

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO DE PRUEBAS
DE UN MOTOR DE MOTOCICLETA OHV 4T DE 170CC PARA EL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE LA USTA TUNJA**

**GUERRERO CARREÑO EDDYER BISMARCK
WILLIAM FERNANDO FERNÁNDEZ PINEDA**



**FACULTAD INGENIERÍA MECÁNICA
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
TUNJA
2020**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO DE PRUEBAS DE UN
MOTOR DE MOTOCICLETA OHV 4T DE 170CC PARA EL LABORATORIO DE
MECÁNICA DE LA USTA TUNJA**



**WILLIAM FERNANDO FERNÁNDEZ PINEDA
EDDYER BISMARCK GUERRERO CARREÑO**

**Informe de Trabajo para Optar al Título de
INGENIERO MECÁNICO**

**DIRECTOR:
Ing. FABIÁN LEONARDO HIGUERA SÁNCHEZ**

**FACULTAD INGENIERÍA MECÁNICA
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
TUNJA
2020**

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Tunja, 28 de Mayo de 2020

DEDICATORIA

WILLIAM FERNÁNDEZ

Dedico este trabajo de grado para obtener el título de ingeniero mecánico, al gran espíritu por guiarme y poner las personas adecuadas en el momento oportuno, por darme la fuerza y la constancia necesarias para culminar este sendero de forma exitosa.

A mi madre por orientarme, enseñarme el valor de la palabra, darme todo lo que necesité a lo largo de este camino sin esperar nada a cambio, demostrarme que la constancia y paciencia al final siempre dará frutos; a mi padre por mostrarme que el trabajo duro es la base para lograr todo lo que me proponga; a mi hermano por acompañarme todos estos años animándome y aconsejándome en los malos momentos, brindándome su apoyo incondicional siempre.

A mi novia por estar conmigo desde el inicio de este camino, acompañándome con su amor incondicional.

EDDYER GUERRERO CARREÑO

Dedico este trabajo de grado para el título de Ingeniero Mecánico primero a Dios por permitirme existir, gracias a su manto protector y luz por iluminar este arduo camino.

A mi madre y a mi padre por creer en mí, por ser ese motor que me impulsa a seguir adelante, porque sin su amor, ayuda y esfuerzo, no hubiese culminado esta etapa tan maravillosa de mi vida, gracias por guiarme y mostrarme el buen camino, les agradezco de corazón, son un gran ejemplo para mí, porque en ellos vi que el esfuerzo trae recompensas.

A mi hermana porque ella a sido mi mejor amiga, mi gran compañera de viaje, gracias a su apoyo incondicional, nunca pensé en rendirme, siempre busco que llegara más alto de lo que podía.

A mis abuelitos, por ser tan incondicionales, por estar hay siempre para mí, por animarme a seguir adelante, por mostrarme esa fortaleza a pesar de las adversidades, fortaleza que seguí de ejemplo para nunca rendirme y cumplir mis objetivos.

A mi familia porque a pesar de mi pasado siempre me han querido y apoyado, porque me demostraron que siempre contare con su apoyo y amor. A las personas que nunca creyeron que podría, porque gracias a eso, demostré que se equivocaban.

CONTENIDO

	Pág.
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
1.1 OBJETIVO GENERAL	17
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2. MARCO REFERENCIAL Y TEÓRICO	18
2.1 LAS PRINCIPALES APLICACIONES DE UN BANCO DE PRUEBAS SON	21
2.2 MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA	21
2.2.1 Fases de un Motor de Cuatro Tiempos	22
2.3 CLASIFICACIÓN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA	24
2.4 CLASIFICACIÓN DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA SEGÚN SU PROCESO DE COMBUSTIÓN	24
2.5 CLASIFICACIÓN DE LOS MOTORES SEGÚN EL MODO EN QUE REALIZAN SU CICLO	25
2.5.1 Motores de 4T	25
2.5.2 Motores de 2T	25
2.6 PARTES PRINCIPALES MOTOR MOTO 4T	26
2.6.1 Culata	26
2.6.2 Cilindros	26
2.6.3 Pistones	27
2.6.4 Bielas	27
2.6.5 Cigüeñal	27
2.6.6 Bujías	27
2.6.7 Válvulas	27
3. SELECCIÓN DEL MOTOR Y ALTERNATIVAS DE DISEÑO	28
3.1 SELECCIÓN MOTOR	28
3.2 ALTERNATIVAS DE DISEÑO, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DEL BANCO	29

3.2.1 Opción de Diseño 1	30
3.2.2 Opción de Diseño 2	31
3.2.3 Opción de Diseño 3	33
3.2.4 Diseño Final	35
4. MODELADO Y DIMENSIONAMIENTO	37
4.1 ANÁLISIS ESTRUCTURAL, MATERIALES Y MÉTODOS	37
4.1.1 Planos Isométricos Banco Didáctico de Pruebas	40
5. CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBAS	41
5.1 CONSTRUCCIÓN BASES	41
5.1.1 Procedimiento	41
5.2 CONSTRUCCIÓN DE SOPORTES DIVISORES Y RIELES	43
5.2.1 Procedimiento	44
5.3 CONSTRUCCIÓN RIELES DE CAJONES	45
5.4 REFUERZO DEL CHASIS	46
5.5 INSTALACIÓN RIELES DE CAJÓN	53
5.6 FABRICACIÓN TAPAS LATERALES, SUPERIOR Y TRASERA	57
5.7 MASILLADO DE CAJONES Y PREPARACIÓN DE SUPERFICIES PARA PINTURA	59
5.7.1 Parte 1: Construcción de Moldes	62
5.7.2 Parte 2: Reforzado de Moldes	65
5.8 CONSTRUCCIÓN DE SOPORTES DEL MOTOR	65
5.9 ACONDICIONAMIENTO DEL ESCAPE	67
5.10 CONSTRUCCIÓN SOPORTE AUXILIAR	70
5.11 CONSTRUCCIÓN SOPORTE DE BATERÍA	75
5.12 UNIÓN DE CAJA DE BATERÍA Y SOPORTE DE TANQUE	76
5.13 CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE DIRECCIÓN	77
5.14 INSTALACIÓN DE RUEDAS	79
5.15 PROCESO DE PINTADO MANUBRIO, TANQUE, ESCAPE Y SOPORTES AUXILIARES (SOPORTE DE TANQUE, SOPORTE DEL MOTOR, BATERÍA Y DE ESCAPE)	84

5.15.1 Parte 1: Aplicado de Anticorrosivo	89
5.15.2 Parte 2: Aplicado de Pintura	92
6. ENSAMBLE DEL BANCO	95
6.1 INSTALACIÓN TAPAS	95
6.2 INSTALACIÓN SOPORTE FIJADOR DE MOTOR A BANCO	97
6.3 INSTALACIÓN DEL MOTOR AL BANCO	98
6.4 INSTALACIÓN DE ESCAPE	99
6.5 INSTALACIÓN DE CARBURADOR	100
6.6 INSTALACIÓN DEL TANQUE Y COMPONENTES ELÉCTRICOS	101
6.7 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN	104
6.8 BANCO FINALIZADO	106
7. DESARROLLO MANUAL BANCO DIDÁCTICO DE PRUEBAS	108
7.1 PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES	108
7.2 MONTAJE Y DESMONTAJE	109
7.3 VERIFICACIÓN DE COMPONENTES	109
7.4 DIVISIÓN DE COMPONENTES	109
7.4.1 Cabezal de Fuerza (Azul)	109
7.4.2 Sistema Embrague (Rojo)	109
7.4.3 Sistema CDI de Encendido (Amarillo)	110
7.4.4 Sistema de Transmisión (Blanco – Negro)	110
7.5 MANUAL BANCO DIDÁCTICO PRUEBAS MOTOR 4T OHV 170 CC	110
8. CONCLUSIONES	111
ANEXOS	114

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Selección de Alternativas.....	28
Tabla 2. Calificaciones Diseño 1.....	31
Tabla 3 Calificaciones Diseño 2.....	32
Tabla 4. Calificaciones Diseño 3.....	34
Tabla 5. Calificaciones Diseño Final.....	36
Tabla 6. Materiales construcción bases.....	41
Tabla 7. Herramientas Utilizadas Construcción Bases.....	41
Tabla 8. Materiales Construcción de Soportes Divisores y Rieles.....	43
Tabla 9 Herramientas Utilizadas Construcción de Soportes Divisores y Rieles.....	43
Tabla 10. Materiales Construcción Rieles de Cajones.....	45
Tabla 11. Herramientas Utilizadas para Construcción Rieles de Cajones.....	45
Tabla 12. Materiales Utilizados Reforzado Chasis.....	46
Tabla 13. Herramientas Utilizadas Refuerzo Chasis.....	47
Tabla 14 Materiales Utilizados Construcción de Cajones.....	49
Tabla 15. Herramientas Utilizadas Construcción Cajones.....	49
Tabla 16. Materiales Instalación Rieles.....	53
Tabla 17. Herramientas utilizadas fabricación rieles.....	53
Tabla 18. Materiales Utilizados Fabricación Tapas Laterales, Superior y Trasera.....	57
Tabla 19. Herramienta Utilizada Fabricación Tapas Laterales Superior y Trasera.....	57
Tabla 20. Materiales Utilizados para Masillado de Cajones y Preparación de Superficies para Pintura.....	59
Tabla 21. Herramienta Utilizada para Masillado de Cajones.....	59
Tabla 22. Materiales Fabricación Moldes.....	61
Tabla 23. Herramientas Utilizadas Fabricación Moldes.....	61
Tabla 24. Materiales Construcción de Soportes.....	65
Tabla 25. Materiales Fabricación Soportes.....	65
Tabla 26. Materiales Fabricación.....	67
Tabla 27. Herramientas Fabricación.....	68
Tabla 28. Materiales Fabricación Soporte.....	70
Tabla 29. Materiales Fabricación Soportes.....	70
Tabla 30. Materiales Construcción Soportes.....	71
Tabla 31. Herramientas utilizadas.....	72
Tabla 32. Materiales Construcción Soporte Batería.....	75
Tabla 33. Herramientas Utilizadas.....	75
Tabla 34. Materiales Utilizados Unión Soporte Batería.....	76
Tabla 35. Herramientas Utilizadas.....	76
Tabla 36. Materiales Construcción Sistema de Dirección.....	77
Tabla 37. Herramientas Utilizadas Sistema de Dirección.....	77
Tabla 38. Materiales Utilizados Instalación de Ruedas.....	79
Tabla 39. Herramientas Utilizadas Instalación de Ruedas.....	79
Tabla 40. Materiales Utilizados Proceso de Pintado.....	80

Tabla 41. Herramientas Utilizadas	81
Tabla 42. Materiales Utilizados	84
Tabla 43. Herramientas Utilizadas	84
Tabla 44. Materiales Utilizados Pintado Motor y Cajas	88
Tabla 45. Herramientas Utilizadas	89
Tabla 46. Materiales Utilizados	95
Tabla 47. Herramientas Utilizadas	95
Tabla 48. Materiales Utilizados	97
Tabla 49. Herramientas utilizadas.....	97
Tabla 50. Herramientas Utilizadas	98
Tabla 51. Herramientas Utilizadas	98
Tabla 52. Herramientas Utilizadas	99
Tabla 53. Herramientas Utilizadas	99
Tabla 54. Herramientas Utilizadas Instalación Carburador	100
Tabla 55. Herramientas Utilizadas Instalación Carburador	100
Tabla 56. Materiales Utilizados Instalación Tanque	101
Tabla 57. Herramientas Utilizadas Instalación del Tanque	101
Tabla 58. Materiales Utilizados Instalación Sistema de Dirección	104
Tabla 59. Herramientas Utilizadas Instalación Sistema de Dirección	104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ilustración Estructura Banco de Pruebas.....	18
Figura 2 Clasificación de los MCIA (Motores de Combustión Interna Alternativos	24
Figura 3. Esquema de Combustión, Motor Encendido Provocado.....	25
Figura 4. Comparación entre motor de 2T Y 4T.....	26
Figura 5. Características técnicas motor OHV.....	29
Figura 6. Modelado Alternativa 1.....	30
Figura 7. Modelado Alternativa 2.....	31
Figura 8. Modelado Alternativa 3.....	33
Figura 9. Diseño Final.....	35
Figura 10. Información Material I STEEL.....	37
Figura 11. Esfuerzo elemental nodal banco.....	38
Figura 12. Desplazamiento Nodal Banco Didáctico.....	38
Figura 13. Despiece Banco de Pruebas.....	39
Figura 14. Planos Isométricos Banco de Pruebas.....	40
Figura 15. Piezas para Construcción de Base Superior.....	41
Figura 16. Corte de Ángulos.....	42
Figura 17. Base Superior e Inferior del Chasis.....	42
Figura 18. Chasis del Banco Terminado.....	43
Figura 19. Soporte Divisor de Cajones.....	44
Figura 20. Esqueleto con Soportes Divisores.....	44
Figura 21. Instalación rieles inferiores.....	45
Figura 22. Chasis con Rieles Instalados.....	46
Figura 23. Reforzado parte Superior.....	47
Figura 24. Reforzado parte Superior.....	48
Figura 25. Entramado Final área Superior.....	48
Figura 26 Reforzado Trasero.....	49
Figura 27. Lámina para Construcción de Cajones.....	50
Figura 28. Trazado de Molde para Fabricación de Cajón.....	50
Figura 29 Proceso de corte de molde de cajones.....	51
Figura 30 Molde de cajón 1 terminado.....	51
Figura 31 Cajones doblados.....	52
Figura 32 Cajón 1 con soldadura completa.....	52
Figura 33. Rieles de Cajones.....	54
Figura 34. Perforación de Rieles.....	54
Figura 35. Rieles Perforados Listos para Remachar.....	55
Figura 36. Perforación de Tapas Laterales de Cajones.....	55
Figura 37 Rieles Instalados a las Cajas.....	56
Figura 38. Chasis de Banco con Cajones Montados.....	56
Figura 39. Tapas laterales y traseras.....	58
Figura 40. Tapa Superior.....	58
Figura 41. Masillado Zonas Laterales Tapa Frontal Cajón.....	60
Figura 42. Masillado Totalidad de Cajones.....	60
Figura 43. Molde Poliestireno Expandido (EPS) o Icopor dentro de Cajón.....	62

Figura 44. Acoplamiento de Piezas al Molde de Icopor	63
Figura 45. Construcción Molde Sistema Embrague.....	63
Figura 46. Construcción de Molde Cabeza de Fuerza.....	64
Figura 47. Moldes Internos de Cajones.	64
Figura 48. Soporte Terminado	66
Figura 49. Soporte 2 Terminado.	67
Figura 50. Corte de Resonador de Escape.....	68
Figura 51. Perfil Instalado en el Escape del Motor.....	69
Figura 52 . Modificación del Escape Terminada	69
Figura 53. Soporte del Motor Seleccionado.....	70
Figura 54. Soporte Auxiliar Instalado.....	71
Figura 55. Agujeros Seleccionados.	72
Figura 56. Instalación de Platinas al Motor.	73
Figura 57. Proceso de Acondicionamiento Soporte Tanque.....	73
Figura 58. Acondicionamiento Soporte Tanque.....	74
Figura 59. Instalación de Tanque.....	74
Figura 60. Soporte Caja de Batería Terminado.	76
Figura 61. Lugar Seleccionado Caja Batería.	77
Figura 62. Apariencia Final Barras.....	78
Figura 63. Sistema de Dirección Instalado en el Banco.....	78
Figura 64. Soportes Instalados.....	79
Figura 65. Proceso Instalación Ruedas.	80
Figura 66. Cajones y Chasis Listos para Anticorrosivo.....	81
Figura 67. Banco y Tapas con Anticorrosivo.	82
Figura 68. Parte inferior chasis pintado.	82
Figura 69. Cajones y Chasis Pintados.....	83
Figura 70. Tapa Trasera Pintada.....	83
Figura 71. Masillado del tanque.....	85
Figura 72. Masillado de Barras	85
Figura 73. Piezas con Anticorrosivo.....	86
Figura 74. Tanque Pintura Final.....	86
Figura 75. Soporte de Tanque y Batería.....	87
Figura 76. Soporte de Barras Pintura Final.....	87
Figura 77. Escape Pintura Final.....	88
Figura 78. Aplicado de Anticorrosivo Tapa Clutch.	90
Figura 79. Aplicado de Anticorrosivo Tapa Culata.....	90
Figura 80. Aplicado Anticorrosivo Cilindro.	91
Figura 81. Aplicado Anticorrosivo Motor de Arranque.....	91
Figura 82. Tapa Volante de Inercia.....	92
Figura 83. Proceso de Pintado parte Central del Motor y su Cajón.	92
Figura 84. Tapa Clutch Pintura Final	93
Figura 85. Piezas del Motor Pintura Final	94
Figura 86. Empaque Tapa Superior Banco.....	95
Figura 87. Tapa Superior Instalación Final.	96
Figura 88. Instalación Final Tapas del Banco	96

Figura 89. Instalación de Soporte Fijador de Motor	97
Figura 90. Instalación de Motor al Banco.....	98
Figura 91. Motor Instalado al Banco	99
Figura 92. Fijación de Escape al Motor.....	100
Figura 93. Instalación de Carburador.....	101
Figura 94. Instalación Soporte y Tanque.	102
Figura 95. Instalación Final Batería.	102
Figura 96. Distribución Componentes Eléctricos.	103
Figura 97. Soporte Trasero Tanque.....	103
Figura 98. Instalación Final Tanque.....	104
Figura 99. Barras y Soportes Ensamblados.	105
Figura 100. Instalación de Soportes al Banco.	105
Figura 101. Instalación Final Sistema de Dirección.	106
Figura 102. Banco Final Vista Frontal.....	106
Figura 103. Banco Vista Posterior	107
Figura 104. Banco Final Lateral	107

TABLA DE ANEXOS

ANEXO A. Planos Banco de Pruebas Didáctico	116
ANEXO B. Banco Didáctico Pruebas Motor 4T Vistas.....	117
ANEXO C. Modelado Banco Didáctico de Pruebas Motor 4T	118
ANEXO D. Manual operación motor 4 T	119

RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad exponer a detalle el proceso de diseño y construcción de un banco de pruebas didáctico con un motor de motocicleta OHV 4t de 170cc, para el laboratorio de mecánica de la Universidad Santo Tomas seccional Tunja.

El banco de pruebas se realizó teniendo en cuenta la necesidad de aprendizaje y comprensión de los componentes y funcionamiento del mismo, para posteriormente ser utilizarlo en prácticas de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Usta Tunja.

El banco de pruebas está conformado por una estructura metálica que soporta un motor de 4 tiempos, el cual es utilizado para las prácticas del área. Dentro de la estructura se encuentra una sección de herramientas y otra para el almacenaje de los componentes del motor durante el desmontaje del mismo, todo debidamente codificado.

El banco de pruebas propuesto en este proyecto contara con su respectivo manual de operación el cual detallara los procesos de montaje, desmontaje y mantenimiento de cada una de sus piezas. El manual de operación presenta el procedimiento paso a paso de montaje y desmontaje, también cuenta con una ficha técnica general del motor, cuantificación, clasificación, características, descripción, y diagnóstico de cada pieza. Además, cuenta con precauciones en el proceso de desarme y pautas de seguridad.

Palabras claves

Ciclo Otto, Banco didáctico de pruebas, Energía Mecánica, Motor 4T, Manual de operación.

ABSTRACT

The purpose of this project is to expose in detail the design and construction process of a didactic test bench with a 170cc OHV 4t motorcycle engine, for the mechanical laboratory of the Santo Tomás University Tunja section.

The test bench will be carried out taking into account the need for learning and understanding the components and the operation thereof, to be subsequently used in practices of the mechanical engineering degree at Usta Tunja.

The test bench is made up of a metal structure that supports a 4-stroke engine, which is used for practice in the area. Inside the structure there is a section for tools and another for the storage of engine components during the disassembly of the engine, all the codified.

The test bench proposed in this project will have its respective operation manual which details the assembly, disassembly and maintenance processes of each of its parts. The operation manual presents the step-by-step assembly and disassembly procedure, it also has a general technical data sheet of the motor, quantification, classification, characteristics, description, and diagnosis of each part. In addition, it has precautions in the disarmament process and safety guidelines.

KEYWORDS

Otto Cycle, Teaching Test Bench, Mechanical Energy, 4T Engine, Operation manual.

INTRODUCCIÓN

Desde hace varios años, se ha evidenciado el notable crecimiento de ventas de motocicletas en el país, siendo hoy en día el 70% del parque automotor. Debido a su fácil y económica comercialización, estos vehículos se han vuelto muy populares en el público colombiano, abriendo una amplia oportunidad en el mercado de estas máquinas, cada año que pasa la ingeniería aplicada a estos vehículos crece en tema de seguridad y avances tecnológicos, buscando cumplir con las nuevas normativas de calidad y sostenibilidad ambiental, es por este motivo que es de gran importancia ampliar los conocimientos de los futuros profesionales.

Las compañías más importantes, fabricantes de este tipo de vehículos, suelen utilizar bancos de pruebas para el desarrollo, caracterización, y pruebas de los motores de combustión, obteniendo la ventaja de poder medir variables físicas asociadas al funcionamiento del motor.

Sobre las pruebas que se les realizan a los motores cabe destacar que las más importantes son de las que se obtienen datos como torque del motor, potencia neta desarrollada, consumo específico de combustible, composición de los gases de escape, funcionamiento y mejoramiento de sus componentes, así como entender de mejor manera como se comporta y como se estructura este.

El banco didáctico de pruebas de un motor mono cilíndrico de 4T, permite que el usuario, pueda adquirir la destreza y conocimientos técnicos sobre el funcionamiento, mantenimiento, acople y desacople de cada uno de los componentes del motor.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y Construir un Banco de Pruebas Didáctico para Motores de Motocicleta 4T, para Laboratorio de mecánica de la USTA Tunja, que beneficie a los estudiantes en las asignaturas de motores.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar el motor de motocicleta de 4T más apropiado para las necesidades.
- Proponer y Seleccionar diferentes Alternativas de Diseño del Banco Didáctico.
- Modelar y Dimensionar en Software Especializado el Diseño Seleccionado.
- Seleccionar los Materiales y Fabricar el Banco.
- Desarrollar el Manual de Uso y Operación.

2. MARCO REFERENCIAL Y TEÓRICO

En el desarrollo del proyecto “Diseño de un Banco Didáctico para Pruebas en un Motor de Cínterna”, se explica cómo se seleccionaron los materiales de fabricación del chasis del banco mediante el cálculo estático y dinámico de los componentes que lo estructurales los cuales conforman las vigas, columnas, placas y platinas capaces de contener todos los elementos que componen el banco de prueba, por otro lado este tiene la capacidad de poder transportarse con facilidad, otorgando mayor seguridad y maniobrabilidad para el operador.

También se identificaron factores claves como lo es las medidas externas de este, además de tener en cuenta una altura adecuada no mayor a la de un estudiante promedio, de esta manera se asegura una fácil y cómoda manipulación de los componentes y como medida de seguridad está dotado de mecanismos de bloqueo de ruedas, con el fin de poder trabajar más firmemente¹.

Figura 1. Ilustración Estructura Banco de Pruebas



Fuente: Banco de pruebas (weinlich gmbh&co, 2003)

En la Universidad Pontificia Bolivariana² se representa el método gravímetro como un sistema de metrología, ya que éste es un método práctico y de fácil realización para lograr medir el consumo de una masa de líquido, para este caso el uso del combustible además de un cronómetro y una balanza, permitió realizar las pruebas correspondientes para dar con el cálculo exacto para medir el consumo de combustible del motor mono cilíndrico de 4t, por otro lado si se realizan diferentes pruebas a diferentes rangos de RPM se puede trazar la curva de consumo requerida en la norma SAE J15-26.

¹ BASTIDAS LÓPEZ, María Claudia; ROMERO ROMERO, Sergio Nicolás. Diseño de un Banco Didáctico de Pruebas de un Motor de Combustión Interna. Bogotá D.C., 2018, 114 h. Proyecto Integral de Grado para Optar al Título como Ingeniero Mecánico. Disponible en: <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6641/1/4131676-2018-1-IM.pdf> p.60.

² BENAVIDES Freddy, TARAZONA Miller. Diseño y construcción de un Banco de Pruebas de 4T a gasolina: Bucaramanga, 2011, 143h. Trabajo de Grado para optar como Ingeniero Mecánico. Disponible en línea https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1679/digital_21165.pdf?sequence=1

En este proyecto de desarrollo del Banco Didactico con un Motor Diesel cuatro tiempos y cuatro cilindros en linea, aparte de lograr cumplir con fines academicos en las asignaturas asociadas a máquinas térmicas, provee además de una herramienta para realización de investigaciones y profundización de los temas comprendidos en el aula de clase³.

En el documento, Implementación de un Banco para Pruebas en Motor Diesel monocilindrico con aplicaciones investigativas⁴, explica cómo se diseñó un banco en el cual se le dio prioridad a los principios ergonómicos y de seguridad para proteger al operador con tal que se puedan ejercer buenas condiciones de trabajo. Por otro lado se especifica cómo se construyó la estructura que soporta el motor de combustión interna, bajo las condiciones de diseño especificadas, donde se aseguró la funcionalidad, la estética y durabilidad; todo esto con un bajo costo de fabricación.

Otro proyecto presenta la implementación de un motor de combustion interna, ciclo Otto de cuatro cilindros y 1600cc, en un banco didáctico para simulación de pruebas, afirma que para la instalación y armado del banco didáctico de un motor de combustión interna requiere de conocimientos previos sobre los componentes, funcionamiento e instalacion de éstos; de esta manera se evitan problemas posteriores a su instalación en la etapa de funcionamiento. Esto quiere decir que antes de realizar una investigación lo más detallada sobre los materiales y herramientas necesarios para cumplir los objetivos del proyecto, realizando un presupuesto previo se tiene una idea más clara de cuáles serán los gastos a realizar. Por otro lado se debe tener en cuenta un factor de seguridad en tanto a los gastos imprevistos que puedan surgir durante el desarrollo del proyecto, esto es importante ya que puede ser un factor clave sí se incrementan los gastos por imprevistos⁵.

La Universidad de Murcia presenta un diseño básico de un banco de ensayos de motores de combustión interna alternativo de baja potencia, el cual se constituye

³ ARISTIZABAL Jonathan, FLOREZ Anderson. Desarrollo de un Banco Didáctico para Pruebas de Laboratorio a partir de un Motor Diésel Cuatro Tiempos y Cuatro Cilindros en línea. Piedecuesta 2012, 73 h. Trabajo de Grado presentado como requisito para optar como Ingeniero. Disponible en https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2065/digital_24320.pdf, p42

⁴ PALLARES Hugo, ACOSTA Simón, FORERO Jorge, MONTENEGRO Diana. Implementación de un banco para pruebas en motor Diésel mono cilíndrico con aplicaciones investigativas. Barranquilla. 2017. Disponible en línea. file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-ImplementacionDeUnBancoParaPruebasEnMotorDieselMon-6409600%20(1).pdf

⁵ GRANJA Martin. Implementación de un motor de combustión interna, ciclo Otto de cuatro cilindros y 1600cc, en un banco didáctico para simulación de pruebas. Quito 2016. Disponible en línea http://repositorio.usfq.edu.ec/biws_tstream/23000/6108/1/128781.pdf p66

por un freno tipo Prony el cual se obtuvo de una motocicleta, una célula de carga electrónica, todo el conjunto montado sobre una bancada de acero.

Se diseñó y construyó un banco de motor de combustión interna para la docencia de Ingeniería Mecánica y Térmica. Este proyecto instrumentado con un sistema de adquisición de datos, donde se pueden realizar mediciones en cuanto registrar el Par motor, regímenes de giro y las temperaturas en varios puntos, además de instalarse un detector de gases en la toma del escape del motor⁶.

Un desarrollo comparativo se refleja en el master de formación del profesorado en educación secundaria, para el tema del uso pedagógico de los motores de combustión interna alternativos en la enseñanza del ciclo formativo de grado medio, especialidad marítimo pesquera⁷, se obtienen algunas conclusiones sobre la investigación realizada, donde se observa que para el docente que desee impartir los conocimientos sobre los motores de combustión interna del ciclo formativo de grado medio, esta propuesta será adecuada para que los alumnos obtengan un correcto aprendizaje, por otro lado también se puede afirmar que el presente documento se puede aplicar para la enseñanza en cualquier curso de Educación Secundaria, ciclos formativos de otras familias e incluso Estudios Universitarios donde se impartan cátedra sobre los temas relacionados con MCI, teniendo en cuenta adaptar el grado de concreción y complejidad de los temas didácticos, atendiendo a los niveles exigidos.

En el documento Diseño de un banco de pruebas para caracterizar motores de combustión interna y eléctricos, el banco de pruebas USB Prony, cuenta con un diseño, y sus elementos, facilita que en este se pueden realizar la caracterización de los motores de máximo 6000 W o 55 hp, además debido al diseño seleccionado, se permite el acople de equipos de medición para motores de combustión interna, como lo pueden ser un sistema para la medición del gasto másico de combustible y otro de análisis de gases de escape. Por otro lado, para los motores eléctricos un sistema de medición de voltaje continuo, ya que el uso

⁶ GARCIA Mariano, ROBLES Fernando. Diseño básico de un banco de ensayos de motores de combustión interna alternativo de baja potencia: Murcia 2009, 9h. Artículo. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/320842633_Banco_de_ensayo_de_motores_de_baja_potencia_para_la_docencia_en_ingenieria

⁷ RODRIGEZ José, U so pedagógico de los motores de combustión interna alternativos en la enseñanza del ciclo formativo de grado medio, especialidad marítimo pesquera: Cantabria 2018, 62h. Master en formación del profesorado de educación secundaria. Disponible en: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/14446/PerezRodriguezJoseMaria.pdf?sequence=1&isAllowed=y> p49

de baterías de LiPo limita las pruebas experimentales por el cuidado que se e-especifica⁸.

La investigación que se realizó en la Universidad de Buenaventura sede Bogotá⁹, en su tesis diseño de un banco de pruebas para un motor de combustión interna no mayor a 120 hp, según los resultados obtenidos mediante la aplicación de la metodología de diseño conceptual, fue información clave para lograr dirigir el proyecto hacia la adecuada selección de los materiales y los componentes que forman parte del banco de pruebas, esto utilizando herramientas incluidas en el diseño conceptual. Por otro lado, el estudio global mediante los datos que se obtuvieron comparando las ventajas y desventajas en cuanto a las diferentes opciones de bancos existentes en el mercado, cumpliendo así con el objetivo de construir y diseñar un banco de pruebas para motores no mayores a 120hp.

Un banco de pruebas es un sistema formado por una serie de elementos que permiten la simulación del comportamiento de un motor y sus características operativas en unas condiciones controladas, utilizando para ello una serie de instrumentos de control y otros de

2.1 LAS PRINCIPALES APLICACIONES DE UN BANCO DE PRUEBAS SON:

- **Producción:** se utilizan para verificar los motores después del proceso de fabricación.
- **Investigación y desarrollo del motor o de sus componentes:** en este caso, se realizan modificaciones con la finalidad de comprobar experimentalmente las mejoras desarrolladas de manera teórica.
- **Ensayos de aceptación y homologación de motores:** cada motor nuevo ha de ser homologado antes de su comercialización, para verificar que las características técnicas del motor se corresponden realmente con su comportamiento.

⁸ MONICO Luisa, BOGOTA Maira, CASAS Christian. Diseño de un banco de pruebas para caracterizar motores de combustión interna y eléctrica, Artículo de investigación. Bogotá 2016, 9h. Disponible en:
<http://fundacioniai.org/actas/Actas2/Actas2.22.pdf>

⁹ GARCIA Mariano, ROBLES Fernando. Diseño básico de un banco de ensayos de motores de combustión interna alternativo de baja potencia: Murcia 2009, 9h. Artículo. Disponible en
https://www.researchgate.net/publication/320842633_Banco_de_ensayo_de_motores_de_baja_potencia_para_la_docencia_en_ingenieria

- **Ensayos de emisiones y consumo:** este tipo de ensayos suele realizarse como parte de un conjunto de ensayos en cualquiera de los bancos anteriormente citados.
- **Fines docentes:** es habitual que los centros de educación dispongan de bancos de ensayos para realizar experimentos y contrastar los conocimientos teóricos con los resultados prácticos¹⁰.

2.2 MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

Un motor de combustión interna es básicamente una máquina que mezcla oxígeno con combustible gasificado. Una vez mezclados íntimamente y confinados en un espacio denominado cámara de combustión, los gases son encendidos para quemarse (combustión). Debido a su diseño, el motor, utiliza el calor generado por la combustión, como energía para producir el movimiento giratorio¹¹.

2.2.1 Fases de un Motor de Cuatro Tiempos. En este tipo de motores de combustión interna alternativos el ciclo de trabajo se realiza en dos vueltas del cigüeñal, es decir en cuatro carreras del pistón. Cada carrera realizada por el émbolo se corresponde con una fase diferente del ciclo.

Las cuatro fases que se producen en este tipo de motor a lo largo del ciclo termodinámico son la admisión, la compresión, la expansión y el escape.

En el primer tiempo o admisión, el émbolo desciende desde el Punto Muerto Superior en adelante también PMS hacia el Punto Muerto Inferior en adelante también PMI mientras ocurre esto, las válvulas de admisión se encuentran abiertas y las de escape cerradas. De esta manera permite la entrada de aire en el cilindro.

Una vez finalizado el primer tiempo, el pistón se encuentra en el PMI y todas las válvulas cerradas. Es en este momento cuando da comienzo el segundo tiempo o compresión. Se desplaza el émbolo hacia el PMS a medida que se comprime el fluido en el cilindro, en esta fase la presión y la temperatura del fluido aumentan hasta que se encuentra en las condiciones adecuadas para producirse la

¹⁰ ARISTIZABAL JONATHAN, FLOREZ ANDERSON. Desarrollo de un banco didáctico para pruebas de laboratorio a partir de un motor diésel cuatro tiempos y cuatro cilindros en línea: Piedecuesta, 2012, 72h, Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Mecánico, Disponible en catalogo en línea: https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2065/digital_24320.pdf. P.²⁰

¹¹ LEON Wilmer GUAMAN Carlos.: Elaboración de bancos didácticos funcionales de motores de encendido provocado. Cuenca, Ecuador 2012 135h, Tesis previa a la obtención del Título de: Ingeniero Mecánico Automotriz, Disponible en catalogo en línea

combustión. Cuando el émbolo se encuentra cerca del PMS se inicia el proceso de combustión a medida que inyectamos el combustible en la cámara.

Una vez finalizado el primer tiempo, el pistón se encuentra en el PMI y todas las válvulas cerradas. Es en este momento cuando da comienzo el segundo tiempo o compresión. Se desplaza el émbolo hacia el PMS a medida que se comprime el fluido en el cilindro, en esta fase la presión y la temperatura del fluido aumentan hasta que se encuentra en las condiciones adecuadas para producirse la combustión. Cuando el émbolo se encuentra cerca del PMS se inicia el proceso de combustión a medida que inyectamos el combustible en la cámara

Tras el inicio de la combustión, esta progresa muy rápidamente incrementando la presión y la temperatura en el interior del cilindro provocando así que se inicie la tercera fase o expansión, en la cual los gases debido al incremento de presión y temperatura empujan rápidamente al pistón hacia el PMI. Esta es la única fase en la que el motor proporciona trabajo.

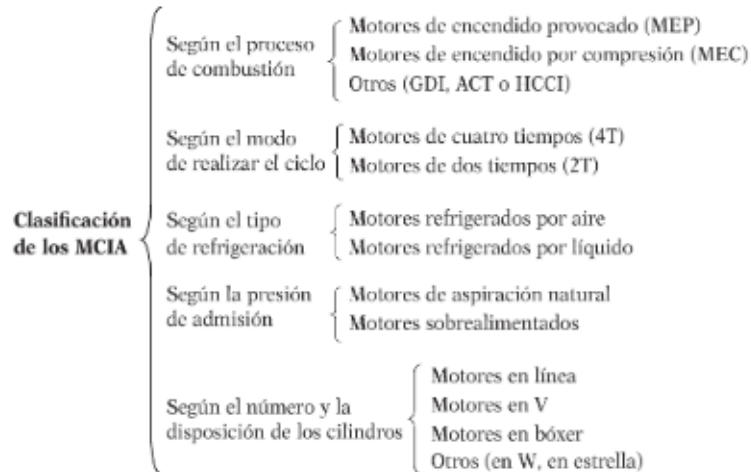
Por último, cuando el émbolo llega al PMI da comienzo la cuarta y última fase, en la cual se abre la válvula de escape y el pistón comienza de nuevo a desplazarse hacia el PMS mientras empuja los gases quemados hacia el conducto de escape y son expulsados del cilindro. Una vez todos los gases han sido expulsados de la cámara, se cierran la válvula de escape y se abren las de admisión, permitiendo la entrada de mezcla fresca y dando comienzo un nuevo ciclo¹².

Las diferentes configuraciones de los motores hacen que la entrega de potencia y par motor varíe de un caso a otro, independientemente de la cilindrada de cada uno de ellos

¹² CORDOBA Edison. Estudio de un motor de combustión interna para determinar sus parámetros de funcionamiento y su factibilidad de aplicación en los laboratorios de la facultad de ingeniería civil y mecánica en línea: Ambato- Ecuador 2013, 169h, Trabajo estructurado de manera independiente previo a la obtención del título de ingeniero mecánico
Disponibile en catalogo en línea

2.3 CLASIFICACIÓN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

Figura 2 Clasificación de los MCIA (Motores de Combustión Interna Alternativos)



Fuente: Muñoz Domínguez, M. y de Antonio, A. R. (2016). Motores de combustión interna. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. <https://elibro.net/es/ereader/usta/48846?page=24>

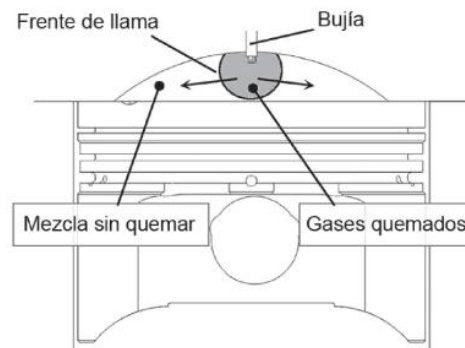
2.4 CLASIFICACIÓN DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA SEGÚN SU PROCESO DE COMBUSTIÓN

2.4.1 Motores de Encendido Provocado. Este tipo de motor en la industria también se conoce con el nombre de motor de ciclo Otto o de encendido por chispa. Su nombre es característico de su manera de encender la mezcla aire-combustible, debido a que una vez esta ingresa en la cámara de combustión es una chispa eléctrica la que provoca la deflagración en un momento determinado del ciclo, justo cuando el pistón se encuentra en el PMS.

Se debe evitar denominar este tipo de motor como motor de explosión ya que lo que se provoca dentro de la cámara de combustión es una combustión inducida no una explosión como tal, la cual no implica que se provoque una combustión¹³.

¹³ M Muñoz Domínguez y A. R. de Antonio, Motores de combustión interna. Madrid: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2016. [En Línea] Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/usta/48846?page=25>

Figura 3. Esquema de Combustión, Motor Encendido Provocado



Fuente: Muñoz Domínguez, M. y de Antonio, A. R. (2016). Motores de combustión interna. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. <https://elibro.net/es/ereader/usta/48846?page=25>

2.5 CLASIFICACIÓN DE LOS MOTORES SEGÚN EL MODO EN QUE REALIZAN SU CICLO

2.5.1 Motores de 4T. Este tipo de motores requieren realizar cuatro carreras del pistón o lo equivalente a dos revoluciones del cigüeñal, para cumplir con el ciclo completo¹⁴

2.5.2 Motores de 2T. A diferencia del motor de 4T, los motores de 2T realizan los 4 procesos en tal solo dos carreras o tiempos, esto equivale a una revolución del cigüeñal, debido a que este tipo de motor solo tiene dos carreras para para realizar las cuatro fases, en el momento de admisión de la mezcla y el escape de gases quemados, se hacen de manera simultánea en un proceso denominado barrido¹⁵.

2.5.3 Conclusiones sobre los motores de 2T y 4T. A continuación, se agregarán elementos a favor y en contra de cada tipo de motor, los cuales se dividirán en ámbitos diferentes¹⁶.

¹⁴ Íbid. p27

¹⁵ Íbid. p29

¹⁶ Fuente. Plai Bancells, Xavier. Millora d'un motor monocilíndric,. Girona, 2006. [En Línea] Disponible en: <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/7500> p2

Figura 4. Comparación entre motor de 2T Y 4T

Motor de 2T	Motor de 4T
Aspectes econòmics	
Construcció motor més econòmica	Construcció més cara
Manteniment més barat	Manteniment més car
Menys rendiment del cicle	Més rendiment cicle
Motors més lleugers	Motors més pesants
Aspectes ecològics	
Més consum de gasolina per cc	Menys consum de gasolina per cc
Més emissió de gasos	Menys emissió de gasos
Oli de lubricació expulsat a l'atmosfera	Oli de lubricació es manté a dins el motor
Més sorollosos, més estridents	Menys sorollosos, menys estridents
Aspectes de conducció	
Menys parell útil a baixes revolucions	Més parell a baixes revolucions
Corba de potència més irregular	Corba de potència més regular
Tacte més "explosiu"	Tacte més regular
Funcionament òptim a règim alts	Funcionament òptim a règims mitjos - alts

Fuente. Pla i Bancells, Xavier. Millora d'un motor monocilíndric, 2006. [En Línea] Disponible en: <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/7500> p20

2.6 PARTES PRINCIPALES MOTOR MOTO 4T

2.6.1 Culata. La culata es una pieza de nuestro motor que se construye en materiales diversos en función del modelo: hierro fundido, aleación ligera o aluminio. Su función consiste, básicamente, en servir de cierre para las cámaras de combustión del motor.

2.6.2 Cilindros. El motor de una moto puede tener desde uno hasta seis cilindros, que son unas piezas de la forma que le da nombre, de hierro y que tienen que soportar trabajos a muy altas temperaturas. Su tarea es la de servir de pista por la que se mueven los pistones. Popularmente, se habla de que el conjunto de cilindros es el bloque del motor y, además, se usan como referencia de la potencia del motor, al citar la cilindrada.

2.6.3 Pistones. El pistón hace de guía del movimiento de la biela y se traslada por el interior de los cilindros, de arriba a abajo únicamente, mientras el movimiento de la biela también es de izquierda a derecha a medida que sube y baja. Con su movimiento, logra pasar la energía de los gases de la combustión a la biela.

2.6.4 Bielas. La biela, por su parte, hace de enlace entre el pistón y el cigüeñal. Debido al movimiento del pistón de arriba a abajo, se mueve del mismo modo y, además, por su forma alargada y estrecha, de izquierda a derecha, transmitiendo el dinamismo del pistón al cigüeñal. En la actualidad, el material es que se fabrica es acero, aluminio o titanio.

2.6.5 Cigüeñal. Es un eje con codos y contrapesos al que se unen las bielas y que se mueve de forma coordinada con éstas y los pistones. El movimiento rotatorio del cigüeñal es el que ya se transmite a las ruedas de la moto

2.6.6 Bujías. Las bujías son unas piezas que forman ya parte del sistema de encendido del motor de nuestra moto. En concreto, con una chispa, generan el encendido de la mezcla de combustible y aire en los cilindros

2.6.7 Válvulas. Por su parte, otras piezas fundamentales en el motor de nuestra moto son las válvulas, ya que su papel es el de gestionar la entrada y salida de aire y combustible a la cámara de combustión y, también, de la expulsión de los gases que ésta genera. Un control de su estado nos permitirá saber si el proceso de combustión está funcionando de forma correcta en el motor¹⁷.

¹⁷ MORALES Álvarez, MARIA José, tipo de motores de moto. 2017. [En Línea] Disponible en: <https://motor.uncomo.com/articulo/cuales-son-las-piezas-del-motor-de-una-moto-21740.html>

3. SELECCIÓN DEL MOTOR Y ALTERNATIVAS DE DISEÑO

3.1 SELECCIÓN MOTOR

La recolección de información (estado del arte), se usó como una herramienta importante para lograr determinar las características idóneas para la selección del motor adecuado, como su peso, características técnicas, costo, accesibilidad, complejidad. Por ende, se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros.

- El tipo de motor debe ser de menor complejidad, teniendo en cuenta que el propósito de este proyecto es el desarrollo del aprendizaje.
- Debe ser ligero para su fácil manipulación.
- La máquina térmica debe ser económica y reconocida en el mercado, ya que es importante reducir costos a la hora de sustituir cualquier componente en caso de ser necesario.
- Esta debe garantizar un bajo grado de vibración y ruido, teniendo en cuenta que esta se utilizará en espacios cerrados.
- Debe tener un tamaño reducido, garantizando que ocupe el menor espacio posible para su fácil almacenamiento.

Las alternativas se evaluaron según las siguientes características, se dio un valor de 1 a 10 a cada ítem, siendo 1 el valor más bajo y 10 el más alto, así la alternativa que recibió mayor puntuación se seleccionó a continuación.

Tabla 1. Selección de Alternativas

ALTERNATIVAS	MOTOR OHV	MOTOR OHC	MOTOR DOHC
Peso	8	5	4
Mantenimiento	7	6	5
Costo	9	4	4
Portabilidad	7	4	3
Vibraciones	6	5	4
Complejidad	8	3	5
Accesibilidad	9	4	3

Fuente. Los Autores.

Luego de analizar la disponibilidad, costos, variables técnicas del motor, se optó por seleccionar un motor Mono cilíndrico OHV de dos válvulas impulsadas por varillas y refrigeradas por aire, con una cilindrada real de 170cc.

Figura 5. Características técnicas motor OHV

TIPO: SPORT
TIPO DE MOTOR: 175CC / 4T / SISTEMA OHV / CONTRA
DIAMETRO POR CARRERA (mm): 62 X 58
RELACIÓN DE COMPRESIÓN: 9.2 A 1
ENFRIAMIENTO: AIRE
SISTEMA DE ENCENDIDO: CDI
TRANSMISIÓN: 5 VELOCIDADES TIPO ENGRANE CONSTANTE
TRANSMISIÓN FINAL: CADENA REFORZADA (428H)
SISTEMA DE ARRANQUE: ELÉCTRICO / PATADA

Fuente: Yeidi. (2010).United Motors
<https://tecnoautos.com/motos/united-motors-um-rev-180r-pensada-para-ti-y-tu-familia/>

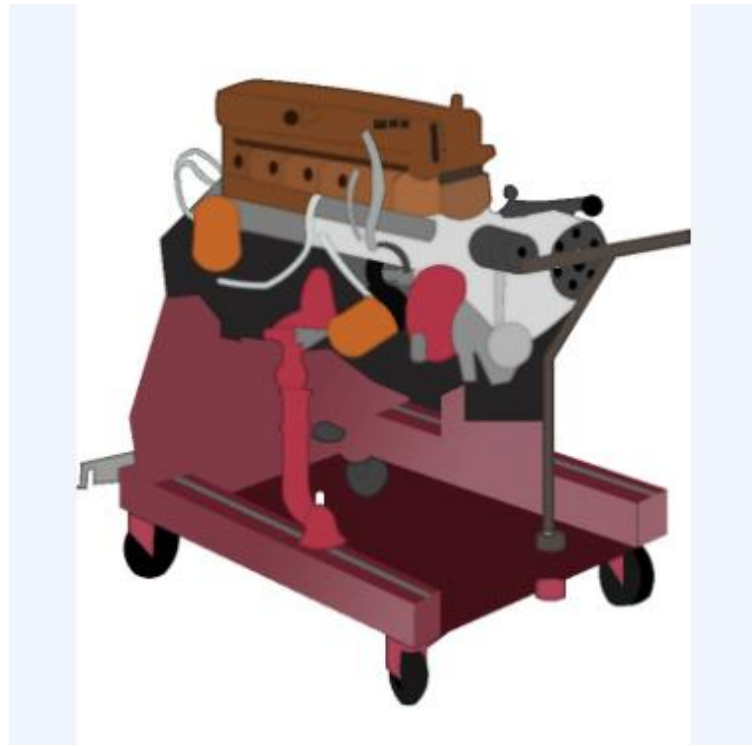
3.2 ALTERNATIVAS DE DISEÑO, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DEL BANCO

Para realizar la selección del banco se tuvieron en cuenta factores como: costo de fabricación, el diseño más fácil de manipular, el más fácil de construir, el de la forma más apropiada y el que menos tiempo requiera para su fabricación. Para ejecutar un análisis más exacto de estos factores se realizó una tabla de comparaciones para determinar por medio de una calificación cual diseño es el más adecuado

Se van a tener en cuenta 5 variables propuestas en la tabla, la suma y posterior división en 5 de las calificaciones arrojaran una nota final la cual determinara el diseño más factible.

3.2.1 Opción de Diseño 1

Figura 6. Modelado Alternativa 1



Fuente: Los Autores

En este boceto se puede apreciar un diseño bastante sencillo que cuenta con una jaula para soportar el motor, es bastante bajo por lo que es un poco incómodo a la hora de mover, además tiene el inconveniente de que posee una manivela bastante corta para maniobrar el banco cuando este sea puesto en movimiento, así mismo, se dificulta el empuje, por lo que se ve un poco afectado el transporte, aunque puede ser manipulado por una persona.

Es el diseño más pequeño y fácil de acomodar y transportar, pero debido a su estructura pequeña y limitada, no se pueden agregar cajones necesarios para guardar la pieza del motor cuando este se encuentre desarmado. Su diseño simple permite una rápida construcción y se reducen considerablemente los costos pues no se requieren de muchos materiales para su construcción.

Tabla 2. Calificaciones Diseño 1

Variable	Descripción	Calificación (Siendo 1 menor calificación)				
		1	2	3	4	5
FORMA	La forma debe ser apropiada para fácil acomodo y movimiento					
COSTO	Se evalúa el costo total de la estructura					
FACILIDAD DE MANIPULACIÓN	Se evalúa la facilidad del diseño propuesto para desplazarse					
FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN	Se valora la facilidad para construir el diseño propuesto					
TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	Se evalúa el tiempo necesario de fabricación del diseño					

Fuente: Los Autores

Realizada la evaluación de diseño 1 se define que la nota es de 2.6, siendo la forma y la facilidad de manipulación determinante para sacar una baja nota, las falencias y ventajas de este diseño serán tenidas en cuenta para la realización del segundo diseño.

3.2.2 Opción de Diseño 2

Figura 7. Modelado Alternativa 2



Fuente: Los Autores.

En el segundo diseño se implementaron las mejoras propuestas en el primer boceto, se agregaron seis cajones distribuidos de forma horizontal para hacer más ordenado el motor cuando este se encuentre desarmado, se aprecia también la introducción de un manubrio mejor posicionado que facilitara el transporte.

Mejorando los fallos del anterior diseño, este cuenta con un chasis más robusto y con forma de rectángulo para permitir la introducción de cajones de distribución de piezas, y sobre el cuál se soporta el motor, además esta forma es muy práctica y permite un fácil acomodo. De este diseño sobresale su simplicidad para construcción, pues el chasis cuenta con tapas y rieles de baja complejidad.

El tiempo de construcción estimado es de los más cortos debido a su simplicidad. El costo de esta propuesta es con respecto al anterior un poco más alto, pero no tan significativa debido a que la cantidad de materiales que se necesitan sigue siendo reducida por lo que es otro de sus ventajas.

Tabla 3 Calificaciones Diseño 2

Variable	Descripción	Calificación (Siendo 1 menor Calificación)				
		1	2	3	4	5
FORMA	La forma debe ser apropiada para fácil acomodo y movimiento					
COSTO	Se evalúa el costo total de la estructura					
FACILIDAD DE MANIPULACIÓN	Se evalúa la facilidad del diseño propuesto para desplazarse					
FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN	Se valora la facilidad para construir el diseño propuesto					
TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	Se evalúa el tiempo necesario de fabricación del diseño					

Fuente: Los Autores

La evaluación del diseño 2 arroja una calificación de 2,8 aún carece de una adecuada cubierta para el banco, pues si bien cumple con su función no se trata de un dispositivo estético a la vista, además las tapas son necesarias a la hora de

reducir las vibraciones producidas por el motor encendido. El manubrio es aún bastante rustico, aunque funcional.

3.2.3 Opción de Diseño 3

Figura 8. Modelado Alternativa 3



Fuente: Los Autores

Para la tercera propuesta se reduce el tamaño con respecto a la anterior, se introducen las tapas laterales y superior con una lámina de calibre superior para reducir las vibraciones, los cajones se redujeron un poco para hacer más ordenado y didáctico el banco, pensando en comodidad del usuario se sigue el diseño rectangular debido a las ventajas ya mencionadas, para mayor facilidad de manejo se sube el manubrio de la tapa lateral derecha a la tapa superior.

El costo de este diseño es considerablemente mayor debido a todas las mejoras y materiales agregados, el tiempo de construcción aumento sólo un poco pues tiene varias mejoras en comparación del primer y segundo boceto, no implica mucho trabajo por lo que no es un inconveniente.

Tabla 4. Calificaciones Diseño 3

Variable	Descripción	Calificación (Siendo 1 menor calificación)				
		1	2	3	4	5
FORMA	La forma debe ser apropiada para fácil acomodo y movimiento					
COSTO	Se evalúa el costo total de la estructura					
FACILIDAD DE MANIPULACIÓN	Se evalúa la facilidad del diseño propuesto para desplazarse					
FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN	Se valora la facilidad para construir el diseño propuesto					
TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	Se evalúa el tiempo necesario de fabricación del diseño					

Fuente: Los Autores

La calificación correspondiente para el diseño numero 3 es de 3 según criterios de evaluación. Si bien ha mejorado bastante con respecto a los dos primeros bocetos aun no es lo suficientemente técnico y didáctico que se necesita. Carece de una fuente de energía que permita encender el motor de manera cómoda ya que el motor posee Crank de encendido, se necesita una forma más práctica para realizar el encendido de esta.

También se ve la necesidad de introducir un sistema de alimentación de combustible que pueda mantener un flujo constante que permita un funcionamiento óptimo del motor.

Es importante para el banco contar con un sistema de organización que sea fácil de usar y que permita que las piezas del motor estén seguras por lo que los cajones serán distribuidos en tres filas cada una con dos cajones para un total de 6.

Teniendo en cuenta las tablas anteriores y las calificaciones asignadas se determina que:

El tipo de banco que se debe construir es de forma rectangular para hacer más fácil acomodarlo en cualquier espacio.

El banco debe disponer de una fuente de energía para facilitar el encendido del motor.

El diseño debe garantizar un bajo índice de vibración para garantizar la seguridad y comodidad del operario y del mismo banco.

La parte del banco que será más sometida a mayor esfuerzo en la parte de los soportes inferiores y de los empaques de la tapa superior.

El banco debe mostrar el sistema cableado eléctrico básico para hacer más didáctico y fácil su uso.

3.2.4 Diseño Final

Figura 9. Diseño Final



Fuente: Los Autores

Considerando las mejoras de las propuestas anteriores se introdujo un sencillo cableado, con el fin de dar encendido al motor de forma más fácil además de servir como material didáctico para que los alumnos puedan reconocer los componentes del encendido eléctrico del motor.

Se adiciono también un tanque de motocicleta para hacer el suministro de combustible constante evitando que el funcionamiento del motor se vea afectado. El manubrio simula de forma precisa los mandos presentes en una motocicleta, contando con un acelerador y sistema de embrague.

Para evitar el movimiento de los cajones por la vibración, se incluyeron en la parte trasera de estos unos resortes para prevenir que se salgan de sus rieles cuando sea encendido el motor.

Pensando en la organización, los cajones serán pintados en su interior con un color característico el cual corresponderá a un conjunto del motor en específico (cabeza de fuerza, sistema de embrague, volante de inercia, área de Carter).

Tabla 5. Calificaciones Diseño Final

VARIABLE	DESCRIPCION	CALIFICACION (SIENDO 1 MENOR CALIFICACION)				
		1	2	3	4	5
FORMA	LA FORMA DEBE SER APROPIADA PARA FACIL ACOMODO Y MOVIMIENTO					
COSTO	SE EVALUA EL COSTO TOTAL DE LA ESTRUCTURA					
FACILIDAD DE MANIPULACION	SE EVALUA LA FACILIDAD DEL DISEÑO PROPUESTO PARA DESPLAZARSE					
FACILIDAD DE CONSTRUCCION	SE VALORA LA FACILIDAD PARA CONSTRUIR EL DISEÑO PROPUESTO					
TIEMPO DE CONSTRUCCION	SE EVALUA EL TIEMPO NECESARIO DE FABRICACION DEL DISEÑO					

Fuente: Los Autores

Para el diseño final la nota corresponde a 3.2, si bien las mejoras son evidentes el costo y tiempo de construcción se ven afectados, la ventaja como forma y facilidad de manipulación también son evidentes debido a que se trata del diseño más acertado y acercado a lo que se desea para el laboratorio de mecánica de la universidad Santo Tomas. Por ende, este diseño será el elegido para la construcción del banco

4. MODELADO Y DIMENSIONAMIENTO

El moldeado y dimensionamiento se obtuvo mediante la aplicación de Software de Diseño CAD, mediante el uso de los programas Autodesk Inventor Professional, como programa para el diseño y dimensionamiento del banco de pruebas. Por otro lado, el uso del programa NX Nastran 1.0 se utilizó para analizar la fuerza a la cual estará sometida el banco.

Se procede a realizar el diseño más adecuado del banco de pruebas, teniendo en cuenta el beneficio vs costo, se evidencio que la opción 3 de los modelos propuestos fue el indicado, debido a esto se recolecto toda la información necesaria para el modelo seleccionado anteriormente.

4.1 ANÁLISIS ESTRUCTURAL, MATERIALES Y MÉTODOS

Mediante el uso del programa NX Nastram 10, se efectuaron las simulaciones correspondientes según el tipo de material de fabricación, forma de la estructura y fuerzas a la que esta se sometió.

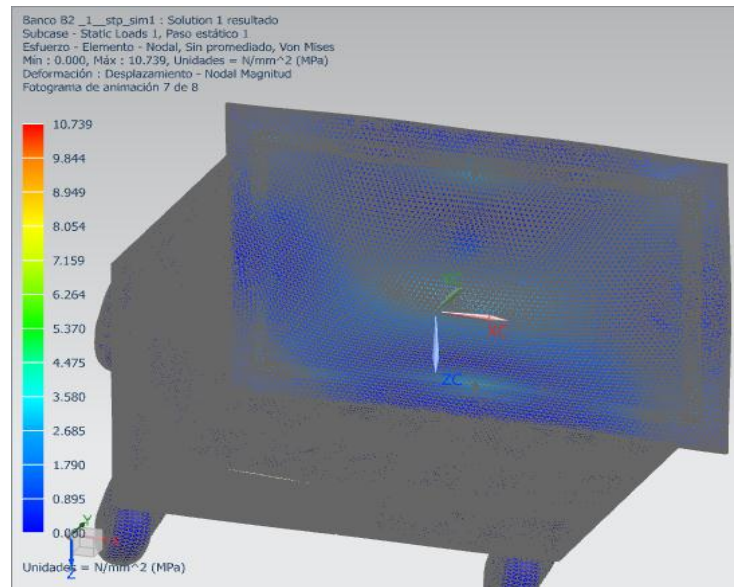
Se realiza el procedimiento en el software NX10, en el entorno de simulación avanzada y se ejecuta un análisis estructural por elementos finitos, usando un **Solver 101 Lineal Estático**, donde se realizará el proceso de mallado y asignación de materiales, de tipo **STEEL**, con un límite elástico de **137.7 MPa**, esto se puede observar en la tabla de información del material, fig 24 a continuación se le impone una carga equivalente a **392 N**, Los resultados obtenidos en la simulación fueron, valor máximo obtenido en el **esfuerzo elemental nodal** de **10,73 MPa** y un **desplazamiento nodal** de **0.0639 mm**.

Figura 10. Información Material I STEEL

```
===== Fuerza
Límite elástico
temperatura  Límite elástico
C   mN/mm^2 (kPa)
          20          137895
```

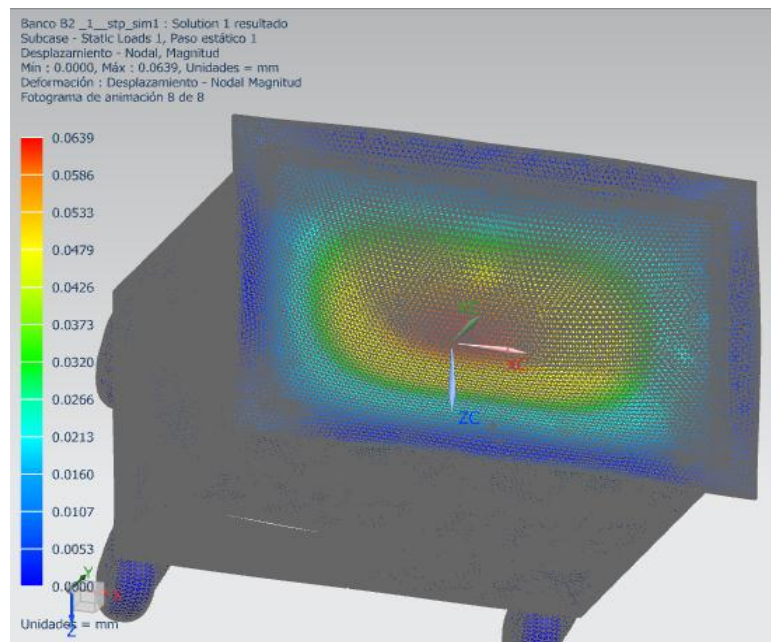
Fuente: Biblioteca Materiales NX Nastram 1.0

Figura 11. Esfuerzo elemental nodal banco



Fuente: Los Autores

Figura 12. Desplazamiento Nodal Banco Didáctico



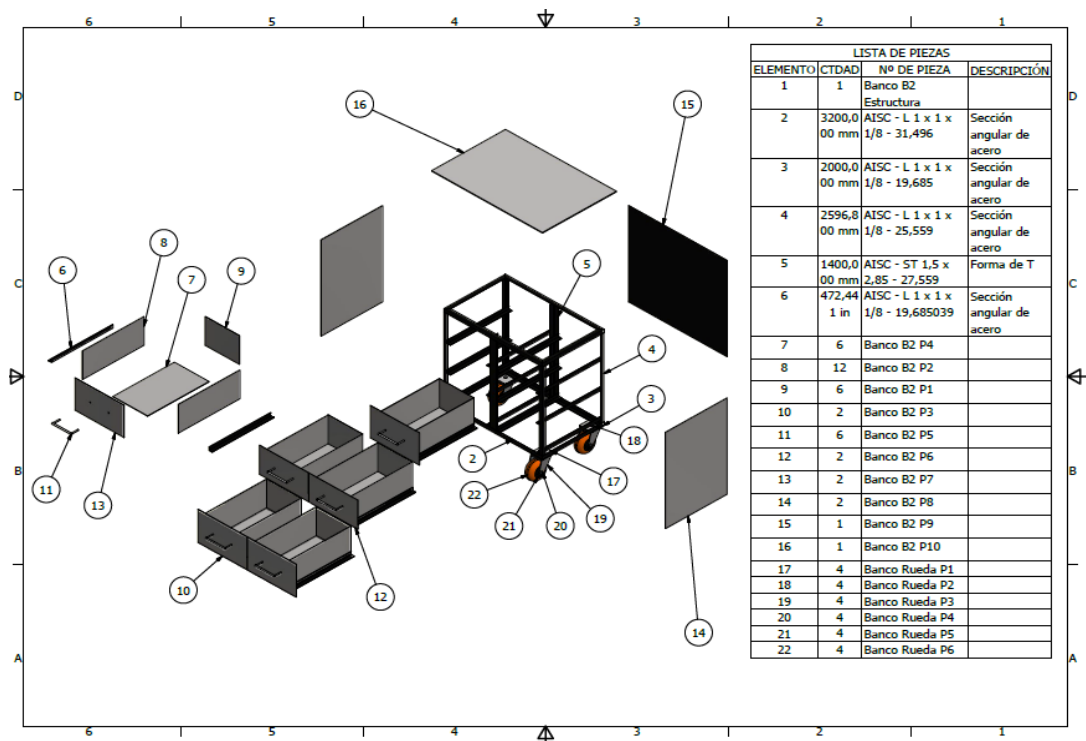
Fuente: Los Autores

Según los datos obtenidos, conociendo el límite elástico del acero, se calcula el factor de seguridad del Banco Didáctico, donde:

$$F_s = \frac{137.7MPa}{10.739MPa} = 12,8$$

Se evidencia un factor de seguridad de 12.8, esto indica que según el material y proceso de construcción permite que el banco de pruebas sea capaz de soportar 12 veces la fuerza que genera la masa del motor sobre el banco.

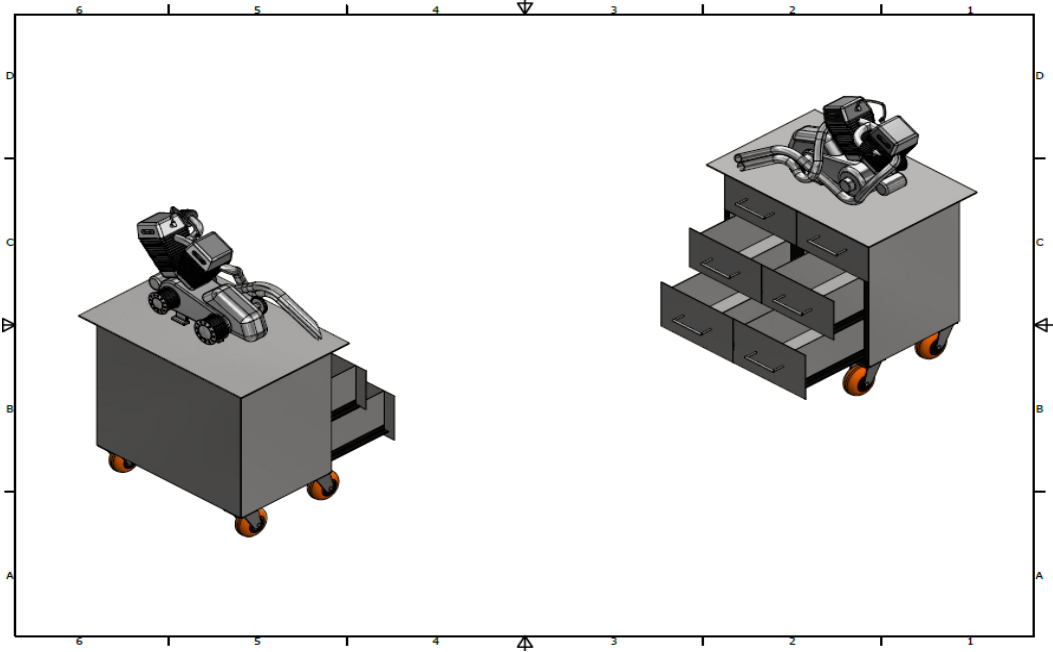
Figura 13. Despiece Banco de Pruebas



Fuente: Los autores.

4.1.1 Planos Isométricos Banco Didáctico de Pruebas

Figura 14. Planos Isométricos Banco de Pruebas



Fuente: Los Autores.

5. CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBAS

5.1 CONSTRUCCIÓN BASES

Tabla 6. Materiales construcción bases

Unidades	Material
2	Perfil Diaco 19mm x 2,5mm
5	Electrodo 6130 westarco

Fuente: Los Autores

Tabla 7. Herramientas Utilizadas Construcción Bases

Unidades	Tipo de herramienta
1	Pulidora de 4-1/2 pulgadas
1	Regla L
1	Máquina de soldar
1	Prensa de banco

Fuente: Los Autores

5.1.1 Procedimiento. Se tomó el perfil Diaco de 6m de longitud, con ayuda de la pulidora se cortan dos piezas con 70cm de longitud y dos con longitud de 50cm, como se muestra en la figura 30, este procedimiento se debe ser realizado de igual manera para la base superior e inferior de la estructura.

Figura 15. Piezas para Construcción de Base Superior



Fuente: Los autores

Para evitar problemas en el momento de ensamblar la totalidad de la base se recomienda realizar el corte por fuera de la línea marcada, de esta manera se precave la pérdida de milímetros de la medida original.

Figura 16. Corte de Ángulos



Fuente: Los Autores

Este proceso debe ser realizado de la misma manera para la construcción de la base superior e inferior, el resultado se muestra en la figura 17.

Figura 17. Base Superior e Inferior del Chasis



Fuente: Los Autores

Una vez terminadas las bases de la estructura se procede a unir esta para formar el chasis del banco, para ello se debe tomar un perfil de 6m Diaco, y realizar corte de 4 paralelos de 70cm, los cuales conectaran la base superior e inferior como se muestra en la imagen

Figura 18. Chasis del Banco Terminado



Fuente: Los Autores.

5.2 CONSTRUCCIÓN DE SOPORTES DIVISORES Y RIELES

Tabla 8. Materiales Construcción de Soportes Divisores y Rieles

Unidades	Material
2	Perfil Diaco 19mm x 2,5mm
5	Electrodo 6130 westarco

Fuente: Los Autores

Tabla 9 Herramientas Utilizadas Construcción de Soportes Divisores y Rieles

Unidades	Tipo de herramienta
1	Pulidora de 4-1/2 pulgadas
1	Máquina de soldar

Fuente: Los Autores.

5.2.1 Procedimiento. Con el chasis del banco terminado, en la siguiente fase se realiza la división de este a la mitad, para ello se utilizan dos perfiles de 70 cm, esto con el objetivo de definir el espacio que ocuparan los cajones, los perfiles se ponen en forma horizontal. Con la ayuda de la máquina de soldar se unen para formar el soporte como se muestra en la figura 19. Este procedimiento se realiza dos veces, para obtener una división perfecta del chasis.

Figura 19. Soporte Divisor de Cajones



Fuente: Los Autores

Se une el divisor de los cajones con el esqueleto para formar una sola estructura, para esto se debe fijar la mitad del chasis verificando que la medida de ambos corresponda a la misma. Este procedimiento se realiza con ayuda de la máquina de soldar.

Figura 20. Esqueleto con Soportes Divisores



Fuente: Los Autores

Con esta división los cajones quedan distribuidos de manera uniforme.

5.3 CONSTRUCCIÓN RIELES DE CAJONES

Tabla 10. Materiales Construcción Rieles de Cajones

Unidades	Material
1	Perfil Diaco 19mm x 2,5mm
5	Electrodo 6130 West arco

Fuente: Los Autores.

Tabla 11. Herramientas Utilizadas para Construcción Rieles de Cajones

Unidades	Tipo de herramienta
1	Pulidora de 4-1/2 pulgadas
1	Máquina de soldar

Fuente: Los Autores

Para realizar la construcción de los rieles se deben cortar 12 piezas del perfil con longitud de 49mm. Como se muestra en la figura 21, se debe puntear el perfil para de esta manera dar forma a los rieles

Figura 21. Instalación rieles inferiores



Fuente: Los Autores

Con ayuda del flexómetro se instalan los rieles dividiendo el chasis en sus laterales en partes de 25cm, para dejar los rieles en alturas iguales.

Se procede a soldar los rieles instalando las 12 piezas previamente cortadas como se muestra en la figura 22.

Figura 22. Chasis con Rieles Instalados.



Fuente: Los Autores

5.4 REFUERZO DEL CHASIS

Tabla 12. Materiales Utilizados Reforzado Chasis

Unidades	Material
3	Platina de 31.7 mm ancho x 4,7 m largo x 3mm alto
6	Electrodo 6130 westarco
1	Lamina cold rolled calibre 19

Fuente: Los Autores

Esta platina se debe seleccionar debido a que es un producto laminado en caliente de sección transversal con una superficie lisa y uniforme sin resaltes ni venas, ofrece una buena resistencia a cargas y vibraciones. La lámina se seleccionó por propiedades anteriormente mencionadas.

Tabla 13. Herramientas Utilizadas Refuerzo Chasis

Unidades	Tipo de herramienta
1	Pulidora de 4-1/2 pulgadas
1	Máquina de soldar
1	Flexómetro
1	Lápiz rojo
1	Regla L
1	Máquina de soldar

Fuente: Los Autores

Para mitigar las vibraciones, y evitar el desarmado en el momento de encendido del motor se va a realizar un reforzado de la estructura agregando platina en las partes más críticas del chasis.

Inicialmente se va a reforzar la parte superior, se deben cortar dos piezas de platina de 50 cm y una de 80 cm, a continuación, se procede a unir las platinas y el chasis, el resultado se muestra en la figura 23.

Figura 23. Reforzado parte Superior



Fuente: Los Autores

Como se aprecia en la figura las dos platinas de 50 cm fueron puestas de forma vertical para resistir mejor las cargas a la que será sometida la estructura. A continuación, se debe soldar cuatro platinas de 25cm distribuidas en las que fueron unidos el paso anterior formando dos cruces a lado y lado. Fig. 24.

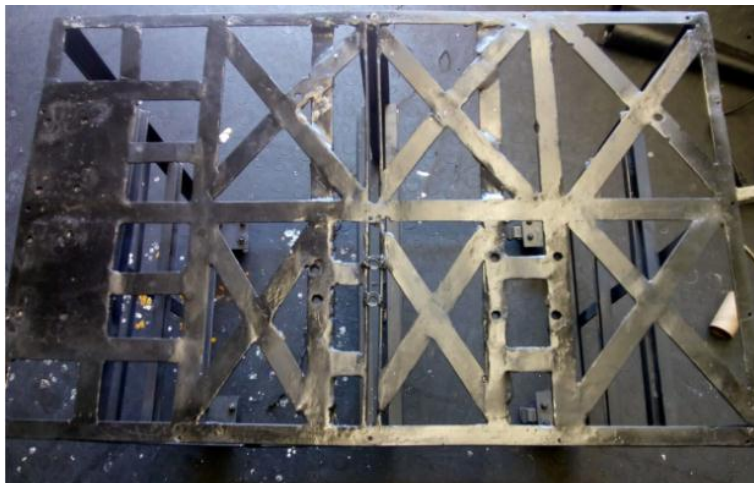
Figura 24. Reforzado parte Superior



Fuente: Los Autores

Para terminar de asegurar el área superior, se deben construir 6 piezas con forma de X para conectar todo, esto con el fin de utilizar este entramado también para fijar los soportes que se encargaran de fijar el motor al banco. Fig.25.

Figura 25. Entramado Final área Superior



Fuente: Los Autores

Como se observa en la imagen, se deben perforar varios agujeros teniendo en cuenta la distribución de los soportes, del motor, del manubrio, y de escape.

Para reforzar la parte trasera se deben cortar 1 lamina de 80 cm el cual debe ser soldado en la mitad de la estructura, y para finalizar se deben cortan dos láminas de 35 cm esto con el objetivo de formar una cruz en la parte trasera. Fig. 26.

Figura 26 Reforzado Trasero



Fuente: Los Autores

Tabla 14 Materiales Utilizados Construcción de Cajones

Unidades	Material
3	Lamina cold roller calibre 20 de 2m x 1m
6	Electrodo 6130 westarco

Fuente: Los autores

Se debe seleccionar esta lámina pues es altamente utilizada para fabricación de electrodomésticos, partes automotrices, muebles metálicos, estanterías, tambores, carrocerías y ornamentación, ofrece un rendimiento ideal.

Tabla 15. Herramientas Utilizadas Construcción Cajones

Unidades	Tipo de herramienta
1	Pulidora de 4-1/2 pulgadas
1	Máquina de soldar
1	Flexómetro
1	Lápiz rojo
1	Regla L

Fuente: Los Autores

Se procede a dividir la lámina de 2m x 1m en dos cuadrados perfectos. Figura 27.

Figura 27. Lámina para Construcción de Cajones



Fuente: Los Autores

Este procedimiento debe ser realizado de igual manera para las tres láminas, los cuadrados resultantes de dimensiones 1m x 1m, serán utilizados para la construcción de los seis cajones.

A continuación, con ayuda del flexómetro y el lápiz rojo se procede a trazar una cruz sobre la lámina como se muestra en la figura 28.

Figura 28. Trazado de Molde para Fabricación de Cajón



Fuente: Los Autores

Los moldes deben tener la forma y dimensiones mencionadas en la figura anterior, se puede apreciar que las pestañas de la parte delantera del molde tienen magnitudes diferentes, esto para definir la tapa frontal permitiendo un encaje perfecto con respecto a la estructura del banco y los demás cajones.

Con apoyo de la pulidora se procede a realizar los cortes para dar forma a la cruz molde como se muestra en la figura 29.

Figura 29 Proceso de corte de molde de cajones



Fuente: Los autores

Figura 30 Molde de cajón 1 terminado



Fuente: Los autores

Una vez terminado el corte de los seis moldes, el siguiente paso consiste endoblar las pestañas de estos hacia adentro para dar forma los cajones, el resultado final se puede apreciar en la figura 31.

Figura 31 Cajones doblados



Fuente: Los autores.

Para finalizar el ensamblado de los cajones se realizara el proceso de soldadura uniando las pestañas para formar una pieza solida.

Figura 32 Cajón 1 con soldadura completa



Fuente: Los autores

Este procedimiento debe ser realizado con los 6 cajones. Para finalizar, todos los cajones deben pasar por un proceso de pulido, para dejar las superficies libres de virutas e imperfecciones.

5.5 INSTALACIÓN RIELES DE CAJÓN

En esta fase se realizará la instalación de soportes que fijarán los cajones a los rieles del chasis, para esto se requieren de los siguientes materiales:

Tabla 16. Materiales Instalación Rieles

Unidades	Material
1	Perfil Diaco 19mm x 2,5mm
48	Remaches de $\frac{1}{2}$ pulgada

Fuente: Los Autores

Se debe seleccionar este perfil debido a que es ampliamente utilizado en la industria para construcción de torres de comunicación, soportes guiados, muebles, ofrece alta resistencia a cargas y no presenta peso considerable que afecte la movilidad del banco.

Los remaches son seleccionados de este diámetro pues garantizan fuerte fijación ideales para soportar la fuerza a la que será sometido los cajones.

Tabla 17. Herramientas utilizadas fabricación rieles

Unidades	Tipo de herramienta
1	Taladro
1	Broca de $\frac{1}{2}$ pulgada
1	Flexómetro
1	Centro Punto
1	Remachadora
1	Pulidora

Fuente: Los Autores

Para empezar, se cortan 12 piezas de 30cm, cada cajón contara con dos rieles que permitirán un fluido movimiento, se fijaran en las tapas laterales.

Figura 33. Rieles de Cajones



Fuente: Los Autores

El riel debe ser dividido en 4 distancias iguales, con el taladro se debe realizar perforaciones en cada uno de los puntos previamente marcados. Esto garantizará que los rieles queden bien fijados.

Figura 34. Perforación de Rieles



Fuente: Los Autores

Terminado el paso anterior, todos los rieles deben tener la siguiente apariencia con agujeros equidistantes como se muestra en la figura. Figura 35.

Figura 35. Rieles Perforados Listos para Remachar



Fuente: Los Autores

Se realiza el mismo procedimiento en la parte de inferior de las tapas laterales, con el taladro se perforan 8 agujeros 4 a cada lado.

Figura 36. Perforación de Tapas Laterales de Cajones.



Fuente: los Autores

Se realiza remachado de los rieles a las cajas, utilizando remaches de $\frac{1}{2}$ pulgada el resultado se puede observar en la figura 37.

Figura 37 Rieles Instalados a las Cajas.



Fuente: Los Autores

Esto debe ser realizado de la misma manera para los 6 cajones. En esta etapa de la construcción ya se puede apreciar los cajones montados en el chasis, el banco empieza a tomar la forma propuesta en el diseño final.

Figura 38. Chasis de Banco con Cajones Montados



Fuente: Los Autores

Con la pulidora se corrigen todos los detalles, dejando todo lo más estético posible, se debe verificar con ayuda de un nivel que los cajones estén alineados de forma perfecta.

5.6 FABRICACION TAPAS LATERALES, SUPERIOR Y TRASERA

En esta fase se va a realizar la instalación de tapas laterales y superior, para esto se requieren de los siguientes materiales:

Tabla 18. Materiales Utilizados Fabricación Tapas Laterales, Superior y Trasera

Unidades	Material
1	Lamina cold rolled calibre 20 2X1
20	Remaches de $\frac{1}{2}$ pulgada

Fuente: Los Autores

Se seleccionó esta lámina, pues gracias a su proceso de formado en frío reduce el espesor del acero y al mismo tiempo la hace más resistente, por lo que es ideal pues no presenta un incremento de peso significativo para el banco.

Se seleccionaron los remaches de este tamaño para garantizar una fuerte fijación de las tapas al chasis.

Tabla 19. Herramienta Utilizada Fabricación Tapas Laterales Superior y Trasera

Unidades	Tipo de herramienta
1	Taladro
1	Broca de $\frac{1}{2}$ pulgada
1	Flexómetro
1	Centro punto
1	Remachadora
1	Pulidora

Fuente Los: Autores

Para realizar la construcción de las tapas se cortan, 2 rectángulos con las medidas: 50 cm x 70 cm para las tapas laterales; para la tapa superior se realiza con la medida 50 cm ancho x 80 cm alto. Para la tapa trasera se corta un rectángulo con dimensiones 70 cm x 80 cm.

A continuación, se deben realizar los huecos donde irán los remaches, para esto se debe ayudar con unas pinzas de presión (hombresolo) para fijar las tapas al chasis, este procedimiento se muestra en la figura 39.

Figura 39. Tapas laterales y traseras



Fuente: Los Autores

La anterior operación se debe realizar con todas las tapas para asegurar exactitud en los agujeros realizados. Figura 40.

Figura 40. Tapa Superior



Fuente: Los Autores

5.7 MASILLADO DE CAJONES Y PREPARACIÓN DE SUPERFICIES PARA PINTURA

En esta fase se realizará la corrección de detalles superficiales para imprimación de anticorrosivo a los cajones, chasis y tapas del banco, para esto se requieren de los siguientes materiales:

Tabla 20. Materiales Utilizados para Masillado de Cajones y Preparación de Superficies para Pintura

Unidades	Material
1	Masilla Poliester Premium Blanca extra fina
1	Catalizador
1	Lija fina 180

Fuente: Los Autores

Se seleccionó esta masilla debido a que es ampliamente utilizada para resanar hendiduras en piezas metálicas fibra de vidrio y mármol, sirve para dejar las superficies en óptimo estado.

Tabla 21. Herramienta Utilizada para Masillado de Cajones.

Unidades	Tipo de herramienta
1	Espátula

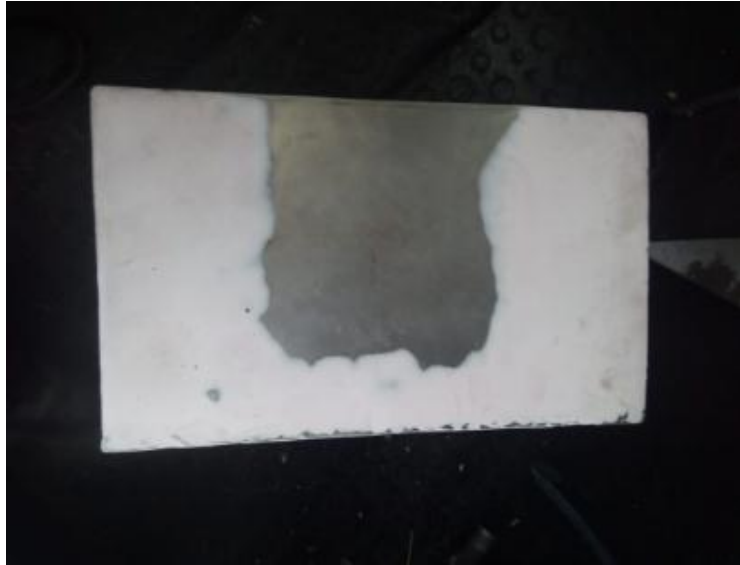
Fuente: Los Autores

Para el proceso se tiene que realizar una adecuada preparación de la macilla, pues se debe tener en cuenta que la cantidad de catalizador afecta directamente el tiempo de endurecimiento de la misma.

Para un manejo adecuado de la masilla se recomienda un 2 o 4% de endurecedor que está incluido en el frasco.

Con ayuda de la espátula se distribuye una cantidad optima de macilla, en este caso se requiere que la superficie de la tapa frontal de los cajones presente un acabado liso y homogéneo como se muestra en la figura 41, se hace especial énfasis en las partes laterales de la tapa pues son las zonas con más imperfecciones.

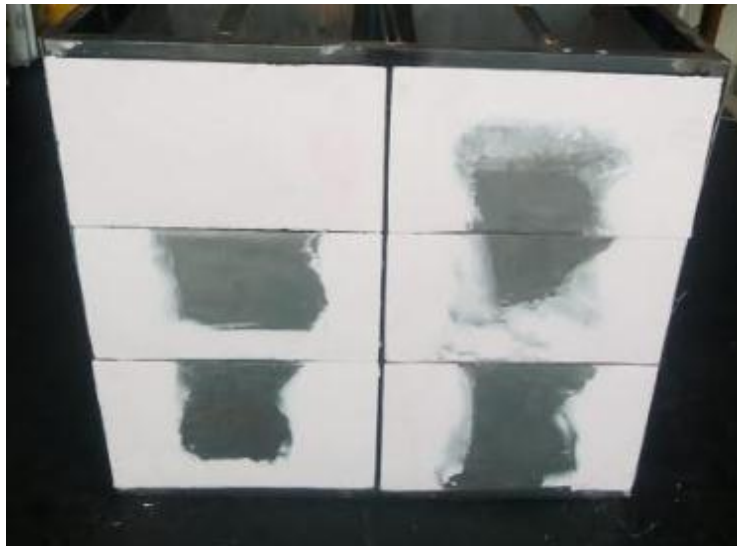
Figura 41. Masillado Zonas Laterales Tapa Frontal Cajón.



Fuente: Los Autores

Con ayuda del tacto se debe verificar que el área este en óptimas condiciones para posterior aplicado de base, la superficie debe tener una textura suave y sin imperfecciones. Este procedimiento debe ser realizado en los seis cajones como se muestra en la figura 42.

Figura 42. Masillado Totalidad de Cajones



Fuente: Los Autores

Adicionalmente se debe aplicar masilla en las diferentes áreas del banco que se necesite, verificando las superficies con el tacto como se realizó en el paso anterior, se debe utilizar una lija fina para desbastar la macilla hasta que esta tenga la textura requerida.

Fabricación de moldes internos de los cajones

Tabla 22. Materiales Fabricación Moldes.

Unidades	Material
2	Bloque de Icopor de 1m x 1m
1	Pegamento Carpincol 250 Gramos
10	Rollo papel multi uso

Fuente: Los Autores

El poliestireno expandido (EPS) o Icopor como normalmente se conoce se seleccionó debido a su facilidad de manufactura, las propiedades de este permiten ordenar las piezas del motor de forma segura y permiten acomodar a cualquier forma según la pieza.

El pegamento se escogió teniendo en cuenta sus propiedades permeables, como es un pegante sintético a base de poliáceto de vinilo en una alta concentración se puede mezclar con agua sin que pierda sus características ofreciendo pegues de alta exigencia.

El papel multiusos se seleccionó porque permite ser mojado sin ser destruido además de ser altamente maleable, cuando el pegamento mezclado con agua se seca como resultado queda un material con la dureza requerida.

Tabla 23. Herramientas Utilizadas Fabricación Moldes.

Unidades	Tipo de herramienta
1	Pincel 12 mm
1	Bisturí
1	Cautin
1	Tijeras
1	Recipiente de plástico

Fuente: Los Autores

5.7.1 Parte 1: Construcción de Moldes. Primero se deben cortar 5 piezas de poliestireno expandido (EPS) o icopor con dimensiones 30cm de ancho X 40cm de alto.

Una vez realizado el paso anterior se acomodará las piezas de poliestireno expandido (EPS) o icopor dentro de los cajones como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 43. Molde Poliestireno Expandido (EPS) o Icopor dentro de Cajón.



Fuente: Los Autores

Como se muestra en la figura, se deben acomodar el conjunto de piezas del motor bien distribuidos, de manera cómo vaya a quedar el molde terminado. Con ayuda del bisturí y el Cautín se procede a cortar el Icopor dando forma de las piezas que van a acoplar en cada cajón.

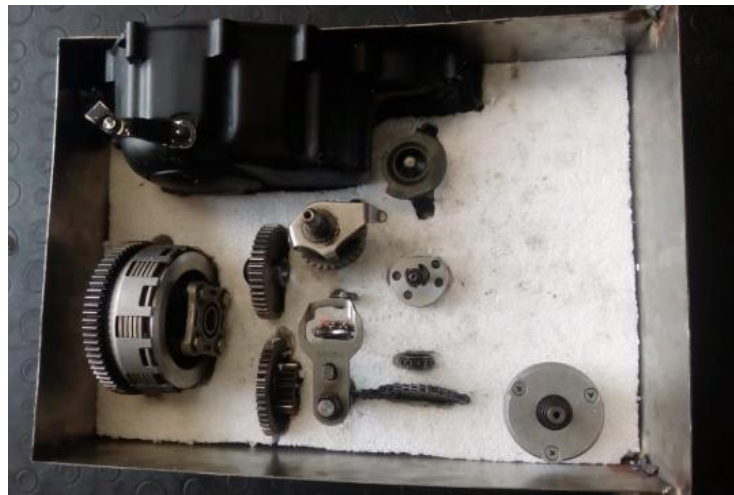
Figura 44. Acoplamiento de Piezas al Molde de Icopor



Fuente: Los Autores.

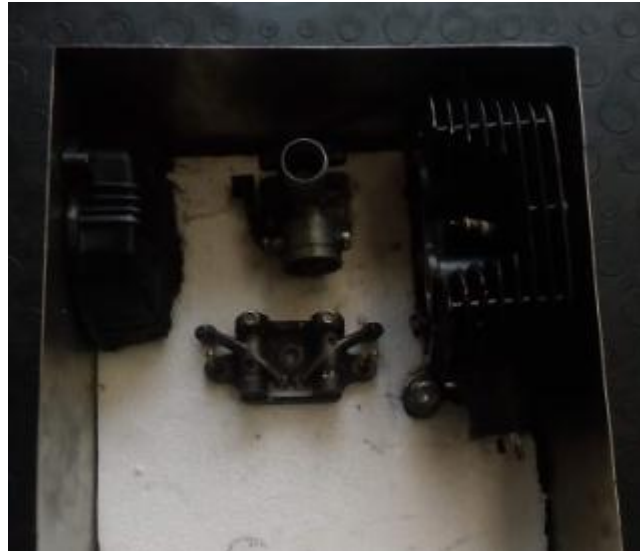
Este procedimiento se debe realizar con todas las piezas que serán guardadas en los diferentes cajones.

Figura 45. Construcción Molde Sistema Embrague.



Fuente: Los Autores.

Figura 46. Construcción de Molde Cabeza de Fuerza



Fuente: Los Autores.

Al final de esta parte del procedimiento, todas las partes del motor deben quedar debidamente guardadas y con un cajón asignado como se muestra en la imagen.

Figura 47. Moldes Internos de Cajones.



Fuente: Los Autores.

5.7.2 Parte 2: Reforzado de Moldes. En esta etapa de la construcción se debe reforzar los moldes construidos debido a que el Poliestireno expandido (EPS) o Icopor en es muy endeble y necesita un poco más de dureza para contener de manera óptima las piezas.

El primer paso consiste en depositar el pegante en un recipiente plástico de 500 ml en una proporción de 30%, se debe verter agua sobre este, con proporción 70% de esta manera se certifica que la textura final de la cola no sea muy espesa.

Posteriormente, se deben cortar retazos del papel multiusos de diferentes tamaños. Con ayuda del pincel se procede a aplicar la cola en toda la superficie del molde a tratar.

Una vez aplicado el pegante se deben pegar los diferentes retazos de papel, se debe hacer especial énfasis en los agujeros donde se pondrán las piezas del motor.

Se deben aplicar en total 5 capas de papel a cada molde, entre capa y capa debe haber un intervalo de 15 minutos de secado para garantizar la dureza requerida.

Este procedimiento se debe realizar de la misma manera para los 5 moldes.

5.8 CONSTRUCCIÓN DE SOPORTES DEL MOTOR

Tabla 24. Materiales Construcción de Soportes

Unidades	Material
1	Perfil Diaco 1 ½ X 3/16
1	Platina de 31.7 mm ancho x 4,7 m largo x 3mm alto
1	Electrodo 6130 Westarco

Fuente: Los Autores

Los materiales utilizados para fabricar los soportes se escogieron teniendo en cuenta las características mencionadas anteriormente.

Tabla 25. Materiales Fabricación Soportes.

Unidades	Tipo de herramienta
1	Pulidora
1	Taladro
1	Máquina de soldar
1	Flexómetro

Fuente: Los Autores

Para fabricar este soporte se necesita de perfil Diaco 1 ½ X 3/16, el cual es más grande que los usados previamente para los rieles y el chasis.

Para empezar, se cortan 4 pedazos de perfil de 7cm, se deben seleccionar dos piezas sobre las cuales se procede a trazar un ángulo de 45 el resultado final del soporte.

Para finalizar con la construcción de este primer soporte se debe realizar perforación de seis agujeros cuatro en la parte inferior y dos en la parte superior en cada uno de los laterales, el resultado se muestra en la siguiente figura.

Figura 48. Soporte Terminado



Fuente: Los Autores

Para el segundo soporte, se debe realizar un procedimiento similar al mencionado anteriormente, la única diferencia consiste en que a este se debe incluir una platina en la zona inferior, la cual permite adaptarse los agujeros originales del motor para fijar este al chasis, la platina tiene las siguientes dimensiones. 3 cm alto x 10 cm ancho.

Lo que se debe hacer a continuación es soldar esta platina en la mitad de los soportes "L" para lograr un alargamiento en la zona inferior de estos como se muestra en la siguiente imagen

Figura 49. Soporte 2 Terminado.



Fuente: Los Autores

Se debe acordonar de forma adecuada teniendo en cuenta que estos soportes estarán sometidos a cargas críticas y se encargarán de conectar el motor y el banco.

5.9 ACONDICIONAMIENTO DEL ESCAPE

Tabla 26. Materiales Fabricación

Unidades	Material
1	Escape moto apache RTR 200cc
1	Platina de 31.7 mm ancho x 4,7 m largo x 3mm alto
1	Electrodo 6130 Westarco
1	Perfil redondo 2 x 2mm x6m
2	Tornillos grado 8, diámetro 12mm
2	Tuercas 12 mm

Fuente: Los Autores.

Los materiales utilizados para adaptar el escape al motor se seleccionaron teniendo en cuenta su resistencia al calor.

Se seleccionó el escape de una moto RTR apache 200cc teniendo en cuenta su baja resonancia debido a el diseño compacto del banco es necesario un disipador de sonido efectivo, que no interfiera en las actividades académicas.

Tabla 27. Herramientas Fabricación.

Unidades	Tipo de herramienta
1	Pulidora
1	Taladro
1	Máquina de soldar
1	Flexómetro

Fuente: Los Autores.

Posteriormente se procederá a modificar el escape para adaptarlo a la maqueta, para esto se debe cortar toda la parte delantera de este dejando solamente el resonador el cual será el que se va a utilizar.

Figura 50. Corte de Resonador de Escape.



Fuente: Los Autores

El perfil previamente doblado con forma de “U” debe ser cortado a la mitad, este a su vez se debe colocar en el motor utilizando los pernos de 12 mm.

Las dimensiones del escape, según el diseño no deben salir del chasis del banco. Se debe garantizar una distancia de 10 cm entre el resonador del escape y el motor, esto para evitar problemas en la distribución de los soportes de la batería del tanque y del mismo escape. El pre montaje debe quedar como se muestra en la figura 51

Figura 51. Perfil Instalado en el Escape del Motor.



Fuente: Los Autores

Posteriormente como se muestra en la figura 52. Se debe realizar la unión del escape al perfil cortado anteriormente, se debe tener especial cuidado para no dejar poros en la soldadura ya que estos pueden tener pérdidas de elementos producidos durante la carburación.

Figura 52 . Modificación del Escape Terminada



Fuente Los Autores

Se debe aprovechar los agujeros originales del motor que permitían a este adherirse al chasis de la moto esto para asegurar que el diseño no sea saturado de platinas y soportes innecesarios. El agujero original del motor más idóneo para ser utilizado para este soporte se puede observar en la figura 53.

Figura 53. Soporte del Motor Seleccionado.



Fuente: Los Autores

Una vez seleccionado el agujero en el que se va a fijar el apoyo, el siguiente paso consiste en construir el soporte auxiliar. Para esto se necesitan los siguientes materiales:

5.10 CONSTRUCCIÓN SOPORTE AUXILIAR

Tabla 28. Materiales Fabricación Soporte.

Unidades	Material
1	Platina de 31.7 mm ancho x 4,7 m largo x 3mm alto
1	Electrodo 6130 Westarco

Fuente: Los Autores.

La platina se seleccionó teniendo en cuenta su rigidez, además de que no se trata de un material grande que ocupe gran espacio por lo que es idóneo para este propósito.

Tabla 29. Materiales Fabricación Soportes.

Unidades	Tipo de herramienta
1	Pulidora
1	Taladro
1	Máquina de soldar
1	Flexómetro

Fuente: Los Autores.

Para construir este soporte se corta la platina en tres piezas con las siguientes dimensiones: Pieza 1. 10 cm largo, Pieza 2. 6 cm largo, Pieza 3. 4 cm largo.

Terminado de cortar las piezas, se debe realizar la unión de estas, las piezas 2 y 3 se unen a la pieza 1 cada una de un extremo, para esto hay que verificar que tengan un ángulo de 90 grados.

Con el taladro se tiene que realizar un agujero en la parte inferior de la pieza 2 el cual unirá el soporte auxiliar al motor. De igual manera se realiza un agujero en la parte inferior de la pieza 3, este para fijar el escape. Se va a aprovechar la parte del escape que se adhería a la moto por lo que no es necesario realizar alguna modificación a este.

Figura 54. Soporte Auxiliar Instalado.



Fuente: Los Autores

Tabla 30. Materiales Construcción Soportes

Unidades	Material
1	Perfil redondo de 2 ½ pulgadas diámetro x 30 cm largo
1	Platina de 31.7 mm ancho x 4,7 m largo x 3mm alto
1	Electrodo 6130 Westarco
1	Tanque motocicleta Akt SL 125cc
2	Tornillo grado 8 diametro 12 mm
2	Tuercas 12 mm

Fuente: Los Autores.

Los materiales utilizados para fabricar los soportes se escogieron teniendo en cuenta las que se va a imitar varias características de una motocicleta tales como la distribución de los componentes eléctricos bajo el tanque, el tanque sobre el motor.

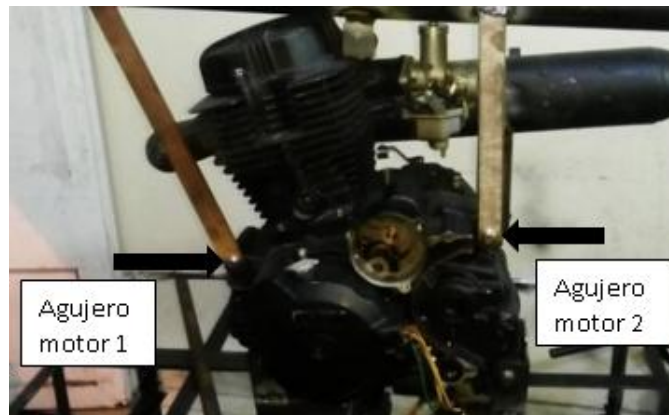
Tabla 31. Herramientas utilizadas

Unidades	Tipo de herramienta
1	Pulidora
1	Taladro
1	Máquina de soldar
1	Flexómetro

Fuente: Los Autores

Teniendo en cuenta que el diseño propone que el banco tenga una apariencia similar a una motocicleta, se continúa con el plan de construcción utilizado para adaptar el escape al banco. Con el motor montado en el chasis se procede a cortar dos platinas con las siguientes medidas: Platina 1. 15 cm largo, Platina 2. 11 cm largo. Los agujeros originales seleccionados para este propósito se muestran en la figura 55.

Figura 55. Agujeros Seleccionados.



Fuente: Los Autores

Figura 56. Instalación de Platinas al Motor.



Fuente: Los Autores.

A continuación, se debe unir la platina 1 y 2 con el perfil redondo, para garantizar que la medida de este corresponda a lo que se desea se procede primero a soldar y después con el tanque puesto se cortara el excedente.

Se debe soldar por la parte externa del tubo como se muestra en la imagen.

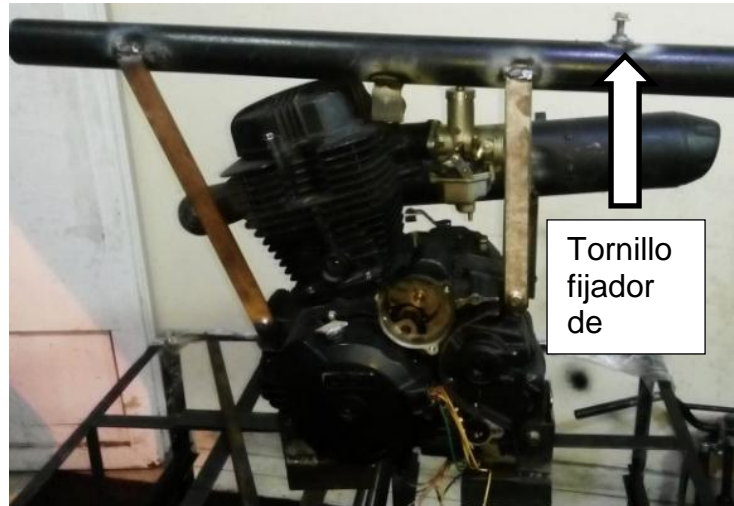
Figura 57. Proceso de Acondicionamiento Soporte Tanque.



Fuente: Los Autores.

Para esto se van a aprovechar como en el caso del escape los agujeros originales del motor, se utilizarán dos tornillos de 12 mm. Como se puede apreciar en la misma figura en la parte superior derecha se tiene que soldar una tuerca de 12 mm, el cual tendrá como función principal fijar el tanque al soporte.

Figura 58. Acondicionamiento Soporte Tanque.



Fuente: Los Autores.

Seguidamente se coloca el tanque seleccionado sobre el soporte recién construido, esto se debe realizar para identificar lo que sobra de la estructura. Figura 59.

Figura 59. Instalación de Tanque



Fuente: Los Autores

Para terminar, se debe cortar los excedentes de tubo para que quede como el diseño propuesto.

Debajo del tanque se debe colocar la bobina de alta, el regulador de corriente y el CDI de la misma manera como se sitúan en una motocicleta real. Se repartieron los componentes eléctricos de esta manera para que los alumnos tengan la oportunidad de reconocer como se distribuyen en un vehículo real.

5.11 CONSTRUCCIÓN SOPORTE DE BATERÍA

Tabla 32. Materiales Construcción Soporte Batería

Unidades	Material
1	Perfil Diaco 1 ½ X 3/16
1	Platina de 31.7 mm ancho x 4,7 m largo x 3mm alto
1	Electrodo 6130 Westarco

Fuente: Los Autores.

Los materiales utilizados para fabricar el soporte se escogieron teniendo en cuenta las características mencionadas anteriormente.

Tabla 33. Herramientas Utilizadas

Unidades	Tipo de herramienta
1	Pulidora
1	Taladro
1	Máquina de soldar
1	Flexómetro

Fuente: Los Autores

Para la batería se debe construir un soporte a medida con forma de caja, este a su vez se tiene que unir a la estructura que previamente se fabricó para el tanque.

Para empezar, se deben cortar dos piezas de 15 cm del perfil 1 ½ X 3/16. A continuación, se procede unir las dos piezas por la zona inferior interna, de esta manera quedaran conformados la base y laterales del soporte.

Una vez terminado de soldar las dos piezas, se cortan dos trozos de platina cada uno con las siguientes dimensiones: 4cm ancho X 8cm alto.

Posteriormente con la construcción de la estructura se procede a soldar las tapas laterales esto con el objetivo de formar una caja perfecta sobre la cual va colocar la batería, en la figura 60 se puede apreciar el resultado final.

Figura 60. Soporte Caja de Batería Terminado.



Fuente: Los Autores

5.12 UNIÓN DE CAJA DE BATERÍA Y SOPORTE DE TANQUE

Tabla 34. Materiales Utilizados Unión Soporte Batería

Unidades	Material
3	Electrodo 6130 Westarco

Fuente: Los Autores

El electrodo se tiene que seleccionar teniendo en cuenta su profundidad de penetración este garantiza una unión permanente.

Tabla 35. Herramientas Utilizadas

Unidades	Tipo de herramienta
1	Máquina de soldar
1	Flexómetro

Fuente: Los Autores.

Para unir la caja al soporte del tanque, se selecciona el lugar más apropiado. Se tiene que tener en cuenta que el lugar seleccionado no interfiere en la fluidez visual del banco y tampoco en el funcionamiento y uso.

En la siguiente imagen se puede apreciar el lugar seleccionado.

Figura 61. Lugar Seleccionado Caja Batería.



Fuente: Los Autores

Con el inversor se procede a soldar la caja al lugar seleccionado, la caja se debe posicionar de forma horizontal en cualquiera una cara de 8cm.

5.13 CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE DIRECCIÓN

Tabla 36. Materiales Construcción Sistema de Dirección

Unidades	Material
1	Perfil Diaco 1 ½ X 3/16
1	Platina de 31.7 mm ancho x 4,7 m largo x 3mm alto
1	Electrodo 6130 Westarco
2	Tornillos 6 cm largo
1	Manubrio motocicleta
1	Soporte de barras motocicleta

Fuente: Los Autores.

Los materiales utilizados para fabricar el soporte se escogieron teniendo en cuenta las características mencionadas anteriormente.

Tabla 37. Herramientas Utilizadas Sistema de Dirección

Unidades	Tipo de herramienta
1	Pulidora
1	Taladro
1	Máquina de soldar
1	Flexómetro

Fuente: Los Autores.

Para fijar las barras a la parte superior del banco se tiene que cortar a partir de la lámina 2 piezas con forma de cuadrado con 6cm de ancho X 4cm de largo. A su vez se debe realizar 4 cada uno en una esquina.

Figura 62. Apariencia Final Barras.



Fuente: Los Autores.

Para dar forma al sistema de dirección se utiliza el soporte de barras de motocicleta Akt SL 125cc y se arma el conjunto introduciendo el manubrio, el soporte ya originalmente trae tornillos y formas por lo que no es necesario modificarlo.

Figura 63. Sistema de Dirección Instalado en el Banco.



Fuente: Los Autores

5.14 INSTALACIÓN DE RUEDAS

Tabla 38. Materiales Utilizados Instalación de Ruedas

Unidades	Material
1	Perfil Diaco 1 ½ X 3/16
1	Platina de 31.7 mm ancho x 4,7 m largo x 3mm alto
1	Electrodo 6130 Westarco
2	Ruedas fijas
2	Ruedas móviles
16	Tornillos de 10 mm
16	Tuercas de seguridad

Fuente: Los Autores

Los materiales utilizados para fabricar el soporte se escogieron teniendo en cuenta las características mencionadas anteriormente.

Tabla 39. Herramientas Utilizadas Instalación de Ruedas

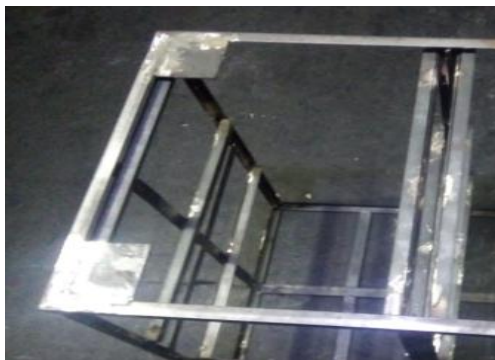
Unidades	Tipo de herramienta
1	Pulidora
1	Taladro
1	Máquina de soldar
1	Flexómetro

Fuente: Los Autores

Para fijar las ruedas al chasis, se deben soldar en la parte inferior de estos cuatro soportes en cada esquina. Los soportes deben tener 8 cm de ancho X 8 cm de alto.

Una vez cortadas se debe proceder a unir estas en la parte inferior una en cada esquina. Figura 64.

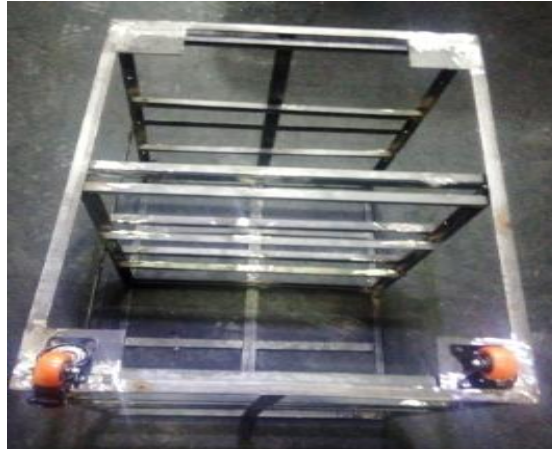
Figura 64. Soportes Instalados.



Fuente: Los Autores

Con los soportes instalados se procede a realizar agujeros para adaptar las ruedas. Estas se deben distribuir de la siguiente manera: Las fijas en línea, al igual que las móviles. Se tiene que utilizar pernos de 10 mm para asegurar fijación ideal.

Figura 65. Proceso Instalación Ruedas.



Fuente: Los Autores

Proceso de pintado de tapas, cajones y estructura del banco-

Tabla 40. Materiales Utilizados Proceso de Pintado

Unidades	Material
¼	Anticorrosivo gris
5	Lija 200
¼	Pintura negra Poliuretano
5	Lija 120
1	Masilla Poliester Premium Blanca extra fina
1	Catalizador

Fuente: Los Autores.

El anticorrosivo se seleccionó teniendo en cuenta sus propiedades de inhibición del proceso de oxidación, además que proporciona una superficie con condiciones propicias para ser pintadas con acabado tipo poliuretano.

La pintura se seleccionó teniendo en cuenta que el banco será expuesto a diferentes cambios de temperatura para garantizar un fijado perfecto y evitar que se levante esta después de varios usos.

Las lijas se seleccionaron por su textura, la gruesa será utilizada para preparar la superficie de las piezas para el anticorrosivo y la delgada será utilizada para una vez aplicado el anticorrosivo preparar la superficie para la pintura.

Tabla 41. Herramientas utilizadas

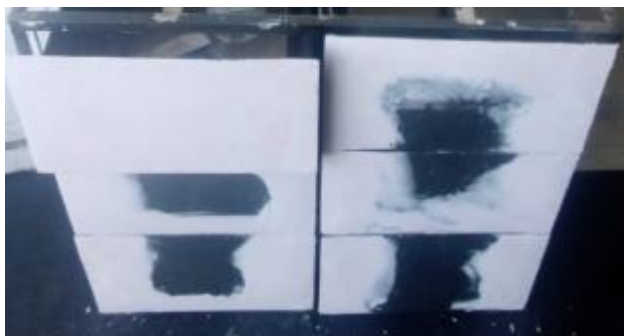
Unidades	Tipo de herramienta
1	Compresor de aire
1	Pistola para pintar

Fuente: Los Autores.

Con ayuda de la lija 120 se procede a pulir las tapas del banco, una vez realizado esto se debe verificar con ayuda del tacto si la superficie presenta una textura suave y lisa.

Este procedimiento se debe realizar también con la estructura del banco y con los cajones como se aprecia en el capítulo de fabricación tapas laterales, superior y trasera.

Figura 66. Cajones y Chasis Listos para Anticorrosivo.



Fuente: Los Autores.

Antes de realizar el aplicado de anticorrosivo, se deben realizar todos los agujeros y cortes necesarios para evitar dañar la pintura.

Una vez se terminan de pintar la capaz necesaria, se debe dejar secar 12 horas para garantizar un fijado óptimo. El resultado se puede apreciar en la siguiente imagen.

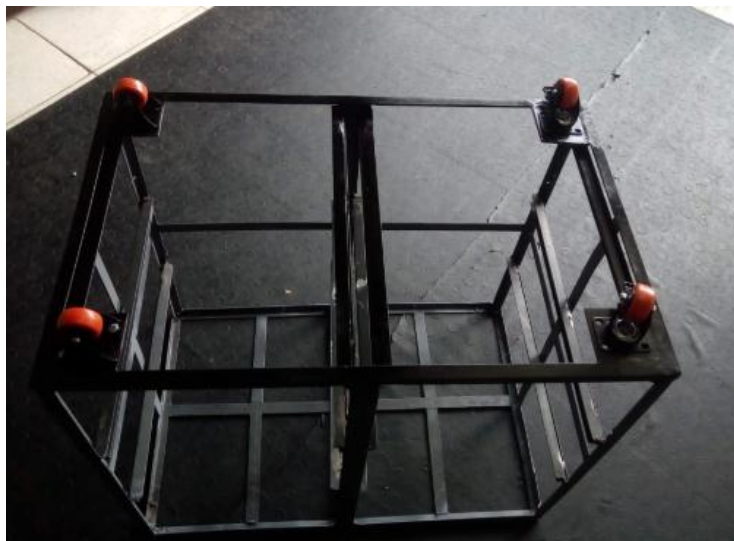
Figura 67. Banco y Tapas con Anticorrosivo.



Fuente: Los Autores

Terminado el tiempo de secado, con ayuda de la lija 120 se debe proceder a hacer un pulido rápido de las superficies, esto para asegurar que la pintura negra se adhiera correctamente.

Figura 68. Parte inferior chasis pintado.



Fuente: Los Autores.

Posteriormente se debe realizar el proceso de pintura en las cajas, el procedimiento se tiene que ejecutar de manera similar al mencionado anteriormente con el chasis. Para asegurar un proceso de secado óptimo se deben colocar los cajones a los rieles.

Figura 69. Cajones y Chasis Pintados.



Fuente: Los Autores

Para terminar, se debe aplicar la pintura a cada una de las tapas del banco, repitiendo el procedimiento realizado anteriormente.

Figura 70. Tapa Trasera Pintada.



Fuente: Los Autores

Este procedimiento debe ser realizado de la misma manera para las cuatro tapas del banco.

5.15 PROCESO DE PINTADO MANUBRIO, TANQUE, ESCAPE Y SOPORTES AUXILIARES (SOPORTE DE TANQUE, SOPORTE DEL MOTOR, BATERÍA Y DE ESCAPE)

Tabla 42. Materiales Utilizados

Unidades	Material
¼	Anticorrosivo gris
5	Lija 300
¼	Pintura plateada Poliuretano
¼	Pintura negra Poliuretano
1	Lata pintura negra térmica
5	Lija 120
1	Masilla Poliéster Premium Blanca extra fina
1	Catalizador

Fuente: Los Autores.

El anticorrosivo se seleccionó teniendo en cuenta sus propiedades de inhibición del proceso de oxidación, además que proporciona una superficie con condiciones propicias para ser pintadas con acabado tipo poliuretano.

La pintura se seleccionó teniendo en cuenta que el banco será expuesto a diferentes cambios de temperatura para garantizar un fijado perfecto y evitar que se levante esta después de varios usos.

Las lijas se seleccionaron por su textura, la gruesa será utilizada para preparar la superficie de las piezas para el anticorrosivo y la delgada será utilizada para una vez aplicado el anticorrosivo preparar la superficie para la pintura.

Tabla 43. Herramientas Utilizadas

Unidades	Tipo de herramienta
1	Compresor de aire
1	Pistola para pintar

Fuente: Los Autores

Para empezar, con la masilla se procede a corregir todas las imperfecciones de los elementos a pintar. Para garantizar un perfecto secado de la masilla se requiere que la cantidad de catalizador a utilizar sea ¼ de la cantidad de masilla total. Se debe dejar secar la masilla para que esta se deje manipular adecuadamente. Con la masilla seca, se procede con ayuda de la lija 300 a quitar

los excesos de esta, verificando que la superficie presente una textura fina al tacto.

Figura 71. Masillado del tanque.



Fuente: Los Autores.

Figura 72. Masillado de Barras



Fuente: Los Autores.

Este proceso se debe realizar de la misma manera con el soporte del tanque, soporte de escape y el sistema de dirección.

Seguidamente, se procede a aplicar el anticorrosivo en las piezas anteriormente masillados, se deben colocar entre 4 y 6 capas con un intervalo de secado de 10 minutos entre capa y capa.

Figura 73. Piezas con Anticorrosivo.



Fuente: Los Autores.

Una vez terminado de fijar el anticorrosivo a todas las piezas, se deben someter estas a un proceso de secado de 12 horas, garantizando de esta manera una perfecta fijación.

Para continuar se deben colgar las piezas separadas a una distancia prudente para que no tengan contacto. Las piezas que se deben pintar de negro según el diseño son: el tanque, manubrio, barras, soportes del motor.

Se debe tener en cuenta que el lugar donde se va a realizar este proceso debe tener óptimas condiciones de limpieza, pues el resultado final de la pintura se verá contaminado si en el ambiente se presenta algún tipo de polución.

Figura 74. Tanque Pintura Final.



Fuente: Los Autores.

Para atomizar la pintura de forma adecuada, se deben tener movimientos de arriba hacia abajo y viceversa, a su vez se va desplazando de manera uniforme y horizontal la pistola.

El mismo se debe realizar con las piezas que se deben pintar de plateado, las cuales son: soporte de barras, soporte auxiliar de escape, soporte del tanque y batería.

Figura 75. Soporte de Tanque y Batería.



Fuente: Los Autores

Se cuelgan las piezas pues de esta manera resulta más fácil la manipulación de estas y se puede aplicar la pintura en todas las partes que sea necesario.

Figura 76. Soporte de Barras Pintura Final



Fuente: Los Autores

El proceso de pintado de las piezas antedichas se debe realizar de la misma manera como se menciona en el capítulo anterior, aplicando de 4 a 6 capas y teniendo un intervalo de tiempo de secado entre capa y capa de 5 minutos.

Para terminar, se procede a pintar el escape, para este se utilizará la pintura térmica negra debido a que es la pieza que estará sometida mayores variables de temperatura.

Figura 77. Escape Pintura Final.



Fuente: Los Autores.

Para aplicar la pintura al escape se debe tener en cuenta el procedimiento mencionado anteriormente. Para poder continuar con el ensamblado, las piezas deben ser sometidas a un proceso de secado de entre 10 y 12 horas.

Tabla 44. Materiales Utilizados Pintado Motor y Cajas

Unidades	Material
¼	Anticorrosivo gris
5	Lija 300
¼	Pintura Azul Poliuretano
¼	Pintura negra Poliuretano
¼	Pintura roja Poliuretano
¼	Pintura Blanca Poliuretano
¼	Pintura amarilla Poliuretano
¼	Pintura Plateada Poliuretano
5	Lija 120
1	Cinta de enmascarar

Fuente: Los Autores

El anticorrosivo se seleccionó teniendo en cuenta sus propiedades de inhibición del proceso de oxidación, además que proporciona una superficie con condiciones propicias para ser pintadas con acabado tipo poliuretano.

La pintura se seleccionó teniendo en cuenta que el banco será expuesto a diferentes cambios de temperatura para garantizar un fijado perfecto y evitar que se levante esta después de varios usos. Los colores a aplicar se seleccionaron siguiendo los parámetros establecidos en el diseño.

Las lijas se seleccionaron por su textura, la gruesa será utilizada para preparar la superficie de las piezas para el anticorrosivo y la delgada será utilizada para una vez aplicado el anticorrosivo preparar la superficie para la pintura.

Tabla 45. Herramientas Utilizadas

Unidades	Tipo de herramienta
1	Compresor de aire
1	Pistola para pintar

Fuente: Los Autores

Las piezas del motor que están implicadas en este proceso son: Cabeza de fuerza (tapa culata, culata, cilindro), tapa Clutch, tapa volante, parte central además se va a pintar el carburador de color plateado. Los cajones serán pintados en su interior según el sistema que vaya a alojar, por ejemplo, si el cajón contendrá la tapa Clutch y sus componentes esta llevara el mismo color que la pieza del motor mencionada par este caso rojo.

Solo se verán involucradas en el proceso de pintura las tapas y la parte exterior de las piezas seleccionadas, de ninguna manera se deben pintar partes del interior del motor.

5.15.1 Parte 1: Aplicado de Anticorrosivo. Para empezar, se deben lijar todas las piezas que se van a pintar para esto se utiliza la lija 120. Una vez realizado esto, por medio de tacto se procede a examinar las superficies lijadas para garantizar que estas tengan una textura suave y fina.

Como en casos anteriores se debe aplicar anticorrosivo a todas las piezas del motor implicadas en el proceso. Para permitir una imprimación adecuada se procederá como se ha mencionado anteriormente con el aplicado de capas de color y un intervalo de secado entre capa y capa de diez minutos. Este procedimiento se realizará de la misma manera para todas las piezas.

Figura 78. Aplicado de Anticorrosivo Tapa Clutch.



Fuente: Los Autores

Figura 79. Aplicado de Anticorrosivo Tapa Culata.



Fuente: Los Autores

En el caso del cilindro y la culata se debe tener cuidado de pintar la zona interior, pues cualquier agente externo puede afectar el funcionamiento adecuado de estas. Para evitar esto se tiene que colocar cinta de enmascarar en las partes que se vean comprometidas. Una vez realizado esto se procede a pintar con anticorrosivo.

Figura 80. Aplicado Anticorrosivo Cilindro.



Fuente: Los Autores

El motor de arranque será pintado en su totalidad pues este no tiene ningún inconveniente.

Figura 81. Aplicado Anticorrosivo Motor de Arranque.



Fuente: Los Autores.

En el caso de la tapa del volante de inercia, se debe tener cuidado de pintar la zona correspondiente a la bobina de baja pues puede afectar severamente el funcionamiento de esta.

Figura 82. Tapa Volante de Inercia.



Fuente: Los Autores.

Al interior de los cajones se debe aplicar anticorrosivo de la misma manera, se debe tener cuidado con la parte externa de estos ya que se encuentran pintados.

5.15.2 Parte 2: Aplicado de Pintura. En esta parte del proceso se procederá a aplicar la pintura a las piezas y cajones. Para ahorrar tiempo y evitar complicaciones se debe pintar la pieza del motor y la caja que corresponde a este. En la siguiente imagen se presenta un ejemplo de cómo se debe realizar.

Figura 83. Proceso de Pintado parte Central del Motor y su Cajón.



Fuente: Los Autores

Como se aprecia en la figura anterior, la parte central del motor se pinta de blanco, de la misma manera la caja que contiene esta pieza y sus componentes. Al igual que en capítulos anteriores, el proceso de pintado se debe realizar por capas con un intervalo de secado de 10 minutos entre capa y capa. Como este ejemplo, se debe realizar con las cuatro piezas del motor restante.

Cada pieza se pintará con un color asignado en el diseño, las paredes interiores de los cajones deben ser pintados en su totalidad. Como se muestra en la figura siguiente el color rojo fue utilizado para la tapa Clutch.

Figura 84. Tapa Clutch Pintura Final



Fuente: Los Autores.

Se debe tener cuidado de crear chorros de pintura sobre las superficies tratadas para que el resultado final sea un terminado liso. Como se muestra en la siguiente imagen cada pieza se pintará con su color asignado.

Figura 85. Piezas del Motor Pintura Final



Fuente: Los Autores.

Con todas las piezas el banco terminado y pintado ya se puede llevar a cabo el ensamblaje del banco en su totalidad.

6. ENSAMBLE DEL BANCO

6.1 INSTALACIÓN TAPAS

Tabla 46. Materiales Utilizados

Unidades	Material
1	Empaque de caucho
30	Remaches de $\frac{1}{2}$ pulgada

Fuente: Los Autores

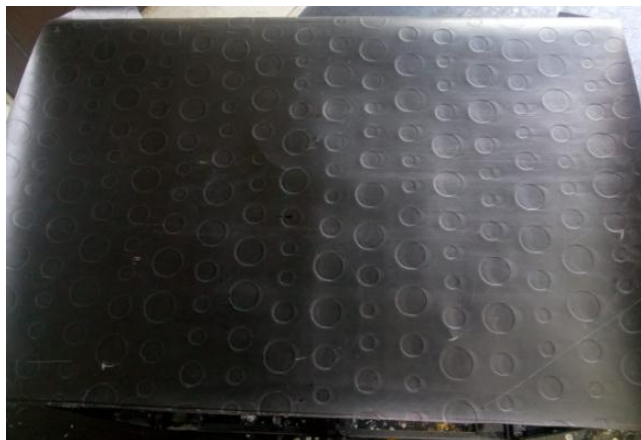
Tabla 47. Herramientas Utilizadas

Unidades	Tipo de herramienta
1	Remachadora

Fuente: Los Autores

Con las partes preparadas se puede iniciar el ensamblado del banco. Para empezar con este proceso, se instalarán las tapas al chasis, en los agujeros previamente hechos, la tapa superior a diferencia de las demás poseerá un empaque de caucho el cual tiene como propósito reducir las vibraciones.

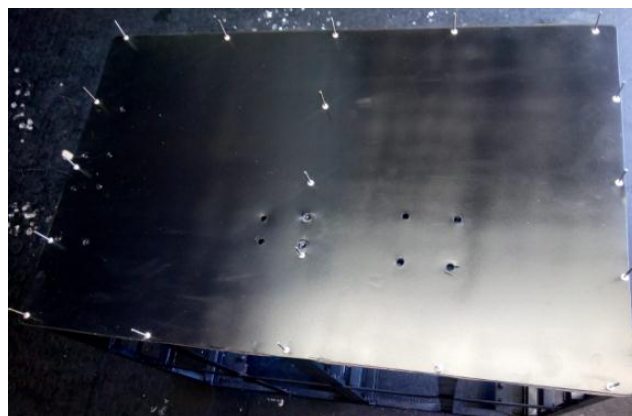
Figura 86. Empaque Tapa Superior Banco.



Fuente: Los Autores.

A continuación, se colocará la tapa sobre el empaque y se remachará para dejarlo fijo en la estructura.

Figura 87. Tapa Superior Instalación Final.



Fuente: Los Autores.

De la misma manera se debe proceder con las tapas laterales y trasera, se remachan para fijarlos a la estructura.

Figura 88. Instalación Final Tapas del Banco



Fuente: Los Autores.

Con las tapas instaladas ya se puede poner los cajones en el banco, y se puede proceder al montaje del soporte que motor en la tapa superior de este.

6.2 INSTALACIÓN SOPORTE FIJADOR DE MOTOR A BANCO.

Tabla 48. Materiales Utilizados

Unidades	Material
4	Pernos 12 mm
4	Tuercas de seguridad

Fuente: Los Autores

Tabla 49. Herramientas utilizadas

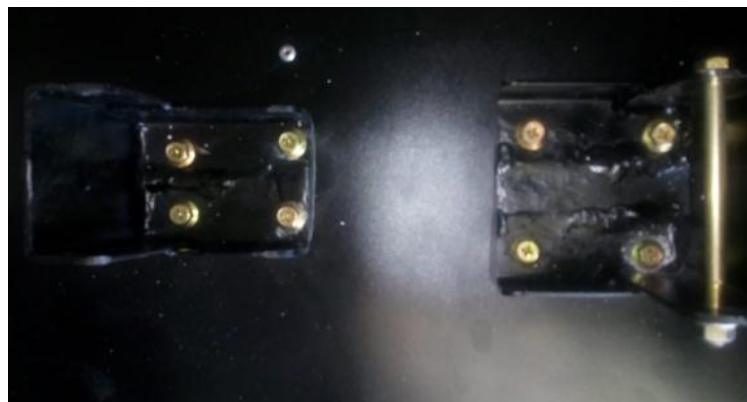
Unidades	Tipo de herramienta
1	Llave fija 12 mm
1	Copa 12 mm
1	Rache

Fuente: Los Autores

En los agujeros elaborados para este fin se deben poner los soportes como se muestra en la siguiente figura.

Con 4 pernos de 12 mm y tuerca de seguridad se procede a colocar los dos soportes que se encargaran de fijar el motor al banco, el proceso se muestra en la siguiente figura.

Figura 89. Instalación de Soporte Fijador de Motor



Fuente: Los Autores.

A esta altura del procedimiento ya se debe tener armado el motor, para esto revise el manual del motor.

6.3 INSTALACIÓN DEL MOTOR AL BANCO

Tabla 50. Herramientas Utilizadas

Unidades	Material
2	Pernos de 12 mm diámetro, 16 cm largo, grado 8
2	Tuercas de seguridad

Fuente: Los Autores

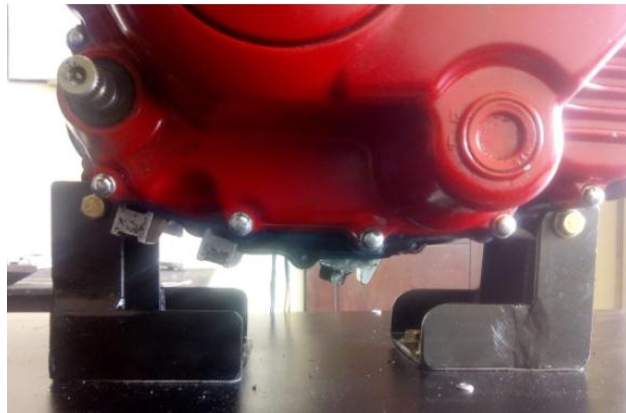
Tabla 51. Herramientas Utilizadas

Unidades	Tipo de herramienta
1	Llave fija 12 mm
1	Copa 12 mm
1	Rache

Fuente: Los Autores

Con los soportes instalados a continuación se monta el motor al banco, para esto se emplean 2 pernos de 12 mm de diámetro y 16 cm de largo.

Figura 90. Instalación de Motor al Banco.



Fuente: Los Autores.

Se le debe dar un torque apropiado, de tal manera que cuando el motor sea encendido no produzca vibraciones en exceso.

Figura 91. Motor Instalado al Banco



Fuente: Los Autores.

6.4 INSTALACIÓN DE ESCAPE

Tabla 52. Herramientas Utilizadas

Unidades	Material
3	Tornillos 12 mm diámetro grado 8
1	Tornillo 10mm diámetro
3	Tuerca 12 mm
1	Tuerca 10 mm

Fuente: Los Autores

Tabla 53. Herramientas Utilizadas

Unidades	Tipo de herramienta
1	Llave fija 12 mm
1	Llave fija 10 mm
1	Copa 12 mm
1	Copa 10 mm
1	Rache

Fuente: Los Autores

Para instalar el escape, se van a utilizar dos tornillos de 12 mm grado los que se van a encargar de fijar el escape al motor. Para el soporte auxiliar se van a necesitar 1 tornillo de 10 mm el cual ira del soporte al escape y un tornillo de 12 mm que unirá el escape por su parte posterior al motor.

Figura 92. Fijación de Escape al Motor



Fuente: Los Autores.

Se debe asegurar que no quede ninguna parte floja, no se debe exceder el torque para evitar la rotura de los pernos.

6.5 INSTALACIÓN DE CARBURADOR

Tabla 54. Herramientas Utilizadas Instalación Carburador

Unidades	Material
2	Tornillo 10 mm diámetro
1	Tornillo 8 mm diámetro
2	Tuerca 10 mm
1	Tuerca 8 mm

Fuente: Los Autores

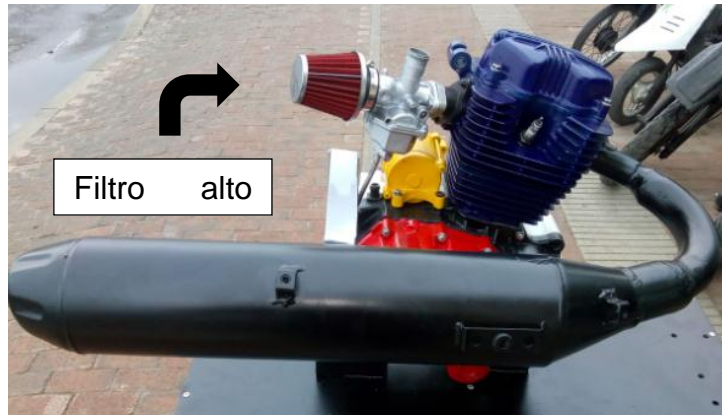
Tabla 55. Herramientas Utilizadas Instalación Carburador

Unidades	Tipo de herramienta
1	Llave fija 12 mm
1	Llave fija 8 mm
1	Copa 12 mm
1	Copa 8 mm
1	Rache

Fuente: Los Autores

Para esta parte se deben tener en cuenta los parámetros establecidos en el manual del motor. Como se aprecia en la imagen se procede a instalar un filtro de alto flujo el cual permitirá que la combustión se ejecute si contaminación de agentes externos.

Figura 93. Instalación de Carburador.



Fuente: Los Autores.

6.6 INSTALACIÓN DEL TANQUE Y COMPONENTES ELÉCTRICOS

Tabla 56. Materiales Utilizados Instalación Tanque

Unidades	Material
3	Tornillo 12 mm diámetro
5	Tornillo de 10 mm
3	Tuerca 12 mm
5	Tuerca 10 mm

Fuente: Los Autores

Tabla 57. Herramientas Utilizadas Instalación del Tanque

Unidades	Tipo de herramienta
1	Llave fija 12 mm
1	Llave fija 10 mm
1	Copa 12 mm
1	Copa 10 mm
1	Rache

Fuente: Los Autores

En esta parte del procedimiento se debe instalar el soporte de batería y tanque, para esto se requiere de dos tornillos de 12 mm los cuales se fijarán a los agujeros originales del motor. Se debe tener cuidado con el torque para no exceder las fuerzas también se debe garantizar una fijación adecuada para evitar vibraciones.

Figura 94. Instalación Soporte y Tanque.



Fuente: Los autores

En este punto ya se puede instalar la batería, como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 95. Instalación Final Batería.



Fuente: Los Autores.

En esta parte ya se pueden instalar los componentes eléctricos y el tanque, como se mencionó en el diseño, los componentes eléctricos (regulador, CDI, Bobina de alta) se situarán debajo del tanque como en una motocicleta, para fijar los componentes al soporte se necesitarán de 3 tornillos de 10 mm cada uno.

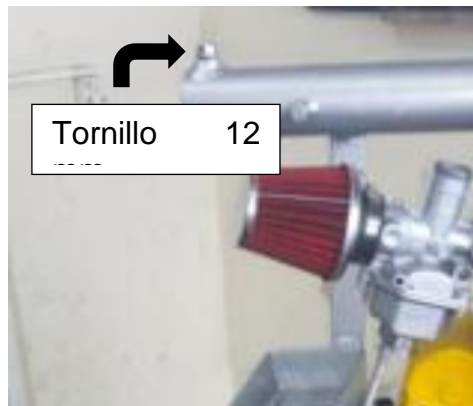
Figura 96. Distribución Componentes Eléctricos.



Fuente: Los Autores

Para instalar el tanque se requiere de un tornillo de 12 mm, este servirá para fijar el tanque por su parte trasera al soporte.

Figura 97. Soporte Trasero Tanque.



Fuente: Los Autores.

El resultado final se puede apreciar en la siguiente imagen.

Figura 98. Instalación Final Tanque.



Fuente: Los Autores.

6.7 INSTALACIÓN DE SISTEMA DE DIRECCIÓN

Tabla 58. Materiales Utilizados Instalación Sistema de Dirección

Unidades	Material
8	Tornillo 10 mm grado 8
8	Tuerca de seguridad 10 mm

Fuente: Los Autores

Tabla 59. Herramientas Utilizadas Instalación Sistema de Dirección

Unidades	Tipo de herramienta
1	Llave fija 10 mm
1	Copa 10 mm
1	Rache

Fuente: Los Autores

Para empezar, se deben armar las barras y el soporte de moto Akt SL como se muestra en la figura.

Figura 99. Barras y Soportes Ensamblados.



Fuente: Los Autores.

Con el soporte y barras armado se debe proceder a instalar estas al banco. Para ensamblar el sistema de dirección se necesitan 8 tornillos de 10 mm grado 8, sobre la tapa superior del banco se encuentran los 8 agujeros que se acondicionaron para este propósito.

Figura 100. Instalación de Soportes al Banco.



Fuente: Los autores

Para finalizar, se instala el manubrio a las barras, todos las tapas y tornillos utilizados en este paso pertenecen al soporte de motocicleta Akt SL.

Figura 101. Instalación Final Sistema de Dirección.



Fuente: Los Autores.

6.8 BANCO FINALIZADO

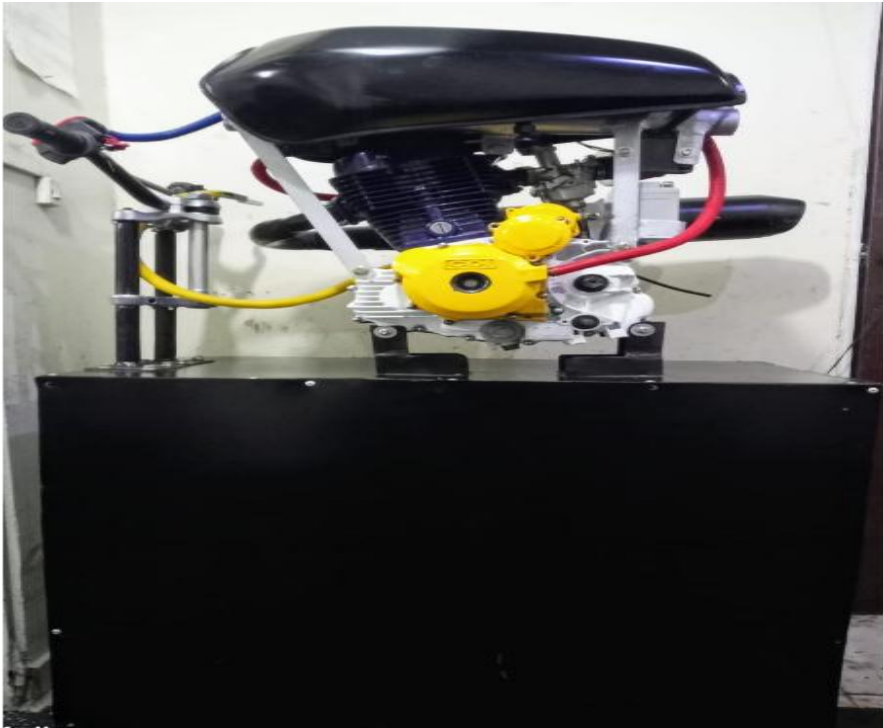
A continuación, se presenta y se evidencia la construcción final del banco

Figura 102. Banco Final Vista Frontal.



Fuente: Los Autores.

Figura 103. Banco Vista Posterior



Fuente: Los Autores

Figura 104. Banco Final Lateral



Fuente: Los Autores.

7. DESARROLLO MANUAL BANCO DIDÁCTICO DE PRUEBAS

En este documento se encuentra descrito los procedimientos de inspección, montaje, desmontaje, mantenimiento de los componentes del Banco Didáctico de Pruebas de Motor 4T 170cc. El objetivo de este manual es lograr que los estudiantes puedan desarrollar los conocimientos y habilidades necesarios para culminar con éxito el ensamble de cada componente del motor.

7.1 PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES

Se debe tener en cuenta las consideraciones que se especifican en el documento, en el cual se presentan los siguientes mensajes que resaltan parámetros de importancia.

- **ADVERTENCIA**

Aviso importante que busca impedir alguna acción que afecte el estado mecánico del motor y el estado físico del operario.

- **PRECAUCIÓN**

Aviso que pretende evitar daños en la maquina manipulada.

- **NOTA**

Información extra, la cual busca que el procedimiento que se está realizando sea más sencillo o para aclarar instrucciones.

Se deben tener muy presente las indicaciones y recomendaciones dadas en el siguiente manual de operación, así garantizara el buen funcionamiento del motor del banco didáctico y la seguridad del operador de este.

- **PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES**

Estas dos palabras describen situaciones en las que se puede encontrar el operario del banco didáctico de pruebas.

- **PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES AMBIENTALES**

Uso responsable en el manejo de residuos como aceite de motor, líquidos refrigerantes, líquido de baterías, baterías, etc.

7.2 MONTAJE Y DESMONTAJE

Indicaciones necesarias para el correcto ensamble y desensamble de los componentes del banco.

Este se compone de ilustraciones, figuras, indicaciones, todo con el fin de que el operario del banco tenga una mejor visualización de los componentes que conforman el motor 4T 170cc.

7.3 VERIFICACIÓN DE COMPONENTES

En esta parte del manual, se especifica las maneras y métodos de verificación de cada componente, se explica cómo se detectan los fallos de la pieza y los rangos que óptimos de operación

7.4 DIVISIÓN DE COMPONENTES

Con el fin de que la manipulación de los componentes del banco sea más sencilla para el operario, este se dividió en varias secciones, las cuales se identifican mediante un código de colores para cada sistema que compone el motor.

El motor se puede evidenciar 4 secciones importantes las cuales se conocen como, cabezal de fuerza, sistema de embrague, sistema CDI de encendido, sistema de transmisión.

7.4.1 Cabezal de Fuerza (Azul). El cabezal de fuerza es el conjunto de piezas donde se produce la aspiración, quema del carburante y desecho de gases quemados hacia el exterior.

Sistema compuesto por el Tren de Balancines Superiores, Balancines Inferiores, Culata y cilindro. Este sistema se identificó utilizando una pigmentación color azul para identificar los componentes y el cajón donde se organizan una vez desacoplados.

Para cada componente se puede identificar su lugar correspondiente, donde este debe ser ubicado, es así como se evita que estos sufran cualquier tipo de daño y además se evite la pérdida de cada uno.

7.4.2 Sistema Embrague (Rojo). Este sistema de componentes, es el encargado de transmitir la energía que proporciona el cigüeñal hacia la rueda de la motocicleta, además de encargarse del avance, y del cambio de marchas de la motocicleta.

Se compone por el sistema de embrague del motor y bomba de aceite. Este sistema se le aplicó una pigmentación color rojo para identificar los componentes y su lugar correspondiente en su respectivo cajón.

7.4.3 Sistema CDI de Encendido (Amarillo). Sistema se encarga de proporcionarle la energía eléctrica tanto al sistema de luces de la motocicleta, como proporcionar el tiempo la energía y la señal a la bugía para que esta realice su arco eléctrico característico y encienda la mezcla aire-gasolina necesaria para el funcionamiento del motor.

Este sistema se compone por el estator, el rotor, corona de arranque, motor de arranque del motor. Tanto el sistema como su lugar correspondiente en el banco se pueden identificar mediante una pigmentación color amarillo.

7.4.4 Sistema de Transmisión (Blanco-Negro). Se sitúa en la carcasa central del motor, mediante el uso de engranajes compuestos y acoplados entre sí, permite el cambio de velocidades del motor.

Sistema compuesto por Caja de Cambios, Cigüeñal, Balaceador y Eje de Crank. Se identificó el sistema de transmisión utilizando una pigmentación color negro-blanco.

Cada componente del sistema se organiza en orden en su respectivo lugar en su cajón indicado, así se evita el extravío de los componentes que conforman el sistema.

7.5 MANUAL BANCO DIDÁCTICO PRUEBAS MOTOR 4T OHV 170CC

Por último el manual de operación del Banco Didáctico de Pruebas motor 4T OHV 170cc, se anexara por separado en su respectivo libro impreso para el uso del usuario interesado.

8. CONCLUSIONES

- Mediante el uso de herramientas CAD, se realizó el diseño el cual fue el determinante para la construcción del Banco.
- A partir del estudio de alternativas de diseño, se puede optar por el diseño que ofrezca mejores prestaciones según el objetivo del proyecto.
- El banco de pruebas didáctico cuenta con buena ergonomía, fácil manejo y un gran aporte técnico hacia el usuario.
- El adecuado uso, garantiza el buen funcionamiento del banco de pruebas.
- El uso responsable del banco en lugares bien ventilados, evita posible contaminación hacia los operarios por aspiración de gases nocivos para la salud.
- Debido a su diseño el banco permite un fácil acceso a las partes que componen el banco, además de ofrecer una fácil organización de estos en sus lugares correspondientes según la pieza.
- Es muy importante llevar a cabo mantenimientos preventivos con tal de evitar daños hacia el motor del banco.

BIBLIOGRAFÍA

BASTIDAS LÓPEZ, María Claudia, ROMERO ROMERO, Sergio Nicolás. Diseño de un Banco Didáctico de Pruebas de un Motor de Combustión Interna. Bogotá 2018, 114h. Proyecto integral de grado para optar como Ingeniero Mecánico. [Citado el 3 de abril de 2020].

Disponible en línea

<http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6641/1/4131676-2018-1-IM.pdf> p.60.

BENAVIDES, Freddy; TARAZONA, Miller. Diseño y Construcción de un Banco de Pruebas de 4T a Gasolina. Bucaramanga, 2011, 143h. Trabajo de Grado para optar como Ingeniero Mecánico. . [Citado el 3 de abril de 2020] Disponible en línea https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1679/digital_21165.pdf?sequence=1.

ARISTIZABAL JONATHAN, FLOREZ ANDERSON. Desarrollo de un Banco Didáctico para Pruebas de Laboratorio a partir de un Motor Diésel Cuatro Tiempos y Cuatro Cilindros en Línea. Piedecuesta, 2012, 72h, Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Mecánico. [Citado el 3 de abril de 2020] Disponible en catalogo en línea:

https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2065/digital_24320.pdf P.20.

MORALES ÁLVAREZ, María José. Tipo de Motores de Moto. 2017. [En Línea] Disponible en:

<https://motor.uncomo.com/articulo/cuales-son-las-piezas-del-motor-de-una-moto-21740.html>.

PALLARES, Hugo; ACOSTA, Simón; FORERO, Jorge; MONTENEGRO, Diana. Implementación de un Banco para Pruebas en Motor Diésel Monocilíndrico con Aplicaciones Investigativas. Barranquilla. 2017.[Citado el 3 de abril de 2020] Disponible en línea. [file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-ImplementacionDeUnBancoParaPruebasEnMotorDieselMon-6409600%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-ImplementacionDeUnBancoParaPruebasEnMotorDieselMon-6409600%20(1).pdf)

GRANJA, Martín. Implementación de un Motor de Combustión Interna, ciclo Otto de cuatro cilindros y 1600cc, en un Banco Didáctico para Simulación de Pruebas. Quito 2016. [Citado el 3 de abril de 2020] Disponible en línea http://repositorio.usfq.edu.ec/biws_tstream/23000/6108/1/128781.pdf p66.

GRACIA, Mariano; ROBLES, Fernando. Diseño Básico de un Banco de Ensayos de Motores de Combustión Interna Alternativo de Baja Potencia: Murcia 2009, 9h. [Citado el 3 de abril de 2020] Artículo. Disponible en

https://www.researchgate.net/publication/320842633_Banco_de_ensayo_de_motores_de_baja_potencia_para_la_docencia_en_ingenieria

RODRÍGUEZ, José. Uso Pedagógico de los Motores de Combustión Interna Alternativos en la Enseñanza del Ciclo Formativo de Grado Medio, especialidad marítimo pesquera: Cantabria 2018, 62h. Master en formación del profesorado de educación secundaria. [Citado el 3 de abril de 2020] Disponible en: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/14446/PerezRodriguezJoseMaria.pdf?sequence=1&isAllowed=y> p49

MONICO, Luisa; BOGOTA, Maira, CASAS Christian. Diseño de un Banco de Pruebas para Caracterizar Motores de Combustión Interna y Eléctrica, Artículo de investigación. Bogotá 2016, 9h. [Citado el 3 de abril de 2020] Disponible en: <https://fundacioniai.org/actas/Actas2/Actas2.22.pdf>.

LEÓN, Wilmer; GUAMAN, Carlos. Elaboración de Bancos Didácticos Funcionales de Motores de Encendido Provocado. Cuenca, Ecuador 2012 135h, Tesis previa a la obtención del Título de: Ingeniero Mecánico Automotriz, [Citado el 3 de abril de 2020] Disponible en catalogo en línea.

CÓRDOBA, Edison. Estudio de un Motor de Combustión Interna para Determinar sus Parámetros de Funcionamiento y su Factibilidad de Aplicación en los Laboratorios de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica en Ñínea: Ambato-Ecuador 2013, 169h, Trabajo estructurado de manera independiente previó a la obtención del título de ingeniero mecánico. [Citado el 3 de abril de 2020] Disponible en catalogo en línea

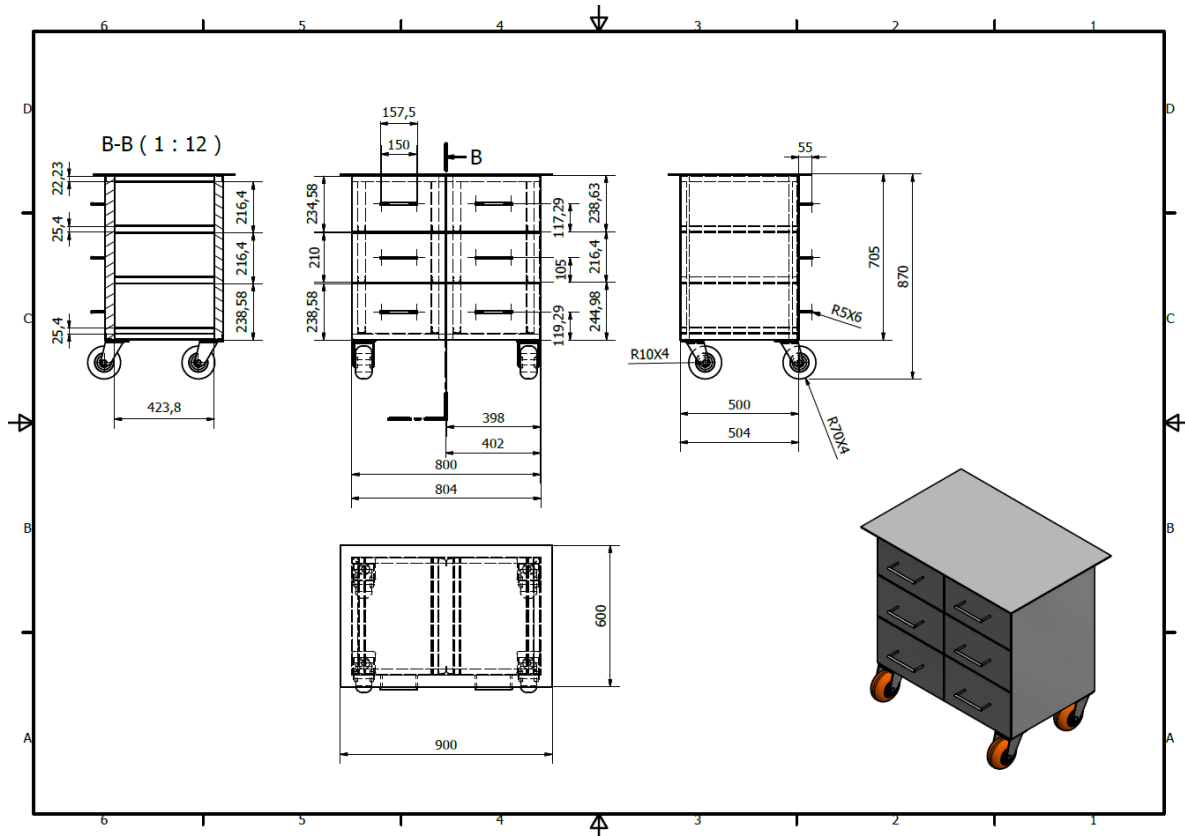
M MUÑOZ, Domínguez y A. R. de Antonio, Motores de Combustión Interna. Madrid: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2016. [En Línea] Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/usta/48846?page=25>

MORALES; ÁLVAREZ, María José. Tipo de Motores de Moto. 2017. [En Línea] Disponible en: <https://motor.uncomo.com/articulo/cuales-son-las-piezas-del-motor-de-una-moto-21740.html>

ANEXOS

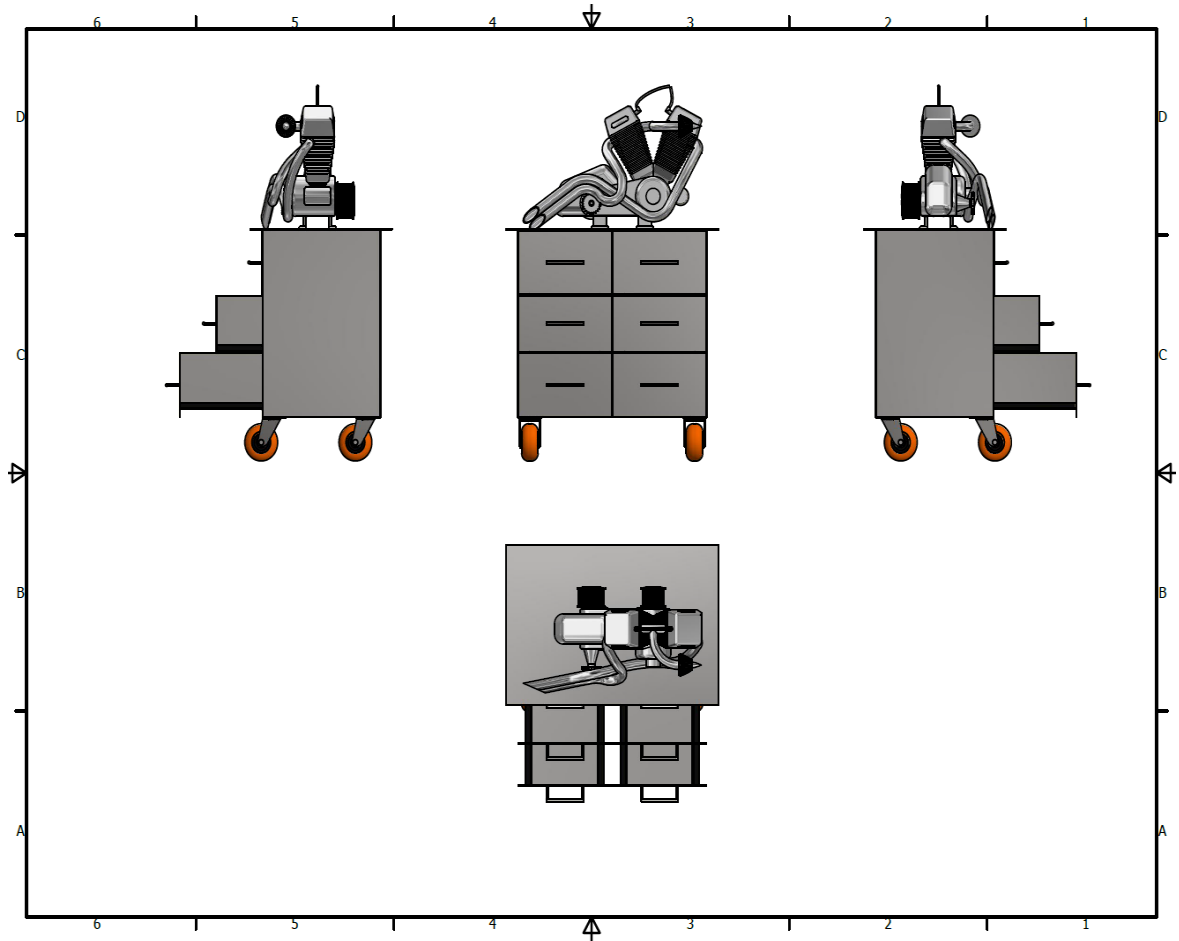
A continuación se anexarán los planos, modelados referentes al Banco Didáctico de Pruebas de un motor 4T de motocicleta.

Anexo A. Planos Banco de Pruebas Didáctico



Fuente: Los Autores

Anexo B. Banco Didáctico Pruebas Motor 4T Vistas



Fuente: Los Autores

Anexo C. Modelado Banco Didáctico de Pruebas Motor 4T



Fuente: Los Autores