



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**“DESARROLLO DE MANUALES DE OPERACIÓN, SEGURIDAD Y
MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE MOTORES
DE COMBUSTIÓN INTERNA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA
FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESPOCH”**

ACURIO MALDONADO DAVID HERNÁN

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROPUESTA TECNOLÓGICA

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

RIOBAMBA – ECUADOR

2017

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2016-10-28

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación elaborado por:

ACURIO MALDONADO DAVID HERNÁN

Titulado:

**“DESARROLLO DE MANUALES DE OPERACIÓN, SEGURIDAD Y
MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE MOTORES
DE COMBUSTIÓN INTERNA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA
FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESPOCH”**

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

INGENIERO MECÁNICO

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza
VICEDECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Santiago Alejandro López Ortiz
DIRECTOR

Ing. Fabián Eduardo Bastidas Alarcón
MIEMBRO

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ACURIO MALDONADO DAVID HERNÁN

TRABAJO DE TITULACIÓN: “DESARROLLO DE MANUALES DE OPERACIÓN, SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESPOCH”

Fecha de Examinación: 2017-11-10

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Santiago Alejandro López Ortiz DIRECTOR			
Ing. Fabián Eduardo Bastidas Alarcón MIEMBRO			

* 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. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

DERECHOS DE AUTORÍA

El Trabajo de Titulación que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido por la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Por 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.

Acurio Maldonado David Hernán

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Acurio Maldonado David Hernán, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación.

Acurio Maldonado David Hernán

DEDICATORIA

A mi padre Marcelo, por ser el primer y único amigo incondicional en cada instante de mi vida y a mi madre Ximena por el gran esfuerzo dedicado a la consecución de este logro personal. A ellos, quienes con su amor y apoyo me animaron a seguir a pesar de las dificultades.

A mi hija Emilia Celeste, pues desde su nacimiento toda mi vida está dedicada a ella.

Acurio Maldonado David Hernán

AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecirme con la fe, la vida y la familia. Por reconfortar mi alma en los momentos más difíciles y por permitirme reconocer su divina intervención en cada momento de mi existencia.

A mis padres y hermanos por guiarme y apoyarme en el camino de la vida.

A mi esposa Adriana por su amor, por demostrarme que la perseverancia es el camino para alcanzar la felicidad y a nuestra hija por ser mi razón de ser mejor cada día.

El más sincero agradecimiento a la ESPOCH, a los ingenieros Santiago López y Fabián Bastidas por el descomunal apoyo brindado para la culminación de este trabajo y un agradecimiento especial a Laurita Peñafiel ya que siempre se ha preocupado por cada uno de nosotros; los estudiantes de la escuela de ingeniería mecánica, como si fuera nuestra verdadera madre. Gracias, no lo habría logrado sin ustedes.

Acurio Maldonado David Hernán

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
2. MARCO REFERENCIAL.....	3
2.1 Motores de combustión interna	3
2.2 Equipos de medición	4
2.2.1 <i>Instrumentos eléctricos</i>	4
2.2.2 <i>Instrumentos mecánicos</i>	5
2.2.3 <i>Instrumentos hidráulicos</i>	5
2.3 Operación.....	6
2.4 Seguridad.....	6
2.4.1 <i>Prevención</i>	6
2.4.2 <i>Peligro</i>	7
2.4.3 <i>Riesgo</i>	7
2.4.4 <i>Seguridad laboral</i>	8
2.5 Mantenimiento.....	8
2.5.1 <i>Correctivo</i>	8
2.5.2 <i>Preventivo o planificado</i>	9
2.5.3 <i>Predictivo</i>	9
2.5.4 <i>Proactivo</i>	10
2.6 Normativa para elaboración de documentos conforme al informe técnico ISO/TR 10013:2001 y la norma de calidad ISO 9001:2000	10
2.7 Laboratorios de enseñanza.....	11
3. CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS DE LOS LABORATORIOS.....	12

3.1	Laboratorio de motores de combustión interna	12
3.1.1	<i>Ventilación</i>	12
3.1.2	<i>Instalaciones eléctricas</i>	14
3.1.3	<i>Iluminación</i>	14
3.1.4	<i>Ruido</i>	15
3.1.5	<i>Manipulación de sustancias inflamables</i>	16
3.1.6	<i>Extintores móviles</i>	19
3.1.7	<i>Equipos del laboratorio de motores de combustión interna</i>	21
3.1.7.1	<i>Grúa</i>	24
3.1.7.2	<i>Banco de pruebas con motor WEG de 5 HP marca Borghi Saveri</i>	25
3.1.7.3	<i>Caja con torre de metal para medir el flujo de aire</i>	25
3.1.7.4	<i>Lámpara estroboscópica</i>	26
3.1.7.5	<i>Modelo de motor a gasolina, de 2 tiempos</i>	27
3.1.7.6	<i>Modelo de motor a diésel</i>	27
3.1.7.7	<i>Modelo de motor a gasolina de cuatro tiempos</i>	28
3.1.7.8	<i>Modelo de motor rotativo</i>	28
3.1.7.9	<i>Modelo de caja de velocidades de cuatro tiempos</i>	29
3.1.7.10	<i>Modelo de frenos</i>	30
3.1.7.11	<i>Modelo de transmisión</i>	30
3.1.7.12	<i>Modelo de dirección</i>	31
3.1.7.13	<i>Modelo de bomba de gasolina</i>	31
3.1.7.14	<i>Equipo de tratamiento de agua con ablandador de agua</i>	32
3.1.7.15	<i>Termoanemómetro</i>	32
3.1.7.16	<i>Banco de pruebas de inyección electrónica</i>	33
3.2	Laboratorio de eficiencia energética.....	33
3.2.1	<i>Equipos del laboratorio de eficiencia energética</i>	33
3.2.1.1	<i>Datalogging (mide la intensidad de luz)</i>	34
3.2.1.2	<i>Datalogger (Temperatura – humedad)</i>	35
3.2.1.3	<i>Termómetro infrarrojo</i>	36
3.2.1.4	<i>Multímetro Digital</i>	36

3.2.1.5	<i>Datalogger, Clamp Power Meter</i>	37
3.2.1.6	<i>Acondicionador de señal</i>	38
3.2.1.7	<i>Termoanemómetro</i>	38
3.2.1.8	<i>Estación meteorológica</i>	39
3.2.1.9	<i>Repeater</i>	39
3.2.1.10	<i>Display portable</i>	40
3.2.1.11	<i>Estroboscópica</i>	40
3.2.1.12	<i>Analizador de gases de combustión</i>	41
3.2.1.13	<i>Acondicionador de muestra</i>	41
4.	ELABORACIÓN DE MANUALES	42
4.1	Aspectos generales	42
4.2	Codificación	42
4.2.1	<i>Estructura</i>	42
4.2.1.1	<i>Área</i>	43
4.2.1.2	<i>Sub área</i>	43
4.2.1.3	<i>Sistema</i>	43
4.2.1.4	<i>Número de sistemas</i>	49
4.3	Manual de seguridad	52
4.3.1	<i>Introducción</i>	52
4.3.2	<i>Objetivos</i>	53
4.3.3	<i>Alcance</i>	53
4.3.4	<i>Responsables y responsabilidades</i>	53
4.3.4.1	<i>Decano, vicedecano de la facultad; director de escuela</i>	53
4.3.4.2	<i>Docente titular y docente técnico encargado de la asignatura</i>	53
4.3.4.3	<i>Usuarios en general (Estudiantes, docentes, personal administrativo, etc.)</i>	54
4.3.5	<i>Tipos de riesgo</i>	54
4.3.5.1	<i>Factores de riesgo físico</i>	54
4.3.5.2	<i>Factores de riesgo mecánico</i>	55
4.3.5.3	<i>Factores de riesgo químico</i>	55

4.3.5.4	<i>Factores de riesgo biológico</i>	55
4.3.5.5	<i>Factores de riesgo ergonómico</i>	55
4.3.5.6	<i>Factores de riesgo psicosocial</i>	55
4.3.6	<i>Normas de seguridad para laboratorios</i>	56
4.3.6.1	<i>Hábitos personales</i>	56
4.3.6.2	<i>Manejo de sustancias peligrosas</i>	57
4.3.6.3	<i>Manejo de desechos</i>	58
4.3.6.4	<i>Acciones de respuesta en caso de emergencias</i>	59
4.4	Elaboración de fichas de máquinas.....	60
4.5	Elaboración de fichas de máquinas.....	65
4.6	Manual de mantenimiento	69
4.7	Documentos de registro	73
4.8	Fichas complementarias.....	78
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
5.1	Conclusiones.....	87
5.2	Recomendaciones	87

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1-2: Valoración de factores de riesgo y acciones requeridas	7
Tabla 2-3: Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)	13
Tabla 3-3: Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) (ciclos americanos FTP-75, g/mi)	13
Tabla 4-3: Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica).....	14
Tabla 5-3: Niveles de iluminación mínima para trabajos específicos y similares.	15
Tabla 6-3: Niveles sonoros máximos de ruido continuo relacionados con el tiempo de exposición	16
Tabla 7-3: Cédula censal de equipos para laboratorio, ciencia y enseñanza del laboratorio de motores de combustión interna de la facultad de mecánica de la ESPOCH.	22
Tabla 8-3: Cédula censal de equipos para laboratorio, ciencia y enseñanza del laboratorio de eficiencia energética de la facultad de mecánica de la ESPOCH.....	34
Tabla 9-4: Códigos de mantenimiento de los equipos e instrumentos del laboratorio de motores de combustión interna.	49
Tabla 10-4: Códigos de mantenimiento de los equipos e instrumentos del laboratorio de eficiencia energética.....	51

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1-2: Tiempos del motor de combustión interna basado en el ciclo de Otto.....	4
Figura 2-2: Multímetro Fluke	5
Figura 3-2: Dinamómetro	5
Figura 4-2: Termómetro	5
Figura 5-2: Mantenimiento correctivo	9
Figura 6-2: Mantenimiento preventivo	9
Figura 7-2: Mantenimiento predictivo	9
Figura 8-2: Mantenimiento proactivo	10
Figura 9-3: Croquis del laboratorio de Motores de Combustión Interna.....	12
Figura 10-3: Rombo NFPA de la gasolina.....	16
Figura 11-3: El rombo NFPA y sus colores.....	16
Figura 12-3: Representación del fuego clase A	19
Figura 13-3: Representación del fuego clase B	20
Figura 14-3: Representación del fuego clase C	20
Figura 15-3: Representación del fuego clase D	21
Figura 16-3: Grúa hidráulica de motores	25
Figura 17-3: Banco de pruebas Borghi Saveri.....	25
Figura 18-3: Placa orificio	26
Figura 19-3: Caja con torre de metal para medir el flujo de aire mediante placas orificio.....	26
Figura 20-3: Lámpara estroboscópica.....	27

Figura 21-3: Modelo de motor a gasolina de dos tiempos	27
Figura 22-3: Modelo de motor a diésel.....	28
Figura 23-3: Modelo de motor a gasolina de cuatro tiempos	28
Figura 24-3: Modelo de motor rotativo	29
Figura 25-3: Modelo de caja de velocidades de cuatro tiempos.....	29
Figura 26-3: Modelo de frenos	30
Figura 27-3: Modelo de transmisión.....	30
Figura 28-3: Modelo de dirección	31
Figura 29-3: Modelo de bomba de gasolina	31
Figura 30-3: Equipo de tratamiento de agua, con ablandador de agua.....	32
Figura 31-3: Mini Termoanemómetro	32
Figura 32-3: Banco de pruebas con motor de inyección electrónica	33
Figura 33-3: Datalogging.....	35
Figura 34-3: Datalogger.....	35
Figura 35-3: Termómetro infrarrojo	36
Figura 36-3: Multímetro digital	37
Figura 37-3: Datalogger, Clamp Power Meter	37
Figura 38-3: Acondicionador de señal.....	38
Figura 39-3: Termoanemómetro	38
Figura 40-3: Estación meteorológica	39
Figura 41-3: Repeater	39
Figura 42-3: Display portable.....	40
Figura 43-3: Estroboscópica	40

Figura 44-3: Analizador de gases de combustión	41
Figura 45-3: Acondicionador de muestra	41
Figura 46-3: Estructura de la codificación de mantenimiento.	43
Figura 47-4: Formato de encabezado del manual de seguridad.....	52
Figura 48-4: Ficha de banco de pruebas Borghi Saveri.....	61
Figura 49-4: Ficha de termoanemómetro.....	62
Figura 50-4: Ficha del Analizador de Gases de Combustión (alta complejidad).	63
Figura 51-4: Ficha del Analizador de Gases de Combustión (alta complejidad).	64
Figura 52-4: Ficha de proceso grúa.	66
Figura 53-4: Ficha de proceso del Multímetro Digital.	67
Figura 54-4: Ficha de proceso del Analizador de gases de combustión (con recomendaciones específicas de seguridad).....	68
Figura 55-4: Listado de tareas de mantenimiento.....	70
Figura 56-4: Ficha de tarea Inspección Externa.	72
Figura 57-4: Modelo de ficha de registro de tareas de mantenimiento.....	74
Figura 58-4: Modelo de ficha de historial de averías.	75
Figura 59-4: Ejemplo de llenado del registro de tareas de mantenimiento.....	76
Figura 60-4: Ejemplo de llenado de historial de averías.....	77
Figura 61-4: Modelo de ficha de registro de repuestos.....	79
Figura 62-4: Modelo de llenado de ficha de registro de repuestos	79
Figura 63-4: Modelo de ficha de registro de repuestos usados en reparaciones.....	80
Figura 64-4: Modelo de llenado de registro de repuestos usados en reparaciones.	80
Figura 65-4: Modelo de ficha de orden de trabajo.....	81

Figura 66-4: Ejemplo de llenado de ficha de orden de trabajo.	82
Figura 67-4: Modelo de solicitud de materiales.	83
Figura 68-4: Modelo de llenado de solicitud de materiales	83
Figura 69-4: Modelo de solicitud de compra.	84
Figura 70-4: Modelo de llenado de solicitud de compra	84
Figura 71-4: Modelo de solicitud de servicio externo de mantenimiento.....	85
Figura 72-4: Modelo de llenado de solicitud de servicio externo de mantenimiento	86

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO A** Manual de Operación, Mantenimiento y Seguridad del “Laboratorio de Eficiencia Energética”
- ANEXO B** Manual de Operación, Mantenimiento y Seguridad del “Laboratorio de Motores de Combustión Interna”

RESUMEN

El desarrollo de manuales de operación, seguridad y mantenimiento forma parte fundamental en la gestión de laboratorios de enseñanza al proveer al usuario de dichos laboratorios la información específica que requiere para garantizar su seguridad al ejecutar las actividades de aprendizaje, tomando como base lo estipulado en múltiples modelos de manuales analizados, normas de calidad y gestión de documentos y determinando tanto las capacidades como las necesidades y recursos de los laboratorios que son objeto del presente trabajo de titulación se ha obtenido como resultado un procedimiento metodológico para la elaboración de manuales de operación, mantenimiento y seguridad para los laboratorios de motores de combustión interna y eficiencia energética de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en el que se incluye la codificación y los formatos a utilizarse en la aplicación de los mismos; así como normas y recomendaciones a seguirse durante el uso de la maquinaria y equipos con los que cuentan los antes mencionados laboratorios. Se recomienda que anualmente se reevalúe los factores de riesgo detallados en los manuales de seguridad y de ser necesario se actualice el contenido de los laboratorios. Además, es aconsejable implementar un programa de inducción en el que se exponga el contenido de los manuales elaborados para todos los usuarios de los laboratorios de enseñanza previo al inicio de sus actividades.

PALABRAS CLAVES: <INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO>, <OPERACIÓN>, <SEGURIDAD>, <GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO>, <LABORATORIOS DE ENSEÑANZA>, <MANTENIMIENTO PROACTIVO>, <TECNOLOGIAS DE MANTENIMIENTO>.

ABSTRACT

The development of operation, safety and maintenance manuals is a fundamental part of the management of teaching laboratories by providing the user of these laboratories with the specific information required to ensure their safety when performing learning activities. Based on the provisions of multiple models of manuals analyzed, quality standards and document management and determining both the capabilities and the needs and resources of the laboratories that are the subject of this degree work. It has been obtained as a result a methodological procedure to the elaboration of operation manuals, maintenance and safety to the laboratories of internal combustion engines and energy efficiency of the Mechanics School from Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; which includes the coding and formats to be used in the application of the same. As well as, rules and recommendations to follow during the use of the machinery and equipment that the aforementioned laboratories have. It is recommended that the risk factors detailed in the safety manuals be re-evaluated annually and, if necessary, updated the contents of the laboratories. In addition, it is advisable to implement an induction program in which the contents of the manuals prepared to all the users of the teaching laboratories are presented prior to the start of their activities.

KEY WORDS: <MAINTENANCE ENGINEERING>, <OPERATION>, <SAFETY>, <MAINTENANCE MANAGEMENT>, <TEACHING LABORATORIES>, <PROACTIVE MAINTENANCE>, <MAINTENANCE TECHNOLOGIES>.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

A nivel mundial se maneja el concepto de que cada laboratorio debe contar con el manual que especifique la manera apropiada para realizar las actividades para las que fue diseñado. Por ejemplo, la Universidad de Houston en Dallas, Texas expone en línea una versión del manual general de seguridad para laboratorios en el que se detalla la manera segura para manipular materiales peligrosos y los riesgos que existen en el laboratorio.

En nuestro país, se da persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.” El Ministerio de Trabajo se encarga de asegurarse de que todas las empresas e instituciones implementen un sistema de gestión de seguridad y salud para así prevenir los riesgos laborales. Una de las medidas de prevención de dichos riesgos son los manuales de operación, seguridad y mantenimiento de máquinas y equipos.

Además, universidades como la Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL cuentan también con un manual de seguridad en el que se detallan reglas básicas de seguridad en laboratorios y talleres. En este manual se encuentran recomendaciones relacionadas con vestimenta y equipos de protección personal requeridos mientras se realizan actividades en laboratorios y talleres de dicha institución. Sin embargo, este manual aborda conceptos de manera muy general.

Actualmente, la Escuela de Mecánica de la ESPOCH cuenta con manuales de operación y mantenimiento para los laboratorios del área térmica, oleohidráulica, neumática y física. Sin embargo, el laboratorio de motores de combustión interna y de eficiencia energética no poseen dicha bibliografía. Este hecho, además de la necesidad de mantenimiento de los equipos de dichos laboratorios han traído como consecuencia el desuso de dichos laboratorios; privando a los estudiantes de la facultad de mecánica del conocimiento que se obtiene al manipular equipos directamente.

Finalmente, como parte del proceso llevado a cabo por el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES) se requiere que los

laboratorios de las universidades cuenten con los manuales antes mencionados para poder obtener la acreditación que facultará su funcionamiento. (CEAACES, 2015)

1.2 Justificación

Una vez terminado la investigación del presente trabajo de titulación se contará con manuales de operación, seguridad y mantenimiento de los laboratorios de motores de combustión interna y eficiencia energética de la facultad de mecánica de la ESPOCH; con esto se beneficiarán todos los estudiantes de la facultad pues contarán con un documento que normará las actividades a realizarse mientras se utilizan los equipos garantizando así su seguridad con base en las recomendaciones del Manual de seguridad para Laboratorios y Talleres de la ESPOCH. (Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2017, pág. 32)

Adicionalmente, se extenderá la vida útil de los equipos de laboratorio al normar las tareas de mantenimiento apropiadas para cada uno de ellos reduciendo también los costos debidos a mal funcionamiento de estos.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general*

Desarrollar los manuales de operación, mantenimiento y seguridad de los equipos del laboratorio de motores de combustión interna y eficiencia energética de la escuela de ingeniería mecánica de la ESPOCH.

1.3.2 *Objetivos específicos*

Estudiar literatura, internet, trabajos de investigación, etc. relacionadas con las técnicas y métodos para el desarrollo de manuales de operación, mantenimiento y seguridad para equipos de laboratorio.

Desarrollar un procedimiento metodológico para elaborar manuales de operación, seguridad y mantenimiento basados en la literatura estudiada y que sea acorde a las necesidades y recursos de los laboratorios.

Elaborar los manuales con base en los procedimientos metodológicos previamente determinados.

CAPÍTULO II

2. MARCO REFERENCIAL

Antes de iniciar con el desarrollo de los manuales de operación, mantenimiento y seguridad de los laboratorios es importante conocer todos los conceptos establecidos y trabajos preliminares similares, que se tomarán como punto de referencia para dicho propósito.

2.1 Motores de combustión interna

Un motor de combustión interna es una máquina que transforma la energía química de los combustibles, que se queman en una cámara, en energía mecánica que se puede aprovechar en múltiples aplicaciones.

Existen varios tipos de motores de combustión interna, que son los siguientes:

El motor cíclico Otto, llamado también de cuatro tiempos, inventado por Nikolaus Otto que es el motor convencional de gasolina.

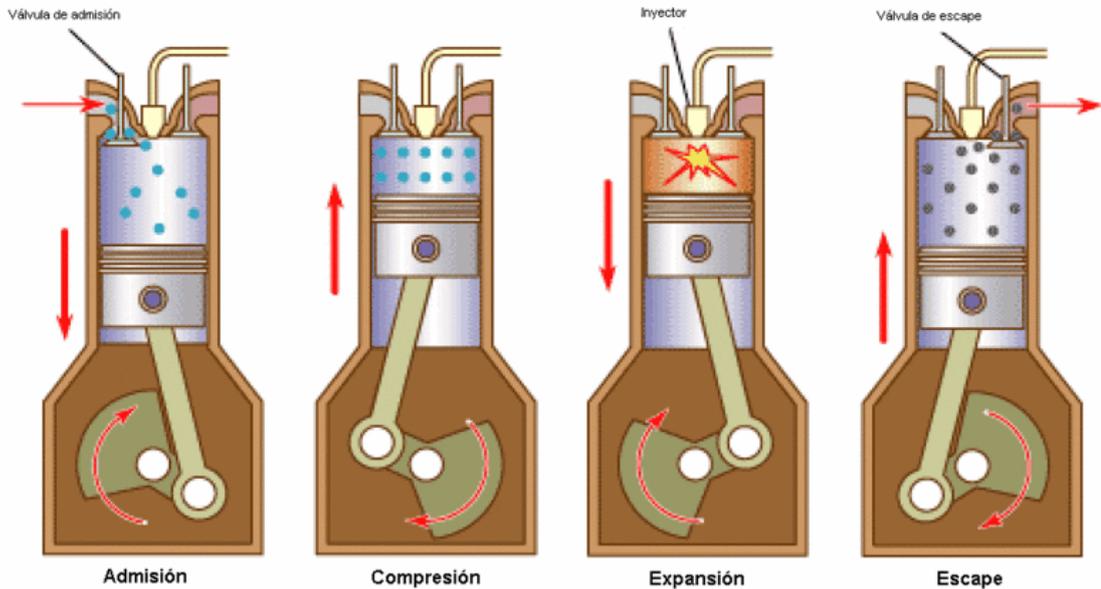
El motor diésel, que obtiene su nombre en honor al ingeniero Rudolf Diésel, y que funciona con un combustible conocido con el mismo nombre.

Casi todos los automóviles utilizan motores basados en el ciclo de OTTO, que consta de cuatro tiempos:

- a) Admisión: El pistón baja en el momento en que la válvula de admisión se abre, permitiendo el ingreso de la mezcla aire/gasolina.
- b) Compresión: El pistón sube comprimiendo la mezcla aire/gasolina, las dos válvulas están cerradas.
- c) Combustión o explosión: El pistón llega al máximo de su recorrido, la bujía entrega la chispa, se produce la explosión y el pistón es impulsado hacia abajo.

d) Escape: El pistón sube nuevamente, pero esta vez la válvula de escape se encuentra abierta permitiendo la salida de los gases quemados.

Figura 1-2: Tiempos del motor de combustión interna basado en el ciclo de Otto



© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

Fuente: (Encyclopædia Britannica, 2007, pág. 256)

En el Laboratorio de Motores de Combustión Interna existen bancos de prueba para la determinación de las características de funcionamiento de un motor. Mediante el uso de dichos bancos se puede determinar la potencia, torque generado y demás características de los motores de combustión interna con los que cuenta el laboratorio.

2.2 Equipos de medición

Debido a que los equipos del laboratorio de eficiencia energética son en su mayoría de medición es importante conocer su clasificación y características principales

2.2.1 Instrumentos eléctricos

Se basan en la variación que las magnitudes físicas que miden tienen sobre el voltaje. Estos equipos relacionan dicha variación con una escala de medición que sirve para cuantificar la magnitud que es objeto de medida y expresar un valor determinado. Por ejemplo: Multímetros, sonómetros, luxómetros, etc.

Figura 2-2: Multímetro Fluke



Fuente: (FLUKE, 2015)

2.2.2 Instrumentos mecánicos

Son los instrumentos de medición que se basan en el movimiento o deformación de elementos mecánicos como resortes, engranajes, piñones, ruedas, etc. Que se producen por la variación de la magnitud que se quiere medir. Estos equipos relacionan dichas deformaciones o movimientos con valores que cuantifican una magnitud determinada. Por ejemplo: Dinamómetros, manómetros mecánicos, etc.

Figura 3-2: Dinamómetro

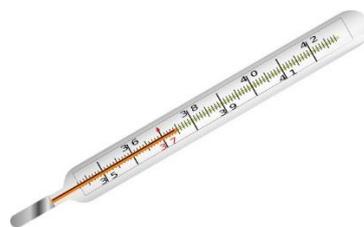


Fuente: (PROBACSSA, 2015)

2.2.3 Instrumentos hidráulicos

Basan su funcionamiento en el efecto que la magnitud que requiere ser medida tiene sobre un fluido y expresan dichas variaciones como la cuantificación de la variable medida. Por ejemplo: Placas orificio, manómetros y termómetros de mercurio, etc.

Figura 4-2: Termómetro



Fuente: (Instrumentos de Laboratorio, 2016)

2.3 Operación

Es el conjunto de actividades que el ser humano (operador) debe llevar a cabo para poner en marcha una máquina y que dicha máquina cumpla con el objetivo para el que fue diseñada y para detener su funcionamiento cuando el proceso se haya terminado o en caso de que exista una condición que requiera una detención forzosa del funcionamiento de dicha máquina.

Existen diferentes maneras para determinar y organizar el proceso de operación de un equipo entre las que se pueden nombrar: tablas, listas de instrucciones y diagramas de flujo.

2.4 Seguridad

La seguridad comprende todas las actividades, ideas, sugerencias e iniciativas que buscan alcanzar la ausencia de peligros, daños o riesgos basando sus esfuerzos en la prevención. Más específicamente, en los laboratorios de enseñanza se debe tener en cuenta que el funcionamiento de las máquinas y equipos pueden entrañar gran peligro para las personas que los utilizan, especialmente porque quienes ingresan al laboratorio son en su gran mayoría estudiantes que no tienen mucha experiencia operando equipos o incluso que operan por primera vez un equipo con las características propias de los equipos de cada laboratorio lo que eleva su nivel de vulnerabilidad y por tanto su nivel de riesgo. Por lo tanto, es responsabilidad de los docentes técnicos, quienes son los encargados de supervisar cada una de las actividades de laboratorio la de garantizar las condiciones apropiadas para que el estudiante pueda llevar a cabo una práctica de laboratorio de manera segura.

2.4.1 Prevención

Es toda medida que se previene la ocurrencia de accidentes. La prevención es la base de la seguridad pues de esta manera el personal se anticipa a las posibles causas de los accidentes e implementa medidas para minimizar su riesgo y, en la medida de lo posible, eliminarlo.

La prevención se realiza implementando medidas de control tanto a las condiciones del lugar de trabajo que pueden llegar a causar accidentes, como a las acciones que los usuarios ejecutan durante la realización de sus actividades en el laboratorio de enseñanza.

2.4.2 Peligro

También conocido como Factor de Riesgo. Es todo aquello que tiene la capacidad potencial de generar daños sobre una persona. No existe un ambiente que esté completamente libre de peligros, por lo que se debe identificarlos y evaluarlos de manera apropiada para poder implementar medidas de prevención que mitiguen sus efectos y eviten que se conviertan en un riesgo para las personas.

En el caso concreto de los laboratorios de Motores de Combustión Interna y Eficiencia Energética la identificación y valoración de los factores de riesgo se realizará siguiendo las recomendaciones expresadas en la Evaluación de Riesgos Laborales del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales del Gobierno de España.

2.4.3 Riesgo

Es la posibilidad de que un factor de riesgo cause daño a una persona. Para la estimación del riesgo se evalúan tanto la amenaza, que es la capacidad que tiene un factor de riesgo para causar daño a una persona; como la vulnerabilidad, en la que se evalúa la capacidad que la persona tiene para resistir el nivel de amenaza antes mencionado.

Una apropiada gestión de la seguridad busca reducir tanto el nivel de amenaza, limitando al factor de riesgo; como el de vulnerabilidad proveyendo a la persona de herramientas para aumentar su nivel de preparación ante la amenaza entre las que podemos nombrar: capacitación, implementación de manuales y guías, dotación de equipos de protección personal, etc.

La valoración de niveles de riesgo establece también las actividades de control que requiere cada nivel de riesgo de la siguiente manera:

Tabla 1-2: Valoración de factores de riesgo y acciones requeridas

RIESGO	ACCIÓN Y TEMPORIZACIÓN
Trivial (T)	No se requiere acción específica
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.

Tabla 1-2: Valoración de factores de riesgo y acciones requeridas. (continúa)

Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Fuente: (Decreto Ejecutivo 2393, 1988)

2.4.4 Seguridad laboral

El término **seguridad laboral** tiene que ver con las condiciones de trabajo en las que se desenvuelven las personas. Cada país cuenta con políticas de seguridad propias; cada uno con sus requerimientos que el empleador debe cumplir para garantizar que las labores que cada uno de sus trabajadores realiza, no tengan un efecto desfavorable sobre su salud y su bienestar.

Como base para las recomendaciones y disposiciones de seguridad emitidas en los documentos que van a ser elaborados se ha tomado al Manual de seguridad para Laboratorios y Talleres de la ESPOCH (Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2017)

2.5 Mantenimiento

El mantenimiento es el conjunto de acciones por medio de las cuales se busca mejorar ciertos aspectos relevantes en un determinado establecimiento como la seguridad, confort, productividad, higiene, imagen, etc.; detallando actividades y asignando recursos para garantizar el apropiado funcionamiento de una máquina o equipo.

Existen cuatro tipos de mantenimientos:

2.5.1 Correctivo

El mantenimiento correctivo, también conocido como reactivo, es aquel que se lleva a cabo

cuando exista una falla, una rotura, un desprendimiento, etc., que imposibilita el funcionamiento de la máquina, por lo que produce disminución de horas de producción y como consecuencia grandes gastos.

Figura 5-2: Mantenimiento correctivo



Fuente: (Grupo Mavesa, 2017)

2.5.2 *Preventivo o planificado*

Se lleva a cabo antes de que el sistema falle. Puede realizarse durante las horas de detención de la maquinaria evitando así detenciones en la producción y evitando pérdidas económicas. Además, se puede predecir los recursos, tiempos y costos necesarios para su realización.

Figura 6-2: Mantenimiento preventivo



Fuente: (Euroinnova, 2017)

2.5.3 *Predictivo*

Se basa en el análisis técnico de las condiciones del equipo. Diagnostica a las partes de la máquina y determina si es o no apropiado realizar alguna tarea de mantenimiento.

Figura 7-2: Mantenimiento predictivo



Fuente: (Tecnomán, 2015)

2.5.4 Proactivo

Esta clase de mantenimiento están asociados a los principios de colaboración, sensibilización, solidaridad, trabajo en equipo, etcétera, de tal forma que quienes estén directa o indirectamente involucrados, deben estar al tanto de los problemas de mantenimiento. Así, tanto los técnicos, directivos, ejecutivos y profesionales actuarán según el cargo que ocupen en las tareas de mantenimiento.

Figura 8-2: Mantenimiento proactivo



Fuente: (Mas Ingenieros, 2017)

2.6 Normativa para elaboración de documentos conforme al informe técnico ISO/TR 10013:2001 y la norma de calidad ISO 9001:2000

El informe técnico internacional ISO/TR 10013:2001 especifica en su sección 4.5 Procedimientos documentados lo siguiente:

“Los procedimientos documentados pueden hacer referencia a instrucciones de trabajo que definan como se desarrolla una actividad. Los procedimientos documentados generalmente describen actividades que competen a funciones diferentes, mientras las instrucciones de trabajo generalmente se aplican a las tareas dentro de una función”. (ISO/TR 10013, 2001)

Lo antes mencionado hace referencia al tipo de documento que va a ser generado como resultado del presente trabajo de titulación. Un documento que describa de manera clara y breve como se desarrollan las actividades de operación de los equipos de los laboratorios de motores de combustión interna y eficiencia energética de la facultad de mecánica de la ESPOCH.

El mismo documento indica también en su sección 4.6 Instrucciones de trabajo lo siguiente:

“4.6.1 Estructura y formato

Las instrucciones de trabajo deberían ser desarrolladas y mantenidas para describir el desempeño de todo trabajo que podría verse afectado adversamente por la falta de tales instrucciones. Existen muchas maneras de preparar y presentar las instrucciones.

La estructura, formato y nivel de detalle utilizado en las instrucciones de trabajo deberían adaptarse a las necesidades del personal de la organización y dependen de la complejidad del trabajo, métodos utilizados, formación recibida y las habilidades y calificaciones de tal personal.” (ISO/TR 10013, 2001)

2.7 Laboratorios de enseñanza

La Real Academia de la Lengua Española define al laboratorio como el lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos y trabajos de carácter científico o técnico (Real Academia Española).

Además, tomando en consideración que la experimentación es el método que permite descubrir con mayor grado de confianza, relaciones de tipo causal entre hechos o fenómenos de la realidad. Por ello es el tipo y nivel más alto de investigación científica. (Diseños Experimentales en Educación, 2011)

Con base en lo anterior, podemos definir al laboratorio de enseñanza como el lugar dotado de equipos e instrumentos necesarios para realizar investigaciones y trabajos orientados a verificar experimentalmente los conocimientos teóricos aprendidos en el aula con la finalidad de generar un mayor grado de confianza con dichos conocimientos.

Los laboratorios que van a ser objeto del presente trabajo de titulación son los laboratorios de Motores de Combustión Interna y de Eficiencia Energética

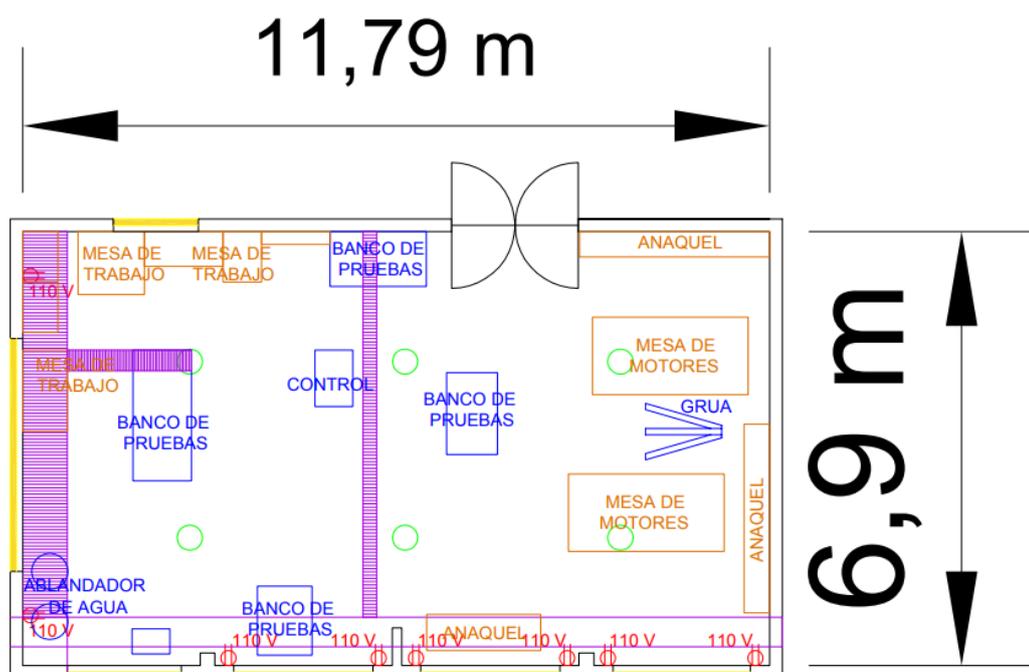
CAPÍTULO III

3. CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS DE LOS LABORATORIOS

3.1 Laboratorio de motores de combustión interna

El laboratorio de combustión interna se encuentra ubicado en el segundo de los cuatro galpones de laboratorios con los que cuenta la facultad de mecánica de la ESPOCH. A continuación, se analizan las condiciones y características tanto de sus espacios físicos como de sus equipos de enseñanza

Figura 9-3: Croquis del laboratorio de Motores de Combustión Interna.



Fuente: (Autor, 2017)

3.1.1 Ventilación

El laboratorio de motores de combustión interna cuenta con apropiada ventilación requeridas para la apropiada ejecución de las prácticas de laboratorio que como producto de la combustión emiten gases que en altas concentraciones pueden llegar a ser altamente tóxicos.

La norma INEN 2204 Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que emplean gasolina, determina los límites máximos permitidos para los gases de combustión de los motores de combustión interna realizando dos tipos de prueba: Prueba estática, en estado de marcha mínima o ralentí en la que se debe seguir el procedimiento descrito en NTE INEN 2203; donde se establecen los límites siguientes para producción de monóxido de carbono (CO) y otros tipos de hidrocarburos (HC):

Tabla 2-3: Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)

Año modelo	% CO ^a		ppm HC ^a	
	0 - 1500 ^b	1500 - 3000 ^b	0 - 1500 ^b	1500 - 3000 ^b
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1000	1200

^a Volumen
^b Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm).

Fuente: (NTE INEN 2204, 2017, pág. 8)

Y, prueba dinámica cuyas condiciones de prueba dependen de dos normas de diferentes procedencias: la FTP-75 (Federal Test Procedure) de la agencia americana de protección ambiental donde se establecen los siguientes límites para la producción de monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (THC), hidrocarburos diferentes al metano (NMHC), óxidos de nitrógeno (NOx):

Tabla 3-3: Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) (ciclos americanos FTP-75, g/mi)

Categoría	50,000 millas/5 años				100,000 millas/10 años ^a			
	CO g/mi	THC g/mi	NMHC g/mi	NOx g/mi	CO g/mi	THC g/mi	NMHC g/mi	NOx g/mi
Vehículos de pasajeros	3,4	0,41	0,25	0,4	4,2	-	0,31	0,6
LLDT, LVW < 3750 lbs	3,4	-	0,25	0,4	4,2	0,80	0,31	0,6
LLDT, LVW > 3750 lbs	4,4	-	0,32	0,7	5,5	0,80	0,40	0,97
HLDT, ALVW < 5750 lbs	4,4	0,32	-	0,7	6,4	0,80	0,46	0,98
HLDT, ALVW > 5750 lbs	5,0	0,39	-	1,1	7,3	0,80	0,56	1,53

^a Vida útil 120,000 millas/11 años para todos los estándares HLDT, THC y LDT.

Abreviaturas:
PBV Peso bruto vehicular
LVW Peso del vehículo cargado (tara + 300 lbs)
ALVW LVW ajustado (promedio numérico de la tara y el PBV)
LDT Camión ligero
LLDT Camión liviano ligero (debajo de 6000 lbs PBV)
HLDT Camión ligero pesado (sobre 6000 lbs PBV)

Fuente: (NTE INEN 2204, 2017)

Y la directiva de la UE 98/69/CE para la que establece los límites máximos permisibles para monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx) y emisiones evaporativas como se describe en la tabla siguiente:

Tabla 4-3: Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica)

Categoría	Clase	Peso de referencia (PR) kg	CO g/km	HC g/km	HC + NOx g/km	NOx	Ciclo de prueba
M ^a	-	Todas	2,3	0,2	-	0,15	ECE + EUDC (también conocido como MVEG-A)
N1 ^b	I	PR ≤ 1 305	2,3	0,2	-	0,15	
	II	1 350 < PR ≤ 1 760	4,17	0,25	-	0,18	
	III	1 760 < PR	5,22	0,29	-	0,21	

^a Salvo los vehículos cuyo peso máximo sobrepase 2500 kg.
^b Y los vehículos de la categoría M que sobrepasen 2500 Kg.

Fuente: (Directiva de la UE 98/69/CE)

Este conjunto de normativas, garantizan el apropiado estado funcional de los motores de combustión interna minimizando los efectos que estos tienen sobre el medio ambiente.

3.1.2 Instalaciones eléctricas

El laboratorio cuenta con instalaciones eléctricas apropiadas, mismas que pueden ser de dos tipos:

- 110 voltios
- 220 voltios

Para alimentar a los equipos de enseñanza del laboratorio según sus requerimientos energéticos particulares.

3.1.3 Iluminación

El decreto ejecutivo 2393, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, establece en su artículo 56: Iluminación, niveles mínimos la cantidad mínima de luxes necesarios en un área determinada en función de la actividad que en ella se realiza, como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 5-3: Niveles de iluminación mínima para trabajos específicos y similares.

ILUMINACIÓN MÍNIMA	ACTIVIDADES
20 luxes	Pasillos, patios y lugares de paso
50 luxes	Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos.
100 luxes	Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera, salas de máquinas y calderos, ascensores
200 luxes	Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas
300 luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.
500 luxes	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo.
1000 luxes	Trabajos en que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste difíciles, tales como: trabajos con colores o artísticos, inspección delicada, montajes de precisión electrónicos, relojería.

Fuente: (Decreto Ejecutivo 2393, 1988, pág. 89)

Las mediciones llevadas a cabo en el laboratorio de motores de combustión interna tuvieron un resultado promedio de 384 luxes indicando así una apropiada iluminación ambiental. Además, se cuenta con un sistema de iluminación artificial disponible en caso de que la iluminación ambiental no sea suficiente.

3.1.4 Ruido

Según su emisión sonora los motores de combustión interna de un vehículo pueden clasificarse en cuatro categorías: vehículos silenciosos (media inferior a 84 dB), vehículos poco ruidosos (media entre 84 y 86 dB), vehículos ruidosos (media entre 86 y 90 dB) y vehículos muy ruidosos (media mayor a 90 dB). (Velasco Sánchez, 2014, pág. 3)

En el artículo 55. RUIDOS Y VIBRACIONES, numeral 7 del Decreto Ejecutivo 2392, se establecen los niveles sonoros máximos relacionados con el tiempo que una persona o grupo de personas están expuestos a ellos como se indica a continuación:

Tabla 6-3: Niveles sonoros máximos de ruido continuo relacionados con el tiempo de exposición

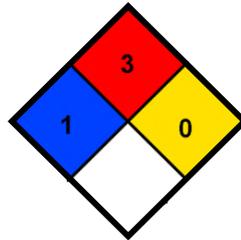
Nivel sonoro/dBA	Tiempo de exposición por jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0.25
115	0.125

Fuente: (Decreto Ejecutivo 2393, 1988)

3.1.5 Manipulación de sustancias inflamables

La gasolina es el combustible utilizado en los motores de combustión interna, este compuesto es altamente inflamable y sus características se expresan mediante el siguiente rombo de seguridad basado en la norma NFPA 704:

Figura 10-3: Rombo NFPA de la gasolina



Fuente: (EP Petroecuador)

Los valores y/o símbolos colocados en cada una de las zonas del rombo de seguridad determinan las características del compuesto señalado como se indica a continuación:

Figura 11-3: El rombo NFPA y sus colores



Fuente: (NFPA 704, 2017)

El Rombo y sus colores se explican de la siguiente manera:

Azul/Salud

4. Sustancias que, con una muy corta exposición, pueden causar la muerte o un daño permanente, incluso en caso de atención médica inmediata. Por ejemplo, el cianuro de hidrógeno
3. Materiales que bajo corta exposición pueden causar daños temporales o permanentes, aunque se preste atención médica, como el hidróxido de potasio.
2. Materiales bajo cuya exposición intensa o continua puede sufrirse incapacidad temporal o posibles daños permanentes a menos que se dé tratamiento médico rápido, como el cloroformo o la cafeína.
1. Materiales que causan irritación, pero solo daños residuales menores aún en ausencia de tratamiento médico. Un ejemplo es la glicerina.
0. Materiales bajo cuya exposición en condiciones de incendio no existe otro peligro que el del material combustible ordinario, como el cloruro de sodio.

Rojo/Inflamabilidad

4. Materiales que se vaporizan rápido o completamente a la temperatura a presión atmosférica ambiental, o que se dispersan y se queman fácilmente en el aire, como el propano. Tienen un punto de inflamabilidad por debajo de 23°C (73°F).
3. Líquidos y sólidos que pueden encenderse en casi todas las condiciones de temperatura ambiental, como la gasolina. Tienen un punto de inflamabilidad entre 23°C (73°F) y 38°C (100°F).
2. Materiales que deben calentarse moderadamente o exponerse a temperaturas altas antes de que ocurra la ignición, como el petrodiesel. Su punto de inflamabilidad oscila entre 38°C (100°F) y 93°C (200°F).
1. Materiales que deben precalentarse antes de que ocurra la ignición, cuyo punto de inflamabilidad es superior a 93°C (200°F).
0. Materiales que no se queman, como el agua. expuesto a una temperatura de 815° C (1.500°F) por más de 5 minutos.

Amarillo/Inestabilidad/Reactividad

4. Fácilmente capaz de detonar o descomponerse explosivamente en condiciones de temperatura y presión normales (e.g., nitroglicerina, RDX)
3. Capaz de detonar o descomponerse explosivamente, pero requiere una fuente de ignición, debe ser calentado bajo confinamiento antes de la ignición, reacciona explosivamente con agua o detonará si recibe una descarga eléctrica fuerte (e.g., flúor).
2. Experimenta cambio químico violento en condiciones de temperatura y presión elevadas, reacciona violentamente con agua o puede formar mezclas explosivas con agua (e.g., fósforo, compuestos del potasio, compuestos del sodio).
1. Normalmente estable, pero puede llegar a ser inestable en condiciones de temperatura y presión elevadas (e.g., acetileno (ethyne)).
0. Normalmente estable, incluso bajo exposición al fuego y no es reactivo con agua (e.g., helio).

Blanco/Especial

El espacio blanco puede contener símbolos:

‘W’ – reacciona con agua de manera inusual o peligrosa, como el cianuro de sodio o el sodio.

‘OX’ o ‘OXY’ – oxidante, como el perclorato de potasio.

‘COR’ – corrosivo: ácido o base fuerte, como el ácido sulfúrico o el hidróxido de potasio. Con las letras ‘ACID’ se puede indicar “ácido” y con ‘ALK’, “base”.

‘BIO’ – Riesgo biológico (

Símbolo radiactivo () – el producto es radioactivo, como el plutonio.

‘CRYO’ – Criogénico.

‘Xn’ Nocivo presenta riesgos epidemiológicos o de propagación importante.

Sólo ‘W’ y ‘OX’ se reconocen oficialmente por la norma NFPA 704, pero se usan ocasionalmente símbolos con significados obvios como los señalados.

Por lo que se deben seguir las reglas relacionadas al manejo de este tipo de materiales: (Decreto Ejecutivo 2393, 1988)

- Siempre que se lleven a cabo reacciones químicas en las que se desprenda una elevada cantidad de calor, se establecerá la protección adecuada.
- Los almacenamientos de productos de elevada reactividad entre sí se dispondrán en locales diferentes o debidamente separados.
- Se prohíbe la práctica de reacciones explosivas no controladas.
- Se prohíbe el vertido incontrolado o conducciones públicas o privadas de sustancias inflamables.
- Cuando se produzca un derrame de sustancias inflamables se tomarán adecuadas medidas de seguridad.
- Prohíbese fumar, encender llamas abiertas, utilizar aditamentos o herramientas capaces de producir chispas cuando se manipulen líquidos inflamables.

3.1.6 *Extintores móviles*

Como se indicó en la sección anterior las características inflamables de la gasolina y las propiedades explosivas de sus vapores en alta concentración hacen imprescindible que el laboratorio cuente con equipos para atención de incendios de tipo móvil

Los incendios se clasifican según el material que se combustiona como se indica a continuación:

CLASE A: Materiales sólidos o combustibles ordinarios, tales como: viruta, papel, madera, basura, plástico, etc. Se lo representa con un triángulo de color verde.

Figura 12-3: Representación del fuego clase A



Fuente: (Rueda Extintores, 2016)

Se lo puede controlar mediante:

- Enfriamiento por agua o soluciones con alto porcentaje de ella como es el caso de las espumas.
- Polvo químico seco, formando una capa en la superficie de estos materiales.

CLASE B: Líquidos inflamables, tales como: gasolina, aceite, grasas, solventes. Se lo representa con un cuadrado de color rojo.

Figura 13-3: Representación del fuego clase B



Fuente: (Rueda Extintores, 2016)

Se lo puede controlar por reducción o eliminación del oxígeno del aire con el empleo de una capa de película de:

- Polvo químico seco
- Anhídrido carbónico (CO₂)
- Espumas químicas o mecánicas
- Líquidos vaporizantes.

La selección depende de las características del incendio. NO USAR AGUA en forma de chorro, por cuanto puede desparramar el líquido y extender el fuego.

CLASE C: Equipos eléctricos "VIVOS" o sea aquellos que se encuentran energizados. Se lo representa con un círculo azul.

Figura 14-3: Representación del fuego clase C



Fuente: (Rueda Extintores, 2016)

Para el control se utilizan agentes extinguidores no conductores de la electricidad, tales como:

- Polvo químico seco
- Anhídrido carbónico (CO₂)

- Líquidos vaporizantes.

NO USAR ESPUMAS O CHORROS DE AGUA, por buenos conductores de la electricidad, ya que exponen al operador a una descarga energética.

CLASE D: Ocurren en cierto tipo de materiales combustibles como: magnesio, titanio, zirconio, sodio, potasio, litio, aluminio o zinc en polvo. Se lo representa con una estrella de color amarillo.

Figura 15-3: Representación del fuego clase D



Fuente: (Rueda Extintores, 2016)

Para el control se utilizan técnicas especiales y equipos de extinción generalmente a base de cloruro de sodio con aditivos de fosfato tricálcico o compuesto de grafito y coque. (Decreto Ejecutivo 2393, 1988, pág. 78)

Analizando los posibles elementos combustibles presentes en el laboratorio se puede notar que, además de la gasolina existen también materiales sólidos como: madera, basura, papel, etc. Es decir, existe la probabilidad de ocurrencia tanto de fuegos clase A como de fuegos clase B por lo que, con base en lo determinado en la normativa antes expuesta, se recomienda la implementación de dos extintores móviles de Polvo Químico Seco ya que este compuesto cumple con los requerimientos de las clases de fuego identificadas, es de fácil acceso y alta disponibilidad en el mercado. Es importante complementar esta acción capacitando al personal encargado del laboratorio en el uso apropiado del extintor portátil y de esta manera pueda atender de manera apropiada en caso de la ocurrencia de un conato de incendio.

3.1.7 Equipos del laboratorio de motores de combustión interna

La cédula censal del laboratorio de motores de combustión incluye en su sección EQUIPO PARA LAB CIENCIA Y ENSEÑANZA a los siguientes equipos:

Tabla 7-3: Cédula censal de equipos para laboratorio, ciencia y enseñanza del laboratorio de motores de combustión interna de la facultad de mecánica de la ESPOCH.

CÓDIGO	DETALLE	MARCA	MODELO	CARACTERÍSTICAS
08444	GRÚA	OMCN	133	DE 150 A 500 KILOGRAMOS, SOBRE 4 RUEDAS
08446	BANCO DE PRUEBAS	BORGHI SAVERI	FA200SP	CON MOTOR WEG 5HP1750RPM/ SICON/ MAT. 820199682/50
08449	CAJA, CON TORRE DE METAL	No disponible	No disponible	PARA MEDIR EL FLUJO DE AIRE, CON 5 PLACAS DE ORIFICIO
08435	LÁMPARA ESTROBOSCÓPICA	MCL FLASH	TAC MK1	PARA MEDIR VELOCIDAD DE ROTACIÓN
08410	MODELO, DE MOTOR A GASOLINA, DE 2 TIEMPOS	BIO-FIZ	76/ ROCK 77	MODELO DIDÁCTICO
08411	MODELO, DE MOTOR A GASOLINA, DE 2 TIEMPOS	BIO-FIZ	76/ ROCK 77	MODELO DIDÁCTICO
08412	MODELO, DE MOTOR A GASOLINA, DE 2 TIEMPOS	BIO-FIZ	76/ ROCK 77	MODELO DIDÁCTICO
08413	MODELO, DE MOTOR A GASOLINA, DE 2 TIEMPOS	BIO-FIZ	76/ ROCK 77	MODELO DIDÁCTICO
08414	MODELO, DE MOTOR A DIESEL	BIO-FIZ	No disponible	MODELO DIDÁCTICO
08415	MODELO, DE MOTOR A DIESEL	BIO-FIZ	No disponible	MODELO DIDÁCTICO
08416	MODELO, DE MOTOR A DIESEL	BIO-FIZ	No disponible	MODELO DIDÁCTICO

Tabla 7-3: Cédula censal de equipos para laboratorio, ciencia y enseñanza del laboratorio de motores de combustión interna de la facultad de mecánica de la ESPOCH. (continúa)

08418	MODELO, DE MOTOR A GASOLINA DE 4 TIEMPOS	BIO-FIZ	No disponible	MODELO DIDÁCTICO
08419	MODELO, DE MOTOR A GASOLINA DE 4 TIEMPOS	BIO-FIZ	No disponible	MODELO DIDÁCTICO
08420	MODELO, DE MOTOR ROTATIVO	BIO-FIZ	No disponible	MODELO DIDÁCTICO
08421	MODELO, DE MOTOR ROTATIVO	BIO-FIZ	No disponible	MODELO DIDÁCTICO
08422	MODELO, DE MOTOR ROTATIVO	BIO-FIZ	No disponible	MODELO DIDÁCTICO
08423	MODELO, DE MOTOR ROTATIVO	BIO-FIZ	No disponible	MODELO DIDÁCTICO
08424	MODELO, DE MOTOR ROTATIVO	BIO-FIZ	No disponible	MODELO DIDÁCTICO
08425	MODELO, DE CAJA DE VELOCIDADES DE 4 TIEMPOS	No disponible	No disponible	MODELO DIDÁCTICO
08426	MODELO, DE FRENOS	No disponible	No disponible	MODELO DIDÁCTICO
08427	MODELO, DE FRENOS	No disponible	No disponible	MODELO DIDÁCTICO
08428	MODELO, DE TRANSMISIÓN	No disponible	No disponible	MODELO DIDÁCTICO
08429	MODELO, DE TRANSMISIÓN	No disponible	No disponible	MODELO DIDÁCTICO
08430	MODELO, DE DIRECCIÓN	No disponible	No disponible	MODELO DIDÁCTICO

Tabla 7-3: Cédula censal de equipos para laboratorio, ciencia y enseñanza del laboratorio de motores de combustión interna de la facultad de mecánica de la ESPOCH. (continúa)

08431	MODELO, DE DIRECCIÓN	No disponible	No disponible	MODELO DIDÁCTICO
08432	MODELO, DE BOMBA DE GASOLINA	No disponible	No disponible	MODELO DIDÁCTICO
08447	EQUIPO DE TRATAMIENTO, DE AGUA	CULLIGAN	No disponible	ABLANDADOR DE AGUA
91941	TERMOANEMÓMETRO, MINI	EXTECH	45158	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
02109	BANCO DE PRUEBAS	No disponible	No disponible	DE MOTOR CON INYECCIÓN ELECTRÓNICA

Fuente: (Autor, 2017)

3.1.7.1 Grúa

La grúa es una máquina que cuenta de un actuador hidráulico y se utiliza para trasladar los motores con los que cuenta el laboratorio desde su lugar de almacenamiento hasta el banco de pruebas y viceversa. Tiene capacidad de levantar cargas de hasta 500 kilogramos y está apoyada sobre una estructura que cuenta con cuatro ruedas lo que facilita su movimiento. Es importante tomar en cuenta las siguientes medidas de seguridad al trasladar cargas con la grúa:

- Verificar que la carga a levantarse no exceda el peso máximo determinado por la extensión del brazo de la grúa.
- Asegurar firmemente, mediante el uso de cuerdas y correas la carga al gancho de la grúa para evitar caídas.
- Empujar la grúa con suavidad y elevarla lentamente; ya que al trasladar una carga suspendida existe la posibilidad de provocar un efecto de péndulo que puede ocasionar la caída de la carga o el volcamiento de la grúa.
- Aflojar lentamente el tornillo para descender la carga con suavidad y evitar que esta impacte contra el piso o provoque un accidente al caer.

Figura 16-3: Grúa hidráulica de motores



Fuente: (Autor, 2017)

3.1.7.2 Banco de pruebas con motor WEG de 5 HP marca Borghi Saveri

En este banco de pruebas, se puede acoplar cualquiera de los motores con los que cuenta el laboratorio para realizar prácticas en las que se mide el esfuerzo generado por un motor de combustión interna como respuesta a una carga simulada por un sistema de frenado. La cuantificación del torque generado por el motor se muestra mediante una balanza dinamométrica. Además, se ha instalado un sistema electrónico de adquisición de datos que facilita la toma de resultados al eliminar los errores por percepción del usuario.

Figura 17-3: Banco de pruebas Borghi Saveri



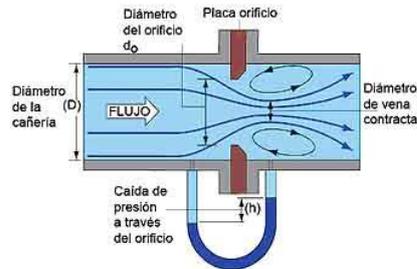
Fuente: (Autor, 2017)

3.1.7.3 Caja con torre de metal para medir el flujo de aire

La caja está ubicada en la parte alta de una torre. En su interior tiene cinco placas orificio para la cuantificación del flujo de aire.

La placa orificio es un disco circular con uno, o varios orificios, que se coloca en el interior de una tubería por la que pasa un fluido. Se utiliza para medir el caudal del fluido y basa su funcionamiento en la medición de presiones diferenciales en un punto ubicado antes de que el fluido pase por el (o los) orificios de la placa y otro ubicado después de la placa orificio; y relaciona esta medición con el área del orificio para determinar el caudal del fluido.

Figura 18-3: Placa orificio



Fuente: (Sapiensman)

Figura 19-3: Caja con torre de metal para medir el flujo de aire mediante placas orificio



Fuente: (Autor, 2017)

3.1.7.4 Lámpara estroboscópica

Es un instrumento de medición de velocidad angular. Su funcionamiento se basa en relacionar la velocidad de giro que tiene un elemento mecánico con la frecuencia de pulsos luminosos de la lámpara regulada manualmente.

Para realizar la medición se debe practicar una marca en el elemento mecánico rotativo cuya velocidad se pretende medir y regular los pulsos luminosos que emite la lámpara estroboscópica y cuando se nuestros ojos perciban que la marca se detiene en la posición inicial se habrá obtenido el valor de la velocidad del elemento al relacionar la frecuencia regulada con una escala de velocidad en RPM (revoluciones por minuto).

Figura 20-3: Lámpara estroboscópica



Fuente: (Autor, 2017)

3.1.7.5 Modelo de motor a gasolina, de 2 tiempos.

Es un modelo didáctico para la enseñanza del funcionamiento de un motor de combustión interna de dos tiempos.

Para utilizarlo, se gira manualmente la manivela del modelo y así se puede visualizar como trabajan los diferentes elementos constitutivos del motor que no se puede percibir en un motor real.

Figura 21-3: Modelo de motor a gasolina de dos tiempos



Fuente: (Autor, 2017)

3.1.7.6 Modelo de motor a diésel

Es un modelo didáctico para la enseñanza del funcionamiento de un motor de combustión interna que utiliza diésel como combustible.

Para utilizarlo, se gira manualmente la manivela del modelo y así se puede visualizar como trabajan los diferentes elementos constitutivos del motor que no se puede percibir en un motor real.

Figura 22-3: Modelo de motor a diésel



Fuente: (Autor, 2017)

3.1.7.7 *Modelo de motor a gasolina de cuatro tiempos*

Es un modelo didáctico para la enseñanza del funcionamiento de un motor de combustión interna de cuatro tiempos que utiliza gasolina como combustible.

Para utilizarlo, se gira manualmente la manivela del modelo y así se puede visualizar como trabajan los diferentes elementos constitutivos del motor que no se puede percibir en un motor real.

Figura 23-3: Modelo de motor a gasolina de cuatro tiempos



Fuente: (Autor, 2017)

3.1.7.8 *Modelo de motor rotativo*

Es un modelo didáctico para la enseñanza del funcionamiento de un motor rotativo de combustión interna.

Para utilizarlo, se gira manualmente la manivela del modelo y así se puede visualizar como trabajan los diferentes elementos constitutivos del motor que no se puede percibir en un motor real.

Figura 24-3: Modelo de motor rotativo



Fuente: (Autor, 2017)

3.1.7.9 Modelo de caja de velocidades de cuatro tiempos

Es un modelo didáctico para la enseñanza del funcionamiento de una caja de velocidades de cuatro tiempos.

Para utilizarlo, se mueve la palanca a las diversas posiciones establecidas para poder visualizar la forma en que los engranajes del eje principal y el secundario se ubican y la diferencia entre la velocidad de giro de la manivela del modelo y la de eje de salida.

Figura 25-3: Modelo de caja de velocidades de cuatro tiempos.



Fuente: (Autor, 2017)

3.1.7.10 *Modelo de frenos*

Es un modelo didáctico para la enseñanza del funcionamiento del sistema de frenos de un vehículo.

Para utilizarlo, se mueve la palanca del modelo para dar giro a la rueda y posteriormente se presiona el pedal para activar el actuador hidráulico que provoca el frenado de la rueda tal y como lo haría el sistema de frenado en un automóvil.

Figura 26-3: Modelo de frenos



Fuente: (Autor, 2017)

3.1.7.11 *Modelo de transmisión*

Es un modelo didáctico para la enseñanza del funcionamiento del sistema de transmisión de un vehículo.

Figura 27-3: Modelo de transmisión



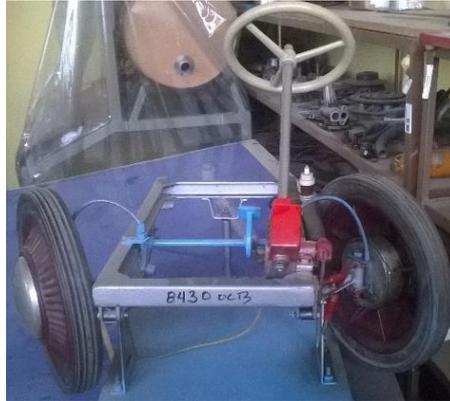
Fuente: (Autor, 2017)

3.1.7.12 *Modelo de dirección*

Es un modelo didáctico para la enseñanza del funcionamiento del sistema de dirección de un vehículo

Para utilizarlo, se mueve el volante del modelo para dar giro a las ruedas y así poder evidenciar el funcionamiento del sistema de dirección.

Figura 28-3: Modelo de dirección



Fuente:(Autor, 2017)

3.1.7.13 *Modelo de bomba de gasolina*

Es un modelo didáctico para la enseñanza del funcionamiento del sistema de la bomba de combustible de un vehículo.

Para utilizarlo, se gira la manivela del modelo para transmitir movimiento al eje que tiene una leva que activa el funcionamiento de bombeo de combustible y así poder evidenciar su funcionamiento.

Figura 29-3: Modelo de bomba de gasolina



Fuente: (Autor, 2017)

3.1.7.14 *Equipo de tratamiento de agua con ablandador de agua*

Este equipo reduce la dureza del agua, es decir, reduce su contenido de calcio y magnesio mediante el uso de resinas seleccionadas para este fin. Es importante garantizar la apropiada calidad del suministro de agua para mantener en buen estado funcional a los equipos del laboratorio que requieren enfriamiento por agua.

Este equipo prácticamente no requiere ningún conocimiento para su operación, lo único que se necesita es garantizar la provisión del químico que utiliza en el proceso de ablandamiento del agua que se regula automáticamente.

Figura 30-3: Equipo de tratamiento de agua, con ablandador de agua



Fuente: (Autor, 2017)

3.1.7.15 *Termoanemómetro*

El Termoanemómetro es un instrumento que mide la velocidad de viento, temperatura, porcentaje de humedad relativa, punto de rocío, bulbo húmedo y enfriamiento eólico. Cuenta con una brújula de 360 grados integrada para determinar la dirección del viento.

La medición de temperatura y humedad se realizan mediante sensores electrónicos ubicados sobre la pantalla del instrumento y la velocidad de viento se calcula mediante un impulsor de veleta que gira cuando el viento pasa por su interior.

Figura 31-3: Mini Termoanemómetro



Fuente: (Autor, 2017)

3.1.7.16 *Banco de pruebas de inyección electrónica*

Este equipo cuenta con un motor Chevrolet, tablero de instrumentos, tanque de combustible rojo y radiador; todo ensamblado sobre un bastidor gris. Al poner el motor a funcionar, se puede ver como todos los elementos del tablero empiezan a funcionar tal y como lo harían en un automóvil a gasolina.

El combustible se dosifica por inyección electrónica lo que hace posible que el estudiante tenga un contacto con este tipo de sistema de alimentación.

Figura 32-3: Banco de pruebas con motor de inyección electrónica



Fuente: (Autor, 2017)

3.2 Laboratorio de eficiencia energética

El laboratorio de eficiencia energética de la facultad de mecánica de la ESPOCH no cuenta con un espacio determinado para la realización de sus prácticas; el laboratorio en si consta solamente de equipos que miden diferentes tipos de variables y con sus resultados se puede determinar la eficiencia energética de cualquier máquina directamente en el lugar donde dicha máquina este ubicada, sin necesidad de movilizarla a un lugar específico.

A continuación, se analizan las condiciones y características tanto de sus espacios físicos como de sus equipos de enseñanza.

3.2.1 *Equipos del laboratorio de eficiencia energética*

La cédula censal del laboratorio de eficiencia energética incluye en su sección EQUIPO PARA LAB CIENCIA Y ENSEÑANZA a los siguientes equipos:

Tabla 8-3: Cédula censal de equipos para laboratorio, ciencia y enseñanza del laboratorio de eficiencia energética de la facultad de mecánica de la ESPOCH.

CÓDIGO	DETALLE	MARCA	MODELO
52685	DATALOGGING (MIDE LA INTENSIDAD DE LUZ)	EXTECH	401036
52686	DATALOGGER (TEMPERATURA/ HUMEDAD)	TESTO	177-H1
52687	TERMÓMETRO INFRARROJO	OAKLON	INFRAPRO 5
52688	VOLTÍMETRO, MULTÍMETRO DIGITAL	FLUKE	337
52689	DATALOGGER, CLAMP POWER METER	EXTECH	382065
52691	ANALOG SIGNAL CONVERTER	AALBORG	232
52692	TERMOANEMÓMETRO CON SENSOR	VELOCI CALC	8347A
52693	ESTACIÓN METEOROLÓGICA CON TRANSMISIÓN DE RADIACIÓN SOLAR	DAVIS	No disponible
52694	REPEATER	DAVIS	No disponible
52696	DISPLAY PORTABLE	DAVIS	6162
52698	ESTROBOSCÓPICA	SHIMPO	TS2300
52699	ANALIZADOR DE GASES DE COMBUSTIÓN	BACHARACH	450
52705	ACONDICIONADOR DE MUESTRA	BACHARACH	No disponible

Fuente: (Autor, 2017)

3.2.1.1 *Datalogging (mide la intensidad de luz)*

Es un instrumento que mide la intensidad luminosa en el lugar donde se ubica el sensor y expresa la cuantificación de la intensidad luminosa en luxes o bujías-pie.

Este instrumento funciona con una batería de 9V lo que lo hace completamente portable.

Para obtener una medición apropiada se debe tomar múltiples mediciones en un área determinada y promediarlas para encontrar un registro de iluminación apropiado.

Figura 33-3: Datalogging



Fuente: (Autor, 2017)

3.2.1.2 Datalogger (*Temperatura – humedad*)

Este instrumento mide tanto la temperatura ambiental como la humedad relativa de un lugar donde se lo ubica.

Para la medición, utiliza una sonda en donde se ubican los sensores electrónicos que determinan la cuantificación de las magnitudes antes mencionadas.

El instrumento funciona con una batería AA lo que lo hace completamente portátil.

Figura 34-3: Datalogger



Fuente: (Autor, 2017)

3.2.1.3 *Termómetro infrarrojo*

Este instrumento se utiliza para medir la temperatura de superficies mediante un sensor infrarrojo, es de especial utilidad cuando se requiere medir temperatura de superficies de difícil acceso o de muy altas temperaturas en las que es muy peligroso acercarse.

También cuenta con una sonda que se puede conectar al instrumento para realizar mediciones puntuales de superficies cercanas.

Para su apropiado funcionamiento se deben tener en cuenta muchas consideraciones, especialmente las que están relacionadas con la distancia entre el instrumento y la superficie; y el material de esta.

El instrumento funciona con una batería de 9V lo que lo hace completamente portable.

Figura 35-3: Termómetro infrarrojo



Fuente: (Autor, 2017)

3.2.1.4 *Multímetro Digital*

Es uno de los más versátiles instrumentos de medición ya que ofrece la opción de escoger entre múltiples magnitudes a ser medidas utilizando los cables incluidos que se ubican en partes específicas del circuito eléctrico para cuantificar las magnitudes elegidas. Una característica adicional es la pinza que permite medir valores de corriente y voltaje sin abrir el circuito eléctrico solamente colocando la pinza alrededor del conductor cuyas magnitudes se pretende medir.

Es importante escoger apropiadamente entre las opciones que ofrece el multímetro; se debe analizar si la corriente del circuito a medir es directa o alterna y es recomendable iniciar por la escala más alta de medición e ir reduciéndola conforme sea necesaria hasta alcanzar la escala

más apropiada para los valores medidos. Además, se debe tomar en cuenta que para mediciones de continuidad el circuito debe estar desenergizado; caso contrario se podría causar daños en el instrumento de medición.

Funciona con dos baterías AA lo que lo hace completamente portable.

Figura 36-3: Multímetro digital



Fuente: (Autor, 2017)

3.2.1.5 Datalogger, Clamp Power Meter

Es uno de los más versátiles instrumentos de medición ya que ofrece la opción de escoger entre múltiples magnitudes a ser medidas utilizando los cables incluidos que se ubican en partes específicas del circuito eléctrico para cuantificar las magnitudes elegidas. Una característica adicional es la pinza que permite medir valores de corriente y voltaje sin abrir el circuito eléctrico solamente colocando la pinza alrededor del conductor cuyas magnitudes se pretende medir.

Es importante escoger apropiadamente entre las opciones que ofrece el multímetro; se debe analizar si la corriente del circuito a medir es directa o alterna y es recomendable iniciar por la escala más alta de medición e ir reduciéndola conforme sea necesaria hasta alcanzar la escala más apropiada para los valores medidos. Además, se debe tomar en cuenta que para mediciones de continuidad el circuito debe estar desenergizado; caso contrario se podría causar daños en el instrumento de medición.

Figura 37-3: Datalogger, Clamp Power Meter



Fuente: (Autor, 2017)

3.2.1.6 *Acondicionador de señal*

Permite configurar y medir valores analógicos de voltaje vía puerto serial RS 232.

Figura 38-3: Acondicionador de señal



Fuente: (Autor, 2017)

3.2.1.7 *Termoanemómetro*

Este instrumento sirve para cuantificar la velocidad del viento, temperatura ambiental, humedad relativa, temperatura de bulbo seco y punto de rocío del punto dense se ubica la punta de la sonda

Funciona con cuatro baterías tamaño AAA lo que lo vuelve completamente portátil.

Figura 39-3: Termoanemómetro



Fuente: (Autor, 2017)

3.2.1.8 Estación meteorológica

Es un instrumento que se coloca en exteriores y que recolecta datos meteorológicos (Radiación UV, cantidad de lluvia, velocidad del viento y los trasmite para ser analizados.

Funciona autónomamente gracias a un panel solar que aprovecha la energía emitida por el sol para alimentar tanto los sensores como los transmisores de datos e instrumentos mecánicos de medición. Cabe destacar que la transmisión de datos se realiza de manera inalámbrica y que puede alcanzar grandes distancias utilizando un repetidor.

Figura 40-3: Estación meteorológica



Fuente: (Autor, 2017)

3.2.1.9 Repeater

Es un equipo adicional a la estación meteorológica y se utiliza para enviar la señal de los datos recogidos cuando se requiere cubrir mayores distancias o cuando existen obstáculos, como árboles o paredes que impiden una transmisión directa entre la estación meteorológica y el receptor de datos.

Funciona autónomamente gracias a un panel solar que suministra energía al equipo mismo que debe ser instalado en exteriores.

Figura 41-3: Repeater



Fuente: (Autor, 2017)

3.2.1.12 *Analizador de gases de combustión*

Analiza la eficiencia del proceso de combustión. Puede analizar combustibles quemados o procesos de combustión en máquinas en funcionamiento como calderos, hornos o sistemas de calefacción.

Cuenta con sensores de: Anhídrido carbónico (CO₂), combustible, Óxido de Nitrógeno (NO), Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Sulfatos (SO₄) y Oxígeno (O₂).

Figura 44-3: Analizador de gases de combustión



Fuente: (Autor, 2017)

3.2.1.13 *Acondicionador de muestra*

Es un conjunto de sondas y equipos que se utilizan para que la muestra de gases de combustión tomada y que va a ser analizada con el Analizador de Gases de Combustión tenga las condiciones óptimas para su análisis y la recolección de sus datos.

Consta de los siguientes elementos:

- Sonda de 12 pulgadas con tubo de cono.
- Bomba de condensado
- Peltier enfriador para eliminar agua en la muestra
- Manguera de 15 pies
- Fuente de alimentación

Figura 45-3: Acondicionador de muestra



Fuente: (Autor, 2017)

CAPÍTULO IV

4. ELABORACIÓN DE MANUALES

4.1 Aspectos generales

Para la elaboración de los manuales se seguirán las recomendaciones expresadas en la norma ISO/TR 10013:2001 para el diseño de las hojas de proceso de cada una de las máquinas y los equipos con los que cuentan los laboratorios de motores de combustión interna; así como también el de eficiencia energética, mismos que son objeto de trabajo de este trabajo de titulación. Siguiendo las recomendaciones de la norma se describirá cada actividad de una manera clara y breve.

Adicionalmente a esto y con base en las recomendaciones descritas en la antes mencionada norma se diseñará el formato y estructura de los manuales para adaptarse al diseño previamente establecido de manuales generados para otros laboratorios de enseñanza de la facultad de mecánica de la ESPOCH siendo el paso principal para dicho fin la codificación de cada uno de los equipos e instrumentos de los dos laboratorios analizados.

4.2 Codificación

La codificación es un proceso que consiste en establecer una serie alfanumérica que diferencia con claridad una máquina, equipo o instrumento de otro con diferentes características. Este proceso es de especial importancia para la organización y planificación de las tareas de mantenimiento específicas para las necesidades de cada equipo.

A pesar de que, como se indicó en el capítulo anterior, cada uno de los laboratorios tiene una cédula censal en la que se asigna un código para cada equipo o instrumento; es recomendable generar un código diferente en el que se incluya características e información del equipo como su área de localización, el sistema al que pertenece, etc.

4.2.1 Estructura

La codificación se realizará por niveles jerárquicos, de esta manera se podrá agrupar aquellos equipos que tengan similares o iguales características o que requieran la ejecución de las mismas tareas de mantenimiento y en ella se incluirá la mayor información posible en una secuencia alfanumérica lo más corta posible; para lo que se utilizará la siguiente estructura para

Este nivel se estructura con dos letras, sin números para su identificación.

SISTEMAS DEL LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.

- Grúa

Todas aquellas máquinas basadas en el funcionamiento de un actuador hidráulico y que se utilicen para levantar cargas de pesos elevados y para trasladarlas de un lugar a otro en el laboratorio se catalogan en este tipo de sistema.

El código de referencia utilizado para su identificación es GR.

- Banco de Pruebas

En esta clasificación de sistema se agrupan todos los equipos que mediante sensores electrónicos o mecánicos registran valores de mediciones de magnitudes físicas y que las expresan de manera que la persona que realiza la práctica puede tener acceso a dichos valores registrados y puede hacer uso de ellos para comparar los datos obtenidos de manera experimental con los contenidos teóricos aprendidos en el aula.

El código de referencia utilizado para su identificación es BP.

- Caja con Torre de Metal para medir Flujo de Aire

Clasificados en este tipo de sistema se encuentran todos los equipos que se utilicen para la medición de valores de caudal mediante la medición de presiones diferenciales antes y después de que el fluido pase por una placa orificio colocada en el interior de la tubería por donde transita.

El código de referencia utilizado para su identificación es CF.

- Lámpara Estroboscópica

Todos aquellos equipos que se utilicen para la medición de velocidades angulares de ejes o elementos rotativos de cualquier máquina y que basen su funcionamiento en la regulación de la frecuencia de pulsos luminosos que emite una lámpara y la relación que tiene con la percepción visual del operador sobre una marca practicada en el eje o elemento cuya velocidad se va a medir.

El código de referencia utilizado para su identificación es LE.

- Modelo de Motor a Gasolina

En esta clasificación se agrupan todos los modelos didácticos utilizados para que quien realiza la práctica de laboratorio pueda visualizar y entender el funcionamiento de los motores que utilizan gasolina como combustible y basan su funcionamiento en el ciclo de Otto.

El código de referencia utilizado para su identificación es MG.

- Modelo de Motor a Diésel

En esta clasificación se agrupan todos los modelos didácticos utilizados para que quien realiza la práctica de laboratorio pueda visualizar y entender el funcionamiento de los motores que utilizan diésel como combustible y basan su funcionamiento en el ciclo Diesel.

El código de referencia utilizado para su identificación es MD.

- Modelo de Motor Rotativo

En esta clasificación se agrupan todos los modelos didácticos utilizados para que quien realiza la práctica de laboratorio pueda visualizar y entender el funcionamiento de los motores rotativos.

El código de referencia utilizado para su identificación es MR.

- Modelo de Caja de Velocidades de 4 Tiempos

Clasificados en este tipo de sistema están todos los modelos didácticos de enseñanza utilizados para que el operador pueda visualizar y entender el funcionamiento de la caja de velocidades de cuatro tiempos de un vehículo.

El código de referencia utilizado para su identificación es CV.

- Modelo de Frenos

Los modelos de enseñanza para la visualización del funcionamiento del sistema de frenos hidráulicos de un vehículo se catalogan dentro de este tipo de sistema.

El código de referencia utilizado para su identificación es FR.

- Modelo de Transmisión

En este tipo de sistemas se agrupan aquellos modelos de enseñanza mediante los cuales el operados puede visualizar el funcionamiento del sistema de transmisión de potencia de un vehículo y entender su funcionamiento.

El código de referencia utilizado para su identificación es TR.

- Modelo de Dirección

Los modelos didácticos utilizados para ejemplificar el funcionamiento del sistema de dirección de un vehículo se catalogan dentro de este tipo de sistemas.

El código de referencia utilizado para su identificación es DI.

- Modelo de Bomba de Gasolina

En esta clasificación de sistemas se encuentran todos los modelos didácticos de enseñanza utilizados para mostrar el funcionamiento de la bomba de combustible de un vehículo.

El código de referencia utilizado para su identificación es BG.

- Equipo de Tratamiento de Agua, con Ablandador

Los equipos utilizados para el ablandamiento de agua, es decir, la eliminación de los minerales contenidos en ella para acondicionamiento de dicho fluido antes de ser utilizado para alimentación de equipos mediante la utilización de resinas y otros químicos para su funcionamiento se encuentran agrupados en esta clasificación de sistemas.

El código de referencia utilizado para su identificación es ET.

- Termoanemómetro, Mini

En esta clasificación de sistema se encuentran a los instrumentos utilizados para la medición de temperatura ambiental y velocidad del viento. Se caracteriza por sus dimensiones reducidas y su portabilidad.

El código de referencia utilizado para su identificación es TA.

SISTEMAS DEL LABORATORIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

- Datalogger

En esta clasificación de sistema se encuentran los instrumentos de adquisición de datos que recolectan datos en sitios puntuales mediante la utilización de sensores.

El código de referencia utilizado para su identificación es DL.

- Termómetro Digital

Se clasifican en este tipo de sistema a los equipos de adquisición de datos de temperatura de superficies que utilizan un sensor infrarrojo para dicho efecto.

El código de referencia utilizado para su identificación es TD.

- Multímetro Digital

En esta clasificación de sistemas se encuentran los equipos que miden múltiples variables que se encuentran en un circuito eléctrico, como son: Continuidad, corriente, frecuencia, resistencia, voltaje. Se incluyen en esta clasificación los multímetros que cuentan con gancho para la medición de magnitudes en circuitos cerrados energizados.

El código de referencia utilizado para su identificación es MD.

- Convertidor de Señal (Signal Converter)

Se agrupan en esta clasificación a los equipos que se utilizan para configurar y medir valores analógicos de voltaje vía puerto serial RS 232.

El código de referencia utilizado para su identificación es SC.

- Termoanemómetro

En esta clasificación se agrupan todos los instrumentos de medición que miden velocidad y temperatura del aire; y calcula la tasa de flujo volumétrico. Se incluyen en esta clasificación a los instrumentos que cuentan una sonda articulada.

El código de referencia utilizado para su identificación es TA.

- Estación Meteorológica

En esta clasificación se encuentran todos los equipos que recolectan de manera autónoma los datos meteorológicos en una ubicación específica. Estos equipos funcionan aprovechando la energía del sol mediante un panel solar y tienen la capacidad de transmitir datos de forma remota.

El código de referencia utilizado para su identificación es EM.

- Repeater

Se clasifican como Repeaters, o repetidores, a los equipos que tienen la capacidad de recibir una señal emitida por un instrumento o equipo y la pueden reenviar hacia un receptor de manera remota. Estos equipos funcionan de manera completamente autónoma gracias a que cuentan con un panel solar para recolectar energía.

El código de referencia utilizado para su identificación es RE.

- Display Portable

En esta clasificación se agrupan todos los equipos que tienen la función de recolectar datos enviados de manera remota por un instrumento colocado a distancia de este receptor. Tienen una pantalla para mostrar al usuario los datos recolectados sin necesidad de que el usuario deba acercarse al instrumento de medición que usualmente está instalado en exteriores.

El código de referencia utilizado para su identificación es DP.

- Estroboscópica

Todos aquellos equipos que se utilizan para la medición de velocidades angulares de ejes o elementos rotativos de cualquier máquina y que basen su funcionamiento en la regulación de la frecuencia de pulsos luminosos que emite una lámpara y la relación que tiene con la percepción visual del operador sobre una marca practicada en el eje o elemento cuya velocidad se va a medir.

El código de referencia utilizado para su identificación es EB.

- Analizador de Gases

En esta clasificación se encuentran todos los equipos que cuentan con sensores para analizar los gases de combustión que produce un motor de combustión interna durante su funcionamiento y determinar la eficiencia de su proceso de combustión.

El código de referencia utilizado para su identificación es AG.

- Acondicionador de Muestra

En esta clasificación se agrupan todos los equipos que preparan una muestra de cualquier tipo para que tenga las condiciones óptimas para su análisis y para evitar que posibles impurezas o condiciones desfavorables del estado de la muestra puedan dañar el equipo o afectar su desempeño.

El código de referencia utilizado para su identificación es AM.

4.2.1.4 *Número de sistemas*

Es el cuarto nivel del código, cuarto en nivel jerárquico, y se refiere al número de equipos del mismo modelo o que tienen similares características las mismas necesidades en lo que se refiere a tareas de mantenimiento

Este nivel se estructura con dos números, sin letras para su identificación y deben seguir en secuencia ordinal de números hasta determinar la cantidad total de elementos del mismo sistema.

Una vez conocidas las partes constitutivas del código a utilizarse, se puede determinar los códigos de mantenimiento de los equipo e instrumentos de los laboratorios:

Tabla 9-4: Códigos de mantenimiento de los equipos e instrumentos del laboratorio de motores de combustión interna.

DETALLE	MARCA	MODELO	CÓDIGO DE MANTENIMIENTO
GRÚA, DE 150 A 500 KILOGRAMOS, SOBRE 4 RUEDAS	OMCN	133	FAME-MCI-GR01
BANCO DE PRUEBAS/ CON MOTOR WEG 5HP1750RPM/ SICON/ MAT. 820199682/50	BORGHI SAVERI	FA200SP	FAME-MCI-BP01

Tabla 9-4: Códigos de mantenimiento de los equipos e instrumentos del laboratorio de motores de combustión interna. (continúa)

CAJA, CON TORRE DE METAL PARA MEDIR EL FLUJO DE AIRE, CON 5 PLACAS DE ORIFICIO			FAME-MCI-CF01
LÁMPARA ESTROBOSCÓPICA	MCL FLASH	TAC MK1	FAME-MCI-LE01
MODELO, DE MOTOR A GASOLINA, DE 2 TIEMPOS	BIO-FIZ	76/ ROCK 77	FAME-MCI-MG01
MODELO, DE MOTOR A GASOLINA, DE 2 TIEMPOS	BIO-FIZ	76/ ROCK 77	FAME-MCI-MG02
MODELO, DE MOTOR A GASOLINA, DE 2 TIEMPOS	BIO-FIZ	76/ ROCK 77	FAME-MCI-MG03
MODELO, DE MOTOR A GASOLINA, DE 2 TIEMPOS	BIO-FIZ	76/ ROCK 77	FAME-MCI-MG04
MODELO, DE MOTOR A DIESEL	BIO-FIZ		FAME-MCI-MD01
MODELO, DE MOTOR A DIESEL	BIO-FIZ		FAME-MCI-MD02
MODELO, DE MOTOR A DIESEL	BIO-FIZ		FAME-MCI-MD03
MODELO, DE MOTOR A GASOLINA DE 4 TIEMPOS	BIO-FIZ		FAME-MCI-MG05
MODELO, DE MOTOR A GASOLINA DE 4 TIEMPOS	BIO-FIZ		FAME-MCI-MG06
MODELO, DE MOTOR ROTATIVO	BIO-FIZ		FAME-MCI-MR01
MODELO, DE MOTOR ROTATIVO	BIO-FIZ		FAME-MCI-MR02
MODELO, DE MOTOR ROTATIVO	BIO-FIZ		FAME-MCI-MR03
MODELO, DE MOTOR ROTATIVO	BIO-FIZ		FAME-MCI-MR04
MODELO, DE MOTOR ROTATIVO	BIO-FIZ		FAME-MCI-MR05
MODELO, DE CAJA DE VELOCIDADES DE 4 TIEMPOS			FAME-MCI-CV01
MODELO, DE FRENOS			FAME-MCI-FR01
MODELO, DE FRENOS			FAME-MCI-FR02

Tabla 9-4: Códigos de mantenimiento de los equipos e instrumentos del laboratorio de motores de combustión interna. (continúa)

MODELO, DE TRANSMISIÓN			FAME-MCI-TR01
MODELO, DE TRANSMISIÓN			FAME-MCI-TR02
MODELO, DE DIRECCIÓN			FAME-MCI-DI01
MODELO, DE DIRECCIÓN			FAME-MCI-DI02
MODELO, DE BOMBA DE GASOLINA			FAME-MCI-BG01
EQUIPO DE TRATAMIENTO, DE AGUA CON ABLANDADOR DE AGUA	CULLIGAN		FAME-MCI-ET01
TERMOANEMÓMETRO, MINI	EXTECH	45158	FAME-MCI-TA01
BANCO DE PRUEBAS, DE MOTOR CON INYECCIÓN ELECTRÓNICA			FAME-MCI-BP02

Fuente: (Autor, 2017)

Tabla 10-4: Códigos de mantenimiento de los equipos e instrumentos del laboratorio de eficiencia energética.

DETALLE	MARCA	MODELO	CÓDIGO DE MANTENIMIENTO
DATALOGGING (MIDE LA INTENSIDAD DE LUZ)	EXTECH	401036	FAME-EE-DL01
DATALOGGER (TEMPERATURA/HUMEDAD)	TESTO	177-H1	FAME-EE-DL02
TERMÓMETRO INFRARROJO	OAKLON	INFRAPRO 5	FAME-EE-TI01
VOLTÍMETRO, MULTÍMETRO DIGITAL	FLUKE	337	FAME-EE-MD01
DATALOGGER, CLAMP POWER METER	EXTECH	382065	FAME-EE-MD02
ANALOG SIGNAL CONVERTER	AALBORG	232	FAME-EE-SC01
TERMOANEMÓMETRO CON SENSOR	VELOCI CALC	8347A	FAME-EE-TA01
ESTACIÓN METEOROLÓGICA CON TRANSMISIÓN DE RADIACIÓN SOLAR	DAVIS		FAME-EE-EM01

Tabla 10-4: Códigos de mantenimiento de los equipos e instrumentos del laboratorio de eficiencia energética. (continúa)

REPEATER	DAVIS		FAME-EE-RE01
DISPLAY PORTABLE	DAVIS	6162	FAME-EE-DP01
ESTROBOSCÓPICA	SHIMPO	TS2300	FAME-EE-EB01
ANALIZADOR DE GASES DE COMBUSTIÓN	BACHARACH	450	FAME-EE-AG01
ACONDICIONADOR DE MUESTRA	BACHARACH		FAME-EE-AM01

Fuente: (Autor, 2017)

4.3 Manual de seguridad

Se utilizará un encabezado para el manual en el que constarán los siguientes datos:

1. Logotipo tanto de la ESPOCH como de la Facultad de Mecánica.
2. Título del Manual.
3. Versión.
4. Nombre del laboratorio.

Figura 47-4: Formato de encabezado del manual de seguridad

	<h2>Manual de Seguridad</h2>
Versión: 2017	Laboratorio de Motores de Combustión Interna

Fuente: (Autor, 2017)

Para el desarrollo del manual de seguridad, se tomarán en cuenta muchos aspectos de su estructura como son: Introducción, objetivos, alcance, responsabilidades, tipos de riesgo, normas de seguridad, gestión de residuos, procedimientos en caso de accidentes, primeros auxilios y referencias.

4.3.1 Introducción

El manual de seguridad es un documento en el que se recogen recomendaciones para minimizar la probabilidad de ocurrencia de accidentes durante la ejecución de las prácticas en los laboratorios.

Este manual debe incluir: recomendaciones de seguridad relacionadas con los hábitos personales y de trabajo aplicables tanto al docente operador de los equipos como a los estudiantes que participan en las prácticas disposiciones de manejo de sustancias peligrosas, manejo de desechos y acciones de respuesta en casos de emergencia.

4.3.2 *Objetivos*

Proveer un documento que recopile normas de seguridad para la prevención de accidentes en el laboratorio de enseñanza.

4.3.3 *Alcance*

El presente manual es de estricto cumplimiento y se aplicará a toda persona que ingrese al laboratorio se por la razón que fuere. Por lo tanto, se debe informar las normas aquí establecidas previo a su ingreso al laboratorio.

La supervisión del cumplimiento de las normas de seguridad es responsabilidad del docente técnico encargado del laboratorio por lo que su presencia es indispensable para la ejecución de toda actividad. El manual de seguridad se aplicará en todas las actividades que se realicen en el laboratorio sin excepción alguna.

4.3.4 *Responsables y responsabilidades*

Los responsables del cumplimiento de lo dispuesto en el presente manual son los siguientes:

4.3.4.1 *Decano, vicedecano de la facultad; director de escuela*

Sus responsabilidades son:

- Conocer el contenido del presente documento y solicitar modificaciones según consideren pertinente.
- Velar por la aplicación y cumplimiento de lo dispuesto en el presente manual.

4.3.4.2 *Docente titular y docente técnico encargado de la asignatura*

Sus responsabilidades son:

- Conocer el contenido del presente documento y recomendar modificaciones según consideren pertinente.

- Aplicar el contenido del presente documento y supervisar su estricto cumplimiento durante toda actividad realizada en el laboratorio.
- Suspender de manera inmediata las actividades en las que no se cumplan las recomendaciones del presente documento o aquellas que sean de peligro inminente.
- Disponer la reanudación de actividades suspendidas solamente cuando se hayan corregido y/o eliminado las razones que propiciaron su suspensión previa.
- Restringir el acceso al laboratorio a personas que no conozcan el contenido del presente documento o que no cumplan con las recomendaciones en él descritas.

4.3.4.3 *Usuarios en general (Estudiantes, docentes, personal administrativo, etc.)*

Sus responsabilidades son:

- Conocer el contenido del presente documento y cumplir estrictamente las recomendaciones de seguridad que en él se incluyen.
- Informar a docente titular o docente técnico de cualquier avería o condición que consideren pueda ser una posible causa de accidentes.
- Acatar toda recomendación expresada por el docente titular o docente técnico; antes, durante y después de la ejecución de cualquier actividad en el laboratorio.

4.3.5 *Tipos de riesgo*

Existen seis tipos de factores de riesgo: Físico, Mecánico, Químico, Biológico, Ergonómico y Psicosocial. En los laboratorios de Motores de Combustión Interna y Eficiencia Energética de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH se identifican los siguientes:

4.3.5.1 *Factores de riesgo físico*

- Contactos térmicos. Provocados por las superficies calientes del motor de combustión interna durante su funcionamiento.
- Iluminación deficiente. Provocado por la posible avería de la iluminación artificial durante la ejecución de una práctica de laboratorio en horas de la tarde o noche.
- Ruido. Provocado por el funcionamiento de los motores de combustión interna. Se deben realizar mediciones y compararlas con lo dispuesto en el Decreto Ejecutivo 2393 y proporcionar, en caso de ser necesario, equipos de protección personal auditiva a los usuarios.

- Vibración. Provocada por el funcionamiento de las partes rotativas del motor de combustión interna. Se deben realizar mediciones y compararlas con lo dispuesto en el Decreto Ejecutivo 2393.
- Incendios. Provocado por la utilización de hidrocarburos combustibles derivados del petróleo.

4.3.5.2 *Factores de riesgo mecánico*

- Caída al mismo nivel. Provocada por pisos resbalosos originados como consecuencia del derrame de agua, aceite o gasolina
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento. Provocado por el almacenamiento de modelos didácticos de enseñanza y herramientas en anaqueles.
- Caída de objetos en manipulación. Provocada por el uso de herramientas.
- Choque contra objetos móviles. Provocado por los bancos de pruebas ubicados en el laboratorio.
- Atrapamiento. Provocado por los elementos rotativos de los motores de combustión interna y su velocidad de giro que pueden provocar que la ropa se atasque en ellos.

4.3.5.3 *Factores de riesgo químico*

- Exposición a gases y vapores. Provocado por los gases producidos como consecuencia de la volatilidad de la gasolina.

4.3.5.4 *Factores de riesgo biológico*

No se han identificado factores de este tipo en los laboratorios que son objetos de este documento.

4.3.5.5 *Factores de riesgo ergonómico*

- Posturas forzadas. Provocado por la postura que debe mantener el usuario para el transporte de los motores usando la grúa hidráulica o durante el uso de los bancos de pruebas y demás equipos de enseñanza.

4.3.5.6 *Factores de riesgo psicosocial*

- Tensión mental o psicológica. Causado por el primer contacto con los equipos y máquinas que se utilizan en el laboratorio.

- Falta de conocimiento o capacitación. Provocado por el desconocimiento que usualmente tiene el estudiante al iniciar las prácticas en el laboratorio.

La valoración del nivel de riesgos se realizará aplicando el método cualitativo de Evaluación de Riesgos Laborales del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Además, la medición de factores de riesgo debe garantizar lo dispuesto en el Decreto Ejecutivo 2393.

4.3.6 Normas de seguridad para laboratorios

Para garantizar que las actividades que se realizan con seguridad se deben establecer normas que todo usuario debe acatar de manera estricta mientras realiza sus actividades en el laboratorio.

4.3.6.1 Hábitos personales

Se refiere a todas aquellas recomendaciones de seguridad relacionadas con comportamiento particular de cada persona. Estas prácticas se refieren tanto a aquellas que se ponen en práctica en el laboratorio como fuera de él.

HÁBITOS PERSONALES EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.

- En la medida de lo posible, jamás trabajar solo en el laboratorio. Siempre solicite la compañía y supervisión del docente, encargado del laboratorio o un compañero de práctica.
- Mantener los objetos personales apartados de las áreas de trabajo.
- Mantener las áreas de trabajo siempre en orden y limpias.
- Seguir las recomendaciones descritas en el manual de operación del laboratorio y en el manual del equipo o instrumento.
- Siempre tener precaución cuando se trabaje cerca de elementos rotativos para evitar atrapamientos. Se prohíbe el uso de las prendas de vestir sueltas, mangas anchas, pulseras o colgantes.
- Utilizar siempre el equipo de protección personal (gafas y tapones cuando se enciendan motores y guantes durante la manipulación de herramientas y traslado de motores) y la ropa de trabajo para el laboratorio (mandil según regulación institucional).
- Jamás poner en marcha un motor, operar un equipo o instrumento sin la autorización del docente encargado del laboratorio y sin haber recibido la capacitación apropiada para su uso.

- No comer, beber ni fumar en el laboratorio.

HÁBITOS PERSONALES EN EL LABORATORIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

- En la medida de lo posible, jamás trabajar solo en el laboratorio. Siempre solicite la compañía y supervisión del docente, encargado del laboratorio o un compañero de práctica.
- Mantener los objetos personales apartados de las áreas de trabajo.
- Mantener las áreas de trabajo siempre en orden y limpias.
- Seguir las recomendaciones descritas en el manual de operación del laboratorio y en el manual del equipo o instrumento.
- Jamás operar un equipo o instrumento sin la autorización del docente encargado del laboratorio y sin haber recibido la capacitación apropiada para su uso.

4.3.6.2 *Manejo de sustancias peligrosas*

En esta sección se debe identificar y evaluar el nivel de riesgo de cada una de las sustancias peligrosas que el usuario manipula en el laboratorio o a las que está expuesto durante sus actividades en el mismo haciendo un análisis de su ficha de datos de seguridad o MSDS por sus siglas en inglés. Adicionalmente, se debe indicar el procedimiento a seguir para una apropiada identificación y almacenamiento seguro de cada uno de ellos.

MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.

- La gasolina es una sustancia combustible y volátil, es decir cambia de fase líquida a gaseosa a temperatura ambiente sin necesidad de aplicarle calor y su capacidad combustible aumenta en este estado por lo que es importante mantener los contenedores de combustible siempre bien tapados y rotulados de manera apropiada para que se pueda identificar el contenido del envase sin necesidad de abrirlo.
- Siempre que se trasvase gasolina entre contenedores se lo debe hacer lejos de llamas, chispas o superficies calientes.

MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS EN EL LABORATORIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

- Las baterías alcalinas utilizadas en los equipos de medición del laboratorio pueden presentar escape del hidróxido de potasio que contienen en su interior; este puede causar irritación a nivel de vías respiratorias o si está en contacto con los ojos o la piel por lo que es importante utilizar guantes al manipular una batería con fugas.

4.3.6.3 *Manejo de desechos*

La persona que genera un desecho es responsable de su apropiada clasificación y disposición acorde a la normativa ambiental vigente. Las antes mencionadas actividades se deben llevar a cabo en el momento de la generación del desecho, es decir, no se pueden postergar por ejemplo guardándolas para desecharlas posteriormente por lo que es necesario que los laboratorios dispongan de los contenedores apropiados para cada tipo de desecho que se pueda generar.

MANEJO DE DESCHOS EN EL LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.

- Ningún hidrocarburo que se utilice en el laboratorio (gasolina o aceite) se podrá desechar a través de tuberías o desagües. La ESPOCH debe almacenar este tipo de seco en contenedores cerrados, aislados y apropiadamente rotulados y se entregarán a un gestor ambiental debidamente autorizado para que lleve a cabo la disposición final del mismo. Se debe tomar en cuenta que la responsabilidad del desecho no termina al entregarlo al gestor por lo que debemos solicitar que el gestor entregue un informe del procedimiento que lleva a cabo para la disposición final de todos los desechos peligrosos que le entregue la universidad.
- Los desechos comunes como: polvo o envolturas serán desechados en contenedores negros con funda plástica negra.
- Los desechos reciclables (papel, cartón, vidrio y plástico) se deben clasificar y desechar en puntos ecológicos con contenedores para cada tipo.
- Los desechos generados en los servicios higiénicos que contienen fluidos corporales se deben desechar en contenedores rojos, con funda roja y con tapa.

MANEJO DE DESECHOS EN EL LABORATORIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

- Las baterías alcalinas descargadas o que tengan fugas se deben almacenar en contenedores cerrados, aislados y apropiadamente rotulados y se entregarán a un gestor ambiental debidamente autorizado para que lleve a cabo la disposición final del mismo. Se debe tomar en cuenta que la responsabilidad del desecho no termina al entregarlo al gestor por lo que debemos solicitar que el gestor entregue un informe del procedimiento que lleva a cabo para la disposición final de todos los desechos peligrosos que le entregue la universidad.
- Los desechos comunes como: polvo o envolturas serán desechados en contenedores negros con funda plástica negra.
- Los desechos reciclables (papel, cartón, vidrio y plástico) se deben clasificar y desechar en puntos ecológicos con contenedores para cada tipo.

- Los desechos generados en los servicios higiénicos que contienen fluidos corporales se deben desechar en contenedores rojos, con funda roja y con tapa. En la medida de lo posible, jamás trabajar solo en el laboratorio. Siempre solicite la compañía y supervisión del docente, encargado del laboratorio o un compañero de práctica.

4.3.6.4 *Acciones de respuesta en caso de emergencias*

Estas son acciones que toda persona que realiza cualquier labor en el interior del laboratorio debe conocer para poder actuar de manera apropiada ante la ocurrencia de emergencias o desastres. Siguiendo lo dispuesto en esta sección se puede minimizar el daño para las personas que se encuentran en el laboratorio al suscitarse una situación de emergencia.

RESPUESTA EN CASO DE DERRAME DE SUSTANCIAS PELIGROSAS.

En caso de ocurrir un derrame de sustancias peligrosas se deben seguir los siguientes pasos:

- Dar la voz de alerta para que toda persona que esté en el laboratorio pueda iniciar a evacuación.
- Abrir las ventanas para minimizar la concentración de los gases producidos.
- Utilizar siempre las prendas y equipos de protección personal.
- Delimitar el área de derrame con materiales absorbentes y proceder a la recogida del material derramado.
- Atender a las personas lesionadas.
- Eliminar toda fuente de calor para evitar que los gases combustibles provoquen un incendio.
- Salir del área afectada y cerrar las puertas para restringir el acceso de personal al mismo.

RESPUESTA EN CASO DE SALPICADURAS.

En caso de ocurrir una salpicadura de sustancias peligrosas se deben seguir los siguientes pasos:

En la piel u ojos:

- Lavar la zona afectada con abundante agua; utilizar el lavaojos si se cuenta con el equipo.
- No intentar lavar el ojo con ninguna otra sustancia.
- Acudir al médico de manera inmediata. Se debe proveer al facultativo la información relacionada con la sustancia contaminante.

En la ropa de trabajo:

- Retirar la ropa contaminada y lavarla con abundante agua.
- Acudir al médico en caso de existir contacto con la piel.

RESPUESTA EN CASO DE INCENDIO

En caso de ocurrir un incendio se deben seguir los siguientes pasos:

- Dar la voz de alerta para que toda persona que esté en el laboratorio pueda iniciar a evacuación.
- Notificar por teléfono el evento al ECU911.
- En el caso de ser un conato de incendio, se debe atender el fuego utilizando el extintor siempre y cuando la persona tenga entrenamiento relacionado con su uso
- Escoger adecuadamente el tipo de extintor en función de los tipos de fuego indicados en la sección 5.1.6 del presente documento.
- En caso de que el fuego queme la ropa de una persona se debe utilizar una ducha o una manta de seguridad para apagar el fuego.
- Salir del área afectada y cerrar las puertas para restringir el acceso de personal al mismo.

4.4 Elaboración de fichas de máquinas

El primer paso por seguir en el proceso de elaboración de manuales es la elaboración de a ficha de máquina o equipo. En esta, se pretende brindar la mayor información posible relacionada con las características de la máquina o equipo analizado.

Se sigue el formato previamente establecido por otros trabajos de tipo similar aplicados a otros laboratorios para mantener correlación y uniformidad con los mismos.

Los campos establecidos para las fichas de máquina contienen la siguiente información:

- Logotipos de la ESPOCH y la Facultad de Mecánica.
- Nombre del grupo
- Nombre de la ficha
- Laboratorio
- Ubicación del laboratorio
- Número de ficha
- Cantidad de sistemas o elementos
- Nombre del equipo
- Partes principales

- Características principales del elemento
- Código del elemento
- Imagen del elemento
- Imagen de partes principales

Se debe determinar cuáles campos se incluirán en la ficha y cuales no se tomarán en cuenta en función de la información disponible del equipo, maquina o instrumento y del tipo de laboratorio que sea objeto de análisis.

A continuación, en las figuras 48-4 y 49-4 se muestra el formato de fichas técnicas de los laboratorios que son objeto del presente trabajo de titulación:

En el caso de las máquina o equipos de alta complejidad se incluirá información detallada de cada botón o descripción de procedimientos específicos de operación como se muestra en las figuras 50-4 y 51-4.

LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

Figura 48-4: Ficha de banco de pruebas Borghi Saveri.

		<h2>Banco de pruebas Borghi Saveri</h2>	
Versión 2017		Datos Técnicos – Componentes Principales	Ficha: 1 - 2
		Laboratorio de Motores de Combustión Interna	Ubicación: Galpón N.º 2
#	Nombre	Características o Componentes	Equipo
01	Bancada	Es la estructura donde se colocan los motores de combustión interna que se utilizan para las pruebas.	
02	Balanza dinamométrica	Es donde se determina el valor de la fuerza que ejerce el motor al aplicarse un frenado durante su funcionamiento	
03	Sistema de frenado	Aplica una simulación de carga al motor mediante un par resistente.	
04	Transmisión y acople de motores	Consta de un amortiguador flexible que permite acoplar el motor al banco de pruebas dinamométricas	
Código de inventario: 08446		Año: N/E	Código de Mantenimiento: FAME-MCI-BP01

Fuente: (Autor, 2017)

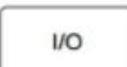
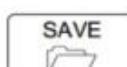
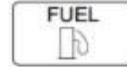
Figura 49-4: Ficha de termoanemómetro

		<h2>Termoanemómetro</h2>	
Datos Técnicos – Componentes Principales		Ficha: 1 - 1	
Versión 2017		Laboratorio de Eficiencia Energética	
Ubicación: Oficina N.º 2			

Características o Componentes	Equipo		
<p> Marca: TSI Modelo: 8346 Velocidad: 0 a 6000 ft/min \pm 3 ft/min Temperatura: 0 a 200 °F (-17.8 a 93.3 °C) \pm 0.5 °F Flujo Volumétrico: 0.0424 a 702 000 m³/h Tamaño de Ducto: 1 a 100 cm con incrementos de 0.5 cm, de 100 a 255 cm con incremento de 1 cm Humedad Relativa: 0 a 95% \pm 3% RH Temperatura de Bulbo Húmedo: 5 a 60 °C Punto de Rocío: -15 a 49 °C Tiempo de Respuesta: para velocidad: 200 mseg para temperatura: 8 seg Fuente de Alimentación: 4 baterías tamaño AAA o adaptador para corriente alterna. </p>			
Código de inventario: 52692	Año: 2002	Código de Mantenimiento: FAME-EE-TA01	

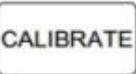
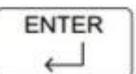
Fuente: (Autor, 2017)

Figura 50-4: Ficha del Analizador de Gases de Combustión (alta complejidad).

Características o Componentes		Equipo
<p>Marca: Bacharach Modelo: ECA 450 Voltaje: 110-220 V; 50-60 Hz Pantalla: 2¼" x 8", 20 caracteres por 4 líneas Rangos de medición: Contenido de oxígeno: 0.1 a 20.9% de O₂ Temperatura de gas de chimenea: -20 a 1315°C Aire primario: -20 a 999°C Presión: entre -69 y 69 mbar Contenido de CO: de 0 a 4 000 ppm de CO</p>		
<p>Código de inventario: 52699 Año:2008 Código de Mantenimiento: FAME-EE-AG01</p>		
Descripción de botones del equipo		
	<p>Botón de encendido/apagado. Este equipo cuenta con ciertas particularidades relacionadas con su encendido y/o apagado. El equipo puede ser re encendido si se presiona la tecla Run hasta 5 segundos después de haberlo apagado con el botón de encendido/apagado. En caso de que existan niveles peligrosos de gas dentro del equipo analizador, este procederá a purgarlo forzando el ingreso de aire al mismo antes de proceder a apagarlo.</p>	
	<p>Botón CORRER (RUN). Inicia el proceso de análisis de gases de combustión</p>	
	<p>Botón IMPRIMIR (PRINT). Imprime los resultados obtenidos luego del proceso de análisis de gases. Se comunica con la impresora local utilizada. Está siempre disponible, en todas las pantallas.</p>	
	<p>Botón GUARDAR (SAVE). Guarda los resultados de la prueba actual, estos datos se mantienen en la memoria del equipo y están siempre disponibles para ser impresos o descargados</p>	
	<p>Botón MENÚ. Cambia las pantallas de visualización de equipo: Combustible, presión, memoria, configuración y lista de calibración.</p>	
	<p>Botón COMBUSTIBLE (FUEL). Accede a la pantalla del menú para elección del combustible que se va a quemar durante el análisis de los gases de combustión.</p>	
	<p>Botón PRESIÓN (PRESSURE). Accede a la pantalla de visualización del menú Presión donde se tiene acceso a la información del vaor medido de presión durante la prueba. Si se presiona el botón por segunda vez se reinicia la medición.</p>	

Fuente: (Autor, 2017)

Figura 51-4: Ficha del Analizador de Gases de Combustión (alta complejidad).

		<h2 style="text-align: center;">Analizador de gases de combustión</h2>	
Datos Técnicos – Componentes Principales		Ficha: 2 - 3	
Versión 2017		Laboratorio de Eficiencia Energética	
		Ubicación: Oficina N.º 2	
Descripción de botones del equipo			
	Botón MEMORIA (MEMORY). Accede a la pantalla de visualización del menú Memoria. En este menú se puede visualizar, transmitir o eliminar los datos guardados de pruebas previamente realizadas.		
	Botón CONFIGURACIÓN (SETUP). Accede a la pantalla de visualización de configuraciones donde se pueden determinar los parámetros de funcionamiento del equipo.		
	Botón CALIBRAR (CALIBRATE). Accede a la pantalla de visualización de calibración; aquí se puede elegir el sensor a calibrar. Sin embargo, es necesario que primero se introduzca la contraseña de cuatro caracteres alfanuméricos antes de iniciar el proceso de calibración.		
	Botón INGRESAR (ENTER). Sirve para seleccionar el elemento activo del menú		
	Botón ESCAPE (ESC). Sirve para regresar al menú o pantalla anteriores.		
	Botones de MOVIMIENTO DE CURSOR. Sirven para mover el cursor entre as opciones mostradas en la pantalla de visualización. Son de gran utilidad especialmente en las pantallas de ingreso de datos alfanuméricos.		
			
			
			
Características o Componentes	Equipo		
<p>PARTES DEL ACONDICIONADOR DE MUESTRA PARA ANALIZADOR DE GASES.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sonda de 12 pulgadas con tubo de cono. 2. Bomba de condensado 3. Peltier enfriador para eliminar agua en la muestra 4. Manguera de 15 pies 5. Fuente de alimentación. 			
Código de inventario: 52705	Año: 2008	Código de Mantenimiento: FAME-EE-AM01	

Fuente: (Autor, 2017)

4.5 Elaboración de fichas de máquinas

Al igual que en el caso de la ficha de máquina se han elaborado las fichas de proceso de operación, con base en la estructura implementada en trabajos similares al presente pero aplicados en otros laboratorios de la ESPOCH.

Los campos establecidos para las fichas de proceso contienen la siguiente información:

- Logotipos de la ESPOCH y la Facultad de Mecánica.
- Laboratorio.
- Número de ficha.
- Ubicación del laboratorio.
- Descripción del equipo.
- Seguridad.
- Diagrama de proceso.
- Descripción del proceso.
- Control del proceso.

Se incluye en esta ficha una descripción breve del proceso ejecutado por la máquina, equipo o instrumento analizado. Además, se incluye información sobre su funcionamiento y teoría relacionada con el proceso descrito que se considere pertinente o altamente importante que el usuario conozca.

Posterior a la descripción se incluye normas generales de seguridad para la utilización del equipo. Se resaltarán en color rojo, las normas de seguridad específicas para el proceso analizado en caso de que se consideren pertinentes.

Es importante que toda persona que ingresa al laboratorio sea instruido en materia de seguridad; el encargado del laboratorio debe capacitar a los usuarios en relación a los factores de riesgo a los que se encuentra expuesto durante la realización de sus actividades en el laboratorio mediante un dialogo de seguridad en el que se deben también incluir también: recomendaciones de prevención de accidentes, acciones de respuesta en caso de la ocurrencia del mismo, manejo básico de extintores y nociones básicas de evacuación en caso de eventos adversos de origen natural o antrópico.

Seguidamente, se debe incluir en la ficha el diagrama de proceso, dicho diagrama es una representación gráfica de los pasos a seguir para la culminación satisfactoria del proceso. Se deben incluir la descripción de cada uno de los pasos incluidos en el diagrama y las actividades de control. Las actividades de control son el requisito que el operador debe evidenciar antes de poder avanzar con el siguiente paso del proceso o cosas que debe verificar que se cumplan durante la realización del paso descrito para reducir la probabilidad de ocurrencia de un accidente y como consecuencia reducir el riesgo de la actividad realizada.

El diagrama de proceso será elaborado siguiendo la simbología descrita en la norma DIN 66001 tomando en cuenta los parámetros generales y no específicos debido a la baja complejidad de los procesos a seguir para la operación de los equipos de laboratorio que en su gran mayoría están automatizados.

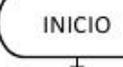
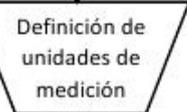
Las figuras 52-4 y 53-4 muestran el formato de fichas de procesos del laboratorio de Motores de Combustión Interna y Eficiencia Energética respectivamente. En la figura 54-4 se muestra una ficha de proceso con recomendaciones de seguridad específicas para el equipo.

Figura 52-4: Ficha de proceso grúa.

Función	Proceso	Descripción	Control
<p>Aprovecha la energía hidráulica para elevar cargas de gran peso con mínimo esfuerzo, aplicando el Principio de Pascal</p>	<p>Inicio/Fin</p>	<p>Se debe regular la longitud del brazo extensible para que facilite la colocación y elevación de la carga y asegurarlo con el pasador.</p>	<p>Se debe tomar en cuenta que la longitud del brazo influye en la carga máxima que la grúa puede elevar y/o movilizar.</p>
<p>Seguridad</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se debe verificar el estado de la máquina previo a cada utilización y reportar inmediatamente si se advierte que está en mal estado. 2. Transitar siempre por las zonas determinadas para el tránsito de personas. 3. Es importante conocer el procedimiento a seguir en caso de ocurrir algún accidente antes de utilizar cualquier equipo 	<p>Control</p>	<p>Para elevar se usa la palanca manteniendo el tornillo apretado, y para descender se afloja el tornillo</p>	<p>Se debe tomar en cuenta que la apertura del tornillo influye en la velocidad de descenso de la grúa.</p>
	<p>Operación</p>	<p>Usando correas o cuerdas se asegura la carga al gancho.</p>	<p>La carga debe estar perfectamente nivelada para evitar su caída.</p>
	<p>Operación manual</p>	<p>Usando la palanca, se levanta la carga y empujando la grúa se la transporta.</p>	<p>Es importante apretar fijamente el tornillo antes de elevar la carga.</p>
	<p>Operación manual</p>	<p>Aflojar lentamente el tornillo para hacer que la carga descienda y retirarla del gancho una vez que sea colocada en su posición deseada.</p>	<p>Es importante aflojar lentamente el tornillo para descender la carga lentamente.</p>
	<p>Leyenda:</p>		

Fuente: (Autor, 2017)

Figura 53-4: Ficha de proceso del Multímetro Digital.

Función	Proceso	Descripción	Control
<p>Realiza mediciones de corriente y voltaje sin abrir el circuito. Las mediciones se pueden realizar a una sola mano por la disposición de los mandos</p>	<p>Inicio/Fin</p> 	<p>Usando el selector de función, determine las unidades a medirse</p>	<p>Se recomienda iniciar con las escalas mayores y reducirlas si es necesario para obtener un valor apropiado de la medición</p>
<p>Seguridad</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se debe verificar el estado de la máquina previo a cada utilización y reportar inmediatamente si se advierte que está en mal estado. 2. Transitar siempre por las zonas determinadas para el tránsito de personas. 3. Es importante conocer el procedimiento a seguir en caso de ocurrir algún accidente antes de utilizar cualquier equipo 	<p>Control</p>  <p>Operación</p>  <p>Operación manual</p>  <p>Operación manual</p>  <p>Fin</p>  <p>Leyenda:</p> <ul style="list-style-type: none">  Inicio/Fin  Control  Operación  Operación manual 	<p>Conectar los cables de medición a los terminales. Cable rojo en + y cable negro en COM</p>	<p>Cuando se realicen mediciones en corriente continua se debe tomar en cuenta la polaridad. Cable negro negativo. Para medir continuidad se debe desconectar el flujo eléctrico y descargar los capacitores</p>
		<p>Abrir las pinzas y colocar el conductor de la variable a medirse dentro de las mismas</p>	<p>Se debe colocar el signo + de la pinza en dirección a la fuente de tensión</p>
		<p>Presionar el botón ZERO para borrar el valor medido, el botón INRUSH para medir corriente de entrada y el botón MIN/MAX para visualizar valores mínimos y máximos medidos</p>	

Fuente: (Autor, 2017)

Figura 54-4: Ficha de proceso del Analizador de gases de combustión (con recomendaciones específicas de seguridad).

Función		Proceso	Descripción	Control
<p>Analiza la eficiencia del proceso de combustión. Puede analizar combustibles quemados o procesos de combustión en máquinas en funcionamiento como calderos, hornos o sistemas de calefacción.</p>	<p>Seguridad</p> <p>1. Se debe verificar el estado de la máquina previo a cada utilización y reportar inmediatamente si se advierte que está en mal estado.</p> <p>2. Es importante conocer el procedimiento a seguir en caso de ocurrir algún accidente antes de utilizar cualquier equipo</p> <p>3. Para utilizar el equipo, primero se lo debe colocar en ambiente no corrosivo, libre de posibles salpicaduras de agua.</p> <p>4. No se debe exceder ningún límite máximo de combustible o agua para evitar condiciones inseguras durante la prueba.</p> <p>5. Siempre se deben seguir las instrucciones del encargado de laboratorio y llevar a cabo las pruebas en su presencia y bajo su supervisión.</p>	<p>INICIO</p> <p>Verificar batería</p> <p>Encender el equipo</p> <p>Selección de combustible</p> <p>Colocación de sonda</p> <p>Inicio de prueba</p> <p>Finalización de prueba</p> <p>Registro de datos</p> <p>Desconexión</p> <p>FIN</p>	<p>Verificar que el equipo tenga suficiente batería para la realización de la prueba.</p> <p>Pulsar el botón de encendido/apagado para encender el equipo</p> <p>Usando los botones de movimiento del cursor, seleccionar el combustible a ser utilizado</p> <p>Ubicar la sonda de temperatura en un agujero de media pulgada mínimo</p> <p>Usando el botón CORRER se inicia la prueba de combustión.</p> <p>Usar el botón CORRER para terminar la prueba</p> <p>Usando la tecla GRABAR se pueden almacenar resultados</p> <p>Una vez finalizada la prueba se debe desconectar los accesorios y guardarlos en su contenedor</p>	<p>En caso de ser necesario, se debe conectar el equipo al tomacorriente para cargarlo (110V)</p> <p>La medición de temperatura ambiental debe llevarse a cabo antes de insertar la sonda</p> <p>Se debe verificar el apropiado funcionamiento del equipo revisando los valores medidos</p> <p>Se debe controlar que el nivel de agua no exceda el límite máximo en la prueba</p> <p>Verificar que el equipo se haya apagado completamente</p> <p>La desconexión se debe realizar cuidadosamente para no dañar sensores o puertos.</p>
		<p>Legenda:</p> <p>Operación manual</p> <p>Operación</p> <p>Control</p> <p>Inicio/Fin</p>		

Fuente: (Autor, 2017)

4.6 Manual de mantenimiento

Las tareas de mantenimiento a ejecutarse en cada una de las máquinas, instrumentos o equipos de los laboratorios de: Motores de Combustión Interna y Eficiencia energética son las siguientes:

- Limpieza de superficies externas: tomando en cuenta el material de la carcasa de la máquina o equipo: metálicos, cerámicos, polímeros, compuestos y el tipo de acabado superficial del elemento como pinturas, barnices o pulido metálico.
- Limpieza de superficie interna: para esta actividad se usará limpiadores de contactos, desengrasantes y otras sustancias que no tengan la capacidad de destruir ciertos componentes sensibles sobre todo de los instrumentos de medición o los sensores de los equipos de laboratorio.
- Inspección: que puede ser de tipo EXTERNA, sin desmontar ninguna parte, e INTERNA en la que se revise los componentes internos, desarmando en ocasiones por completo los dispositivos.
- Lubricación o engrase: se refiere a la aplicación de aceite lubricante o grasa con el fin de disminuir el rozamiento consecuentemente el desgaste, mejorar la transferencia de calor y la eficiencia, etc.
- Ajustes internos, externos y calibraciones: asegurando las condiciones de servicio y el buen funcionamiento de todos los componentes, verificando que todos los elementos cumplan con los parámetros normales de funcionamiento.
- Condiciones ambientales de operación y almacenamiento: para evitar que agentes externos afecten los resultados de ensayos o deterioren equipos almacenados.
- Pruebas funcionales completa y por partes: comprobando el funcionamiento normal de todos los componentes o encontrando el problema mediante un análisis parte por parte.
- Corrección de superficies: evitando que el elemento siga su proceso normal de deterioro y protegiendo la superficie de ciertas condiciones ambientales.
- Mantenimiento correctivo eléctrico y mecánico: con todos los puntos anteriormente detallados se pretende no llegar a este punto, pero siendo inevitable en éste se detallan algunos procedimientos y recomendaciones para
- Sustitución de partes eléctricas como: fusibles, relés, etc.; y mecánicas como: rodamientos, acoples, bandas, etc.

Figura 55-4: Listado de tareas de mantenimiento

 	<h2>Tareas de mantenimiento</h2>
Versión: 2017	LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

#	Tarea	Ide.	Superficie
01	LIMPIEZA EXTERNA	a	Pintura
		b	Mixto

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

#	Tarea	Ide.	Superficie
03	INSPECCIÓN	a	Externa
		b	Interna

#	Tarea	Ide.	Tipo
04	LUBRICACIÓN O ENGRASE	a	Externo
		b	Interno

#	Tarea	Ide.	Tipo
05	AJUSTES	a	Internos
		b	Externos

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

#	Tarea	Ide.	Tipo
07	PRUEBAS FUNCIONALES	a	Completa
		b	Por Partes.

#	Tarea	Ide.	Tipo
08	CORRECCIÓN DE SUPERFICIE	a	Pintura
		b	Metálica

#	Tarea	Ide.	Partes
09	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	a	Eléctricas
		b	Mecánicas
			1. Rodamientos
			2. Bandas
			3. Acoples

Fuente: (Autor, 2017)

En la ficha de tarea se detallarán los siguientes campos:

- El nombre de la tarea, según se determinó en el listado anterior.
- El nombre del laboratorio en donde se ubica el equipo, máquina o instrumento.
- La frecuencia de ejecución de la tarea descrita; misma que puede ser: en el momento de ejecutada la práctica, mensual o semestral de acuerdo con la planificación del mantenimiento.
- El estado de la maquina; en el que se debe aclarar si la tarea se realizará con la máquina encendida o apagada.
- El tiempo estimado de ejecución de la tarea de mantenimiento
- Los equipos a los cuales se aplica la tarea de mantenimiento descrita
- Las herramientas, materiales y equipos que se requerirá para llevar a término la tarea
- El procedimiento detallado de la ejecución de la tarea de mantenimiento; y,
- Las observaciones o recomendaciones de seguridad que el personal debe tomar en cuenta al llevar a cabo la tarea de mantenimiento.

A continuación, la figura 56-4 muestra un ejemplo de la ficha de las tareas de mantenimiento elaboradas para el laboratorio de motores de combustión interna:

Figura 56-4: Ficha de tarea Inspección Externa.

 	<h2 style="margin: 0;">Inspección externa</h2>	Tarea: 03-a	
		Frecuencia	
Versión: 2017	Laboratorio de Motores de Combustión Interna	Ejecutada Práctica	
		Tareas de mantenimiento	Mensual
		Semestral	x

	Máquina
	Apagada
	Encendida
	x

Tiempo de ejecución: 20 min/equipo

Aplica a:

Todas las partes presentes en los bancos:

FAME-MCI-GR01	FAME-MCI-CF01	FAME-MCI-MR01 al MR05
FAME-MCI-BP02	FAME-MCI-LE01	FAME-MCI-FR01 y FR02
FAME-MCI-BP02	FAME-MCI-MG01 al MG06	FAME-MCI-TR01 y TR02

Herramientas:	Materiales:	Equipo:
Medios visuales, táctiles y auditivos		Pirómetro

Procedimiento:

- A simple vista verificar el estado del equipo, conexiones, aspecto soporte, aspecto de las partes principales.
- En caso de presencia de signos de corrosión pasar a tarea relacionada con corrección de superficie.
- Verificar el estado de los pulsadores, de arranque y parada.
- Revisar que los finales de carrera funcionen correctamente, cerciorándose que no exista obstrucción en la salida o entrada de este.
- Examinar que todos los elementos se encuentren en su lugar respectivo y que no pueden ser extraídos, en el caso de sensores, manómetros, medidores, de su lugar.
- Comprobar que todos los elementos a ser susceptibles de rotación lo hagan sin obstrucciones y que las puertas o tapas puedan ser abiertas con normalidad.
- Operar las válvulas manualmente hasta que la presión llegue al punto de seguridad. Observar si la válvula opera en forma adecuada.

Observaciones:

Fuente: (Autor, 2017)

4.7 Documentos de registro

Toda actividad de mantenimiento deba ser planificada en intervalos regulares de tiempo y se debe llevar un registro verificable tanto del cumplimiento de dichas actividades (Mantenimiento preventivo) como de las averías que se identifiquen y reparen (Mantenimiento correctivo). Para dar cumplimiento a lo anterior, se implementarán formatos de: registro de tareas de mantenimiento y registro de averías.

La ficha de registro de tareas de mantenimiento debe contener la siguiente información:

- Logotipo de la ESPOCH y de la Facultad de Mecánica.
- Código de mantenimiento, que identifica a la máquina o equipo.
- Imagen de la máquina o equipo.
- Año en curso.
- Tabla de registro de actividades, en la que se detallan los códigos de las tareas de mantenimiento hasta el 07-b y los meses del año. En esta tabla se debe registrar el día del mes en el que se realiza la tarea.
- Tabla de registro de actividades ejecutadas después de la práctica.
- Tabla de registro de correcciones de superficie (actividades 08-a y 08-b), en la que se debe registrar la parte, la fecha de corrección y la firma de responsabilidad de quien realiza la tarea.
- Leyenda.
- Reemplazo de partes, tanto mecánicas como eléctricas; en la que se debe registrar la parte reemplazada, la fecha de reemplazo y la firma de responsabilidad de quien realiza la tarea.
- Control mensual de las actividades realizadas.
- Observaciones.

La ficha de registro de averías debe contener la siguiente información:

- Logotipo tanto de la ESPOCH como de la Facultad de Mecánica.
- Nombre del equipo.
- Código de mantenimiento, que identifica a la máquina o equipo.
- Imagen de la máquina o equipo.
- Observaciones.
- Actividad realizada.

A continuación, en la figura 57-4 se muestra un ejemplo de una ficha de Registro de Tareas de Mantenimiento y; en la figura 58-4 un ejemplo del Historial de Averías.

Figura 57-4: Modelo de ficha de registro de tareas de mantenimiento.

		Plan anual FAME-MCI-GR01	
Versión: 2017		Ficha de registro de tareas de Mantenimiento Laboratorio de Motores de Combustión Interna	

Año: 2017

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

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

Leyenda			
EP	Ejecutada la práctica	N/A	No aplica
01-a	Limpieza Externa de Superficies Pintadas	05-a	Ajustes Internos
01-b	Limpieza Externa de Superficies Mixtas (pintura y acrílico)	05-b	Ajustes Externos
02-a	Limpieza Interna de Superficies Metálicas	06-a	Condiciones Ambientales lugar de Operación
02-b	Limpieza Interna de Superficies con Circuitos	06-b	Condiciones Ambientales lugar de Almacenamiento
03-a	Inspección Externa	07-a	Pruebas Funcionales Completa
03-b	Inspección Interna	07-b	Pruebas Funcionales por Partes
04-a	Lubricación o Engrase Externo	08-a	Corrección de Superficie Tipo Pintura
04-b	Lubricación o Engrase Interno	08-b	Corrección de Superficie Tipo Metálica

M	Elemento y ubicación:	Fecha:	Firma:
E			
M	Elemento y ubicación:	Fecha:	Firma:
E			
M	Elemento y ubicación:	Fecha:	Firma:
E			
M	Elemento y ubicación:	Fecha:	Firma:
E			

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

Observaciones:

Fuente: (Autor, 2017)

Figura 58-4: Modelo de ficha de historial de averías.

		<h2>Historial de averías</h2>		Equipo: Grúa Código: FAME-MCI-GR01 Ficha: 1 - 1					
Versión: 2017		Laboratorio de Motores de Combustión Interna		Ubicación: Galpón N.º 2					
Nota: En la siguiente ficha existen 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.									
Observaciones									
Parte averiada y actividad realizada									
2017		2018		2019		2020		2021	
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, 2017)

Figura 59-4: Ejemplo de llenado del registro de tareas de mantenimiento

		Plan anual FAME-MCI-GR01											
Versión: 2017		Ficha de registro de tareas de Mantenimiento Laboratorio de Motores de Combustión Interna											

Tarea	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	EP		
01-a		12													
01-b															
02-a	N/A	N/A													
02-b															
03-a															
03-b															
04-a															
04-b															
05-a				13											
05-b															
06-a															
06-b															
07-a															
07-b															

08-a	Parte (s) afectada(s)	Brazo	Fecha:		Firma:	
08-b	Parte (s) afectada(s)		Fecha:		Firma:	

Leyenda

EP Ejecutada la práctica	N/A No aplica
01-a Limpieza Externa de Superficies Pintadas	05-a Ajustes Internos
01-b Limpieza Externa de Superficies Mixtas (pintura y acrílico)	05-b Ajustes Externos
02-a Limpieza Interna de Superficies Metálicas	06-a Condiciones Ambientales lugar de Operación
02-b Limpieza Interna de Superficies con Circuitos	06-b Condiciones Ambientales lugar de Almacenamiento
03-a Inspección Externa	07-a Pruebas Funcionales Completa
03-b Inspección Interna	07-b Pruebas Funcionales por Partes
04-a Lubricación o Engrase Externo	08-a Corrección de Superficie Tipo Pintura
04-b Lubricación o Engrase Interno	08-b Corrección de Superficie Tipo Metálica

M	Elemento y ubicación:	Rueda delantera derecha	Fecha:	12/04/2017	Firma:	
E	Elemento y ubicación:		Fecha:		Firma:	
M	Elemento y ubicación:		Fecha:		Firma:	
E	Elemento y ubicación:		Fecha:		Firma:	

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

Observaciones:

Fuente: (Autor, 2017)

Figura 60-4: Ejemplo de llenado de historial de averías

		<h2>Historial de averías</h2>		Equipo: Grúa					
Versión: 2017		Laboratorio de Motores de Combustión Interna		Código: FAME-MCI-GR01					
				Ficha: 1 - 1					
				Ubicación: Galpón N.º 2					
<p>Nota: En la siguiente ficha existen 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	Rotura de rueda delantera derecha								
Parte averiada y actividad realizada									
2017		2018		2019		2020		2021	
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	Rueda delantera	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, 2017)

4.8 Fichas complementarias

Las fichas complementarias proveen información relacionada con el control de gestión de adquisición e inventario de repuestos, y de esta manera contar con la información necesaria para la optimización de recursos económicos de la facultad.

Las fichas complementarias por implementarse son las siguientes:

- Ficha de orden de trabajo.
- Solicitud de materiales.
- Solicitud de compra.
- Solicitud de servicio externo de mantenimiento.

A continuación, las figuras 61-4 a la 72-4 muestran todos los modelos de los formatos de cada una de las fichas complementarias con sus respectivos ejemplos de llenado.

Figura 65-4: Modelo de ficha de orden de trabajo.

		Orden de trabajo		No.	
Versión: 2017					
Área solicitante:					
Prioridad		Normal	Importante	Urgente	
Referencias:					
Ubicación técnica		Equipo		Parte principal	
Fecha de inicio		Fecha de término			
Tipo de actividad					
Programado		Predictivo			
Correctivo		Emergencia			
Solicita			Ejecuta		
Descripción del trabajo:					
Datos adicionales:					
Materiales	Cantidad	Repuestos	Cantidad	Herramientas	Cantidad
Personal requerido					
Eléctrico		Electrónico		Mecánico	
Observaciones generales:			Observaciones de seguridad:		
Emite		Aprueba		Cierra	
Nombre:		Nombre:		Nombre:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	
Firma		Firma		Firma	

Fuente: (Autor, 2017)

Figura 66-4: Ejemplo de llenado de ficha de orden de trabajo.

		Orden de trabajo		No. 001	
Versión: 2017					
Área solicitante:					
Prioridad	Normal		Importante		Urgente
	X				
Referencias:					
Ubicación técnica		Equipo		Parte principal	
Galpón N°2		Grúa		Rueda delantera derecha	
Fecha de inicio	12/04/2017		Fecha de término	12/04/2017	
Tipo de actividad					
Programado				Predictivo	
Correctivo		X		Emergencia	
Solicita			Ejecuta		
Ing. Angel Jácome			David Acurio M.		
Descripción del trabajo:					
Sustitución de parte en mal estado					
Datos adicionales:					
Materiales	Cantidad	Repuestos	Cantidad	Herramientas	Cantidad
Electrodo	1	Rueda para grúa	1	Soldadora	1
Personal requerido					
Eléctrico		Electrónico		Mecánico	1
Observaciones generales:			Observaciones de seguridad:		
Emite		Aprueba		Cierra	
Nombre: Ángel Jácome		Nombre: Ángel Jácome		Nombre: David Acurio	
Fecha: 12/04/2017		Fecha: 12/04/2017		Fecha: 12/04/2017	
Firma		Firma		Firma	

Fuente: (Autor, 2017)

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se ha estudiado literatura, documentos de internet, trabajos de investigación, etc. relacionadas con las técnicas y métodos para el desarrollo de manuales de operación, mantenimiento y seguridad para equipos de laboratorio.

Luego de analizar los documentos existentes se ha desarrollado un procedimiento metodológico para la elaboración de manuales de operación, seguridad y mantenimiento basados en la literatura estudiada, acorde a las necesidades y recursos de los laboratorios.

Con base en el procedimiento metodológico previamente determinados se han elaborado los manuales de operación, mantenimiento y seguridad de los laboratorios de Motores de Combustión Interna y Eficiencia Energética de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH.

5.2 Recomendaciones

Reevaluar anualmente las mediciones de factores de riesgo de los laboratorios de enseñanza para prevenir que estos excedan los límites establecidos en el Decreto Ejecutivo 2393 y demás normativa vigente.

Durante las prácticas que se lleven a cabo en el laboratorio de Motores de Combustión Interna, se recomienda que los motores no se mantengan encendidos por lapsos mayores de una hora y, en caso de hacerlo, toda persona que ingrese al laboratorio debe usar equipo de protección auditiva que garantice un nivel de atenuación mínimo de 20 dB para garantizar que no se sobrepase el nivel máximo de ruido continuo permitido establecido en 85 dB. (Decreto Ejecutivo 2393, 1988).

Implementar un programa de inducción relacionada con los manuales de operación, mantenimiento y seguridad en los laboratorios para todo usuario previo al inicio de las prácticas. De esta manera, se garantiza que la persona conoce el contenido de dichos documentos antes de operar los equipos de los laboratorios.

BIBLIOGRAFÍA

CEAACES. *Modelo Genérico de Evaluación del Entorno de Aprendizaje de Carreras Presenciales y Semipresenciales de las Universidades y Escuelas Politécnicas del Ecuador (Versión Matricial).* [En línea]. Quito-Ecuador: s.n., 2015. [Consulta: 12 marzo 2017]. Disponible en: <http://evaluacion.esPOCH.edu.ec/joomla/images/stories/2-modelo-generico-carreras-marzo-2015.pdf>

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, *Decreto Ejecutivo 2393. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.* [En línea]. Quito-Ecuador : s.n., 1988. [Consulta: 23 marzo 2017]. Disponible en: <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>

Rodríguez, Nacarid. *Diseños Experimentales en Educación.* Caracas-Venezuela : Universidad Central de Venezuela, 2011, pp. 91 -92.

Encyclopædia Britannica. : 5^a ed. Encyclopædia Britannica, Inc., 2007. ISBN: 1-59339-292-3. P. 85

EP Petroecuador, *Productos y servicios.* [En línea]. Quito-Ecuador: EP Petroecuador, 2015. [Consulta: 13 Marzo 2017.] Disponible en: <http://www.eppetroecuador.ec/?p=1982>.

Euroinnova. *Mantenimiento Preventivo.* [En línea]. Madrid-España: 2017. [Consulta: 12 mayo 2017.] Disponible en : <https://www.euroinnova.edu.es/uf2188-programacion-del-mantenimiento-preventivo-en-sistemas-de-radiocomunicaciones-de-redes-fijas-y-moviles-online>.

Fluke. *Multímetros inalámbricos Fluke 3000 Serie FC: FLUKE.* [En línea]. FLUKE Corporation, 2015. [Consulta: 3 marzo 2017.] Disponible en: <http://www.fluke.com/fluke/sves/Multimetros-Digitales/fluke-3000-fc.htm?PID=78516>.

Grupo Mavesa. *Mantenimiento Correctivo.* [En línea]. Quito - Ecuador: 2017. [Consulta: 12 mayo 2017.] Disponible en: <http://grupomavesa.com.ec/hino/contenido/multimedia/ver/mantenimientocorrectivo/v/28>.

Instrumentos de Laboratorio. *Termómetro y sus funciones.* [En línea] instrumentosdelaboratorio.org, 2016. [Consulta: 5 marzo 2017.] Disponible en: <http://instrumentosdelaboratorio.org/uso-del-termometro>

ISO/TR 10013. *Directrices para la documentación de sistemas de gestión de la calidad.*

Mas Ingenieros. *El mantenimiento proactivo y la industria.* [En línea] 2017. [Consulta: 15 mayo 2017.] Disponible en: <http://www.masingenieros.com/portfolio/el-mantenimiento-proactivo-y-la-industria-4-0/>.

MEJÍA PÉREZ, Diego Cristian. Diseño e implementación de un manual de operación y mantenimiento para los laboratorios de electrotecnia, electrónica, máquinas eléctricas y vibraciones, de la facultad de mecánica. (tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Mecánica, Ingeniería Mecánica. Riobamba-Ecuador. 2014.

NFPA 704. Sistema estándar para la identificación de peligros de los materiales para respuesta a emergencias. Sistema estándar para la identificación de peligros de los materiales para respuesta a emergencias. s.l. : NFPA, 2017.

NTE INEN 2204. *Gestión ambiental. aire. vehículos automotores. límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que emplean gasolina. gestión ambiental. aire. vehículos automotores. límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que emplean gasolina.*

Probacssa. *Dinamómetro.* [En línea]. Puebla-México: 2015. Disponible en: <http://probacssa.com/dinamometros/270-dinamometro.html>.

Real Academia Española. *Laboratorio.* [En línea].Madrid-España. [Consulta: 7 agosto 2017.] Disponible en: <http://dle.rae.es/srv/fetch?id=MjESnb2>.

Rueda Extintores. *Extintores PQS.* [En línea], Guadalajara-México: 2016. [Consulta: 11 marzo 2017.] Disponible en: <http://www.ruedaextintores.com.mx/index.php/productos/extintores-pqs>.

Sapiensman. *Instrumentación Industrial.* [En línea]. [Consulta: 24 marzo 2017]. Disponible en: <http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/instrumentacionindustrial6.php>.

Tecnoman. *Qué es y en qué consisten los programas de mantenimiento preventivo.* [En línea], Aguascalientes-México: s.n., 2015. [Citado el: 12 de Mayo de 2017.] Disponible en: <http://www.tecnomanmex.mx/que-es-y-en-que-consisten-los-programas-de-mantenimiento-preventivo/>.

Unidad De Seguridad Y Salud En El Trabajo. *Manual de Seguridad para Laboratorios y Talleres de la ESPOCH.* Riobamba-Ecuador: s.n., 2017.