



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LOS
LABORATORIOS DEL ÁREA TÉRMICA,
OLEOHIDRÁULICA, NEUMÁTICA Y FÍSICA DE LA
FACULTAD DE MECÁNICA”**

ROMERO NOBOA HENRY BOLÍVAR

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

RIOBAMBA – ECUADOR

2014

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2013-04-16

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

HENRY BOLÍVAR ROMERO NOBOA

Titulada:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LOS LABORATORIOS DEL ÁREA TÉRMICA, OLEOHIDRÁULICA, NEUMÁTICA Y FÍSICA DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Ing. Marco Santillán G.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Edwin Cuadrado
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Elvis Arguello
ASESOR DE TESIS

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: HENRY BOLÍVAR ROMERO NOBOA

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LOS LABORATORIOS DEL ÁREA TÉRMICA, OLEOHIDRÁULICA, NEUMÁTICA Y FÍSICA DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”

Fecha de Examinación: 2014-01-10

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán G. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Edwin Cuadrado DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Elvis Arguello ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Marco Santillán G.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Henry Bolívar Romero Noboa

DEDICATORIA

A Dios, quien guía cada paso de mi vida, por darme salud, inteligencia y fortaleza para alcanzar las metas que me propongo. A mis padres. Olivia y Bolívar, que me apoyaron y confiaron en mí en todo momento; espero de todo corazón se encuentren orgullosos de mí, este triunfo es de ustedes. A mis hermanos, Danny y Vanesa, quienes han estado a mi lado en las situaciones más difíciles.

Finalmente, hago participe de este logro a todos mis familiares y amigos que me brindaron su apoyo y recorrieron junto a mi esta parte de mi vida.

Henry Romero Noboa.

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Mecánica, por brindarme la oportunidad de obtener una profesión y ser persona útil a la sociedad.

Y en especial para todos los amigos, compañeros y personas que me apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de mi vida.

Henry Romero Noboa

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1.1 Tipos de laboratorios.....	4
2.1.2 laboratorios.....	5
2.1.3 <i>Laboratorio de Física</i>	5
2.1.4 <i>Laboratorio de Transferencia de Calor</i>	6
2.2 <i>Laboratorio de Neumática</i>	7
2.2.1 <i>Laboratorio de Oleohidráulica</i>	7
2.2.2 Diseño de instalaciones en laboratorios.....	8
2.2.3 <i>Consideraciones generales</i>	9
2.2.4 <i>Iluminación en laboratorios</i>	10
2.3 <i>Instalaciones eléctricas</i>	11
2.4 <i>Seguridad en el laboratorio</i>	13
2.4.1 <i>laboratorio</i>	14
2.5 Mantenimiento en laboratorios.....	18
2.5.1 Principios básicos del mantenimiento.....	18
2.5.2 mantenimiento.....	19
2.5.3 <i>Tipos de mantenimiento</i>	19
2.5.4 <i>mantenimiento</i>	20
2.5.5 Gestión de mantenimiento.....	20
2.5.6 <i>Gestión de los equipos</i>	20
2.5.7 <i>equipos</i>	21
2.5.8 <i>Inventarios de equipos</i>	21
2.6 <i>Dossier de mantenimiento</i>	22
2.6.1 <i>Documentos comerciales</i>	23
2.6.1 <i>Documentos técnicos</i>	
3. Fichero interno	
3.1 <i>Fichero histórico de la máquina o equipo</i>	26
3.1.1 <i>Planeación y programación del mantenimiento</i>	26
3.1.2 Diseño de investigación.....	27
3.1.3 <i>investigación</i>	28
3.2 <i>Fuentes de datos</i>	29
3.2.1.....	30
3.2.2 CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIOS	31
3.2.3 Diagnóstico del laboratorio de Física.....	31
3.3 <i>Inventario de equipos y máquinas presentes en el laboratorio</i>	33
3.3.1 <i>laboratorio</i>	33
3.3.2 <i>Tipo de equipamiento y agrupamiento</i>	34
3.3.3 <i>Nivel de prioridad del laboratorio de Física</i>	34
3.4 <i>Física</i>	36
3.4.1 Diagnóstico del laboratorio de Transferencia de Calor.....	36
3.4.2 <i>Inventario de equipos y máquinas presentes en el laboratorio</i>	36
3.4.3 <i>laboratorio</i>	36
3.4.3 <i>Tipo de equipamiento y agrupamiento</i>	
3.4.3 <i>Nivel de prioridad del laboratorio de Transferencia de</i>	

4.	<i>Calor</i>	
4.1	Diagnóstico del laboratorio de Neumática.....	38
4.1.1	<i>Inventario de equipos y máquinas presentes en el</i>	38
4.1.2	<i>laboratorio</i>	39
4.2	<i>Tipo de equipamiento</i> y	40
4.2.1	<i>agrupamiento</i>	40
4.2.2	<i>Nivel de prioridad del laboratorio</i> de	47
4.2.3	<i>Neumática</i>	50
4.2.4	Diagnóstico del laboratorio de Oleohidráulica.....	51
4.2.5	<i>Inventario de equipos y máquinas presentes en el</i>	52
4.2.6	<i>laboratorio</i>	54
4.2.7	<i>Tipo de equipamiento y agrupamiento</i>	55
4.2.8	<i>Nivel de prioridad del laboratorio de Oleohidráulica</i>	56
5.		
5.1	ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS	63
5.2	Sistemas de	63
	codificación.....	
	<i>Codificación de equipos, máquinas e instrumentos</i>	
	<i>Codificación de las tareas de mantenimiento</i>	
	Elaboración de fichas.....	
	<i>Ficha de componentes principales</i>	
	<i>Ficha de diagrama</i> de	
	<i>procesos</i>	
	<i>Ficha de designación de tareas</i> de	
	<i>mantenimiento</i>	
	<i>Ficha de tarea de mantenimiento</i>	
	<i>Ficha de registro</i>	
	<i>Historial de averías</i>	
	<i>Ficha de herramientas</i>	
	<i>Fichas complementarias</i>	
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
	Conclusiones.....	
	Recomendaciones.....	

BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Inventario de equipos	de 26
2	laboratorio.....	27
3	Agrupamiento de equipos del laboratorio de Física.....	28
4	Clasificación.....	28
5	Inventario técnico.....	30
6	Inventario de equipos	de 31
7	laboratorio.....	31
8	Agrupamiento de equipos del laboratorio de Transferencia de	de 32
9	Calor.....	33
10	Clasificación.....	34
11	Inventario técnico del laboratorio de Transferencia de Calor.....	34
12	Inventario de equipos de laboratorio.....	35
13	Agrupamiento de equipos del laboratorio de Neumática.....	36
14	Clasificación.....	36
15	Inventario técnico del laboratorio de Neumática.....	37
16	Inventario de equipos	de 37
	laboratorio.....	
	Agrupamiento de equipos del laboratorio de	
	Oleohidráulica.....	
	Clasificación.....	
	Inventario técnico del laboratorio de	
	Oleohidráulica.....	

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Clasificación de los	3
2	laboratorios.....	4
3	Laboratorio de	5
4	Física.....	6
5	Banco de pruebas térmicas.....	6
6	Laboratorio de Neumática.....	8
7	Laboratorio de	9
8	Oleohidráulica.....	11
9	Iluminación.....	17
10	Instalaciones eléctricas.....	19
11	Seguridad.....	42
12	Análisis de	43
13	vibraciones.....	45
14	Clasificación de	46
15	equipos.....	49
16	Ficha de componentes principales gran máquina lanzadora.....	50
17	Ficha de componentes principales de los módulos de Neumática.....	51
18	Ficha de accesorios principales de los módulos de	53
19	Neumática.....	54
20	Ficha de componentes principales del laboratorio de Transferencia de	55
21	Calor.....	57
22	Ficha de diagrama de	58
23	procesos.....	59
24	Ficha de asignación de tareas de mantenimiento del laboratorio de	60
25	Física.....	61
26	Ficha de tareas de	62
	mantenimiento.....	
	Ficha de registro de tareas de	
	mantenimiento.....	
	Ficha de historial de averías.....	
	Ficha de	de
	herramientas.....	
	Ficha de registro de	de
	repuestos.....	
	Ficha de repuestos usados en	en
	reparaciones.....	
	Ficha de orden de	de
	trabajo.....	
	Ficha de solicitud de	de
	materiales.....	
	Ficha de solicitud de	de
	compra.....	
	Ficha de solicitud de servicio externo de	de
	mantenimiento.....	

LISTA DE ABREVIACIONES

UCB	Unidad de Control de Bienes
UPS	Universidad Politécnica Salesiana
ISO	International Organization for Standardization

LISTA DE ANEXOS

- A** Norma ISO10013
- B** Jerarquía típica de la documentación del sistema de gestión de la calidad según Norma ISO10013
- C** Ejemplo de instrucción de trabajo según Norma ISO10013

RESUMEN

Se diseñó e implementó un manual de operaciones y mantenimiento en los laboratorios del Área Térmica, Oleohidráulica, Neumática y Física de la Facultad de Mecánica, con el propósito de establecer la forma correcta y segura de realizar cada uno de los procesos generales de uso del equipamiento presente en cada espacio de prácticas.

El estudio propuesto en este trabajo, fue desarrollado en base a una investigación no experimental descriptiva. Para la estructuración de la programación de este plan se realizó un análisis del inventario, estudio de los principios de funcionamiento de las máquinas instrumentos y equipos, a fin de categorizar cada uno, por sus similares o iguales características técnicas principales.

Las fichas de los manuales están estructurados con parámetros como: logotipos de la ESPOCH y de la Facultad de Mecánica, versión del manual, nombre del equipo, máquina o instrumento nombre de la ficha, nombre del laboratorio en cual se encuentra el implemento, número de ficha, codificación correspondiente, código del inventario de la Unidad de Control de Bienes, si el equipo, máquina o instrumento posee manual de fábrica, ubicación en donde se encuentra el laboratorio y la foto actualizada correspondiente a cada máquina, equipo o instrumento.

Finalmente, existen fichas de control a través de historiales y registros, así como documentación recomendada para mejorar la gestión del mantenimiento como: ordenes de trabajo, solicitudes de materiales, de repuestos y de trabajos externos, las cuales serán necesarias al instaurar un departamento de mantenimiento.

ABSTRACT

An Operations and Maintenance Manual was designed for the Thermic Area, Oil Hydraulic, Pneumatics, and Physics Laboratories belonging to the Mechanics Faculty with the objective to establish each general process correctly and safely when using the equipment in each practice.

The proposed study was developed according to a non-experimental descriptive research. In order to structure the program for this plan, an inventory was analyzed by studying the functioning principles of the machines, instruments and equipment with the purpose of categorizing each one of them according to their similar –or same- main technical characteristics.

The index cards in the manuals are structured according to the following parameters: ESPOCH and Mechanics Faculty logos, manual version number, equipment, machine or instrument name, index card name, laboratory where it is placed name, card number, corresponding code, inventory code put by the Unidad de Bienes (Inventory Control Office), factory manual if there is any, place where it is, and a current picture of each machine, equipment or instrument.

Finally, there are control cards with the machines', equipment's, and instruments' history and record, as well as some recommended documentation to improve maintenance management: working order forms, and supply order forms for materials, spare parts, and external works. All these are necessary to set up a maintenance department.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La Facultad de Mecánica de la ESPOCH, en los diferentes departamentos de Energía y Mecánica, han brindado a sus estudiantes la oportunidad de aplicar en la práctica los conocimientos teóricos adquiridos en las aulas, con el soporte de los distintos laboratorios que tiene a su disposición.

En la actualidad, estos laboratorios no cuenta con un plan de mantenimiento correctamente definido e implementado para cada máquina, aunque existen manuales de mantenimiento que contemplan a unas cuantas máquinas dentro de su respectiva tesis, la mayoría de estos documentos han quedado archivados.

Debido a que algunas de las máquinas con los que cuentan los laboratorios sufren un desgaste por falta de mantenimiento, surge la necesidad de establecer un plan global de mantenimiento que se ajuste a las necesidades de mantenimiento de dichos equipos, estipulando el control y seguimiento de los procesos de mantenimiento preventivo, con la finalidad de alargar su vida útil y conservarlos operativos.

1.2 Justificación

En todo equipo, máquina e instrumento a lo largo de su operación se producirán cambios inevitables, independientemente de la perfección del diseño, de los materiales utilizados en su fabricación y de la tecnología de su producción, si su utilización y mantenimiento es el inadecuado; por lo cual es necesario contar con un manual básico que contenga partes principales, características, operación, control, seguridad, historial de averías y registros para un monitoreo adecuado de dichos implementos.

En la mayoría de laboratorios de la facultad los equipos, máquinas e instrumentos son utilizados hasta el punto que ya no puedan desempeñar su función normal, viéndose en la necesidad de contratar a personas capacitadas que den solución a dicho problema, que en la mayoría de los casos sus servicios son muy costosos; con la elaboración de este manual se pretende evitar estos costos aplicando un mantenimiento preventivo

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Diseño e implementación de un manual de operación y mantenimiento, para los laboratorios del área Térmica, Oleohidráulica, Neumática Y Física de la Facultad de Mecánica

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Identificar el estado actual de equipos, máquinas e instrumentos presentes en los laboratorios.

Recopilar datos sobre características principales de las diferentes máquinas, equipos e instrumentos de cada laboratorio.

Redactar los manuales de partes principales, características, operación, control, seguridad, historial de averías y registros de mantenimiento.

Redactar las tareas que exija el mantenimiento en general y en particular sobre cada unidad.

Con el implemento de los manuales de operación, llegar a obtener un sistema ordenado, que permita el buen desempeño de las prácticas de laboratorio.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Tipos de laboratorios

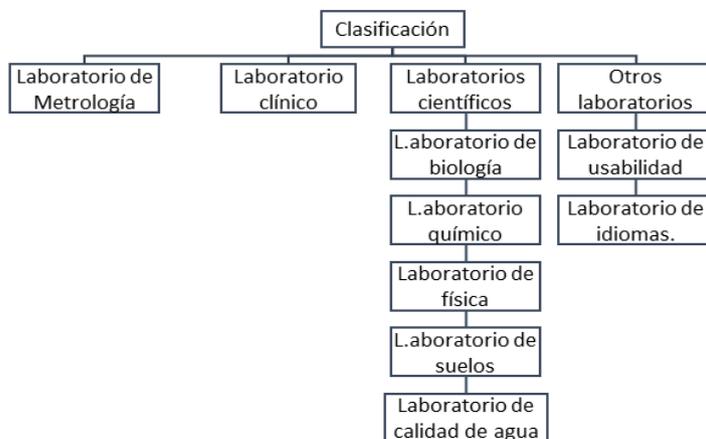
Un laboratorio es un lugar equipado con diversos instrumentos de medida o equipos donde se realizan experimentos o investigaciones diversas, según la rama de la ciencia a la que se dedique. También puede ser un aula o dependencia de cualquier centro docente acondicionada para el desarrollo de clases prácticas y otros trabajos relacionados con la enseñanza, para que un laboratorio pueda garantizar el buen desempeño en las prácticas las condiciones ambientales tienen que estar controladas y normalizadas.

Entendiéndose por controladas al aseguramiento que no se produzcan influencias extrañas al momento de realizar el experimento y no afecten el resultado del mismo.

Normalizada que garantiza el poder repetir el experimento en cualquier otro laboratorio y poder obtener el mismo resultado. (BETOAL, 2013)

Básicamente los laboratorios se clasifican en:

Figura 1. Clasificación de laboratorios



Fuente: Autor

Las instituciones educativas cuentan con laboratorios destinados para el estudio y la investigación los cuales están enmarcados en la categoría de los laboratorios científicos. De entre todos los laboratorios existentes se centrará en el estudio de cuatro laboratorios los cuales se detallará a continuación.

2.1.1 Laboratorio de Física. El laboratorio de Física se crea para cubrir las necesidades académicas en las carreras que incluyen en sus planes micro curriculares la materia de Física y las relacionadas a ésta, como Electromagnetismo, Física Moderna, Estática, Dinámica y otras.

El laboratorio se propone incentivar las aplicaciones experimentales a nivel de la Enseñanza Superior, propiciando las aptitudes vocacionales hacia áreas científicas que permitan a nuestra juventud tener una perspectiva del mundo moderno en el cual necesariamente se desenvolverán en el futuro, mejorando así, la calidad del estudiante de la Facultad de Mecánica. (UPS, 2013)

Figura 2. Laboratorio de Física

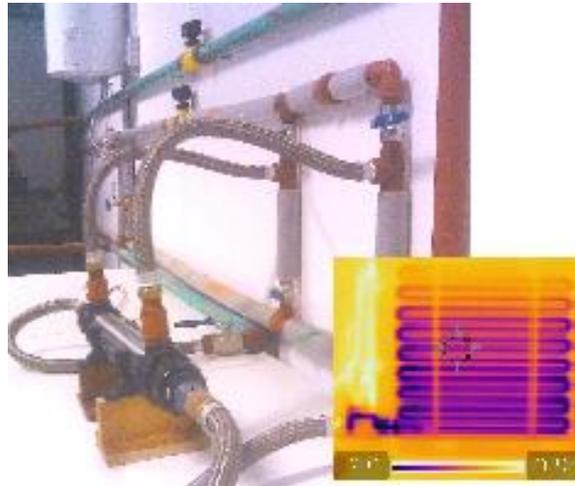


Fuente: <https://maktub.eps.ua.es/servicios/laboratorios/visualizar/informalaboratorios.phtml?codlab=LFIS>

Al complementar la teoría con la práctica, el nivel de comprensión y aprehensión del estudiante se multiplica, complementando los conocimientos teóricos, además formándolo en la redacción de informes, uso adecuado de equipos, responsabilidad y trabajo en equipo, y otras habilidades básicas para la formación de un profesional.

2.1.2 *Laboratorio de Transferencia de Calor.* En este laboratorio el alumno desarrolla habilidades analíticas y experimentales mediante el desarrollo de experimentos, aprende a solucionar problemas ingenieriles enfocados al área térmica.

Figura 3. Banco de pruebas térmicas



Fuente: <http://www.fing.edu.uy/iimpi/estructura/laboratorios>

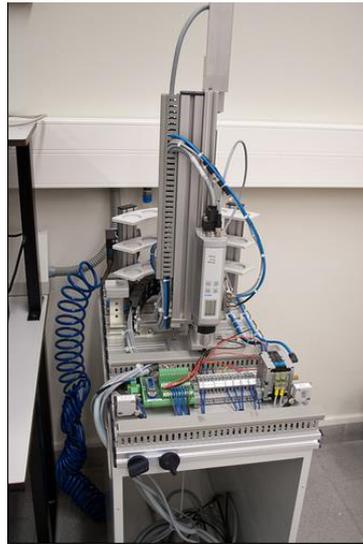
El alumno también conoce y evalúa experimental y teóricamente las distintas maneras de transferir calor mediante mecanismos de calor. Conoce las características y funcionamiento de los intercambiadores de calor y evalúa coeficientes fílmicos en forma teórica y experimental, además aprende a utilizar herramientas de laboratorio.

2.1.3 *Laboratorio de Neumática.* Este laboratorio está destinado al complemento de la asignatura con la puesta en práctica de los conceptos impartidos en clase sobre tipos de mandos, control secuencial, cascada, control con bloques secuenciales y control con lógica cableada.

Con la práctica realizada en el laboratorio se garantiza la mayor comprensión y el desempeño del estudiante para manejar aparatos industriales, permitiendo estar al estudiante actualizado con la tecnología.

Cuenta con un plantel profesional altamente capacitado con conocimientos de las tecnologías más avanzadas y un gran equipamiento de primera línea.

Figura 4. Laboratorio de Neumática



Fuente: <http://www.flickr.com/photos/deusto/8959491521/in/photostream/>

2.1.4 Laboratorio de Oleohidráulica. Permite realizar prácticas de control de actuadores, regulación y acondicionamiento de presión y caudal, apoya el proceso enseñanza-aprendizaje para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica a través de la realización de métodos y técnicas de medición, observación y experimentación en Oleohidráulica

Fomenta y realiza investigación en el área y disciplinas afines, vincula permanentemente con los problemas de interés de la sociedad y a contribuir con soluciones acordes a la realidad.

Figura 5. Laboratorio de Oleohidráulica



Fuente: <http://www.fing.edu.uy/iimpi/estructura/laboratorios>

2.2 Diseño de instalaciones en laboratorios

Las instalaciones deben permitir que las actividades del laboratorio se desarrollen de modo eficaz y seguro. El diseño del laboratorio deberá obedecer a las características generales del programa de trabajo previsto durante un largo período de tiempo de 10 a 20 años y no a las modalidades específicas del trabajo actual. (Depósito de documentos de la FAO, 2013)

2.2.1 Consideraciones generales. La disposición del laboratorio debe diseñarse con criterios de eficiencia. Por ejemplo, la distancia que deban recorrer los estudiantes e instructores para llevar a cabo las distintas fases de los procesos analíticos ha de ser lo más corta posible, aun teniendo presente que tal vez haya que separar unos procedimientos de otros por motivos analíticos o de seguridad.

Con frecuencia transcurren cinco años desde que se toma en principio la decisión de construir un nuevo laboratorio hasta el momento en que éste entra en funcionamiento, también se suele prever que no requerirá modificaciones importantes durante otros diez años.

Dado que el volumen de trabajo puede cambiar en ese plazo, no es conveniente diseñar un laboratorio teniendo sólo en cuenta los pormenores de las actividades previstas actualmente.

Aun en el caso de que el volumen de trabajo sea siempre el mismo, el curso de los acontecimientos puede exigir cambios en la importancia relativa otorgada a los diferentes tipos de análisis.

Además, los avances en la instrumentación y en la metodología analítica pueden alterar las necesidades de espacio y las condiciones para un determinado análisis.

Para facilitar una rápida evacuación en caso de incendio o cualquier otra emergencia, deben preverse por lo menos dos entradas y dos salidas en cada laboratorio, siempre que sea posible, es conveniente que las características de diseño eviten la acumulación de polvo en el laboratorio.

En el caso de poseer instrumentos ópticos se requiere una temperatura estable para su funcionamiento normal, también es necesario proteger a equipos o instrumentos de campos magnéticos intensos proveniente de otros aparatos y evitar que personas con marcapasos ingresen a estas zonas. (Depósito de documentos de la FAO, 2013)

2.2.2 Iluminación en laboratorios. La iluminancia del laboratorio se debe establecer de acuerdo a los trabajos que se van a realizar en su interior, un nivel moderado se considera de 500 lux que es suficiente para la mayoría de las actividades, pero existen procedimientos en los cuales el nivel mínimo es de 1000 lux.

En definitiva la iluminación debe estar acorde al trabajo o actividad que se va a realizar siempre tomando en cuenta los parámetros mínimos y máximos, para de esta forma determinar los lugares estratégicos de colocación de lámparas o focos; es necesario una vez colocado estos elemento realizar una comprobación con un luxómetro para determinar si la iluminancia cumple con los requerimientos establecidos.

Un luxómetro (también llamado luxómetro o light meter) es un instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente. La unidad de medida es lux. Contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representada en una pantalla o aguja con la correspondiente escala de luxes. (Wikipedia, 2013)

Figura 6. Iluminación



Fuente: http://www.icandela.com/es/notices/2011/06/centro_esther_koplowitz_iluminacion_led_y_tecnologia_eficiente_278.php

2.2.3 Instalaciones eléctricas. Se llama instalación eléctrica al conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos, máquinas e instrumentos que la utilizan.

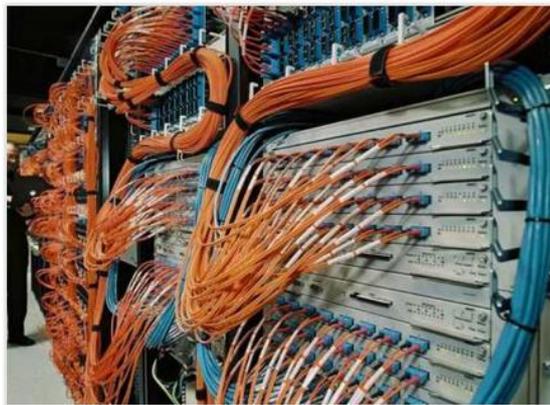
Una instalación eléctrica debe distribuir la energía eléctrica a los equipos conectados de una manera segura y eficiente, además de ser económica y de fácil acceso.

Una instalación bien diseñada debe tener previsiones necesarias para permitir el acceso a todas aquellas partes que puedan requerir mantenimiento, por ejemplo espacios para montar y desmontar equipos grandes y pasillos en la parte posterior de los tableros, entre otros.

Las instalaciones eléctricas pueden clasificarse en normales y especiales, según el lugar donde se ubiquen.

Las instalaciones normales pueden ser interiores o exteriores; las que se encuentran a la intemperie deben tener los accesorios necesarios como cubiertas, empaques y sellos para evitar la penetración del agua de lluvia aún en condiciones de tormenta.

Figura 7. Instalaciones eléctricas



Fuente: <http://quito.olx.com.ec/instalaciones-electricas-y-mantenimiento-de-computadoras-iid-534262815#>

Se consideran instalaciones especiales aquellas que se encuentran en áreas con ambiente peligroso, excesivamente húmedo o con grandes cantidades de polvo no combustible.

En lugares muy húmedos debe asegurarse una buena protección contra la corrosión y los aislantes deben ser del tipo adecuado para esas condiciones.

En casos donde existen polvos no combustibles, deben utilizarse medios para evitar la acumulación de dicho polvo, dado que pueda impedir la operación normal de la instalación. (BRATU, 1995)

2.2.4 *Seguridad en el laboratorio.* Entre los principales objetivos de la Facultad de Mecánica está en desarrollar actividades de investigación, cuyos aspectos prácticos se llevan a cabo en los laboratorios y es en este entorno de trabajo donde se generan los principales factores de riesgo que pueden llegar a afectar negativamente las condiciones de seguridad y salud tanto de maestros y estudiantes a corto o mediano plazo, por lo que es necesario conocer los principales riesgos y cómo prevenirlos.

2.2.4.1 *Normas generales:*

- No fumar, comer o beber en el laboratorio.
- Utilizar una bata o mandil y tenerla siempre bien abrochada, así proteger la ropa.
- Guardar las prendas de abrigo y los objetos personales en un armario o taquilla y no dejar nunca sobre la mesa de trabajo.
- No llevar bufandas, pañuelos largos ni prendas u objetos que dificulten la movilidad.
- Procura no andar de un lado para otro sin motivo y, sobre todo, no correr dentro del laboratorio.
- Si se tiene el cabello largo, recogerlo.
- Disponer sobre la mesa sólo los libros y cuadernos que sean necesarios.
- Tener siempre las manos limpias y secas. Si se tiene alguna herida, taparla.
- No probar ni ingerir los productos.
- En caso de producirse un accidente, quemadura o lesión, comunicar inmediatamente al docente.
- Recordar dónde está situado el botiquín.
- Mantener el área de trabajo limpia y ordenada. (Quimicaweb, 2013)

Figura 8. Seguridad



Fuente: <http://quito.olx.com.ec/distribuidora-de-seguridad-industrial-pyg-iid-570423421#>

2.3 Mantenimiento en laboratorios

La implementación del mantenimiento dentro de los laboratorios minimiza el riesgo de fallo y asegura la continua operación de los equipos, evitando su continua calibración especialmente en equipos sensibles a las condiciones del entorno, a la incorrecta manipulación y a su inevitable desgaste.

Para llevar a cabo estos propósitos se deben tener en cuenta los siguientes parámetros generales.

- a) *Condiciones ambientales.* Analizar el ambiente en el que se encuentra el equipo, ya sea en funcionamiento o en almacenamiento. Se recomienda evaluar temperatura, humedad, presencia de polvo, exposición a vibraciones mecánicas y seguridad de la instalación.
- b) *Limpieza integral externa.* Eliminar cualquier vestigio de suciedad, desechos, polvo, moho, hongos, etc., en las partes externas que componen al equipo, mediante los métodos adecuados según corresponda. Ésta podría incluir:
 - Limpieza de superficie externa usando limpiador líquido, lija, etc.

- Limpieza de residuos potencialmente infecciosos utilizando sustancias desinfectantes como bactericidas no residuales ni corrosivas.

- c) *Inspección externa del equipo o máquina.* Examinar o reconocer atentamente el equipo, partes o accesorios que se encuentran a la vista, sin necesidad de quitar partes, tapas, etc., tales como mangueras, chasis, cordón eléctrico, conector de alimentación, para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, vibración, sobrecalentamiento, fatiga, roturas, fugas, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas o a tomar alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo o correctivo.

- d) *Limpieza integral interna.* Eliminar cualquier vestigio de suciedad, desechos, polvo, moho, hongos, etc., en las partes internas que componen al equipo, mediante los métodos adecuados según corresponda.

- e) *Inspección interna.* Examinar o reconocer atentamente las partes internas del equipo y sus componentes, para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, vibración, sobrecalentamiento, fatiga, roturas, fugas, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas o a tomar alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo o correctivo.

- f) *Lubricación.* De motores, bisagras, baleros y cualquier otro mecanismo que lo necesite. Puede ser realizado en el momento de la inspección y deben utilizarse los lubricantes recomendados por el fabricante o sus equivalentes.

- g) *Reemplazo de partes defectuosas.* La mayoría de los equipos tienen partes diseñadas para gastarse durante el funcionamiento del equipo, de modo que prevengan el desgaste en otras partes o sistemas del mismo. Ejemplo de éstos son los empaques, los dispositivos protectores, los carbones, etc. El reemplazo de estas partes es un paso esencial del mantenimiento preventivo y puede ser realizado en el momento de la inspección.

- h) *Pruebas funcionales completas.* Además de las pruebas de funcionamiento realizadas en otras partes de rutina, es importante poner en funcionamiento el

equipo en conjunto con el operador y en todos los modos de funcionamiento que éste posea, lo cual además de detectar posibles fallas en el equipo, promueve una mejor comunicación entre el técnico y el operador, con la consecuente determinación de fallas en el proceso de operación por parte del operador o del mismo técnico.

- i) *Ajuste y calibración.* Para esto deberá tomarse en cuenta lo observado anteriormente en la inspección externa e interna del equipo, como realizar mediciones de los parámetros más importantes de modo que el ajuste y calibración sea acorde a normas técnicas establecidas, especificaciones del fabricante o cualquier otra referencia. Luego debe realizarse la calibración que se estime necesaria, poner en funcionamiento el equipo y realizar la medición de los parámetros correspondientes, estas dos actividades serán necesarias hasta lograr que el equipo no presente signos de desajuste. (Equipos y Laboratorio de Colombia S.A.S., 2011-2012)

2.4 Principios básicos del mantenimiento

Para que el mantenimiento cumpla su verdadera misión, la meta perseguida no es la conservación en sí misma, sino en coincidir con las demás actividades de la industria en la obtención de la más alta productividad. Estos principios de general aplicación en cualquier actividad, podemos resumirlos así:

El mantenimiento debe ser considerado como un factor económico de la Facultad de Mecánica.

El mantenimiento debe ser planificado, eliminando la improvisación. Debe existir un exacto programa anual de mantenimiento, basado en el costo real de reparaciones de cada máquina o instalación de trabajo.

Debe existir un equipo de mantenimiento especializado, con funciones claramente definidas dentro del propio organigrama del servicio.

Debe existir información técnica completa en relación con los trabajos de mantenimiento de cada máquina o instalación.

La “calidad de reparación” no debe estar sujeta a urgencias, salvo consiente decisión de los responsables del servicio de mantenimiento en casos excepcionales.

Las actividades y costos de mantenimiento, deben traducirse en índices de referencia y comparación; pudiendo de esta forma seguir los pasos de la gestión del servicio de mantenimiento en la Facultad de Mecánica.

El mantenimiento debe basarse por igual en:

- Elección y distribución de personal especializado,
- Creación y control de un taller propio para atender reparaciones,
- Orden y control de existencias del almacén de recambios,
- Programación técnico - económica. (CUADRADO, 2000)

2.4.1 *Tipos de mantenimiento.* Los diferentes tipos de mantenimiento se determinan de acuerdo con las características y desarrollo de una industria, entre los que se mencionan los siguientes:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento sintomático.

-

2.4.1.1 *Mantenimiento correctivo.* (MC) es la actividad de reparar un equipo, después de haber ocurrido un daño. Una vez reparado el defecto, el servicio de mantenimiento no atenderá de nuevo al equipo sino hasta que se presente otra falla; el MC consiste en esperar que se produzca una falla, a fin de corregirla y por lo general estas fallas causan paros imprevistos.

"Cuando estas máquinas, equipos e instalaciones interrumpen la producción debido a su mal funcionamiento, se hace necesario las tareas de restauración, reparaciones que sean

del caso, para que operen en condiciones satisfactorias. En el mantenimiento correctivo la reparación se lo considera como el trabajo no programado, generalmente de emergencia, necesario para corregir los paros imprevistos y llamadas urgentes".

Con el desarrollo de la industria y avance tecnológico este método de mantenimiento es inadecuado debido a que no da seguridad para la operación continua de los equipos y máquinas, ya que espera solamente que se produzcan daños de consideración para poner en práctica el mantenimiento, interrumpe la producción, eleva los costos de reparación y aumenta el tiempo de entrega de los productos terminados.

2.4.1.2 Mantenimiento preventivo. (MP), se dice, inicia con el diseño e instalación adecuados. En lugar de fijar rutinas para mantener limpios los motores en áreas empolvadas, ellos especifican. Por ejemplo motores totalmente encerrados, enfriados con ventilador para eliminar este gasto continuo.

Definición básica. No importa a que grado de refinamiento se desarrolle un programa de MP todos ellos incluyen estas actividades básicas:

- Inspección periódica de los activos y del equipo de la planta, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción o depreciación perjudicial.
- Conservar la planta para anular dichos aspectos o adaptarlos o repararlos, cuando se encuentren aún en una etapa incipiente.

Para un Ingeniero Eléctrico el MP puede significar la elección adecuada y colocación de los controles delicados para evitar tiempo ocioso innecesario.

Para un Ingeniero Mecánico, puede significar un desarme completo y la reparación general de una bomba de proceso o una laminadora.

Hay muchas actividades además del MP que deben planearse, programarse, controlarse y hacerse productivas. Entre ellas se encuentra el mantenimiento "correctivo", que algunos definen como la actividad de reparar después del paro no previsto y otros como el estudio de mejoras materiales y diseños para minimizar los paros imprevistos.

Independientemente del grado de refinamiento al que se desarrolle un programa de mantenimiento preventivo; todos siempre incluyen las actividades básicas:

- Inspección periódica del equipo; para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos.
- Cambio o reparación de piezas cuando su grado de desgaste no está afectado o en situación crítica como para producir un mantenimiento correctivo.
- Controles técnicos y administrativos contenidos en los formatos especialmente diseñados para la verificación del mantenimiento.
- Emisión de órdenes de trabajo escritas y registradas que hacen más seguro el cumplimiento de tareas de mantenimiento en las máquinas.

Con una aplicación correcta del mantenimiento preventivo se consigue:

- Mejorar el rendimiento
- Mantener el equipo en buen estado de funcionamiento.
- Contar con un buen programa de mantenimiento.
- Mayor vida útil del equipo.

El mantenimiento preventivo es aplicado en todas las actividades sean grandes o pequeñas, por ser un medio de mantenimiento adaptable fácilmente en todo tipo de industria si es el caso; y porque su aplicación se ha generalizado por los resultados obtenidos.

2.4.1.3 *Mantenimiento sintomático.* El mantenimiento sintomático es un intermedio entre los dos sistemas:

Correctivo y preventivo.

2.4.1.4 *Mantenimiento predictivo.* Es difícil predecir en que momento podría ocurrir fallas, en equipos, máquinas e instalaciones, con el objeto de ejecutar acciones de mantenimiento preventivo que eliminen y reduzcan en forma considerable la aparición de fallas, averías inesperadas que detienen ciertos procesos de elaboración, lo cual afecta a la producción directamente y que en ocasiones sus fallas influyen

negativamente en la obtención de productos de buena calidad y evita cumplir con ciertos pedidos.

El mantenimiento predictivo. Es un método de mantenimiento que considera en su análisis a cada máquina por separado, donde con ayuda de medidas periódicas se puede seguir el desarrollo del estado de funcionamiento en concreto de la máquina y hacer las reparaciones cuando las medidas lo indican necesario.

Figura 9. Análisis de vibraciones



Fuente: <http://lima-lima.olx.com.pe/analisis-vibracional-ultrasonido-termografia-industrial-ensayos-no-destructivos-end-iid-533558072#>

Se trata de un método individual de monitoreo de equipos y máquinas para su conservación; se le conoce también como el método de mantenimiento según estado, que se fundamenta en la medición de vibraciones para determinar el estado de las máquinas, debido a que las vibraciones son excelentes indicadores del estado de funcionamiento. A más de esto se puede realizar el monitoreo de ciertas señales eléctricas tales como: voltaje, corriente y otras como temperatura de los devanados, velocidad de la máquina; mediciones que servirán para llevar un control más completo del funcionamiento de cada máquina.

“Una máquina ideal no produciría vibraciones, ya que toda la energía se emplearía en el trabajo a realizar. En la práctica las vibraciones aparecen como consecuencia de la transmisión normal de fuerzas cíclicas por los mecanismos.

Los elementos de la máquina reaccionan entre sí y por toda la estructura se disipa energía en forma de vibraciones”.

Si el diseño y fabricación son buenos de la máquina se producirán bajos niveles de vibración, pero a medida que la máquina funcione se darán desgastes, desajustes, desalineamientos y se notarán cambios en las propiedades dinámicas de la máquina.

Si las fuerzas de excitación fluctúan alrededor de los límites permitidos los niveles de vibración se mantienen constantes, pero cuando los procesos dinámicos cambian son producto del surgimiento de averías; consecuentemente., las vibraciones representan una medida excelente para evaluar las condiciones mecánicas de una máquina constituyéndose en la base principal para la realización de medidas y análisis de vibraciones que proporcionarán datos para el control en las máquinas. (CASTRO, 1997)

2.5 Gestión de mantenimiento

A efectos de organizar el mantenimiento, lo primero que se tiene que considerar es la creación de un enunciado que englobe un propósito, una misión, una razón de ser, éste debe convertirse en una filosofía de gestión y ser la base para construir el modelo; es así que es necesario darle forma y foco a la gestión de mantenimiento, dicho de otro modo, orienta absolutamente todos los trabajos de mantenimiento aplicado.

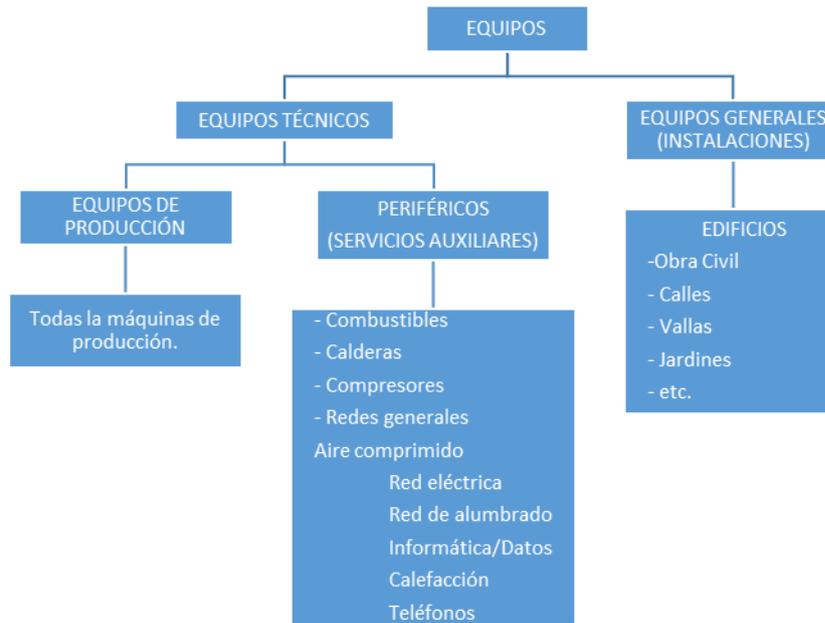
Con la gestión de mantenimiento se garantiza el mantenimiento industrial, correctivo y preventivo, con el apoyo del recurso humano altamente calificado, logística y técnicas analíticas necesarias.

2.5.1 *Gestión de los equipos.* Lo primero que se debe tener en claro es el inventario de equipos, máquinas e instalaciones a mantener.

El resultado es un listado de activos físicos de naturaleza muy diversa y que dependerá del tipo de los laboratorios a analizar.

Una posible clasificación de estos activos se muestra en la siguiente figura:

Figura 10. Clasificación de equipos



Fuente: Francis Boucly. AENOR

2.5.2 Inventarios de equipos. Un inventario de equipos es un registro o listado de todos los equipos codificados y localizados, que debe estar permanentemente actualizado. La codificación permite la gestión técnica y económica y es imprescindible para un tratamiento por ordenador.

También se debe tomar en cuenta dos criterios, el primero sobre la agrupación por tipos de equipos, para clasificar los equipos por familias, plantas, instalaciones entre otros y el segundo criterio de definición de criticidad para asignar prioridades y niveles de mantenimiento a los distintos tipos de equipos.

2.5.3 Dossier de mantenimiento. Llamado también dossier técnico es aquel que comprende toda la documentación que permite el conocimiento exhaustivo de los equipos entre ellos suele comprender planos, manuales, documentos de pruebas, inspecciones periódicas, histórico de intervenciones, entre otros; además que el alcance hay que definirlo en cada caso en función de las necesidades concretas y criticidad de cada equipo.

De una manera general se distinguen tres tipos de documentos necesarios para un conocimiento adecuado de cada equipo.

2.5.4 *Documentos comerciales.* Los cuales son utilizados para su adquisición

- Oferta
- Pedido
- Referencias servicio post-venta: distribuidor, representante.

2.5.5 *Documentos técnicos.* Que son suministrados por el fabricante y que deben ser exigidos en la compra para garantizar un buen uso y mantenimiento; los documentos técnicos están estructurados de diferentes maneras y están provistos de varias características que se detallan a continuación:

- Características de la máquina o equipo
- Condiciones de servicio especificadas
- Lista de repuestos
- Planos de montaje, esquema eléctrico, electrónico, hidráulico, etc.
- Dimensiones y tolerancias de ajuste
- Instrucciones de montaje
- Instrucciones de funcionamiento
- Normas de seguridad
- Instrucciones de mantenimiento.

2.5.6 *Fichero interno.* Formado por los documentos generados a lo largo de la vida del equipo, éste se debe definir cuidadosamente ya que no debe ser ni demasiado escasa, ni demasiado amplia, para que sea práctica y manejable:

- Codificación
- Condiciones de trabajo reales
- Modificaciones efectuadas y planos actualizados
- Procedimientos de reparación
- Fichero histórico de la máquina o equipo.

2.5.7 *Fichero histórico de la máquina o equipo.* Describe cronológicamente las intervenciones sufridas por la máquina o equipo desde su puesta en servicio. Su explotación posteriormente es lo que justifica su existencia y condiciona su contenido. Se deben recoger todas las intervenciones correctivas y, de las preventivas, las que lo sea por imperativo legal así como calibraciones o verificaciones de instrumentos incluidos en el plan de calibración o puesta a punto.

Una vez obtenido estos datos ya será posible realizar los siguientes análisis:

- a) Análisis de fiabilidad
- b) Análisis de disponibilidad
- c) Análisis de mejora de métodos
- d) Análisis de repuestos
- e) Análisis de la política de mantenimiento:
 - Máquinas o equipos con mayor número de averías
 - Máquinas o equipos con mayor importe de averías
 - Tipos de fallos más frecuentes

2.5.8 *Planeación y programación del mantenimiento.* La planeación es el proceso mediante el cual se determinan los elementos necesarios para realizar una tarea, antes del momento en el que se inicie el trabajo.

El proceso de planeación comprende todas las funciones relacionadas con la preparación de la orden de trabajo, la lista de materiales, la requisición de compras, los planos y dibujos necesarios, la hoja de planeación de la mano de obra, los estándares de tiempo y todos necesarios antes de programar y liberar la orden de trabajo.

Un procedimiento de planeación eficaz deberá incluir los siguientes pasos:

- Determinar el contenido del trabajo.
- Desarrollar un plan de trabajo.
- 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.
- Completar la orden de trabajo.
- Revisar los trabajos pendientes y desarrollar planes para su control.
- Predecir la carga de mantenimiento utilizando una técnica eficaz de pronósticos.

La programación tiene que ver con la hora o el momento específico y el establecimiento de fases o etapas de los trabajos planeados junto con las órdenes para efectuar el trabajo, su monitoreo, control y el reporte de su avance.

Una programación confiable debe tomar en cuenta 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 planta (si no, la orden de trabajo no debe programarse)
- Estimaciones realistas y lo que probablemente sucederá y no lo que el programador desea.
- Flexibilidad en el programa. (SlideShare Inc., 2013 págs. 13-17)

2.6 Diseño de la investigación

Según Hernández, Fernández, Baptista (2010) existen dos tipos de diseños de la investigación:

1. El experimental que consiste en tomar una acción y observar las consecuencias
2. El estudio no experimental consiste en una investigación que se realiza sin manipular las variables.

La investigación no experimental se divide en 2:

1. La investigación transversal recolecta datos en un solo momento y tiene como propósito describir variables y analizar interrelación en un momento dado
2. La investigación longitudinal analiza cambios a través del tiempo en determinadas categorías y sucesos. (HERNÁNDEZ, y otros, 2010)

Esta investigación es de tipo, no experimental, transeccional, descriptivo.

No experimental porque no se pueden manipular las variables, los datos a reunir se obtendrán del personal administrativo de la empresa y transeccional ya que la recolección de datos se realizará en un solo tiempo.

La investigación no experimental es la que se realiza sin manipular deliberadamente variables; lo que se hace en este tipo de investigación es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.

En un estudio no experimental no se construye ninguna situación sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente.

Los estudios no experimentales pueden ser de dos tipos, transeccionales y longitudinales.

Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

Los diseños transeccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia y los valores en lo que se manifiestan una o más variables dentro del enfoque cuantitativo. El procedimiento consiste en medir o ubicar a un grupo de personas, objetos, situaciones, contextos, fenómenos en una variable o concepto y proporcionar su descripción.

2.6.1 Fuentes de datos. Para el desarrollo de esta investigación se consultarán diversas fuentes de datos, tanto primarios como secundarios.

- *Fuentes de datos primarios.* Los datos de fuentes primarias que se obtendrán de esta investigación serán de las entrevistas que se realizarán al personal administrativo o encargados de los laboratorios a analizar.
- *Fuentes de datos secundarios.* Dentro de los datos secundarios se encuentran fuentes bibliográficas, Unidad de Control de Bienes de la facultad y visualización propia del estado de máquina o equipo de cada laboratorio. (HERNÁNDEZ, y otros, 2010)

CAPÍTULO III

3. CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIOS

Los laboratorios de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo cuentan con máquinas y equipos que sirven de apoyo y complemento para la formación académica de los estudiantes, siendo necesario que éstos se encuentren en óptimas condiciones para el desarrollo normal de las actividades que se realizan en ellos, por lo cual es necesario realizar diagnóstico actual de cada laboratorio, de esta manera se pretende verificar la funcionalidad y la disponibilidad de los equipos presentes; con los resultados obtenidos se pretende diseñar un plan de mantenimiento adecuado para alargar la vida útil y mantenerlos en servicio entre los parámetros normales.

Los laboratorios a diagnosticar son:

- Laboratorio de Física
- Laboratorio de Transferencia de Calor
- Laboratorio de Neumática
- Laboratorio de Oleohidráulica

Para realizar el diagnóstico de cada uno de los laboratorios y principalmente de los equipos que lo componen, se pueden tomar un sin número de parámetros que sirven como línea base para verificar el estado actual y el grado de operatividad de cada implemento del laboratorio; es necesario enfatizar que para dicha evaluación se lo realiza en base a criterios superficiales y no requiere de un diagnóstico técnico especializado, por lo tanto los criterios a seguir son los siguientes:

- a) *Inventario de equipos y máquinas presentes en el laboratorio.*- Describe todos los equipos, máquinas e instrumentos presentes en cada uno de los laboratorios, basado en el inventario de la Unidad de Control de Bienes de la ESPOCH (No se

toman en cuenta todos los implementos de oficina), además señala el año de puesta en funcionamiento y el estado de operatividad.

- b) Tipo de equipamiento y agrupamiento.** Considera el tipo de equipo que se trata.
- *Equipos básicos.* Son considerados equipos básicos aquellos que su grado de operatividad es sencilla y cualquier persona no calificada lo puede realizar y cuya inactividad imprevista en el laboratorio puede ser sustituida por un equipo.
 - *Equipos especiales.* Son aquellos cuyo grado de operatividad es compleja y tiene que ser operada por personas calificadas y cuya inactividad imprevista no puede ser sustituida por otro equipo o máquina externa.
- c) Nivel de riesgo.** Considera el riesgo en el momento de la operación de los equipos.
- *Equipos de bajo riesgo.* Se consideran equipos de bajo riesgo a aquellos que durante su funcionamiento no pueden causar lesiones, cortes y fracturas al operador.
 - *Equipo de mediano riesgo.* Son aquellos que durante su funcionamiento pueden ocasionar al operador un daño leve.
 - *Equipos de alto riesgo.*- Todos aquellos que durante su operación pueden causar lesiones, cortes y fracturas al operador.
- d) Grado de obsolescencia.** Denota la antigüedad del equipamiento
- Equipamiento con más de 12 años de antigüedad.
 - Equipamiento con 6 a 12 años de antigüedad.
 - Equipamiento actual, de 0 a 6 años de antigüedad.
- e) Requisito histórico de mantenimiento.**- Denota las exigencias históricas requeridas por los equipos en concepto de mantenimiento:
- *Preventivo:* Mínimo, medio, extensivo

- *Correctivo:* Mínimo, medio, extensivo
- f) *Estado de conservación y funcionamiento.* Indica el estado físico y de funcionamiento en que se encuentra el equipamiento. (FMRN-CRS-IMG, 2010)
- Malo
 - Regular
 - Bueno

3.1 Diagnóstico del laboratorio de Física

Se encuentra localizado en la planta alta del edificio de Ingeniería Automotriz dividido en tres aulas las cuales dos se utilizan para la experimentación de Física I, Física II y Física III, en la tercera aula se encuentra la bodega que recopila todos los aparatos necesarios para cada experimento.

3.1.1 Inventario de equipos y máquinas presentes en el laboratorio

Tabla 1. Inventario de equipos de laboratorio.

DESCRIPCIÓN	AÑO DE ADQUISICIÓN	EDAD DEL EQUIPO (AÑOS)	ESTADO DE OPERATIVIDAD
Balanza hidrostática	1991	22	Operativo
Amplificador D de medida I	1979	34	Operativo
Barrera luminosa	1991	22	Operativo
Amplificador de medida	1991	22	Operativo
Calibrador	1981	22	Operativo
Balanza de laboratorio escolar	1983	30	Operativo
Electroimán	1991	22	Operativo
Balanza dial o gram 310	1991	22	Operativo
Electroscopio	1979	34	Operativo
Cronómetro eléctrico grande	1981	32	Operativo
Esferómetro	1991	22	Operativo
Fuente de alimentación estabilizada	1979	34	Dañado

Micrómetro	1991	22	Operativo
Generador de frecuencias	1983	30	Operativo
Generador de funciones P	1983	30	Operativo
Placa de contacto grande	1991	22	Operativo
Generador de Van de Graaff	1991	22	Operativo
Transformador de regulación	1979	34	Operativo
Fuente de alta tensión	1983	30	Operativo
Transformador para tensiones bajas	1979	34	Operativo
Gran máquina lanzadora	1981	32	Operativo
Multímetro de demostración	1979	34	Operativo
Oscilador RC P	1979	34	Operativo
Soplador	1981	32	Operativo
Voltímetro estático	1983	30	Operativo

Fuente: Inventario de la Unidad de Control de Bienes de la ESPOCH

3.1.2 Tipo de equipamiento y agrupamiento. Existen muchos aparatos en este laboratorio que se los puede agrupar de la siguiente manera:

Tabla 2. Agrupamiento de equipos del laboratorio de Física.

EQUIPOS BÁSICOS	EQUIPOS ESPECIALES
Balanza hidrostática	Amplificador D de medida I
Barrera luminosa	Amplificador de medida
Calibrador	Fuente de alimentación estabilizada
Balanza de laboratorio escolar	Generador de frecuencias
Electroimán	Generador de funciones P
Balanza dial o gram 310	Transformador de regulación
Electroscopio	Fuente de alta tensión
Cronómetro eléctrico grande	Transformador para tensiones bajas
Esferómetro	Oscilador RC P
Micrómetro	
Placa de contacto grande	
Generador de Van de Graaff	
Gran máquina lanzadora	
Multímetro de demostración	
Soplador	
Voltímetro estático	

Fuente: Autor

3.1.3 Nivel de prioridad del laboratorio de Física. A partir de los datos anteriores se puede obtener el nivel de prioridad de cada equipo o máquina, para ello es necesario calificar a cada parámetro obtenido y se lo realiza de la siguiente manera:

Tabla 3. Clasificación

CLASIFICACIÓN			
NIVEL DE RIESGO	GRADO DE OBSOLESCENCIA	REQUIS. HISTOR. MANTENIMIENTO	ESTADO DE CONSERVACIÓN / FUNCIONAM.
ALTO = 5	MAS DE 12 AÑOS = 5	EXTENSIVO = 5	MALO = 5
MEDIANO = 3	6 A 12 AÑOS = 3	MEDIO = 3	REGULAR = 3
BAJO = 1	ACTUAL = 1	MÍNIMO = 1	BUENO = 1

Fuente: Autor

Con el nivel de prioridad de cada equipo o máquina ya se puede determinar el tipo de mantenimiento y la frecuencia con la que deber ser atendido cada equipamiento del laboratorio y se rige a los siguientes rangos.

De 1 a 2,5 = Mantenimiento correctivo

De 3 = Mantenimiento preventivo cada 12 meses.

De 3,5 a 4 = Mantenimiento preventivo cada 6 meses.

De 4,5 a 5 = Mantenimiento preventivo cada 4 meses o recambio. (FMRN-CRS-IMG, 2010)

Tabla 4. Inventario técnico

DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN				[4,5 - 5,0]= Preventivo C/4 meses o cambio
	Alto = 5	> 12 años = 5	Extensivo = 5	Malo = 5	[3,5 - 4,0] = preventivo C/6 meses
	Mediano = 3	6 a 12 años = 3	Medio = 3	Regular = 3	[3,0] = preventivo C/12 meses
	Bajo = 1	Bajo = 1	Mínimo = 1	Bueno = 1	[1,0 - 2,5] = correctivo a demanda
	Nivel de riesgo	Grado de obsolescencia	Requisito histor. mantenimiento	Estado de conservación funcionam.	Nivel de prioridad (sumatoria de la clasificación / 4)
Balanza hidrostática	1	5	3	3	3
Amplificador D de medida I	5	5	3	3	4
Barrera luminosa	3	5	3	3	3,5
Amplificador de medida	5	5	3	3	4
Calibrador	1	5	3	3	3

Balanza de laboratorio escolar	3	5	3	3	3,5
Electroimán	3	5	3	3	3,5
Balanza dial o gram 310	3	5	3	3	3,5
Electroscopio	5	5	3	3	4
Cronómetro eléctrico grande	5	5	3	3	4
Esferómetro	1	5	3	3	3
Fuente de alimentación estabilizada	5	5	3	3	4
Micrómetro	1	5	3	3	3
Generador de frecuencias	5	5	3	3	4
Generador de funciones P	5	5	3	3	4
Placa de contacto grande	1	5	3	3	3
Generador de Van de Graaff	5	5	3	3	4
Transformador de regulación	5	5	3	3	4
Fuente de alta tensión	5	5	3	3	4
Transformador para tensiones bajas	5	5	3	3	4
Gran máquina lanzadora	1	5	3	3	3
Multímetro de demostración	1	5	3	3	3
Oscilador RC P	5	5	3	3	4
Soplador	1	5	3	3	3
Voltímetro estático	1	5	3	3	3

Fuente: Autor

3.2 Diagnóstico del laboratorio de Transferencia de Calor

Se encuentra localizado en la planta baja externa del edificio de Ingeniería de Mantenimiento para brindar servicio a los estudiantes de la Facultad de Mecánica, en este laboratorio se encuentran muchos equipos especializados para el aprendizaje del estudiante de ingeniería.

Para poder hacer el respectivo análisis del laboratorio se ha recogido información acerca de los diferentes equipos existentes y se encuentren funcionales para realizar una práctica de laboratorio.

3.2.1 *Inventario de equipos y máquinas presentes en el laboratorio:*

Tabla 5. Inventario de equipos de laboratorio

DESCRIPCIÓN	AÑO DE ADQUISICIÓN	EDAD DEL EQUIPO (AÑOS)	ESTADO DE OPERATIVIDAD
Intercambiador de calor de placas	2009	4	Operativo
Intercambiador de tubos concéntricos	2009	4	Operativo
Intercambiador carcasa y tubo	2009	4	Operativo
Camisa y serpentín	2009	4	Operativo
Calorímetro	2012	1	Operativo
Banco de pruebas de intercambiador de flujo cruzado	2009	4	Operativo
Calderín	2011	2	Operativo
Ablandador	2010	3	Operativo
Bomba	2011	2	Operativo
Cámara deshidratadora	2011	2	Operativo
Generador de hielo tubular	2013	1	Operativo
Cámara de refrigeración	2008	5	Operativo
Anemómetro	2006	7	Operativo
Termómetro de sonda	2004	9	Operativo
Analizador Bacharach	2007	6	Operativo
Medidor de flujo	2007	6	Operativo

Fuente: Inventario de la Unidad de Control de Bienes de la ESPOCH.

3.2.2 Tipo de equipamiento y agrupamiento. Debido a la importancia que cada equipo posee en el laboratorio de Transferencia de Calor, se los ha llegado agrupar de la siguiente forma:

Tabla 6. Agrupamiento de equipos del laboratorio de Transferencia de Calor

EQUIPOS BÁSICOS	EQUIPOS ESPECIALES
Intercambiador de calor de placas	Calderín
Intercambiador de tubos concéntricos	Ablandador
Intercambiador de carcasa y tubo	Bomba
Camisa y serpentín	
Calorímetro	
Banco de pruebas de intercambiador de flujo cruzado	
Cámara deshidratadora	
Anemómetro	
Termómetro de sonda	
Generador de hielo tubular	
Analizador Bacharach	
Cámara de refrigeración	
Medidor de flujo	

Fuente: Autor

3.2.3 Nivel de prioridad del laboratorio de Transferencia de Calor. A partir de los datos anteriores podemos obtener el nivel de prioridad de cada equipo o máquina, para ello es necesario calificar a cada parámetro obtenido y se lo realiza de la siguiente manera:

Tabla 7. Clasificación

CLASIFICACIÓN			
NIVEL DE RIESGO	GRADO DE OBSOLESCENCIA	REQUIS. HISTOR. MANTENIMIENTO	ESTADO DE CONSERVACIÓN / FUNCIONAM.
ALTO = 5	MAS DE 12 AÑOS = 5	EXTENSIVO = 5	MALO = 5
MEDIANO = 3	6 A 12 AÑOS = 3	MEDIO = 3	REGULAR = 3
BAJO = 1	ACTUAL = 1	MÍNIMO = 1	BUENO = 1

Fuente: Autor

Con el nivel de prioridad de cada equipo o máquina ya se puede determinar el tipo de mantenimiento y la frecuencia con la que deber ser atendido cada equipamiento del laboratorio y se rige a los siguientes rangos.

De 1 a 2,5 = Mantenimiento correctivo

De 3 = Mantenimiento preventivo cada 12 meses.

De 3,5 a 4 = Mantenimiento preventivo cada 6 meses.

De 4,5 a 5 = Mantenimiento preventivo cada 4 meses o recambio. (FMRN-CRS-IMG, 2010)

Tabla 8. Inventario técnico del laboratorio de Transferencia de Calor

DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN				[4,5 - 5,0]= Preventivo C/4 meses o cambio
	Alto = 5	> 12 años = 5	Extensivo = 5	Malo = 5	[3,5 - 4,0] = preventivo C/6 meses
	Mediano = 3	6 a 12 años = 3	Medio = 3	Regular = 3	[3,0] = preventivo C/12 meses
	Bajo = 1	Bajo = 1	Mínimo = 1	Bueno = 1	[1,0 - 2,5] = correctivo a demanda
	Nivel de riesgo	Grado de obsolescencia	Requisito histor. mantenimiento	Estado de conservación funcionam.	Nivel de prioridad (sumatoria de la clasificación / 4)
Intercambiador de calor de placas	3	1	1	1	1,5
Intercambiador de tubos concéntricos	3	1	1	1	1,5
Intercambiador carcasa y tubo	3	1	1	1	1,5
Camisa y serpentín	3	1	1	1	1,5
Calorímetro	3	1	1	1	1,5
Banco de pruebas de int. de flujo cruzado	3	1	1	1	1,5
Calderín	5	1	3	1	2,5
Ablandador	1	1	3	1	1,5
Bomba	1	1	3	1	1,5
Cámara deshidratadora	3	1	1	1	1,5
Generador de hielo tubular	3	1	1	1	1,5
Anemómetro	1	3	1	1	1,5
Termómetro de sonda	1	3	3	1	2
Medidor de flujo	1	3	3	1	2
Analizador Bacharach	1	3	3	1	2
Cámara de refrigeración	1	3	3	1	2

Fuente: Autor

3.3 Diagnóstico del laboratorio de Neumática.

Se encuentra localizado en la planta baja interna del edificio de Ingeniería de Mantenimiento, en el cual se realiza prácticas de circuitos neumáticos y automatización de procesos industriales.

3.3.1 Inventario de equipos y máquinas presentes en el laboratorio:

Tabla 9. Inventario de equipos de laboratorio

DESCRIPCIÓN	AÑO DE ADQUISICIÓN	EDAD DEL EQUIPO (AÑOS)	ESTADO DE OPERATIVIDAD
Módulo torre de almacenamiento	2007	6	Operativo
Módulo transportador	2007	6	Operativo
Estación de distribución automática	2007	6	Operativo
Equipo de manipulación flexible de 3 ejes	2007	6	Operativo
Módulo mecatrónico de transferencia	2006	7	Operativo
Módulo de montaje	2006	7	Operativo
Módulo de almacén automático	2006	7	Operativo
Compresor de aire	2008	5	Operativo
Módulo actuador 1	2007	6	Operativo
Módulo actuador 2	2007	6	Operativo
Módulo elevador	2007	6	Operativo
Módulo elevador paletizado	2006	7	Operativo
Módulo de alimentación	2007	6	Operativo
Módulo de electroválvulas	2007	6	Operativo
Estación de distribución y transferencia	2005	8	Operativo

Fuente: Inventario de la Unidad de Control de Bienes de la ESPOCH.

3.3.2 Tipo de equipamiento y agrupamiento:

Tabla 10. Agrupamiento de equipos del laboratorio de Neumática.

EQUIPOS BÁSICOS	EQUIPOS ESPECIALES
Módulo torre de almacenamiento	Compresor de aire
Módulo transportador	
Estación de distribución automática	
Equipo de manipulación flexible de 3 ejes	
Módulo mecatrónico de transferencia	
Módulo de montaje	
Sistema mecatrónico módulo de almacén automático	
Módulo actuador 1	
Módulo actuador 2	
Módulo elevador	
Módulo elevador paletizado	
Módulo de alimentación	
Módulo de electroválvulas	
Estación de distribución y transferencia	

Fuente: Autor

3.3.3 Nivel de prioridad del laboratorio de Neumática. A partir de los datos anteriores podemos obtener el nivel de prioridad de cada equipo o máquina, para ello es necesario calificar a cada parámetro obtenido y se lo realiza de la siguiente manera:

Tabla 11. Clasificación

CLASIFICACIÓN			
NIVEL DE RIESGO	GRADO DE OBSOLESCENCIA	REQUIS. HISTOR. MANTENIMIENTO	ESTADO DE CONSERVACIÓN / FUNCIONAMIENTO
ALTO = 5	MAS DE 12 AÑOS = 5	EXTENSIVO = 5	MALO = 5
MEDIANO = 3	6 A 12 AÑOS = 3	MEDIO = 3	REGULAR = 3
BAJO = 1	ACTUAL = 1	MÍNIMO = 1	BUENO = 1

Fuente: Autor

Con el nivel de prioridad de cada equipo o máquina ya se puede determinar el tipo de mantenimiento y la frecuencia con la que deber ser atendido cada equipamiento del laboratorio y se rige a los siguientes rangos.

De 1 a 2,5 = Mantenimiento correctivo

De 3 = Mantenimiento preventivo cada 12 meses.

De 3,5 a 4 = Mantenimiento preventivo cada 6 meses.

De 4,5 a 5 = Mantenimiento preventivo cada 4 meses o recambio. (FMRN-CRS-IMG, 2010)

A continuación se muestra la clasificación de los equipos con su respectiva evaluación para poder obtener el nivel de prioridad de mantenimiento en el laboratorio.

Tabla 12. Inventario técnico del laboratorio de Neumática

DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN				[4,5 - 5,0]= Preventivo C/4 meses o cambio
	Alto = 5	> 12 años = 5	Extensivo = 5	Malo = 5	[3,5 - 4,0] = preventivo C/6 meses
	Mediano = 3	6 a 12 años = 3	Medio = 3	Regular = 3	[3,0] = preventivo C/12 meses
	Bajo = 1	Bajo = 1	Mínimo = 1	Bueno = 1	[1,0 - 2,5] = correctivo a demanda
	Nivel de riesgo	Grado de obsolescencia	Requisito histor. mantenimiento	Estado de conservación funcionam.	Nivel de prioridad (sumatoria de la clasificación / 4)
Módulo torre de almacenamiento	1	3	1	1	1,5
Módulo transportador	1	3	1	1	1,5
Estación de distribución automática	1	3	1	1	1,5
Equipo de manipulación flexible de 3 ejes	1	3	1	1	1,5
Módulo mecatrónico de transferencia	1	3	1	1	1,5
Módulo de montaje	1	3	1	1	1,5
Módulo de almacén automático	1	3	1	1	1,5
Compresor de aire	1	3	3	1	2
Módulo actuador 1	1	3	1	1	1,5
Módulo actuador 2	1	3	1	1	1,5
Módulo elevador	1	3	1	1	1,5
Módulo elevador paletizado	1	3	1	1	1,5
Módulo de alimentación	1	3	1	1	1,5
Módulo de electroválvulas	1	3	1	1	1,5
Estación de distribución y transferencia	1	3	1	1	1,5

Fuente: Autor

3.4 Diagnóstico del laboratorio de Oleohidráulica.

Es el laboratorio más pequeño ya que cuenta con cuatro bancos los cuales dos son del mismo tipo y por el momento se encuentra localizado en la planta baja lado derecho del hangar de CEDICOM.

Para su mejoramiento también se encuentran en proceso varias tesis para el implemento de más bancos para las prácticas de laboratorio.

3.4.1 *Inventario de equipos y máquinas presentes en el laboratorio.*

Tabla 13. Inventario de equipos de laboratorio

DESCRIPCIÓN	AÑO DE ADQUISICIÓN	EDAD DEL EQUIPO (AÑOS)	ESTADO DE OPERATIVIDAD
Banco hidráulico	1989	24	Regular
Banco neumático	1989	24	Dañado

Fuente: Inventario de la Unidad de Control de Bienes de la ESPOCH.

3.4.2 *Tipo de equipamiento y agrupamiento.*

Se los puede agrupar de la siguiente manera:

Tabla 14. Agrupamiento de equipos del laboratorio de Oleohidráulica.

EQUIPOS BÁSICOS	EQUIPOS ESPECIALES
	Banco hidráulico
	Banco neumático

Fuente: Autor

3.4.3 *Nivel de prioridad del laboratorio de Oleohidráulica*

A partir de los datos anteriores podemos obtener el nivel de prioridad de cada equipo o máquina, para ello es necesario calificar a cada parámetro obtenido y se lo realiza de la siguiente manera:

Tabla 15. Clasificación

CLASIFICACIÓN			
NIVEL DE RIESGO	GRADO DE OBSOLESCENCIA	REQUIS. HISTOR. MANTENIMIENTO	ESTADO DE CONSERVACIÓN / FUNCIONAM.
ALTO = 5	MAS DE 12 AÑOS = 5	EXTENSIVO = 5	MALO = 5
MEDIANO = 3	6 A 12 AÑOS = 3	MEDIO = 3	REGULAR = 3
BAJO = 1	ACTUAL = 1	MÍNIMO = 1	BUENO = 1

Fuente: Autor

Con el nivel de prioridad de cada equipo o máquina ya se puede determinar el tipo de mantenimiento y la frecuencia con la que deber ser atendido cada equipamiento del laboratorio y se rige a los siguientes rangos.

De 1 a 2,5 = Mantenimiento correctivo

De 3 = Mantenimiento preventivo cada 12 meses.

De 3,5 a 4 = Mantenimiento preventivo cada 6 meses.

De 4,5 a 5 = Mantenimiento preventivo cada 4 meses o recambio. (FMRN-CRS-IMG, 2010)

A continuación se describe los niveles de prioridad de los diferentes equipos.

Tabla 16. Inventario técnico del laboratorio de Oleohidráulica

DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN				[4,5 - 5,0]= Preventivo C/4 meses o cambio
	Alto = 5	> 12 años = 5	Extensivo = 5	Malo = 5	[3,5 - 4,0] = preventivo C/6 meses
	Mediano = 3	6 a 12 años = 3	Medio = 3	Regular = 3	[3,0] = preventivo C/12 meses
	Bajo = 1	Bajo = 1	Mínimo = 1	Bueno = 1	[1,0 - 2,5] = correctivo a demanda
	Nivel de riesgo	Grado de obsolescencia	Requisito histor. mantenimiento	Estado de conservación funcionam.	Nivel de prioridad (sumatoria de la clasificación / 4)
Banco hidráulico	3	5	5	3	4
Banco neumático	3	5	5	5	4,5

Fuente: Autor

CAPÍTULO IV

4. ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS

Se ha desarrollado un manual de operación y mantenimiento con el fin de apoyar a estudiantes y a los responsables de los distintos laboratorios de la Facultad de Mecánica, a familiarizarse con la correcta operación y mantenimiento de instrumentos, equipos y máquinas existentes.

No se pretende que los lineamientos incluidos en el manual para cada laboratorio conviertan a quien lo consulte en un experto capaz, de solucionar cualquier problema que pueda presentarse.

Para la elaboración de cada uno de los manuales se han basado en los siguientes parámetros.

4.1 Sistemas de codificación

4.1.1 *Codificación de equipos, máquinas e instrumentos.* La codificación requiere un estudio inicial de estructuración de las máquinas de los laboratorios desde el punto de vista académico para formar el árbol de búsqueda general.

El código será la matrícula que identificará en cada momento a la máquina y se encuentra formado por dígitos de carácter alfanumérico. La estructura de la codificación está conformada en diferentes niveles jerárquicos que abarcan el donde está situada la máquina y su búsqueda sea más fácil. (ÁLVAREZ CORRALES, y otros, 2013)

A continuación se muestra la estructuración de la codificación con un ejemplo, basado en la codificación de una balanza hidrostática ubicada en el laboratorio de Física de la Facultad de Mecánica.

FAME-LF-BH01

FACULTAD

- **FAME:** Nos indica la facultad a la cual pertenece nuestro equipo en este caso pertenece a la Facultad de Mecánica.

LABORATORIO

- **LF:** Está considerado el laboratorio a cual pertenece el equipo Ej. Laboratorio de Física.

EQUIPO

- **BH:** Se considera las iniciales del nombre del equipo como **B**alanza **H**idroestática

NÚMERO DE EQUIPO

- **01:** Cantidad de equipos con similares o iguales características

4.1.2 *Codificación de las tareas de mantenimiento.* Mediante la codificación de las tareas se puede determinar el tipo de mantenimiento que se debe prestar a determinado equipo del laboratorio, a continuación se detalla un ejemplo de la forma en que se encuentra codificado las fichas de tareas de mantenimiento.

Codificación: 01 – a

Número correspondiente a la tarea (01)

Limpieza externa

Especificación de tarea a realizar (b)

Pintura

Las codificaciones difieren de cada laboratorio debido a que el mantenimiento es diferente en todos los laboratorios.

4.2 Elaboración de fichas

Para realizar las fichas se ha logrado estandarizar con los diferentes laboratorios considerando los mismos criterios de elaboración

Las fichas pueden llegar a variar en su aspecto en algunos laboratorios, porque existen diferentes equipos de distintos tamaños, formas y se encuentran agrupados de diferentes maneras; en algunos casos los procesos de cada equipo son menores que otros que ocupan una ficha entera; pero todas las fichas serán basadas en el mismo formato.

Criterios utilizados para la elaboración:

- Logotipos de la ESPOCH y de la Facultad de Mecánica.
- Versión.
- Nombre del equipo, máquina o instrumento.
- Nombre de la ficha
- Nombre del laboratorio en cual se encuentra el implemento
- Número de ficha
- Codificación correspondiente.
- Código del inventario de la Unidad de Control de Bienes.
- Si el equipo, máquina o instrumento posee manual de fábrica
- Ubicación.
- Foto actualizada de cada máquina, equipo o instrumento

4.2.1 *Ficha de componentes principales.* Esta ficha comprende las partes en que se encuentra dividida la máquina y sus características técnicas principales, la ficha está estructurada de forma que se pueda visualizar de una mejor manera con su foto actualizada de la máquina o equipo a tratar. (Ver Figura 11)

Detalle de la Figura 11.

1. Versión del manual
2. Logotipos de la ESPOCH y Facultad de Mecánica
3. Nombre de la máquina.

4. Laboratorio a cual pertenece la máquina
5. Codificación de la máquina
6. Número de ficha
7. Código de inventario de la Unidad de Control de Bienes
8. Manual de fabricante
9. Ubicación del laboratorio
10. Número de máquina
11. Nombre del componente principal
12. Datos técnicos de la máquina
13. Foto actualizada de la máquina.
14. Foto con las partes principales de la máquina
15. Descripción de cada componente principal de la máquina.

La forma de las fichas de los componentes puede variar de forma, ya que no todas las máquinas son del mismo tamaño ni con tantas características, muchas de las veces las máquinas se agrupan de diferente manera para poder dar sus características.

En el siguiente caso se presenta una ficha de componentes principales del laboratorio de Neumática agrupados en módulos tal como se explica en la Figura 12.

Descripción Figura 12.

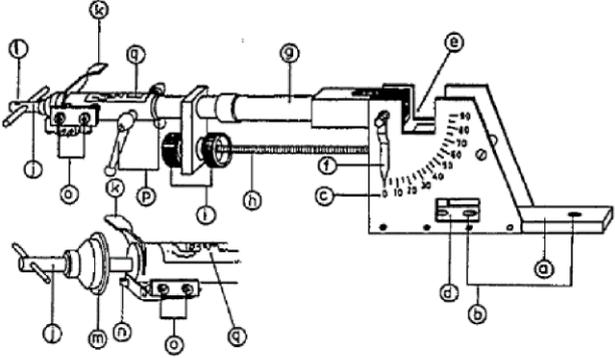
1. Versión del manual
2. Logotipo de la ESPOCH y la Facultad de Mecánica
3. Nombre que abarca a todos equipos en este caso módulos.
4. Número de ficha
5. Ubicación del laboratorio a analizar
6. Número del módulo
7. Nombre del módulo
8. Imagen actualizada del módulo
9. Código de inventario de la Unidad de Control de Bienes
10. Codificación del módulo
11. Componentes principales del módulo

Debido a que los módulos están compuestos de diferentes accesorios se ha creado fichas que contienen las características de los accesorios que poseen los diferentes módulos. (Ver Figura 13.)

Figura 11. Ficha de componentes principales gran máquina lanzadora

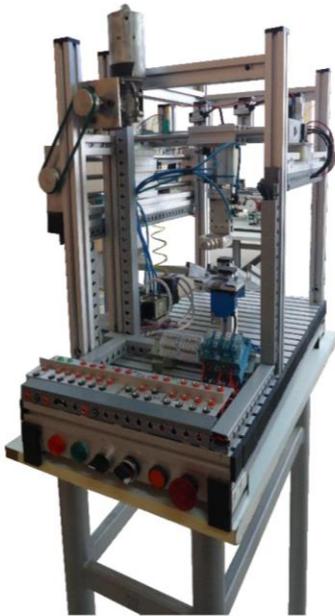
		GRAN MÁQUINA LANZADORA	Código: FAME-LF-ML01/04 Ficha: 1-2 Inventario: 34849/50/51/52
		DATOS TÉCNICOS - COMPONENTES PRINCIPALES	Manual fabricante: Sí Ubicación: Escuela de Ing. Automotriz
Versión: 2013		Laboratorio de Física	

#	Nombre	Datos Técnicos	Equipo
01	Gran Máquina Lanzadora	Ángulo de lanzamiento ajustable: $0^{\circ} - 90^{\circ}$, continuo, 3 diferentes velocidades iniciales ajustables vQ: en la primera fase de tensión: aprox. 2m/s en la segunda fase de tensión: aprox. 3m/s en la tercera fase de tensión: aprox. 4 m/s Masa del empujador: $285 \text{ g} \pm 5 \%$ Altura del punto de lanzamiento sobre la placa de sujeción: 10 cm Distancias máximas de lanzamiento (ángulo de lanzamiento 45°): en la primera fase: aprox. 0,4 m en la segunda fase: aprox. 0,8 m en la tercera fase: aprox. 1,5 m La divergencia llega aproximadamente a: $\pm 1-3 \text{ cm}$ en dirección longitudinal $\pm 1-2 \text{ cm}$ en dirección transversal	

Componentes Principales

Descripción a) Placa de sujeción con b) 2 taladros para el atornillamiento fijo sobre una placa base con tornillos avellanados c) Cuadrantes, uno en el frente y uno en el dorso del aparato, con división en grados 0° (lanzamiento horizontal) – 90° (lanzamiento vertical); d) Corte en el cuadrante para sujetar la máquina lanzadora con una pinza de mesa; e) Corte en el cuadrante para poder llevar a cabo mediciones de velocidad de lanzamiento con una barrera de luz f) Indicador (por ambos lados); g) Tubo gula con pieza adicional, una con la h) Varilla roscada para ajustar el ángulo de inclinación del tubo guía con i) 2 tuercas moleteadas, j) Empujador accionado por resorte con 3 ranuras y asa, en el extremo delantero con un pequeño imán para mantener la bola a lanzar y en el extremo posterior con k) Palanca de disparo para ajustar las velocidades Iniciales por medio de un resorte de presión que se encuentra en el tubo guía y para provocar el lanzamiento; l) Taladro para suspender un dinamómetro 100 N para medir la fuerza tensora del resorte en la fase de tensión I y II m) Placa de rebotamiento para accionar el micro interruptor, n) Micro interruptor (con posibilidad de carga de 5A/250 V), o) Casquillos de contacto para la conexión al gran cronómetro eléctrico o a un electroimán; p) Tornillo de muletilla para retirar la varilla de lanzamiento del tubo guía; q) Cartel indicador de peligros.

Fuente: Autor

Figura 12. Ficha de componentes principales de los módulos de Neumática.

 		MÓDULOS	
Versión: 2013		Datos Técnicos - Componentes Principales	Ficha: 3-5
		Laboratorio de Neumática y Automatización	Ubicación: Edificio Ing. de Mantenimiento
#	Nombre	Características o Componentes	Equipo
07	Mecatrónico de almacenamiento automático	<ol style="list-style-type: none"> 1 Unidad de transmisión (2) 2 Porta pieza (3) 3 Cilindro de doble efecto (1) 4 Distribuidor de aire (1) 5 Interfaz (1) 6 Interruptor de final de carrera (4) 7 Lámparas de señalización (2) 8 Motor con reductor (2) 9 Estructura de aluminio (1) 10 Pinza neumática (1) 11 Pulsador (2) 12 Selector (1) 13 Pulsante de paro (1) 14 Relé (5) 15 Sensor magnético (4) 16 Sensor magnético para cilindro (1) 17 Sensor magnético para pinza (1) 18 Sensor óptico (1) 19 Borneras 20 Válvulas 5/2 biestable (1) 21 Válvula 5/2 monoestable (1) <p>Inventario: 4381</p> <p>Código: FAME-NA-MO07</p>	
08 a 10	Actuador 1	<ol style="list-style-type: none"> 1 Cilindro doble efecto magnético amortiguado con 2 sensores 2 Regulador de cauda (2) 3 Torre de alimentación 5 Piezas de trabajo (4) <p>Inventario: 53108, 53109, 53110</p> <p>Código: FAME-NA-MO08 / MO09 / MO10</p>	
11 a 13	Actuador 2	<ol style="list-style-type: none"> 1 Cilindro Giratorio De 0 A 180 Magnético (1) 2 Reguladores De Caudal (2) 3 Sensores De Fin De Carrera (2) 4 Brazo Con Mecanismo De Giro 5 Ventosa (1) <p>Inventario: 53111, 53112, 53113</p> <p>Código: FAME-NA-MO11 / MO12 / MO13</p>	

Fuente: Autor

Detalle Figura 13.

1. Versión del manual
2. Logotipo de la ESPOCH y la Facultad de Mecánica
3. Nombre del laboratorio a tratarse
4. Nombre que abarca a todos los componentes de las máquinas
5. Número de ficha
6. Ubicación del laboratorio a tratarse
7. Número del accesorio
8. Nombre del accesorio
9. Características técnicas del accesorio
10. Imagen del accesorio
11. Código de Inventario de la Unidad de Control de Bienes
12. Codificación de mantenimiento

Detalle de la Figura 14.

1. Versión del manual
2. Logotipos de la ESPOCH y la Facultad de Mecánica
3. Nombre del laboratorio a tratarse
4. Nombre de la máquina principal
5. Número de ficha
6. Ubicación de la máquina
7. Número del elemento
8. Nombre del elemento
9. Características técnicas del elemento
10. Imagen actualizada del elemento
11. Código de Inventario de la Unidad de Control de Bienes
12. Código de mantenimiento
13. Imagen detallada de las partes de la máquina
14. Nombres de cada parte de la máquina

Figura 13. Ficha de accesorios principales de los módulos de Neumática

		ACCESORIOS	
		Datos Técnicos - Componentes Principales	Ficha: 1-2
Versión: 2013		Laboratorio de Neumática y Automatización	Ubicación: Esc. Ing. de Mantenimiento
#	Nombre	Características o Componentes	Equipo
07	Filtro regulador de presión	<p>Marca: Kumanical Rango ajustable de presión: 0,05 a 0,85Mpa Máx. presión ajustable: 0,95Mpa Resistencia a la presión ajustada: 1,5Mpa Rango de temperatura de operación: 5 a 60 °C Capacidad de la copa del filtro: 15cc Peso: 0,26Kg Rango de medición: máx. 150 Psi</p>	
08	Actuador cilíndrico	<p>Marca: Norgren Fluido: Aire comprimido, filtrado, lubricado o no-lubricado Doble efecto con tope amortiguador. Conexión lateral, con fijación charnela integrada (ø8 a 40 mm), orificios para fijación en las culatas (ø 50 y 63 mm) Presión de trabajo: 1 a 10bar Temperatura de Trabajo: -5°C* a +80°C máx. Diámetros de los Cilindros: 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 mm Carreras Standard: 10, 25, 40, 50, 80, 100 mm (ø 8 y 10 mm) 10, 25, 40, 50, 80, 100, 125, 160, 200 mm (ø 12 y 16 mm) 10, 25, 40, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320 mm (ø 20 y 25 mm) 25, 40, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320 mm (ø 32 a 63 mm)</p>	
09	Regulador neumático	<p>Marca: kumanical Modelo No.: AR2000 Tipo de conexión: G1/4 Rango de presión ajustable: 0.05-0.85MPa Máxima presión ajustable: 0.95Mpa Resistencia a la presión asegurada: 1,5Mpa Rango de temperatura de funcionamiento: 5 a 60 °C Peso: 0m2 Kg. Rango de medición: máx. 150 Psi</p>	
10	Actuador Rotativo	<p>Marca: chanto Acción de doble efecto magnético Diámetro: 20 mm Fluido de operación: Aire comprimido Presión de comprobación: 1,05 Mpa Presión de operación: 0,06 a 0,7 Mpa Tiempo de rotación/ángulo: 0,2 a 2 S/90° 0,3 a 1 S/180° Rango de temperatura: 0 a 50 °C Lubricación: No requerida Energía admisible: 0,08 Kg.cm Torque: 10 Kgf.cm Peso: 431 g.</p>	

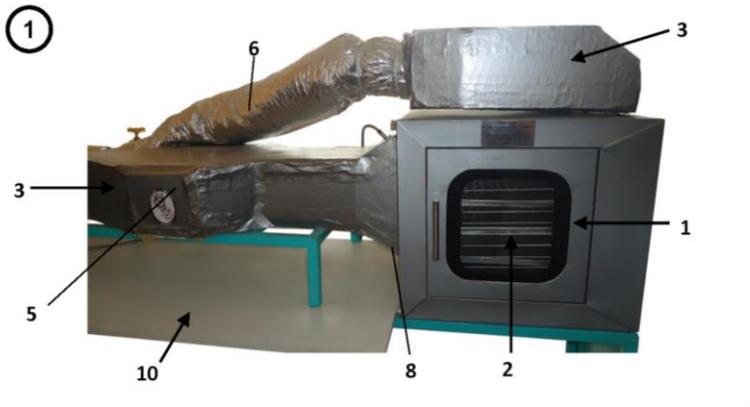
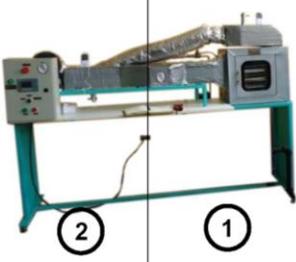
Fuente: Autor

Figura 14. Ficha de componentes principales del laboratorio de Transferencia de Calor

		Banco de pruebas de intercambiadores de flujo cruzado	
Versión: 2010		Datos técnicos - Componentes principales	Ficha: 2 - 3
Laboratorio de Transferencia de Calor		Ubicación: Escuela de Ing. Mantenimiento	

08	Trampa de vapor	Modelo: B1H-75 Conexión: rosca NPT Capacidad: 965 lb/h Orificio: 5/32" Material: Hierro fundido ASTM A126 CL B Rango de presión diferencial: 10-75 psi	
09	Caja de control	LOGO 12/24RC; LOGO POWER 24Vcd Extensión LOGO AM2 PT100, 12/24Vcd Sensor temperatura RTD, 0-200°C Termo-higrómetros, 0-70°C, 20-100%HR Relé Camsco 10Amp. a 110v/220Vac, 8p redondo Bornera riel LEGRAND, 2 - 30 Amp Pulsador 22 mm; Luz piloto 22 mm Fusible RT32 y RT16	
10	Mesa soporte	Material: Acero A-36; Tubo cuadrado de 25 mm Espesor=1 mm Longitud=6000 mm Diámetro garruchas 2" Plancha 15x1220x2400 mm de Aglomerado Tropical	

Código de inventario: 93506	Año: 2011	Código de mantenimiento: FAME-LT-IC01
-----------------------------	-----------	---------------------------------------

	
Partes principales	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cámara de deshidratación 2. Bandejas 3. Ductos 4. Ventilador 5. Intercambiador de calor 6. Cañería de cobre 7. Manómetro 8. Trampa de vapor 9. Caja de control 10. Mesa soporte 	
	

Fuente: Autor

4.2.2 Ficha de diagrama de procesos. Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza: incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. (Slideshare Inc, 2013)

Tipos de diagramas de flujo

- *Formato vertical.* En él, el flujo o la secuencia de las operaciones, va de arriba hacia abajo. Es una lista ordenada de las operaciones de un proceso con toda la información que se considere necesaria, según su propósito.
- *Formato horizontal.* En él, el flujo o la secuencia de las operaciones, va de izquierda a derecha.
- *Formato panorámico.* El proceso entero está representado en una sola carta y puede apreciarse de una sola mirada mucho más rápido que leyendo el texto, lo que facilita su comprensión, aún para personas no familiarizadas. Registra no solo en línea vertical, sino también horizontal, distintas acciones simultáneas y la participación de más de un puesto o departamento que el formato vertical no registra.
- *Formato arquitectónico.* Describe el itinerario de ruta de una forma o persona sobre el plano arquitectónico del área de trabajo. El primero de los flujogramas es eminentemente descriptivo, mientras que los utilizados son fundamentalmente representativos (Slideshare Inc, 2013)

Detalle Figura 15.

1. Encabezado compuesto por la versión del manual, los logotipos de la ESPOCH y la Facultad de Mecánica, nombre de la máquina, nombre del laboratorio, código de inventario de la Unidad de Control de Bienes, codificación de mantenimiento, si posee o no el manual del fabricante y por último la ubicación física de la máquina.
2. Función de la máquina

3. Diagrama del proceso de la máquina
4. Descripción de cada proceso
5. Si existe un control sobre cada proceso se lo escribe.
6. Seguridad que se debe tener en cuenta para esta máquina.

Detalle Figura 16.

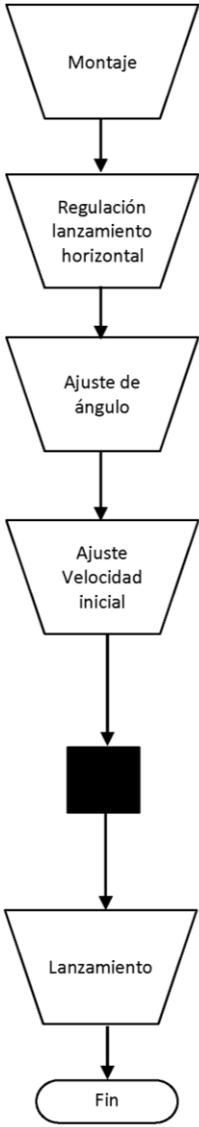
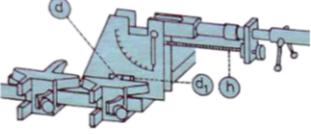
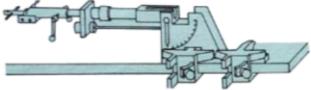
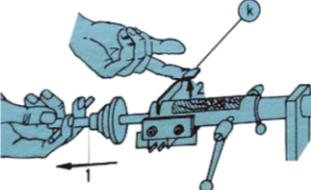
1. Versión del manual
2. Logotipos de la ESPOCH y la Facultad de Mecánica
3. Nombre de la ficha
4. Nombre del laboratorio a analizarse
5. Número de la tarea
6. Nombre de la tarea
7. Identificación de tarea
8. Tipo de sub tarea seleccionada

Detalle Figura 17.

1. Versión del manual
2. Logotipo de la ESPOCH y la Facultad de Mecánica
3. Nombre de la tarea asignada
4. Nombre de la ficha
5. Nombre del laboratorio a analizarse
6. Codificación de la tarea de mantenimiento
7. Frecuencia con la que se debe realizar la tarea de mantenimiento
8. Estado del equipo al realizar la tarea de mantenimiento asignada
9. Materiales a utilizarse en el mantenimiento
10. Equipo necesario para el mantenimiento
11. Observaciones sobre el mantenimiento
12. Procedimiento a seguir en la tarea de mantenimiento
13. Herramientas que se ha de utilizar para realizar dicha tarea
14. A que tipos de equipos del laboratorio se les da el mantenimiento

Figura 15. Ficha de diagrama de procesos

	GRAN MAQUINA LANZADORA	Código: FAME-LF-ML01/04
		Ficha: 2-2
		Inventario: 34849/50/51/52
		Manual fabricante: Sí
Versión: 2013	Laboratorio de Física	Ubicación: Escuela de Ing. Automotriz

Función	Proceso	Descripción	Control
<p>Realización de experimentos de demostración cuantitativos. Con ayuda de una barrera de luz puede medirse la velocidad inicial de la esfera o bola lanzada. También puede llevarse a cabo experimentos sobre el principio de conservación de la energía para este fin puede sacarse del aparato del empujador para determinar su masa.</p>		<p>Debe colocarse con la placa de sujeción en la esquina de una mesa de tal forma que el lado d1 de la escotadura del ángulo recto d se encuentre sobre el borde de la mesa</p> <p>Debe montarse de acuerdo con la fig. El canto de la mesa no molesta debido a que el ángulo se ajusta solamente una vez (0°).</p> <p>Las tuercas moleteadas (i) se sueltan y se desplazan ajustando el ángulo de lanzamiento. Ajustar las tuercas bien para que no varíe el ángulo.</p>	  <p>Después de una serie de experimentos y lo más tardar después del 5º lanzamiento hay que verificar si las tuercas moleteadas mantienen su posición fija y, en caso necesario, deben apretarse más.</p>
<p>Seguridad</p> <p>1_ Al tensar o relajar la máquina no colocar los dedos en la zona de peligro</p>		<p>Colocar la palanca de disparo hacia la derecha. Sacar el empujador hacia atrás en dirección de la flecha 1, fuera del tubo guía y colocar la palanca disparadora, según la tensión deseada del resorte en la primera, segunda o tercera ranura del empujador Durante una serie de mediciones no debe ser girado el empujador con el fin de tener pequeñas las divergencias en los valores de medición.</p> <p>La pequeña bola debe colocarse en la pieza adicional del tubo guía de tal modo que repose en el empujador. Acto seguido se tensa la máquina de lanzamiento y se acciona la palanca disparadora golpeando por debajo breve y fuertemente con un dedo (dirección de la flecha 2). La palanca no debe sacarse en ningún caso lentamente de la ranura.</p>	

Fuente: Autor

4.2.3 *Ficha de designación de tareas de mantenimiento.* Esta ficha se la realiza con la idea de organizar todas las tareas que se pueden realizar en los diferentes laboratorios, la ficha se encuentran agrupada de tal manera que se pueda ubicar la tarea a realizarse por medio de una codificación y por medio de ésta poder localizar la ficha de la tarea asignada a cada equipo del laboratorio.

Figura 16. Ficha de asignación de tareas de mantenimiento del laboratorio de Física

	Tareas de Mantenimiento
	LABORATORIO DE FÍSICA

Versión: 2013

#	Tarea	Ide.	Superficie
01	LIMPIEZA EXTERNA	a	Mixto

#	Tarea	Ide.	Superficie
02	LIMPIEZA INTERNA	a	Metálica
		b	Circuitos

#	Tarea	Ide.	Superficie
03	INSPECCIÓN	a	Externa
		b	Interna

#	Tarea	Ide.	Lugar
04	CONDICIONES AMBIENTALES	a	Opera
		b	Almacena

#	Tarea	Ide.	Tipo
05	PRUEBAS FUNCIONALES	a	Completa
		b	Por partes

#	Tarea	Ide.	Tipo
06	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	a	Eléctrico
		b	Superficie

#	Tarea	Ide.	Tipo
07	CALIBRACIÓN	a	Transformador de regulación
		b	Multímetro de demostración

Fuente: Autor

4.2.4 Ficha de tarea de mantenimiento. En esta ficha se explica la tarea asignada a cada máquina del laboratorio dependiendo del tipo de mantenimiento que se desea realizar, con las herramientas necesarias para dicho mantenimiento.

Figura 17. Ficha de tareas de mantenimiento.

	Pruebas Funcionales Completa	Tarea: 05-a	
		Frecuencia	
	Tareas de Mantenimiento	Ejecutada Práctica	x
Versión: 2013	Laboratorio de Física	Mensual	
		Semestral	

Máquina		
Apagada		
Encendida		x
Aplica a: <p style="text-align: center;">Todos los equipos</p>		
Herramientas: <p style="text-align: center;">Caja de herramientas</p>	Materiales:	Equipo: <p style="text-align: center;">Multímetro</p>
Procedimiento: <ul style="list-style-type: none"> - Montar los diferentes tipos de sistemas correspondientes a cada ensayo a fin de poder comprobar el correcto funcionamiento de cada uno de los equipos. - Verificar que el equipo a analizar se encuentre fijo en sus estructuras con el fin de evitar que este tambalee y afecten los diferentes ensayos - Cerciorarse que ningún elemento extraño impida el normal funcionamiento del equipo antes de encenderlo. - Encender el equipo siguiendo todos los procedimientos indicados en la ficha de procesos. - Verificar el funcionamiento de los diferentes interruptores de encendido o apagado. - Realizar mediciones con un multímetro junto para saber si los valores son correctos o necesite algún tipo de calibración. - Verificar que los instrumentos FAME-LF-CA01 hasta CA07M, FAME-LF-MI01 hasta MI06, FAME-LF-BE01, FAME-LF-BD01 y FAME-LF-BD02 que tengan libre desplazamiento y su número completo de partes. 		
Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> - Si el equipo presentase alguna condición anormal en su funcionamiento, revisar las tablas de Datos indicativos de acuerdo a las partes que lo constituyen a fin de establecer causas, síntomas y posibles soluciones mediante la prueba de funcionamiento por partes. 		

Fuente: Autor

4.2.5 *Ficha de registro.* En esta ficha se llevará el registro anual de todas las tareas de mantenimiento que se realizarán a los distintos equipos, máquinas e instrumentos.

Cada ficha muestra la respectiva imagen del equipo a registrarse, para el registro se ubica el año y el mes en que se realiza el registro de la tarea de mantenimiento realizada, para mayor facilidad se encuentra ubicada la leyenda de cada tarea de mantenimiento.

Detalle Figura 18.

1. Versión del manual de mantenimiento
2. Logotipos de la ESPOCH y la Facultad de Mecánica
3. Codificación del equipo
4. Nombre de la ficha
5. Nombre del equipo
6. Imagen del equipo actualizado
7. Año en que se está haciendo el mantenimiento
8. Codificación de las tareas y el mes en que se realiza la misma
9. EP que significa ejecutada la práctica
10. Codificación de la tarea de mantenimiento correctivo
11. Se describe las partes corregidas por parte de las tareas de mantenimiento correctivo
12. La fecha que se hizo la tarea y la firma de quien lo hizo
13. La leyenda que describe el significado de cada codificación de la ficha de registro
14. Que partes se han reemplazado en la tarea de mantenimiento
15. Nombre del elemento y la ubicación en el equipo
16. El control que debería estar a cargo de un persona que corrobore si se ha realizado o no las tareas de mantenimiento
17. Algunas observaciones que se hayan presentado durante el proceso de mantenimiento de los equipos.

Figura 18. Ficha de registro de tareas de mantenimiento

 	<p>Plan Anual FAME-LF-ML01 hasta ML04</p> <p>Ficha de registro</p>	
Versión: 2013	LABORATORIO DE FÍSICA	

Año: 2013

Tarea	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	EP
01-a													
02-a													
02-b													
03-a													
03-b													
04-a													
04-b													
05-a													
05-b													
06-a													
06-b													
07-a													
07-b													

06-a	Parte(s) afectada(s)	Fecha:	Firma:
06-b	Parte(s) afectada(s)	Fecha:	Firma:

Leyenda

EP Ejecutada la práctica. 01-a Limpieza Externa de Superficies Mixtas (pintura, acrílico y metal) 02-a Limpieza Interna de Superficies Metálicas 02-b Limpieza Interna de Superficies Con Circuitos 03-a Inspección Externa 03-b Inspección Interna 04-a Condiciones Ambientales lugar de Operación 04-b Condiciones Ambientales lugar de Almacenamiento	05-a Pruebas Funcionales Completa 05-b Pruebas Funcionales Por Partes 06-a Mantenimiento correctivo eléctrico 06-b Mantenimiento correctivo de superficies 07-a Calibración transformador de regulación 07-b Calibración multimetro de demostración
---	--

06-a Reemplazo de partes			
Elemento y ubicación:	Fecha:	Firma:	
Elemento y ubicación:	Fecha:	Firma:	
Elemento y ubicación:	Fecha:	Firma:	
Elemento y ubicación:	Fecha:	Firma:	

Control	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun.
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

Observaciones:

Fuente: Autor

4.2.6 *Historial de averías.* Ficha en la cual se registra las averías de cada equipo.

Figura 19. Ficha historial de averías

	<h2>Historial de averías</h2>	Equipo: Gran máquina lanzadora
		Código: FAME-LF-ML01 hasta ML04
Versión: 2013	Laboratorio de Física	Ficha: 1 - 1
		Ubicación: Escuela de Ing. Automotriz

<p>Nota: En la siguiente ficha existe cuatro recuadros con los meses en forma vertical para la selección por año, cada uno para una avería, en caso de faltar se puede colocar en observaciones la respectiva información, cabe recalcar que esta servirá para tomar las respectivas precauciones a fin de evitar la misma o similar falla.</p>		
Observaciones		

Parte averiada y actividad realizada														
2010			2011			2012			2013			2014		
1			1			1			1			1		
2			2			2			2			2		
3			3			3			3			3		
4			4			4			4			4		
5			5			5			5			5		
6			6			6			6			6		
7			7			7			7			7		
8			8			8			8			8		
9			9			9			9			9		
10			10			10			10			10		
11			11			11			11			11		
12			12			12			12			12		
1			1			1			1			1		
2			2			2			2			2		
3			3			3			3			3		
4			4			4			4			4		
5			5			5			5			5		
6			6			6			6			6		
7			7			7			7			7		
8			8			8			8			8		
9			9			9			9			9		
10			10			10			10			10		
11			11			11			11			11		
12			12			12			12			12		
1			1			1			1			1		
2			2			2			2			2		
3			3			3			3			3		
4			4			4			4			4		
5			5			5			5			5		
6			6			6			6			6		
7			7			7			7			7		
8			8			8			8			8		
9			9			9			9			9		
10			10			10			10			10		
11			11			11			11			11		
12			12			12			12			12		

Fuente: Autor

4.2.8 *Fichas complementarias.* Dentro de las funciones principales de un sistema de mantenimiento están el control y flujo de órdenes de trabajo, control de inventarios, compras, siendo necesario crear fichas complementarias para cumplir con algunas funciones e implementar en los laboratorios, de modo que sea considerado un factor económico de la Facultad de Mecánica, como lo recomiendan los principios de mantenimiento.

Se ha tomado en cuenta las siguientes fichas

1. Orden de trabajo
2. Solicitud de materiales
3. Solicitud de compra
4. Solicitud de servicio externo de mantenimiento

Ficha de orden de trabajo. Esta ficha se la utiliza para obtener el permiso de realizar un trabajo informando que tipo de trabajo el riesgo y las firmas de quien autoriza y termina el trabajo.

Ficha de solicitud de materiales. La cual nos detalla todos los materiales a utilizarse para el mantenimiento respectivo.

Ficha solicitud de compra. Nos ayuda con la solicitud de nuevos repuestos para las máquinas o equipos que se encuentran en para por la no existencia de repuestos.

Ficha solicitud de servicio externo de mantenimiento. Existen muchos casos en los que el personal de mantenimiento no puede solucionar algunas reparaciones las cuales necesitan de un personal calificado, es por eso que se crea esta ficha para solicitar servicio externo para su reparación

Estas fichas son modelos recomendados dentro del plan de mantenimiento, puesto que es necesario la implementación previa del departamento de mantenimiento quién controlará las distintas actividades llevadas a cabo.

En la siguiente figura se aprecia la ficha correspondiente a la orden de trabajo.

Figura 23. Ficha de orden de trabajo

 		Orden de trabajo		No.	
Versión: 2013					
Área que solicita:					
Prioridad	Normal	Importante		Urgente	
Referencias:					
Ubicación técnica		Equipo		Parte principal	
Fecha de iniciación				Fecha de terminación	
Tipo de actividad					
Programado				Predictivo	
Correctivo				Emergencia	
Solicita			Ejecuta		
Descripción del trabajo:					
Datos adicionales:					
Materiales	Cantidad	Repuestos	Cantidad	Herramientas	Cantidad
Personal requerido					
Eléctrico				Mecánico	
Observaciones generales:			Observaciones de seguridad:		
Emite		Aprueba		Cierra	
Nombre:		Nombre:		Nombre:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	
Firma		Firma		Firma	

Fuente: Autor

En la siguiente figura se aprecia la ficha correspondiente a la solicitud de compra.

Figura 25. Ficha de solicitud de compra

 		Solicitud de compra			No.
Versión: 2013					
Área que solicita:					
Ítems Solicitados					
Descripción técnica	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Total	
Total:					
Observaciones generales:					
Solicita	Aprueba		Autoriza		
Nombre:	Nombre:		Nombre:		
Fecha:	Fecha:		Fecha:		
Firma	Firma		Firma		

Fuente: Autor

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se identificó el estado actual de equipos, máquinas e instrumentos presentes en los laboratorios, en los cuales muchos de los equipos y máquinas se encuentran en total funcionalidad, gracias a repotenciaciones por medio de tesis de grado.

Existen equipos que por su antigüedad están obsoletos tecnológicamente para el aprendizaje de los alumnos

Se recopiló datos sobre características principales de las diferentes máquinas, equipos e instrumentos de cada laboratorio, los cuales sirvieron para poder llevar a cabo la edición de los manuales, siendo el principal problema muy poca información de algunos equipos que datan de hace 30 años atrás.

Se redactó los manuales de partes principales, características, operación, control, seguridad, historial de averías y registros de mantenimiento.

Con el implemento de los manuales de operación, se llegó a obtener un sistema ordenado, que permite el buen desempeño de las prácticas de laboratorio.

5.2 Recomendaciones

Implementar repotenciaciones a equipos que se encuentran obsoletos tecnológicamente por medio de tesis de grado.

Hacer gestiones para poder implementar un sistema de bodega y repuestos, y así no dejar que equipos queden en desuso por falta de repuestos.

Tener un encargado por cada laboratorio para que cumpla con las tareas de mantenimiento designadas en los manuales de operación y mantenimiento.

Capacitar a los estudiantes sobre los procedimientos antes, durante y después de la realización de las diferentes prácticas de laboratorio y concientizar sobre el uso de las mismas, para evitar daños por supuesto desconocimiento de las actividades previas al ensayo o por mala manipulación

Después de crear un departamento de mantenimiento propio de la facultad, adaptar la documentación con enfoques a un sistema de gestión de la calidad. El manual elaborado cumple con varios parámetros sugeridos por la norma ISO/TR 10013:2001, siendo necesario primero implantar políticas de calidad dentro de la Facultad de Mecánica.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ CORRALES, Diego Fernando y SOTO ORTEGA, Carlos Jose. 2013.** *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para la Fabrica Plastiazuay TESIS.* s.l. : Universidad Politécnica Salesiana, 2013.
- BETOAL. 2013.** BuenasTareas.com. [En línea] 2013. [Citado el: 12 de 09 de 2013.]
<http://www.buenastareas.com/ensayos/Ensayo/90895.html>.
- BRATU, N. 1995.** Instalaciones Eléctricas-Conceptos Básicos y Diseño. Distrito Federal- México : ALFAOMEGA, 1995.
- CASTRO, Pablo. 1997.** *Optimización del mantenimiento preventivo de máquinas eléctricas mediante un programa computacional. TESIS.* Quito : Universidad Politécnica Nacional, 1997.
- CUADRADO, E. 2000.** *Mantenimiento Industrial.* Riobamba : s.n., 2000.
- Depósito de documentos de la FAO. 2013.** fao.org. [En línea] Departamento de Agricultura, 2013. [Citado el: 15 de 10 de 2013.] <http://www.fao.org/docrep/t0845s/t0845s06.htm>.
- Equipos y Laboratorio de Colombia S.A.S. 2011-2012.** [En línea] 2011-2012. [Citado el: 17 de 11 de 2013.] http://equiposylaboratorio.com/sitio/servicios_equipos_laboratorio.php?cats=446&it=80.
- FMRN-CRS-IMG. 2010.** Servicio de Ingeniería Clínica. [En línea] Programa de gestión y mantenimiento para equipamiento médico, equipo básicos e instalaciones especiales, 2010. [Citado el: 12 de 12 de 2013.]
<http://www.bioingenieria.edu.ar/grupos/geic/biblioteca/archivos/Trabyres/T10EPAr55.pdf>.
- HERNÁNDEZ, S. R., FERNÁNDEZ, C. C. y BAPTISTA, L. P. 2010.** *Metodología de la Investigación 5ta edición.* México : Mc. Graw Hill, 2010.
- Quimicaweb. 2013.** Quimicaweb.net. [En línea] 2013. [Citado el: 25 de 11 de 2013.]
<http://www.quimicaweb.net/ciencia/paginas/laboratorio/normas.html>.
- Slideshare Inc. 2013.** slideshare.net. [En línea] 2013. [Citado el: 23 de 12 de 2013.]
<http://www.slideshare.net/ferantonio-93/definicion-de-diagrama-de-proceso>.
- SlideShare Inc. 2013.** <http://www.slideshare.net/>. [En línea] 2013. [Citado el: 29 de 11 de 2013.]
<http://www.slideshare.net/JorgeGamarraTolentino/libro-demantenimientoindustrial-24925104>.

UPS. 2013. UPS. *<http://www.ups.edu.ec/>*. [En línea] Laboratorio de Física, 2013. [Citado el: 11 de 11 de 2013.] <http://www.ups.edu.ec/laboratorio-de-fisica>.

Wikipedia. 2013. wikipedia.org. [En línea] Luxómetro, 2013. [Citado el: 13 de 11 de 2013.] <http://es.wikipedia.org/wiki/Lux%C3%B3metro>.