantenimiento preventivo en un determinado periodo se calcula manualmente basándose en los presupuestos de mantenimiento y en los comprobantes de servicio de MP correspondientes, para esto se hará uso del formato para el cálculo del costo de mantenimiento preventivo que se indica en la Tabla 16.

Los costos de instalaciones de la Escuela (CIE)¹ corresponde al valor actual de las instalaciones físicas, equipos y herramientas que se encuentran bajo responsabilidad de ésta y se calcula con la sumatoria de los valores individuales de instalaciones, equipos y herramientas pudiéndose imprimir un reporte del SIMANTES que indicará el valor individual de cada equipo y la sumatoria total de estos con el precio que figura en inventarios. Los precios que se darán en este reporte están basados en la información que maneja el grupo de inventarios de la Universidad de acuerdo a los valores presentados en la fecha estipulada.

Indices de Planeación. Son instrumentos que permiten evaluar los procesos y los recursos de la planeación de las actividades programadas por el sistema de mantenimiento, se tendrán en cuenta el índice de planeación 1, el índice de planeación 2 y el índice de planeación 3.

El índice de planeación 1 (IP_1) da la eficiencia de ejecución del sistema y se obtiene de la siguiente forma.

¹ Se debe partir de un valor dado en una fecha determinada

$$IP_1 = \frac{T.T.}{T.P.}$$

Donde TT = Trabajos Terminados

T P = Trabajos Programados

Los trabajos terminados corresponden a la cantidad de ordenes de trabajo de mantenimiento correctivo cumplidas y a la cantidad de actividades de mantenimiento preventivo realizadas durante un periodo. Se calcula con la sumatoria total de órdenes de trabajo y comprobantes de servicio correspondientes a mantenimiento correctivo y preventivo.

Los trabajos programados se definen como la cantidad de órdenes de trabajo correspondientes a mantenimiento correctivo y actividades de mantenimiento preventivo que se hayan realizado en un periodo. Se calcula con la sumatoria total de de ordenes de trabajo programadas y la sumatoria de actividades de mantenimiento preventivo programadas.

El índice de planeación 2 (IP_2) da la confiabilidad del sistema de planeación en materia de recurso humano y se obtiene de la siguiente forma.

$$IP_2 = \frac{H.H.P}{H.H.E}$$

Donde HHP = Horas hombre programadas

HHE = Horas hombre ejecutadas

Los horas hombre programadas corresponden a la cantidad de tiempo estimado para realizar las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo se calculan

con la sumatoria total de tiempos consignados en las OT y en las actividades de mantenimiento preventivo.

Los horas hombre ejecutadas corresponden a la cantidad tiempo invertido para realizar las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo, se calculan con la sumatoria total de tiempos consignados en los comprobantes de servicio de mantenimiento correctivo y preventivo.

El índice de planeación 3 (IP_3) determina la confiabilidad operacional de los equipos y la seguridad de los sistemas

$$IP_3 = \frac{H.H.T.U}{H.H.T.M}$$

Donde HHTU = Horas hombre de trabajo urgente

HHTM = Horas hombre totales de mantenimiento

Los horas hombre de trabajo urgente corresponden a la cantidad de tiempo invertido para realizar actividades urgentes de mantenimiento correctivo y se calculan con la sumatoria total de tiempos consignados en los comprobantes de servicio urgentes.

Los horas hombre totales de mantenimiento corresponden a la cantidad de tiempo invertido para realizar las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo. Se calculan con la sumatoria total de tiempos consignados en las OT y en las actividades de mantenimiento preventivo.

Indices de Costos. Son indicadores que permiten determinar que tan acertada fue la elaboración del presupuesto del Sistema de Mantenimiento, se tendrán en cuenta el índice de costo 1 y el índice de costos 2.

El índice de costos 1 (IC_1) nos da la eficiencia en la planeación del presupuesto y

se puede calcular con la siguiente relación

$$IC_1 = \frac{C.R.}{C.P.}$$

Donde CR = Costo real

CP = Costo presupuestado

El costo real corresponde a la sumatoria de los costos directos e indirectos de mantenimiento. Se calcula con la sumatoria total de los costos involucrados durante un periodo en las diferentes actividades de mantenimiento que se encuentran en el comprobante de servicios del SIMANTES 1.0.

Costo Presupuestado es el costo planeado para realizar las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo para el periodo evaluado.

El índice de costos 2 (IC_2) nos da la eficiencia en la utilización del presupuesto en lo relacionado a los costos utilizados en las intervenciones propias del mantenimiento y se puede calcular con la siguiente relación

$$IC_2 = \frac{C.D.}{C.T.M}$$

Donde CD = Costo directos

CTM = Costo total de mantenimiento

El costo directo son los costos utilizados en las intervenciones propias del mantenimiento, comprende el costo de la mano de obra, costos de materiales y repuestos, y el costo de utilización de herramientas y equipos.

El costo total de mantenimiento corresponde a la suma de los costos directos mas

los indirectos.

El costo indirecto es el tipo de costo que no se puede identificar con una actividad y no van directamente involucrados con el servicio, dentro de los que podemos contar depreciación de la maquinaria, los seguros, los servicios públicos, costos ocasionados por salarios pagados al personal de operación sin producir por encontrarse el equipo parado.

4.3.4 Control de calidad. El sistema de mantenimiento de la Escuela se encargará de una línea de producción que se hará necesaria cada vez que la Escuela desarrolle la fabricación de piezas; es en este proceso de producción donde los atributos del producto o servicio se pueden medir comparándolos con las especificaciones predeterminadas. El mantenimiento también puede verse como un proceso donde la calidad de sus salidas debe ser controlada, para esto el Director de Proyectos hará uso de sus pasantes de producción y de mantenimiento asegurándose del trabajo realizado y permitiendo avalar el proceso sin contratiempos.

4.3.5 Administración orientada a la calidad y capacitación. Para el Sistema de Mantenimiento de la Escuela es de gran importancia la capacitación de su talento humano, siendo los directores del sistema los responsables de esto y de que los trabajadores realicen una labor de mantenimiento que garantice calidad. Por esta razón periódicamente se llevará a cabo un seminario taller en donde se tratarán temas de interés, según las necesidades que se presenten; los principales objetivos de estos seminarios son los siguientes:

- Fomentar la participación de las personas que trabajan en el sistema de mantenimiento en actividades de capacitación, incentivando el aprendizaje continuo.

- Actualizar permanentemente la información y los procedimientos de mantenimiento.
- Concienciar a los funcionarios del sistema de mantenimiento que el mejoramiento continuo se debe llevar a cabo no solo con los procesos que se realizan habitualmente sino también con la adquisición de nuevos conocimientos.
- Evaluar el desempeño de cada uno de los funcionarios luego de recibir y realizar programas de capacitación.

4.4 ENTRADAS DEL SISTEMA

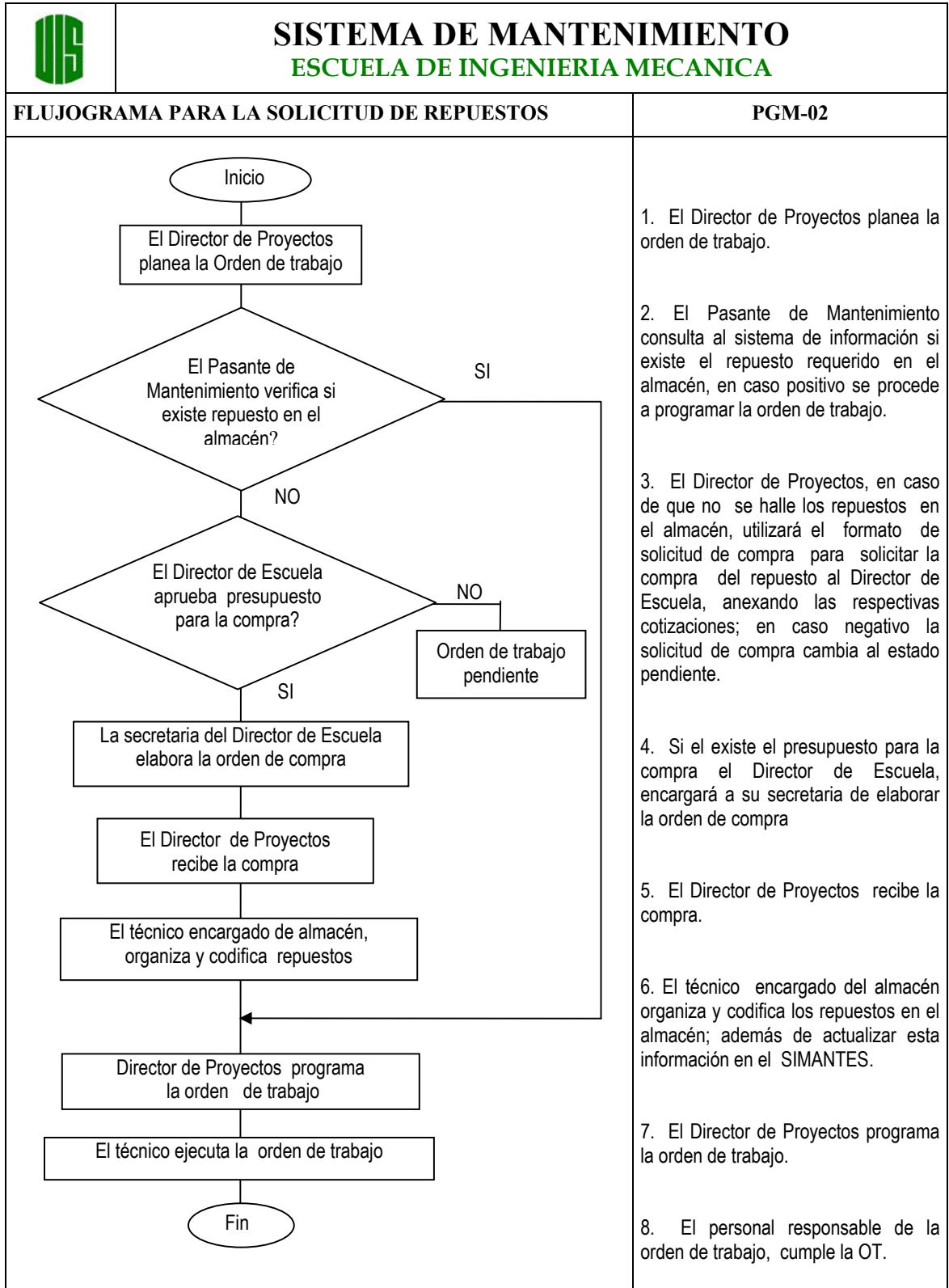
El proceso de mantenimiento desarrollado por el sistema de mantenimiento de la Escuela, descrito anteriormente bajo actividades de planeación, organización y control; contará con las siguientes entradas: equipos, instalaciones, talento humano, repuestos y materiales. En los anteriores secciones se hizo una descripción de los equipos, instalaciones y talento humano, a continuación se describirá la gestión y política de repuestos y materiales.

4.4.1 Gestión y política de repuestos y materiales. La gestión de repuestos estará a cargo del Director de Proyectos, es a él a quien le corresponde realizar estos pedidos haciéndolo de una forma racional y matemática mas no de forma intuitiva ni cuando haga falta, esto lo hará con el fin de alcanzar una eficiente adquisición y para ello tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- El repuesto exacto con todas las especificaciones.
- La cantidad exacta requerida.
- El instante oportuno de la compra.

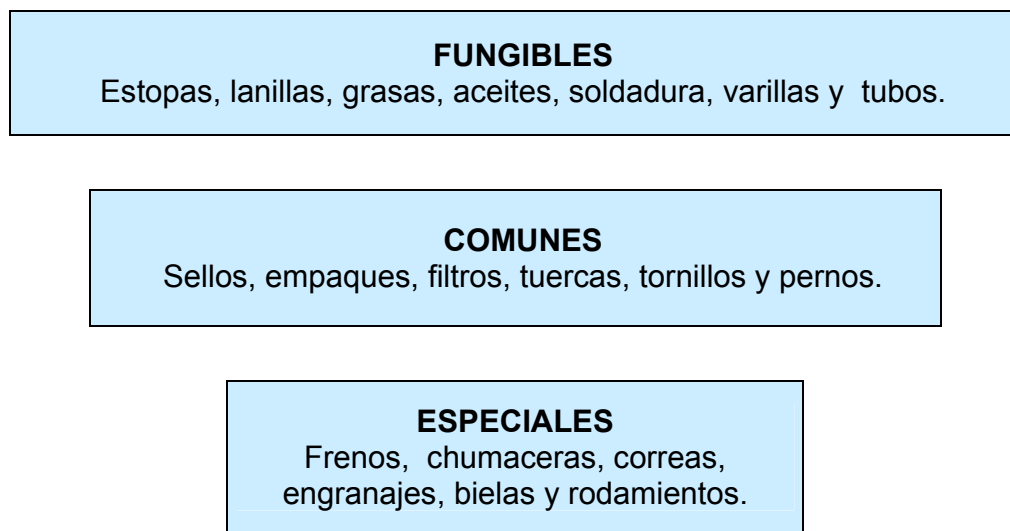
El procedimiento para pedido de repuestos de la Escuela se indica en la figura 30. Los repuestos se deben almacenar de forma ordenada, para lo cual se

Figura 30. Flujograma para la solicitud de repuestos



recomienda clasificarlos según el consumo; la figura 31 nos da un ejemplo de la clasificación de repuestos.

Figura 31. Clasificación para la adquisición de repuestos



El Director de Proyectos determinará la cantidad de repuestos mínima y máxima con el fin de mantener un stock de repuestos que responda a las necesidades de mantenimiento. Esta información quedará registrada en el formulario Artículos que además presenta la información de la cantidad de repuestos y materiales disponible actualmente.

Al efectuarse el comprobante de servicio se debe anexar la cantidad de repuestos usados en dicho servicio lo cual producirá un descargue automático de dicho repuesto en el inventario del almacén. El encargado del almacén podrá hacer uso del formulario Transacciones para actualizar la información de inventarios al llegar o entregar algún pedido.

4.5 SALIDAS DEL SISTEMA

Una vez desarrollado el proceso de mantenimiento el sistema de mantenimiento de la Escuela proporcionará como salidas la confiabilidad y disponibilidad de sus equipos e instalaciones, además de la prestación de servicios internos y externos.

4.5.1 Servicios ofrecidos por el sistema de mantenimiento. El sistema de mantenimiento tiene como función principal ofrecer servicios internos en la Escuela y proyecta como alternativa empresarial la prestación de servicios externos en las diferentes Unidades Académico Administrativas de la Universidad y entidades externas a ésta.

Los servicios internos prestados por el sistema en la Escuela son:

- Mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo a equipo científico, didáctico y administrativo.
- Apoyo a las labores de investigación aplicada y desarrollo de proyectos.
- Mantenimiento en las instalaciones y planta física de la Escuela.
- Asesorías en adquisición de equipos, montaje y mantenimiento, a los usuarios en las áreas de pregrado y de especialización.
- Asistencia y soporte a la actividad docente tanto en la asignatura de Mantenimiento como al posgrado en Gerencia del Mantenimiento.

Los servicios externos que el sistema presta son los siguientes:

- Asesorías en adquisición de equipos.
- Montaje en equipamiento industrial.
- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo.
- Mecánica industrial (mecanizado de piezas).
- Soldadura especializada.

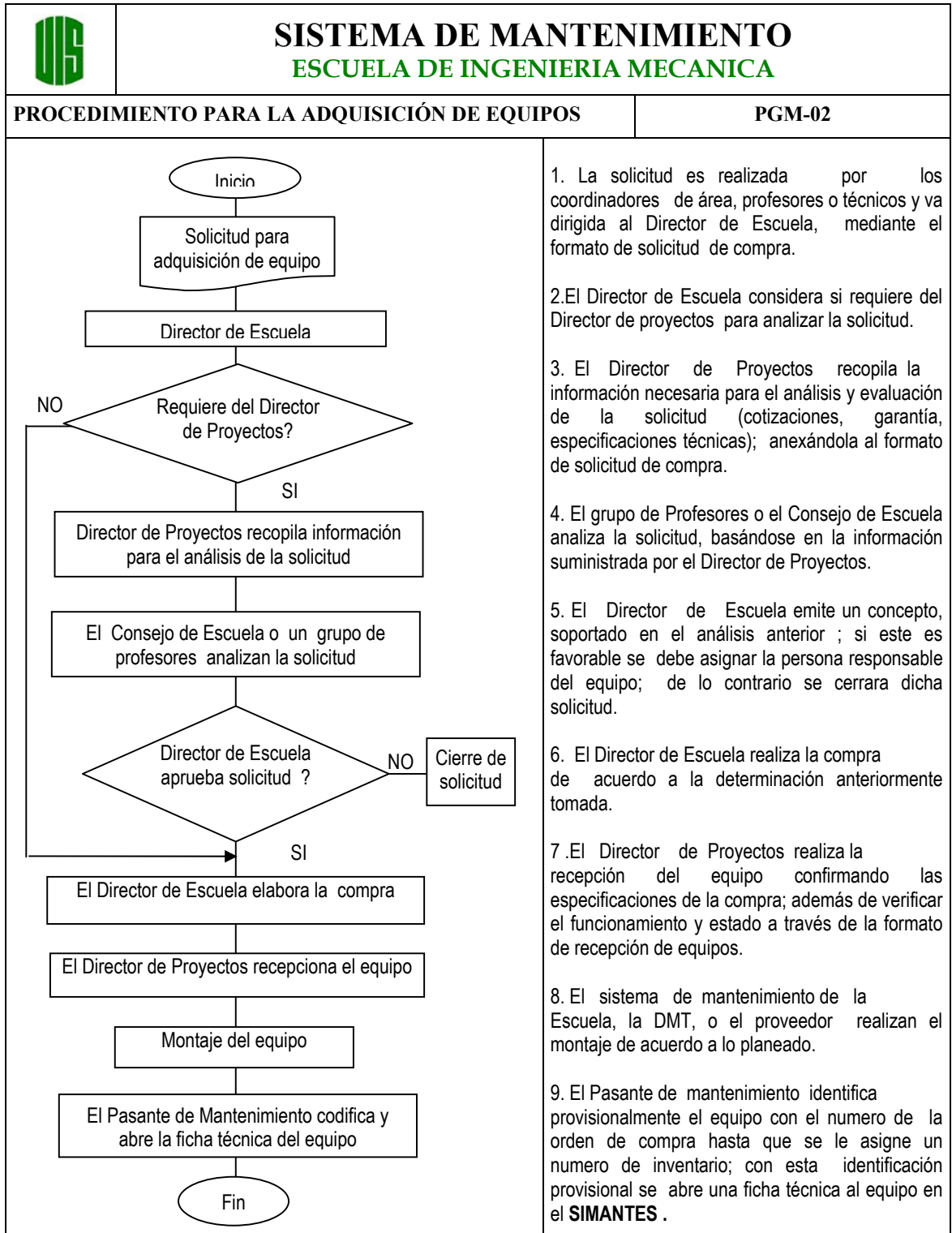
4.5.2 Adquisición de equipos. Cuando una persona del cuerpo docente, administrativo o técnico de la Escuela requiera un equipo u elemento este debe seguir el procedimiento para adquisición de equipos mostrado en la figura 32, que contiene el formato necesario para la adquisición de equipos, instrumentos y accesorios. El sistema de mantenimiento cuenta con una lista actualizada de los proveedores de los equipos, insumos y materiales relacionados con las necesidades de compra de la Escuela; el Director de Proyectos junto con el Director de Escuela decidirán si la adquisición de un equipo es más favorable a través de un proyecto de la Universidad, un proyecto del Sistema o un proyecto de grado.

4.5.3 Montaje. El sistema realiza el montaje de los elementos o equipos de la Escuela con las excepciones de que este servicio haya sido contratado con el proveedor ó solicitado a la División de Mantenimiento Tecnológico

4.5.4 Cambio de equipos. El Director de Proyectos debe planificar la sustitución de equipos cuando estos hayan cumplido su vida útil, de tal forma que las actividades académicas y de producción de la Escuela no se vea interferida. Para cumplir con esto, el Director de Proyectos realizará una planeación a largo plazo que permita programar actividades de este tipo.

4.5.5 Modificación y repotenciación de equipos. El talento humano involucrado en el sistema de mantenimiento tiene la responsabilidad de colaborar con las acciones necesarias para llevar a cabo los proyectos que conduzcan a mejorar la seguridad, aumentar la capacidad y eliminar fallas repetitivas de los equipos de la Escuela. Estos proyectos según su envergadura, capacidad técnica y recursos dispuestos se ejecutarán como proyecto de la Universidad, proyecto del sistema o como proyecto de grado, el Consejo de Escuela, un grupo de profesores y el Director de Escuela junto al Director de Proyectos definirán los alcances de los proyectos de grado y proyectos del sistema.

Figura 32. Procedimiento para la adquisición de equipos.



5. SISTEMA DE INFORMACION

Un buen sistema de información para el mantenimiento es el pilar en el que se basa una buena gestión, es fuente de análisis y obtención de informes; y contribuye al desarrollo y corrección de los objetivos planteados por la Escuela para el cuidado de sus equipos.

5.1 GENERALIDADES

El objetivo general del Sistema del mantenimiento se fundamenta en maximizar el tiempo de operación de sus equipos e instalaciones en la forma mas eficaz en costos, valiéndose constantemente de la información correcta para la planificación y programación del mantenimiento. Existen estrategias que se deben especificar claramente para lograr este objetivo, a continuación se describen algunas:

1. Estrategias de mantenimiento eficaces derivadas de las condiciones e historia del equipo.
2. Técnicas eficientes para planear y programar las ordenes de trabajo y la utilización de los recursos.
3. Monitoreo de las actividades de mantenimiento, recopilación de datos e informes del desempeño para apoyar la mejora continua.

Estas tres actividades requieren información acerca del equipo, los trabajadores, las ordenes de trabajo, los trabajos, los estándares de trabajo, los programas de producción y la naturaleza de las operaciones en el Sistema. La cantidad de información que se recopila, procesa y utiliza para toma de decisiones es enorme,

por lo que se necesita un enfoque sistemático para la administración de la información. Además, la complejidad y las incertidumbres presentes en el proceso de mantenimiento y de ingeniería junto a la cantidad de información manejada en un sistema típico requieren el apoyo de un desarrollado sistema de información, con los documentos estrictamente necesarios para una correcta y oportuna operación de este.

El sistema de información para la administración del mantenimiento ayuda en el proceso de recopilación de datos, registros, almacenamiento, actualización, procesamiento, comunicación y pronósticos; además de ser esencial para la planeación, programación y control de las actividades de mantenimiento. Mediante informes eficaces, el sistema de información puede proporcionar al Director de Proyectos y Director de Escuela la información necesaria para una toma de decisiones acertada para controlar y mejorar el proceso de mantenimiento.

Es necesario recopilar un mínimo de información para iniciar el sistema, ocupándose de que los documentos sean los estrictamente necesarios para evitar el papeleo.

5.2 TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMACION EN MANTENIMIENTO

Una eficiente gestión de mantenimiento sólo puede ser posible con un eficiente sistema de información que lo asista. Los sistemas de información ofrecen a la gestión de mantenimiento el dato preciso en el instante oportuno, son fuente para la obtención de los indicadores de gestión, los costos del sistema de mantenimiento implantado, y el análisis estadístico, además de facilitar la presentación de informes y contribuir con el control de las posibles variaciones en los objetivos trazados en las políticas gerenciales del mantenimiento. El primordial objetivo de los sistemas de información para el mantenimiento es presentar una

base de datos para la oportuna y correcta planificación de la gestión de mantenimiento y control y evaluación de la misma.

Toda empresa por pequeña que sea tiene un mínimo de información que manejar, ya sea sobre los equipos, los manuales y catálogos de operación, proveedores, repuestos, etc., y es necesario para cualquier empresa y sistema de información delimitar el nivel en el cual se piensa manejar la información; de tal manera que de acuerdo con esto y con las políticas gerenciales del mantenimiento se puede implantar sistemas de información manuales o sistemas de información automatizados.

5.3 SISTEMAS DE INFORMACION MANUALES

Dentro de esta clasificación se pueden catalogar todos aquellos sistemas de información en los cuales los formatos y la toda información que allí se genere son manejados mediante documentos físicos. En la mayoría de las empresas en las que la gestión de mantenimiento es de tipo correctivo, este tipo de sistema manual es el indicado e implantado; y como ya se mencionó con anterioridad en este capítulo generalmente ofrecen buenos resultados.

Este tipo de sistema de información debe estar apoyado por los elementos básicos ya mencionados como: el registro de equipo, la solicitud de servicio, la orden de trabajo, el registro de empleados, las rutinas de mantenimiento, los inventarios, la programación de mantenimiento, etc. La gran desventaja que presentan los sistemas de información de tipo manual es que no permiten que la administración de mantenimiento pueda tomar decisiones acertadas para la solución de problemas, esto debido a que no se pueden identificar las causas reales de los mismos y no se tiene un panorama real basado en las estadísticas de las posibles desviaciones de las políticas de mantenimiento.

5.3.1 Documentos Del Sistema Manual. Para el desarrollo del sistema de información manual es necesario el uso de formatos, que den orden y jerarquía a las diferentes actividades programadas según su importancia y que permitan realizar un eficiente control de los registros para un adecuado análisis de los datos con el fin de desarrollar la gestión necesaria para aplicar mejoras.

Un sistema normal simplificado puede contener los siguientes elementos:

- Ficha Técnica.
- Solicitud de Servicio
- Orden de Trabajo.
- Comprobante de servicio
- Hoja de Vida.
- Ficha de chequeo.
- Ficha de mantenimiento autónomo.
- Ficha de mantenimiento sistemático.

- **Ficha Técnica de Equipos.** Este documento identifica, ubica y describe completamente un equipo; también relaciona sus atributos y componentes, permitiendo una base de datos apropiada para fuente de consulta en la compra de nuevos equipos, repuestos e información general conteniendo la información técnica necesaria para las actividades de mantenimiento. La información correspondiente a la ficha técnica se presenta en la tabla 17.

- **Solicitud de Servicio.** Diligenciar este documento es el primer paso para la generación de una O.T. y contiene la información que describe la solicitud que el usuario le presenta al sistema de mantenimiento, este formato se indica en la tabla 18.

Tabla 17. Formato ficha técnica de equipo


		SISTEMA DE MANTENIMIENTO ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	
FORMATO FICHA TECNICA DE EQUIPO		FGM-01	FECHA:
CÓDIGO EQUIPO:		No INVENTARIO:	
EQUIPO:			
TIPO		USO	
PRINCIPAL = <input type="radio"/> AUXILIAR = <input type="radio"/>		ACADEMICO <input type="checkbox"/> ADMINISTRATIVO <input type="checkbox"/> TECNICO <input type="checkbox"/>	
MARCA:	MODELO:	SERIE:	
UBICACIÓN:			
FABRICANTE:			
PROVEEDOR:			
VALOR:	ORDEN COMPRA:	FECHA COMPRA:	
ACCESORIOS			
NOMBRE		CANTIDAD	
MANUALES			
NOMBRE		CANTIDAD	
SERVICIOS REQUERIDOS			
NOMBRE	VALOR	NOMBRE	VALOR
OBSERVACIONES:			
<hr/> Vo Bo Director de Proyectos			

Tabla 19. Formato de orden de trabajo


		SISTEMA DE MANTENIMIENTO ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	
FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO		FGM-01	FECHA:
CÓDIGO EQUIPO:	No INVENTARIO:	N° DE O.T.:	
EQUIPO:			
MARCA:	MODELO:	SERIE:	
UBICACIÓN:			
TECNICO:			
PRIORIDAD: NORMAL <input type="checkbox"/> URGENTE <input type="checkbox"/>		FECHA DE PROGRAMACIÓN: ___ / ___ / ____ DURACIÓN:	
TRABAJO A REALIZAR:			
HERRAMIENTAS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD			
OBSERVACIONES:			
Vo Bo Director de Proyectos			

Tabla 20. Formato de hoja de vida del equipo

		SISTEMA DE MANTENIMIENTO ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA		
FORMATO DE HOJA DE VIDA DEL EQUIPO		FGM-01	FECHA:	
CÓDIGO EQUIPO:		No INVENTARIO:	N° HOJA DE VIDA.:	
EQUIPO:				
MARCA:		MODELO:	SERIE:	
HISTORIAL DEL EQUIPO				
N° OT	FECHA	ACTIVIDAD	TECNICO	OBSERVACIONES

- **Comprobante de servicio.** Este formato permite realizar el cierre de la orden de trabajo, quedando con esto registrada la información de las actividad realizada , repuestos y duración de la labor. Ese formato se muestra en la tabla 21.

Tabla 21. Formato comprobante de servicio

		SISTEMA DE MANTENIMIENTO ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			
		FORMATO COMPROBANTE DE SERVICIO	FGM-01	FECHA:	NUMERO DE COMPROBANTE:
CÓDIGO EQUIPO:		No INVENTARIO:		No OT:	
EQUIPO:					
MARCA:		MODELO:		SERIE:	
REPORTE DEL SERVICIO:					
Id tecnico		Nombre del técnico:			
Id del repuesto	Nombre repuesto	Cantidad	Valor unitario		
Valor total repuestos					
N° Horas Hombre:		Valor Hora Hombre:		Valor Total Horas:	
Valor Total servicio					
OBSERVACIONES:					
_____ Vo Bo Director de Proyectos					

5.4 SISTEMAS DE INFORMACION COMPUTARIZADO.

Fundamentalmente este tipo de sistemas de información surgen de la necesidad de manejar gran cantidad de información para el mantenimiento de equipos con un mínimo de esfuerzo, un sistema de información computarizado es un sistema de clasificación, almacenamiento y recuperación de datos que ayuda y soporta el proceso de toma de decisiones; también es un sistema abierto ya que interactúa con su ambiente intercambiando información, tornándose en un sistema hombre –

5.4.1 Desarrollo del sistema de información computarizado "SIMANTES".

En el desarrollo del SI para el mantenimiento de la Escuela de Ingeniería Mecánica, se siguió la metodología descrita anteriormente en el ciclo de vida de los sistemas de información computarizados.

* **Planeación.** Se planteo la necesidad de contar con un sistema de información computarizado que soporte el sistema de mantenimiento de la Escuela. Debido a esto se consultaron los trabajos de grado de la Escuela sobre sistemas de información computarizados para el mantenimiento, observando que estas aplicaciones se encuentran sin los archivos fuentes y con ciertos módulos no funcionales, lo que hace difícil adaptarlos a un sistema de mantenimiento en particular como el que vamos a desarrollar.

* **Análisis.** Con el objeto de conocer de primera mano información precisa sobre la función mantenimiento, se decidió entrevistar al personal así como visitar estaciones de trabajo, laboratorios, donde se conoció el sistema actual en una forma lógica y manejable, al mismo tiempo que se proporcionó una base para asegurar que no se omite ningún detalle pertinente, es decir, conocer el movimiento del área de mantenimiento y su contexto dentro de la universidad. El diagrama de contexto se puede observar en la figura 34.

Dentro de la estructura de información de la organización existen unos componentes que por su relevancia para el sistema de información se transforman en propiedades básicas y surgen a partir de preguntas tales como: ¿A quién se le hace mantenimiento?, ¿Con quién se hace mantenimiento?, ¿Con qué herramientas se hace mantenimiento?, ¿Con que repuestos se hace mantenimiento?, ¿Cómo se hace el mantenimiento?, ¿Qué y cuándo se hace en el mantenimiento?, etc. En la figura 35 se pueden observar las propiedades que conforman la estructura general del sistema, de las cuales algunas se describen a continuación:

- Propiedad Equipos. Dentro del sistema la propiedad equipos representa la información que identifica los equipos técnica, administrativa y operacionalmente.

- Propiedad Talento humano. Alrededor de esta propiedad el sistema maneja información general acerca de su identificación, datos personales y capacitación recibida, ya que del buen conocimiento del personal de mantenimiento y sus capacidades depende en gran parte la correcta realización de las actividades de mantenimiento.

- Propiedad Almacén. La propiedad almacén involucra la información que el sistema debe manejar acerca de los repuestos y los materiales que son necesarios para realizar las labores de mantenimiento; específicamente esta información se refiere a un inventario de estos elementos, en el que se detalla las cantidades almacenadas, el valor unidad de cada elemento, y el valor de las existencias, además de mantener un registro detallado de salidas y entradas.

- Propiedad Herramientas. Esta propiedad hace referencia a las herramientas que dispone el talento humano de la Escuela para realizar las diferentes actividades de mantenimiento.

- Propiedad Actividades de Mantenimiento. Responden a las diferentes tareas que se deben ejecutar sobre la propiedad equipos, las cuales deben estar apoyadas por procedimientos definidos y sistemáticos.

- Propiedad Orden de Trabajo. Esta propiedad es el eje fundamental sobre el cual gira el entorno del sistema de información, como consecuencia de esta propiedad se manipulan y muestran todo su potencial la propiedad talento humano, la propiedad herramientas y la propiedad almacén, aplicando de igual manera la propiedad actividades de mantenimiento o tareas, con el objetivo de que la propiedad equipos esté en el estado más óptimo posible. La propiedad

Figura 34. Diagrama de contexto del sistema de mantenimiento de la Escuela

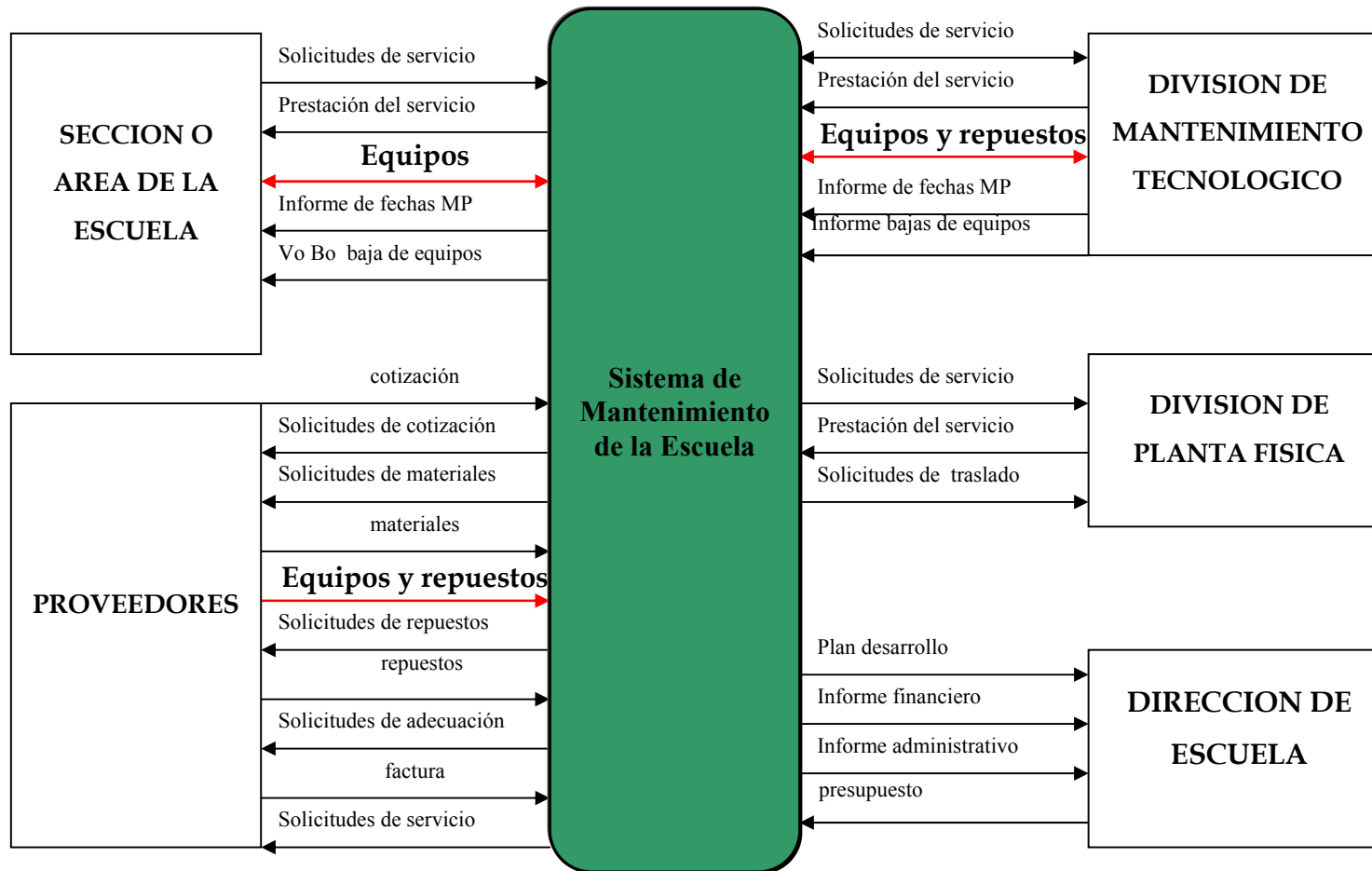
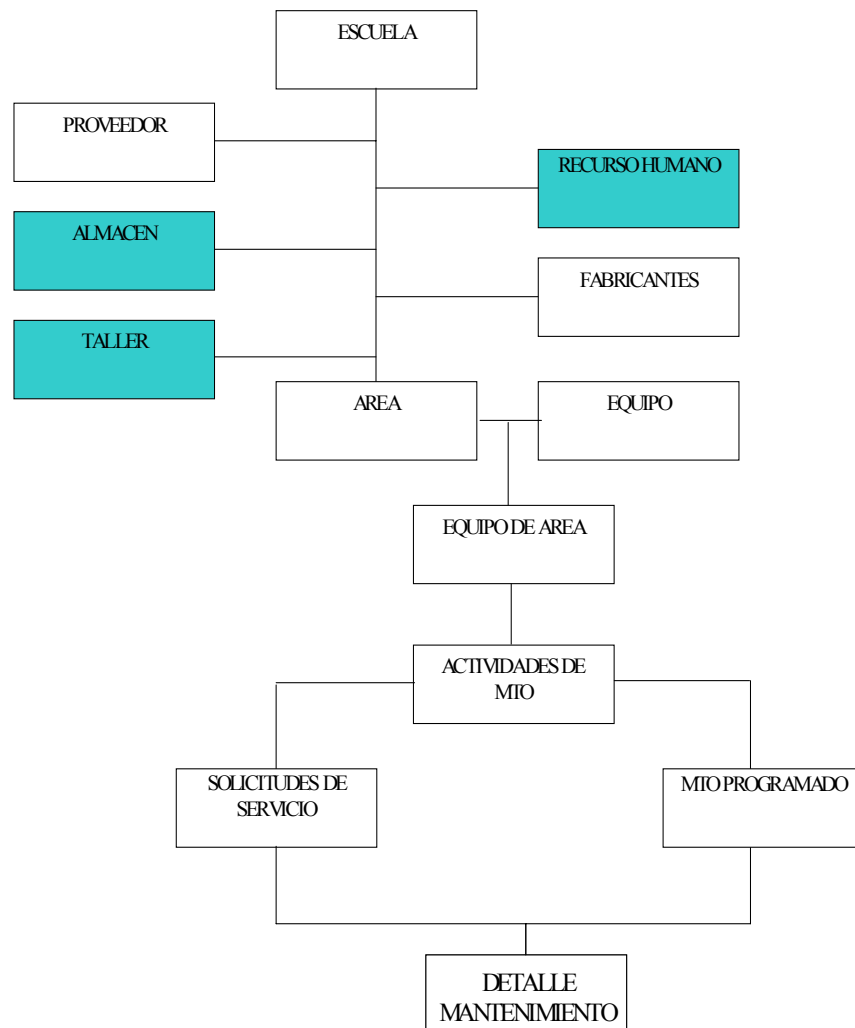


Figura 35. Estructura general del sistema

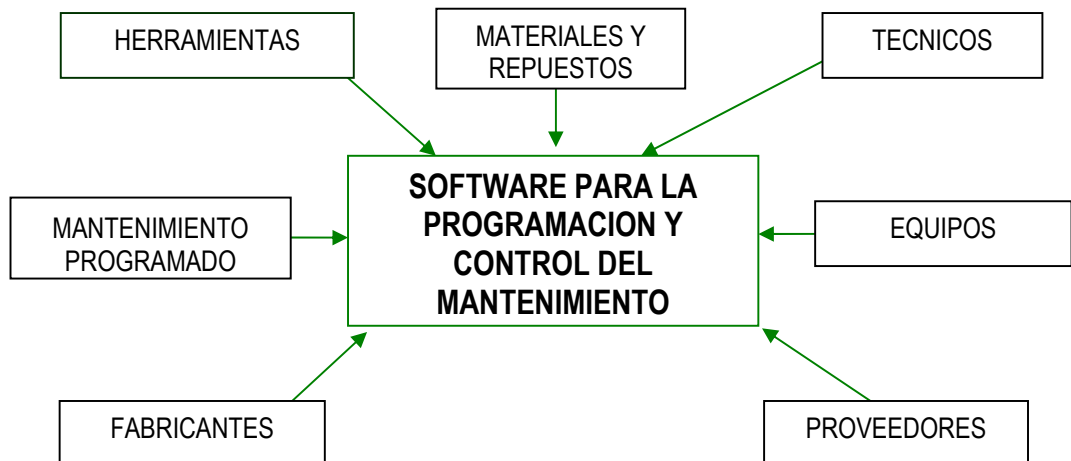


orden de trabajo como lo muestra la estructura general del sistema puede ser el resultado de una solicitud de servicio o de una actividad planeada a la cual se le asigna un tiempo de ejecución.

Información de entrada y salida. El buen funcionamiento del sistema de información computarizado depende en gran parte de la información suministrada ya que las salidas serán consecuentes con esta, por tal motivo la información debe ser precisa, de calidad y coherente con la realidad

La información de entrada es necesaria para que haya secuencia y coherencia en todos los procedimientos a efectuar, el sistema de mantenimiento debe alimentarse con los datos que se muestran en la figura 36.

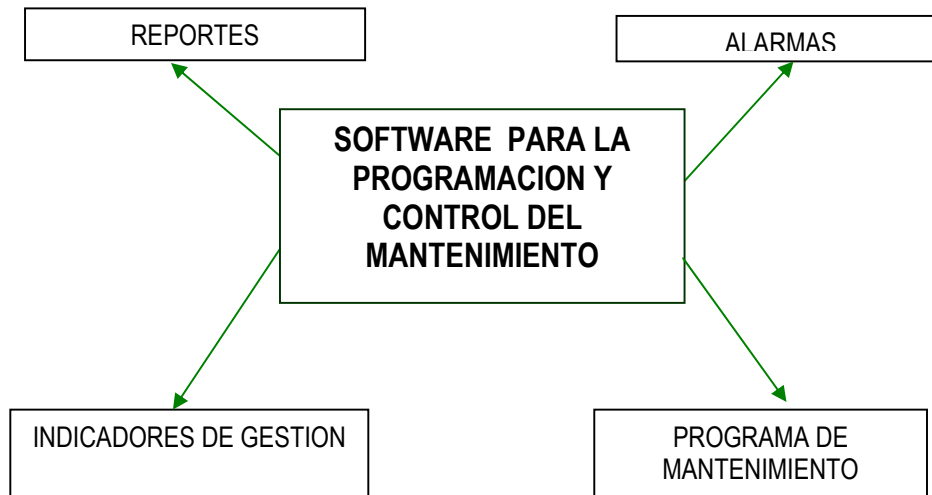
Figura 36. Entradas del sistema



La información de salida que el sistema entrega al usuario esta compuesta por reportes (ficha técnica, actividad de mantenimiento preventivo, orden de trabajo, partes, artículos de almacén, manuales y solicitudes de servicio), alarmas (demora en órdenes de trabajo, demora en solicitudes de servicio no programadas, inventario de almacén por debajo del stock mínimo), actividades para el programa de mantenimiento preventivo e información para el cálculo de los indicadores de gestión; la información de salida se puede observar en la figura 37.

En esta fase de análisis se concluyo que el desarrollo de un sistema de información para la Escuela de Ingeniería Mecánica era viable económica, técnica y operacionalmente

Figura 37. Salidas del sistema



* **Diseño.** En esta fase se diseñaron primero los algoritmos utilizados para procesar las entradas y la manera en que los usuarios interactúan con el sistema, luego se determinaron las especificaciones del software y hardware necesario para soportarlo, una vez elegidas las herramientas de diseño del software empieza la construcción del sistema que consiste predominantemente en programación, precedida de las respectivas pruebas con las que se verifica la funcionalidad de los componentes del sistema de información computarizado.

- **Software.** En la elección del software a utilizar en el sistema de información, se tuvo en cuenta el hecho que la Universidad (Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas) posee un convenio de licenciamiento corporativo CAMPUS AGREEMENT con la empresa Microsoft; que permite el uso de los paquetes de software Visual Studio, donde se incluye las herramientas para el desarrollo de aplicaciones Visual Basic 6.0 y Microsoft Office profesional que incluye un administrador de base de datos llamado Access. A continuación se describen los softwares utilizados para el desarrollo del sistema de información computarizado SIMANTES 1.0.

Herramienta de desarrollo de aplicaciones (Visual-Basic). Visual-Basic es una herramienta de diseño de aplicaciones para Windows, en la que éstas se desarrollan en su mayoría a partir del diseño de una interface gráfica. El programa Visual Basic es un lenguaje bastante flexible en cuanto a su programación se refiere, además posee recursos especiales para la aplicación, y como todo programa de Windows se maneja por medio de objetos conocidos, barras de menús y entorno de uso universal. Otra característica de anotar es que se desarrolla en una plataforma de 32 bits, lo que hace mucho más rápida la ejecución y se está a tono con los modernos sistemas operativos y de uso común, como Windows 98 y Windows NT.

Visual Basic ofrece una verdadera flexibilidad al programador, ofrece un buen rendimiento y posee una variada carpeta de elementos para el diseño de ventanas, lo que lo convierte en un software de vanguardia. En un programa probablemente lo que se desea es dar su aplicación al usuario final como un simple archivo *.EXE, esta es la forma más fácil para un programador de seguirle la pista a un producto; el despliegue de un solo archivo *.EXE también significa que se pueden realizar programas sencillos de instalación, se puede implementar esta opción creando archivos *.EXE individuales que no necesitan otros archivos o DLLs para funcionar.

Base de Datos. Los sistemas de información están orientados hacia el uso de bases de datos, los datos generados por el sistema se acumulan en bases de datos que son procesados y mantenidos en el sistema; la base de datos acumula los datos de las transacciones y está diseñada para compartir los datos para distintas aplicaciones. En el diseño de la base de datos se determina su contenido y se elige el método de organización de los datos, la utilización de bases de datos no elimina del todo la necesidad del uso de archivos en el sistema de información; los distintos tipos de archivos son necesarios para capturar detalles de algunos

eventos y una que otra actividad de la empresa, para preparar reportes o almacenar los datos que por cualquier razón no se encuentren almacenados en la base de datos.

Para el almacenamiento de la información dentro del sistema de información computarizado se utilizará una base de datos que estará dividida en una serie de tablas de diferentes tipos que son tablas maestras, tablas de transacciones y tablas de referencia.

- Tablas maestras: estas tablas guardarán todos los registros acerca de aspectos importantes dentro de la gestión de mantenimiento, como el registro de los equipos de la planta, archivo histórico de las órdenes de trabajo, etc.

- Tablas de transacciones: son tablas temporales con los propósitos de acumular y actualizar datos en las tablas maestras, acerca de los eventos que ocurren al momento de realizar una consulta, ya sea de registro de equipos, herramientas, inventarios, etc.

- Tablas de referencia: Son aquellas que guardan el conjunto de datos de referencia utilizados en el procesamiento de transacciones, actualización de los archivos maestros o producción de salidas; un ejemplo de estos archivos puede ser las unidades de medida, unidades de tiempo, y en general todas las unidades manejadas en el sistema de mantenimiento.

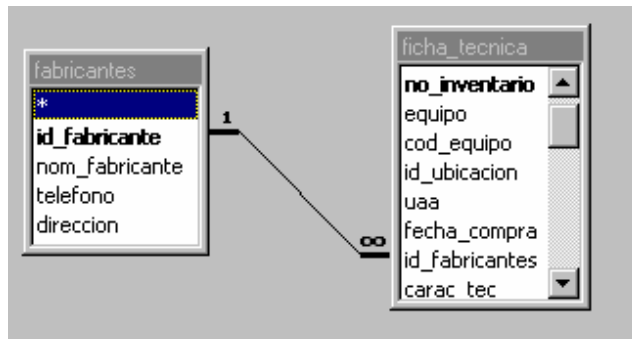
Además del diseño de la base de datos y los archivos se deben diseñar los medios de interacción de estos con la base de datos, como ya se dijo las bases de datos permiten compartir los datos entre las diferentes entidades en las aplicaciones que necesiten de sus detalles y marcan las relaciones naturales entre los datos. Para el diseño adecuado de la interacción con la base de datos se realizaron las siguientes acciones:

1. Identificación de las relaciones entre los diferentes datos que maneja el sistema, muchas de las entidades que comprenden el sistema de información están relacionadas unas con otras, estas relaciones permiten que el flujo de la información sea el correcto haciendo óptimo el desempeño de las funciones del sistema, razón por la cual es fundamental que se identifique con claridad dichas relaciones.

2. Descripción de las relaciones entre entidades, mediante la dependencia de la una con la otra al igual que por el alcance de la relación; existen dos tipos de dependencia entre entidades: la dependencia existencial (una entidad no puede existir a menos que la otra esté presente, para nuestro caso la entidad Planeación de mantenimiento no puede existir sin la entidad Equipo), y la dependencia de identificación (una entidad no puede identificarse de manera única con sus propios atributos, por ejemplo la entidad repuesto no se identifica sin la entidad equipo a la que esta asociada).

En cuanto al alcance de la relación este incluye dos aspectos que son la dirección de la relación, que para el caso de la figura 38 indica que la entidad ficha técnica por ejemplo está asociado a la entidad fabricantes y el tipo de asociación entre ellas que puede ser uno a uno o uno a muchos, que para este caso uno a infinito.

Figura 38. Relación uno a varios



3. Identificación de requerimientos de datos para cada entidad, siendo necesario construir un diagrama de estructura de datos a partir de la información obtenida; en la figura 39 se muestra la estructura total del sistema de información con las relaciones entre entidades, la dirección de las relaciones y sus alcances.

- **Hardware.** La Escuela posee la mayoría de sus equipos de computo en red a excepción de los laboratorios, por esto dentro del plan de mejoramiento de la infraestructura de la Escuela, se incluye conectar en red a estos lo que permitirá una rápida y ágil forma de acceder a la información en el mismo sitio donde se encuentran los equipos. El equipo necesario que dé el soporte adecuado para el desempeño eficiente del sistema computarizado para la administración del mantenimiento SIMANTES debe tener como mínimo las siguientes especificaciones:

Un procesador de 250 Mhz o superior (500Mhz recomendado).

64 Mb en RAM (128Mb recomendado).

Un espacio libre de disco duro de 200 Mb para instalación completa.

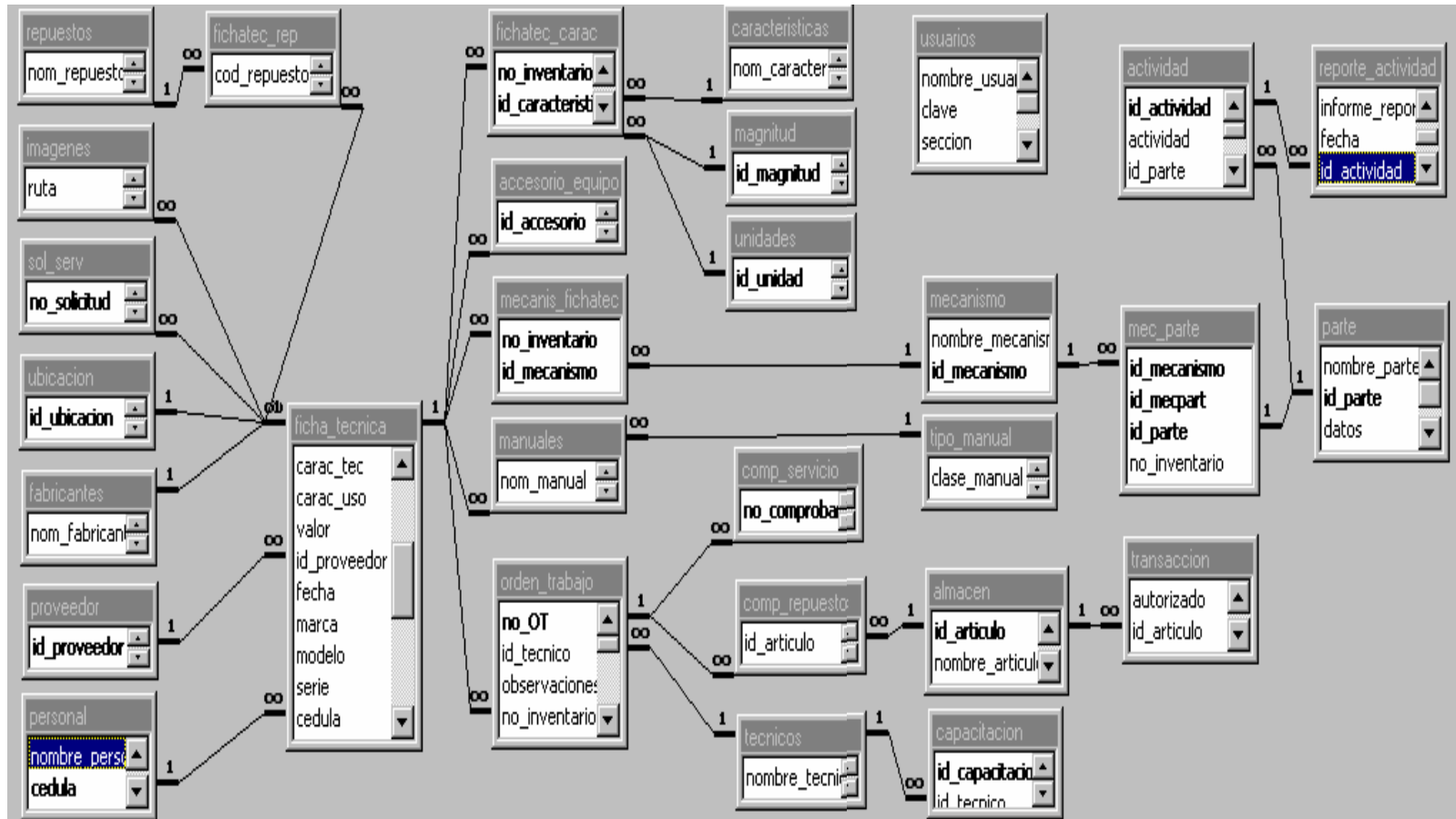
Tarjeta de vídeo de 4 Mb o superior.

Unidad copiadora de CD ROM de 32x ó superior.

Monitor SGVA.

Teclado y Mouse.

Figura 39. Modelo entidad relación



Scanner con opción de color.

Equipo de impresión.

De igual manera el equipo debe disponer de memoria suficiente para albergar la base de datos que del sistema se desprenda. Para la correcta ejecución del sistema computarizado para la administración del mantenimiento SIMANTES se requiere un sistema operativo bajo ambiente de trabajo Windows 98 o superior, Visual Basic 6.0, y Access 97.

* **Instalación.** La instalación de un nuevo sistema de información, también llamado liberalización del sistema incluye capacitar al usuario para operar el nuevo sistema de información, es decir se capacitará a los usuarios en la forma como opera el sistema de mantenimiento y como estos se relacionarán con el sistema de información computarizado SIMANTES, los responsables del funcionamiento del SIMANTES que son el Director de Proyectos y el Pasante de Mantenimiento recibirán una capacitación específica en lo que tiene que ver con el uso del sistema de información para realizar las funciones asignadas, los procedimientos de instalación, manejo y ubicación de archivos, copia de seguridad y compactación de la base de datos.

El sistema de información computarizado de la Escuela lo conforman la aplicación *simantes.exe* y la base de datos *divisionmant.mdb*, los cuales se ubicarán en la carpeta *C:\Archivos de programa\mantenimiento*; así como las carpetas de documentos e imágenes. Los instaladores del SIMANTES están en el respectivo CD de instalación que estará a disposición del Director de Proyectos, se recomienda ubicar la base de datos y los archivos que trabajan con ésta en un servidor con el fin de aprovechar su capacidad de almacenamiento además de permitir a los usuarios ingresar al SIMANTES desde cualquier punto de red de la Escuela.

* **Soporte.** El papel de los profesionales en sistemas de información no termina con la entrega del nuevo sistema, deben darle soporte y asegurarse de que cumplan con las expectativas de los usuarios, dar soporte conlleva dos responsabilidades principales: mantenimiento y ayuda al usuario. El mantenimiento consiste en hacer una depuración y una actualización posterior a la instalación ya que el sistema de información se deben adaptar a los procedimientos cambiantes del mantenimiento.

Para lograr una completa funcionalidad del sistema de información computarizado se debe hacer una carga básica de datos, ya que no se podrá realizar una solicitud sin que el equipo se encuentre registrado en el sistema, además se debe actualizar constantemente las distintas tablas de la base de datos.

5.4.2 Descripción del sistema de información computarizado "SIMANTES".

Para describir el sistema de información computarizado SIMANTES 1.0 se presentará la organización del software, para luego presentar las interfaces y los elementos contenidos dentro de estas.

* **Organización del software.** El sistema computarizado para la administración del mantenimiento SIMANTES desarrollado para la Escuela de Ingeniería Mecánica de la UIS. se concibió como una herramienta que permite el manejo eficiente, ágil y ordenado de toda la información que se utiliza para el mantenimiento de la Escuela.

El SIMANTES 1.0 está dividido en cinco módulos estructurales principales como lo muestra la figura 40, estos módulos son: Módulo para la administración del equipo, Módulo para el control de ordenes de trabajo, Módulo para la Administración de las especialidades del mantenimiento y Módulo para el control de materiales, repuestos y herramientas y Módulo para informes de desempeño.

- Módulo para la administración del equipo: En este módulo se maneja toda la información referente a la totalidad de los equipos de los que dispone la Escuela incluyendo información general de los mismos, datos técnicos, dimensiones, información acerca de las partes, catálogos, imagen de planos, datos históricos referentes al mantenimiento y desempeño de los equipos, hoja de vida e información de procedimientos de reparación y funcionamiento.

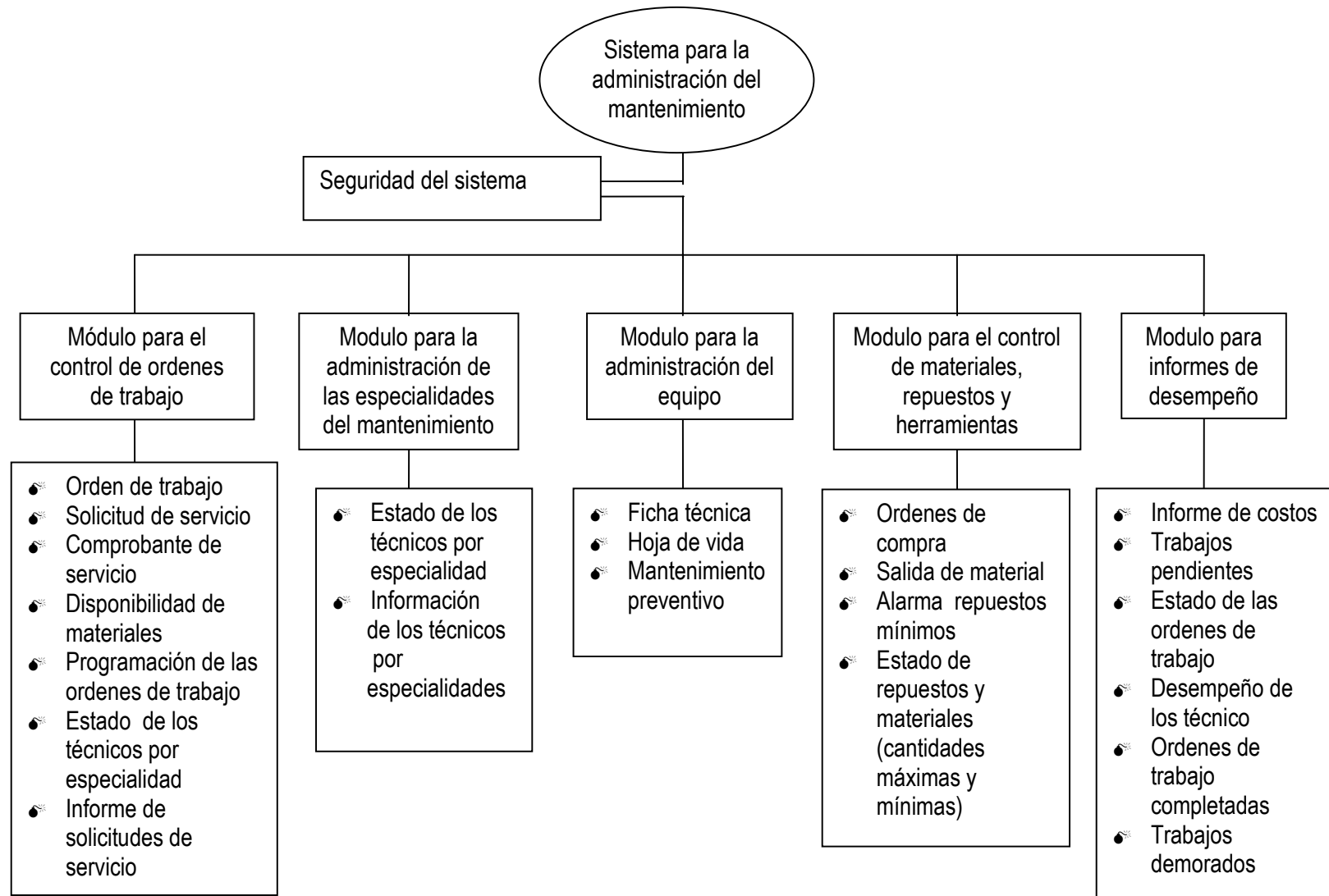
- Módulo para la administración de las especialidades del mantenimiento: En éste módulo se involucra toda la información acerca del personal de mantenimiento de la Escuela y los operarios de los equipos, como datos personales y capacitaciones.

- Módulo para el control de ordenes de trabajo: Es el encargado de administrar las actividades de mantenimiento tanto de correctivo como preventivo, lo que involucra solicitudes, órdenes de trabajo y comprobantes de servicio; documentos necesarios para llevar un control de las actividades de mantenimiento.

- Módulo para el control de materiales, repuestos y herramientas: Este módulo involucra el manejo de los artículos del almacén (materiales y repuestos) en cuanto a codificación, cantidades máximas y mínimas y las diferentes transacciones que ocurren en éste. En cuanto a herramientas este módulo permite llevar un inventario de las diferentes herramientas necesarias para las actividades de mantenimiento

- Módulo para informes de desempeño: Permite de acuerdo con los datos ingresados al sistema realizar un análisis estadístico de las variables que hacen eficiente las labores de mantenimiento, esto con el fin de rediseñar los lineamientos de planeación y programación que optimizarán el mantenimiento en la Escuela.

Figura 40. Módulos estructurales principales de SIMANTES



* **Botones de control.** El SIMANTES 1.0 posee dos grupos de controles o navegadores cuyo manejo es sumamente sencillo y es utilizado en la mayoría de formas para modificaciones de datos. El primer navegador contiene cuatro botones que sirven para ir de un registro a otro sea para adelantar o atrasar uno a uno o para ir al primero o al último, además muestra la información de cuantos registros hay en el formulario y en que posición se encuentra. Este navegador se puede ver en la figura 41.

Figura 41. Navegador 1



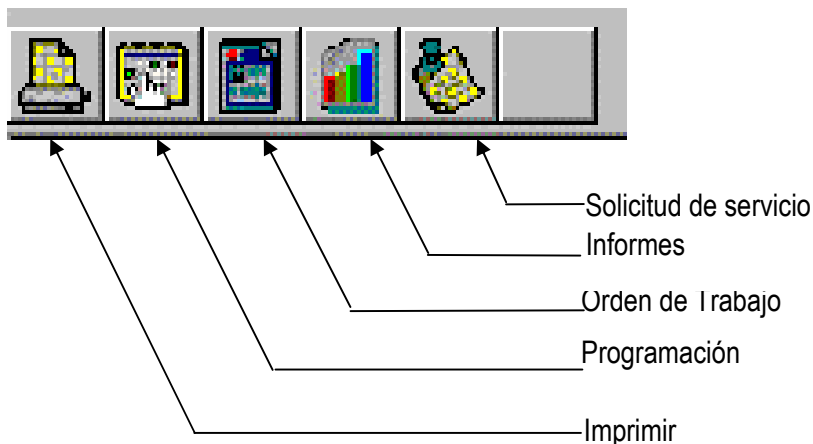
El otro navegador se utiliza para adicionar, modificar, guardar ,eliminar, cancelar, buscar un registro y salir del formulario; se puede observar en la figura 42.

* **Botones de acceso rápido.** Proporciona una forma rápida de acceder a los formularios y a las funciones mas utilizadas. Esta botonería se muestra en la figura 43.

Figura 42. Navegador 2



Figura 43. Botones de acceso rápido



* **Acceso al SIMANTES.** Teniendo en cuenta la posibilidad de acceso de diferentes tipos de usuarios al SIMANTES 1.0, se creó un sistema de seguridad que permite controlar los procedimientos que cada tipo de usuario pueda realizar, la clasificación de usuarios es la siguiente: sección administrador, sección auxiliar y sección usuario .

El administrador es el encargado de dar acceso a los usuarios del sistema, para esto debe registrar al usuario en la tabla usuarios de la base de datos, donde el nombre del usuario es vinculado por el administrador a la sección a la que ha de pertenecer.

Tipos de sección. El SIMANTES permite acceso a una cantidad ilimitada de usuarios clasificados por secciones, cada una de estas secciones está autorizada según criterio del administrador para acceder a cierta información o procedimiento dentro del sistema. Las secciones de acceso y su respectiva descripción son:

Sección administrador: permite crear y eliminar equipos, crear y modificar órdenes de trabajo y modificar el programa de mantenimiento preventivo; el usuario de esta sección es el Director de Proyectos quien es la cabeza administrativa del Sistema de Mantenimiento.

Sección Pasante de Mantenimiento: en esta sección se podrán hacer solicitudes, crear ordenes de trabajo, programar el mantenimiento preventivo, así como consultar toda la información que reposa en el SIMANTES; el usuario de esta sección es el Pasante de Mantenimiento quien es el responsable de actualizar la información del sistema de información para el mantenimiento.

Sección consulta: permite a los (usuarios) estudiantes, profesores ó técnicos de la Escuela acceder en modo de consulta a toda la información técnica y administrativa de los equipos contenida en el Sistema de Información Computarizado SIMANTES.

Confirmación de usuarios. Como ya mencionó, el administrador tiene la propiedad de permitir el acceso de cualquier tipo de usuario al SIMANTES, es decir, este tiene la capacidad de adicionar o quitar usuarios de la base de datos que permite el acceso o no al sistema. El administrador al adicionar un usuario en la tabla Usuarios esta adjudicando a este un nombre de usuario, una sección y una clave de acceso al sistema, de igual manera si está quitando un usuario de la tabla Usuarios, esta negando el acceso de dicho usuario al SIMANTES; en la tabla 22 se puede observar el listado de usuarios que pueden acceder a SIMANTES con su nombre y clave.

Tabla 22. Usuarios del SIMANTES.

id usuario	nombre usuario	Clave	sección	cargo
0	administrador	admi	administrador	Jefe mantenimiento
1	Auxiliar MTO	pasa	auxiliar	Pasante
2	profesor	prof	consulta	Docente
3	técnico	tecn	consulta	Técnico
4	estudiante	estu	consulta	Estudiante

Cuando el usuario desea ingresar a SIMANTES el sistema le solicita el nombre de usuario y la clave de acceso como se observa en la figura 44.

Figura 44. Ventana de reconocimiento de usuario



* **Pantalla de presentación.** El sistema computarizado para la administración del mantenimiento SIMANTES es una herramienta muy práctica y específica que va a permitir que la gestión de mantenimiento en la Escuela de Ingeniería Mecánica sea más eficiente y eficaz, el SIMANTES fue diseñado pensando en ser un producto agradable para el usuario y esto se demuestra desde el momento de entrada al mismo gracias a su presentación; esta presentación se puede ver en la figura 45. El SIMANTES 1.0 posee una Interface De Documentos Múltiples. (Multiple Document Interface MDI) con lo cual se pueden manejar varios documentos o formularios a la vez.

Figura 45. Pantalla de presentación



* **Barra de Menús.** Muestra los diferentes menús y permiten el acceso a los diferentes submenús agrupados en estos con lo que se ingresan a los diferentes formularios a utilizar; esta barra se puede observar en la figura 46 y consta de los siguientes menús: menú general, menú equipos, menú orden de trabajo, menú mantenimiento preventivo, menú informes, menú alarmas, menú ventana.

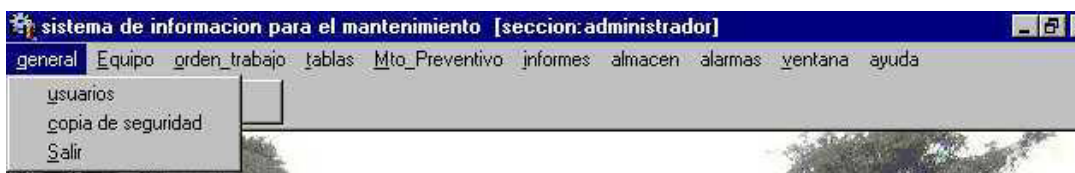
Figura 46. Barra de menús SIMANTES



Menú general. se agrupan en este menú los submenús que tiene que ver con la seguridad del sistema, tal como los permisos de acceso , la copia, reparación y compactación de la base de datos. además de la salida de la aplicación. estos submenús son: Submenú usuarios, Submenú copia de seguridad y submenú salir. Estos submenús se pueden ver en la figura 47.

- Submenú usuarios: permite acceder a la información de los usuarios del sistema en la que se encuentra nombre del usuario, cargo, nivel de acceso, contraseña.
- Submenú copia de seguridad: permite hacer una copia de la base de datos y reorganizar el espacio que ocupa esta el disco duro.
- Submenú salir: permite cerrar la aplicación en uso.

Figura 47. Menú general



Menú equipo. Agrupa los submenús que poseen información vital acerca del equipo, como son: submenú ficha técnica y submenú hoja de vida. Estos submenús se indican en la figura 48.

- Submenú ficha técnica: permite acceder al formulario ficha técnica donde se ubica información detallada de los equipo.
- Submenú hoja de vida: muestra la información detallada acerca de los trabajos realizados a los equipos.

Figura 48. Menú equipo



Menú orden de trabajo. Agrupa los submenús que dan acceso a los diferentes formularios los cuales permiten la administración de los trabajos de mantenimiento, los submenús que contiene son: submenús solicitud de servicio, submenús orden de trabajo, submenús comprobante de servicio, submenús programación y submenús actividades de mantenimiento. Estos submenús se muestran en la figura 49.

- Submenú solicitud de servicio: permite el acceso al formulario de solicitud de servicio en donde se registran las necesidades de mantenimiento de la Escuela
- Submenú orden de trabajo: permite el ingreso al formulario orden de trabajo donde el administrador programará las actividades de mantenimiento a desarrollar.
- Submenú mantenimiento: permite el acceso a los comprobante de mantenimiento en donde se ingresara la información de los trabajos de mantenimiento desarrollados ya sea correctivos o preventivos.

- Submenú mantenimiento MP: permite el acceso a la información de las actividades de mantenimientos preventivos realizadas.
- Submenú programación: permite al administrador visualizar las solicitudes de servicio y generar las ordenes de trabajo necesarias que requiera dicha solicitud.
- Submenú actividades de mantenimiento: Permite el acceso al formulario actividades de mantenimiento en donde se podrá visualizar las distintas actividades de mantenimiento programadas discriminadas por técnicos para la semana actual.

Figura 49. Menú orden de trabajo



Menú tablas. Permite al acceso a diferentes tablas de la base de datos con el fin de poder darles mantenimiento. Contiene los siguientes submenús: submenú personal, submenú proveedores, submenú personal, submenú fabricantes, submenú técnicos, submenú ubicación, submenú manual, submenú almacén (submenú artículos y submenú transacciones), submenú MP, submenú mecanismo, submenú parte, submenú requerimientos, submenú características, submenú unidades y submenú magnitud. Estos submenús se pueden observar en la figura 50.

Figura 50. Menú tablas



Menú mantenimiento preventivo. Agrupa los submenús involucrados en los procesos de mantenimiento preventivo, contiene los siguientes submenús: submenú actividad MP y submenú actividades de mantenimiento; que se pueden ver en la figura 51.

- Submenú actividad MP: permite el acceso al formulario actividadMP donde se encuentran registradas las diferentes actividades de mantenimiento.
- Submenú actividades de mantenimiento: permite que el técnico pueda visualizar las distintas actividades de mantenimiento programadas para la semana actual.

Figura 51. Menú mantenimiento preventivo



Menú informes. Permite la impresión de reportes necesarios para realizar las actividades de mantenimiento y para tomar decisiones sobre la gestión y administración del mantenimiento. Contiene el submenú informes como se puede ver en la figura 52.

- Submenú informes: permite imprimir diversos reportes necesarios para la operación y gestión del sistema de mantenimiento.

Figura 52. Menú informes



Menú alarmas. Este menú permite al acceso al submenú alarmas que nos informa de las demoras en las actividades y bajas existencias de artículos en el almacén. Este submenú se muestra en la figura 53.

Submenú alarma: permite visualizar las órdenes de trabajo que no se han ejecutado en las fechas programadas, solicitudes de servicio que no se han programado y repuestos cuyas cantidades se encuentren por debajo del stock mínimo.

Figura 53. Menú alarmas



Menú ventana. Muestra en forma de submenús los formularios abiertos, permitiendo acceder a estos formularios rápidamente, apareciendo chequeado el submenú que corresponda al formulario activo; como se muestra en la figura 54.

Figura 54. Menú ventana



Menú ayuda. Nos muestra los submenú contenido y acerca de, donde obtendremos información de ayuda para el sistema e información básica del SIMANTES 1.0. Estos submenús se muestran en la figura 55.

Figura 55. Menú ayuda



- **Formularios.** El SIMANTES 1.0 cuenta con una gran cantidad de formularios a través de los cuales se realizaran los procesos para el manejo de la información que está almacenada en la base de datos, entre los que tenemos se encuentran: formulario ficha técnica, formulario MP, formulario hoja de vida, formulario solicitud de servicio, formulario comprobante de servicio, formulario comprobante de servicio MP, formulario programación, formulario actividades de mantenimiento, formulario personal responsable, formulario proveedores, formulario fabricantes, formulario técnicos, formulario ubicación, formulario repuestos, formulario almacén, formulario transacción, formulario mecanismo, formulario parte, formulario actividadMP, formulario procedimientos de MTO, formulario horómetro, formulario informe alarmas y Formulario acerca de.

Formulario ficha técnica. Permite conocer la información de los equipos en lo concerniente a información general (nombre, marca, número de inventario, etc.), datos administrativos (garantías, valor equipo, responsable equipo) y datos técnicos (información sobre manuales e información técnica); este formulario se muestra en las figuras 56, 57 y 58. Mediante este formulario se puede acceder al formulario MP y al formulario repuestos

Figura 56. Formulario ficha técnica (general)

universidad industrial de santander
SISMANTES 1.0 Escuela de Ingeniería Mecánica FTO: FMT-01 id ficha técnica 244

general | administrativo | tecnico

codigo equipo: TAL-2-07-00 No inventario: 3923 fecha: 1/01/04

equipo: TORNO PARALELO DE CLINDRAR Y ROSCAR TPOTUR 50X2800(COMBINADO) NO 41721 Y ACCESORIOS

marca: PONAR WROCL modelo: TPOTUR 50X280 serie:

id ubicacion: TAL ubicacion: taller (salon 107)

id fabricante: 0 fabricante: DESCONOCIDO

tipo montaje: tipo estado: activo MP

tipo: principal auxiliar academico administrativo investigacion

registro 3 de 8

resultado de la busqueda 7/08/05 ssss

Figura 57. Formulario ficha técnica (administración)

universidad industrial de santander
SISMANTES 1.0 Escuela de Ingeniería Mecánica FTO: FMT-01 id ficha técnica 244

general | **administrativo** | tecnico

valor: 4999000 orden de compra:

fecha de compra: 2/01/83 tiempo garantia: 0 fecha vencimiento: 10/01/01

cedula: 5735105 nombre responsab: CALDERON CABALLERO GONZALO oficina:

id proveedor: 0 proveedor: DESCONOCIDO

direccion: telefono:

accesorios

id ...	nombre accesorio	ca...
17	lampara incandescente	1

registro 3 de 8

resultado de la busqueda 7/08/05 ssss

Figura 58. Formulario ficha técnica (técnicos)

id	nombre	magnitud	valor	unidad
163	electricidad	voltaje	220	VOLTI...
153	taladrina	volumen	1	galones
155	electricidad	potencia	11.7	KWatt

Formulario MP. Mediante de una estructura de árbol se muestra la información sobre las partes de los equipos agrupadas por mecanismo, permitiendo visualizar los datos y actividades de mantenimiento de cada una de las partes. Además permite adicionar partes, asociarlas a mecanismos y registrar las actividades de mantenimiento preventivo vinculándolas a las partes que se vean involucradas en estas. Este formulario se puede ver en la figura 59.

Figura 59. Formulario MP

id actividad	parte	fecha ult	fecha p...	tiempo...	tipo m...	activi...
219	recipiente aceite del ca...	24/03/...	24/06/...	3	mecan...	reller
235	recipiente aceite del ca...	24/03/...	sin definir	2000	mecan...	camp

Formulario hoja de vida. Muestra la información de las actividades de mantenimiento realizadas a cada equipo, permitiendo observar detalladamente el contenido de estas, como se muestra en la figura 60.

Figura 60. Formulario hoja de vida

Formulario solicitud de servicio. Contiene la información necesaria para que el sistema de mantenimiento pueda responder a los requerimientos de la Escuela. Esta información se puede observar en la figura 61.

Figura 61. Formulario solicitud de servicio

Formulario orden de trabajo. En este formulario aparecen los datos necesarios para que los técnicos o proveedores realicen sus actividades, estos datos se muestran en la figura 62.

Figura 62. Formulario orden de trabajo

The screenshot shows a web-based form for creating a work order. The header includes the system name 'sistema de información para el mantenimiento' and the user role 'seccion: administrador'. The form title is 'ORDEN DE TRABAJO' for the 'Escuela de Ingeniería Mecánica'. Key fields include:

- fecha: 9/03/05
- no solicitud: 263
- No inventario: 531
- equipo: ABCORDADOR REF. 525 F
- codigo equipo: [empty]
- marca: IMPERIAL
- modelo: [empty]
- serie: [empty]
- id_ubicacion: [empty]
- ubicacion: desconocida
- procedencia: solicitud
- prioridad: normal
- estado: cerrada
- fecha programacion: 1/01/01
- id tecnico: 0
- tecnico: desconocido
- oficina: 0000
- especialidad: 0000
- trabajo a realizar: 1
- duracion: 1
- HTAS, materiales, procedimientos, medidas de seguridad: ninguna
- observaciones: 1

 The form also features a 'No orden trabajo' field with the value 394 and a navigation bar at the bottom showing 'registro 1 de 2'.

Formulario comprobante de servicio. Muestra información detallada sobre las actividades de mantenimiento agrupadas en información general e información de costos tal como se muestra en las figuras 63 y 64.

Figura 63. Formulario comprobante de servicio (general)

The screenshot shows a web-based form for creating a service invoice. The header includes the system name 'sistema de información para el mantenimiento' and the user role 'seccion: administrador'. The form title is 'COMPROBANTE DE SERVICIO' for the 'Escuela de Ingeniería Mecánica'. Key fields include:

- fecha: 9/03/05
- id no OT: 394
- No inventario: 531
- equipo: ABCORDADOR REF. 525 F
- id_ubicacion: [empty]
- ubicacion: desconocida
- prioridad: normal
- marca: IMPERIAL
- modelo: [empty]
- serie: [empty]
- id tecnico: 0
- tecnico: desconocido
- reporte servicio: 1
- observaciones tecnico: 1

 The form also features an 'id no comprobante' field with the value 194 and a navigation bar at the bottom showing 'registro 1 de 2'.

Figura 64. Formulario comprobante de servicio (costos)

COMPROBANTE DE SERVICIO
Universidad Industrial de Santander
Escuela de Ingeniería Mecánica

id no comprobante: 206

general costos

repuestos y materiales

id	nombre	cantidad	valor
365	rodamiento conico de rodillos	2	25000

valor total de repuestos: 50000

personal

hora hombre: 3 valor hora hombre: 7000 valor total horas: 2100

valor total de servicio: 5000

Formulario comprobante de servicio MP. En este formulario se registran las intervenciones de mantenimiento preventivo programadas y la información que contiene se indica en la figura 65.

Figura 65. Formulario comprobante de servicio M.P.

COMPROBANTE DE SERVICIO MP
Universidad Industrial de Santander
Escuela de Ingeniería Mecánica

id reporte: 44

fecha: 27/09/04

id actividad: 65 actividad: verificar funcionamiento, valores de temperatura

500002

BANCO DE CONDUCCION TRANSITORIA.

id	parte
377	probeta acero con ter...
613	probeta de bronce co...

cod reporte: 0

reporte: conservar asi

0: buen estado
1: intervencion
2: reparar

registro 1 de 3

Formulario programación. Permite al administrador generar fácilmente las órdenes de trabajo a partir de las solicitudes ingresadas al sistema, también se visualizan las solicitudes programadas lo que permite llevar un control de estas. Este formulario se muestra en la figura 66.

Figura 66. Formulario programación

No solicitud	no inventari	equipo	prioridad	reporte del daño	estado
265	500026	GENERADOR ELECTRICO	normal	e	programada
265	500025	PLANTA TERMICA	normal	no funciona el economizador	programada
267	500036	AIRE ACONDICIONADO	normal	yuti	abierta

Formulario actividades de mantenimiento. Permite observar las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo programadas para cada técnico, con lo que se puede observar la carga de mantenimiento del sistema. Esta información se presenta en la figura 67.

Figura 67. Formulario actividades de mantenimiento

id act	actividad	fecha MTO	No inva	equipo	duracion
158	lubricar	24/04/05	500059	BANCO DE REDUCCIONES POR CO	minut
183	cambio de aceite	25/04/05	500066	BANCO DE ANÁLISIS PARA PRUEB	minut
180	inspeccion, ruidos, calentar	25/04/05	500066	BANCO DE ANÁLISIS PARA PRUEB	minut
179	verificar estado	25/04/05	500066	BANCO DE ANÁLISIS PARA PRUEB	minut
177	lubricar	25/04/05	500064	BANCO MODELO SIMULADOR DE C	minut
170	inspeccion ruidos	25/04/05	500064	BANCO MODELO SIMULADOR DE C	minut

Formulario personal responsable. Contiene información del personal técnico, administrativo y docente de la Escuela responsable de equipos ante la Universidad. Este formulario se muestra en la figura 68.

Figura 68. Formulario personal responsable

personal responsable

nombre responsable: HURTADO HIDALGO JOSE IVAN

cedula: JAIMES ROLON RICARDO ALFONSO, LOZANO GOMEZ EXPEDITO, MARADEY CHARRIS JUAN FRANCISCO, MENESES FLOREZ JORGE ENRIQUE, PARADA CORRALES ABEL ANTONIO, QUIROGA MENDEZ JABID EDUARDO, RUGELES PEREZ JAVIER

oficina: -

registro 4 de 21

Formulario proveedores. En este formulario se presentan los registros de los proveedores de equipos, partes, servicios e insumos para la Escuela de Ingeniería Mecánica; como se indica en la figura 69.

Figura 69. Formulario proveedores

proveedor

PROVEEDORES

SISMANTES 1.0

id proveedor: 800044824

nombre de proveedor: INDUSTRIAS ELECTROMECHANICAS ACUNA LTDA.

direccion: JOSE LUIS VANEGAS NOVA, LANZETA RENGIFO & CIA. LTDA., RAUL FERNANDO RIVERA ORTIZ, RIEGNER, RODRIGAR DISTRIBUCIONES LTDA., RODRIGUEZ & URBINA LTDA., SENSOMATIC & CIA. LTDA.

telefono:

registro 9 de 35

Formulario fabricantes. Presenta los datos necesarios sobre los fabricantes de equipos, partes y repuestos utilizados en la Escuela; como se puede ver en la figura 70.

Figura 70. Formulario fabricantes

Formulario técnicos. Presenta datos de personal técnico de la Escuela de Ingeniería Mecánica junto con un listado de las capacitaciones recibidas por cada uno de ellos. Esta información se puede observar en la figura 71.

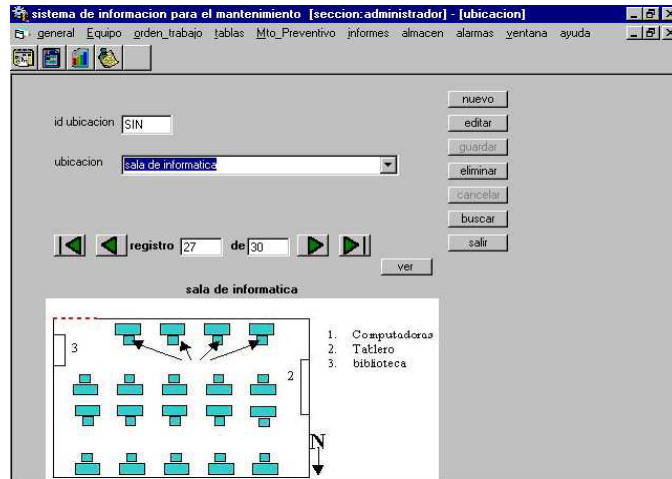
Figura 71. Formulario técnicos

id	nombre capacitacion	intituci...	tiempo	fecha
1	seminario gestion de proyectos de de...	-	40 horas	mayo 1995
3	capacitacion en uso y mantenimineto ...	-	320 horas	septiembre 1995
4	autocad V12,V13 para windows	-	30 horas	octubre 1997
5	electricidad y electronica basica	-	220 horas	diciembre 1998
6	mechanico general de mantenimiento	-	-	febrero 2000
7	PLC basico	-	70 horas	junio 2003
8	torno basico	-	100 horas	noviembre 2003
9	lubricacion de maquinaria	-	-	diciembre 2003

Formulario ubicación. Este formulario contiene un listado de las diferentes áreas de la Escuela con su respectivo código, acompañado de una imagen que muestra los equipos principales y su distribución en cada una de estas; como se muestra

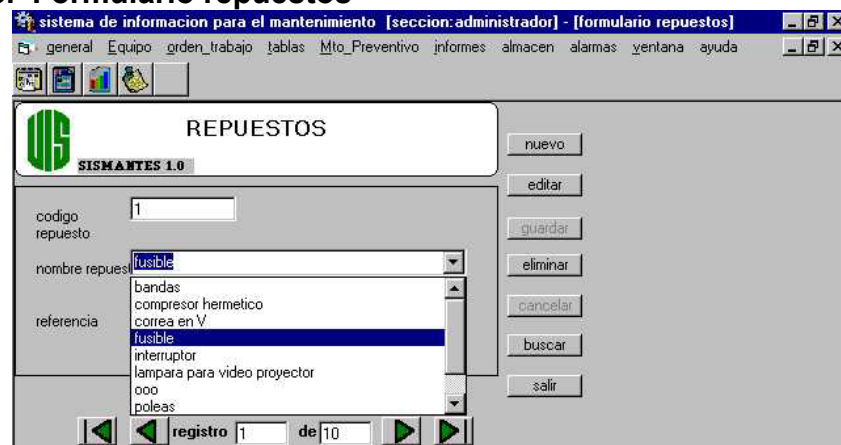
en la figura 72.

Figura 72. Formulario ubicación



Formulario repuestos. Contiene un listado de los repuestos más utilizados en las labores de mantenimiento con su respectiva referencia; este formulario se usa para vincular los repuestos con los equipos que los requieren y se puede observar en la figura 73.

Figura 73. Formulario repuestos



Formulario almacén. Contiene un listado de los artículos como repuestos, insumos y otros elementos consumibles, donde se describen la cantidad máxima,

mínima y la cantidad real que se encuentra en el almacén .La información que contiene este formulario se encuentra en la figura 74.

Figura 74. Formulario almacén

articulos (almacen)

SISMANTES 1.0

ARTICULOS ALMACEN
Universidad Industrial de Santander
Escuela de Ingeniería Mecánica

FTO: FMT-01

id articulo 1 nombre articulo polea

cantidad 7 cantidad minima 5 cantidad maxima 10

nuevo
editar
guardar
eliminar
cancelar
buscar
salir

registro 1 de 3

Formulario transacción. Este formulario muestra los registros de las transacciones realizadas en el almacén, con el objetivo de llevar un control sobre el inventario del almacén; como se indica en la figura 75.

Figura 75. Formulario transacción

transaccion

SISMANTES 1.0

TRANSACCION DEL ALMACEN
Universidad Industrial de Santander
Escuela de Ingeniería Mecánica

FTO: FMT-01

id transaccion 99

fecha 16/08/05

tipo de transaccion
 ingreso
 retiro

id articulo 7 nombre Articulo rodamiento conico de rodillos cantidad 5

autorizado Director de Proyectos

aceptar

Formulario mecanismos. Presenta un listado de mecanismos que servirá para agrupar las partes de cada equipo de acuerdo a su función. Este formulario se puede observar en la figura 76.

Figura 76. Formulario mecanismos

The screenshot shows a software window titled "mecanismo". It features a form with the following elements:

- A text input field for "id mecanismo" containing the number "76".
- A dropdown menu for "nombre del mecanismo" with "sistema de refrigeracion" selected. The dropdown list includes: "sistema de refrigeracion", "sistema de sujecion de piezas", "sistema de transmision de pot", "sistema de tratamineto de agua", "sistema de ventilacion", "sistema economizador-sobrece", "sistema electrico", and "sistema general".
- A set of buttons on the right side: "nuevo", "editar", "guardar", "eliminar", "cancelar", "buscar", and "salir".
- Navigation controls at the bottom, including arrows and the text "registro".

Formulario partes. Contiene los registro de las partes de los equipos donde se puede observar los datos y ubicación de cada una de estas, tal como se puede observar en la figura 77 que se muestra a continuación.

Figura 77. Formulario partes

The screenshot shows a software window titled "parte". It features a form with the following elements:

- A text input field for the parent ID containing "500019" and a text input field for the name containing "BANCO DE TURBINA PELTON".
- A sub-section titled "sistema de monitoreo" containing:
 - A text input field for "id de la parte" with the value "152".
 - A text input field for "nombre de la parte" with the value "medidor de caudal".
 - A text input field for "datos" with the value "tipo turbina 80 mm(encoder,tarjeta interfase)".
 - A text input field for "ubicacion" with the value "tuberia entrada turbina".
- A set of buttons on the right side: "nuevo", "editar", "guardar", "eliminar", "cancelar", "buscar", and "salir".
- Navigation controls at the bottom, including arrows and the text "registro 1 de 294".

Formulario actividadMP. Muestra los registros de las actividades de mantenimiento preventivo programadas junto con sus partes involucradas, técnico asignado, herramientas, duración y un registro histórico de la ejecución de dicha actividad. Este formulario se presenta en la figura 78.

Figura 78. Formulario actividadMP

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
SISMANTES 1.0
Universidad Industrial de Santander
Escuela de Ingeniería Mecánica
id actividad 244

No inventario EQUIPO 3923 TORNO PARALELO DE CILINDRAR Y ROSCAR TPOTUR

id... parte 600 recipiente de aceite d...

unidad de frecuencia horas_trabajo fecha ultimo MTO 24/03/05 registro hora hora ultimo MTO 0 hora prox MTO 2000 nivel de MTO 2

tiempo mantenimiento 2000 fecha proximo MTO sin definir tipo mantenimiento mecanico

actividad Cambiar aceite orificio de descarga 208, orificio de relleno 10, indicador nivel de aceite No 60

herramientas, materiales, seguridad, referencias Tubuladura (carga y descarga), aceite para maquina No 40 ,capacidad 15 Lt., Ver carta de...

id tecnico 2 nombre tecnico CALDERON CABALLERO id... informe re... fecha id acti...

duracion 30 minutos

registro 38 de 100

Formulario procedimientos de MTO. En este formulario se pueden consultar los diversos procedimientos de mantenimiento que se utilizarán en las diversas actividades del sistema de mantenimiento, tal como se indica en la figura 79.

Formulario horómetro. Presenta información acerca del tiempo de funcionamiento de los equipos que se le hallan programado actividades de mantenimiento basados en horas de funcionamiento. esta información se debe actualizar semanalmente acudiendo a los registros de funcionamiento que deben poseer los equipos ya sea manual (formato de horas de trabajo) o automáticamente (equipos de CNC). Este formulario se muestra en la figura 80.

Figura 79. Formulario procedimientos de MTO

id...	nombre procedimiento	clase	referencia
1	MTD preventivo para contactores electricos	preventivo	PTM-05
2	MTD preventivo para alumbrado electrico	preventivo	PTM-06
3	Mto preventivo para motores electricos	preventivo	PTM-07
4	Protocolo de recepción de equipos	protocolo	PTM-0
5	Mto preventivo para piñones abiertos	preventivo	PTM-03
6	Mto preventivo para reductores de velocidad	preventivo	PTM-04
7	Mto preventivo para cadenas	preventivo	PTM-02
8	Mto preventivo para chumaceras	preventivo	PTM-01
9	Mto preventivo motores electricos de escobillas	preventivo	PTM-08
10	Mto preventivo para tableros(control,distribucion,alumbrado)	preventivo	PTM-09
11	Mto preventivo transformadores	preventivo	PTM-12
12	Mto prev interruptores de cuchilla,fusibles y tarjetas circuitos	preventivo	PTM-11
13	Mto prev interruptores de mando,lamparas indicadoras y potencia...	preventivo	PTM-10
14	Mto prev. Suavizador de agua(caldera)	preventivo	PTM-11

Figura 80. Formulario horómetro

HOROMETRO
 Universidad Industrial de Santander
 Escuela de Ingeniería Mecánica

nuevo
 editar
 guardar
 eliminar
 cancelar
 buscar
 salir

id: 17
 no inventario: 3923 codigo equipo: TAL-2-07-00
 equipo: TORNO PARALELO DE CILINDRAR Y ROSCAR TPOTUR 50X2800(COMBINAD)
 hora actual: 0

registro 6 de 7

Formulario acerca de. En este formulario se presenta información general del sistema de información SIMANTES como autorización de uso del software, versión, derechos de autor y plataforma de funcionamiento; este formulario se puede ver en la figura 81.

Figura 81. Formulario acerca de



6. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO EN LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

Con el fin de hacer viable la integración de la gestión de mantenimiento con el talento humano perteneciente a la Escuela, se expone a continuación una serie de actividades paralelas para la puesta en marcha del sistema:

1. Compromiso del Director, Consejo de Escuela, Profesores, Empleados y Estudiantes
2. Planeación del programa de implementación.
3. Divulgación, comunicación y capacitación del personal.
4. Estrategias para implementar el sistema.

6.1 COMPROMISO DEL DIRECTOR Y CONSEJO DE ESCUELA

Conociendo que el Director apoyado por el Consejo de Escuela es el encargado de iniciar y concluir con éxito las modificaciones desarrolladas en la Escuela, se le solicita crear condiciones para una buena implementación del sistema. De igual forma el personal docente, personal administrativo, técnicos y estudiantes involucrados en el sistema deben asumirlo como suyo para obtener los resultados esperados.

6.2 PLANEACION DEL PROGRAMA DE IMPLEMENTACION

La puesta en marcha del programa de implementación se inicia con el diseño del mismo y para el desarrollo de esta etapa se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Definir objetivos específicos del programa de implementación, ello implica la determinación de expectativas sobre el mismo, se requiere por tanto la formulación de una política clara de lo que se quiere cambiar o hacia que estándares de efectividad se quiere llegar.

- Armonizar la implementación del programa con otros que puedan estar en curso y que tengan finalidades análogas o concurrentes, para lograr la integración en políticas, objetivos y estrategias.

- Conformar un grupo inicial, puede estar integrado por el Director de Escuela, Consejo de Escuela y Director de Proyectos, para que sean el motor del desarrollo de la implementación del programa dando apoyo y seguimiento a éste.

- Determinar grupos conformados por los profesores responsables de laboratorios, auxiliares y técnicos, apoyados por el equipo anteriormente mencionado para coordinar la puesta en marcha de la implementación del sistema y programa de mantenimiento en la Escuela.

- Determinar los indicadores para la evaluación de la eficiencia del programa de mantenimiento.

- Preparar cursos de formación para el personal encargado de administrar el programa de mantenimiento.

- Determinar la manera de divulgación y comunicación.

6.3 DIVULGACION, COMUNICACION Y CAPACITACION

Todo el personal involucrado en el sistema de mantenimiento debe ser informado con anticipación sobre el programa de implementación para lograr el compromiso

y pertenencia con el sistema. Su lanzamiento deberá corresponder a una campaña de la Escuela con miras a involucrar a todos los miembros de esta en busca de la calidad en la prestación de servicios de mantenimiento, su divulgación se hará a través de conferencias de información, motivación y capacitación.

6.4 ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACION

Las estrategias a seguir consisten en un conjunto sistemático de acciones encaminadas a lograr la aplicación del programa y a generar una cultura de servicio donde los participantes conozcan su misión y se identifiquen con las políticas y propósitos del sistema de mantenimiento. Para la implementación del sistema se tiene en cuenta los elementos que se indican en la tabla 23 y que se describen a continuación:

- Componentes: son los factores que involucran el todo del sistema, comprometiéndolo a toda la Escuela de tal forma que se busque una integración y se logre un clima laboral que induzca a los miembros de la Escuela a ser autores activos del proceso que se lleva a cabo. Los componentes que deben participar en la implementación del sistema de mantenimiento son: administrativo, responsables administrativos y académicos de equipos, talento humano y aspecto ambiental.
- Insumos: son todos los aspectos necesarios a tener en cuenta para lograr una buena implementación.
- Responsables: corresponde a todo el personal de la Escuela comprometido con el proceso de implementación.
- Estrategias: son los procedimientos necesarios para orientar a los trabajadores en el programa de mantenimiento.

- Acciones: son todas las actividades a realizar para llevar a cabo el proceso de orientación y capacitación del empleado.

- Productos: si los aspectos anteriores se consideraron cuidadosamente y los pasos de la implementación se llevaron a cabo en forma adecuada, lo mas probable es que el resultado final de este proceso se traduzca en un personal idóneo para desempeñarse en forma productiva y hacia una cultura del mantenimiento como servicio.

- Control y seguimiento: evaluar en forma sistemática los resultados con base en indicadores preestablecidos con el fin de verificar el éxito del programa.

Tabla 23. Estrategias de implementación del programa de mantenimiento

COMPONENTES	INSUMOS	RESPONSABLES	ESTRATEGIAS	ACCIONES	PRODUCTOS	CONTROL Y SEGUIMIENTO
Administrativo	Misión Visión Políticas Procedimientos Sistema de información Estructura Organizacional	Director de Escuela Director de proyectos	Inducción y capacitación general en gestión de mantenimiento	Elaborar programa de inducción para los participantes del sistema	Conocimiento y apropiación del programa de mantenimiento	Establecer líneas de supervisión
Talento Humano	Motivación Capacitación Educación continuada	Director de Escuela Director de proyectos	Dar a conocer el programa de mantenimiento de la Escuela al personal encargado del mantenimiento	Desarrollar un programa de capacitación enfocado a las acciones de mantenimiento correctivo, preventivo y autónomo	Personal capacitado para actuar con identidad y oportunidad al interior del proceso de gestión de mantenimiento	Evaluar periódicamente las capacitaciones realizadas y efectuar retroalimentación
Responsables administrativos y académicos de equipos	Motivación Capacitación	Director de Escuela	Informar acerca de los procesos a seguir en la gestión de mantenimiento de la Escuela	Desarrollar un programa de capacitación enfocado a las acciones de mantenimiento	Personal responsable de equipos capacitado para efectuar una correcta gestión de mantenimiento en los equipos	Revisar los procesos y efectuar retroalimentación
Aspecto ambiental	Programa de lubricación Procedimientos de manejo de residuos	Director de proyectos	Dar a conocer el programa de manejo de los residuos	Capacitar al personal en el manejo de residuos y llevarlos a la practica	Personal capaz de interrelacionar las actividades de mantenimiento y el impacto del medio ambiente	Verificar el manejo de los aceites usados y de los residuos que se generan en la Escuela

CONCLUSIONES

- Se analizaron, codificaron y diagnosticaron uno a uno los equipos de la Escuela de acuerdo a los procedimientos ASTM, donde se mostró el estado real de estos, evidenciando la falta de políticas de mantenimiento tendientes hacia una correcta administración de equipos.
- Se elaboraron los modelos de papelería necesarios para la gestión del mantenimiento los cuales van a registrar la información necesaria para desarrollar las distintas actividades y procesos de mantenimiento.
- Se diseñó la estructura organizacional para el sistema de mantenimiento de la Escuela permitiendo el engranaje de las funciones del personal involucrado en el proceso de mantenimiento.
- Se elaboró el programa de mantenimiento para los equipos principales de la Escuela, junto con los instructivos para las actividades eléctricas, mecánicas y de lubricación más relevantes; permitiendo desarrollar un conjunto de tareas sistemáticas que garantizaran la disponibilidad y confiabilidad de estos.
- Se realizó un sistema de información computarizado que va a permitir administrar la información necesaria y desarrollar el seguimiento sistematizado de las distintas actividades de mantenimiento.
- Se establecieron y definieron los indicadores requeridos para proporcionar el adecuado control y seguimiento a los procesos de mantenimiento de la Escuela.

BIBLIOGRAFÍA

Acuerdo 057 de 1994 del CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO de la Universidad Industrial de Santander.

Acuerdo 117 de noviembre de 1995 del CONSEJO ACADEMICO de la Universidad Industrial de Santander.

APARICIO SANCHEZ, Mónica; MERCHAN DIAZ ,Jaime. Adecuación del banco para la medición de caudal , ubicado en el laboratorio de mecánica de fluidos, UIS, Bucaramanga 2003.

BABILONIA MUÑOZ, Yenis. Programa de mantenimiento del SENA Industrial de Cartagena, UIS, Bucaramanga 2000.

BLANCO LOPEZ, Jaime; HERNÁNDEZ MEJIA, Carlos A. Cuarto frío con fines didácticos, UIS, Bucaramanga 1995.

BOTERO, Ernesto. Mantenimiento Preventivo, UIS, Bogotá; 1998

CLEMENTS, Richard; PARKES, Dennis. Manual de Conservación de Edificios e Instalaciones Industriales. Edit. DEUSTO, 1ª Edición, Bilbao; 1972.

DUFFUAA, Salih; CAMPBELL Jhon. Sistemas de Mantenimiento. Edit. LIMUSA, 1ª Edición, México; 2000.

EFFY, OZ. Administración de sistemas de información, Thomson editores, 2ª Edición. 2002.

GONZALEZ CALVETE, Andrés; CASTILLO GARCIA, Herman. Banco de pruebas para motores oleohidráulicos. UIS, Bucaramanga 1999.

GROFF, James ;WEIBERG Paul. Aplique SQL, Manual de referencia editorial Mcgraw Hill 2003 Madrid.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Compendio de Normas Técnicas Colombianas para la presentación de tesis y otros trabajos de grado. Santafé de Bogotá D.C. : ICONTEC, 2002. 110p. NTC

KROENKE M., David .Procesamiento de bases de datos 8º Edición, Edit. Prentice may, México 2003.

MORENO SILVA, Jorge; ARIZA VILLAMIL, Elías. Mejoramiento operativo de la caldera del Laboratorio de maquinas térmicas, UIS, Bucaramanga 2002

NORMAS ISO 9001:2 SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD,.

PEREZ GELVEZ, Ariel . Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica técnica Colombiana METALTECO LTDA, UIS, Bucaramanga 2002.

PEREZ JARAMILLO, Carlos Mario. Sistemas de información en mantenimiento, UIS, Bogotá; 1998.

RANGEL RUEDA, Gustavo. Control de una cabina de aire acondicionado con carga térmica parcial, UIS, Bucaramanga 1998.

RUEDA GOMEZ, Gustavo. Administración del mantenimiento, curso de mantenimiento, Bucaramanga; 1989.

SILBERSCHATZ, Abraham; KORTH, Henry F; SUDARSHAN Fundamentos de Bases de datos 4° edición. Madrid 2002.

VARGAS CORTES, Diego. Programa de mantenimiento preventivo para el frigorífico Vijagual S.A. . Bucaramanga 2003.