

Universidad Internacional Del Ecuador



Facultad de Ingeniería Automotriz

Proyecto de grado para la obtención del Título de Ingeniera en Mecánica Automotriz

Diseño y construcción de un banco de pruebas para un motor Ford Edge

Nombre Del Autor:

Paredes Pasaca Ángel Orlando

Director: Ing. Noroña Merchán Marco Vinicio. MSc.

Guayaquil, Agosto 2019

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Ing. Noroña Merchán Marco Vinicio

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado “**Diseño y construcción de un banco de pruebas de un motor Ford Edge**”, realizado por el estudiante: **Paredes Pasaca, Ángel Orlando** ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional. Este trabajo tiene un empastado y un disco compacto el cual contiene toda la información en formato portátil de Acrobat. Autoriza al señor: **Paredes Pasaca Ángel Orlando**. Que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Agosto 2019

Ing. Marco Noroña M. MSc

Director de Proyecto

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Paredes Pasaca Ángel Orlando**

DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada: “**Diseño y construcción de un banco de pruebas de un motor Ford Edge**”, se desarrolló haciendo análisis y recopilando información de manera profesional las fuentes de las que nos apoyamos se pondrán en la bibliografía respetando los derechos de autor.

Este trabajo es de mi autoría en la cual siempre estuvo apoyando y guiando mi docente siempre dispuesto ayudar.

Todo lo que se encuentre en este contenido me responsabilizo, con veracidad y el alcance científico que se puso en este proyecto para la facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz.

Guayaquil, Agosto 2019.

Paredes Pasaca Ángel Orlando

C.I. 0920172327

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, **Paredes Pasaca Ángel Orlando**

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: “**Diseño y construcción de un banco de pruebas de un motor Ford Edge**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Agosto 2019.

Paredes Pasaca Ángel Orlando

C.I. 0920172327

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi esposa y a toda mi familia en especial a mis padres y a todas esas personas que me brindaron su ayuda de una u otra manera con sus consejos y demás palabras de aliento para la obtención de este logro tan importante en mi vida y a su vez sea uno más de los muchos que están por venir.

Como también dedico esto a mis maestros de la Universidad Internacional Del Ecuador que han tenido que soportarme por lo largo de estos años y en especial los que me dieron la pauta y guiaron para la realización este proyecto y quienes han contribuido en mi desarrollo educativo y profesional en la rama de la Ingeniería Automotriz.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y todas las personas que hicieron posible y contribuyeron con sus conocimientos a la realización de esta investigación la cual es un proceso para poder acreditar los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz.

Ángel Orlando Paredes Pasaca

RESUMEN GENERAL

El presente proyecto de titulación se construirá un banco de pruebas, en el cual se montará un motor de Ford Edge para la construcción de este banco se presentarán análisis datos de pruebas que están documentados y también se presentaran físicamente. Este banco de pruebas nos ayudara a realizar análisis del motor y sus componentes y el comportamiento de sus partes electrónicas, para la construcción del banco de pruebas se realizó una selección de materiales bajo las normas ASTM estos materiales deben soportar el peso del motor y sus partes y las fuerzas que actuaran en la estructura cuando el motor esté funcionando

Se usaron disco de cortes y escuadra para que los cotes salgan con precisión los cortes que se realizaron se los hicieron con ángulo de 45° para que la unión en sus vértices sea más resistente y pueda soportar las cargas y fuerzas que generara el motor al estar encendido, también se usaron garruchas estas se soldaron en la estructura para poder movilizarla de un lugar a otro dentro del taller son resistentes al peso del motor y sus partes

Se usó soldadura para unir la estructura y sus partes, también se usaron pinturas anticorrosivas resistentes a las altas temperaturas para proteger la estructura de la corrosión con el pasar del tiempo.

Este banco de pruebas también tiene sus tubos de seguridad para los usuarios que lo manipularan, también se le implementó 4 ruedas resistentes al peso del motor y sus partes para su facilitar su movilidad dentro del taller.

PALABRAS CLAVE. Estructura, diseño, motor, seguridad, fiabilidad

ABSTRACT

The present titling project will be built a test bench, in which a Ford Edge engine will be assembled, for the construction of this bank will be presented data analysis of tests that are documented and also physically presented, this test bench will help us to perform analysis of the engine and its components and the behavior of its electronic parts, for the construction of the test bench was made a selection of materials under ASTM standards these materials must support the weight of the engine and its parts and the forces acting in the structure when the engine is running

Cutting disc and square were used so that the cotes come out with precision the cuts that were made were made with an angle of 45° so that the union at their vertices is more resistant and can withstand the loads and forces generated by the engine when ignition, they were also used garruchas these were welded in the structure to be able to move it from one place to another inside the workshop are resistant to the weight of the engine and its parts

Welding was used to join the structure and its parts, anti-corrosive paints resistant to high temperatures were also used to protect the structure from corrosion over time.

This test bench also has its safety tubes for the users that manipulate , it was also implemented 4 wheels resistant to the weight of the engine and its parts to facilitate its mobility inside the workshop

KEYWORDS. Structure, design ,engine, safety

INDICE GENERAL

Certificado	i
Declaración de responsabilidad	ii
Autorización	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento	v
Resumen general.....	vi
Abstract.....	vii
CAPÍTULO I. GENERALIDADES.....	1
1.1 Definición del problema	1
1.2 Objetivos de la investigación.....	1
1.2.1 Objetivo general	1
1.2.2 Objetivos específicos.....	1
1.3 Alcance	2
1.4 Justificación e importancia	2
1.4.1 Justificación teórica	2
1.4.2 Justificación metodológica	2
1.4.3 Justificación práctica	3
1.4.4 Delimitación temporal	4
1.4.5 Delimitación geográfica	4
CAPÍTULO II . MARCO TEORICO	5
2.1 Motor Ford Edge	5
2.2 Identificación del Motor	6
2.3 Sistemas de funcionamiento del motor.....	7
2.3.1 El sistema de escape	7
2.3.2 Convertidor catalítico	7
2.3.3 Sistema de lubricación del motor	8
2.3.4 Sistema TiVCT	8
2.3.5. Sistema de inyección multipunto.....	9

2.3.6 Sistema de Carga	9
2.4 Transmisión Automática.....	10
2.4.1 Etiquetas de Identificación	11
2.5 Materiales para fabricación de estructuras	12
2.5.1 Tabla de propiedades mecánicas de los aceros.....	13
2.5.2 Propiedades mecánicas relevantes del acero	14
2.5.2.1 Esfuerzo de fluencia	15
2.5.2.2 Modulo de elasticidad y modulo tangente.....	16
2.5.2.3 Ductilidad	17
2.5.2.4 Facilidad para soldarse	18
2.5.2.5 Resistencia a la fatiga y tenacidad.....	18
2.6 Software de simulación	18
2.6.1 Tipos de software de Ingeniería y Diseño Mecánico	19
2.6.1.1 Software CAD	19
2.6.1.2 Software CAE.....	19
2.6.1.3 Software CAM.....	20
CAPÍTULO III. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBAS	21
3.1 Característica del banco de pruebas.....	21
3.1.1 Material a utilizar.....	22
3.2 Estructura del banco de pruebas	23
3.2.1 Bosquejo en Autocad.....	23
3.3. Materiales de la estructura del banco de pruebas	24
3.3.1 Tubo cuadrado de 3 x 2”.....	24
3.3.2 Garruchas giratorias de 4 pulgadas.....	26
3.3.3 Disco de corte	26
3.3.4 Disco de pulir	28
3.3.5 Electrodo 6011	31
3.4. Planos de la estructura del banco de pruebas	34
3.5 Simulación Solid Work	34
3.5.1 Simulación Primer Banco.....	35
3.5.2 Simulación Segundo Banco.....	39

3.6 Planos del Banco	44
CAPÍTULO IV. CONSTRUCCION DEL BANCO DE PRUEBAS.....	45
4.1 Fabricación de las partes estructurales	45
4.1.1 Tubos cuadrados	46
4.1.2.Las bases del banco	48
4.1.3 Soporte de la estructura	48
4.2 Armado de la estructura.....	51
4.2.1 Armado de tubos.....	53
4.2.2 Armado bases	54
4.4 Ensamblaje final del motor.....	59
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
5.1 CONCLUSIONES.....	61
5.2 RECOMENDACIONES	62

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características Motor 3.5 l Ti-VCT.....	06
Tabla 2. Tabla de referencia de componentes del motor.....	07
Tabla 3. Especificaciones generales alternador.....	10
Tabla 4. Etiqueta de identificación del producto.....	12
Tabla 5. Designación de los metales ASTM.....	14
Tabla 6. Materiales de la estructura del banco de pruebas.....	23

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica.....	04
Figura 2. Motor Ford Edge 3.5 l.....	06
Figura 3. Identificación del motor.....	06
Figura 4. Sistema de escape y sus partes.....	08
Figura 5. Sistema de distribución TiVCT.....	08
Figura 6. Sistema de Inyección Multipunto.....	09
Figura 7. Sistema de carga.....	09
Figura 8. Caja automática.....	12
Figura 9. Esfuerzo de fluencia.....	16
Figura 10. Módulo de elasticidad.....	17
Figura 11. Software CAD.....	20
Figura 12. Software CAE.....	20
Figura 13. Software CAM.....	21
Figura 14. Bosquejo estructura para motor Ford Edge.....	24
Figura 15. Tubo cuadrado.....	25
Figura 16. Detalles estructurales.....	25
Figura 17. Garruchas de 150 Kg.....	26
Figura 18. Disco de corte.....	27
Figura 19. Información de etiquetado discos de corte.....	27
Figura 20. Característica del disco abrasivo.....	29
Figura 21. Consistencia del abrasivo.....	30
Figura 22. Abrasivo.....	30
Figura 23. Grano abrasivo.....	30
Figura 24. Grado de dureza.....	31
Figura 25. Aglomerante.....	31
Figura 26. Soldadura por arco voltaico.....	32
Figura 27. Formación del arco.....	32
Figura 28. Proceso de fusión.....	33
Figura 29. Proceso de soldadura por arco voltaico.....	33
Figura 30. Vistas y dimensiones del banco de pruebas.....	34
Figura 31. Análisis de pruebas Solid Works.....	35
Figura 32. Análisis de pruebas Solid Works sección material más resistente.....	36

Figura 33. Análisis de pruebas Solid Works prueba dinámica.....	36
Figura 34. Análisis de pruebas Solid Works fuerzas prueba estática.....	37
Figura 35. Análisis de pruebas Solid Works fuerzas.....	37
Figura 36. Resultado de fuerzas estáticas.....	38
Figura 37. Resultado de fuerzas de reacción y momento.....	38
Figura 38. Especificaciones de materiales.....	39
Figura 39 Estrés estático.....	40
Figura 40. Estrés dinámico.....	40
Figura 41. Carga estática.....	41
Figura 42. Resultado de pruebas cargas dinámicas.....	41
Figura 43. Factor de seguridad.....	42
Figura 44. Fuerzas de reacción.....	42
Figura 45. Resumen de resultados mínimos y máximos.....	43
Figura 46. Vista superior y dimensiones del banco de pruebas.....	44
Figura 47. Medición del espesor y ancho del tubo cuadrado negro.....	45
Figura 48. Dimensiones del tubo negro cuadrado.....	46
Figura 49. Especificaciones generales ASTM.....	46
Figura 50. Selección del tubo cuadrado negro.....	47
Figura 51. Marcando con escuadra el corte a realizar.....	49
Figura 52. Inicio de corte con un disco de corte.....	49
Figura 53. Proceso de corte con un disco de corte.....	50
Figura 54. Marcado de corte en ángulos.....	50
Figura 55. Comprobación de encuadre de corte.....	51
Figura 56. Proceso de ubicación de soldadura.....	51
Figura 57. Proceso de punteado de soldadura.....	52
Figura 58. Proceso de cordoneado de soldadura.....	52
Figura 59. Armado de los tubos.....	53
Figura 60. Presentación de garruchas.....	53
Figura 61. Garruchas soldadas en la base del tubo.....	54
Figura 62. Base que soporta el motor.....	54
Figura 63. Base con cordón de soldadura ya rectificado.....	55
Figura 64. Base lateral de soporte del motor.....	55
Figura 65. Base inferior para la caja de cambios.....	56

Figura 66. Soldadura de la base inferior para la caja de cambios.....	56
Figura 67. Pintura de esmalte sintético.....	57
Figura 68. Datos de pintura de esmalte sintético.....	57
Figura 69. Color y códigos de pintura de esmalte sintético.....	58
Figura 70. Thinner para diluir la pintura.....	58
Figura 71. Presentación del motor en la estructura.....	59
Figura 72. Ubicación del motor en la estructura.....	59
Figura 73. Fijación del motor en la estructura.....	60

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Peso que soportara la estructura.....	48
Ecuación 2. Factor de seguridad de la estructura.....	48

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Definición del problema

El problema se centra en la necesidad de construir y diseñar un banco de pruebas para un motor de combustión interna con el fin de que la comunidad universitaria esté en la capacidad de identificar y comprobar los parámetros de funcionamiento de los mismos, realizando las distintas pruebas en el banco simulador para poder interpretar, analizar la funcionalidad de cada uno de los componentes por lo tanto se ha presentado el tema “Diseño y construcción de un banco de pruebas para un motor Ford Edge”.

En este banco de pruebas se complementará el conocimiento obtenido por los estudiantes el campo automotriz, ya que contarán con un motor de alta gama el cual dispone de sensores y actuadores e inmovilizadores. Las comprobaciones son un sustento del proceso de formación que tuvieron los estudiantes dentro del centro de estudio, además de ser indispensable para el reconocimiento académico de la institución.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Diseñar y construir un banco de pruebas para un motor de combustión interna de 265 CV de potencia que estará disponible en la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil.

1.2.2 Objetivos específicos

- ✓ Diseñar la estructura del banco de pruebas del motor Ford Edge.
- ✓ Determinar las dimensiones de la estructura en programas computarizados.
- ✓ Ubicar el banco de pruebas en un área de fácil acceso y mínimos ruidos o vibraciones a otras áreas del taller.

1.3 Alcance

La información detallada en el presente trabajo está constituida en base a manuales de taller y demás documentación, en donde se trate acerca del modelo Ford Edge, modelo que utiliza este sistema y se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- El diseño y la selección de la forma de la estructura se basa en la potencia del motor Ford Edge de 265 CV.
- Determinar y seleccionar soportes del motor que reduzcan las vibraciones del mismo al máximo.
- Se determinará las uniones de la estructura con pernos o soldadura.
- Se calcularán las cargas que soportara la estructura por el motor y el suelo por todo el peso del mismo.

1.4 Justificación e importancia

La necesidad se basa en investigar y diagnosticar averías en los diferentes componentes del motor para lo cual se usarán equipos de medición y precisión en los cuales se obtendrán diferentes parámetros y lecturas obtenidas en este banco de pruebas de un Ford Edge.

1.4.1 Justificación teórica

La base teórica del trabajo se fundamenta en la investigación de averías en el sistema eléctrico y electrónico ya que el equipo dispone de software para prueba de componentes eléctricos y electrónicos más importantes del vehículo. Sus conexiones de prueba reflejan valores y en algunos casos graficas del funcionamiento o rendimiento de los mismos.

1.4.2 Justificación metodológica

Es imperativo considerar la opinión de los especialistas ya que basado en sus experiencias también se puede desarrollar la propuesta. Dentro de la metodología se definen las técnicas de investigación, así como los instrumentos en donde se recibe la información.

El método científico es la guía de cada trabajo de investigación, en donde existe un respaldo de la información que se visualiza, ya que es la ayuda de todo proyecto, es necesario informarse sobre los datos obtenidos durante las pruebas que dieron resultados específicos. El proceso metodológico ayuda a que los lineamientos investigativos, sean los adecuados para obtener la información esperada.

1.4.3 Justificación práctica

Las múltiples posibilidades de utilización de este banco de pruebas requieren del desarrollo de algunas actividades que empiezan con un diseño conceptual, que permitan acceder a medir los sensores y actuadores, en base al material estructural y la geometría del banco de pruebas para que soporte el motor del Ford Edge.

Esta justificación permite trabajar los proyectos con respecto a la selección de componentes y sus dimensiones para acoplar los accesorios externos y otros subsistemas del MCIA. Este procedimiento debe indicar las unidades que vamos a utilizar y los implementos a utilizar para el proceso de uniones de los elementos de la estructura ha sean estos pernos, bridas, tubos, soldadura para planificar mejor el proceso a seguir para la construcción del banco de pruebas.

Posterior al análisis del diseño, se realiza un estudio ingenieril en el cual se realizó cálculos estructurales con la finalidad de mostrar la influencia de la vibración y el peso del motor sobre el tipo de estructura propuesta en el diseño inicial. Luego se realizará el diseño en AUTOCAD de la bancada o estructura acompañado de los planos correspondientes.

Una vez terminado los cálculos de diseño, se elabora el diseño del sistema de adquisición de datos, el cual comprende de la distribución espacial y la interconexión de elementos al motor a la estructura del banco de pruebas por medio de soportes para el panel de instrumentos, el radiador, el depósito de combustible y las bases de soporte del motor.

1.4.4 Delimitación temporal

El trabajo se desarrollará desde el mes de agosto del 2018, hasta agosto 2019, lapso que permitirá realizar la investigación, así como diseñar la propuesta.

1.4.5 Delimitación geográfica

El trabajo se desarrollará en la ciudad de Guayaquil, en la Facultad de Ingeniería de Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil.

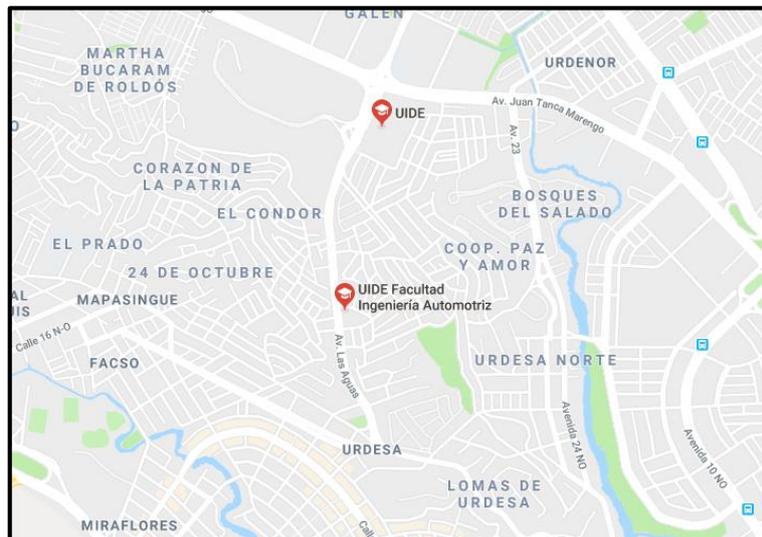


Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Extensión Guayaquil
Fuente. Google Maps

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 Motor Ford Edge

El Ford Edge es vehículo todo terreno producido por el fabricante en Estados Unidos, este todoterreno es fabricado desde el año 2006 y desde entonces se han venido fabricando este modelo en Oakville Canadá. Es un automóvil todoterreno de 5 plazas con motor delantero y carrocería auto portante, también posee tracción delantera. Utiliza la misma plataforma que otros vehículos de turismo como el Mazda 6, Ford Fusion, Mercury Milán y Lincoln MKZ.

El motor del vehículo Ford Edge, es un motor de gasolina de 6 cilindros en V de 3.5 litros y es uno de los motores más potentes de la clase 4, según con la referencia de ser un motor dinámico. Y posee las siguientes características (company, 2015):

- Posee doble árbol de levas
- Tiene 4 válvulas por cilindro
- SFI
- Múltiples de admisión superior e inferior compuesto.
- Cabezas de cilindro de aluminio
- Un monoblock en V a 60 grados de aluminio
- Bomba de refrigerante impulsada por la cadena de sincronización
- Sistema TiVC



Figura 2. Motor Ford Edge 3.5 litros
Fuente: (FoMoCo, 2019)

En el siguiente recuadro mostramos sus especificaciones técnicas.

Tabla. 1 Características Motor 3.5 lt Ti-VCT

Referencia	Especificación
Par	253 LB-FT @ 4000RPM
Diseño	6 cilindros en V
Diámetro de carrera	92.5/86.7 mm (3.641/3.413 in)
Orden de encendido	1-4-2-5-3-6
Presión de aceite	Mínimo 30 psi a 1,500 rpm con el motor a la temperatura normal de funcionamiento
Relación de compresión	de 575 lb compresión 10.8:1
Bujía	Holgura de CYFS12F-5 = 1.25-1.35 mm (0.049-0.053 in)
Peso del motor	260.8 kg 575 lb
Volumen de la cámara de combustión	56.65 lcc (3.36 Cl)
Holgura del levanta válvula admisión	0.15 - 0.25 mm (0.006-0.01 in)
Holgura del levanta válvula escape	0.360 - 0.460 mm (0.0142- 0.0181 in)
Diámetro interior guía de válvula	5.519 - 5.549 mm (0.217- 0.218 in)
Diámetro de vástago de válvula Admisión	5.479 - 5.497 mm (0.2157- 0.2164 in)
Diámetro de vástago de válvula de escape	5.466 - 5.484 mm (0.2151- 0.2159 in)
Diámetro del cilindro	92.500 mm- 92.520 mm (3.641- 3.642 in)

Fuente: Fuente (FoMoCo, 2019)

2.2 Identificación del motor

Este es el número de identificación del motor para saber en qué año y donde se fabricó y para diferenciarlo de una serie de motores similares que se fabricaron y para saber su número de partes y también para pedir garantías en caso de fallos en las partes también identificar en caso de robo (Del Castro Vicente, 2008).

Este va ubicado en el panel de bloqueo de la puerta delantera izquierda.



Figura 3. Identificación del motor

Fuente: (FoMoCo, 2019)

Tabla 2. Tabla de referencia de componentes del motor

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
1	Número de parte del motor
2	Planta del motor (Cleveland)
3	Desplazamiento del motor
4	Configuración del motor
5	VCT doble independiente
6	Código de barras
7	Código de barras
8	Numero Consecutivo
9	Fecha de fabricación (DDMMAA)
10	Línea de turno de planta
11	Código derivativo

Fuente: (FoMoCo, 2019)

2.3 Sistemas de funcionamiento del motor

El sistema de escape se encarga evacuar los gases lo más pronto posible para aprovechar al máximo el rendimiento del motor, de esto también depende la forma de los tubos y dimensiones del escape la cantidad y formas de las curvas ya que estas oponen restricción a su salida. Adicional otras características también se deben evaluar, pero serán mencionadas más adelante (Santander, 2008).

2.3.1 El sistema de escape

En el sistema de escape se evacua la salida de los gases del motor estos gases generan mucho ruido. Para disminuir el ruido del motor este consta de dos convertidores catalíticos y dos silenciadores (Bosch, 2019)

2.3.2 Convertidor catalítico

El convertidor catalítico su función principal es la de cuidar el medio ambiente con el control de emisiones actuando como un reactor de gases. Su función catalítica rompe la unión de NOx la cual genera una reacción química de los componentes en los gases del escape, produciendo calor, para reducir los contaminantes del aire. El material catalítico dentro del convertidor catalítico consiste de un sustrato de cerámica.

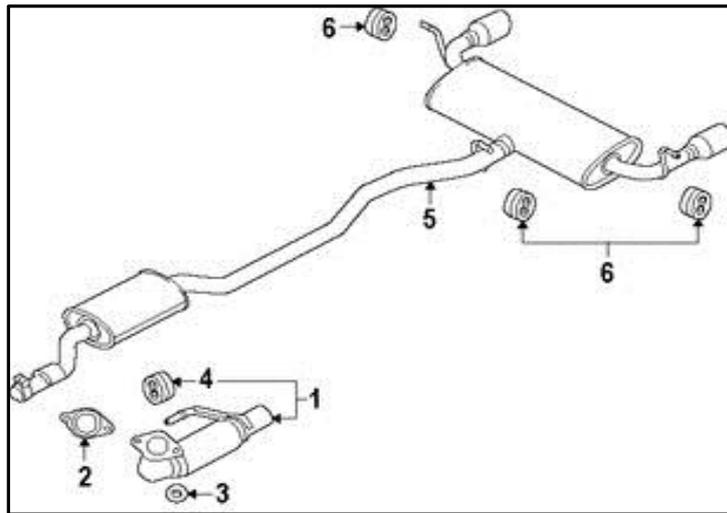


Figura 4. Sistema de escape y sus partes
Fuente: (FoMoCo, 2019)

2.3.3 Sistema de lubricación del motor

El sistema de lubricación del motor está diseñado para proporcionar un flujo óptimo de aceite a los componentes del motor, el corazón de este sistema es una bomba de aceite de engranes internos de desplazamiento positivo (Crouse, 2008). La bomba de aceite está montada en la parte delantera del bloque, el rotor interior se guía por la espiga del cigüeñal el cual al girar produce la succión del aceite, la bomba consta de una válvula de alivio para proteger el sistema de una presión excesiva. La válvula está diseñada para entregar una buena lubricación a los cojinetes de bielas bajo condiciones de alta temperatura y alta velocidad (Company, 2015).

2.3.4 Sistema TiVCT

Este sistema es un sistema de control variable de las válvulas que optimiza la combustión con carga completa generando un mejor desempeño de potencia y par de torsión a bajas velocidades, este sistema habilita el traslape de las válvulas variable lo cual genera una mejor economía en el combustible y menores emisiones (Sanchez, 2009).



Figura 5. Sistema de distribución TiVCT
Fuente. Ángel Paredes

2.3.5. Sistema de inyección multipunto

El motor del Ford Edge tiene un sistema de inyección multipunto esto quiere decir un inyector por cilindro que están ubicados al final del colector de admisión para que el flujo de combustible valla directo a la cámara de combustión este sistema es totalmente electrónico y trabaja recibiendo ordenes de la computadora (Srinivasan, 2008).

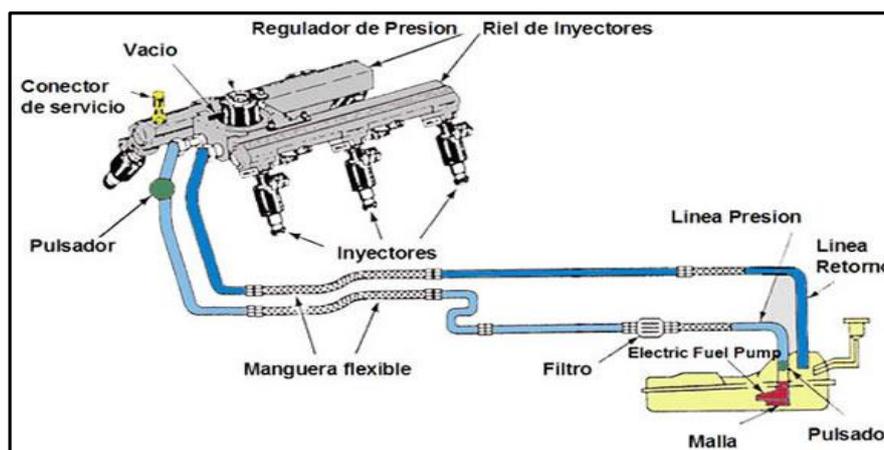


Figura 6. Sistema de inyección multipunto
Fuente. Motores. Antonio Salinas (2007)

2.3.6 Sistema de Carga

El alternador se encarga de suministrar de energía eléctrica al vehículo, cuando el motor se encuentra en funcionamiento le proporciona de energía para accionar los componentes eléctricos del vehículo, el sistema de carga lo comprende la batería el alternador y el regulador de voltaje.

El regulador de voltaje contrala el flujo de corriente de salida para regular las sobrecargas y descargas de la batería. En el motor Ford Egde su regulador es un dispositivo electrónico que utiliza diodos y resistencias (Srinivasan, 2008).



Figura 7. Sistema de carga
Fuente: (FoMoCo, 2019)

Tabla 3. Especificaciones Generales Alternador

Generador para motor	3.5 litros
Relación de la polea del generador	2.66: 1
Clase	70 amperes a 600rpm/min a 155A a 2500 rpm
Tipo de regulador de voltaje	Electrónico interno con generador

Fuente: (FoMoCo, 2019)

2.4 Transmisión Automática

Esta transmisión es automática con 6 velocidades que posee un control de cambios electrónico diseñado para trabajar en un tren motriz transversal esta transmisión posee las siguientes características:

- Seis velocidades hacia adelante
- Convertidor de torsión con un embrague de convertidor integrado
- Controles de cambio electrónico y de presión
- Tres trenes de engranes planetarios
- Tres embragues fijos de discos múltiples
- Dos embragues impulsores de placas múltiples
- Todas las funciones hidráulicas están dirigidas por solenoides electrónicos para controlar lo siguiente:
 - La sensación de acoplamiento
 - La sensación de los cambios
 - Programación de cambios
 - Aplicaciones de TCC moduladas
 - Esta transmisión tiene un cuerpo de válvulas que contiene:
 - Cuerpo de solenoides con sensor TFT
 - Cuerpo de válvulas superior
 - Cuerpo de válvulas inferior

La transmisión automática es controlada electrónicamente. La selección de velocidad se logra a través del control del flujo de fluido de la transmisión para hacer funcionar varios embragues internos. El PCM hace funcionar los componentes eléctricos y proporciona control sobre la presión de cambio de selección de velocidades lo cual aumenta el ajuste y el desplazamiento del convertidor de torsión (Bosch, 2009).

En caso de una falla del sistema, el PCM también proporciona una estrategia de funcionamiento limitado para mantener el máximo rendimiento del funcionamiento de la transmisión con una mínima reducción de potencia. En caso de una pérdida total del control o de la energía eléctrica, se conservan las funciones básicas de la transmisión P, R, N y D. También se conserva la 5ª velocidad por medio del sistema hidráulico

2.4.1 Etiquetas de Identificación

Tabla 4. Etiqueta de identificación de producto

Referencia	Descripción
1	Etiqueta de identificación de transmisión
2	Etiqueta de identificación del cuerpo de solenoides

Fuente: (FoMoCo, 2019)

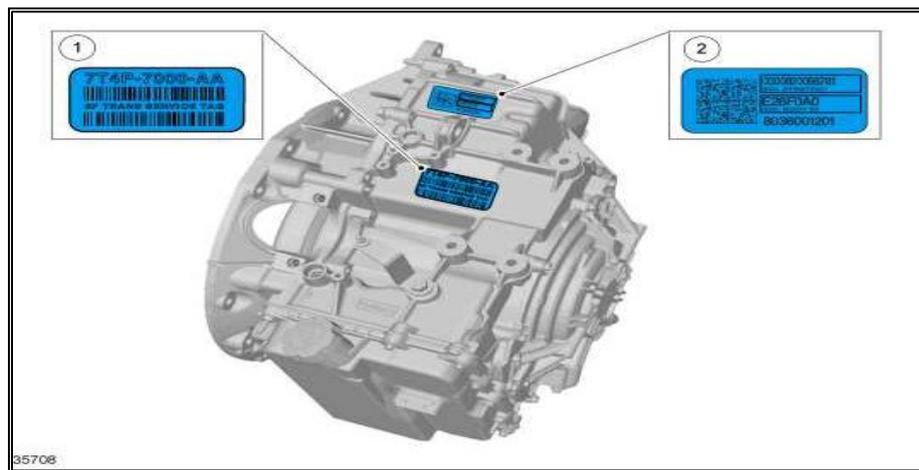


Figura 8. Caja automática
Fuente. Sistema de Transmisión y frenado. Editex

2.5 Materiales para fabricación de estructuras

Los materiales que se usan para el diseño y fabricación de estructuras ya sean para el campo automotriz y construcción que tienen que soportar vibraciones, esfuerzos, presión o cargas mecánicas.

Los aceros deben cumplir con ciertas características, propiedades y ductilidad los cuales son reconocidos por las normas ASTM (American Society for Testing and Materials) esta sociedad reconoce 14 tipos de aceros que cumplen las normas para poder ser usados en estructuras (MATERIALS, 2019):

- ASTM A36/A36M, Es un acero estructural de Carbono.
- ASTM A242/A242M, Acero Estructural de Alta Resistencia y Baja Aleación.
- ASTM A283/A283M, Placas de Acero de Carbono de Resistencia a la Tensión Baja e Intermedia.
- ASTM A500, Tubulares Estructurales Redondos y de Otros Perfiles Laminados en Frío de Acero de Carbono.
- ASTM A529/A529M, Acero de Calidad Estructural de Manganeso y Carbono de Alta Resistencia.
- ASTM A570/A570M, Acero de Calidad Estructural de Carbono para Láminas y Cintas Laminadas en Caliente.
- ASTM A572/A572M, Acero Estructural de Columbio y Vanadio de Alta Resistencia y Baja Aleación.
- ASTM A588/A588M, Acero Estructural de Alta Resistencia y Baja Aleación con Esfuerzo de Fluencia Mínimo de 50 ksi (3514 kg/cm²) y espesor hasta 4 plg. (100 mm).

- ASTM A606, Acero Estructural de Alta Resistencia y Baja Aleación para Láminas y Cintas Laminadas en Caliente y en Frío con Resistencia Mejorada a la Corrosión Atmosférica.
- ASTM A607, Acero Estructural de Columbio o Vanadio, o ambos, de Alta Resistencia y Baja Aleación para Láminas y Cintas Formadas en Caliente y en Frío.
- ASTM A611 (Grados A, B, C y D), Acero Estructural (SS, abreviación del inglés “Structural Steel”) de Carbono para Láminas Formadas en Frío.
- ASTM A653/A653M (SS, Grados 33, 37, 40 y 50 Clase 1 y Clase 3; Alta Resistencia y Baja Aleación Tipos A y B, Grados 50, 60, 70 y 80), Láminas de Acero con Recubrimiento de Zinc (Galvanizado) o con Recubrimiento de Aleación Zinc-Hierro realizado por medio del Proceso de Inmersión en Caliente (Galvanizado y Endurecido).
- ASTM A715 (Grados 50, 60, 70 y 80), Acero de Alta Resistencia y Baja Aleación para Láminas y Cintas Formadas en Caliente y de Acero de Alta Resistencia y Baja Aleación para Láminas y Cintas Formadas en Frío con Propiedades Mejoradas de Formalidad.
- ASTM A792/A792M (Grados 33, 37, 40 y 50A), Láminas de Acero con Recubrimiento de Aleación 55% Aluminio-Zinc realizado por medio del Proceso de Inmersión en Caliente. (MATERIALS, 2019)

2.5.1 Tabla de propiedades mecánicas de los aceros

En esta tabla podemos encontrar las propiedades del material más idóneo para diseñar y manufacturar una mesa de estructura la cual debe soportar todo el peso y movilización del mismo.

Tabla 5

Designación de los metales ASTM. (MATERIALS, 2019)

Designación del ASTM.	Producto	Grado	F _y (min) kg/cm ²	F _u (min/max) kg/cm ²	% elongación en 5.08 cm (min)	Fu/Fy (min)
A36/A36M-94 Esta especificación cubre perfiles, placas y barras de acero de carbono de calidad estructural para construcción remachada, atornillada o soldada de puentes y edificios y para aplicaciones estructurales generales. Se proveen requisitos adicionales cuando la tenacidad de muesca sea importante. Estos requisitos aplicarán cuando se especifiquen por el comprador en su orden. Cuando el acero vaya a ser soldado, se presupone que será usado un procedimiento de soldado consistente con el tipo de grado de acero y el uso planeado de la estructura.	Placas y Barras		2530	4076/5622	23	1.61
A242-A242M-93 ^a Esta especificación cubre perfiles, placas y barras de acero de alta resistencia y baja aleación para construcción remachada, atornillada y soldada a ser usados principalmente en miembros estructurales cuando el ahorro en peso y la durabilidad adicional son importantes. La resistencia a la corrosión atmosférica de este tipo de acero en la mayoría de los ambientes es substancialmente mejor que el acero al carbono con o sin adición de cobre. Esta especificación está limitada a material de hasta 4 plg (10 cm) de espesor.	Placas y Barras t ≤ 0.75 plg (19.05m)	“”	3514	4919	21	1.40
A283/A283M-93 ^a Esta especificación cubre cuatro grados de acero para placas de acero al carbono de calidad estructural para aplicaciones generales. Cuando el acero vaya a ser soldado, se presupone que será usado un procedimiento de soldado consistente con el tipo de grado de acero y el uso planeado de la estructura.	Placa	A B C D	1686 1897 2108 2319	3162/4216 3514/4668 3865/5270 4216/5622	30 28 25 23	1.88 1.85 1.83 1.82
A500-93 Esta especificación cubre tubos estructurales soldados sin costuras redondas, cuadradas y de configuraciones especiales de acero de carbono laminado en frío para construcción remachada, atornillada y soldada de puentes y edificios y para aplicaciones estructurales generales. Estos tubos se producen soldados y sin costuras para diámetros máximos de 64 plg. (1626 mm) y un espesor máximo de 0.625 plg. (15.88 mm). El Grado D requiere de tratamiento con calor.	Tubos Redondos	A B C D	2319 2951 3232 2530	3162 4076 4357 4076	25 23 21 23	1.36 1.38 1.35 1.61
	Tubos Cuadrados	A B C D	2740 3232 3514 2530	3162 4076 4357 4057	25 23 21 23	1.15 1.26 1.24 1.61

La tabla 5 muestra las propiedades de las que están compuesta los materiales y su resistencia que dan a entender lo que su autor pretende

2.5.2 Propiedades mecánicas relevantes del acero

Las principales propiedades más importantes del acero según la ASTM(American Society of Testing Materials) que se presenta son:

- Esfuerzo de Fluencia
- Resistencia a la Tensión o Resistencia
- Características de la Curva de Esfuerzo-Deformación
- Módulo de Elasticidad
- Ductilidad
- Facilidad para pegarse por Soldadura
- Resistencia a la Fatiga
- Tenacidad
- Propiedad de la Facilidad de Formado
- Durabilidad

A continuación, se detallará a continuación cada una de las propiedades mencionadas (MATERIALS, 2019)

2.5.2.1 Esfuerzo de fluencia

Es el indicador del esfuerzo máximo que un material puede desarrollar sin tener deformación plástica. La resistencia de los perfiles laminados en frío depende del esfuerzo de fluencia. Los valores de esfuerzo de fluencia (F_y) que tienen estos 14 tipos de aceros que observan en la tabla.

Según la gráfico de la figura 9 se observan dos curvas de esfuerzo: la primera indica curvas de fluencia pronunciada y la tipo 2 indican curvas de fluencia gradual.

Se puede observar curvas de esfuerzo en aceros laminados en caliente son de tipo 1 y las curvas de los aceros laminados en frío son del tipo 2. El valor de la curva del esfuerzo tipo1 se las obtiene del esfuerzo correspondiente donde la curva quiebra y la curva adquiere su forma plana horizontal. En el tipo dos no adquiere este quiebre, pero se observa una curva suave con transición en la parte plana horizontal, por lo que el valor de su esfuerzo no se obtiene directamente. Para este caso el esfuerzo de fluencia se lo obtiene por método de compensación o el método de deformación unitaria bajo carga .

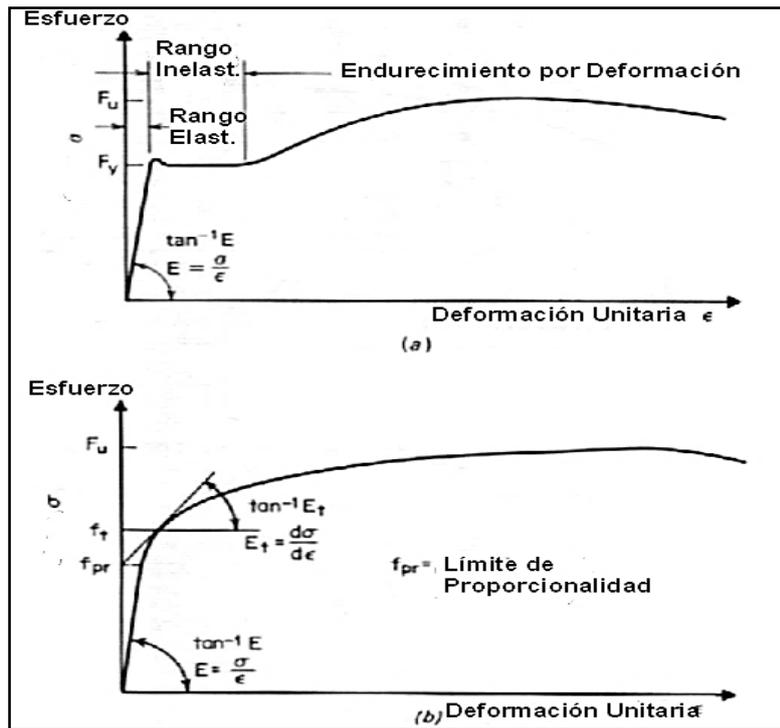


Figura 9. Esfuerzo de fluencia
Fuente :(Materiales 2019)

Se puede observar curvas de esfuerzo en aceros laminados en caliente son de tipo 1 y las curvas de los aceros laminados en frío son del tipo 2. El valor de la curva del esfuerzo tipo 1 se las obtiene del esfuerzo correspondiente donde la curva quiebra y la curva adquiere su forma plana horizontal. En el tipo dos no adquiere este quiebre, pero se observa una curva suave con transición en la parte plana horizontal, por lo que el valor de su esfuerzo no se obtiene directamente. Para este caso el esfuerzo de fluencia se lo obtiene por método de compensación o el método de deformación unitaria bajo carga.

2.5.2.2 Módulo de elasticidad y módulo tangente

La resistencia de los materiales o elementos que fallan por la inestabilidad estos no solo dependen del esfuerzo de fluencia, sino que también influye el valor del módulo de elasticidad E o del módulo tangente E_t , cuando es el caso de pandeo elástico e inelástico.

El módulo elástico en la gráfica es comienzo de la pendiente de la curva de esfuerzo-deformación. Los parámetros usados en “ ξ ” para aceros son de 2.038×10^6 a 2.108×10^6 kg/cm². (MATERIALS, 2019)

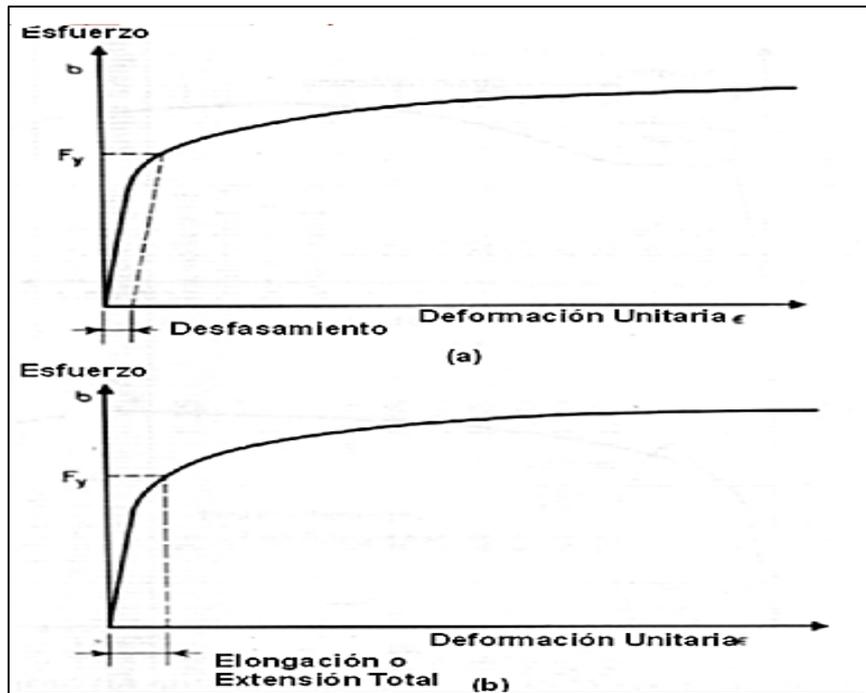


Figura 10. Módulo de elasticidad
Fuente :(Materiales 2019)

En las curvas de fluencia pronunciada, E_t es igual a E hasta el punto de la fluencia, en las curvas de fluencia gradual, E_t es igual a E hasta el límite de la proporcionalidad. Cuando el esfuerzo excede el límite de proporcionalidades reduce progresivamente con respecto a E .

Por esto los aceros con fluencia pronunciada con esbeltez moderada tienen una gran resistencia de pandeo que los aceros con fluencia gradual.

2.5.2.3 Ductilidad

La ductilidad es la propiedad de los materiales que bajo la acción de deformaciones o fuerzas no se fracturan. Esta propiedad es valiosa dentro de los procesos de laminado, chapado, exfoliado, aplastado en frío ya que facilita la repartición inelástica de esfuerzos en juntas y conexiones donde se producen grandes aglutinaciones de esfuerzos. La ductilidad de los aceros se la constituye por medio de pruebas de tensión, flexión o de muesca.

En el año 1968, se desarrollaron nuevos materiales de alta resistencia, pero en algunos casos de baja ductilidad o maleabilidad, se inició un proyecto de investigación con la universidad de Cornell con la necesidad de saber hasta qué punto es necesario la

ductilidad en una estructura, también se desarrolló el concepto de ductilidad o maleabilidad baja y uniforme.

La ductilidad local se la define una propiedad que presentan algunos materiales, como las aleaciones metálicas, los cuales, bajo la acción de una fuerza, pueden deformarse plásticamente de manera sostenible sin romperse, permitiendo obtener alambres o hilos de dicho material. La ductilidad Uniforme es la capacidad de prueba de tensión y desarrollar grandes elongaciones en toda su longitud antes de desarrollar el cuello de fractura.

2.5.2.4 Facilidad para soldarse

Los aceros fáciles de soldarse son aquellos que pueden ser soldados sin ninguna dificultad libre de grietas. Depende también de su composición química y varía con el proceso de soldadura usado. Los procesos de soldado estructural usados comúnmente para soldados en frío es la soldadura:

- SMAW (soldadura de arco de electrodos recubiertos)
- SAW (soldadura de arcos de electrodo sumergido)
- GMAW (soldadura de arco de gas metálico)
- FCAW (soldadura de arco con flujo recubierto)

Todas estas especificaciones de los procesos de soldadura están dadas por la AWS (Sociedad Americana de Soldadura). (SOCIETY)

2.5.2.5 Resistencia a la fatiga y tenacidad

Es la capacidad de soportar grandes ciclos de carga antes de fracturar estas cargas pueden ser por vibraciones de maquinaria. La tenacidad es la medida que un material absorbe energía sin fracturarse.

2.6 2.6 Software de simulación

Los softwares son usados en todas las ramas de la ingeniería y diseño mecánico 3D se los usa para ayudar a analizar, observar y comunicar cual es la finalidad de diseñar partes antes de producir un prototipo. También el software se lo usa en diferentes ramas

de la arquitectura y también en el campo de la medicina hasta la manufactura se lo usa para construir prototipos como vehículos, prótesis, edificios (Inc., 2019) .

2.6.1 Tipos de software de Ingeniería y Diseño Mecánico

2.6.1.1 Software CAD

El software CAD diseño asistido por computadora este es uno de los software más populares y usados para diseñar herramientas y piezas y algunos diseños por lo general todos modelos creados en CAD se los usan como entradas en otras herramientas de diseño mecánico y de ingeniería . Los programas CAD tienen los siguientes alcances (Fracica G. (., 1988):

1. Incrementar o aumentar la productividad de los ingenieros.
2. Tiende a mejorar la calidad del diseño
3. Tiene una buena comunicación a través de la documentación.
4. Se puede una base de datos a través de la manufactura.

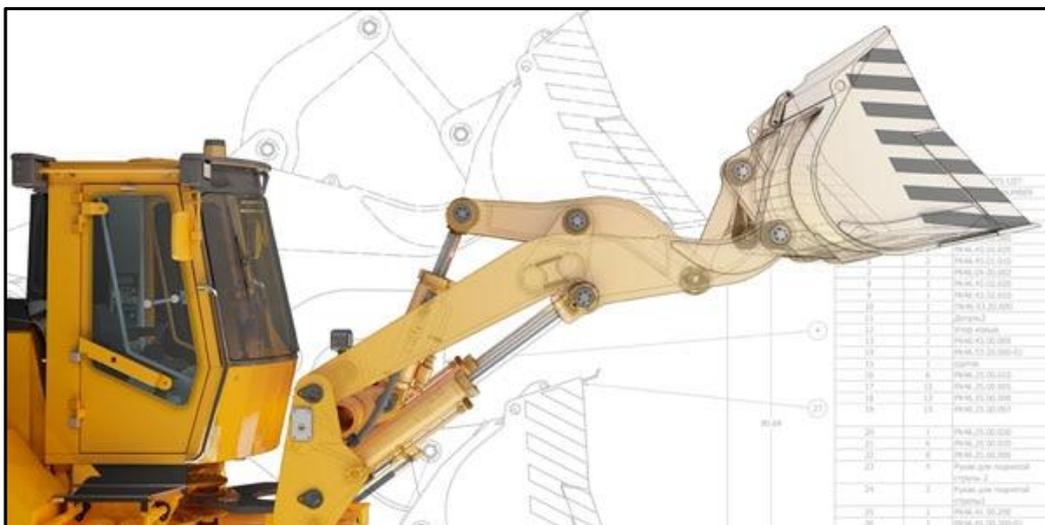


Figura 11. software CAD
Fuente: (Autodesk 2019)

2.6.1.2 Software CAE

Este software es Ingeniería asistida por computadora (CAE) se lo usa para el análisis de ingeniería. El software CAE realiza tareas complejas como como análisis de los elementos finitos (FEA) y también análisis de dinámicas de fluidos computarizados (CFD) este software ayuda a la simulación, validación y optimización de los productos.

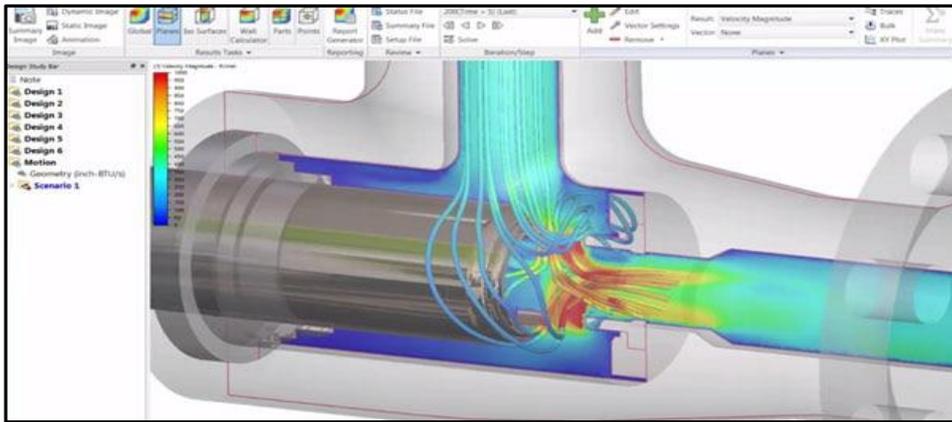


Figura 12. Software CAE

Fuente: (Autodesk 2019)

2.6.1.3 Software CAM

Manufactura asistida por computadora (CAM), se usa este software para el proceso de manufactura en talleres e industrias para poder automatizar el proceso, también se lo usa después de desarrollar un diseño con CAD.

CAM se la emplea en las máquinas de control numérico como (CNC) las máquinas que trabajan con CNC son:

- Fresadoras
- Electroerosión o manufactura por descarga eléctrica
- Tornos
- Lijadoras de superficie
- Soldadoras
- Grabadoras



Figura 13 .Software CAM

Fuente: (Autodesk 2019)

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBAS

3.1 Característica del banco de pruebas

El banco de pruebas del motor Ford Edge está construido con las normas de seguridad pertinente para evitar o minimizar cualquier deterioro o daño en su estructura. Adicional la estructura debe disponer de un espacio pertinente para tener accesibilidad a sus componentes o sistemas tales como el sistema de inyección de combustible, el sistema de refrigeración del cual se podrá realizar evaluaciones técnicas y académicas para posteriores evaluaciones y pruebas con el procedimiento adecuado de desmontaje y montaje de sus piezas.

Adicional la estructura del banco debe soportar el peso del motor y sus accesorios externos tales como:

- Batería, motor de arranque y alternador.
- Sujeción de los mazos de cables y soporte del panel de instrumentos.
- El tanque de combustible con su espacio seguro para evitar derrames y puntos de ignición.
- El radiador de refrigerante o depósito de expansión del sistema de refrigeración.
- Sistema de admisión para soportar la mejor ubicación del filtro de aire y sus conexiones de mangueras y sensores.
- Sistema de escape de gases del motor por medio de su tubo de escape para evitar deterioro de otras piezas o cables además de evitar accidentes a los usuarios.

Todos estos elementos además de su peso que soportan también deben ser distribuidos de manera estética para que el banco de pruebas sea accesible y agradable a la vista de los usuarios.

Adicional este banco de pruebas debe cumplir tres factores:

- Durabilidad. La estructura debe ser resistente al funcionamiento y las vibraciones del motor en bajas y altas rpm sin lograr que sus elementos acoplados por medio de soldadura o pernos puedan mantenerse fijos sin grietas o fisuras.

- Costo. Debe ser económico con materiales de buena calidad cumpliendo las normas requeridas y de carácter nacional que se puedan encontrar en el mercado y poderlas reemplazar fácilmente en caso de realizar alguna modificación o mejora en el mismo.
- Corrosión. Debido al ambiente de Guayaquil un poco salino y con un grado de humedad relativa del 70 % es más fácil el deterioro de la estructura sino se protege con elementos anticorrosivos. Por lo tanto, se va a utilizar pintura anticorrosiva para metales ferrosos creando una barrera de protección contra la humedad, el oxígeno y otros elementos corrosivos para el metal sin protección. El uso de esta pintura no modificara las dimensiones de la estructura como tal y va a proteger incluso las uniones o acoplamientos de los tubos o juntas.
- Movilidad y estabilidad. Las garruchas de cuatro pulgadas van a proveer una estabilidad a la estructura en general y brindando soporte al peso de la estructura y al motor con todos sus elementos como tal.

3.1.1 Material a utilizar

Los materiales utilizados para la fabricación del banco de pruebas del motor Ford Edge fueron escogidos de tal manera que en base a los cálculos puedan soportar el peso y permitan fácil movilidad al mismo dentro y fuera del taller, por efectos de prueba de análisis de gases y este deba ser trasladado a un área específica para estas pruebas.

Su estructura debe disponer de dureza y firmeza para los demás accesorios externos que va a tener como tal. En la siguiente tabla se detallará los materiales utilizados para la construcción del banco de pruebas bajo la calidad ASTM del que estas fabricados los tubos estructurales de este banco de pruebas.

Tabla 6. Materiales de la estructura del banco de pruebas

MATERIALES DEL BANCO DE PRUEBAS			
CANTIDAD	MATERIALES	MEDIDA	OBSERVACIONES
4	Garruchas giratorias	4'	Soportan 150Kg. Tipo S35
3	Tubos cuadrados	3 x 2"	Tienen 6 m; de longitud se van a utilizar para dar la forma a un banco de pruebas.
2	Discos de corte	4 ½" x 1/16"	Marca Norton. Servirá para dar cortes más rectos a los tubos.
1	Disco de pulir	4 ½" x ¼"	Marca Norton. Servirá para aliviar los rebordes y cordones de soldadura para mejorar la estética
1	Funda AGA electrodos 6011	1/8"	Sirven para realizar la unión de los tubos cuadrados y las bases de la garrucha.

Fuente. Ángel Paredes

3.2 Estructura del banco de pruebas

3.2.1 Bosquejo en AutoCAD

El bosquejo en AutoCAD se basa en las dimensiones del material de la estructura en este caso el tubo cuadrado, además de las dimensiones del motor y sus accesorios anexos y como principal consideración la seguridad que debe brindar a los usuarios y operarios del mismo para poder realizar cualquier tipo de comprobación sin perjuicio de daño.

Las dimensiones se detallan en la figura 14.

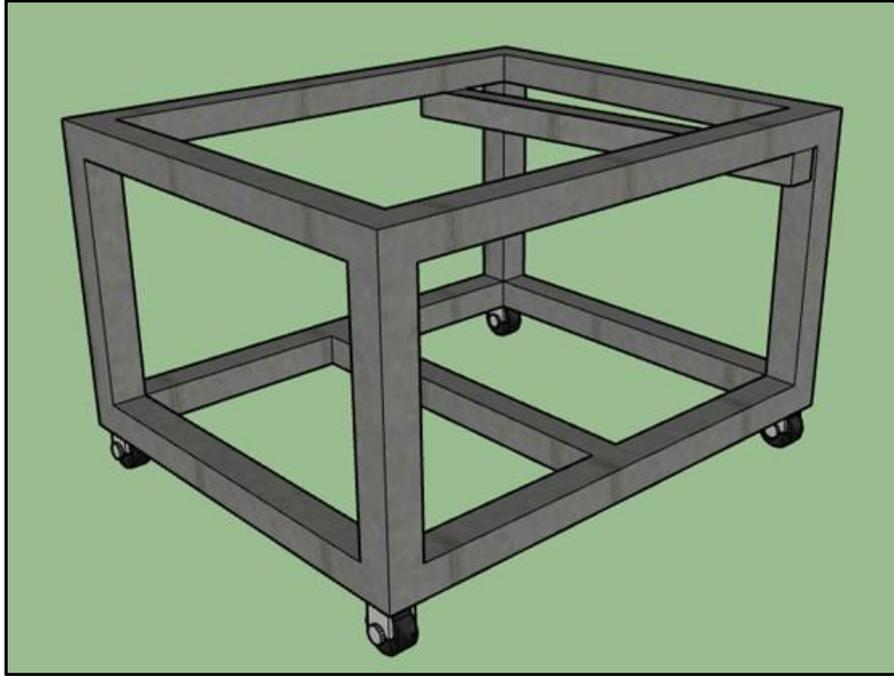


Figura 14. Bosquejo estructura para motor FORD EDGE
Fuente. Ángel Paredes

3.3. Materiales de la estructura del banco de pruebas

Los diseños deben basarse en el componente que se va a colocar para revisar o analizar su soporte y características de acoplamiento.

3.3.1 Tubo cuadrado de 3 x 2”

El tubo de acero estructural cuadrado, según las normas NTE INEN 2415; Calidad SAE J 403 1008; se lo designa como acero negro y galvanizado, se los pueden encontrar espesores de 1,5 a 3 mm y su en largo estándar es de 6 metros, se puede pedir con otras longitudes para trabajar, pero eso lo decide el constructor. Se lo puede usar en: montaje de estructuras, herrería, columnas, y para fabricar piezas mecánicas. etc.



Figura 15. Tubo cuadrado
Fuente. Ángel Paredes

Las especificaciones generales del tubo cuadrado según las normas ASTM son (MATERIALS, 2019):

- Calidad ASTM A-500
- Recubrimiento Negro Galvanizado
- Largo normal 6.00 m
- Dimensiones desde 20.00 mm a 100.00 mm
- Espesor desde 1.20 mm a 5.00 mm

Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y		
A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm ²	I cm ⁴	W cm ³	I cm ³
20	1.2	0.72	0.90	0.53	0.53	0.77
20	1.5	0.88	1.05	0.58	0.58	0.74
20	2.0	1.15	1.34	0.69	0.69	0.72
25	1.2	0.90	1.14	1.08	0.87	0.97
25	1.5	1.12	1.35	1.21	0.97	0.95
25	2.0	1.47	1.74	1.48	1.18	0.92
30	1.2	1.09	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.46	1.15
30	2.0	1.78	2.14	2.71	1.81	1.13
40	1.2	1.47	1.80	4.38	2.19	1.25
40	1.5	1.82	2.25	5.48	2.74	1.56

Figura 16. Detalles estructurales
Fuente. <http://www.dipacmanta.com/tubo-estructural-cuadrado-negro>

3.3.2 Garruchas giratorias de 4 pulgadas

Las garruchas con ruedas giratorias están acopladas a una base de metal que permiten asegurar una movilidad segura en superficies firmes, la ventaja de estas garruchas es que soportan un peso de 150 kg. Por cada rueda es decir cómo están acopladas cuatro ruedas este banco de pruebas soportaran 600 Kg. Que es más que el peso total de la estructura, accesorios y el motor como tal.



Figura 17. Garruchas de 150 Kg.
Fuente. Ángel Paredes

Estas ruedas son un polímero POE obtenido de la polimerización de olefinas que son los términos para los alquenos por lo tanto también se los puede denominar polialquenos. Pero los elastómeros de poliolefina POE junto con otros aditivos que tienen gran cantidad de ventajas:

- El polipropileno da rigidez y estabilidad a la temperatura.
- Los elastómeros proporcionan flexibilidad y resistencia al impacto.
- Los aditivos mejoran el rendimiento y durabilidad.

3.3.3 Disco de corte

El disco de corte que vayamos a utilizar para realizar los cortes en los tubos cuadrados y nos ahorren tiempo con un corte rápido, sin rebabas, sin quema de la pieza, con menor fatiga del operario sobre todo tipo de metales. La figura 18 muestra un disco de ejemplo.

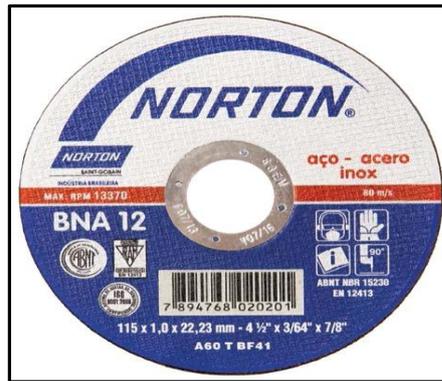


Figura 18. Disco de corte
Fuente. Ángel Paredes

En la figura 19 se muestra las características del disco de corte ante lo cual se procede a decidir por un corte de calidad y mayor durabilidad de la herramienta y el disco de corte como tal.



Figura 19. Información de etiquetado del disco de corte
Fuente. Ángel Paredes

Los discos de corte son herramientas abrasivas con compuestos abrasivos de alta dureza capaces de producir desgaste en materiales menos duros, la dureza es definida por la resistencia a la penetración, rayado, cortado, etc. La medición de esta propiedad de la dureza se analiza por varias escalas comparativas que son:

- La escala Mohr.
- La escala Rosiwal.
- La escala Knopp.

Otra característica que definen a los materiales abrasivos son la friabilidad que es la capacidad de los granos abrasivos para romperse o auto afilarse bajo la tensión de trabajo. La tenacidad también influye en los cortes después de haber trabajado de manera excesiva ya que esta es la capacidad de los materiales en resistir al desgaste y la capacidad de corte que es determinada por lo afiladas que están las aristas del mineral.

El aglomerante permite la unión de los granos abrasivos brindándole resistencia y durezas estas pueden ser:

- Vitificados o cerámicos.
- De resina o baquelita.
- Metálicos.
- Caucho.
- Goma-laca y silicatos.

El soporte sobre el que se coloca el material abrasivo debe ser flexible pero rígido para soportar las presiones del trabajo. Los soportes más utilizados son:

- El papel.
- La tela.
- La fibra.
- Combinaciones de tela – papel.
- Fibra vulcanizada.

Los adhesivos sirven para unir el material abrasivo al soporte y los granos entre sí, se utiliza generalmente base de resina sintética que se pueden utilizar con agua.

3.3.4 Disco de pulir

Los discos de pulir se emplean para realizar desbaste o rebajar superficies no uniformes debidas algún proceso de unión o soldadura de dos piezas y dejar esta área completamente alineada o escuadrada para que el cubo o la pieza tengan una forma más homogénea. El almacenamiento ideal de estos productos se debe mantener entre los 18°C y 20°C; y a una humedad relativa del 45% al 65%. Para el buen uso y no lograr

deformidades o roturas no se debe sobrepasar la fecha límite para su uso, ni tampoco el almacenaje debe ser mayor a 3 años para aglomerante de resina, 5 años para caucho y 10 años para vitrificados o cerámicas.

La composición de este disco abrasivo y sus propiedades al material de la pieza a mecanizar, se varían distintos factores:

- Abrasivos = materiales de los que están compuestos los granos.
- Granos = tamaño de las partículas abrasivas
- Grados de dureza = resistencia a la aglutinación
- Consistencia = porosidad del disco abrasivo
- Aglomerantes = materiales q aglutinan a las partículas abrasivas

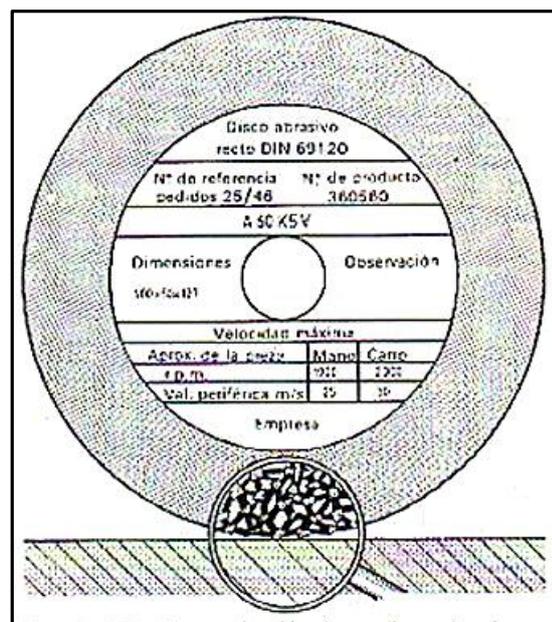


Figura 20. Característica del disco abrasivo
Fuente. Tecnología de los metales GTZ

Consistencia

Se entiende por consistencia el tamaño y número de poros del material que componen el disco y la proporción de abrasivo y aglomerante en el volumen total.

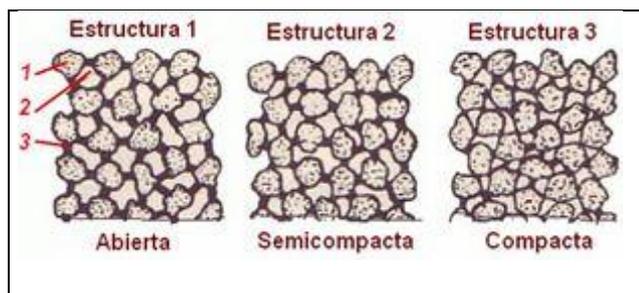


Figura 21. Consistencia del abrasivo
https://www.ecured.cu/Herramientas_abrasivas

Abrasivos

Los abrasivos más usuales actualmente son los óxidos de aluminio fundidos en horno eléctrico y llamados corindones. Se utilizan también los carburos de silicio que, como todos los carburos, son muy duros y quebradizos. El diamante y el nitruro de boro se emplean principalmente en bandas abrasivas.

Coridón	A	Diamante	D
Carburo de silicio	C	Nitruro de boro	B

Figura 22. Abrasivo
 Fuente. Tecnología de los metales GTZ

Grano

Se entiende por grano el tamaño de las partículas abrasivas y estos corresponden al número de mallas por pulgada del tamiz donde han sido cribadas las partículas.

Grupo	Tamaños de grano
Grano grueso	8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 20 - 24
Grano normal	30 - 36 - 46 - 54 - 60 - 70
Grano fino	80 - 90 - 100 - 120 - 150 - 180 - 220
Grano muy fino	240 - 280 - 320 - 400 - 500 - 600 - 700 - 800 - 1000 - 1200 - 2500

Figura 23. Grano Abrasivo
 Fuente. Tecnología de los metales GTZ

Grado de dureza

Es la característica del aglomerante de sujetar los granos abrasivos o de dejar que se rompan.

A	B	C	D	Extraordinariamente blando
E	F	G	—	Muy blando
H	I	Jot	K	Blando
L	M	N	O	Medio
P	Q	R	S	Duro
T	U	V	W	Muy duro
X	Y	Z	—	Extraordinariamente duro

Figura 24. Grado dureza
Fuente. Tecnología de los metales GTZ

Aglomerante

Las distintas materias aglomerantes dan al disco abrasivo un comportamiento quebradizo o elástico.

<i>Técnica de la fabricación</i>	
V	Aglomerante cerámico
S	Aglomerante de silicato
R	Aglomerante de caucho
RF	Aglomerante de caucho reforzado con material fibroso
B	Aglomerante de resina sintética
BF	Aglomerante de resina sintética reforzada con material fibroso
E	Aglomerante de goma laça
Mg	Aglomerante de magnesita

Figura 25. Aglomerante
Fuente. Tecnología de los metales GTZ

3.3.5 Electrodo 6011

La soldadura por arco voltaico es un baño de soldadura que se produce por la acción de un arco voltaico que salta entre el electrodo y la pieza. Si el electrodo se funde, sirve al mismo tiempo de material de aportación.

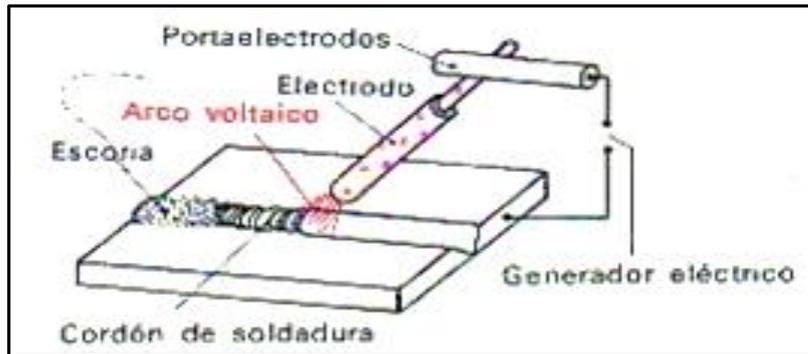


Figura 26. Soldadura por arco voltaico
Fuente. Tecnología de los metales GTZ

La generación del arco voltaico se produce por el generador eléctrico, el electrodo, el arco y la pieza forman un circuito cerrado. Se debe apoyar el electrodo lo más cerca posible a la pieza de esta manera como consecuencia del corto circuito se produce una fuerte intensidad de corriente.

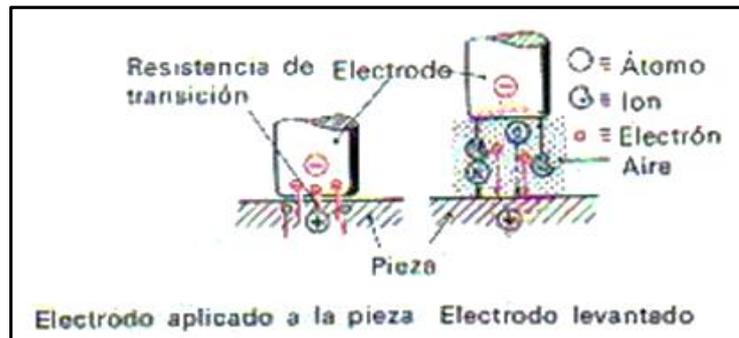


Figura 27. Formación del arco
Fuente. Tecnología de los metales GTZ

Los electrones chocan a gran velocidad con la pieza y lo funden a una temperatura de 4000°C , en la pieza se produce una penetración. Los iones positivos pugnan en sentido contrario hacia el electrodo negativo y al chocar producen una temperatura tan alta 3500°C que el electrodo se funde y gotea.



Figura 28. Proceso de fusión
Fuente. Tecnología de los metales GTZ

A causa de la temperatura del arco voltaico, el electrodo, el revestimiento y una zona de la superficie de la pieza se funden. El material del electrodo debe mezclarse íntimamente con el material base y a suficiente profundidad o sea que la penetración ha de ser suficiente. Los electrodos con revestimiento delgado requieren intensidades de 35 – 45 amperios por mm de diámetro del electrodo; los electrodos con revestimiento medio y grueso requieren intensidades de 40 – 50 amperios por mm de diámetro del electrodo. Un electrodo de 4 mm de diámetro necesita para fundirse una intensidad de unos 160 amperios.

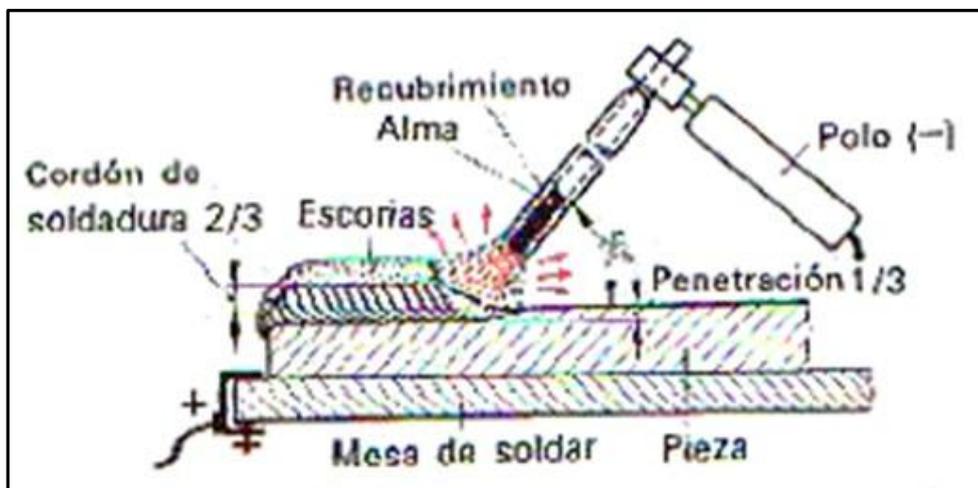


Figura 29. Proceso de soldadura por arco voltaico
Fuente. Tecnología de los metales GTZ

3.4. Planos de la estructura del banco de pruebas

El banco de pruebas cumple con ciertas medidas en base a las dimensiones del motor y sus accesorios anexo al mismo, además que debe poder movilizarse dentro y fuera del taller por motivos de exposición o casa abierta del mismo. Las dimensiones están en metros.

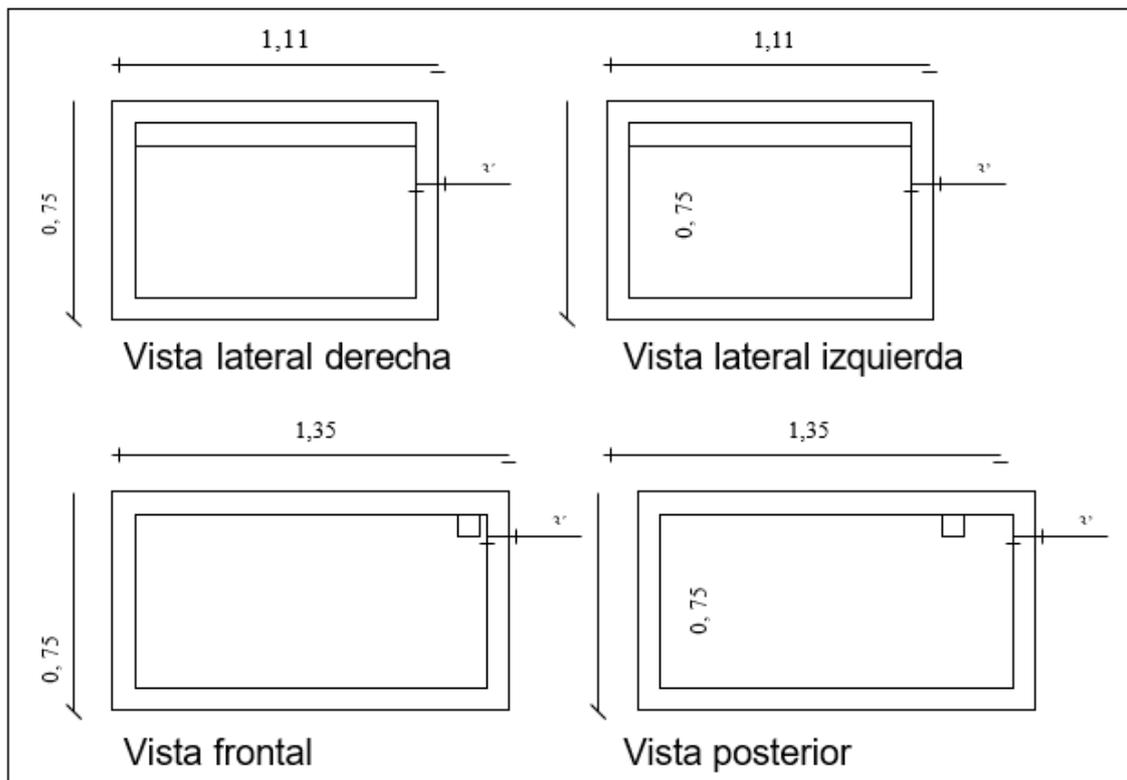


Figura 30. Vistas y dimensiones del banco de pruebas
Fuente. Ángel Paredes

3.5 Simulación SolidWork

En el programa Solid Works (Fracica, 1988) se presenta el dibujo de la estructura y se la presenta para el análisis estructural de momentos y flexión para determinar si puede soportar el peso y ciertos movimientos erráticos y forzados.

Solidwork es un software de diseño 3D que nos ayuda a diseñar piezas y ensambles este programa nos ayuda a acelerar el proceso ahorrando tiempo y dinero , se uso este programa para diseñar nuestra estructura y ver que los elementos usados sean lo mas resistentes para su operación.

3.5.1 Simulación Primer Banco

En esta prueba demostraremos como el primer diseño del banco de pruebas soporta fuerzas estáticas y dinámicas por medio de los programas computarizado solid work. a continuación, tenemos la tabla de análisis.

Name	Generic	
General	Mass Density	1 g/cm ³
	Yield Strength	0 MPa
	Ultimate Tensile Strength	0 MPa
Stress	Young's Modulus	0,0000001 GPa
	Poisson's Ratio	0 ul
	Shear Modulus	0,00000005 GPa
Part Name(s)	basealambrica2 Skeleton0001	
Name	Steel, Mild	
General	Mass Density	7,85 g/cm ³
	Yield Strength	207 MPa
	Ultimate Tensile Strength	345 MPa
Stress	Young's Modulus	220 GPa
	Poisson's Ratio	0,275 ul
	Shear Modulus	86,2745 GPa
Part Name(s)	ANSI 3 x 3 x 1_8 00000001.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000002.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000003.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000004.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000005.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000006.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000007.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000008.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000009.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000010.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000011.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000012.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000013.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000014.ipt	

Figura 31. Análisis de pruebas Solid Works
Fuente. Ángel Paredes

En la figura 32 se mostrará la primera prueba con una estructura con un material más resistente de mayor espesor en el cual se usó un ángulo de 3 pulgadas x 6 mm de espesor, esta estructura es mucho más pesada.

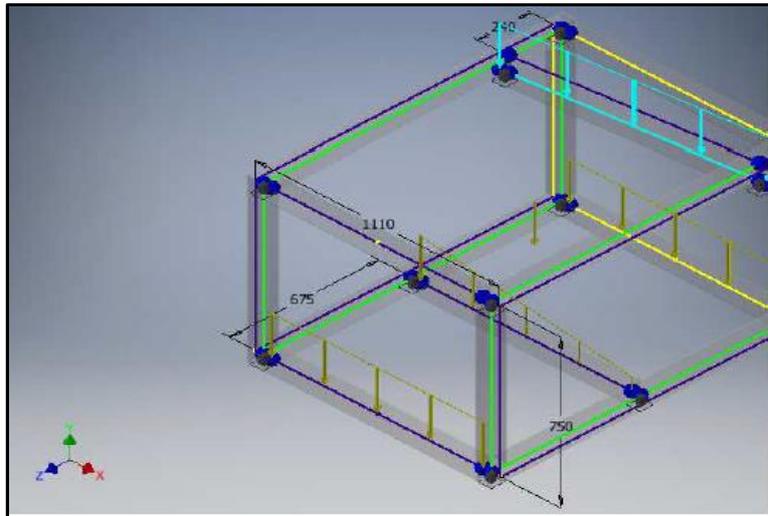


Figura 32. Análisis de pruebas Solid Works material más resistente
Fuente. Ángel Paredes

En la figura 33 se muestra la estructura se realizarán pruebas estáticas y dinámicas esta es cuando el motor se encuentre en funcionamiento la cual generará movimientos y oscilaciones en la estructura en la cual veremos cómo se verá afectada la estructura si resiste a este tipo de trabajo o será muy resistente a las cargas dinámicas y estáticas.

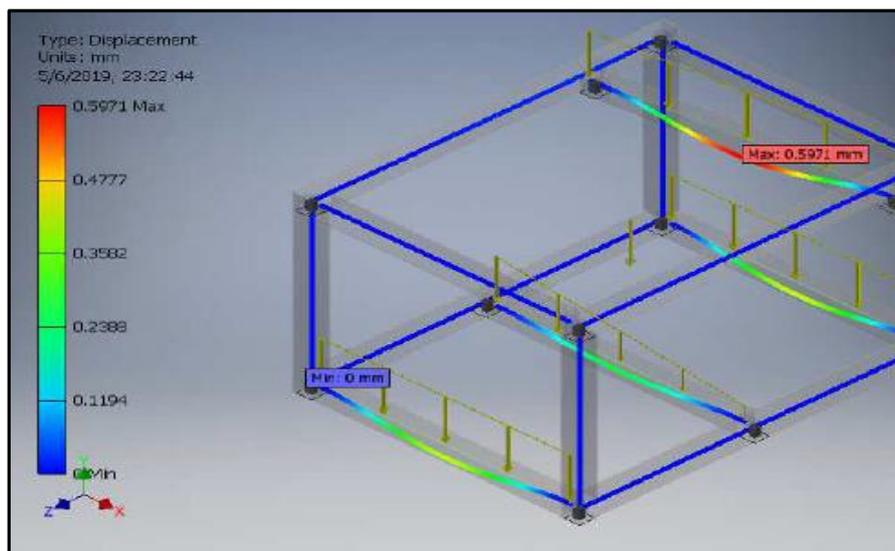


Figura 33. Análisis de pruebas Solid Works Prueba dinámica
Fuente. Ángel Paredes

Como se observa en la figura 33, la prueba dinámica la estructura en la parte inferior donde están las bases del motor no se ve afectada ya que en la barra de colores esta de color azul que es minio y el máximo desplazamiento seria en el color rojo.

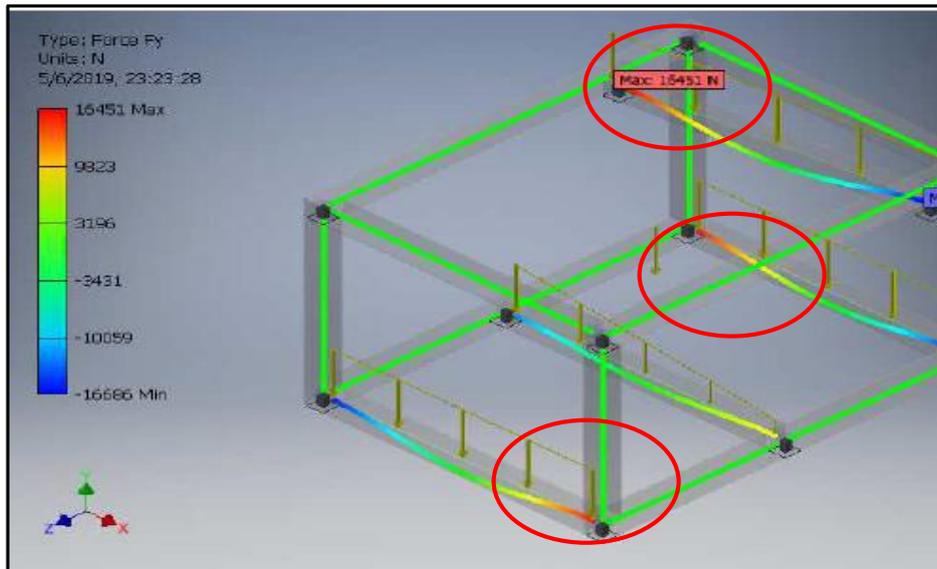


Figura 34. Análisis de pruebas Solid Works prueba estática
Fuente. Ángel Paredes

En la figura 34 se puede observar según la prueba estática que la estructura como se ve afectada en las uniones donde están los puntos de soldaduras al aplicarle una fuerza máxima los cuales están en el máximo estrés de color rojo lo cual podría provocar fisuras en los cordones de soldadura y debilitamiento en la unión.

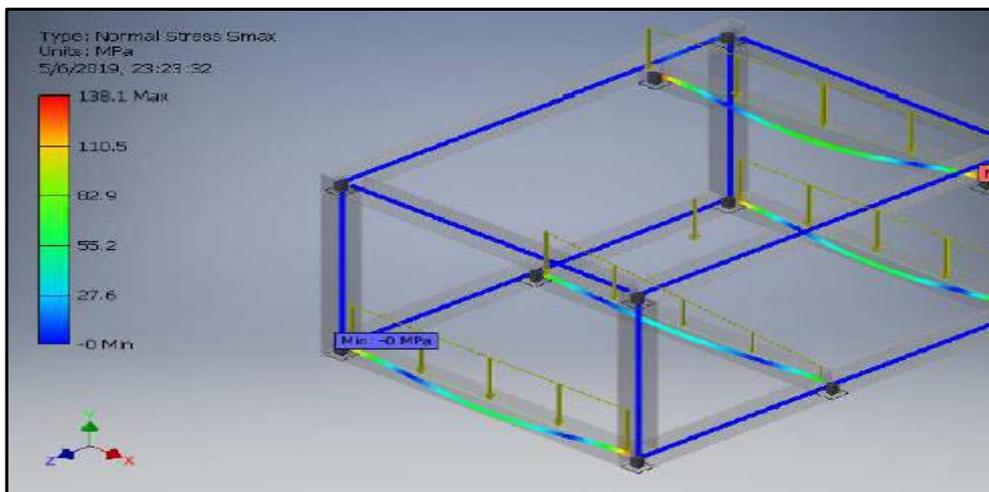


Figura 35. Análisis de pruebas Solid Works fuerzas
Fuente. Ángel Paredes

En la figura 35 se puede observar que esta prueba es la del stress máximo en la estructura no sufre defecto alguno ya que su máximo estrés máximo es en el color rojo a 138.1 MPa se puede observar que la estructura en sus bases llega a un máximo de 82.9 MPa color verde lo cual no se ve afectada.

Static Result Summary			
Name		Minimum	Maximum
Displacement		0.000 mm	0.597 mm
Forces	Fx	-1247.866 N	2745.129 N
	Fy	-16685.927 N	16450.721 N
	Fz	-209.539 N	2810.500 N
Moments	Mx	-2470349.079 N mm	2851958.262 N mm
	My	-245173.911 N mm	273655.491 N mm
	Mz	-101979.731 N mm	2951070.781 N mm
Normal Stresses	Smax	-0.029 MPa	138.109 MPa
	Smin	-140.661 MPa	0.029 MPa
	Smax(Mx)	0.000 MPa	137.660 MPa
	Smin(Mx)	-137.660 MPa	0.000 MPa
	Smax(My)	-0.000 MPa	13.209 MPa
	Smin(My)	-13.209 MPa	0.000 MPa
Shear Stresses	Saxial	-3.118 MPa	0.232 MPa
	Tx	-6.692 MPa	3.042 MPa
Torsional Stresses	Ty	-40.106 MPa	40.679 MPa
	T	0.000 MPa	0.000 MPa

Figura 36. Resultados de fuerzas estáticas
Fuente. Ángel Paredes

Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Components (Fx,Fy,Fz)	Magnitude	Components (Mx,My,Mz)
Fixed Constraint:1	15404.300 N	0.000 N	3035652.666 N mm	2635.787 N mm
		15404.300 N		0.000 N mm
		0.000 N		3035651.522 N mm
Fixed Constraint:9	175.646 N	-51.053 N	39867.447 N mm	6829.320 N mm
		95.214 N		24453.701 N mm
		138.489 N		30737.441 N mm
Fixed Constraint:3	15404.300 N	0.000 N	3035652.666 N mm	2635.787 N mm
		15404.300 N		0.000 N mm
		0.000 N		-3035651.522 N mm
Fixed Constraint:7	105.416 N	2.246 N	12359.001 N mm	9074.825 N mm
		102.758 N		-1271.741 N mm
		-23.418 N		-8293.077 N mm
Fixed Constraint:10	1354.464 N	1337.825 N	85584.242 N mm	3930.460 N mm
		-31.456 N		85492.891 N mm
		-209.301 N		423.719 N mm
Fixed Constraint:2	15463.875 N	0.359 N	3057549.494 N mm	-2622.640 N mm
		15463.875 N		-0.337 N mm
		-0.002 N		3057548.370 N mm
Fixed Constraint:6	12241.617 N	0.000 N	2242787.450 N mm	0.000 N mm
		12241.617 N		-0.000 N mm
		0.000 N		2242787.450 N mm
Fixed Constraint:5	8028.117 N	0.000 N	1746022.874 N mm	-13.371 N mm
		8028.117 N		0.000 N mm
		-0.000 N		-1746022.874 N mm
Fixed Constraint:4	15345.010 N	-89.959 N	2951164.429 N mm	23509.696 N mm
		15344.747 N		153.498 N mm
		-0.239 N		-2951070.781 N mm

Figura 37. Resultados de fuerzas de reacción y momento
Fuente. Ángel Paredes

3.5.2 Simulación Segundo Banco

En nuestra segunda prueba usaremos materiales de menos espesor lo cual el programa solid work nos dará los datos necesarios para observar la resistencia y fuerzas que soportara la estructura, a continuación, la tabla de análisis.

Name	Generic	
General	Mass Density	1 g/cm ³
	Yield Strength	0 MPa
	Ultimate Tensile Strength	0 MPa
Stress	Young's Modulus	0,0000001 GPa
	Poisson's Ratio	0 ul
	Shear Modulus	0,00000005 GPa
Part Name(s)	basealambrica2 Skeleton0001	
Name	Steel, Mild	
General	Mass Density	7,85 g/cm ³
	Yield Strength	207 MPa
	Ultimate Tensile Strength	345 MPa
Stress	Young's Modulus	220 GPa
	Poisson's Ratio	0,275 ul
	Shear Modulus	86,2745 GPa
Part Name(s)	ANSI 3 x 3 x 1_8 00000001.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000002.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000003.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000004.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000005.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000006.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000007.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000008.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000009.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000010.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000011.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000012.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000013.ipt ANSI 3 x 3 x 1_8 00000014.ipt	

Figura 38. Especificaciones de materiales
Fuente. Ángel Paredes

Se diseñó la estructura con el mismo tipo de tubo cuadrado, sus dimensiones y se obtiene el resultado de la estructura de banco de pruebas como se muestra en la figura 39.

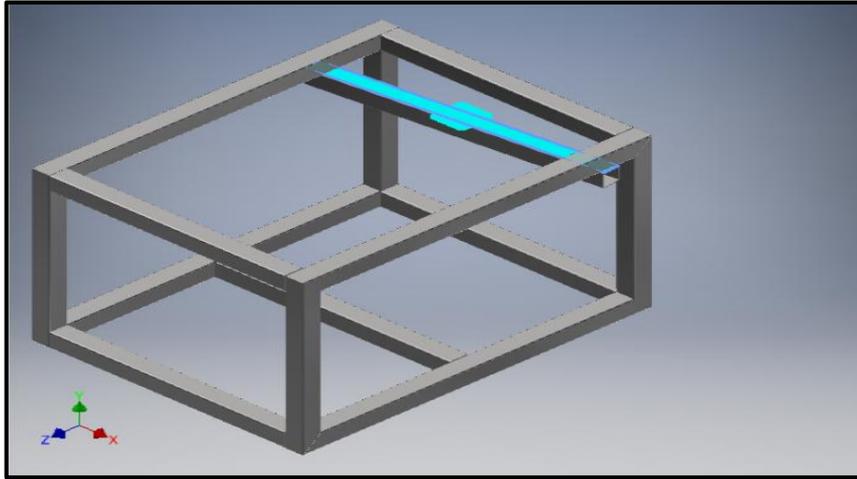


Figura 39. Estrés estático, solid work
Fuente. Ángel Paredes

Con la ayuda del programa solid work realizaremos dos tipos de análisis estructurales, el primero es un análisis de estrés estático, y la segunda prueba es un análisis dinámico donde observaremos las deformaciones que se provocaran en la estructura en la cual se aplicara las fuerzas y las cargas que equivalen al motor la transmisión y demás elementos

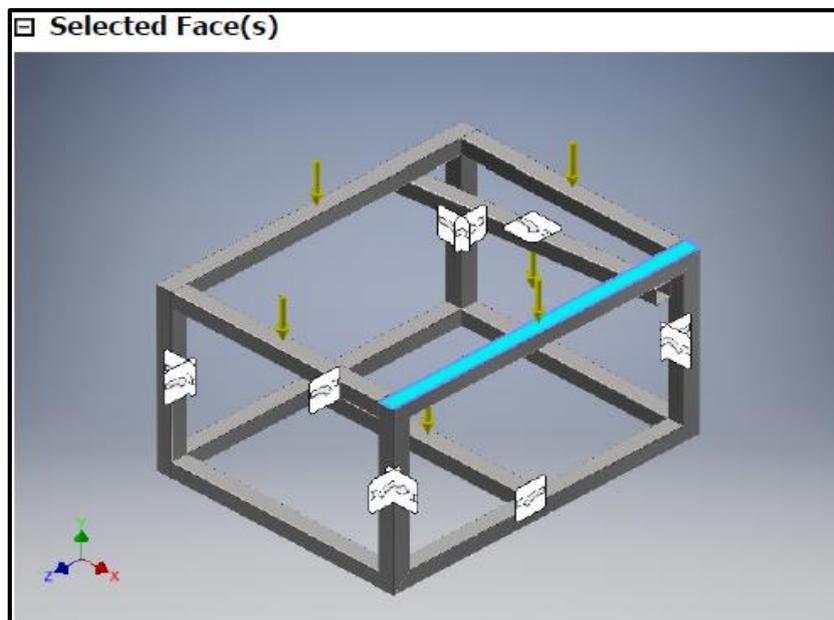


Figura 40. Estrés dinámico, solid work
Fuente. Ángel Paredes

En la figura 40 se muestra la estructura donde son las partes que soportaran el peso del motor y las fuerzas que se aplicaran.

3 Von Mises Stress

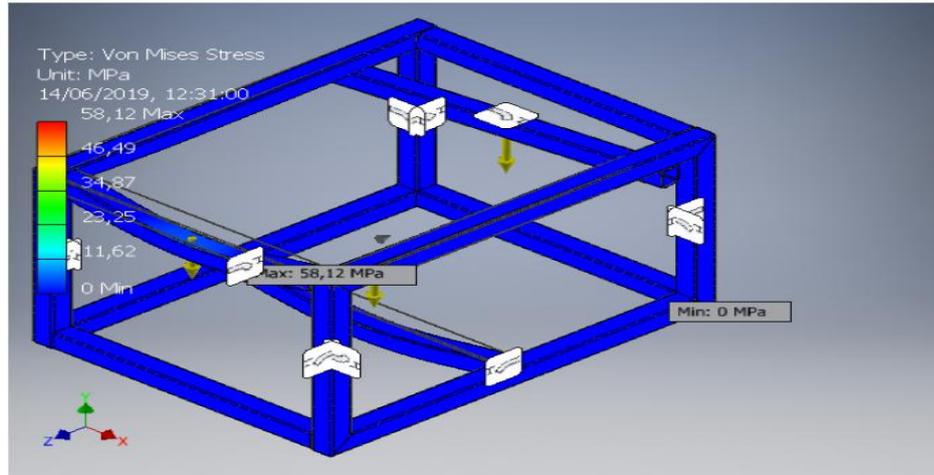


Figura 41. Carga estática, solid work
Fuente. Ángel Paredes

En la figura 41 podemos observar en la carga estática de la estructura no se ve afectada ya que tenemos un cuadro de colores donde se encuentra el color rojo como el rango máximo y el color azul como mínimo aplicamos las fuerzas donde se encuentran las bases del motor las cuales nos indican que no sufre deformación alguna.

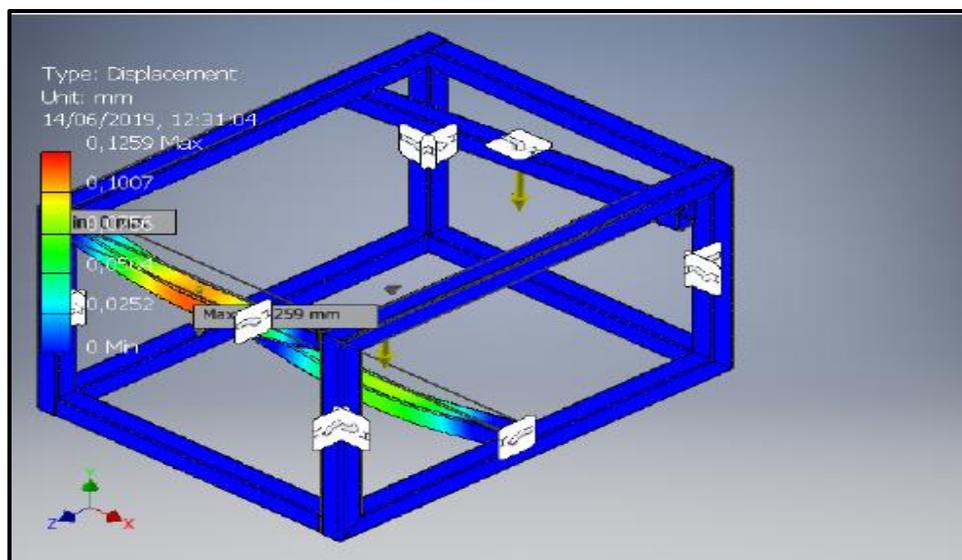


Figura 42. Resultado de pruebas cargas dinámicas
Fuente. Ángel Paredes

En esta segunda prueba de cargas dinámicas se puede observar el desplazamiento máximo que sufre la estructura y se puede observar que las zonas que son afectadas de color rojo son en la base del motor al estar éste en funcionamiento.

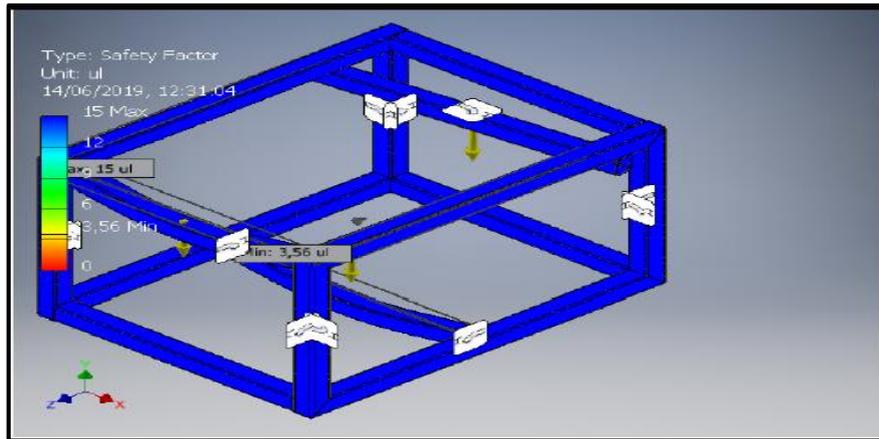


Figura 43. Factor de seguridad
Fuente. Ángel Paredes

Nuestra tercera prueba en la estructura es el factor de seguridad como podemos observar el factor de seguridad máximo de nuestra estructura esta de color azul lo cual nos indica que está dentro del rango de seguridad.

Reaction Force and Moment on Constraints				
Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:5	3607,26 N	0 N	0 N m	0 N m
		3607,26 N		0 N m
		0 N		0 N m
Fixed Constraint:1	535,454 N	35,7721 N	174,258 N m	172,603 N m
		202,802 N		18,3216 N m
		494,27 N		-15,4381 N m
Fixed Constraint:2	535,881 N	71,956 N	175,514 N m	173,463 N m
		188,574 N		-17,9833 N m
		496,418 N		-19,8095 N m
Fixed Constraint:3	30,3201 N	19,3303 N	10,3095 N m	7,64252 N m
		6,61916 N		-3,58283 N m
		22,4017 N		-5,91954 N m
Fixed Constraint:4	28,845 N	-17,5017 N	10,5823 N m	8,27963 N m
		6,43283 N		3,59062 N m
		22,0078 N		5,52636 N m
Fixed Constraint:6	1804,66 N	54,6315 N	252,63 N m	0 N m
		1803,83 N		-0,304318 N m
		0 N		252,63 N m
Fixed Constraint:7	1804,84 N	-54,759 N	252,55 N m	0 N m
		1804,01 N		0 N m
		0 N		-252,55 N m
Fixed Constraint:8	3439,78 N	2983,82 N	936,866 N m	-238,595 N m
		1591,37 N		-39,1608 N m
		-629,67 N		-905,128 N m
Fixed Constraint:9	113,439 N	-9,84278 N	39,6606 N m	39,1756 N m
		3,06331 N		-0,536122 N m
		112,97 N		6,16021 N m
Fixed Constraint:10	113,148 N	9,15228 N	39,4386 N m	38,9811 N m
		3,67812 N		0,539321 N m
		112,718 N		-5,96551 N m
Fixed Constraint:11	3541,86 N	-3092,85 N	972,225 N m	-239,406 N m
		1606,38 N		43,5868 N m
		-631,32 N		941,279 N m

Figura 44. Fuerzas de reacción
Fuente. Ángel Paredes

Result Summary		
Name	Minimum	Maximum
Volume	12893800 mm ³	
Mass	101,216 kg	
Von Mises Stress	0 MPa	58,1163 MPa
1st Principal Stress	-7,3487 MPa	39,2125 MPa
3rd Principal Stress	-47,7011 MPa	10,7504 MPa
Displacement	0 mm	0,125924 mm
Safety Factor	3,56183 ul	15 ul
Stress XX	-22,7964 MPa	25,1187 MPa
Stress XY	-22,7657 MPa	23,3108 MPa
Stress XZ	-21,1584 MPa	20,6751 MPa
Stress YY	-32,6234 MPa	25,9844 MPa
Stress YZ	-13,8303 MPa	12,192 MPa
Stress ZZ	-19,0277 MPa	30,5146 MPa
X Displacement	-0,0195791 mm	0,0195633 mm
Y Displacement	-0,125224 mm	0,00184478 mm
Z Displacement	-0,0194021 mm	0,0068055 mm
Equivalent Strain	0 ul	0,00022631 ul
1st Principal Strain	-0,000000668491 ul	0,000214004 ul
3rd Principal Strain	-0,000235287 ul	0,00000251896 ul
Strain XX	-0,000107212 ul	0,0000997988 ul
Strain XY	-0,000131937 ul	0,000135097 ul
Strain XZ	-0,000122622 ul	0,000119822 ul
Strain YY	-0,000126269 ul	0,000109695 ul
Strain YZ	-0,0000801527 ul	0,0000706582 ul
Strain ZZ	-0,0000712042 ul	0,000139972 ul
Contact Pressure	0 MPa	185,929 MPa
Contact Pressure X	-174,943 MPa	170,692 MPa
Contact Pressure Y	-45,5317 MPa	33,4575 MPa
Contact Pressure Z	-121,513 MPa	99,8091 MPa

Figura 45. Resumen de resultados mínimos y máximos
Fuente. Ángel Paredes

3.6 Planos del Banco

Esta es la vista superior del banco de pruebas y sus medidas se indican en metros. Cualquier modificación requiere de un análisis estructural si su modificación lo hace bien o mal.

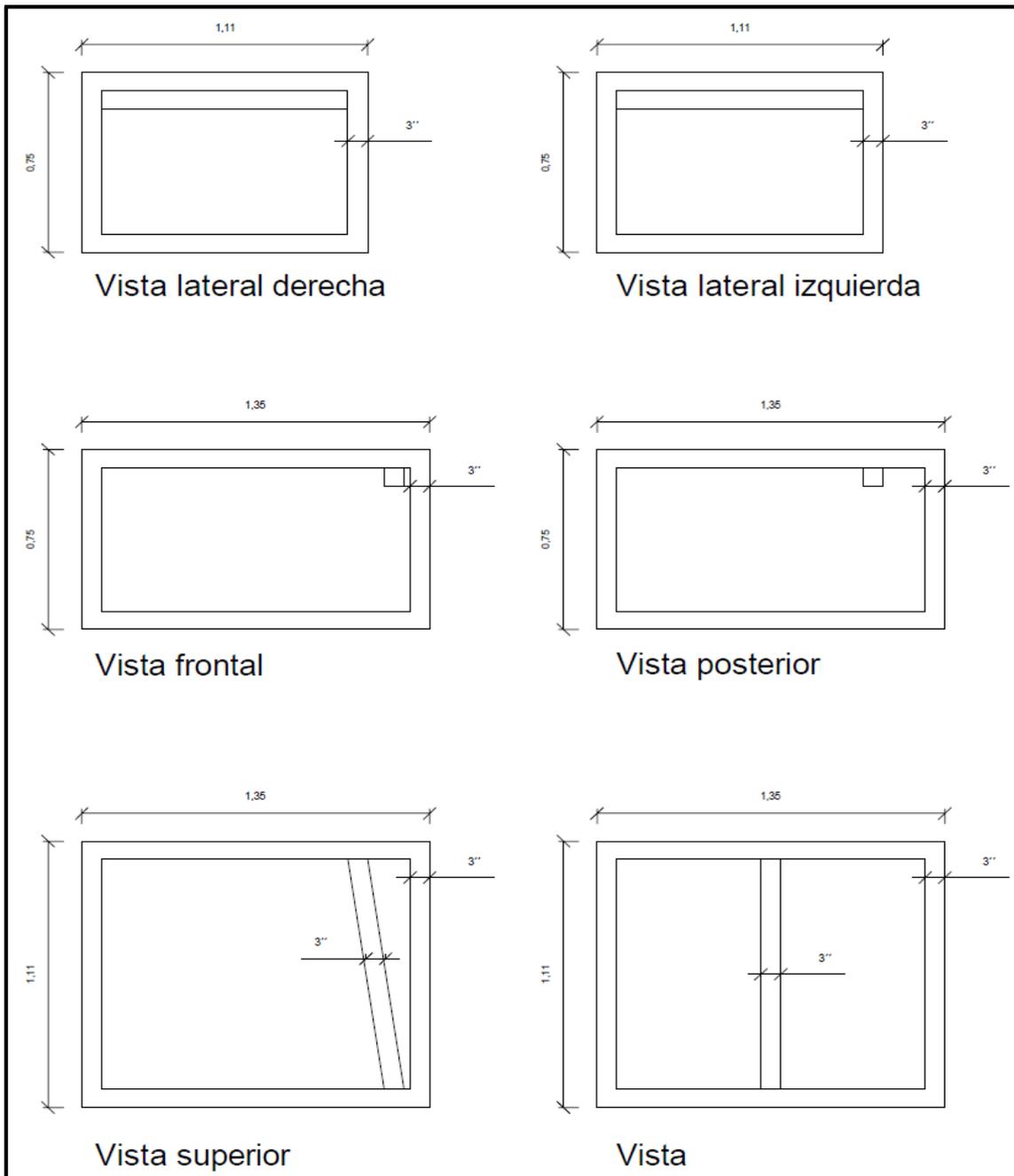


Figura 46. Vista superior y dimensiones del banco de pruebas
Fuente. Ángel Paredes

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

4.1 Fabricación de las partes estructurales construcción

El diseño y la forma de la estructura para qué soporte el peso del motor y sus componentes anexos deben estar dentro de la medida de los pasillos y de las puertas de acceso a los diferentes talleres de igual manera, los tubos deben ser de preferencia cuadrados para mejorar el acoplamiento y soporte de los mismos. En la figura 47 se puede apreciar la medición del espesor del tubo cuadrado en milímetros para ser más específico al momento de la soldadura el amperaje a utilizar y lograr la fusión adecuada de las dos piezas, la medida es de dos milímetros.



Figura 47 Medición del espesor y ancho del tubo cuadrado negro

Fuente. Ángel Paredes

Su fabricación debe estar a escuadra con respecto a sus bordes para que el ángulo sea perfecto y sus esquinas no queden con esos bordes filudos que provoquen daños a terceras personas además que la estructura no tienda a flexionarse hacia los lados y por el peso del motor y sus componentes pierda estabilidad.

4.1.1 Tubos cuadrados

Los tubos cuadrados como cualquier otro material estructural se lo pueden seleccionar de un catálogo de disponibilidad de sus diferentes dimensiones, áreas y espesores para darle el mejor uso posible y con la seguridad adecuada.

Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y		
A mm	Esesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm ²	I cm ⁴	W cm ³	I cm ³
20	1.2	0.72	0.90	0.53	0.53	0.77
20	1.5	0.88	1.05	0.58	0.58	0.74
20	2.0	1.15	1.34	0.69	0.69	0.72
25	1.2	0.90	1.14	1.08	0.87	0.97
25	1.5	1.12	1.35	1.21	0.97	0.95
25	2.0	1.47	1.74	1.48	1.18	0.92
30	1.2	1.09	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.46	1.15
30	2.0	1.78	2.14	2.71	1.81	1.13
40	1.2	1.47	1.80	4.38	2.19	1.25
40	1.5	1.82	2.25	5.48	2.74	1.56
40	2.0	2.44	2.94	6.99	3.46	1.54

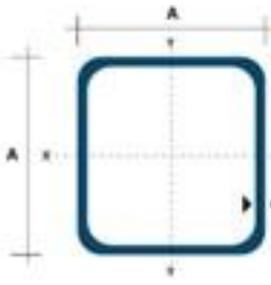


Figura 48. Dimensiones del tubo negro cuadrado

Fuente. <http://www.dipacmanta.com/tubos/tubos-estructurales/tubo-estructural-cuadrado-negro>

El tubo de acero negro estructural cuadrado está fabricado bajo la norma NTE INEN 2415; con Calidad SAE J 403 1008; se lo encuentra en presentación de acero negro y galvanizado, se lo encuentra en espesores de 1,5 a 3 mm y su longitud es de 6 metros, y tiene diferentes usos son: el montaje de estructuras, cerrajería y columnas, etc.

Especificaciones Generales	
Calidad	ASTM 500
Recubrimiento	Negro o Galvanizado
Largo Normal	6.00m
Otros Largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 20.00mm a 100.00mm
Espesor	Desde 1.20mm a 5.00mm

Figura 49. Especificaciones generales ASTM

Fuente: Ángel Paredes

Tomando en cuenta las especificaciones del tubo cuadrado negro este permite determinar la calidad ASTM A-500 que brinda seguridad y confianza en su soporte al motor.

La calidad ASTM A-500, cubre la especificación Normalizada para Tubos Estructurales de Acero al Carbono Conformados en Frío, Electrosoldados y sin Costura, de forma circular, cuadrada y rectangular utilizados para construcción electrosoldada, remachada o atornillada de puentes y edificaciones.

“Estos tubos son producidos tantos electrosoldados como sin costura en tamaños con una periferia de 1630 mm o menos y un espesor de pared de 18 mm o menos, el de grado de D requiere de tratamiento térmico. Los que productos son fabricados según esta especificación pueden no ser apropiados para aquellas aplicaciones como elementos con cargas dinámicas en estructuras soldadas, donde puedan ser importantes las propiedades de tenacidad en las entalladuras a baja temperatura.” (INTERNACIONAL, 2019)

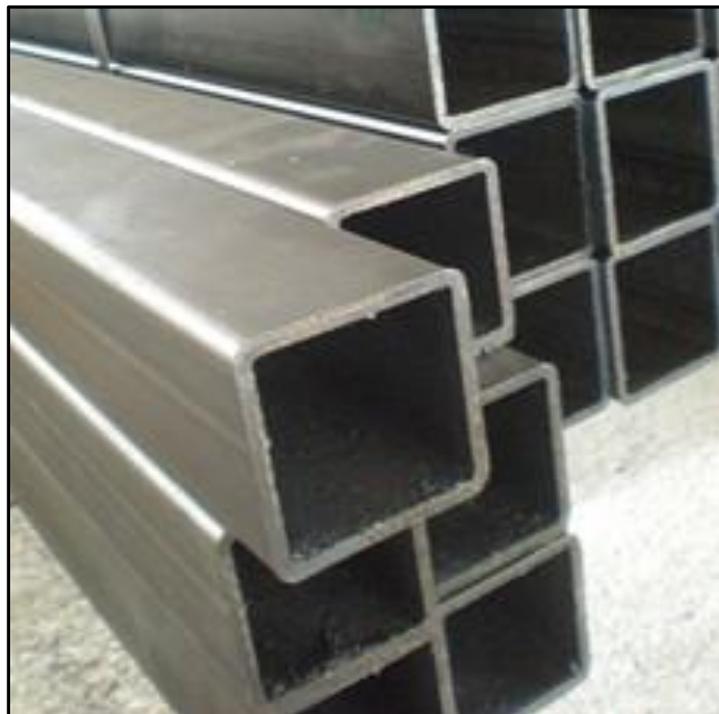


Figura 50. Selección del tubo cuadrado negro
Fuente. Ángel Paredes

4.1.2. Las bases del banco

La estructura como tal siempre debe ir dispuesta sobre una base y esta base sobre unas garruchas para que soporten el peso total y se puedan movilizar con mayor facilidad, se debe realizar cálculos para seleccionar el material adecuado a emplearse en el banco didáctico y no sea comprometido a deformaciones y por ello se va a utilizar material de acero estructural.

Primero se calcula el peso que va a soportar la estructura metálica, donde:

W = peso

M = masa (260.8 Kg)

G = gravedad (9.81 m/s²)

Ecuación 1. Cálculo del peso

$$W = m \times g$$

$$W = (260.8 \text{ Kg}) * (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$W = 2558.44 \text{ N}$$

Segundo se debe realizar el cálculo del factor de seguridad que el cual se le adiciona un peso un peso adicional en este caso del 5 %.

Dónde:

Ecuación 2. Factor seguridad

$$f = 0.05$$

$$F = W \times f$$

$$F = 2558.44 \text{ N} \times 0.05$$

$$F = 128 \text{ N}$$

$$W_T = 2686.44 \text{ N}$$

Después de demostrar el factor de seguridad se elige el material con calidad ASTM.

4.1.3 Soporte de la estructura

El soporte de la estructura se basa inicialmente en los tubos que conforman la estructura inferior que soporta los pilares verticales y posteriormente al recuadro

superior, se va a indicar el tamaño y forma de los tubos que le van a dar la forma a la maqueta que soportara el motor del Ford Edge.



Figura 51. Marcando con escuadra el corte a realizar
Fuente. Ángel Paredes



Figura 52. Inicio de corte con un disco de corte
Fuente. Ángel Paredes



Figura 53. Proceso de corte con un disco de corte
Fuente. Ángel Paredes

El uso del disco de corte es para realizar cortes más rectos, más lisos y proceder a trabajar más rápido para avanzar con las diferentes secciones de corte para ensamblar las piezas que conforme las bases y estructura adicional.



Figura 54. Marcado de corte en ángulos
Fuente. Ángel Paredes

Se procede a marcar los tubos con la distancia adecuada y el ángulo apropiado 45° para acoplar las piezas y darles mayor soporte al momento de soldarlos, se utiliza el calibrador vernier, el flexómetro y la escuadra que también sirve para poder ubicar el ángulo de corte y acoplamiento.



Figura 55. Comprobación de encuadre de corte
Fuente. Ángel Paredes

Comprobando con la escuadra el acoplamiento que se va a realizar con el corte de ese tubo cuadrado.

4.2 Armado de la estructura.

Una vez realizados los cortes se procede a puntear con soldadura los tubos cuadrados y comprobar con la escuadra la exactitud angular o lineal de su unión.



Figura 56. Proceso de ubicación de soldadura
Fuente. Ángel Paredes

Se realiza la soldadura sobre una malla de protección 3M, que soporta la temperatura y estelas de candela de este proceso para que las piezas estén más firmes y rectas además que el piso no se deteriore o manche por el proceso de la soldadura.

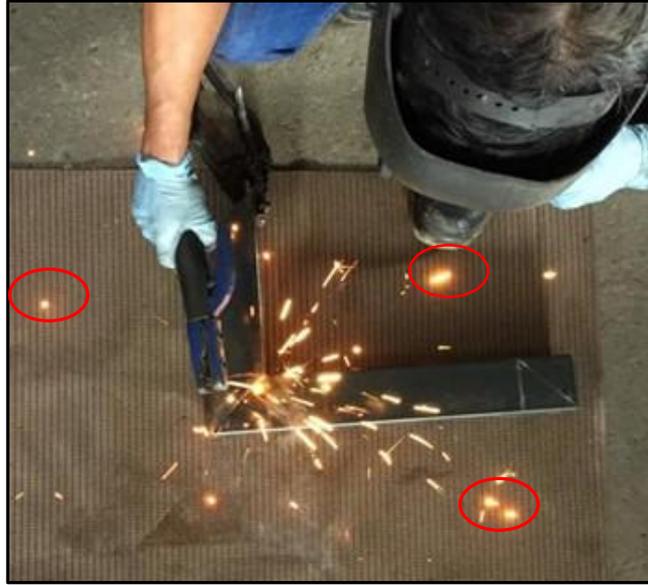


Figura 57. Proceso de punteado de soldadura
Fuente. Ángel Paredes

Después de realizar el punteado de los tubos de acero negro con un electrodo 6011 se procede a realizar el cordón de soldadura en ambos lados y posteriormente en sus perfiles externos e internos, para dar mayor firmeza a estas piezas. Además, se está utilizando el equipo de protección necesaria como careta, guantes y botas de puntas de acero para evitar inconvenientes o afectaciones al operario.



Figura 58. Proceso de cordoneado de soldadura
Fuente. Ángel Paredes

4.2.1 Armado de tubos

Se muestra la estructura ya conformada por la unión de tubos por el medio de la soldadura, la cual debe mantener una estabilidad y soporte sobre sus bases y sobre sus apoyos superiores.



Figura 59. Armado de los tubos
Fuente. Ángel Paredes

Posterior al armado de la estructura y su fijación por medio de la soldadura en sus vértices, se procede a presentar las garruchas en su parte inferior para poder movilizar la base con el peso de motor y sus accesorios como tal.



Figura 60. Presentación de garruchas
Fuente. Ángel Paredes



Figura 61. Garruchas soldadas en la base del tubo
Fuente. Ángel Paredes

La base de la garrucha ha sido soldada en el tubo negro por medio de un electrodo 6011 que permite mejor sujeción y soporte del mismo.

4.2.2 Armando bases

Las bases que van a soportar el peso del motor o parte de la caja de cambios deben estar bien ubicadas y con el ángulo o soporte apropiado para que este peso no desestabilice la estructura.



Figura 62. Base que soporta el motor
Fuente. Ángel Paredes

En la base se le realizo un cordón de soldadura en su parte superior y lateral pero luego se le paso la piedra amoladora para dejar la superficie plana para que la base del motor se pueda asentar de mejor manera y el agujero pasante de 7/16" quede centrado.



Figura 63. Base con cordón de soldadura ya rectificado
Fuente. Ángel Paredes



Figura 64. Base lateral de soporte del motor
Fuente. Ángel Paredes

Esta base es roscada para tener mejor sujeción con la base del motor, la medida de su rosca es de 7/16". Esta base también esta soldada a los tubos para mejorar la estabilidad en la estructura para cuando este encienda pueda absorber mejor las vibraciones del motor.



Figura 65. Base inferior para la caja de cambios
Fuente. Ángel Paredes

La base de la figura 65 muestra la disposición que tiene en el tubo de manera centrada porque tiene que soportar parte la caja y del motor.



Figura 66. Soldadura de la base inferior para la caja de cambios
Fuente. Ángel Paredes

Se puede apreciar en la figura 66 la soldadura en toda la base del soporte de la caja que permita mantener estabilidad ante las vibraciones del motor y la caja.

4.3 Pintura a utilizar en el banco

La pintura por utilizar debe disponer de barnices y propiedades anticorrosivas que permitan la duración y protección de sus partes ya que esta estructura va a estar a la intemperie y debe durar de mejor manera.



Figura 67. Pintura de esmalte sintético
Fuente. Ángel Paredes

La pintura de esmalte sintético va a permitir proteger la estructura de los diferentes tipos de agresiones ambientales a las que pueda estar sometida.

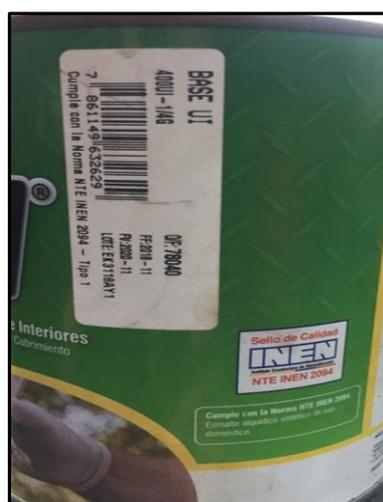


Figura 68. Datos pintura de esmalte sintético
Fuente. Ángel Paredes

La pintura TAN cumple con la NTE (Norma Técnica Ecuatoriana) INEN 2094 lo cual indica que cumple con las características ambientales y de salud que no son agresivas para su uso procesándola como se indica para que el proceso de pintado.

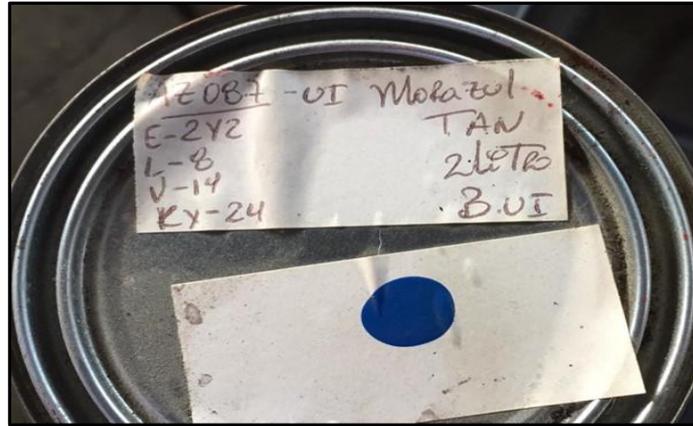


Figura 69. Color y códigos de pintura de esmalte sintético
Fuente. Ángel Paredes

En la etiqueta de la figura 61 indica el color de la pintura Mora Azul y su código como tal ya que en el caso de dar mantenimiento a la estructura se lo puede hacer con el mismo color y no variar su estética.



Figura 70. Thinner para diluir pintura
Fuente. Ángel Paredes

El tiñer que indica en la figura 62 permite diluir y preparar la pintura TAN esmalte sintético para poder pintar con soplete y que este no tapone las boquillas del soplete y la pintura salga con grumos y dañen la estética de la pintura.

4.4 Ensamblaje final del motor

Con la ayuda de un tecele se procede a presentar el motor suspendido para determinar el centrado de las bases del motor con las de apoyo de la estructura.



Figura 71. Presentación del motor en la estructura
Fuente. Ángel Paredes



Figura 72. Ubicación del motor en la estructura
Fuente. Ángel Paredes

En la figura 72 se muestra como el operario centra la base del motor con la base de la estructura para que el motor que centrado con respecto a su base inicial.

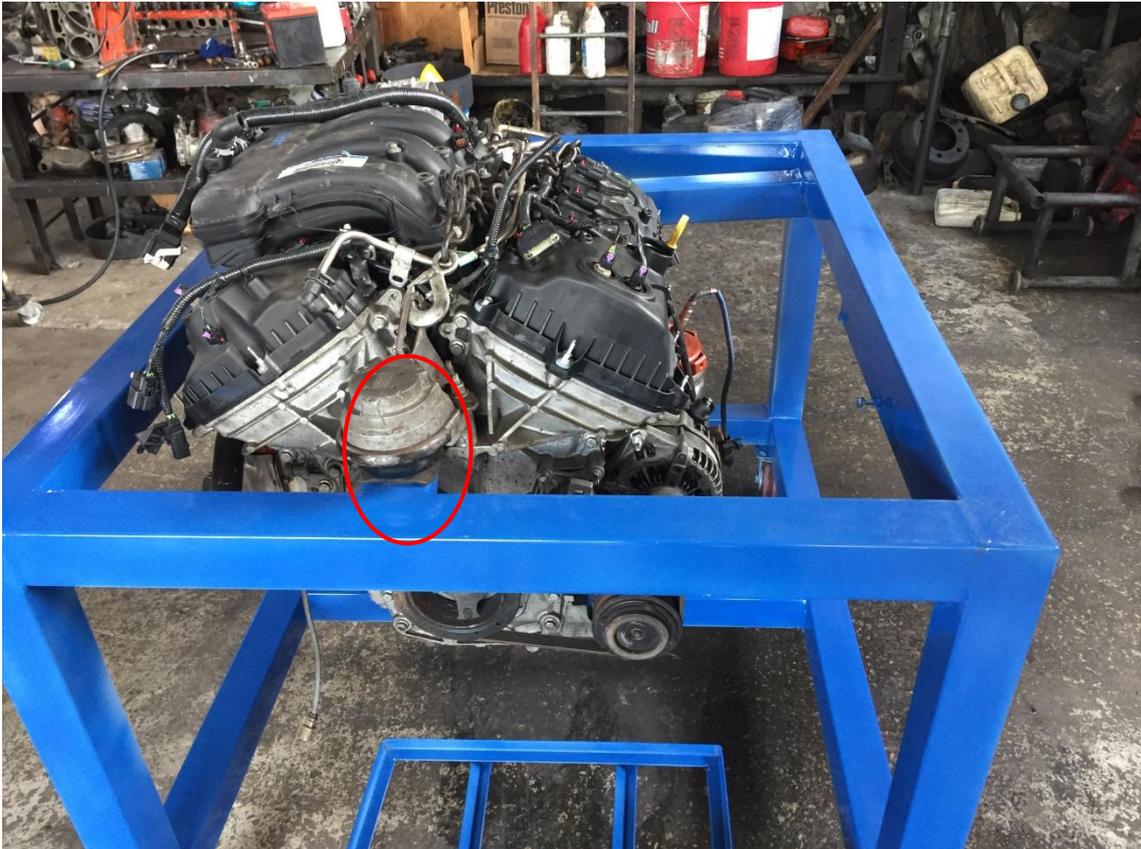


Figura 73. Fijación del motor en la estructura
Fuente. Ángel Paredes

En la figura 73 se muestra ya la base del motor empernada y fijada en la base de la estructura y mantener su estabilidad por lo tanto se puede apreciar que los accesorios del motor también están acoplados.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Se diseñó el banco de pruebas donde se tomaron principios ergonómicos y de seguridad para el operador para garantizar durante su funcionamiento una buena condición de trabajo

Los materiales que se seleccionaron fueron en base a sus propiedades mecánicas como su resistencia, soldabilidad y flexibilidad todos estos materiales cumplen la norma ASTM 500 que da seguridad y fiabilidad a la duración del mismo, su amplitud permite el acceso y la manipulación del desmontaje y montaje de sus accesorios.

Se construyó la estructura del banco de pruebas y sus elementos complementarios tomando los datos del diseño especificados, para poder asegurarnos de su funcionalidad, estética y su durabilidad durante su tiempo de operación.

Se determinó, basado en pruebas y ensayos por un software SolidWorks este programa nos ayudó a visualizar, gestionar y desarrollar el banco este nos ayuda a ver el comportamiento físico de manera virtual en 3D, esto también nos ayudó a reducir el tiempo de desarrollo de nuestro banco de pruebas. Con esto podemos garantizar su correcto funcionamiento bajo los parámetros establecidos, encontrándose apto para su implementación.

En base al comportamiento de los datos el banco de pruebas y sus materiales de construcción soportarán todo tipo de esfuerzo que generara el motor durante su funcionamiento, se tomó todas las normas de seguridad y trabajo que se requieren para tener un banco resistente en el cual se montó el motor Ford Edge con todos sus elementos mecánicos para correcto funcionamiento.

5.2 RECOMENDACIONES

Antes de desarrollar la estructura en las pruebas de simulación nos proporcionó datos muy importantes y satisfactorios en el factor de seguridad la estructura en el cual soportara el peso del motor y sus elementos toda esta información se recopiló y aplicó en su construcción e implementación.

La información que se obtuvo de manuales del fabricante del motor nos ayudó en el momento de diseño de sus partes de apoyo del motor y de los torques necesarios para su apriete de cada una de sus partes.

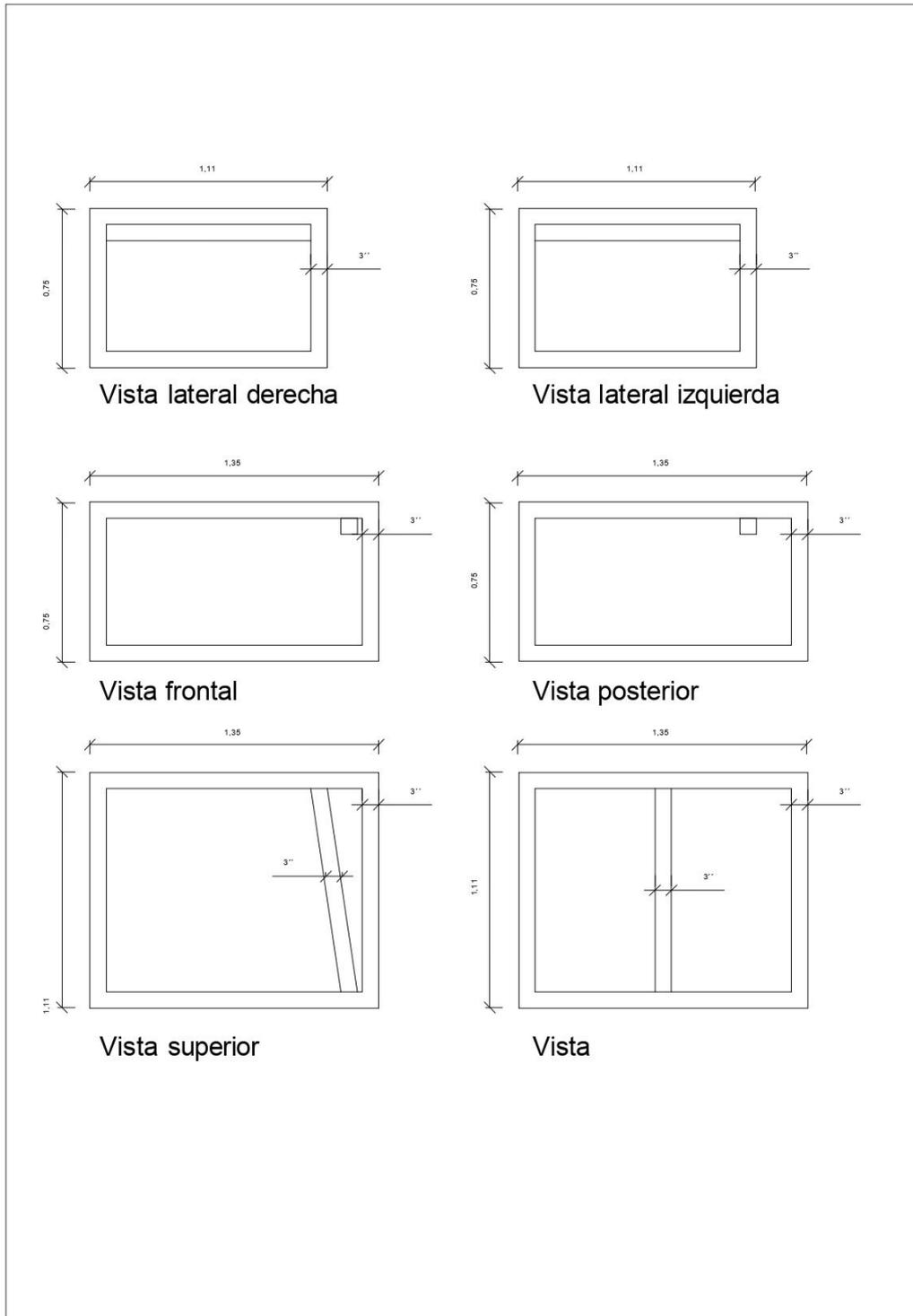
La seguridad es un factor importante a la hora de trabajar que siempre se debe tomar en cuenta, usar las herramientas adecuadas y equipos de protección personal cuando vayan a realizar prácticas de cualquier tipo, ya que los accidentes generalmente son fortuitos por descuido o negligencia. El no aceptar la sugerencia puede incurrir en daños o lesiones personales, conocer el funcionamiento de las partes del motor es importante, se debe delimitar la zona de operación.

BIBLIOGRAFÍA

- Bosch. (2009). *Manual de la técnica del automóvil*. Barcelona: Reverte S.A.
- Catálogo Bosch. (2013).
http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf. Recuperado el 2014, de
http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf:
http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf
- company, F. m. (enero 19 de 2015). *Fuente*
http://www.fordservicecontent.com/Ford_Content/vdirsnet/workshop/gsi/.
Obtenido de Fuente
http://www.fordservicecontent.com/Ford_Content/vdirsnet/workshop/gsi/.
- Company, F. M. (2015). *Fuente*
http://www.fordservicecontent.com/Ford_Content/vdirsnet/workshop/gsi/.
Obtenido de Fuente
http://www.fordservicecontent.com/Ford_Content/vdirsnet/workshop/gsi/.
- Crouse, W. (2008). *Mecánica del Automóvil*. Barcelona: McGraw-Hill .
- De Castro Vicente, M. (2008). *Inyección y encendido*. Barcelona: CEAC.
- Fracica, G. (1988). *Modelo de simulación en muestreo*. Bogotá: Universidad de la Sabana.
- Grupo Bosch. (2000). *Manual práctico del automóvil - reparación, mantenimiento y prácticas*. Madrid: Grupo cultural.
- Inc., A. (15 de febrero de 2019). <https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/3d-mechanical-engineering>. Obtenido de SOFTWARE DE INGENIERÍA Y DISEÑO MECÁNICO 3D.
- INTERNACIONAL, A. (29 de JUNIO de 2019).
<https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/A500A500M-09-SP.htm>.
Obtenido de
<https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/A500A500M-09-SP.htm>.
- MATERIALS, A. S. (2019). *Propiedades-del-acero-usado-en-laminado-en-frio*.
Recuperado el 2019, de <https://docplayer.es/12152788-Propiedades-del-acero-usado-en-laminado-en-frio.html>
- Rodríguez, J. (2013). http://www.ehowenespanol.com/historia-del-carburador-hechos_103090/. Recuperado el 21 de Febrero de 2014, de
http://www.ehowenespanol.com/historia-del-carburador-hechos_103090/:
http://www.ehowenespanol.com/historia-del-carburador-hechos_103090/
- Sanchez, A. (2009). *Sistemas Auxiliares del Motor*. Iberia: Mc Millan.
- Santander, J. R. (2008). Inyección y encendido . En J. R. Santander, *full injection* (pág. 12). colombia: Diseli.
- SOCIETY, A. W. (s.f.). AWG. Obtenido de <https://www.aws.org/>
- Srinivasan, S. (2008). *Automotive Mechanics* . New Dheli: Tata McGraw-Hill Education .

ANEXOS

Anexo 1. Plano de la estructura



Figuras de Banco de Pruebas en Autocad

Anexo 2. Plano 3D de la estructura

