



**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**

Facultad de Ciencia y Tecnología  
Tecnología Superior en Electrónica Automotriz

Construcción de un banco didáctico para un motor International DTC 466 de la  
Universidad del Azuay

Trabajo previo a la obtención del título de Tecnólogo en  
Electrónica Automotriz

Autores:

Michael Steven Auquilla Peralta  
Luis Enrique Trelles Méndez

Director:

Ing. Edgar Mauricio Barros Barzallo

Cuenca – Ecuador

2024

## **Resumen**

El presente trabajo constituye un informe técnico sobre la construcción de una estructura metálica para el banco didáctico destinado al motor internacional DTC 466. Este proyecto busca proporcionar a los estudiantes un entorno de aprendizaje práctico para comprender los principios de funcionamiento y mantenimiento de este tipo de motor. La estructura metálica se diseñará para soportar el peso del motor y permitir su fácil acceso para fines educativos y de investigación. Se espera que esta iniciativa promueva la excelencia académica y contribuya al desarrollo de habilidades técnicas en los estudiantes de ingeniería mecánica de la universidad. El banco didáctico se convertirá en una herramienta invaluable para la formación de profesionales capacitados en el campo de la ingeniería automotriz y mecánica. La construcción de esta estructura metálica resalta el compromiso de la Universidad del Azuay con la educación de calidad y la innovación en su programa de ingeniería.

**Palabras clave:** estructura metálica, banco didáctico, motor internacional DTC 466, diseño ergonómico, construcción.

## **Abstract**

The present work constitutes a technical report on the construction of a metal framework for the didactic bench intended for the International DTC 466 engine. This project aims to provide students with a practical learning environment to understand the principles of operation and maintenance of this type of engine. The metal framework will be designed to support the weight of the engine and allow easy access for educational and research purposes. This initiative is expected to promote academic excellence and contribute to the development of technical skills among mechanical engineering students at the university. The didactic bench will become an invaluable tool for training professionals skilled in the fields of automotive and mechanical engineering. The construction of this metal framework highlights the University of Azuay's commitment to quality education and innovation in its engineering program.

**Keywords:** metal structure, teaching bench, international DTC 466 motor, ergonomic design, construction.

## Índice de contenido

Resumen.....	i
Abstract.....	i
Índice de contenidos .....	ii
Índice de imágenes y figuras.....	iii
Índice de tablas .....	iv
Introducción.....	1
1    Objetivo general.....	2
2    Objetivos específicos.....	2
3    Procedimientos y herramientas .....	2
3.1    Diseño del banco didáctico y cálculo de peso.....	3
3.2    Seccionamiento del material.....	6
3.3    Soldadura de la estructura.....	9
3.4    Diseño y construcción del tablero.....	11
4    Montaje de la estructura .....	11
4.1    Preparación de base.....	11
4.2    Alineación del motor.....	12
4.3    Fijación del motor .....	12
4.4    Verificación final .....	13
5    resultados.....	13
6    conclusiones .....	14
7    bibliografía .....	14

## Índice de Imágenes y Figuras

Figura 1. Tubo metálico.....	3
Figura 2. Ruedas .....	4
Figura 3. Plancha de acero negro.....	4
Figura 4. Pernos de alta resistencia .....	12
Figura 5. Base de cauchos .....	13
Modelo 1. Diseño .....	5
Modelo 2. Corrección de geometría y mallado .....	6
Modelo 3. Ubicación de los apoyos y carga a la geometría .....	6
Imagen 1. Tubo de acero negro .....	7
Imagen 2. Plancha de acero negro .....	7
Imagen 3. Marcado lamina .....	8
Imagen 4. Marcado tubo.....	8
Imagen 5. Corte tubo .....	8
Imagen 6. Corte tubo .....	8
Imagen 7. Fijación de tubos.....	9
Imagen 8. Soldada .....	10
Imagen 9. Medición de dimensiones .....	10
Imagen 10. Fallo en la estructura.....	10
Imagen 11. Fallo en la estructura.....	10
Imagen 12. Montaje del motor .....	11

## Índice de Tabla

Tabla 1. Especificaciones del motor .....	1
---	---

## Introducción

Estamos trabajando en un proyecto que tiene como objetivo construir un banco didáctico para el motor internacional DTC 466. Esta iniciativa surge como respuesta a la necesidad de proporcionar a los estudiantes de ingeniería mecánica un entorno de aprendizaje práctico que facilite la comprensión de los complejos principios de funcionamiento. La estructura metálica diseñada, servirá como plataforma robusta y segura para sostener el motor, permitiendo su fácil acceso para fines educativos y de investigación.

En definitiva, la construcción de la estructura metálica del banco didáctico para el motor DTC 466 refleja el compromiso de la Universidad del Azuay con la formación integral de sus estudiantes y su firme creencia en la importancia de la educación orientada a la aplicación.

### Tabla 1: Especificaciones del motor

#### *Especificaciones del motor*

Marca-Modelo	INTERNATIONAL DTC466
Cilindrada	7.6 L
Número de cilindros	6
Combustible	DIESEL
Alimentación	Turbo-Cargado Postenfriado
Potencia	250HP@2300/2600RPMT
Torque	660 lb -ft @ 1400 RPM
Normas de emisión	EPA98
Inyección	HUEI – Electrónica
Freno de motor	JACOBS Al escape

Fuente: <https://shorturl.at/rJT02>

## **1 Objetivo general**

Diseñar y construir la estructura metálica del banco didáctico para el motor internacional DTC 466 de propiedad de la Universidad del Azuay.

## **2 Objetivos específicos**

- Diseñar la estructura del banco mediante uso del software AutoDesk Inventor en función del tamaño, peso y operaciones requeridas por el motor internacional DTC 466.
- Construir una estructura móvil, de manera que permita la interacción fácil, segura y práctica en las actividades docentes, facilitando la actividad y movimiento para realizar técnicas de diagnóstico y mantenimiento en diferentes lugares a los que se le podría trasladar.
- Verificar la funcionalidad del banco en su conjunto con el motor y utilidad didáctica proyectada, teniendo en cuenta normas de seguridad, técnica de trabajo y de ergonomía requeridas.
- Implementar los sistemas auxiliares e instrumentación para el funcionamiento del banco didáctico.

## **3 Procedimientos y herramientas**

El proyecto inició con la obtención de las dimensiones del motor y demás componentes para con la ayuda de estos diseñar el banco didáctico en el software AutoDesk Inventor, además del cálculo para determinar el peso que deberá soportar la estructura con la finalidad de determinar el material óptimo para la construcción de la misma, como observación tenemos que añadir que al motor le faltan dos de sus bases de soporte las cuales se logró obtener sin mucha dificultad.

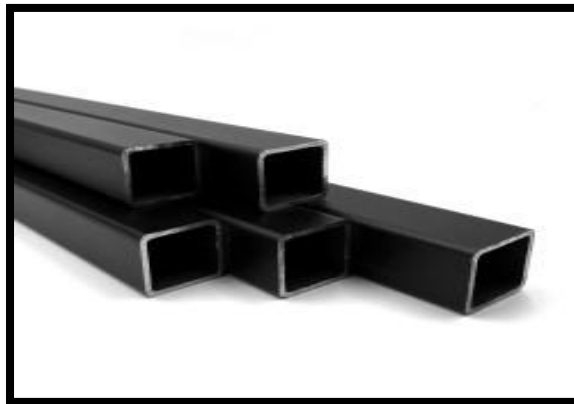
### 3.1 Diseño del banco didáctico y cálculo de peso

Es esencial conocer las características específicas del motor Internacional DTC 466, como su potencia, su tamaño físico, entre otros aspectos, con el fin de ser técnicos en el diseño.

Se realizó la selección de material y componentes necesarios para la fabricación del banco didáctico, en esto se incluye lo siguiente:

- Las bases del motor, el material que será usado para dar forma a la plataforma es un tubo de acero negro rectangular y otro cuadrado ya que son altamente resistentes a la tensión, por su dureza, uniformidad y anticorrosivos.

*Figura 1. Tubos metálicos*



*Fuente:* Find tubo galvanizado tubo Products Now Via Chinese Wholesalers - Alibaba.com. (s. f.-b). <https://www.alibaba.com/showroom/tubo-galvanizado-tubo.html>



- Cuatro ruedas reforzadas para soportar el peso del motor,

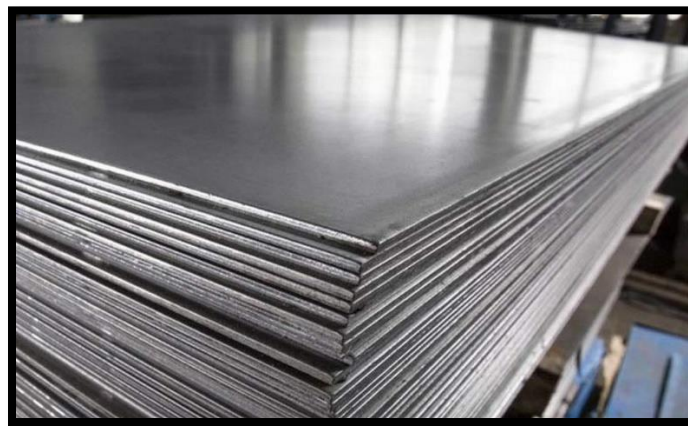
*Figura 2. Ruedas*



*Fuente:* Amazon.com: Ruedas universales, muebles, función de freno, deslizamiento suave, capacidad de carga fuerte, silenciosa, disponible en cuatro tamaños (4 piezas) : Industrial y Científico. (s. f.-b). <https://www.amazon.com/-/es/universales-deslizamiento-capacidad-silenciosa-disponible/dp/B07Y9HV91B>

- Para el tablero se utilizará una plancha de acero negro ya que es versátil para la construcción.

*Figura 3. Plancha de acero negro*



*Fuente:* Plancha negra – Reiproacero S.A. (s. f.). <https://reiproacero.ec/m/producto/plancha-negra/>

La estructura del banco debe tener en cuenta ciertos factores que influyen en su diseño, tales como la resistencia, la estabilidad y la durabilidad. Se utilizarán los materiales adecuados para que la estructura pueda soportar el peso del motor y cualquier carga adicional que pudiera haber al momento de que se realicen las

prácticas.

El software de diseño AutoDesk Inventor, nos permite agilizar el proceso y nos brinda la precisión requerida para el diseño.

El diseño de la estructura del motor se realizó según las dimensiones obtenidas del mismo, también se tiene que considerar que el motor no puede estar muy elevado sobre el nivel del suelo, ya que puede haber inestabilidad al momento de mover el conjunto.

Para este proceso se tiene que tomar en cuenta que se ocuparán tubos cuadrados de acero negro A36 de 50x50 milímetros y de 50x100 milímetros de 3 milímetros de espesor, además de una placa de  $\frac{1}{4}$  de pulgada (6.35mm) para los refuerzos y algunas uniones.

En el transcurso del proceso de diseño que sugirió agregar un brazo a la estructura para poder levantar el cabezote del motor cuando se esté realizando una práctica de desarmado, y que este se pueda retirar cuando no sea necesario.

### *Modelo 1. Diseño*



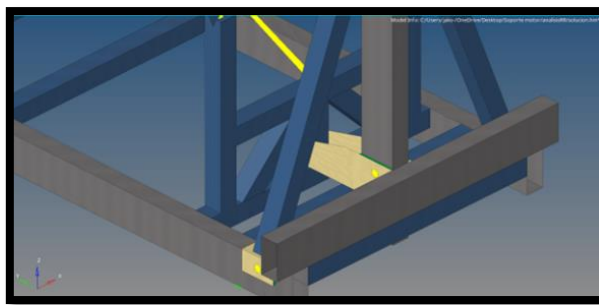
*Fuente:* Adaptado de Henry Fernández Niola (2024)

Ya con el diseño de la estructura, se calculó el peso del motor y los componentes adicionales tales como sistema de refrigeración, sistema de escape, sistema de encendido, tanque de combustible, batería y el tablero con la ayuda del software Hypermesh de Altair. Se aseguró de que pueda soportar tal peso sin ningún inconveniente, para esto no solo se necesita saber el peso específico del motor

(671.31 Kg), sino también se debe considerar la densidad y el volumen de los materiales a utilizar.

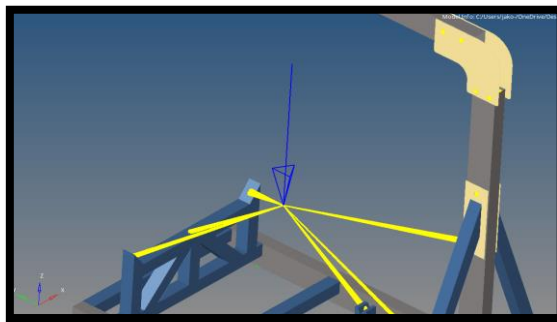
Con la ayuda de este software especializado en el análisis de elementos finitos (Hypermesh de Altair), se realizará la simulación de carga y esfuerzo a la que tendrá que soportar la estructura, y así saber si el diseño cumple con los requisitos de uso. De haber alguna falla en el diseño en una zona crucial, se corregirá o se reforzará y se repetirá el análisis tantas veces como sean necesarias hasta solucionar el fallo.

### ***Modelo 2. Corrección de geometría y mallado***



*Fuente:* Adaptado de Henry Fernández Niola (2024)

### ***Modelo 3. Ubicación de los apoyos y carga a la geometría***



*Fuente:* Adaptado de Henry Fernández Niola (2024)

## **3.2 Seccionamiento del material.**

Para este proceso aplicaremos diferentes técnicas de corte y usaremos diferentes tipos de herramientas especializadas para lograr los cortes en la forma y tamaño

establecidos en los planos.

- **Preparación del equipo y área de trabajo:** Antes de empezar con los cortes, debemos realizar la preparación tanto del equipo que vamos a utilizar que en este caso serían los tubos de acero negro, amoladora y los discos de corte, soldadora tipo MIG, y el espacio de trabajo que ocuparemos para el proceso.

*Imagen 1. Tubos de acero negro*



*imagen 2. Plancha de acero negro*



*Fuente:* elaboración propia (2024)

- **Elección de técnica de corte:** Para los cortes se utilizará la amoladora con discos de corte de 4-1/2” para que pueda seccionar el espesor de 3 milímetros del tubo de acero negro sin mucha resistencia.
- **Marcado de las piezas:** Para comenzar con este proceso primero se realizará el marcado de las piezas según las dimensiones de los planos realizados en el software de diseño Auto CAD para posteriormente realizar los cortes.

*Imagen 3. Marcado lamina*



*Imagen 4. Marcado tubo*



*Fuente: Elaboración propia (2024)*

- **Corte de acero:** Una vez los parámetros anteriores sean cumplidos se procederá con el seccionamiento de las piezas usando el método de corte con sierra eléctrica (amoladora).

*Imagen 5. Corte tubo*



*Imagen 6. Corte Tubo*



*Fuente: Elaboración propia (2024)*

### 3.3 Soldadura de la estructura.

- **Limpieza de la superficie:** Antes de proceder con la soldadura, debemos realizar la limpieza de los tubos seccionados para eliminar impurezas, suciedad, aceite u oxido que pueda interferir en la soldadura. Esto se realizará con la ayuda de una cepillada, lijada y con el uso de solventes.
- **Fijación en posición:** Fijaremos los tubos en la posición correcta que especificamos en los planos para dar forma a la base. Para esto nos ayudaremos de abrazaderas, soportes o dispositivos de fijación para mantener la alineación y la posición de los mismos mientras se realiza la soldadura.

*Imagen 7. Fijación de tubos*



*Fuente:* Elaboración propia (2024)

- **Soldadura:** Una vez en la posición requerida, se comenzará con el proceso de soldado. Para el cual se utilizó el método de soldadura MIG (Metal Inert Gas). Cuando el proceso de soldado haya concluido, se realizará una inspección visual para verificar la calidad de las uniones soldadas, así como la medición de las dimensiones para asegurarnos que cumplan con las especificaciones de los planos.

*Imagen 8. Soldada*



*Imagen 9. Medición de dimensiones*



*Fuente: Elaboración propia (2024)*

- **Acabados:** Con el punto anterior culminado, se lijará de las áreas soldadas y en las zonas de corte expuestas para eliminar irregularidades, y así poder aplicar un recubrimiento protector para evitar la corrosión y el desgaste.
- **Prueba y ajustes:** Al momento de realizar la prueba de montaje notamos que la zona del volante motor no encajaba del todo bien en la base, se trató de varias maneras sin obtener buenos resultados, para lo cual en tal zona a las bases se las abrió 1.5 cm de cada lado para evitar el problema, además de eso en la parte frontal del motor en la zona de las bases se la levanto unos centímetros para poder nivelar y en todas las bases se colocó cauchos que le darán firmeza al momento de sujetarlo.

*Imagen 10. Fallo en la estructura*



*Imagen 11. Fallo en la estructura*



*Fuente: Elaboración propia (2024)*

### 3.4 Diseño y construcción del tablero

- **Diseño de tablero:** Para este proceso planificamos con el resto de grupos que trabajamos en este motor para poder añadir los títulos de cada proyecto, nombre de los integrantes y la información técnica del motor, de igual manera se decidió que las dimensiones para este serían de 30 x 50 cm, con una altura de 5 cm.
- **Preparación de la plancha de acero:** Para este punto se cortará la plancha de acero según las dimensiones especificadas previamente, una vez ya cortadas procederemos a unir las con ayuda del método de soldadura MIG (Metal Inert Gas) dándoles la firmeza necesaria. Se le tendrá que hacer los respectivos agujeros para los accesorios (tacómetro, switch de arranque, presión de aceite, etc.), y realizar los acabados para eliminar irregularidades que puedan existir.
- **Colocación de elementos visuales:** Con la plantilla diseñada previamente se la montará en el tablero evitando que se formen arrugas o burbujas que puedan dañar la estética del mismo.

## 4 Montaje de la estructura

- 4.1 Preparación de la base:** Verificamos que la base se encuentre nivelada, limpia, cuente con las dimensiones previstas en los planos y haber resuelto los fallos encontrados al momento de realizar la prueba de montaje.

*Imagen 12. Montaje del motor*





*Fuente:* Elaboración propia (2024)

**4.2 Alineación del motor:** colocaremos el motor sobre la base y se procederá a ser alineado de la manera más precisa con la ayuda de herramienta de precisión para obtener una conexión optima.

**4.3 Fijación del motor:** utilizaremos los anclajes y soportes específicos del motor international DTC 466 y con la ayuda de pernos de alta resistencia y bases de caucho se fijará a la base.

*Figura 4. Pernos de alta resistencia*



*Fuente:* EUROPER LTDA. (2022, 19 diciembre). PERNO HEXAGONAL ASTM A-325 - NEGRO - GALV y ZINC - Europer. Europer. <https://europer.pe/perno-hexagonal-astm-a-325/>

*Figura 5. Base de cauchos*



*Fuente:* Soporte de peso pesado de la Base de caucho. (2010) (s. f.). Made-in-China.com.  
[https://es.made-in-china.com/co\\_qdnewrubber/product\\_Heavy-Weight-Stand-up-Rubber-Base\\_eyhuhusy.html](https://es.made-in-china.com/co_qdnewrubber/product_Heavy-Weight-Stand-up-Rubber-Base_eyhuhusy.html)

**4.4 Verificación final:** realizaremos pruebas de funcionamiento y alineación del motor y se realizaran los ajustes necesarios por cualquier irregularidad mínima para asegurarnos un rendimiento seguro y optimo.

## **5 Resultados**

El diseño, construcción y montaje del motor International DTC 466 sobre un nuevo banco didáctico se espera que resulte en una instalación robusta y eficiente, para garantizar una alineación fija y precisa del motor. Esto permitirá una adaptabilidad optima con los sistemas de combustible, eléctrico y de transmisión, para asegurarnos de tener un rendimiento confiable del motor. Además, al realizar un proceso minucioso de instalación y verificación, se disminuyen las vibraciones y se mejora la durabilidad del banco didáctico y el motor, mejorando tanto la eficiencia y la seguridad de mismo en su nueva estructura.

## 6 Conclusiones

Desde la determinación de los requisitos hasta la culminación del proyecto, implicó un desarrollo que engloba la obtención de medidas y dimensiones del motor, el diseño funcional y seguro de la estructura, la integración de componentes educativos y de control. Con la finalidad, de conseguir un banco didáctico práctico, seguro y duradero, que no solo cumpla con los objetivos educativos, sino que también proporcione una experiencia práctica beneficiosa para los estudiantes y profesores, facilitando así un aprendizaje profundo y efectivo en un entorno controlado y seguro.

## 7 Bibliografía

*Amazon.com: Ruedas universales, muebles, función de freno, deslizamiento suave, capacidad de carga fuerte, silenciosa, disponible en cuatro tamaños (4 piezas) : Industrial y Científico. (s. f.). <https://www.amazon.com/-/es/universales-deslizamiento-capacidad-silenciosa-disponible/dp/B07Y9HV91B>*

Calderón Castro, José Vinicio Caluguillín Yascual, Luis Adrián. (2011).

*Construcción de un banco didáctico de un motor de inyección electrónica multipunto, para la Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.*

<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/1334>

*Find tubo galvanizado tubo Products Now Via Chinese Wholesalers - Alibaba.com. (s. f.). <https://www.alibaba.com/showroom/tubo-galvanizado-tubo.html>*

Marcelo Andrés Andrade López, Edwin Manolo Suárez Vintimilla (noviembre 2013). *Diseño y construcción de un banco didáctico funcional de una transmisión de un vehículo híbrido, Universidad Politécnica Salesiano. Chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5560/1/UPS-CT002780.pdf*

### Modelos del diseño y cálculo de peso

Henry Fernández Niola. (2024). *Modelo CAD, Corrección de geometría y mallado, Ubicación de los apoyos y carga a la geometría.*