



**Implementación del plan de mantenimiento para los grupos endotérmicos del laboratorio
de MCI y rectificación**

Cando Jaque, Edwin Mauricio y Mena Ayala, Adrián Arturo

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del Título de Ingeniero Automotriz

Ing. Mena Navarrete, Luis Antonio MSc.

Fecha 14 de agosto del 2023

Latacunga

Reporte de verificación de contenido



Cando, Mena. (2023). IMPLEMENTACI...

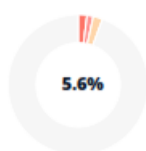
Scan details

Scan time:
August 7th, 2023 at 17:6 UTC

Total Pages:
81

Total Words:
20031

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	2%	407
Minor Changes	1.4%	289
Paraphrased	2.2%	435
Omitted Words	0%	0

AI Content Detection



Text coverage

- AI text
- Human text

Plagiarism Results: (119)

T-ESPEL-MEI-0032.pdf 0.8%

<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/34588/1/t-e...>

Cuenta Microsoft

1 Sistema de mantenimiento predictivo para máquinas eléctricas en procesos industriales en el escenario de la industria 4.0 Pillajo Ñau...

CONCEPTOS GENERALES EN LA GESTIÓN DEL MANTE... 0.8%

<https://docplayer.es/211998817-conceptos-generales-en-la-g...>

Iniciar la sesión ...

FormatosTrabajosdeTitulacion2022-1.docx 0.8%

<https://biblioteca.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2022/04/...>

Calderon Garcia Angel David

[image:] Nota: Colocar únicamente la página que indica el porcentaje de similitud de la herramienta contratada por la Universidad. Fir...

Ing. Mena Navarrete, Luis Antonio

C.C.: 1801618644



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: **“Implementación del plan de mantenimiento para los grupos endotérmicos del laboratorio de MCI y rectificación”** fue realizado por los señores: **Cando Jaque, Edwin Mauricio ; Mena Ayala, Adrián Arturo**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permitió acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 14 de agosto de 2023



Ing. Mena Navarrete, Luis Antonio

C.C.: 1801618644



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Responsabilidad de Auditoría

Nosotros, **Cando Jaque, Edwin Mauricio** ; **Mena Ayala, Adrián Arturo** con cédulas de ciudadanía N° **055046072-9** ; **050404953-7** declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“Implementación del plan de mantenimiento para los grupos endotérmicos del laboratorio de MCI y rectificación”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográfica.

Latacunga, 14 de agosto de 2023

Cando Jaque Edwin Mauricio

C.C: 055046072-9

Mena Ayala Adrian Arturo

C.C: 050404953-7



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Autorización de Publicación

Nosotros, **Cando Jaque, Edwin Mauricio; Mena Ayala, Adrián Arturo** con cédulas de ciudadanía N° 055046072-9; 050404953-7, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **“Implementación del plan de mantenimiento para los grupos endotérmicos del laboratorio de MCI y rectificación”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 14 de agosto de 2023

Cando Jaque Edwin Mauricio

C.C: 055046072-9

Mena Ayala Adrian Arturo

C.C: 050404953-7

Dedicatoria I

Este trabajo de integración curricular dedico con todo el sentimiento de mi ser a mi padre Pedro Cando, a mi madre linda María Jaque, mis queridos hermanos Diego, Mario y Angela que, con todo su apoyo incondicional, paciencia del mundo que me han tenido conmigo desde un inicio se ha hecho posible lograrlo y hacerse realidad.

Ustedes familia que en todo momento me han enseñado siempre seguir adelante, que no importa que tan grande o pequeño, difícil o fácil sea mi siguiente paso que doy día a día, siempre luchar y no dejarse vencer, ser agradecido y valorar las cosas por más significante que sean ya que Dios es el responsable de ponerlas en mi camino y yo aprenda mucho de ellas.

Y a ti abuelito Segundo Cando Barros, que siempre te llevo en mi corazón y con memoria de los maravillosos recuerdos que tuve de ti, de ti sé que la vida está llena de desafíos que debo afrontarlos con esos valores y actitudes que me dejaste, que siempre les pongo práctica donde sea que camine, donde quiera que estés sé que me estas cuidando y estas muy orgullo de mi en esta siguiente etapa de mi vida.

Cando Jaque Edwin Mauricio

Dedicatoria II

El presente trabajo de integración curricular lo dedico de una manera muy especial para mi madre Noemi Ayala que desde donde Dios la tenga me está enviando sus bendiciones para seguir adelante cumpliendo día a día mis metas y objetivos, y sé que estará super orgullosa de vernos a mí y mi hermana seguir adelante luchando por ser mejores cada día.

A mi abuelita Elvira Moreno, quien ha sido el pilar fundamental en todo este largo camino de mi vida en la Universidad, ya que sin el apoyo de ella todo esto no lo habría hecho realidad puesto que siempre estuvo ahí en las buenas y en las malas brinda dome todo su apoyo, además de convertirse en mi segunda madre y siempre inculcarme los mejores valores y principios para poder ser la persona que soy hoy en día.

A mi hermana Gabriela Mena, quien de alguna u otra manera ha estado ahí luchando por salir adelante, cuidándome y apoyándome en todo lo que ella puede.

Finalmente, a mi padre Walter Mena, que también me apoyado para poder seguir y finalizar esta carrera universitaria con total satisfacción.

Mena Ayala Adrian Arturo

Agradecimiento I

Por un día más de vida a mi familia y a todos mis seres queridos que siempre te agradezco infinitamente a ti Dios y permitirme estar aquí en este mundo lleno de sorpresas, agradecido

con mis padres y hermanos de la deuda inmensa de esfuerzo y apoyo que me brindan.

Agradecido a ti Universidades de las Fuerzas Armadas por abrirme las puertas para poder aprender del vasto y valioso conocimiento que impartes en tus aulas, a cada docente de la carrera de Ingeniería Automotriz que depositaron su saber y experiencias para formar en mi valores éticos y morales convirtiéndome en una persona de bien y un profesional destacado.

Por último, agradecido a usted mi tutor del presente trabajo de titulación Ing. Luis Mena MSc por depositar la confianza y apoyo para poder terminar de buena manera la tesis y a todas esas personas y amistades que aportaron con un granito de ayuda y tiempo.

Cando Jaque Edwin Mauricio

Agradecimiento II

Primeramente quiero agradecer a Dios y a la Virgen Santísima por siempre brindarme la salud y vida que es lo más importante; así también agradezco a mis padres por haberme dado la vida, agradezco también a mi abuelita que como siempre ha estado tanto para mí como para mi hermana, de igual manera quiero extender mis agradecimientos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L y a sus docentes, quienes semestre tras semestre han venido impartiendo todos sus conocimientos en las aulas aparte de esto siempre inculcándonos buenos valores para poder cumplir este objetivo que es el de ser Ingenieros; de manera muy especial agradezco a mi tutor de tesis el Ing. Luis Mena. MSc. quien nos ha ayudado en el desarrollo del presente trabajo de titulación, finalmente agradezco a todos quienes fueron partícipes de todo lo que fue el desarrollo de este trabajo que fueron de mucha ayuda para que esto se lleve a cabo.

Mena Ayala Adrian Arturo

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula	1
Reporte de verificación de contenido.....	2
Certificación	3
Responsabilidad de Auditoría.....	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria I	6
Dedicatoria II	7
Agradecimiento I.....	8
Agradecimiento II.....	9
Resumen.....	22
Abstract	23
Capítulo I: Marco Metodológico de la Investigación	24
Antecedentes de la Investigación	24
Planteamiento del problema.....	25
Descripción resumida de la investigación	26
Justificación e Importancia	26
Objetivos de investigación	27
<i>Objetivo General.....</i>	27
<i>Objetivos Específicos</i>	28
Resultado a obtener.....	28
Metas.....	28

Hipótesis.....	28
Variables de Investigación	28
<i>Variable Dependiente</i>	29
<i>Variable Independiente</i>	29
Capítulo II: Fundamento Teórico	30
Introducción al mantenimiento	30
Tipos de mantenimiento	31
<i>Mantenimiento correctivo CM (Corrective Maintenance)</i>	31
<i>Mantenimiento preventivo PM (Preventive Maintenance)</i>	32
<i>Mantenimiento predictivo PdM (Predictive Maintenance)</i>	32
Plan de mantenimiento	32
<i>Pasos de un plan mantenimiento</i>	33
<i>Finalidad de un plan de mantenimiento</i>	35
<i>Factores que afectan un plan de mantenimiento</i>	36
<i>Ventajas de un plan de mantenimiento</i>	37
Organización, programación y gestión del mantenimiento	37
<i>Configuración organizacional del mantenimiento</i>	37
<i>Programación del mantenimiento</i>	40
<i>Implementación del plan de mantenimiento</i>	40
<i>Control del mantenimiento</i>	41
Documentación de mantenimientos	43

<i>Fichas técnicas</i>	43
<i>Manuales de mantenimiento</i>	45
<i>Solicitudes de laboratorio</i>	46
<i>Guías de prácticas</i>	47
Grupos endotérmicos	48
<i>Motores de combustión Interna MEP</i>	48
<i>Motores de combustión Interna MEC</i>	49
Sistemas principales en los MCI	49
<i>Elementos fijos</i>	50
<i>Elementos móviles</i>	50
<i>Sistema de lubricación</i>	51
<i>Sistema de refrigeración</i>	52
Sistemas complementarios MCI	53
<i>Sistema de encendido</i>	54
<i>Sistema de alimentación de combustible</i>	54
<i>Sistema de admisión de aire</i>	55
<i>Sistema de escape</i>	56
Pruebas de diagnósticos MCI	56
<i>Prueba de compresión de los cilindros</i>	56
<i>Prueba de vacío</i>	58
<i>Prueba de fugas de aire</i>	58

Puesta a punto y operación MCI	59
Capítulo III: Implementación de los planes de mantenimiento	61
Adecuación de las áreas de trabajo y zonas de seguridad.....	61
<i>Adecuación de paredes y piso del área de Motores</i>	<i>61</i>
<i>Readecuación de la señalética del área de motores.....</i>	<i>68</i>
Sistema de gestión de calidad en laboratorios de MCI	68
<i>SEIRI (Clasificación)</i>	<i>69</i>
<i>SEITON (Orden).....</i>	<i>71</i>
<i>SEISO (Limpieza).....</i>	<i>73</i>
<i>SEIKETSU (Bienestar).....</i>	<i>75</i>
<i>SHITSUKE (Disciplina).....</i>	<i>77</i>
<i>SHIKARI (Constancia).....</i>	<i>77</i>
<i>SHITSUKOKU (Compromiso)</i>	<i>77</i>
<i>SEISHOO (Coordinación).....</i>	<i>78</i>
<i>SEIDO (Estandarización)</i>	<i>78</i>
Inventario de los grupos endotérmicos.....	78
Descripción del estado de los grupos endotérmicos.....	80
<i>Motor Fiat Fire Evo.....</i>	<i>80</i>
<i>Motor GM Opel Corsa.....</i>	<i>81</i>
<i>Motor Deutz</i>	<i>82</i>
<i>Motor Kia CRDI.....</i>	<i>82</i>

<i>Motor Isuzu</i>	83
<i>Banco de Bombas de Inyección BOSCH EPS 815</i>	84
Identificación del grupo endotérmico	84
<i>Motor Fiat Fire Evo</i>	84
<i>Motor GM Opel Corsa</i>	84
<i>Motor Deutz</i>	85
<i>Motor Kia</i>	86
<i>Motor Isuzu</i>	86
<i>Banco de bombas de Inyección BOSCH EPS 815</i>	87
Fichas técnicas de los grupos endotérmicos	88
<i>Motor Fiat Fire Evo</i>	89
<i>Motor GM Opel Corsa</i>	89
<i>Motor Deutz</i>	90
<i>Motor Kia</i>	90
<i>Motor Isuzu</i>	91
<i>Banco de bombas de Inyección BOSCH EPS 815</i>	91
Mantenimiento de los grupos endotérmicos	92
<i>Mantenimiento eléctrico, electrónico</i>	92
<i>Mantenimiento mecánico</i>	95
<i>Lubricación, ajustes y calibración</i>	98
Puesta a punto de los grupos endotérmicos.	101

<i>Puesta a punto Motores MEP</i>	101
<i>Puesta a punto Motores MEC</i>	102
<i>Puesta a punto Banco de Inyección Bosch</i>	103
Desarrollo de los planes de mantenimiento orientados a MCI	103
Planificación del mantenimiento de los grupos endotérmicos.....	104
Actividades de mantenimiento de los grupos endotérmicos	106
<i>Actividades de rutina</i>	106
<i>Actividades programadas</i>	106
Guías académicas para el laboratorio de los grupos endotérmicos	106
Implementación de códigos de registro en los grupos endotérmicos.....	107
<i>Diseño de la interfaz</i>	107
<i>Estructuración de las entradas para los grupos endotérmicos</i>	107
<i>Creación de los códigos QR</i>	108
Etiquetado código QR a los grupos endotérmicos.....	111
Capítulo IV: Marco Administrativo	115
Recursos.....	115
<i>Recursos humanos</i>	115
<i>Recursos tecnológicos</i>	115
<i>Recursos materiales</i>	116
<i>Recursos de apoyo</i>	118
Análisis de costos.....	118

<i>Costos de la investigación</i>	118
Conclusiones	120
Recomendaciones	121
Bibliografía	122
Anexos	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Codificación del área dentro del laboratorio</i>	79
Tabla 2 <i>Codificación del grupo endotérmico dentro del área</i>	79
Tabla 3 <i>Grupos endotérmicos que reciben el plan de mantenimiento</i>	80
Tabla 4 <i>Colaboradores de la tesis</i>	115
Tabla 5 <i>Recursos tecnológicos</i>	116
Tabla 6 <i>Recursos materiales</i>	116
Tabla 7 <i>Colaboradores</i>	118
Tabla 8 <i>Costos de la Investigación</i>	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Clasificación de los sistemas de mantenimiento.....	31
Figura 2	<i>Pasos para un plan de mantenimiento</i>	35
Figura 3	<i>Estructuración jerárquica del departamento de mantenimiento de una empresa</i>	38
Figura 4	<i>Estructura de un código de un equipo o maquina</i>	39
Figura 5	<i>Tipo de tablero de control diario</i>	42
Figura 6	<i>Tipo de tablero de control anual</i>	42
Figura 7	<i>Formato de ficha técnica diseñado para un equipo</i>	44
Figura 8	<i>Elementos fijos y elementos móviles del motor</i>	50
Figura 9	<i>Esquema de un circuito de lubricación a presión</i>	51
Figura 10	<i>Sistema de refrigeración forzada por bomba y presurizado</i>	53
Figura 11	<i>Elementos del sistema de encendido convencional</i>	54
Figura 12	<i>Sistema de inyección Le-Jetronic</i>	55
Figura 13	<i>Esquema del circuito de aire de un motor turboalimentado</i>	55
Figura 14	<i>Elementos de un circuito de gases de escape</i>	56
Figura 15	<i>Remoción de material obsoleto</i>	61
Figura 16	<i>Demolición tanque</i>	62
Figura 17	<i>Instalación de Gypsum</i>	63
Figura 18	<i>Instalación del lavamanos</i>	63
Figura 19	<i>Aplicación de tratamiento en el piso</i>	64
Figura 20	<i>Nivelación del piso</i>	65
Figura 21	<i>Aplicación de empaste en las paredes</i>	65
Figura 22	<i>Aplicación de pintura en las paredes</i>	66
Figura 23	<i>Aplicación de pintura en el piso</i>	67
Figura 24	<i>Aplicación de pintura de señalización en el piso</i>	67

Figura 25 <i>Readecuación de señalética</i>	68
Figura 26 <i>Clasificación de los elementos constructivos en el área de motores MEP</i>	69
Figura 27 <i>Ubicación de la pluma y soportes de motor en el área de motores MEP</i>	70
Figura 28 <i>Clasificación de suministros en la bodega de herramientas del laboratorio MCI</i>	70
Figura 29 <i>Orden del estante de herramientas de la bodega del laboratorio de MCI</i>	71
Figura 30 <i>Orden de libros y documentos de apoyo de la bodega de herramientas del laboratorio de MCI</i>	72
Figura 31 <i>Limitación del área del depósito de aceite quemado</i>	72
Figura 32 <i>Señalética vertical de la metodología de las 9'S de Calidad en el laboratorio MCI</i> ..	73
Figura 33 <i>Colocación de escobas y palas en las esquinas del laboratorio de MCI</i>	74
Figura 34 <i>Hábito de lavarse las manos después de las prácticas en el laboratorio MCI</i>	74
Figura 35 <i>Mapa de riesgos del laboratorio de MCI</i>	76
Figura 36 <i>Estado del motor Fiat Fire Evo</i>	81
Figura 37 <i>Estado del motor GM Opel Corsa</i>	81
Figura 38 <i>Estado del motor Deutz</i>	82
Figura 39 <i>Estado del motor Kia CRDI D4EA</i>	83
Figura 40 <i>Estado del motor Isuzu 4BD1T</i>	83
Figura 41 <i>Identificación motor Fiat Fire Evo</i>	84
Figura 42 <i>Identificación motor GM Opel Corsa</i>	85
Figura 43 <i>Identificación motor Deutz</i>	85
Figura 44 <i>Identificación motor KIA CRDI D4EA</i>	86
Figura 45 <i>Identificación motor Isuzu 4BD1T</i>	87
Figura 46 <i>Banco Bosch EPS 815</i>	88
Figura 47 <i>Ficha técnica motor Fiat Fire Evo</i>	89
Figura 48 <i>Ficha técnica del motor GM Opel Corsa</i>	89
Figura 49 <i>Ficha técnica del motor Deutz</i>	90

Figura 50	<i>Ficha técnica del motor Kia CRDI.....</i>	90
Figura 51	<i>Ficha técnica del motor Isuzu 4BD1T.....</i>	91
Figura 52	<i>Ficha técnica del Banco de Bombas de Inyección BOSCH EPS 815.....</i>	91
Figura 53	<i>Tablero motor Isuzu.....</i>	92
Figura 54	<i>Cableado motor GM Opel Corsa.....</i>	93
Figura 55	<i>Cables de bujía.....</i>	93
Figura 56	<i>Relevador de arranque.....</i>	94
Figura 57	<i>Bornes de batería.....</i>	94
Figura 58	<i>Correa de accesorios.....</i>	95
Figura 59	<i>Depósito de combustible.....</i>	95
Figura 60	<i>Empaque del cárter motor Isuzu.....</i>	96
Figura 61	<i>Radiador motor Isuzu.....</i>	96
Figura 62	<i>Banda de accesorios motor Deutz.....</i>	97
Figura 63	<i>Empaque del cárter motor Deutz.....</i>	97
Figura 64	<i>Radiador motor GM Opel Corsa.....</i>	98
Figura 65	<i>Evidencias de cambio de aceite.....</i>	99
Figura 66	<i>Evidencia de filtros de combustible y aceite cambiados.....</i>	99
Figura 67	<i>Cuerpo de aceleración con IAC.....</i>	100
Figura 68	<i>Banco Bosch de bombas Diesel.....</i>	100
Figura 69	<i>Inyectores del banco BOSCH.....</i>	101
Figura 70	<i>Organigrama del laboratorio de MCI.....</i>	105
Figura 71	<i>QR del Motor Fiat.....</i>	108
Figura 72	<i>QR del Motor GM.....</i>	109
Figura 73	<i>QR del Motor Isuzu.....</i>	109
Figura 74	<i>QR del Motor Kia.....</i>	110
Figura 75	<i>QR del Motor Deutz.....</i>	110

Figura 76 <i>QR del Banco Bosch EPS 815</i>	111
Figura 77 <i>Etiquetado QR del Motor Fiat</i>	111
Figura 78 <i>Etiquetado QR del Motor GM</i>	112
Figura 79 <i>Etiquetado QR del Motor Isuzu</i>	112
Figura 80 <i>Etiquetado QR del Motor Kia</i>	113
Figura 81 <i>Etiquetado QR del Motor Deutz</i>	113
Figura 82 <i>Etiquetado QR del Banco Bosch EPS 815</i>	114

Resumen

El presente trabajo de titulación se realizó la implementación del plan de mantenimiento para los grupos endotérmicos del laboratorio de MCI y rectificación, teniendo como antecedente que en el mismo no existía este tipo de plan, además de que se lo realizó también con el fin de prolongar el estado de operación de los grupos endotérmicos. Como primera instancia se realizó el inventario de los grupos endotérmicos que se les implementara el plan, para de esta manera poder conocer el estado en el que se encontraban y poder ver las fallas que estos tenían para posteriormente corregirlas, además de conocer un poco sus características.

Una vez realizado este paso se logró identificar que las zonas de trabajo del laboratorio tenían muchas fallas en cuanto a su infraestructura, más en el aspecto del piso el cual se procedió a su reparación, para de esta manera tener un ambiente más óptimo para que todos los usuarios tanto estudiantes como docente realicemos las actividades académicas en el sitio. Ya hecho esto se procedió con la implementación del plan de mantenimiento para lo cual se le puso a punto a cada uno de los grupos endotérmicos, y luego de esto se planificó, programó para después implementar el plan de mantenimiento preventivo en cada uno de los grupos endotérmicos, así como también la realización de fichas técnicas y guías académicas de cada uno de estos. Viendo la facilidad para poder acceder a toda la información vimos la necesidad de crear una interfaz digital en la cual se subió toda esta información. Y finalmente para poder acceder a esta interfaz y de una manera más rápida se creó códigos QR para cada uno de los grupos endotérmicos los mismos que fueron etiquetados con dichos códigos.

Palabras clave: Laboratorio de motores de combustión interna, grupos endotérmicos, fichas técnicas, plan de mantenimiento, códigos QR.

Abstract

The present degree work was carried out the implementation of the maintenance plan for the endothermic groups of the MCI and rectification laboratory, having as a background that there was no such plan in the laboratory, in addition to the fact that it was also carried out with the purpose of prolonging the operation status of the endothermic groups. As a first step, an inventory of the endothermic groups that were to be implemented the plan was made, in order to know the state in which they were and to be able to see the faults they had in order to correct them later on, besides knowing a little of their characteristics. Once this step was done, it was possible to identify that the work areas of the laboratory had many flaws in terms of infrastructure, more in the aspect of the floor which was repaired, in order to have a more optimal environment for all users, both students and teachers, to carry out academic activities at the site. Once this was done, we proceeded with the implementation of the maintenance plan for which each of the endothermic groups was tuned, and after this was planned, programmed and then implemented the preventive maintenance plan in each of the endothermic groups, as well as the realization of technical data sheets and academic guides of each of these. Seeing the ease of access to all the information we saw the need to create a digital interface in which all this information was uploaded. And finally, in order to access this interface in a faster way, QR codes were created for each of the endothermic groups, which were labeled with these codes.

Key words: Laboratory of internal combustion engines, endothermic groups, technical data sheets, maintenance plan, QR codes.

Capítulo I

Marco Metodológico de la Investigación

Antecedentes de la Investigación

Los motores de combustión interna tuvieron sus orígenes en el siglo XIX, se define aquellos donde la energía aportada es transformada en trabajo dentro de un cilindro donde se da su combustión. Estos motores de combustión interna abreviados como MCI, han evolucionado mucho hasta la actualidad desde el momento que reemplazaron a la máquina de vapor en algunas aplicaciones, como al día de hoy es el motor más utilizado para el transporte.

El trabajo que obtienen estos MCI es obtenido por la mezcla de aire y combustible, podemos mencionar al ingeniero alemán Nikolaus Otto quien ideó en 1876 el motor Otto que funciona a base de la ignición de la gasolina provocada por una chispa, otro imponente participación más tarde en 1892 del ingeniero alemán Rudolf Diesel que inventa un motor de autoignición del carburante a las altas temperaturas, utiliza como combustible el diésel o aceites pesados, producto de ello es conocido como motor Diesel.

El desarrollo continuo de estos motores o grupos endotérmicos presentes en los vehículos existentes en el mercado y su evolución en montajes como coches de turismo, maquinaria pesada, hasta las nuevas tecnologías híbridas. Hacen que sean tomados muy en cuenta su durabilidad, seguridad, eficiencia, disposición, funcionamiento y muchos términos más que podemos mencionar y hacen referencia a un tema muy amplio y de mucho interés que es el mantenimiento de estos MCI.

Referente al mantenimiento como el conjunto de actividades técnicas con el fin de preservar o conservar equipos, máquinas e instalaciones de uso buscando una duración y rendimiento del mayor tiempo posible. El mantenimiento desde sus inicios con la Revolución Industrial en 1760 en Gran Bretaña, desde los mismos operarios quienes realizaban actividades de mantenimiento, luego la creación de departamentos dedicados específicamente al mantenimiento, la idea que equipos o máquinas funcionen bajo condiciones operativas

durante un periodo determinado conocido como fiabilidad, la aparición de términos conocidos al día de hoy; mantenimiento correctivos, modificativos, preventivos, predictivos. Ahora que está en innovación el mantenimiento con la industria 4.0 con opciones como inteligencia artificial, la conectividad, simulación, y la realidad aumentada.

A más de ello antecede que, el laboratorio de MCI y rectificación de la Universidad ESPE Sede Latacunga que es de aporte para actividades académicas y garantizan a la universidad una educación de calidad, se ha notado una disminución en la eficiencia y la vida útil de sus equipos, debido a que no hay un mantenimiento adecuado y al no tener planes de mantenimiento de los grupos endotérmicos, ocasiona problemas en el aprendizaje y buen desempeño a la hora de que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz hacen uso, la dificultad del personal encargado en realizar actividades de mantenimiento, la seguridad y continuidad en sí de estos grupos endotérmicos y la alta probabilidad de tener riesgos de accidentes tanto de estudiantes, docentes y el personal encargado del laboratorio.

Planteamiento del problema

El planteamiento del problema de la Unidad de Integración Curricular para la investigación de la elaboración de los planes de mantenimiento de los grupos endotérmicos considera lo siguiente:

En el laboratorio de MCI y rectificación de la Universidad ESPE Sede Latacunga, utiliza grupos endotérmicos para llevar a cabo sus experimentos, se han presentado fallas y averías que han afectado la calidad de los resultados y la continuidad de las investigaciones. A pesar de que se han realizado algunas intervenciones de mantenimiento preventivo y correctivo, no se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo que permita evitar la aparición de estas fallas y garantizar el correcto funcionamiento de los equipos.

Por lo tanto, el problema a investigar en el laboratorio es enfrentar estos desafíos de mantenimiento y reparación de los grupos endotérmicos. Al implementar los planes y procesos de mantenimiento del laboratorio, junto con la creación de guías de trabajo, permitirá prolongar

la vida útil de los grupos endotérmicos, reducir el tiempo de inactividad, aumentar la seguridad y, en última instancia, mejorar la calidad de las prácticas y la buena enseñanza entre docente y alumno, y garantizar la calidad de los resultados de las investigaciones.

Descripción resumida de la investigación

El proyecto de implementación del plan de mantenimiento para los grupos endotérmicos del laboratorio de MCI y rectificación consta de procesos de mantenimiento, mejorar las áreas de trabajo y reparación de los grupos endotérmicos, además del desarrollo de guías de trabajo para los docentes y alumnos que hagan uso del laboratorio.

Para el propósito del mismo se realizarán una serie de actividades tales como:

- Levantamiento de información y situación actual del laboratorio
- Inventario y diagnóstico de los grupos endotérmicos que se encuentran a disponibilidad y funcionalidad del laboratorio.
- Adecuación del área de motores y delimitación del área de trabajo, zonas y señalética de seguridad.
- Desarrollo del plan de mantenimiento para cada grupo endotérmico
- Orientación a los miembros del personal responsable del uso de los planes de mantenimiento
- Realización de guías de trabajo y fichas técnicas.
- Implementación de códigos QR en cada grupo endotérmico, el mismo que ayudará a visualizar los planes de mantenimiento para prevenir paradas de mantenimiento no programadas, guías de trabajo y fichas técnicas.

Justificación e Importancia

La investigación y desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para los grupos endotérmicos del laboratorio es fundamental para asegurar el correcto funcionamiento de los

equipos, la continuidad de las investigaciones y la obtención de resultados confiables, además de reducir los costos de mantenimiento y prolongar la vida útil de los equipos.

La implementación de los planes de mantenimiento para los grupos endotérmicos del laboratorio de MCI y rectificación de la Universidad ESPE Sede Latacunga; en una parte garantizar la continuidad de los equipos, estos estén disponibles y en óptimas condiciones para el uso de investigaciones y desarrollo de experimentos en el laboratorio por parte de los estudiantes y docentes. Las fallas y averías en los grupos endotérmicos pueden afectar la calidad de los resultados de estas investigaciones, el plan de mantenimiento preventivo permitirá minimizar estas incidencias y asegurar la fiabilidad de los datos obtenidos.

La importancia del mantenimiento preventivo permite detectar y solucionar problemas en los grupos endotérmicos del laboratorio, antes de que se conviertan en fallas mayores que requieren intervenciones costosas. De esta forma, se reducen los costos asociados al mantenimiento y reparación, se asegura que los equipos estén en buenas condiciones de operación, lo que prolonga su vida útil y evita la necesidad de reemplazarlos prematuramente.

Además, el mantenimiento de los equipos del laboratorio puede ayudar a prolongar la vida útil y más tiempo de uso confiable de los grupos endotérmicos, en realizar las prácticas y actividades académicas entre docentes y estudiantes, así asegurando una educación de calidad, para ello el plan de mantenimiento preventivo cuenta con una serie de acciones preventivas y si es el caso correctivas que reduzcan al mínimo la aparición de accidentes o lesiones a los estudiantes, docentes y personal encargado que hagan uso del laboratorio.

Objetivos de investigación

Objetivo General

Implementar un plan de mantenimiento para los grupos endotérmicos del laboratorio de MCI y rectificación.

Objetivos Específicos

- Levantar información del estado actual de los grupos endotérmicos del área de MCI
- Realizar el mantenimiento y puesta a punto de los grupos endotérmicos.
- Desarrollar del plan de mantenimiento e implementación de guías de laboratorio para los grupos endotérmicos.
- Desarrollar una interfaz digital para almacenar la información de los grupos endotérmicos como las guías de práctica, fichas técnicas y en si el plan de mantenimiento de los mismos
- Implementar el etiquetado de los grupos endotérmicos con el uso de códigos QR.

Resultado a obtener

Un plan de mantenimiento para los grupos endotérmicos en el laboratorio de la universidad que identifica las necesidades específicas de mantenimiento.

Metas

- Aumentar significativamente la eficiencia del laboratorio de MCI y rectificación.
- Mejorar la seguridad en las actividades académicas.
- Prolongar la vida útil de los grupos endotérmicos.
- Crear un plan de mantenimiento para los grupos endotérmicos.

Hipótesis

¿La implementación de un plan de mantenimiento de los grupos endotérmicos en el laboratorio de motores de combustión interna y rectificación contribuirá a optimizar las actividades académicas de formación e instrucción en beneficio de los usuarios del laboratorio?

Variables de Investigación

Para el desarrollo del proyecto se aplicará las variables dependientes e independientes.

Variable Dependiente

Optimización de actividades académicas.

Variable Independiente

Grupos endotérmicos

Capítulo II

Fundamento Teórico

Introducción al mantenimiento

En este capítulo se detalla aspectos muy relevantes sobre el mantenimiento, que sirve de base conceptual para el desarrollo de esta investigación. Al mencionar la palabra mantenimiento, se tiene varias maneras de conceptualizar, pero a la final se tiene idea a que se está refiriendo, el mantenimiento es;

Toda serie de acciones que deben realizar las personas encargadas de este departamento o área, con la finalidad de que los equipos, máquinas, componentes e instalaciones involucradas dentro de un proceso industrial estén en las condiciones requeridas de funcionamiento para lo que fue diseñado, construido, instalado y puesto en operación (Pérez, 2021, pág. 21).

Según Pérez (2021) la evolución del mantenimiento empieza como la primera generación, el mantenimiento correctivo donde los equipos o maquinas se componen solo si llega a dañarse. Luego de 1950 a 1980 con la segunda generación del mantenimiento donde aparece el uso y control estadístico, las reparaciones programadas por el mantenimiento preventivo. Además de ello menciona, la tercera generación entre 1980 a 2000 aproximadamente, que tiene el mantenimiento profunda relación con términos de mantenibilidad, fiabilidad así como análisis y control por software, a todo esto surge el mantenimiento predictivo y la cuarta generación donde el mantenimiento es más centrado a los riesgos de los clientes, la gestión dirigida más a los resultados de calidad total y la eficiencia energética de producción hasta llegar hoy a una filosofía de conservación industrial.

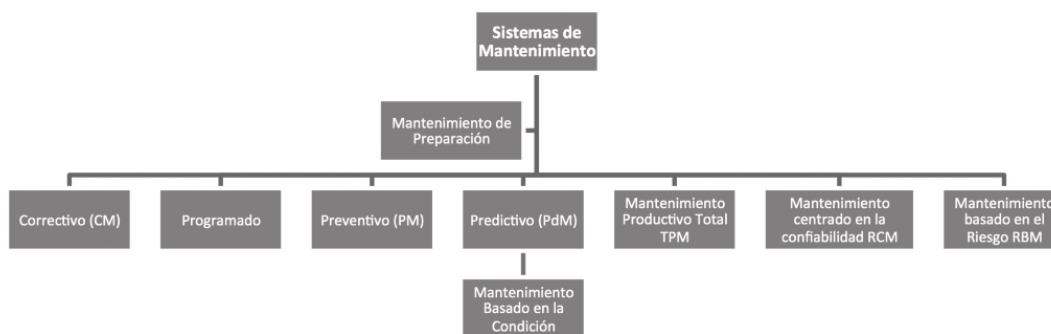
Como el objetivo de aprendizaje, se entiende al mantenimiento como “conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento” (García, 2010, pág. 1).

Tipos de mantenimiento

Se dice que dentro de plan de mantenimiento existen estrategias o metodologías usada en las empresas para poder realizar sus mantenimientos dentro de lo cual se denominan sistemas de mantenimiento los mismos que se los detallara seguidamente en la siguiente Figura 1.

Figura 1

Clasificación de los sistemas de mantenimiento



Nota. La figura muestra la clasificación de los diferentes sistemas de mantenimiento, basado del libro “Fundamentos de mantenimiento Industrial”. Tomado de (Montilla, 2016, pág. 30).

Como pudimos apreciar en la figura, en el campo de la industria existe un sinnúmero de mantenimiento de acuerdo a su aplicación, pero en este caso hemos citado los más importantes de acuerdo al área en la que vamos a trabajar que es en el ámbito de la ingeniería automotriz relacionado estrechamente con los MCI los cuales son:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo

Mantenimiento correctivo CM (Corrective Maintenance)

Este tipo de mantenimiento también llamado “mantenimiento reactivo” es aquel que se lo aplica cuando el componente del motor entra en estado de falla ya sea por el mal uso, por la vida útil del mismo, por la falta de mantenimiento, falla del componente, entre otras. También

cabe destacar que en este tipo de mantenimiento se puede subdividir en mantenimiento correctivo programado y de emergencia (Maute, 2012, pág. 23).

Correctivo programado. Aquí se puede evidenciar que la falla en sí es potencial, pero a la vez esta permite que el equipo siga funcionando logrando de esta manera que cumpla el trabajo que se encuentra realizando sin tener paros en su ciclo de funcionamiento.

Correctivo de emergencia. En este por el contrario la falla es funcional la misma que se da de manera inoportuna ocasionando que el equipo pare su funcionamiento sin dejar que culmine su ciclo de funcionamiento provocando que los trabajos se atrasen por este error que se produjo en el equipo.

Mantenimiento preventivo PM (Preventive Maintenance)

Este tipo de mantenimiento también llamado “mantenimiento planificado” es aquel que se lo hace antes de que se dé una falla en el componente y se lo hace de una manera planificada, de este modo aseguramos que el componente este trabajando de una mejor manera; en lo que respecta a los MCI se realiza este tipo de mantenimientos de acuerdo al manual del fabricante (Maute, 2012, pág. 24).

Mantenimiento predictivo PdM (Predictive Maintenance)

Este tipo de mantenimiento está basado en una técnica que ayuda a pronosticar la falla antes de que ocurra en un vehículo o una máquina y de esta manera se puede evaluar el estado del componente para que este en sí se lo reemplace con base en algún plan antes de que ocurra dicha falla (Maute, 2012, pág. 25)

Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento es una secuencia de pasos y actividades destinada a preservar y alargar la vida de uso del equipo, máquina de interés. Se busca conservar la mayor parte de tiempo su función en todo momento con las más óptimas condiciones, el detenimiento dinámico de la secuencia de instrucciones que asegura una mayor confiabilidad, utilidad y seguridad del equipo.

Estos planes de mantenimiento incluyen tareas destinadas en mayor parte del tiempo al mantenimiento preventivo y en casos extremos al mantenimiento correctivo, así como las pruebas y verificaciones, durante diferentes situaciones se encuentre operando el equipo o máquina. Así el servicio de mantenimiento y las reparaciones a tiempo; prolongan la vida de trabajo y evitar costos altos de mantenimiento y de inactividad (Fractal Tech, 2023).

Un plan de mantenimiento se apoya en actividades estas pueden ser; habitual o por día, organizado para un tiempo definido por ejemplo actividades que se realicen por año y la última en el caso del equipo tenga una parada o avería.

Cada tarea o actividad base al plan de mantenimiento tiene cinco cualidades estas son; frecuencia, especialidad, duración, permiso de trabajo y las condiciones de la máquina para efectuar el mantenimiento (Renove Tecnología, 2015).

Frecuencia. Las actividades de mantenimiento pueden establecerse por periodicidades preestablecidas o planteadas por hora de funcionamiento.

Especialidad. Aquí trata de asignar las tareas a los correspondientes especialistas o técnicos encargado del mantenimiento por su área de conocimiento.

Duración. Es el tiempo que toma la tarea o actividad del plan de mantenimiento con cierto margen de error.

Permiso de trabajo. La disponibilidad o permiso para llevar a cabo las tareas o actividades argumentadas en el plan de mantenimiento.

Máquina parada o en marcha. Necesario conocer las condiciones en las que se realizan las actividades de mantenimiento.

Pasos de un plan mantenimiento

Un plan de mantenimiento está bien elaborado para abordar todas las fallas potenciales que puedan ocurrir en los equipos o máquinas del sitio de operación de interés.

Hay tres maneras en desarrollar un plan de mantenimiento, la primera es redactar las instrucciones del fabricante, la segunda se sustenta en protocolos o tareas definidas por los

encargados del mantenimiento y son independientes a los establecidos por el fabricante, y la tercera se lleva a cabo una investigación exhaustiva del análisis de todas las fallas que se pueden ocurrir en el equipo o máquina (Renove Tecnología, 2015).

Para Serneguet (2023) plan de mantenimiento preventivo independiente del área que se esté aplicando debe tener las siguientes consideraciones o secuencia de 10 pasos en el orden establecido;

Determinar metas y objetivos. Deben ser claros y específicos sobre que se desea lograr con el programa de mantenimiento y se logra con una adecuada organización y manejo de las actividades.

Establecer un presupuesto. Basado en costos de mantenimiento determinados por fechas de inspección y prueba de equipos, repuestos y reglamentos establecidos o instrucciones del fabricante.

Inventario de máquina y equipo. Saber que máquinas y equipos existentes que necesidad de mantenimiento, así como información sobre repuestos, consumibles y otra documentación adicional.

Revisar mantenimientos previos realizados. Impórtate para considerar desde que punto debemos iniciar con las tareas de mantenimiento y si no, comenzar de nuevo.

Consultar manuales de máquina y equipo. Es de ayuda con información, especificaciones, recomendaciones, medias de seguridad para un buen mantenimiento por los fabricantes.

Normas legales. Es importante cumplir con algunos reglamentos de mantenimiento y seguridad.

Designar a responsables. Ayuda mucho que los técnicos se encarguen del mantenimiento de acuerdo a su área de especialización, reduciendo tiempos muertos o downtime.

Seleccionar el mantenimiento planificado a realizar. Si las actividades de mantenimiento son por periodos de tiempo en horas o métricas como indicadores claves de desempeño.

Ejecución de tareas del programa. Poner en marcha la secuencia de instrucciones que se deben hacer y se encuentran planificadas en el plan.

Revisión, Análisis e Información del Plan. El plan debe ser interactivo, se debe ejecutar y revisar de manera continua y sea adaptable a las distintas condiciones del área de operación.

Figura 2

Pasos para un plan de mantenimiento



Nota. En la figura se observa los 8 pasos a considerar para un plan de mantenimiento según Fractal Tech. Tomada de (Fractal Tech, 2023).

Finalidad de un plan de mantenimiento

Un plan de mantenimiento trata de reducir al mínimo los altos costos y largos tiempos de espera en reparación, con la finalidad de perder ingresos económicos a la empresa. Los planes de mantenimiento preventivos abarcan la mayor parte de actividades de mantenimiento

y solo algunas pocas para el mantenimiento del tipo correctivo, esto beneficia a tener más duración en funcionamiento y utilidad de estos equipos con la mayor seguridad posible y evitar accidentes con los operarios.

Un plan de mantenimiento del tipo preventivo presenta algunas intensiones en concreto (Serneguet, 2023).

- Disminuir el costo en reparaciones y sustituciones de repuestos
- Ampliar el tiempo de funcionamiento de los equipos
- Acortar la aparición de riesgos y accidentes con los operarios
- Mantener la productividad y reducir los tiempos muertos en la empresa
- Quitar la necesidad de reemplazos innecesarios por equipos nuevos

Factores que afectan un plan de mantenimiento

Hay algunos factores que influyen, pero a veces no se consideran y son de carga adicional al trabajo, tiempo, eficiencia y efectividad en las actividades del plan de mantenimiento. A continuación, se mencionarán algunos factores que interviene en el plan según (Partida, 2012).

- Mantener un buen sistema de codificación para los equipos, repuestos, historial y actividades de mantenimiento.
- Utilidad de todas las medidas y equipos de seguridad al momento de realizar las tareas de mantenimiento.
- Manejo adecuado de los residuos y ciertos materiales consumibles durante el mantenimiento.
- Proporcionar documentación actualizada y fácil de entender a los técnicos encargados del mantenimiento.
- Mantener estrechas relaciones con otros departamentos para trabajar mejor y aumentar la rentabilidad.

- Formación continua del personal en actividades de mantenimiento, así como conocimientos operativos previos.

Ventajas de un plan de mantenimiento

La ventaja de implementar un mantenimiento es contribuir al cumplimiento de los objetivos de la empresa o entidad la cual forma parte. Para ello, los objetivos del Mantenimiento deben establecerse dentro de la estructura de los objetivos generales de la empresa (Yalulema & Flores, 2020, pág. 21).

El programa de mantenimiento para obtener estos objetivos es del efecto de ejecutar un concreto número de actividades o funciones. El beneficio que se pretende es; elevar la disponibilidad de los equipos necesarios para la producción, conservar o sostener el "valor" de la planta de producción y sus equipos, disminuir la depreciación de los equipos, lograr los motivos de la manera más económica posible y reducir los costos de mantenimiento (Yalulema & Flores, 2020).

Organización, programación y gestión del mantenimiento

Para poder llevar a cabo un buen plan de mantenimiento hace faltan algunos aspectos tales como la organización que en pocas palabras es como se va ordenar entre lo que es los medios y los recursos que se van a tener para llevar a cabo los planes de mantenimiento, por otro lado, está la administración lo que engloba quienes van a estar a cargo del mismo y, por último, lo que es la gestión lo cual hace referencia al control del plan de mantenimiento.

Configuración organizacional del mantenimiento

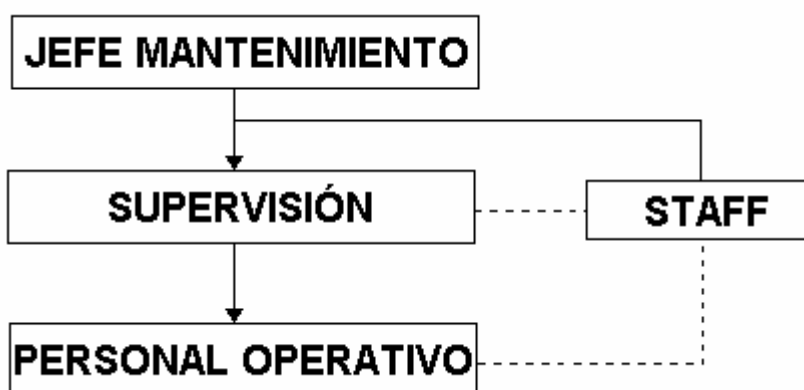
Para poder tener una buena ejecución de los mantenimientos hay que tener en claro los recursos humanos y los recursos materiales disponibles para seguir con el plan de mantenimiento de los elementos que se vayan a realizar aplicando los distintos tipos de mantenimiento.

Gestión de recursos humanos. Los recursos humanos comprenden a todas las personas que van a ser las encargadas de desempeñar y cumplir ciertas funciones dentro de lo

cual se va a tener claro la jerarquización dentro de un departamento de mantenimiento en el mismo que se contara con un jefe superior al mando del mismo, que será el que va a dirigir a los demás para que de esta manera se pueda llevar a cabo un buen plan de mantenimiento siguiente Figura 3 se ve esta jerarquización detalladamente.

Figura 3

Estructuración jerárquica del departamento de mantenimiento de una empresa



Nota. La figura muestra una estructuración sencilla de la jerarquización del personal de un departamento de mantenimiento de una empresa, basado del libro “Técnicas de mantenimiento Industrial”. Tomado de (Navarro, 2007, p. 23).

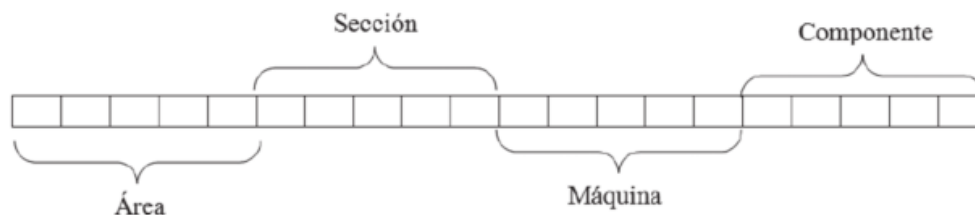
Gestión de recursos materiales. Dentro de los recursos materiales se encontrarán los insumos físicos y no físicos que se utilizarán para cada mantenimiento que se realice a la maquina o equipo, además de ello también existirá un inventario dentro del cual se encontraran todas las máquinas y equipos seleccionados para realizar el mantenimiento correspondiente y estas contarán con una codificación específica para poder hacer más optimo el manejo de los mismos.

Dicha codificación de la máquina o equipo, nos ayudara a que esta se la pueda identificar de una manera más rápidamente y esta codificación debe tener características tales como que tiene que ser de fácil identificación, los códigos deben ser fáciles y cortos, además de que los códigos deben tener una relación con los demás códigos que presenten los demás

recursos. A continuación, se podrá visualizar en la Figura 4 las secciones que contienen dichos códigos.

Figura 4

Estructura de un código de un equipo o maquina



Nota. La figura muestra la estructuración o seccionamiento de un código que se aplica en máquinas o equipos, basado del libro "Fundamentos de mantenimiento Industrial". Tomado de (Montilla, 2016, p. 64).

Como se puede ver esta forma de codificación contempla cuatro diferentes partes como el área, la sección, la máquina y el componente que se los puede entender como:

- En la parte del área comprende 5 dígitos los 2 primeros dígitos de los cuales son de carácter alfanumérico y los otros 3 de carácter numérico
- En la parte de la sección se la estructura de manera semejante a la parte del área
- Para lo que comprende la máquina son 5 dígitos en los cuales el 1° corresponde a la clase de equipo o máquina, el 2° al tipo dentro de dicha clase, el 3°, 4° y 5° hacen referencia al consecutivo
- Y finalmente los dígitos de los componentes van hacer el 1° de carácter alfanumérico y los otros de carácter numérico

Planificación de mantenimiento. Cuando se habla de la planificación del mantenimiento es como se va a llevar a cabo el mantenimiento en si la estructuración del mismo tomando en cuenta una secuencia lógica de todo el proceso en si de lo que se vaya hacer dicha planificación se la puede hacer a corto, mediano y largo plazo; así tendremos que:

- Planificaciones de 5 años o más (Largo plazo)
- Planificaciones de meses o incluso de 1 año (Mediano plazo)
- Planificaciones diarias, semanales y hasta quincenales (Corto plazo)

Programación del mantenimiento

En general al hablar de la programación del mantenimiento nos estamos refiriendo en si al hecho de juntar a la par tanto las actividades del mantenimiento con el tiempo en que estas se las va a realizar, esto va a depender en gran medida del uso en que se le dé a la maquina o equipo y es por ello que se las puede programar para realizarlas de manera diaria, semanal, quincenal, mensual, semestral o anual.

En esto una programación diaria o semanal se estaría refiriendo a una programación a corto plazo, por otro lado, si esta programación es quincenal, mensual o semestral hace referencia a una programación a mediano plazo y por el contrario si esta programación va a realizarse anualmente o por largos periodos se encuentra en un tipo de programación a largo plazo.

Implementación del plan de mantenimiento

La implementación de un plan de mantenimiento hace referencia a poner en marcha las actividades planificadas en si dentro del mantenimiento, en lo cual se incluyen los tiempos de duración, los insumos utilizados, las guías para los equipos de los mantenimientos y las codificaciones de cada equipo.

Para que esta implementación de estos mantenimientos se los haga de manera más optimizada se hará uso de la nomenclatura LEM o LEMI en la cual se hace referencia a las actividades de lubricación, electricidad y mecánica en los equipos y maquinas.

Nomenclatura LEM o LEMI. Este tipo de nomenclatura hace referencia a las actividades que anteriormente se mencionó que a la vez implementa un tipo de código (L-YX) el cual nos va indicar las actividades que se va a realizar en la maquina como, por ejemplo: Si

tenemos el código L-02 este nos está haciendo referencia a una actividad de lubricación en la misma que se detalla que debemos hacer una revisión de los niveles de aceite del equipo.

Lubricación (L). El proceso de lubricación en un equipo es algo muy esencial ya que este es el encargado de lubricar los elementos móviles del mismo haciendo que estos tengan un desgaste menor y que se los proteja de las altas temperaturas de trabajo a las cuales estos están sometidos ya que el fluido de la lubricación también hace el papel de refrigerante.

Electricidad (E). La electricidad en un equipo se dice que es la parte en la cual existe menor desgaste ya que no está trabajando a ningún tipo de esfuerzo, pero por el contrario es donde mayormente ocurren fallas en los circuitos eléctricos de los equipos ya sea por cortocircuitos, circuitos abiertos o en si por la falla de algún elemento electrónico.

Mecánica (M). La parte de la mecánica incluye a todos los elementos móviles y fijos del equipo los cuales están expuestos a diferentes esfuerzos tanto dinámicos como estáticos debido a esto los mismos sufren un mayor desgaste, por lo tanto, hay que tener un correcto mantenimiento y revisiones de estos.

Control del mantenimiento

Para tener un control óptimo del mantenimiento este se lo puede hacer analizando varios parámetros de la gestión del mantenimiento, pero entre los más usados en el área de la automoción tenemos los llamados tableros de control entre los cuales se van a encontrar

- Tableros de control por tiempo transcurrido
- Tableros de control por horas reales de servicio trabajadas o por distancias recorridas.

Tablero de control por tiempo transcurrido. Este tipo de tableros se los utiliza en las empresas en las cuales se trabaja por lo regular las 8 horas y el trabajo de sus máquinas o equipos es de forma continua. Esto da como pauta el tener unos controles diarios, semanales, trimestrales, anuales. Con dichas frecuencias aparecen los tableros de control diario y anual (Montaña, 2016, pág. 72).

Un tablero de control diario es aquel que se encuentra basado en la ejecución de las actividades planificadas para una semana como se lo puede apreciar en la Figura 5.

Figura 5

Tipo de tablero de control diario

Código	Máquina	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Mn01	Manejadora	L - 01	L - 01	L - 01	L - 01	L - 01	L - 01
			L - 02		L - 02		L - 02
		E - 01		E - 01		E - 01	
Ev 01	Evaporadora	L - 01	L - 01	L - 01	L - 01	L - 01	L - 01
Cn 01	Condensadora	L - 01	L - 01	L - 01	L - 01	L - 01	L - 01
		M - 22			M - 22		

Nota. La figura muestra los datos de un tablero de control diario, basado del libro “Fundamentos de mantenimiento Industrial”. Tomado de (Montilla, 2016, p. 73).

Por otro lado, se menciona a los tableros de control anuales los cuales se los trabaja planificando todas las actividades del mantenimiento para un año y estas a su vez se las subdivide para 52 semanas lo cual se puede evidenciar en la Figura 6.

Figura 6

Tipo de tablero de control anual

Código	Semanas	1	2	3	4	51	52
	Máquinas							
Mn01	Manejadora	L - 01	E - 17	L - 02	L - 10		L - 01	M - 15
		L - 12		E - 23			L - 12	
		M - 15						
Ev 01	Evaporadora	L - 02	E - 25	L - 16	E - 10		L - 02	E - 26
		L - 15	M - 17	M - 11			L - 10	M - 18
Cn 01	Condensadora	L - 01	E - 15	E - 18	M - 10		L - 01	M - 22
		M - 22					M - 20	E - 31

Nota. La figura muestra cómo puede estar distribuido un tablero de control anual, basado del libro “Fundamentos de mantenimiento Industrial”. Tomado de (Montilla, 2016, p. 73).

Tableros de control por horas reales de servicio trabajadas o por distancias recorridas. Este tipo de tableros de control se los usa más comúnmente en el área de la automoción y se toma en cuenta el tiempo que tanto la máquina como el equipo estuvieron en funcionamiento real o a su vez que distancia recorrieron en su funcionamiento, para poder controlar este tiempo o distancia se hace uso de horómetros u odómetros respectivamente, a su vez este tipo de tableros hace más óptimo el racionalizar los recursos del mantenimiento (Montilla, 2016, pág. 73).

Documentación de mantenimientos

La documentación necesaria de todo departamento de mantenimiento siempre debe disponer de algunos formatos como; ficha técnica del equipo, manuales de mantenimiento, solicitudes de aprobación de diversas actividades de mantenimiento, la orden de trabajo especificada con las actividades del plan, instructivos para el manejo y operación de los técnicos o trabajadores de los equipos, y otra información para facilitar las tareas de mantenimiento.

El sustento de la documentación técnica sobre el mantenimiento de los equipos y máquinas, beneficia al área de mantenimiento con información de apoyo para todas las tareas y actividades de mantenimiento y el control periódico de estos trabajos, una ejecución más eficiente por parte del personal, la mejor manipulación de los equipos y materiales y el análisis detallado de costos de reparación y mantenimiento en diferentes condiciones de operación (Bravo, 1989).

Fichas técnicas

Las fichas técnicas o también conocidas como fichas de registro, son creadas para cada equipo o máquina de una empresa o lugar de interés destinado a realizar actividades de mantenimiento.

El documento de fichas técnicas, incluyen un resumen general de propiedades y características físicas del equipo o máquina de interés y estas son; definición del equipo,

nombre y dirección del fabricante, marca, modelo, serie, dígito o código estipulado por la empresa destino, fechas de instalaciones, valor de adquisición, dimensiones, peso, características del motor, accesorios auxiliares, repuestos necesarios, estado y vida promedio útil estimada del equipo (Bravo, 1989).

“Tanto las fichas técnicas como las hojas de vida de los equipos o máquinas se pueden diseñar según necesidades y conocimientos de cada compañía, lo mismo que las ordenes de trabajo” (Pérez, 2021, pág. 86).

Figura 7

Formato de ficha técnica diseñado para un equipo

Formato ficha técnica del equipo		
Identificación	Nombre	Destroncadora pulidora
	Localización	Bodega Granitos y Mármoles Acabados SAS
	Fecha adquisición	1995
Diseño	Datos del fabricante	Desconocido
	Características de diseño	Potencia motor: 5HP Boltaje: 370/440 V Número de fases: 3 Velocidad motor: 1800 rpm Velocidad cabezal: 680 rpm Capacidad tanque: 50 lts Polea conductora: 3" Polea conducida: 8" Medidas (LXAXP): 110 cm × 70 cm × 60 cm Peso: 90 kg Tipo polea: en V REF: A-62
Aplicación	Operación	Opera en dos turnos diarios de 4 horas, el motor trifásico es autorreversible y opera alternamente en las dos direcciones, el tanque de agua se mantiene lleno; las correas de transmisión deben estar templadas
	Factores ambientales	No se puede operar bajo la lluvia debido a que los sistemas de control están a la intemperie
Comentarios	Información adicional	Es capaz de destroncar y pulir concreto o cualquier piedra con los discos en diamante industrial
Fotografías		
		

Nota. En la figura se muestra un ejemplo de la información que se debe detallar para una ficha técnica de un equipo o máquina. Tomada de (Mago & Rocha, 2021).

Manuales de mantenimiento

Los manuales de reparación o de mantenimiento de un equipo, son muy esencial por más pequeño que este sea y su nivel de complejidad en realizar trabajos de mantenimiento. Dichos libros de mantenimiento tienen la información necesaria sobre procedimientos e indicaciones sugeridos por parte del fabricante.

Este tipo de documento contiene aspectos que el fabricante trata de hacer llegar a conocimiento del merecedor de su invención como; misión, visión, filosofía y algunas políticas estipulados por su parte, orden y la secuencia de pasos para trabajos de mantenimiento, instrucciones para la operación, el control y verificaciones que se debe hacer al equipos o máquinas y sus sistemas auxiliares, así asegurar el funcionamiento, disponibilidad, confiabilidad, seguridad y cumplir con las exigencias de calidad expuestas por instituciones externas (Pérez, 2021).

Para terminar, los manuales de mantenimiento deben proveer información veraz y actualizada, suficientemente técnica y lo más didáctica posible (fácil de entender), siempre en el momento oportuno; de tal manera que me permita manipular la planta de producción según los procedimientos previamente definidos por las políticas de la compañía, las normas, la seguridad industrial y los requerimientos del medio ambiente (Pérez, 2021, pág. 86).

A continuación, se menciona algunos aspectos que debe tener un manual de mantenimiento si se desea elaborar (Pérez, 2021) ;

- Introducción
- Organización de la empresa y área de mantenimiento
- Filosofía y Políticas
- Objetivos y metas
- Distribución de responsables por cargo

- Inducción y adiestramiento del personal
- Definición del proceso de mantenimiento de los equipos
- Control y seguimiento
- Apoyo de información sobre mantenimiento, normas, protocolos, seguridad, inventariado etc.
- Diagramas de flujo de funcionamiento, operación y trabajos
- Toda la documentación técnica para el mantenimiento
- Indicadores de desempeño o de gestión

Disponer de manuales de mantenimiento ayuda a planificar, entender, capacitar al personal en tareas de mantenimiento, aumentar y optimizar la funcionalidad y operatividad del equipo, fomenta una cultura y buen entorno laboral con actividades de mantenimiento y una garantía en el cuidado de la integridad física de los técnicos con el menor número de accidentes (Pérez, 2021).

Solicitudes de laboratorio

Otro documento que se debe considerar y diferenciar son las solicitudes de laboratorio, las cuales se emiten con el fin de poder utilizar equipos o maquinarias con el correcto funcionamiento y operatividad disponible en el laboratorio.

Este formato tiene algunos datos de relevancia, estos son;

- Datos informativos como el tipo de departamento, carrera y nivel que hace uso de las instalaciones, nombre del laboratorio y código, horario en que se piensa realizar la practicas y los encargados.
- Tema de la práctica, numero de practica y número de usuarios.
- Descripción en lista y cantidad de los equipos, materiales, insumos y reactivos que sean de uso para la realización de las buenas prácticas

- Por ultimo las firmas de responsabilidad docente, coordinador de área y laboratorio.

Guías de prácticas

Las buenas prácticas de laboratorio, son el conjunto de reglas, procedimientos, intervenciones y prácticas estipuladas para garantizar la calidad y orientación de los resultados obtenidos en el laboratorio (Andrade & Jacome, 2015).

“Las prácticas de laboratorio tiene como objetivo fundamental que los estudiantes adquieran las habilidades propias de los métodos de investigación científica, amplíen profundicen, consoliden, realicen y comprueben los fundamentos teóricos de la asignatura” (Andrade & Jacome, 2015, pág. 31).

Este documento o formato de una guía de práctica, en contexto de educación es entregado por el docente al estudiante, el cual debe contener a detalle la información siguiente;

Datos informativos. Nombre de la carrera, nivel, lugar de la práctica, ciclo académico, tema de práctica, etc.

Objetivos. Es la finalidad de esta práctica, detallados en objetivo general y algunos específicos sobre el tema.

Equipos y materiales. Es un listado de equipos, herramientas, consumibles y el caso de algunos reactivos necesarios en la práctica, así como el equipo y medidas de seguridad.

Marco teórico. Es un resumen de conocimientos previos y necesario para realizar la práctica.

Procedimientos e instrucciones. Aquí se presenta algunas indicaciones que se toma en cuenta al permanecer en el laboratorio y la secuencia de pasos o actividades que están estipuladas para utilizar los equipos o maquinas del laboratorio.

Resultados y Análisis obtenidos. Es la información obtenida por la buena práctica de laboratorio.

Conclusiones y recomendaciones. Es el conocimiento y sugerencias que resaltan al final de una práctica.

Bibliografía y firmas de responsabilidad. Es el sustento del marco teórico y la aprobación de la guía de prácticas para ser ejecutada.

Grupos endotérmicos

Un grupo endotérmico denominamos a todas las máquinas que trabajen mediante una conversión de energía química en energía mecánica a través de procesos de combustión y dentro de los mismos se encuentran los motores de combustión interna MCI.

Motores de combustión Interna MEP

Este tipo de motores también denominados motores de encendido por chispa EB está basado en los principios teóricos de “BEAU DE ROCHAS” de acuerdo a los cuales la combustión se la realiza a volumen constante y fue realizado en específico por “OTTO” en el año de 1862 (Giacosa, 1979, pág. 14).

Este tipo de motores entre sus aplicaciones tenemos a la gran mayoría de los motores de automovilismo, así también a motores para tracción industrial, de igual manera los motores de las motocicletas y aeronaves, y de igual manera un gran porcentaje de los motores aplicados en el campo agrícolas y náutico (Giacosa, 1979, pág. 15).

Los motores de este tipo tienen su ciclo tanto de 2T como de 4T, pero los primeros no son tan usados debido a sus desventajas en las pérdidas de mezcla las cuales se producen en el escape ocasionando así un consumo excesivo de combustible, sin embargo, si se los puede encontrar en motores fuera de borda, así como también en motores pequeños de motocicletas.

La alimentación en estos motores puede ser tanto a carburación en el mismo que va a proveer el combustible para que se mezcle con el aire y llegue a la cámara de combustión; así también pueden ser alimentados por inyección electrónica la misma que es de gran ayuda ya que ayuda a mejorar radicalmente la eficiencia del motor.

Motores de combustión Interna MEC

Este tipo de motores denominado motores de encendido por compresión o EC son basados en la teoría de "RUDOLPH DIESEL", el cual realizo sus primeros motores por el año de 1892. Y en estos motores realizan su combustión a una presión constante y siguen el ciclo Diesel el mismo que tomo su nombre de su inventor (Giacosa, 1979, pág. 16).

Entre los motores de encendido por compresión se pueden diferenciar varios tipos de esto como los de Diesel lentos los cuales se encuentran en las aplicaciones para motores estacionarios y navales, por otra parte se encuentran los motores de Diesel rápido los mismos que se los puede encontrar en aplicaciones como locomoción terrestre y para embarcaciones de baja envergadura, y por ultimo encontramos a los denominados Diesel mixto que se los puede ver aplicados en maquinaria agrícola y en algunas clases de embarcaciones

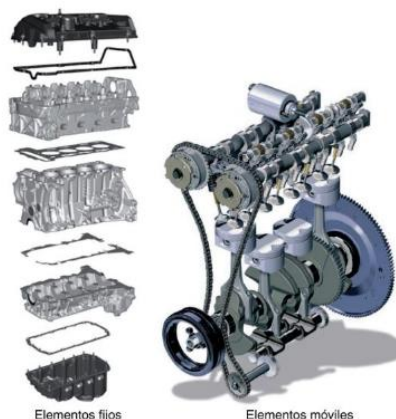
Estos al igual que los motores encendidos por chispa también pueden trabajar a 2T y 4T y a diferencia de los anteriores los motores 2T no presentan un consumo excesivo de combustible en comparación a los de 4T ya que estos presentan un barrido de aire puro y no un barrido del cilindro de la mezcla dejando así de ocurrir las pérdidas de combustión por el escape (Giacosa, 1979, pág. 17).

Sistemas principales en los MCI

Los MCI se compone de varios sistemas principales que tienen una función fundamental el buen funcionamiento y rendimiento del motor, a continuación, se mencionan los que siempre se puede encontrar en un motor MEP O MEC:

Figura 8

Elementos fijos y elementos móviles del motor



Nota. En la figura se puede observar los elementos fijos y elementos móviles que presenta un MCI MEP o MEC de 4 tiempos. Tomado de (González, 2018).

Elementos fijos

Como elementos constructivos fijos en un MCI, se divide en tres partes; la parte central donde está el bloque o block sostiene componentes fijos como móviles y es el responsable de tolerar los esfuerzos del tren alternativo “Pistón-Biela-Cigüeñal” y las presiones producto de los gases en los cilindros. La parte superior se encuentra la culata que sella los cilindros y comprende de algunos componentes móviles que ayuda a evacuar los gases, este componente tiene ciertos requerimientos de esfuerzos mecánicos, térmicos y químicos cruciales. Y la parte inferior que cubre el cárter, aquí se aloja el aceite lubricante que por ayuda de una bomba de aceite envía a los diferentes conductos de lubricación presentes en el block y la culata (González, 2018).

Elementos móviles.

El tren alternativo como principal mecanismo de movimiento, convierte el movimiento lineal del pistón resultado de la presión ejercida de la combustión de los gases por intermedio de una biela al cigüeñal en movimiento rotativo, el pistón lleva incorporados componentes como segmentos y el bulón que conecta a la biela y debe soportar altas

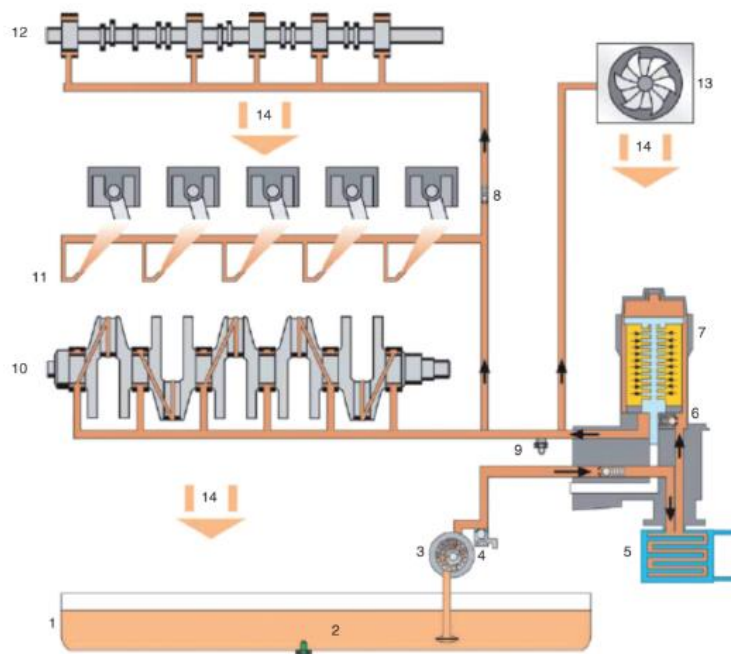
temperaturas. El cigüeñal por su parte está alojado en sus muñequillas de biela por medio de cojinetes de fricción la cabeza de biela y en sus extremos por un volante de inercia y por el otro la polea de distribución. También se encuentra componentes del sistema de distribución, el responsable de la apertura y cerrar las válvulas de admisión y escape para la circulación de los gases frescos y los combustionados, por medio de resortes, balancines, varillas empujadoras y levas (González, 2018).

Sistema de lubricación

“La lubricación del motor juega un papel muy importante a la hora de reducir el desgaste del motor, ya que trata de evitar el contacto directo de las partes móviles” (González, 2018, pág. 203).

Figura 9

Esquema de un circuito de lubricación a presión



Nota. En la figura se puede observar el esquema de los componentes de un sistema de lubricación a presión. Tomado de (González, 2018).

En la Figura 9 se tiene el cárter (1), el nivel del aceite que es medido por una sonda (2), la bomba de aceite (3) aspira y envía a presión el lubricante hacia un enfriador (5), junto a la bomba de aceite se tiene una válvula de descarga (4) para las altas presiones del sistema. El lubricante es filtrado por un filtro de aceite (7) y una válvula de bypass (6) si llegase a taponarse, el lubricante es dirigido por los canales del block por una válvula de retención para la parte alta del motor y un mano contacto (9) que comunica la presión del lubricante. Por último, el aceite es depositado para lubricar los apoyos del cigüeñal (10), inyectores de aceite (11), apoyos del árbol de levas (12), el turbocompresor (13) en caso de tener, y por último se dirige otra vez al cárter por los retornos (14) (González, 2018).

Este sistema tiene un mantenimiento preventivo el cual consiste en comprobaciones del nivel de lubricante y la sustitución del aceite y filtro de aceite cada cierto kilometraje; para aceite mineral cada 5 mil km, semisintético cada 7 mil km y sintético cada 10 mil km.

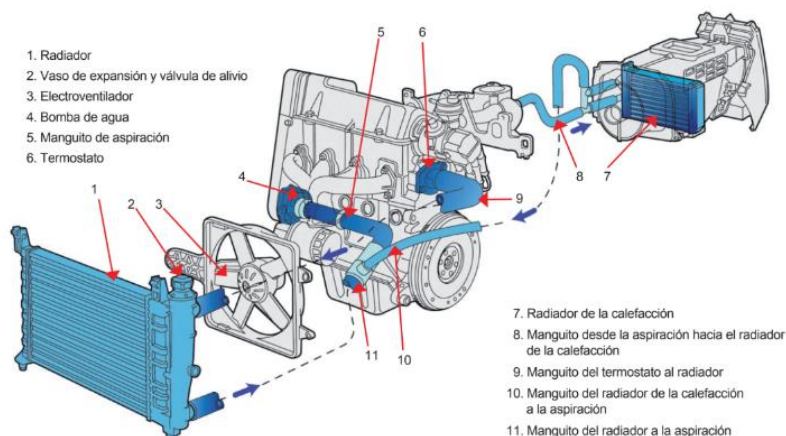
Algunas de las averías más frecuentes en este sistema es el consumo excesivo de aceite si pasa de 0,25 litros por cada 1 mil km, degradación del aceite y la presión del aceite demasiado alta o baja; esto se da por algunas condiciones como uso de lubricantes de bajo o alto grado de viscosidad que no son sugeridos por el fabricante del motor, juntas, guías segmentos o retenes dañados lo cual hace que el aceite se mezcle con otros fluidos como el refrigerante o el combustible, filtros sucios, etc.

Sistema de refrigeración.

“El objetivo de la refrigeración será mantener una temperatura de funcionamiento en diferentes partes del motor, de tal forma que no sufran un excesivo calentamiento no tampoco provoque un descenso del rendimiento del motor” (González, 2018, pág. 238).

Figura 10

Sistema de refrigeración forzada por bomba y presurizado



Nota. En la figura se muestra los diferentes componentes del sistema de refrigeración forzada por bomba y presurizado que es más utilizado en automóviles. Tomado de (González, 2018).

Para el mantenimiento del sistema de refrigeración se debe comprobar el nivel del líquido refrigerante, verificar la capacidad del anticongelante o punto de congelación con un refractómetro, cambios del líquido refrigerante cada 40 a 60 mil km y verificaciones de tensión de la banda de distribución con el fin que la bomba de agua esté funcionando.

Las averías más usuales son, fugas del líquido refrigerante debido a grietas o deterioro de las mangueras, aparición de partículas de aceite en el líquido refrigerante por juntas de culatas y sellos soplados, testigos de nivel y temperatura averiados, recalentamiento o incluso le cuesta al motor alcanzar su temperatura de funcionamiento rápido por defectos y ausencia de termostatos.

Sistemas complementarios MCI

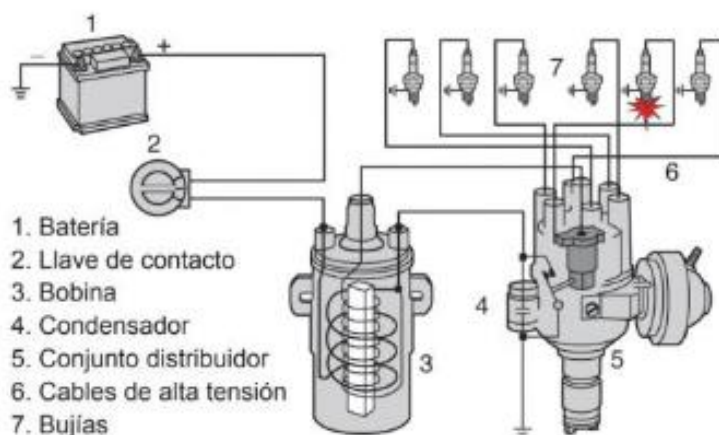
Con la tecnología en desarrollo, los MCI cada vez se tiene sistemas complementarios que ayuden a mejorar su eficiencia y el funcionamiento de los sistemas principales del mismo con la incorporación de elementos gestionados con ayuda de la electrónica.

Sistema de encendido

“Los motores de combustión interna de ciclo Otto o de gasolina necesitan una causa externa para iniciar la inflamación de la mezcla de combustible-aire. Esta causa es el salto de chispa de la bujía, producida gracias al sistema de encendido” (González, 2016, pág. 60).

Figura 11

Elementos del sistema de encendido convencional



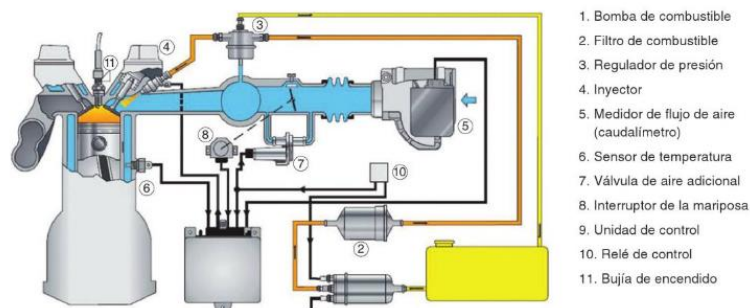
Nota. En la figura se muestra los diferentes componentes clásicos del sistema de encendido convencional para MCI MEP. Tomado de (González, 2016).

Sistema de alimentación de combustible

“El circuito de alimentación de combustible es el encargado de almacenar, transportar y dosificar el combustible a presión desde el depósito hasta el interior de los cilindros, con el fin de que se realice una mezcla óptima en la combustión” (Ferrer & Checa, 2010, pág. 67).

Figura 12

Sistema de inyección Le-Jetronic



Nota. En la figura se muestra los elementos del sistema de alimentación de un MCI MEP por la inyección de combustible. Tomado de (Ferrer & Checa, 2010).

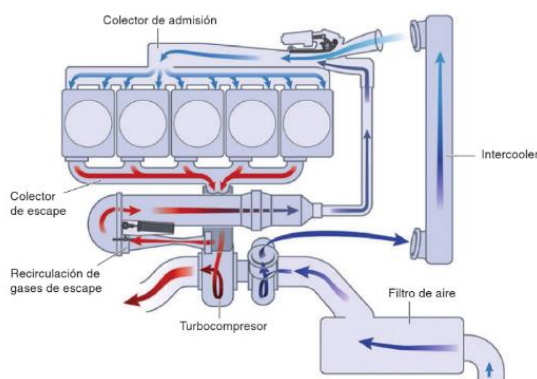
Sistema de admisión de aire

“El circuito de aspiración de aire tiene la misión de canalizar, purificar y distribuir el aire que proviene desde el exterior hacia el interior de los cilindros” (Ferrer & Checa, 2010, pág. 65).

En la actualidad, la admisión del aire viene hacer sobrealimentada por un turbocompresor que se aloja en la entrada del aire, un intercambiador de calor con la función de enfriar el aire que ingresa del exterior al motor (Ferrer & Checa, 2010).

Figura 13

Esquema del circuito de aire de un motor turboalimentado



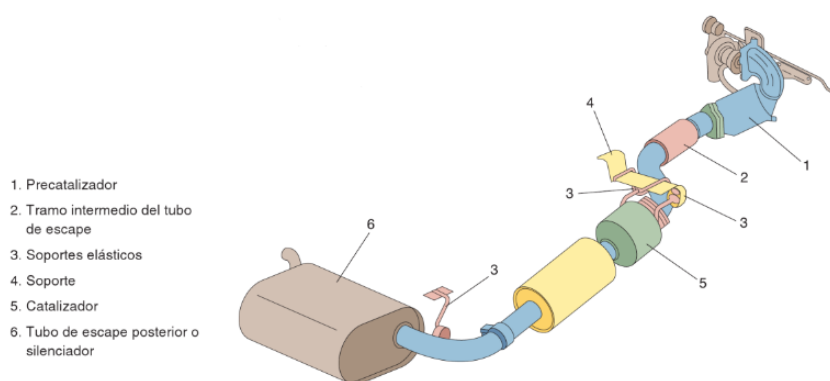
Nota. En la figura se muestra los elementos del sistema de admisión de aire turboalimentado que se incorpora en los MCI. Tomado de (Ferrer & Checa, 2010).

Sistema de escape

Se ocupa de enviar los gases combustionados del motor a la atmosfera, estos gases antes pasan ser tratados por un convertidor catalítico para reducir al máximo las emisiones contaminantes según las diferentes normas anticontaminantes, otra función importante de este sistema es minimizar el ruido producido por el funcionamiento del MCI (Ferrer & Checa, 2010).

Figura 14

Elementos de un circuito de gases de escape



Nota. En la figura se muestra los diferentes componentes del sistema de escape que poseen los automóviles. Tomado de (Ferrer & Checa, 2010).

Pruebas de diagnósticos MCI

En un MCI siempre se debe revisar que tenga la alimentación de combustible, en el caso especial de los motores MEP, la correcta entrega de chispa en el momento exacto con el fin de evitar la tarea de desarmar directamente el motor. Existen varias pruebas de diagnóstico que se realiza a los MCI para identificar si el motor debe o no ser reparado. Algunas de las pruebas más comunes son las siguientes:

Prueba de compresión de los cilindros

Este test de diagnóstico nos da a conocer la presión que existe en los cilindros con ayuda de un compresómetro que nos arroja valores que se debe relacionar con los especificados del fabricante. Estas lecturas de presión en cada cilindro son el 75% o más

respecto a la lectura del cilindro de mayor presión o en caso igual al valor mínimo estimado por el fabricante (Erazo & Mena, 1999).

Pasos para realizar la prueba de compresión de los cilindros:

- Poner el motor en funcionamiento durante 15 min a que llegue a su temperatura de funcionamiento de 80 a 90 °C.
- Determinar ruidos anormales durante el funcionamiento del motor.
- Apagamos el motor y desconectamos el cable positivo o negativo de la bobina de encendido y el fusible o relé de la bomba de combustible.
- Retiramos todas las bujías o inyectores.
- Acoplar el compresómetro a cada cilindro y aceleramos el pedal a tope y arrancamos el motor por varios segundos.
- Apuntar la lectura de presión.
- Vertemos 2 mm³ de aceite SAE 30 en cada cilindro y volvemos a medir presión en cada cilindro.
- Apuntar la lectura de la nueva presión.
- Análisis de resultados de las presiones obtenidas en cada cilindro.

El análisis que se obtiene de la prueba de compresión en los cilindros, puede deberse a pérdidas de presión por los segmentos de pistón, mal asentamiento de válvulas (guías-sellos-asientos) y mal asentamiento de la junta de la culata. Respecto a las dos mediciones de presiones, si el valor de presión se eleva después de colocar el aceite la causa son el estado de los segmentos de pistón, si el valor se mantiene la causa son problema de asentamiento de válvulas y si ambas presiones son bajas es causa del mal asentamiento de junta de culata (Erazo & Mena, 1999).

Prueba de vacío

Esta prueba nos ayuda a identificar y localizar daños internos del motor a gasolina dependiendo de los valores de vacío o depresión que tiene el motor a diferentes condiciones de carga de funcionamiento, esto se realiza gracias a un instrumento de vacío o conocido como vacuómetro, por cada 1000 m de altura sobre el nivel del mar disminuir 1,250 in Hg ó 30 mm Hg (Erazo & Mena, 1999).

Por ejemplo, al nivel del mar se tiene en ralentí un vacío de motor de 17 a 21 in Hg, y si la altura en la ciudad de Latacunga es de 2860 m y el vacío en ralentí del motor en buenas condiciones sería entre 13,425 a 17,425 in Hg.

Pasos para realizar la prueba de compresión de los cilindros:

- Poner el motor en funcionamiento durante 15 min a que llegue a su temperatura de funcionamiento de 80 a 90 °C.
- Ajustar la velocidad de ralentí 700-800 rpm o la especificada por el fabricante.
- Localizar una toma de vacío en el múltiple de admisión, carburador si posee o servofreno.
- Apagar el motor y colocar la sonda del vacuómetro.
- Encender el motor y realizar las mediciones en las tres condiciones de funcionamiento de carga en el motor (ralentí, aceleración gradualmente y aceleración rápida).
- Análisis de resultados de vacíos obtenidas en el motor.

Prueba de fugas de aire

Este test consiste en enviar aire a presión a los cilindros para detectar desgastes en los componentes fijos o móviles del MCI, por medio de un compresor y un comprobador de fugas de aire, técnicamente se puede evaluar si el motor debe o no ser reparado (Erazo & Mena, 1999).

Pasos para realizar la prueba de fugas de aire:

- Poder el motor en funcionamiento durante 15 min a que llegue a su temperatura de funcionamiento de 80 a 90 °C.
- Apagar el motor.
- Retirar todas las bujías o inyectores.
- Según el orden de encendido, colocar cada pistón en el PMS carrera de compresión.
- Conectar el comprobador de fugas de aire al compresor.
- Conectar el acoplador del comprobador de fugas de aire en la rosca de bujía y enviar aire a presión aproximadamente unos 40 PSI.
- Escuchar por donde hay fugas de aire.
- Analizar la ubicación de fuga de aire.

Si detecta la salida o la fuga de aire por alojamientos adyacentes de bujías, se crea burbujas de aire en tapa del radiador quiere decir que la junta del cabezote está mal asentada, si se escucha un sonido por el ducto de la bayoneta de aceite hay presencia de desgaste en los segmentos de los pistones. Si la salida de aire es por el ducto de admisión hay problemas en la válvula de admisión y si la salida es por el colector de escape hay inconvenientes de la válvula de escape (Erazo & Mena, 1999).

Puesta a punto y operación MCI

En la puesta a punto de un MCI hay que tener en cuenta que debemos dejar bien sincronizados los sistemas del mismo además de que esto viene a ser como una comprobación en sí de estos sistemas los cuales deben quedar 100% funcionales y sin tener ningún inconveniente para que al momento de que el motor entre en funcionamiento el mismo no tenga errores o desperfectos.

Si el motor una vez realizado el proceso de puesta a punto de todos sus sistemas este llega a fallar entonces se menciona que alguno de los elementos de cualquier sistema del mismo no se lo puso a punto de la manera correcta y debe volver a ser revisado y corregido para que el MCI no tenga ningún tipo de problema.

Capítulo III

Implementación de los planes de mantenimiento

Adecuación de las áreas de trabajo y zonas de seguridad

Observando el estado de las zonas de trabajo para poder tener unas áreas de trabajo cómodas y bien organizadas se procede a realizar esta adecuación en lo que respecta a la señalética y una nueva organización de las mismas.

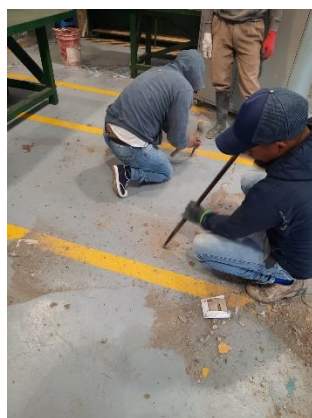
Adecuación de paredes y piso del área de Motores

Eliminación de material obsoleto del piso. Se realiza la adecuación del piso del área en la cual se encuentran ubicados los grupos endotérmicos del laboratorio empezando por el desprendimiento del material obsoleto del piso.

En esta etapa se realiza el picado de las zonas afectadas en el piso teniendo en cuenta los hoyos que esta tenía y las grietas de igual manera, los mismos fueron agrandados para que el mortero que se aplicara tenga mayor adherencia en estas zonas y no se desprenda con facilidad.

Figura 15

Remoción de material obsoleto



Nota. En la figura se muestra el proceso de desprendimiento del material del piso que se encuentra en mal estado.

Demolición del tanque de limpieza. Una parte muy importante dentro de la adecuación de las áreas es modificación del área de lavamanos ya que en el laboratorio se contaba con un tanque el cual ocupaba demasiado espacio y daba una mal expectativa a las áreas del mismo, por lo cual se procedió a derrocarlo.

Figura 16

Demolición tanque



Nota. En la figura se muestra el proceso de demolición del tanque que se encontraba en el laboratorio el cual era utilizado para lavarse las manos y piezas de motores.

Cabe destacar que esta demolición se la realizado para poder organizar de mejor manera esta área de laboratorio, si bien este servía para lavar algunas piezas de los motores, pero esto ocasionaba que exista una contaminación al agua ya que se mezclaban varios fluidos del motor con la misma.

Arreglo del techo de la zona del Banco de Bombas Bosch. Puesto que en esta zona existía un desprendimiento de parte del techo realizado con Gypsum se procedió a su arreglo para que no exista caída de algún tipo de polvo o algún otro material sobre el banco de bombas a Diesel Bosch, además de que mejoraría la parte estética de dicha zona en cuanto a lo que es el techo.

Figura 17*Instalación de Gypsum*

Nota. La figura muestra cómo se instaló el Gypsum en la parte afectada del techo del área donde se encuentra ubicado el Banco de bombas Bosch.

Ubicación del lavamanos. Para dar una mejor presentación al laboratorio y para tener en donde lavarse las manos se instala un lavamanos, el mismo que será de uso exclusivo para el lavado de manos tanto de los estudiantes como del personal que se encuentre laborando en el laboratorio.

Figura 18*Instalación del lavamanos*

Nota. En la figura se muestra el proceso de instalación del lavamanos de porcelana en la pared del laboratorio realizando nuevas conexiones para el mismo.

Tratamiento para las superficies. En primera instancia en la parte del piso se aplicó un tratamiento contra la humedad el mismo que impermeabiliza estas zonas. Así también en las paredes donde existía presencia de humedad se aplicó ácido clorhídrico (muriático) el cual sirve como neutralizador de la humedad evitando el desprendimiento de la pintura y de la masilla para exteriores que se aplicara.

Figura 19

Aplicación de tratamiento en el piso



Nota. En la figura se muestra la aplicación de un tratamiento para la humedad y para una mejor adherencia del mortero en las partes anterior mente picadas del piso.

Nivelación de la superficie con cemento y masilla para exteriores. Después de tener el piso sin material obsoleto se procede a nivelar el mismo haciendo uso de un mortero de alta adherencia en las partes que se requiera, esto con la finalidad de rellenar los espacios donde se procedió a retirar el material obsoleto del piso.

Figura 20*Nivelación del piso*

Nota. En la figura se muestra como fue el proceso de nivelación del piso aplicando un mortero de alta adherencia.

De igual manera en las paredes en las zonas donde existía un desnivel de la pintura se procedió aplicar masilla para exteriores teniendo en cuenta que esta masilla es más durable que la para interiores y es por eso que se aplicó dicha masilla.

Figura 21*Aplicación de empaste en las paredes*

Nota. En la figura se puede observar la aplicación del empaste o masilla para exteriores en las partes donde hacía falta.

Aplicación de pintura en las paredes. En las paredes se aplicó dos tipos de pinturas una en la parte inferior sintética de un color tipo plomo a base de tñer, esto ya que en esta

parte es la que mayormente se ensucia y con la finalidad de que esta sea lavable y se pueda limpiar esta área de la pared se aplicó dicha pintura en esta zona.

Por otra parte, en lo que resta de la parte superior de la pared se aplicó una pintura a base de agua de color blanco teniendo en cuenta que esta zona no se ensucia con facilidad y no requeriría de una limpieza.

Figura 22

Aplicación de pintura en las paredes



Nota. La figura muestra cómo se está aplicando la pintura en la zona superior de las paredes la cual es a base de agua y de color blanco.

Aplicación de pintura en el piso. Una vez teniendo ya el piso nivelado continuamos con la aplicación de la pintura de alto tráfico en el mismo la misma que para tener una mayor duración se le aplico 3 manos en todas las áreas del laboratorio, teniendo en cuenta que esta pintura está diseñada para la aplicación en pisos o carreteras con un alto índice de tránsito de individuos, además dicha pintura cuenta con especificaciones las cuales la hacen 100% lavable en casos de derrames de fluidos que se generan en el laboratorio.

Figura 23

Aplicación de pintura en el piso



Nota. En la figura se muestra la aplicación de la pintura de alto tráfico como base de color gris en el piso del laboratorio.

Señalización del área. Por otra parte, de igual manera las zonas de trabajo deben ser señalizadas, es por eso que se realizaron líneas de un ancho de 10cm tomando como referencia las líneas del área de rectificación y estas líneas son de color amarillo delimitando así las zonas de trabajo y de tránsito; como se observa en la siguiente figura esta pintura es de color amarillo y de igual manera que la aplicada como fondo en el piso es de alto tráfico

Figura 24

Aplicación de pintura de señalización en el piso



Nota. En la figura se muestra cómo se aplicó la pintura en el piso del laboratorio de la señalización del mismo.

Readecuación de la señalética del área de motores

En lo que respecta a la señalética la cual es colocada en las paredes se procede finalmente a colocarla en este espacio tomando en cuenta las zonas de riesgo y las partes más visibles para todo el personal en el laboratorio, esto con la finalidad de cumplir con el mapa de riesgos que a continuación se lo menciona en el siguiente apartado.

Figura 25

Readecuación de señalética



Nota. En la figura se muestra cómo se está reubicando la señalética en el área del laboratorio.

Sistema de gestión de calidad en laboratorios de MCI

El laboratorio de MCI y rectificación, dispone con anterioridad de un sistema de calidad con 9'S, el mismo tiene como enfoque y apto para aumentar el desarrollo continuo de los procesos en el ámbito académico con los estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz, que hacen uso del laboratorio en sus prácticas con los grupos endotérmicos. Esta metodología gestiona y busca un entorno académico amigable y seguro entre los estudiantes y docentes, con procedimientos y principios sencillos y claros como; el orden, la limpieza, la organización, calidad, seguridad y la efectividad en la investigación y prácticas proactivas que se desarrollen de buena manera en el laboratorio, la finalidad de esta ideología es formar en los estudiantes habilidades, actitudes, el compromiso y el conocimiento de calidad.

SEIRI (Clasificación)

Después de la adecuación de las áreas de trabajo y zonas de seguridad en el laboratorio, se optó por “mantener solo lo necesario” en el laboratorio de MCI y Rectificación. Se retiró algunas maquetas didácticas, elementos y piezas de motores MEP y MEC como son; culatas, blocks, pistones, bielas, cigüeñales, árbol de levas, segmentos de pistones, válvulas, etc. Trabajos de titulaciones anteriores obsoletos o no funcionales, suministros y consumibles caducados y conservados sin utilización y documentos ambiguos.

Figura 26

Clasificación de los elementos constructivos en el área de motores MEP



Nota. En la figura se muestra el estante del área de motores MEP con la clasificación de elementos constructivos de los motores utilices en la nueva mesa de trabajo.

Con este primer paso que es identificar todo lo innecesario y desecharlo, también la reubicación de algunos equipos en el área de bombas de inyección como un motor tipo MEP, compresor, banco de pruebas de inyectores gasolina y el probador de inyectores diésel mecánicos. En el área de motores MEP la ubicación de una pluma y soportes para motores, el área del dinamómetro como también el área de motores MEC el desecho y conservación de maquetas didácticas. En la parte de bodega de herramientas el desecho de baterías viejas,

consumibles sin uno, herramientas dañadas y en desuso, así como documentaciones innecesarias que ocupan espacio de almacenamiento.

Figura 27

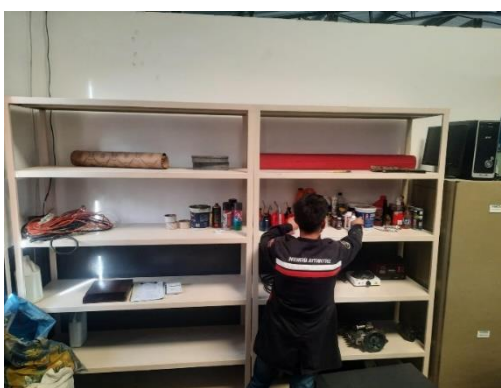
Ubicación de la pluma y soportes de motor en el área de motores MEP



Nota. En la figura se muestra la clasificación de la mesa de trabajo del área de motores tipo MEP del laboratorio, donde se evidencia la pluma, soportes de motores y el estante con elementos constructivos de MCI.

Figura 28

Clasificación de suministros en la bodega de herramientas del laboratorio MCI



Nota. En la figura se muestra la estantería del área de bodega de herramientas del laboratorio con la clasificación de suministros y consumibles útiles para las prácticas de los estudiantes.

Con esto tenemos la ventaja de aprovechar espacios para unas mejores prácticas, mayor y una mejor libre movilidad de los estudiantes, se evita el excesivo tiempo en inventarios y en almacenamiento.

SEITON (Orden)

Luego de clasificar, la organización “mantener todo en orden” es otro factor importante en el laboratorio, organizar las cosas dependiendo y tenga una estrecha relación al área o sección del laboratorio nos ayudara en reducir el tiempo de inactividad en los estudiantes y docentes al momento de realizar sus actividades y prácticas académicas. Por ejemplo, designar y ordenar por secciones en los estantes los elementos constructivos de MCI como se indican.

Otro punto sería el orden jerárquico entre las herramientas de mano como llaves mixtas, el almacenamiento y la ubicación adecuada de los consumibles, el lugar apropiado para guardar componentes de diagnóstico; comprobadores, medidores y verificadores, así como el orden de la documentación y libros de apoyo en los estantes debidos del área de bodega de herramientas.

Figura 29

Orden del estante de herramientas de la bodega del laboratorio de MCI



Nota. En la figura se muestra el estante de la bodega de herramientas para las prácticas de los estudiantes en él laboratorio.

Figura 30

Orden de libros y documentos de apoyo de la bodega de herramientas del laboratorio de MCI



Nota. En la figura se muestra los libros, manuales, guías de prácticas de apoyo para los estudiantes en sus prácticas en el laboratorio.

Esta “S” además gestiona la identificación de los componentes por medio de rotulaciones, también la delimitación de los espacios o lugares de trabajo, en la parte que anteriormente se encontraba la lavandería, se optó por aprovechar el espacio reemplazando por un área de trabajo, el cual se delimito con una franja de color amarillo de 10 cm, así como el depósito de aceite quemado de 100x100 cm y los depósito de basura tanto en el área de motores MEP y el área de los motores MEC.

Figura 31

Limitación del área del depósito de aceite quemado



Nota. En la figura se muestra el área limita de 100x100 cm² para el depósito del aceite quemado en el área de motores MEP del laboratorio de MCI.

En tema de señalética vertical se optó por implementar un rótulo con la metodología de las 9'S de calidad y la adecuación de algunas señaléticas de información del uso de EPP (equipo de protección personal), en la señalética horizontal, se optó por una configuración entre la entrada del dinamómetro y las mesas de trabajo y la limitación del área para cada motor el área de los motores MEP.

Figura 32

Señalética vertical de la metodología de las 9'S de Calidad en el laboratorio MCI



Nota. En la figura se muestra la señalética vertical de la metodología de las 9'S de Calidad, donde informa el significado de cada S implementadas con anterioridad en el laboratorio de MCI.

SEISO (Limpieza)

Después de ordenar todas las áreas del laboratorio de MCI, lo siguiente es “mantener todo limpio” con una limpieza e inspección de todos los puestos o mesas de trabajo que están ubicadas en el área de motores MEC y MEP, así como mantener libre de suciedad y líquidos derramados en los equipos y bancos del área de bombas de inyección, la misión aquí es incorporar el hábito de la limpieza como parte práctica por los estudiantes y docentes y así tener más seguridad el entorno en el desarrollo de sus guías de prácticas.

Figura 33

Colocación de escobas y palas en las esquinas del laboratorio de MCI



Nota. En la figura se observa la colocación de escobas y palas de basura en las esquinas en el área de motores MEP, MEC y en donde se encuentra el dinamómetro.

La manipulación y almacenamiento de herramientas y equipos de medición limpios, utilización del mandil por los estudiantes durante las prácticas y la higiene de cada uno al salir, por ejemplo, lavarse las manos luego de culminar las actividades destinadas en el laboratorio MCI.

Figura 34

Hábito de lavarse las manos después de las prácticas en el laboratorio MCI



Nota. En la figura se observa la acción que deben tomar cada estudiante y docente sobre la limpieza personal en el laboratorio al momento de culminar las prácticas en él laboratorio.

Aquí influye mucho el compromiso y la responsabilidad por parte de los estudiantes y docentes en mantener limpio todas las mesas, equipos, motores y las instalaciones del laboratorio de MCI, logrando así un espacio más agradable e higiénico. Además de ello aquí también se trata el estado y la inspección de la iluminación y la ventilación en los sitios o áreas que tiene equipado el laboratorio de MCI.

SEIKETSU (Bienestar)

Luego de ejecutar las tres primeras S, el bienestar personal “cuidar la salud física y mental” de cada estudiante o docente en el laboratorio de MCI es prioridad, la relación entre hacer y sentirse en un ambiente cómodo y sano, donde pueden desarrollar sus actividades de manera segura al momento de hacer uso de los motores MEP o MEC, en el banco de pruebas de bombas de inyección.

Esta S, además de hacer cumplir en una clasificación, orden y la limpieza del laboratorio de MCI, opta por implementar el uso apropiado de indumentaria en las practicas académicas y lugares para el aseo personal. Otro beneficio sería hacer un control visual de los riesgos que se podrían presentar en el laboratorio y afectar el bienestar personal y colectivo por parte de los estudiantes y los docentes.

Mapa de riesgos del Laboratorio de Motores de Combustión Interna. La finalidad de este mapa de riesgos en la parte de los MCI, ayuda a informar a los estudiantes como docentes de los diferentes riesgos existen en las diferentes en las áreas de motores MEC, MEP, el dinamómetro y en el banco de pruebas de bombas de inyección.

También informa por medio de señalética vertical la obligatoriedad del uso de EPP “Equipo de Protección Personal” a los estudiantes la ubicación de los extintores contra posibles incendios, salidas de emergencias y donde en particular se encuentran algunos riesgos como posible caída de objetos, riesgos de atrapamiento, riesgos eléctricos, riesgos de ruido, riesgo de incendios y riesgos ergonómicos, la señalética horizontal del laboratorio por donde pueden circular libremente, las mesas de trabajo y la limitación de cada motor MEC, MEP, el dinámetro y el banco de pruebas de bombas de inyección y bodega de herramientas y las estanterías.

SHITSUKE (Disciplina)

Este apartado “mantener un comportamiento confiable” hace mucha referencia al ámbito de disciplina, autodisciplina y el auto control de cada estudiante, entre estudiantes y docentes debe tener y mantener en el laboratorio de MCI, así llevar en práctica los procesos correctos al momento de realizar las guías de práctica y obtener el mejor conocimiento, investigación y aprendizaje por parte de cada estudiante de la carrera de ingeniería automotriz.

SHIKARI (Constancia)

La práctica constante en el laboratorio de MCI es “preservar los buenos hábitos”, la constancia de los estudiantes y docentes en voluntad con acciones correctas; hacer las prácticas correctas, bien hechas y permanecer en ellas y no incentivar la mediocridad, inconstancia y actitudes negativas, aporta mucho al cumplimiento de los objetivos propuestos y resultados que se desea alcanzar por parte de la carrera de ingeniería automotriz con cada guía de práctica que proponen los docentes a los estudiantes con acciones positivas que se llevan a efectuar en el laboratorio.

SHITSUKOKU (Compromiso)

Terminar las guías de prácticas en el laboratorio significa “cumplir hasta el final todas las tareas”, la responsabilidad de las mismas ayuda a una buena armonía (disciplina, constancia, compromiso) del espíritu académico y la investigación en el laboratorio. La situación actual que busca el laboratorio MCI es el compromiso por parte de estudiantes y

docentes en mantener un entorno amigable e interactivo para las diferentes prácticas en las instalaciones.

SEISHOO (Coordinación)

La coordinación de las prácticas en el laboratorio incentiva el “trabajo en equipo” a los estudiantes en los cuales, hay un beneficio colectivo y compartido de conocimiento y experiencias entre compañeros estudiantes durante las practica destinadas y la aportación del docente en sí. Con ello la investigación y las practicas son llevadas con calidad y siempre más interactivas e interesantes con un ambiente seguro y confiable en todo momento.

SEIDO (Estandarización)

La preservación continua de limpieza y la organización en el laboratorio pretende estandarizar “unificar a través de procesos”, el diseño y el desarrollo de procedimientos y planes que involucren a los estudiantes y los docentes con hábitos y acciones que busquen mantener siempre un entorno de buenas prácticas y de calidad así como la misma comunicación eficiente en las distintas áreas del laboratorio y esto impulse a estudiantes con el fin de realizar la práctica no por obligatoriedad y cumplimiento de lo planificado en la materia de estudio.

Inventario de los grupos endotérmicos

En este apartado se dará a conocer los grupos endotérmicos de los cuales se realizará el mantenimiento respondiendo a la pregunta *¿En qué grupos endotérmicos se realizará el plan de mantenimiento?* Para lo cual se procede a realizar a partir de la codificación por norma LEMI explicada en el apartado de gestión de recursos materiales.

En primera instancia tenemos la asignación de las dos primeras letras en cada uno de los grupos endotérmicos la misma que se lo puede observar con más detalle en la Tabla 1.

Tabla 1

Codificación del área dentro del laboratorio

Dígito	Denominación
A	Área
M	Motores
R	Rectificación

Nota. En la figura se muestra una estandarización de la codificación que se usara para distinguir las áreas del laboratorio.

Aquí después se procede ya a codificar cada uno de los grupos endotérmicos presentes en esta área, para de esta manera poder tener un mejor manejo de los mismos en lo que es el plan de mantenimiento lo cual se especifica en la tabla 2 a continuación.

Tabla 2

Codificación del grupo endotérmico dentro del área

1er Dígito	Denominación	2do y 3er Dígito	Denominación
M	Motor	FG	Fiat a gasolina
B	Bancos de inyección	CG	Chevrolet a gasolina
		DD	Deutz a Diesel
		KD	Kia a Diesel
		ID	Isuzu a Diesel
		BD	Bombas a Diesel

Nota. En la tabla se presenta la codificación de cada uno de los grupos endotérmicos del área de motores.

Cabe destacar que para los dos últimos dígitos que llevarán los grupos endotérmicos se tomará en cuenta que un código de 02 será para los dirigidos a trabajar con gasolina y un 03 para los que trabajan con Diesel.

Una vez que ya se tiene estandarizado tanto las áreas presentes en el laboratorio como los grupos endotérmicos, se procede a realizar la tabla 3 en la cual ya se tenga realizado el inventario en sí de dichos insumos (grupos endotérmicos), la misma se muestra a continuación.

Tabla 3

Grupos endotérmicos que reciben el plan de mantenimiento

Código	Denominación	Fabricante	Modelo
AM001-FG02	Motor Fiat a gasolina	Fiat	Fire Evo
AM001-CG02	Motor Chevrolet a gasolina	GM	Opel Corsa
AM001-DD03	Motor Deutz a Diesel	Deutz	F4L-914
AM001-KD03	Motor Kia a Diesel	Kia	D4EA
AM001-ID03	Motor Isuzu a Diesel	Isuzu	4BJ1T
AB001-BD03	Banco de Bombas a inyección	Bosch	EPS 815

Nota. En la presente tabla se muestran los principales grupos endotérmicos que recibirán el plan de mantenimiento en el área de motores.

Descripción del estado de los grupos endotérmicos

El laboratorio de motores de combustión interna tiene a disposición los siguientes grupos endotérmicos y los mismo que se describe el estado en el que se encuentran;

Motor Fiat Fire Evo

Este motor a simple vista se encuentra en perfectas condiciones respecto a sus componentes principales y auxiliares. Respecto al tema de líquidos se tiene que cambiar el aceite y refrigerante ya que no se ha hecho algún mantenimiento, bornes de batería en mal estado y el motor al encenderse presenta problemas de ralentí ya que se encuentra acelerado. Su estructura de apoyo no cuenta con llantas en buenas condiciones para su movilidad en el área de motores MEP.

Figura 36

Estado del motor Fiat Fire Evo



Nota. En la figura se observa el estado del motor Fiat Fire Evo en el área de motores MEP del laboratorio.

Motor GM Opel Corsa

El motor presenta fugas de refrigerante en la parte del radiador, no presenta un cambio de líquido refrigerante y aceite del motor, bornes de baterías corroídos, depósito de combustible obstruye el libre acceso al motor, cables de sensores y actuadores rotor, mal conectados y motor no se enciende.

Figura 37

Estado del motor GM Opel Corsa



Nota. En la figura se observa el estado del motor GM Opel Corsa en el área de motores MEP del laboratorio.

Motor Deutz

Es un motor tipo MEC estacionario, presenta fugas de combustible en la bomba de inyección diésel, fugas de aceite en empaques del cárter, entrada de los inyectores, bornes de batería corroídos y desgastados y motor no se enciende.

Figura 38

Estado del motor Deutz



Nota. En la figura se observa el estado del motor Deutz en el área de motores MEC del laboratorio.

Motor Kia CRDI

Se observa de fugas de aceite en el cárter del motor Kia Diesel, no sé a realizado cambio de filtros de combustibles y de aceite, necesita de cambios de líquido refrigerante y aceite de motor, bornes de batería desgastados, fusibles quemados. Presenta fugas en el radiador y las llantas para movilizarse en el área de motores MEC están de mal estado, motor no se enciende y cable de motor de arranque se sobrecalienta.

Figura 39

Estado del motor Kia CRDI D4EA



Nota. En la figura se observa el estado del motor Kia Diesel en el área de motores MEC del laboratorio.

Motor Isuzu

Presenta problemas de fugas de aceite por empaques deteriorados den el cárter y tapa válvulas del motor, carece de un switch de encendido y de un interruptor para la bujía de precalentamiento, alternador no carga la batería, problemas de corrosión en el radiador y estanqueidad de la tapa de radiador, bornes de batería desgastados y corroídos, depósito de combustible mal ubicado.

Figura 40

Estado del motor Isuzu 4BD1T



Nota. En la figura se observa el estado del motor Isuzu 4BD1T en el área de motores MEC del laboratorio.

Banco de Bombas de Inyección BOSCH EPS 815

Este banco de pruebas de bombas de inyección BOSCH tiene montada una bomba rotativa, la cual presenta fugas de empaques de la misma, inyectores descalibrados, el líquido del banco se encuentra sucio y necesita ser reemplaza, banco si se enciende y está de calibrar.

Identificación del grupo endotérmico

Para la identificación del grupo endotérmico tan solo se va a tomar en cuenta a los motores de los cuales se va a realizar el mantenimiento para lo cual en esta parte se detallará las características de cada uno de estos motores.

Motor Fiat Fire Evo

Motor de combustión interna 4 tiempos a gasolina modelo EVO FIRE 1.4 cc con sistema de encendido DIS chispa perdida 4 cilindros, inyección electrónica semi secuencial, además posee sensor de oxígeno, CKP, TPS, MAP, ECT, los cuales están conectados a la ECU

Figura 41

Identificación motor Fiat Fire Evo



Nota. En la figura se muestra el motor Fiat Fire Evo a gasolina en su estructura tipo maqueta la cual se la puede desplazar.

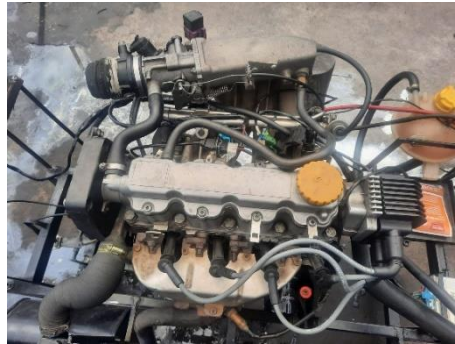
Motor GM Opel Corsa

Motor de combustión interna 4 tiempos a gasolina modelo OPEL CORSA 1.6 cc con sistema de encendido DIS chispa perdida 4 cilindros, inyección electrónica semi secuencial,

cuenta con sensores como CKP, sensor de oxígeno, MAP, MAF, IAT, ECT, TPS, además cuenta con IAC todos estos conectados a la ECU.

Figura 42

Identificación motor GM Opel Corsa



Nota. En la figura se muestra el motor GM Opel Corsa a gasolina en su estructura tipo maqueta la cual se la puede desplazar.

Motor Deutz

Motor de combustión interna a Diesel 4 tiempos que cuenta con inyección por bomba lineal e inyectores mecánicos en sus 4 cilindros turboalimentados, no posee bujías de precalentamiento y cuenta con una refrigeración por aire, con una cilindrada total de 4086 cc.

Figura 43

Identificación motor Deutz



Nota. En la figura se observa la identificación del motor Deutz en el área de motores MEC del laboratorio.

Motor Kia

Motor de combustión interna 4 tiempos a Diesel con sistema de inyección CRDI, 4 cilindros turboalimentados, además cuentan con múltiples sensores entre ellos CKP, TPS, sensor de oxígeno, ECT, todos estos comandados por la ECU, también dispone de bujías de precalentamiento, con una cilindrada total de 2.0 cc.

Figura 44

Identificación motor KIA CRDI D4EA



Nota. En la figura se muestra el motor Kia CRDI a Diesel en su estructura tipo maqueta la cual se la puede desplazar.

Motor Isuzu

Motor de combustión interna a Diesel 4 tiempos modelo 4BJ1T con inyección por bomba lineal e inyectores mecánicos, 4 cilindros turboalimentados, además cuenta solamente con bujías de precalentamiento, con una cilindrada total de 3800 cc.

Figura 45

Identificación motor Isuzu 4BD1T



Nota. En la figura se muestra el motor Isuzu 4BD1T a Diesel en su estructura tipo maqueta empotrada en el piso del laboratorio

Banco de bombas de Inyección BOSCH EPS 815

Es un banco de la marca Bosch cuenta con una capacidad para bombas tanto lineales como rotativas es el modelo EPS-815, además cuenta con 6 inyectores en los cuales se conectan las líneas de las bombas además nos proporciona una capacidad de 12 probetas electrónicas con sensores de caudal en las mismas que se puede instalar otros inyectores para probar las bombas de inyección Diesel, este banco por otra parte trabaja con un líquido especial característico del mismo o diésel, así también en dicho banco se pueden realizar pruebas de presión y caudal de las bombas de Diesel, para así poder calibrar dichas bombas.

Figura 46*Banco Bosch EPS 815*

Nota. En la figura se muestra el banco Bosch de bombas de inyección modelo EPS 815.

Fichas técnicas de los grupos endotérmicos

Las fichas técnicas de cada grupo endotérmico tanto para motores tipo MEP y MEC constan de los datos técnicos donde se tiene el código designado para cada uno, la ubicación en el laboratorio, modelo, número de serie y el fabricante y una breve descripción de cada grupo. Luego se tiene las características técnicas generales de cada grupo endotérmico, tal es el caso; tipo de combustible, número de cilindros, la cilindrada, la relación de compresión, el par y potencia máxima a cierto régimen de revoluciones, el tipo de alimentación y otra característica en particular constructiva del mismo.

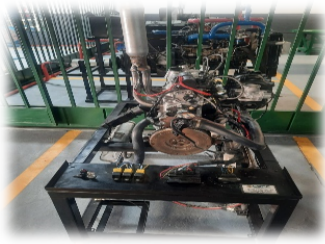
También se adjunta una imagen, donde se puede observar el estado y las características que se mencionan en la ficha técnica del grupo endotérmico. Esta la parte de observaciones en las cuales se puede detallar algún defecto o detalle que presente ya que esto sirve de mucha ayuda para los estudiantes y docentes que hacen uso del mismo, con la finalidad de desarrollar las prácticas de buena manera.

Motor Fiat Fire Evo

Figura 47

Ficha técnica motor Fiat Fire Evo

FICHA TÉCNICA			
DATOS TÉCNICOS			
CÓDIGO:	AM001-FG02	UBICACIÓN:	Área MCI MEP
MODELO:	FIRE EVO	Nº SERIE:	
FABRICANTE:	FIAT		
DESCRIPCIÓN:	Es un motor tipo MEP, cuenta con un sistema de encendido DIS por chispa perdida e inyección electrónica secuencial, además de tener equipado sensores; EGO, CKP, TPS, MAP, ECT conectados a la ECU.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Tipo de combustible	Nafta		
Número de cilindros	4 en línea		
Cilindrada	1368	cm ³	
Relación de Compresión	12.35: 1		
Potencia máxima	85 CV	5750 rpm	
Par máximo	120 Nm	3500 rpm	
Distribución	Variable		
Árbol de levas	SOCH-8V		
Alimentación	Inyección electrónica		
Observaciones:			




Nota. En la figura se observa la ficha técnica a detalle del motor Fiat Fire Evo del área de motores MEP del laboratorio.

Motor GM Opel Corsa

Figura 48

Ficha técnica del motor GM Opel Corsa

FICHA TÉCNICA			
DATOS TÉCNICOS			
CÓDIGO:	AM001-CG02	UBICACIÓN:	Área MCI MEP
MODELO:	OPEL CORSA	Nº SERIE:	
FABRICANTE:	GM		
DESCRIPCIÓN:	Es un motor tipo MEP, cuenta con un sistema de encendido DIS por chispa perdida e inyección electrónica semisecuencial, además de tener equipado sensores; EGO, CKP, TPS, MAP, MAF, LAT, ECT y actuadores IAC conectados a la ECU.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Tipo de combustible	Nafta		
Número de cilindros	4 en línea		
Cilindrada	1598	cm ³	
Relación de Compresión	9.4:1		
Potencia máxima	92 HP	5600 rpm	
Par máximo	127 Nm	2800 rpm	
Carrera x Diámetro	81.5x79	mm	
Número de válvulas por cilindro	2		
Alimentación	Inyección multipunto		
Observaciones:			
Posición transversal del motor			



Nota. En la figura se observa la ficha técnica a detalle del motor GM Opel Corsa del área de motores MEP del laboratorio.

Motor Deutz

Figura 49

Ficha técnica del motor Deutz

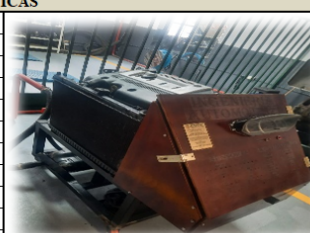
FICHA TÉCNICA			
DATOS TÉCNICOS			
CÓDIGO:	AM001-DD03	UBICACIÓN:	Área MCI MEC
MODELO:	F4L 912	Nº SERIE:	5331550
FABRICANTE:	DEUTZ		
DESCRIPCIÓN:	Es un motor tipo MEC de 4 tiempos estacionario, equipado con inyectores mecánicos y una bomba de inyección del tipo lineal. Al ser refrigerado por aire es la aplicación perfecta en maquinaria forestal.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Tipo de combustible	Diesel		
Número de cilindros	4 en línea		
Cilindrada	4086	cm ³	
Relación de Compresión	17.5:1		
Potencia máxima	80 CV	2800 rpm	
Par máximo	260 Nm	1600 rpm	
Carrera x Diámetro	125x102	mm	
Aspiración del motor	Normal		
Alimentación	Bomba de Inyección Lineal		
Observaciones:			
			

Nota. En la figura se observa la ficha técnica a detalle del motor Deutz del área de motores MEC del laboratorio.

Motor Kia

Figura 50

Ficha técnica del motor Kia CRDI

FICHA TÉCNICA			
DATOS TÉCNICOS			
CÓDIGO:	AM001-KD03	UBICACIÓN:	Área MCI MEC
MODELO:	2.0L CRDI	Nº SERIE:	D4EA
FABRICANTE:	KIA		
DESCRIPCIÓN:	Es un motor tipo MEC de 4 tiempos con sistema de inyección CRDI y equipado con múltiples sensores; CKP, TPS, EGO, ECT todos estos comandados por la ECU y de bujías de precalentamiento.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Tipo de combustible	Diesel		
Número de cilindros	4 en línea		
Cilindrada	1991	cm ³	
Relación de Compresión	17.3:1		
Potencia máxima	140 CV	4000 rpm	
Par máximo	305 Nm	1800 rpm	
Carrera x Diámetro	92x83	mm	
Número de válvulas por cilindro	4 Distribución OHC		
Alimentación	Diesel Commonrail		
Aspiración del motor	Turbocompresor / Intercooler		
Observaciones:			
			


Nota. En la figura se observa la ficha técnica a detalle del motor Kia CRDI del área de motores MEC del laboratorio.

Motor Isuzu

Figura 51

Ficha técnica del motor Isuzu 4BD1T

FICHA TÉCNICA			
DATOS TÉCNICOS			
CÓDIGO:	AM001-ID03	UBICACIÓN:	Área MCI MEC
MODELO:	4BD1T	Nº SERIE:	KSZ0235EAAX
FABRICANTE:	ISUZU Motors		
DESCRIPCIÓN:	Es un motor tipo MEC de 4 tiempos con inyección por bomba lineal equipada con inyectores mecánicos y bujías de precalentamiento.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Tipo de combustible	Diesel		
Número de cilindros	4 en línea		
Cilindrada	3800	cm ³	
Relación de Compresión	16.5:1		
Potencia máxima	124 HP	3000 rpm	
Par máximo	250 lb-ft	2800 rpm	
Carrera x Diámetro	118x102	mm	
Número de válvulas por cilindro	2		
Alimentación	Turbolamentado / Intercooler		
Observaciones:			




Nota. En la figura se observa la ficha técnica a detalle del motor Isuzu 4BD1T del área de motores MEC del laboratorio.

Banco de bombas de Inyección BOSCH EPS 815

Figura 52

Ficha técnica del Banco de Bombas de Inyección BOSCH EPS 815

FICHA TÉCNICA			
DATOS TÉCNICOS			
CÓDIGO:	AB001-BD03	UBICACIÓN:	Área de Bombas de inyección
MODELO:	EPS	Nº SERIE:	815
FABRICANTE:	BOSCH		
DESCRIPCIÓN:	El banco de pruebas de bombas de inyección diesel del tipo lineales como rotativa, equipado con 12 líneas para los inyectores diesel. Utiliza un líquido propio o diesel el cual es muy útil para realizar las pruebas de presión y caudal de las bombas de inyección diesel.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Color del banco	Verde RAL 6018		
Seloides de parada	12 / 24 V	7 A	
Capacidad aceite de prueba	50	lts	
Manómetros (Baja / Alta)	0-600 kPa	0-6 MPa	
Rango de rotación	0-4000	rpm	
Temperatura máxima del refrigerante	17	°C	
Motor de accionamiento	10,2	kW	
Dimensiones (CxAxL)	2,26x1,588x0,86	m	
Peso	1000	kg	
Observaciones:			



Nota. En la figura se observa la ficha técnica a detalle del Banco de Bombas de Inyección BOSCH EPS 815 del área de bombas de inyección del laboratorio.

Mantenimiento de los grupos endotérmicos

En este punto hay que considerar que en los grupos endotérmicos se realizara planes de mantenimiento preventivo y para ellos se tomaron en cuenta estos aspectos como los más importantes dentro de este tipo de mantenimientos.

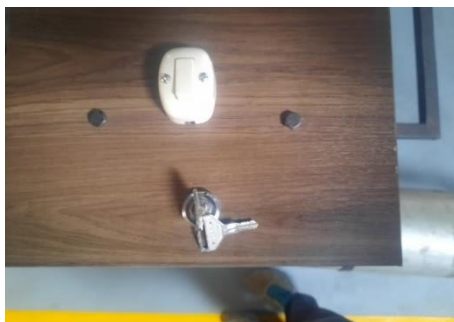
Mantenimiento eléctrico, electrónico

En este punto se realizó una revisión general del sistema eléctrico y electrónico principalmente a los motores que trabajan con una ECU los mismo que son el FIAT EVO FIRE, el motor OPEL CORSA y el motor KIA.

También dentro de los motores a Diesel tenemos el motor ISUZU modelo 4BJ1T que se realizó un tablero incorporando un switch de encendido y realizando el cableado necesario, para mejorar la parte del encendido.

Figura 53

Tablero motor Isuzu



Nota. En la figura se muestra el tablero del motor Isuzu que contiene un switch de encendido y un interruptor para las bujías de pre calentamiento.

En lo que respecta al motor GM OPEL CORSA se le realizo un chequeo y correcta conexión de todo el cableado basándonos de acuerdo al esquema eléctrico, el mismo que se lo puede visualizar en los ANEXOS, esto se lo realizo para que el motor encienda de manera correcta, además se le cambio los cables de las bujías los mismos que fueron colocados de acuerdo al manual del fabricante y a la vez esto se lo especifica en el plan de mantenimiento.

Figura 54

Cableado motor GM Opel Corsa



Nota. En la figura se muestra una evidencia de lo que se realizó la correcta instalación del cableado del motor GM Opel Corsa.

Además de que en este motor se le cambio los cables de bujías ya que los mismos no eran los adecuados para el motor.

Figura 55

Cables de bujía



Nota. En la figura se muestra los cables de bujía del motor GM OPPEL CORSA en marca AC Delco, pero cabe destacar que existen algunas otras marcas que fabrican dichos cables para este tipo de motores.

En el motor HYUNDAI CRDI de igual manera se realizó un chequeo del cableado y del sistema de arranque se le cambio el relevador el cual estaba dando problemas al momento de arrancar el motor.

Figura 56

Relevador de arranque



Nota. En la figura se muestra ya conectado el nuevo relevador de arranque en el motor KIA.

Cabe destacar que a todos los motores de igual manera se les cambio los bornes para las baterías puesto que estos motores trabajaran con baterías nuevas y no queremos que los bornes de las mismas se dañen.

Figura 57

Bornes de batería



Nota. En las figuras se muestra los bornes nuevos de cada uno de los motores así: en la figura a) Bornes del Motor Fiat, en b) Bornes del motor KIA, en c) Bornes del motor Deutz, en d) Bornes del motor Isuzu.

Mantenimiento mecánico

Dentro de este mantenimiento se realizó a todos los motores readecuaciones necesarias para su correcto funcionamiento dentro de las cuales están.

En el motor a Diesel ISUZU modelo 4BD1T realizamos el cambio de banda de accesorios la misma que se encontraba en mal estado, para que cuando el motor entre en funcionamiento la misma no tienda a fallar.

Figura 58

Correa de accesorios



Nota. En la figura se muestra la correa de accesorios nueva en el motor Isuzu 4BD1T

Así, también se realizó adecuaciones de lo que es el tanque de combustible ubicándolo la parte superior de la estructura del mismo, mejorando así la parte de la alimentación del mismo.

Figura 59

Depósito de combustible



Nota. En la figura se muestra el depósito reubicado en la estructura del motor Isuzu 4BD1T.

Por otro lado, se cambió el empaque del motor en las partes que existían fugas de aceite, esto fue en la parte del cárter y la tapa válvulas.

Figura 60

Empaque del cárter motor Isuzu

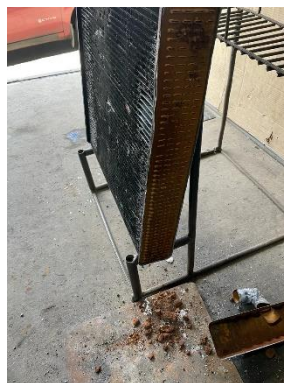


Nota. En la figura se muestra el empaque conjuntamente con el cárter el mismo que será colocado en el motor Isuzu para así ya no tener el problema de sus fugas.

Finalmente, el radiador de este motor por los años que ha permanecido en la Universidad se procedió a realizar una limpieza del radiador, así como también realizarle unas sueldas en donde tenía fugas de líquido refrigerante, además de que se le cambio su tapa ya que esta no estaba en bien estado.

Figura 61

Radiador motor Isuzu



Nota. En la figura se muestra la limpieza (baqueteo) de los tubos de refrigeración del radiador del motor Isuzu.

En cambio, en el motor DEUTZ a Diesel se realizó en la parte mecánica el cambio de la banda de accesorios la cual estaba deteriorada por el tiempo que tenía de uso.

Figura 62

Banda de accesorios motor Deutz

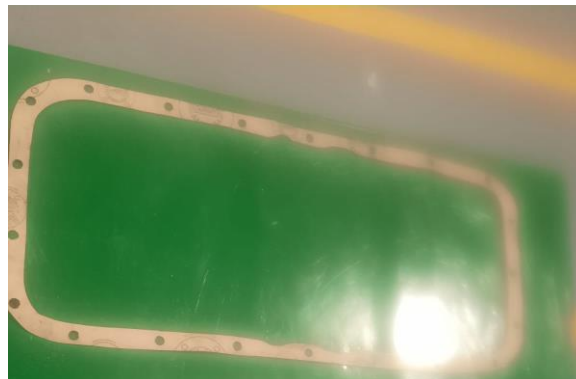


Nota. La figura muestra la evidencia del cambio de la banda de accesorios del motor Deutz a Diesel.

Por otra parte, también se cambió el empaque del cárter el mismo que poseía fugas de aceite y no cumplía con su función, al final quedando el motor sin fugas de aceite y funcional en la parte mecánica.

Figura 63

Empaque del cárter motor Deutz



Nota. En la figura se muestra el empaque nuevo que se colocara en el cárter del motor Deutz el cual tenía fugas de aceite por este sector.

Con respecto al motor GM Opel Corsa se le realizo la suelda de su radiador ya que esta tenía fugas del líquido refrigerante ocasionando que el mismo liquido disminuyera su nivel.

Figura 64

Radiador motor GM Opel Corsa



Nota. En la figura se muestra la limpieza (baqueteo) del radiador del motor GM Opel Corsa.

Lubricación, ajustes y calibración

En cuanto al tema de la lubricación a los 5 motores se les cambio los filtros de aceite y de igual manera el aceite de cada uno de los motores, tomando en cuenta que para los motores a gasolina se utilizó un aceite SAE 20w50 de acuerdo a las especificaciones del fabricante lo cual esta especificado en el plan de mantenimiento y se lo puede visualizar en los ANEXOS y por el contrario en los motores Diesel se utilizó un aceite SAE 15w40 que de igual manera está basado en las especificaciones del fabricante y se visualiza en los ANEXOS del plan de mantenimiento de estos motores.

Figura 65

Evidencias de cambio de aceite



Nota. En la figura se muestra el cambio de aceite de los mores: a) cambio de aceite motor Isuzu a Diesel, b) cambio de aceite motor Deutz a Diesel, c) Cambio de aceite motor KIA a Diesel, d) cambio de aceite motor GM a gasolina.

Figura 66

Evidencia de filtros de combustible y aceite cambiados



Nota. La figura muestra evidencias de los filtros tanto de aceite como de combustible cambiados en cada uno de los motores: a) filtros de aceite nuevos motor Isuzu, b) filtro de aceite nuevo motor KIA, c) filtro de aceite nuevo motor Fiat, d) filtros de combustible nuevos motor Deutz, e) filtro de combustible nuevo motor KIA, f) filtro de combustible nuevo motor Isuzu, g) filtro de aceite nuevo motor Deutz, h) filtro de aceite nuevo motor GM Corsa.

En el motor FIAT FIRE EVO en lo que es la parte de la calibración se le realizó una calibración manual del IAC el cual es el encargado de controlar el ralentí del motor, puesto que este motor no posee una conexión eléctrica para que dicho actuador funcione.

Figura 67

Cuerpo de aceleración con IAC

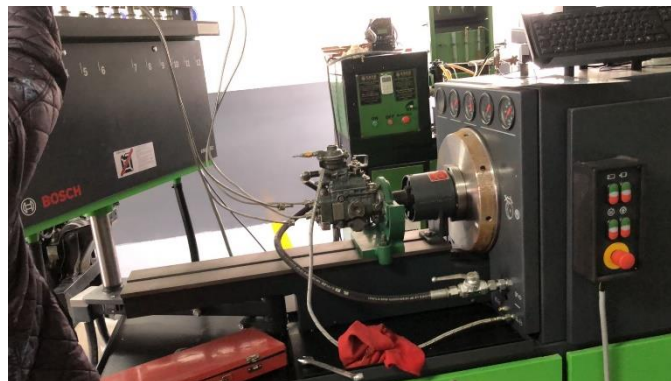


Nota. La figura muestra el cuerpo de aceleración en conjunto con la válvula IAC instalada y calibrada manualmente.

Así también en lo que respecta al banco Bosch de bombas se montó una bomba rotativa en el mismo calibrando de esta manera dicha bomba en el banco para así poder realizar prácticas en el mismo.

Figura 68

Banco Bosch de bombas Diesel



Nota. En la figura se muestra una bomba rotativa ya montada en el banco Bosch para sus posteriores pruebas.

Por otra parte, también se calibro los inyectores que trae este banco ya que estos son mecánicos y se los puede calibrar en el banco manual que existe en el laboratorio.

Figura 69

Inyectores del banco BOSCH



Nota. En la figura se muestra la calibración manual de los inyectores del banco Bosch de bombas a Diesel.

Puesta a punto de los grupos endotérmicos.

En el siguiente punto se menciona la puesta a punto de los grupos endotérmicos del laboratorio de MCI, así como sugerencias que se debe hacer, para el uso de cada motor MEP o MEC.

Puesta a punto Motores MEP

Después de realizar el mantenimiento eléctrico, mecánico, la lubricación y ajustes de los motores Fiat Fire Evo y GM Opel Corsa. La puesta a punto de ambos motores para el correcto funcionamiento y el desarrollo de las prácticas en el área de motores MEP del laboratorio MCI se debe realizar lo siguiente:

- Verificar si los niveles de líquidos como refrigerante y aceite de motor estén dentro de los límites permitidos y si existen fugas por el motor.
- Conectar la batería de 12V correctamente y verificar si no se encuentren sulfatados los bornes y bien ajustados.

- Comprobar si la batería se encuentre a carga completa para el encendido del motor.
- Observar que ningún cable o conector este suelto.
- Verificar el nivel de combustible en el depósito, llenarlo si es necesario y verificar si el combustible llega a los inyectores a una presión correcta.
- Comprobar si el motor tiene la correcta sincronización entre el árbol de levas y el cigüeñal
- Verificar si los cables de bujías estén correctamente conectados según el orden de encendido del motor y si hay chispa en cada cilindro del motor.

Puesta a punto Motores MEC

Después de realizar el mantenimiento eléctrico, mecánico, la lubricación y ajustes de los motores Deutz, Isuzu 4BD1T y Kia CRDI. La puesta a punto de estos motores para el correcto funcionamiento y el desarrollo de las prácticas en el área de motores MEC del laboratorio MCI se debe realizar lo siguiente:

- Verificar si los niveles de líquidos como refrigerante y aceite de motor estén dentro de los límites permitidos y si existen fugas de los mismos por el motor.
- Conectar la batería de 12V o 24 V correctamente y verificar si no se encuentren sulfatados los bornes y bien ajustados.
- Comprobar si la batería se encuentre a carga completa para el encendido del motor.
- Observar que ningún cable o conector este suelto.
- Verificar el nivel de combustible en el depósito, llenarlo si es necesario y verificar si el combustible es inyectado por la bomba y llega a los inyectores alta presión.
- Comprobar si el motor tiene la correcta sincronización entre el árbol de levas y el cigüeñal

- Purgar el sistema de alimentación, cañerías de la bomba de inyección o del inyector mecánico antes de encender el motor, ya que el Diesel absorbe partículas de agua y aire.
- Encender en tiempo de pocos segundos las bujías de precalentamiento para que el motor llegue a temperatura de funcionamiento y se logre la correcta combustión en arranques en frío.

Puesta a punto Banco de Inyección Bosch

Antes de poder utilizar el equipo BOSH EP815, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones;

- Verificar los niveles de líquidos aceite y diésel estén dentro de los límites permitidos.
- Verificar que la bomba de inyección diésel este bien montada tanto en la toma de las revoluciones del equipo como las cañerías que sale de la bomba a los inyectores.
- Visualizar que los mandos e interruptores de paro de emergencia este en óptimas condiciones.
- Identificar y Digitalizar los datos correctamente en el software del equipo para la correcta calibración y diagnóstico de la bomba de inyección diésel montada.

Desarrollo de los planes de mantenimiento orientados a MCI

Entre los requisitos primordiales para realizar este paso se van a explicar a continuación:

- Incrementar la satisfacción: garantiza el correcto funcionamiento de los grupos endotérmicos sin tener interrupciones o paros inesperados por posibles daños de los grupos endotérmicos, además de tiempos no planificados de tener al grupo endotérmico sin trabajar

- Cumplir con estándares y regulaciones: nos permite cumplir los estándares y las regulaciones específicas para así poder en un futuro tener acreditaciones.
- Mejorar la seguridad: garantiza el tener un grado alto de confiabilidad en el trabajo correcto de los grupos endotérmicos, además de ser un trabajo seguro.
- Proteger la vida útil de los grupos endotérmicos: garantiza el tener más años de vida útil de los grupos endotérmicos al tener un correcto mantenimiento de los mismos, reduciendo en costes de posibles daños por la falta de mantenimientos.

Una vez explicado los requisitos, se procede a seleccionar un plan tipo *preventivo* gracias a la justificación por parte de las 9's en conjunto con el sistema LEMI, dando así a conocer que garantiza el control de las revisiones que se van a realizar en los grupos endotérmicos y de igual manera responde a las necesidades que se tienen dentro del laboratorio en donde los grupos endotérmicos no pueden ser usados sin tener una supervisión de su estado inicial.

Planificación del mantenimiento de los grupos endotérmicos

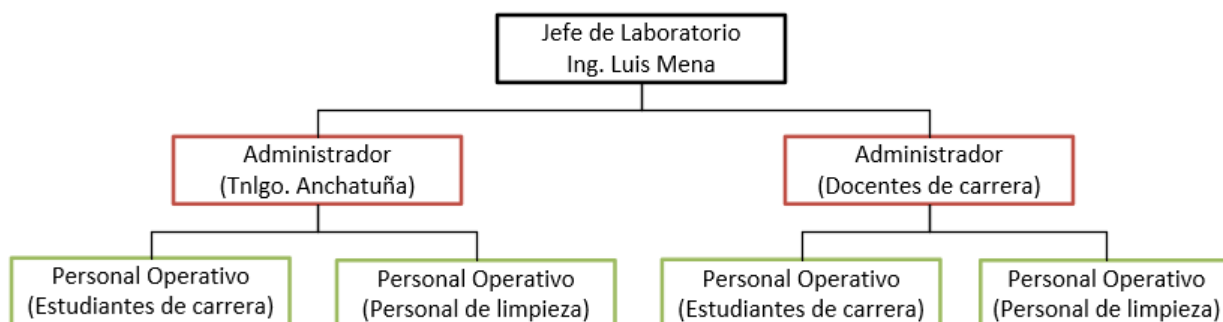
Una vez que se realizó la organización, es decir ordenar los medios y los recursos materiales del plan de mantenimiento, detallado en el inventario de los grupos endotérmicos con una fácil identificación por codificación donde se tiene el área, sección, el grupo y componentes de cada grupo endotérmico del laboratorio de MCI.

En este apartado, se detalla la planificación del mantenimiento a cada uno de los grupos endotérmicos, es decir cómo se lleva a cabo el mantenimiento teniendo en cuenta un proceso de planificación durante un periodo de mediano plazo de 1 año en los cuales los 12 meses son divididos cada uno por 4 semanas en un total de 48 semanas, la distribución en un tablero de control por el tiempo transcurrido de 8 horas de trabajo del grupo endotérmico del laboratorio de MCI, debido que este tipo de tablero es utilizado en automoción, que planifica las actividades de mantenimiento al año y distribuido por semanas.

La otra fase de este plan de mantenimiento es poner en marcha las actividades planificadas que se ejecuten de manera diría por su sencillez y las programadas en un lapso de tiempo para cada grupo endotérmico, estas actividades están estipuladas en base al sistema LEM o LEMI y relacionada con el tiempo de duración, insumos necesarios, guías de prácticas y la codificación destina para estos grupos. También se debe conocer quiénes serán los encargados de administrar y gestionar que se lleve a cabo estas actividades de mantenimiento programas a mediano plazo, a continuación, se muestra en la Figura la jerarquía de cómo está distribuido los recursos humanos y son los partícipes de llevar a ejecución el plan de mantenimiento el laboratorio de MCI.

Figura 70

Organigrama del laboratorio de MCI



Nota. En la figura se muestra el orden jerárquico del personal encargado y acreedores el laboratorio y pueden acceder a la información del plan de mantenimiento de cada grupo endotérmico.

El plan de mantenimiento programado en actividades de lubricación, eléctricos y mecánicos para cada grupo endotérmico se encuentra detallado en los ANEXOS de este trabajo de investigación.

Actividades de mantenimiento de los grupos endotérmicos

Para hacer más sencillo el plan de mantenimiento de los grupos endotérmicos hemos dividido a las actividades de acuerdo a su consecuencia dándonos así dos grupos de los cuales se hablará a continuación.

Actividades de rutina

Llamamos actividades de rutina aquellas que se las realizara de manera diaria en cada uno de los grupos endotérmicos para de esta manera asegurar y garantizar el correcto funcionamiento de los mismo, entre las cuales tendremos:

- Inspecciones de fluidos (nivel de aceite y refrigerante)
- Comprobación de voltajes de batería
- Inspecciones visuales
- Calibración

Actividades programadas

Por otro lado, llamamos actividades programadas aquellas que van a tener un cierto rango en el cual van a ser cumplidas para que los elementos de los grupos endotérmicos no lleguen a fallar, entre las cuales tenemos:

- Reemplazos de filtro (aceite y combustible)
- Reemplazo de fluidos (aceite y refrigerante)
- Limpieza profunda (elementos de los grupos endotérmicos)
- Reemplazo de accesorios y elementos (bandas, cables de bujía, bujías)

Guías académicas para el laboratorio de los grupos endotérmicos

En esta sección se pretende brindar información recopilada mediante guías académicas de la operación del grupo endotérmico así como de algunas prácticas que se pueden hacer los estudiantes y docentes de la carrera de ingeniería automotriz, estos documentos se encuentran en el formato ESPE correspondiente y actualizado que utilizan los docentes en sus guías de

prácticas de laboratorio, estos documentos se encuentran en los ANEXOS de este trabajo de investigación así como en la cargadas en el sitio web donde se encuentra toda la información técnica del laboratorio de MCI.

Implementación de códigos de registro en los grupos endotérmicos

Para mejorar el acceso a la información hemos visto la necesidad de implementar una interfaz digital en el laboratorio para de esta manera poder tener un acceso más inmediato a la información de los grupos endotérmicos y por consiguiente a los planes de mantenimiento de los mismos. Y de acuerdo a esto para la implementación de esta interfaz se tomaron en cuenta varios aspectos como:

- Un diseño interactivo e intuitivo de la propia interfaz
- Que el mismo sea de fácil acceso y manejo para todos los usuarios
- El uso del mismo es similar a un blog o una web el mismo que contiene la información necesaria de los grupos endotérmicos

Diseño de la interfaz

En la parte del diseño de la interfaz se lo realizo a partir del uso de una herramienta informática conocida como Blogger en el mismo que se puede realizar y publicar contenidos de cualquier ámbito de manera gratuita sin tener que generar algún tipo de código para la creación de la misma o tener que instalar algún tipo de programa para así tener acceso a la información publicada.

Estructuración de las entradas para los grupos endotérmicos

Cabe destacar que como la interfaz es de uso exclusivo para las áreas del laboratorio de rectificación y MCI, las entradas cuentan con información específica de los grupos endotérmicos entre las cuales se encuentran las fichas técnicas de cada uno de los grupos endotérmicos, también se encuentran las guías de prácticas académicas que pueden realizar cada uno de los estudiantes en los grupos endotérmicos.

Por otra parte, también dentro de estas entradas tenemos información de los planes de mantenimiento que se tienen que llevar a cabo en cada grupo endotérmico, estos planes como ya se mencionó con anterioridad basados en el sistema LEMI, y con esto tanto los usuarios y estudiantes podrán tener acceso a esta información muy valiosa.

Creación de los códigos QR

Para la creación de los códigos QR se hizo uso de un generador de los mismos “qrfy.com” en el cual nos permite diseñar dicho código personalizado, pero por motivos de estandarización y de la parte estética se los hizo de manera convencional. Estos códigos van a permitir a los usuarios escanearlos y entrar de manera fácil y rápida a la información de los grupos endotérmicos. A continuación, se muestran cada uno de estos códigos QR generados para cada uno de los grupos endotérmicos.

Figura 71

QR del Motor Fiat



Nota. Mediante el escaneo de este código con un celular se puede acceder a la información del motor Fiat en la página web.

Figura 72

QR del Motor GM



Nota. Mediante el escaneo de este código con un celular se puede acceder a la información del motor corsa en la página web.

Figura 73

QR del Motor Isuzu



Nota. Mediante el escaneo de este código con un celular se puede acceder a la información del motor Isuzu en la página web.

Figura 74

QR del Motor Kia



Nota. Mediante el escaneo de este código con un celular se puede acceder a la información del motor Kia en la página web.

Figura 75

QR del Motor Deutz



Nota. Mediante el escaneo de este código con un celular se puede acceder a la información del motor Deutz en la página web.

Figura 76

QR del Banco Bosch EPS 815



Nota. Mediante el escaneo de este código con un celular se puede acceder a la información del banco de bombas Diesel Bosch EPS 815 en la página web.

Etiquetado código QR a los grupos endotérmicos

A continuación, se muestran el etiquetado de cada código QR en cada uno de los grupos endotérmicos además de banco de bombas de inyección Bosch EPS 815, en las siguientes figuras se observa donde se encuentran los códigos QR, los mismos que son de muy fácil acceso para que estudiantes y docentes de la carrera puedan acceder a esta información.

Figura 77

Etiquetado QR del Motor Fiat



Nota. Ubicación del código QR en el motor Fiat Fire Evo del área de motor MEP.

Figura 78

Etiquetado QR del Motor GM



Nota. Ubicación del código QR en el motor GM Opel Corsa del área de motor MEP.

Figura 79

Etiquetado QR del Motor Isuzu



Nota. Ubicación del código QR en el motor Isuzu 4BD1T del área de motor MEC.

Figura 80

Etiquetado QR del Motor Kia



Nota. Ubicación del código QR en el motor KIA CRDI 2.0L del área de motor MEC.

Figura 81

Etiquetado QR del Motor Deutz



Nota. Ubicación del código QR en el motor DEUTZ del área de motor MEC.

Figura 82

Etiquetado QR del Banco Bosch EPS 815



Nota. Ubicación del código QR en el banco de bombas Diesel Bosch EPS 815 del área de Bombas de Inyección.

Capítulo IV

Marco Administrativo

Recursos

En todo el transcurso que se realizó la tesis se hizo necesario la intervención de varias partes tanto de recursos humanos, materiales, tecnológicos y de apoyo los mismos que a continuación se los detallara con mayor exactitud.

Recursos humanos

El desarrollo de la tesis “Implementación del plan de mantenimiento para los grupos endotérmicos del laboratorio de MCI y rectificación”, fue realizada por las siguientes personas que intervinieron plenamente en dicha tesis:

Tabla 4

Colaboradores de la tesis

ORDEN	NOMBRE	CARGO	CARRERA/DEPARTAMENTO
1	Sr. Cando Edwin	Estudiante	Ingeniería Automotriz
2	Sr. Mena Adrian	Estudiante	Ingeniería Automotriz
3	MSc. Luis Mena	Director	Energía y Mecánica

Nota. La tabla nos muestra las personas que fueron participes en la ejecución de la presente tesis.

Recursos tecnológicos

En la parte de recursos tecnológicos fueron de gran importancia en la ejecución de esta tesis ya que como anteriormente se mencionó implementamos lo que son códigos QR en los grupos endotérmicos del laboratorio por lo cual se hizo uso de los siguientes recursos tecnológicos que se detallan a continuación:

Tabla 5*Recursos tecnológicos*

ORDEN	NOMBRE
1	Laptop
2	Multímetro
3	Internet

Nota. La tabla muestra cada uno de los recursos tecnológicos que se usaron en el desarrollo de la presente tesis.

Recursos materiales

Para la ejecución de la presente tesis se utilizaron varios recursos materiales los mismos que serán detallados a continuación en la tabla 6.

Tabla 6*Recursos materiales*

ORDEN	NOMBRE
1	Motor Fiat Fire Evo
2	Motor GM Opel Corsa
3	Motor KIA CRDI
4	Motor Isuzu
5	Motor Deutz
6	Banco de bombas Bosch
7	Combustible
8	Switch de encendido
9	Aceite 20w50
10	Aceite 15w40
11	Filtros de aceite

ORDEN	NOMBRE
12	Filtros de combustible
13	Cables de bujía
14	Silicona
15	Empaques
16	Alambre flexible
17	Bornes para batería
18	Terminales
19	Taípe
20	Empaste para exterior
21	Cemento
22	Señalética
23	Pintura de alto tráfico gris
24	Pintura de alto tráfico amarilla
25	Pintura para pared base de agua blanca
26	Pintura sintética para pared gris
27	Tiñer
28	Lijas
29	Brochas y rodillos
30	Gypsum
31	Lavamanos
32	Acoples para agua
33	Cinta masqui
34	Refrigerante

ORDEN	NOMBRE
35	Espátulas
36	Caja de herramientas completa
37	Suelda
38	Baterías de 12v para vehículos
39	Placas con códigos QR

Nota. La tabla muestra los materiales que se utilizaron en el desarrollo de la tesis y si se ve materiales destinados para la construcción esto se lo uso ya que se hizo una readecuación de las áreas de trabajo en el laboratorio.

Recursos de apoyo

Para poder llevar a cabo la tesis se nos hizo necesario la contratación de personal de apoyo para realizar actividades que estaban fuera de nuestro conocimiento para hacerlo esto se lo detalla en la siguiente tabla.

Tabla 7

Colaboradores

ORDEN	NOMBRE	CARGO
1	Sr. Pacheco Luis	Maestro Pintor
2	Sr. Sigcha Edgar	Maestro Albañil

Nota. La tabla muestra las personas que colaboraron en las actividades de readecuación de las áreas del laboratorio en la parte de pintura y albañilería.

Análisis de costos

Costos de la investigación

Tabla 8*Costos de la Investigación*

ORDEN	DETALLE	COSTO
1	Readecuación de las áreas	2300
2	Combustible para los motores	20
3	Aceites lubricantes	117.22
4	Refrigerante	4
5	Filtros	24
6	Bandas	14.5
7	Bornes para batería	17.5
8	Baterías	239
9	Empaques	13.75
10	Switch de encendido	14
11	Tableros	10
12	Lavamanos	84
13	Señalética	48
14	Gypsum	41.6
15	Cables de bujía	27
16	Placas con códigos QR	16.5
17	Otros	200
TOTAL		3143.07

Nota. En la tabla se muestra el gasto total de todos los recursos que se usaron en la ejecución de la presente tesis.

Conclusiones

Mediante el levantamiento de información del área de motores de combustión interna se determinó que la infraestructura presentaba signos de desgaste como grietas y agujeros en la superficie del suelo y paredes, los grupos endotérmicos presentaban fallas de atenciones de cambios de aceites, filtros de aceite y combustible, refrigerante, empaques de motor, conectores y componentes eléctricos y electrónicos de los instrumentos de mando en mal estado, factores de mucha utilidad para tomar acciones de mantenimiento preventivo.

Se efectuó la puesta a punto de los grupos endotérmicos, ejecutando diferentes actividades de mantenimiento preventivo y correctivo en el sistema de lubricación y refrigeración de estos grupos endotérmicos y la hermeticidad de empaques en sus elementos constructivos, también sistemas auxiliares de alimentación de combustible y encendido con el propósito de restablecer a su operatividad y contribuir a la eficiencia de las buenas prácticas académicas.

Se elaboró un plan de mantenimiento preventivo, que incluye actividades rutinarias y programas base al método LEMI, la gestión de los recursos de manera más eficiente y siempre procurar que no existan interrupciones fuera de la planificación que se suscitan por problemas técnicos.

Se desarrolló una interfaz digital con la finalidad de gestionar la fácil adquisición e interacción de la información con las actividades de mantenimiento, guías de prácticas y operación, las fichas técnicas de características y aspectos relevantes recopiladas y de necesidad de cada grupo endotérmico.

Se etiquetó mediante el cifrado de códigos QR a cada grupo endotérmico, con la iniciativa de hacer más ágil el acceso a la información de fichas técnicas, guías de operación y práctica, actividades de mantenimiento optimizando el tiempo de los estudiantes y docentes en el laboratorio en el área de motores de combustión interna.

Recomendaciones

Establecer una programación de monitoreo continuo para los grupos endotérmicos, donde se permita identificar anomalías y estas se puedan resolver con acciones y actividades de mantenimiento preventivo antes que estas se conviertan en acciones y actividades de mantenimiento correctivo.

Impartir una capacitación continua a los estudiantes y docentes de la carrera que hacen uso del laboratorio de MCI y rectificación en cada periodo académico, esto permitirá asegurar la continuidad del funcionamiento y el uso de los grupos endotérmicos, haciendo las prácticas más seguras y eficientes.

Dar seguimiento y realizar con toda seriedad cada una de las actividades rutinaria y programada de mantenimiento preventivo para cada grupo endotérmico, de modo que ayude a evitar paros improductivos de enseñanza, reducir daños prematuros, costos generales de mantenimiento y prolongar la vida útil.

Bibliografía

- Andrade, M., y Jacome, A. L. (2015). *Implementación del laboratorio de mantenimiento correctivo en la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]*. Repertorio institucional. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4203>
- Bravo, R. (1989). *Administración de mantenimiento industrial*. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia UNED.
- Erazo, G., y Mena, L. (1999). *Reparación Técnica y Práctica de Motores de Combustión Interna*. Ecuador: Ediciones América.
- Ferrer, J., y Checa, G. (2010). *Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo*. Editex.
- Fractal Tech. (2023). *¿Cómo hacer un plan de mantenimiento?* Fractal: <https://www.fractal.com/es/como-hacer-un-plan-de-mantenimiento>
- García, S. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Diaz de Santos, S. A.
- Giacosa, D. (1979). *Motores Endotérmicos*. Dossat. S.A.
- González, D. (2018). *Motores*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo, S A.
- González, D. (2016). *Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo S A.
- Jacome, M. (1993). *Organización y administración del mantenimiento en sistemas eléctricos de potencia. [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional]*. Repertorio institucional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/11603/1/T52.pdf>
- Mago, M. G., y Rocha, S. (2021). Diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa Granitos y Mármoles Acabados SAS. *Ciencia y Poder Aéreo*, 16(2), 98-111.

- Maute, Á. A. (2012). *Manejo y Optimización de las Operaciones de Mantenimiento Preventivo y Correctivo en el Taller Automotriz [Tesis de pregrado]*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Montaña, C. A. (2016). *Fundamentos de mantenimiento industrial*. UTP.
- Montilla, C. (2016). *Fundamentos de mantenimiento industrial*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Navarro, J. (2007). *Técnicas de mantenimiento Industrial*. Calpe Institute of Technology.
- Partida, A. (27 de 07 de 2012). *Factores que influyen en el Mantenimiento*. Mantenimiento & Mentoring Industrial: <https://mantenimiento-mi.es/2012/factores-que-influyen-en-el-mantenimiento>
- Pérez, A. (2021). *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial*. Colombia: Universidad Santo Tomás.
- Renove Tecnología. (2015). *¿Quieres saberlo todo sobre la elaboración de un plan de mantenimiento?* RENOVETEC: <http://www.renovetec.com/irim/que-es-un-plan-de-mantenimiento>
- Serneguet, M. (13 de enero de 2023). *10 PASOS PARA CREAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO*. DATADEC: <https://www.datadec.es/blog/pasos-plan-mantenimiento-preventivo>
- Yalulema, C., y Flores, R. (2020). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo mediante el software profesional mp9 en una industria alimenticia [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador]*. Repositorio institucional. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21990>

Anexos