



ESCUELA DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD MODELO

Prototipo BAJA SAE  
**ESCUDERÍA XIBALBÁ RACING**

Proyectos II y IV

Docentes:

Ing. Urania Uribe Calcáneo  
Dr. Joel Odelín Novelo Segura

Segundo Semestre:

Manuel Ávila, Yolanda Jiménez, Juan Tuz, Gabriel Montañéz

Cuarto Semestre:

Santiago Borges, Raul Carrillo, Omar Diaz, Genaro Jimenez, Daniela Lopez, Eduardo Parra y  
Osvaldo Sabido

## Índice

|                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| <b>Objetivos</b>              | <b>2</b>    |
| General                       | 2           |
| Específico                    | 2           |
| <b>Introducción</b>           | <b>3</b>    |
| <b>Justificación</b>          | <b>4</b>    |
| <b>Logística de operación</b> | <b>5-7</b>  |
| Cronograma                    | 5           |
| Tabla de responsabilidades    | 6-7         |
| <b>Resumen</b>                | <b>8</b>    |
| <b>Marco Teórico</b>          | <b>9-14</b> |

## **Capítulo I: Objetivos del Proyecto.**

### Objetivo General.

- Construir un vehículo prototipo todo terreno en seguimiento del reglamento de BAJA SAE, que cumpla con las normas vigentes de la competición.

### Objetivos Específicos.

- Aplicar aprendizajes teóricos y prácticos para el diseño del prototipo
- Verificar el cumplimiento de los reglamentos técnicos implementados por la Sociedad de Ingenieros de Automoción (SAE).
- Seleccionar los componentes necesarios para el armado del prototipo..
- Diseñar la estructura principal (jaula) en relación a cálculos estructurales y de resistencia realizados previamente.
- Ensamblar el tren motriz en el tiempo estipulado en el plan de trabajo
- Realizar el ensamblaje de los componentes del sistema de frenos en el tiempo establecido en el plan de trabajo.
- Poseer un prototipo todo terreno el cual cumpla con las especificaciones de la Sociedad de Ingenieros de Automoción (SAE) capaz de competir en BAJA SAE 2024.

## **Capítulo II: Introducción.**

La idea de construir un vehículo todo terreno (off road) como un proyecto de grado surge del reto que conlleva diseñar y probar un prototipo inspirado en la competencia internacional que organiza la SAE (Society of Automotive Engineers) donde participan todos los estudiantes de ingeniería de las más importantes universidades.

Este proyecto pretende simular el mundo real de ingeniería con los problemas asociados al diseño de vehículos tales como climas extremos, terrenos accidentados, pendientes pronunciadas y variedad de terrenos.

El vehículo es diseñado bajo los parámetros dispuestos por la SAE los cuales presentan las condiciones de diseño y punto de partida para su construcción teniendo en cuenta factores como economía de producción, bajo peso, resistencia y seguridad en condiciones normales y extremas de exigencia.

Aplicar los conocimientos adquiridos durante el proceso de aprendizaje con el propósito de afrontar y solucionar inconvenientes industriales así como conocer el funcionamiento de conjuntos diseñados y fabricados para suplir necesidades.

### **Capítulo III: Justificación.**

La carrera de Ingeniería Automotriz se considera una escuela relativamente nueva en La Universidad Modelo Mérida, es por esto que se pretende intercambiar conocimientos y experiencias vividas por facultades de otras universidades que ya se han vinculado a desafíos como este, buscando internacionalizar el proceso de aprendizaje con el fin de ampliar la visión de la profesión.

Con el diseño y construcción de un vehículo buggy todo-terreno se busca profundizar en el conocimiento automotriz, explorando las diferentes variables que intervienen en la fabricación de las piezas y en el ensamble de cada uno de los sistemas de potencia, seguridad y control requeridos para su buen desempeño. Así mismo, facilitar la fundamentación del conocimiento, puesto que en el estudio de una ingeniería se debe implementar con la adquisición de experiencias prácticas (laboratorios).

#### **Capítulo IV: Cronograma (diagrama de Gantt) y Tabla de responsabilidades.**

| Actividad                 | Fecha de inicio    | Fecha de cierre    | Encargado                | Realizado en tiempo |
|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|
| Diseño                    | 22/Abril/2024      | 01/Julio/2024      | Equipo de Diseño         |                     |
| Jaula                     | 02/Julio/2024      | 01/Agosto/2024     | Equipo de Taller         |                     |
| Tren Motriz               | 02/Agosto/2024     | 13/Septiembre/2024 | Equipo de Taller         |                     |
| Sistema de Frenos         | 14/Septiembre/2024 | 04/Octubre/2024    | Equipo de Taller         |                     |
| Vehículo Terminado        | 05/Octubre/2024    | 01/Noviembre/2024  | Equipo de Taller         |                     |
| Simulación de competencia | 02/Noviembre/2024  | 02/Diciembre/2024  | Escudería Xibalbá Racing |                     |

- Se colocará de color verde el apartado de “realizado en tiempo” cuando el periodo de tiempo establecido haya concluido, la actividad debe estar terminada para dar inicio a la siguiente.

## Capítulo V: Tablas de responsabilidades

| <b>Nombre del Integrante</b>      | <b>Cargo en Xibalbá Racing</b> | <b>Semestre</b> |
|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Carrillo Cervera Raul Humberto    | Capitán del Xibalbá Racing     | Cuarto Semestre |
| López Gallardo Daniela Montserrat | Capitana del Xibalbá Racing    | Cuarto Semestre |

| <b>Nombre del Integrante</b> | <b>Cargo en Xibalbá Racing</b> | <b>Semestre</b> |
|------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Sibaja Díaz Omar             | Capitán del Equipo de Diseño   | Cuarto Semestre |
| Jiménez Sosa Genaro Antonio  | Diseñador Automotriz           | Cuarto Semestre |
| Borges Díaz Santiago         | Diseñador Automotriz           | Cuarto Semestre |

| <b>Nombre del Integrante</b>     | <b>Cargo en Xibalbá Racing</b> | <b>Semestre</b>  |
|----------------------------------|--------------------------------|------------------|
| Ávila Chacón Manuel Humberto     | Capitán del Equipo de Taller   | Segundo Semestre |
| Tuz Poot Juan Manuel             | Mecánico Automotriz            | Segundo Semestre |
| Parra León Eduardo Francisco     | Mecánico Automotriz            | Cuarto Semestre  |
| Jiménez Sanchez Yolanda Beatriz  | Mecánico Automotriz            | Segundo Semestre |
| Montañez Perez Gabriel Alejandro | Mecánico Automotriz            | Segundo Semestre |
| Sabido Olán Osvaldo Alexis       | Mecánico Automotriz            | Cuarto Semestre  |

| <b>Nombre del Integrante</b>      | <b>Cargo en Xibalbá Racing</b>  | <b>Semestre</b> |
|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| López Gallardo Daniela Montserrat | Capitana del Equipo de Negocios | Cuarto Semestre |

| <b>Nombre del Integrante</b>     | <b>Cargo en Xibalbá Racing</b>   | <b>Semestre</b> |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| Quintal Guevara Mariana          | Capitana del Equipo de Marketing | Cuarto Semestre |
| Berenguel Aguilar Erik Alejandro | Community Manager                | Cuarto Semestre |

## **Capítulo VI: Resumen.**

El presente trabajo de grado permite visualizar el diseño y construcción de un vehículo todo terreno siguiendo las reglas, parámetros y consideraciones establecidas por la Sociedad de Ingenieros Automotrices SAE, para la participación de la competencia de obstáculos BAJA SAE; utilizando las herramientas, equipos y recursos disponibles en el mercado nacional e internacional.

El prototipo implementado cumple con las normas exigidas, logrando afrontar, sortear y superar pruebas de arrastre, resistencia y frenado exigidas, las cuales fueron realizadas en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Toluca.

**\*(SE COMPLETARÁ ESTE APARTADO CON EL PASO DE LA FABRICACIÓN DEL PROTOTIPO)**

## Capítulo VII: Marco Teórico.

### SOCIETY OF AUTOMTIVE INGINEERS (SAE)

En el año 1900 hubo docenas de fabricantes de automóviles en Estados Unidos y el mundo, muchas compañías fabricantes de piezas de automóviles se sumaron a grupos comerciales, debido a que esta era una nueva forma de transporte. Con el paso de los años esta sociedad se convirtió en una organización encargada de desarrollar estándares de la industria automotriz los cuales regulan el diseño, construcción, mantenimiento y operación de vehículos autopropulsados.

En la década de 1900 dos hombres, Peter Heldt de la revista The Horseless y Horace Swetland de la revista The Automobile defendieron los conceptos que formaron la creación de la Sociedad de Ingenieros Automotrices SAE. En junio de 1902 Heldt escribió una editorial en la que dijo "Ahora hay una notable tendencia de los fabricantes de automóviles a seguir ciertas líneas de construcción, cuestiones técnicas que surgen constantemente para buscar una solución a partir de la cooperación técnica de los hombres relacionados con la industria. Estas preguntas podrían ser tratadas por la sociedad. El campo de actividad de esta sociedad sería la parte técnica de los automóviles. [1]

Del mismo modo Horace Swetland utilizó su editorial para convertirse en el ingeniero del automóvil de esos días, convirtiéndose en un verdadero oficial de la SAE. 27 meses después de la publicación de Heldt con sede en la ciudad de New York nació la Sociedad de Ingenieros Automotrices.

En la reunión que se realizó en 1916 donde estuvieron presentes los representantes de la Sociedad Americana de Ingenieros Aeronáuticos, Sociedad de Ingenieros de Tractor, y los representantes de la industria de los botes de motor, propusieron a la SAE para la supervisión de las normas técnicas en sus industrias. Después de este importante encuentro surgió una nueva organización con nuevos horizontes, ya que no solo se tenía en cuenta el automóvil, sino todos los medios de transporte como aeronaves, automóviles, botes, trenes y todo tipo de vehículo automotor.

En la primera y segunda guerra mundial, SAE desempeñó un papel clave en los esfuerzos de las tropas militares aliadas, participando en importantes avances tecnológicos en automóviles y aviones militares, siendo una parte vital de la SAE el servicio a las industrias y

a la humanidad. Tras la segunda guerra mundial el énfasis de esta sociedad se amplió primordialmente a la organización e intercambio de diferentes normas y parámetros.

En 1947 se realizó la primera reunión anual de SAE la cual evolucionó hasta convertirse en un importante evento de educación y exhibición, conociéndose hoy en día como el Congreso Mundial SAE. Para el año de 1950 ya superan los 18000 profesionales. En 1980 los miembros de la SAE ya habían aumentado a más de 35000. Durante la década de 1980 se establecieron publicaciones electrónicas, actividad que ahora produce docenas de CD-ROM interactivos, basado en los productos de la web, y ofrece descargas de miles de normas y documentos técnicos que permiten a los usuarios de todo el mundo el acceso instantáneo a información técnica importante.

Para las siguientes dos décadas la sociedad, al igual que las industrias y las personas que le sirvieron, se hizo más grande, más global, más diversa y más electrónicos. SAE ahora crea y gestiona más terreno aeroespacial y de normas relativas a los vehículos que ninguna otra entidad en el mundo.

SAE Internacional sirve a sus integrantes de muchas maneras. A través de sus revistas reconocidas mundialmente, Automotive Engineering International, Aerospace Engineering & Manufacturing, y Off Highway Engineering, SAE mantiene a la comunidad informada sobre los últimos acontecimientos sobre el campo industrial.

Durante el decenio de 1990, SAE International anunció la formación de SAE Brasil, una filial con más de 1500 miembros y un Congreso Mundial anual propio. SAE inauguró cuatro secciones geográficas en el subcontinente indio, y estableció nuevas secciones en China, Rusia, Rumania y Egipto, por nombrar algunas. En 2002, SAE India se estableció formalmente como un funcionario afiliado de SAE Internacional.

Una de las claves de la sociedad ha sido fomentar y apoyar el desarrollo de las capacidades profesionales en el ámbito del transporte de las comunidades en las que tenemos presencia. En un esfuerzo por promover la ciencia y el conocimiento en el campo de la automoción, y ayudar a garantizar que las industrias tengan una potencial fuerza de trabajo más calificada. La fundación SAE recauda fondos para apoyar el desarrollo y la distribución de planes de estudio para los niños de los 4 años a los 8 años.

En la actualidad la sociedad cuenta con más de 90000 miembros entre profesionales y estudiantes, los cuales se encargan de desarrollar la información técnica sobre todas las

formas de vehículos automotores incluyendo coches, camiones y autobuses, aviones, vehículos aeroespaciales, y sistemas de tránsito marino y ferrocarril.

### Competencias estudiantiles.

Las competencias estudiantiles organizadas por la SAE buscan desarrollar las habilidades a las que los estudiantes se enfrentan cuando es necesario resolver un problema de ingeniería buscando complementar su proceso de educación y a su vez desarrollar nuevas ideas que puedan convertirse y aplicarse en tecnologías e industrias para el servicio de la sociedad.

### SAE Mini Baja Competition.

La competencia Mini Baja tuvo sus inicios en 1976 cuando el Profesor F. J. Stevens de la Universidad de Carolina del Sur (EE.UU) decide dar inicio a esta competencia, la cual con el paso de los años obtuvo el apoyo de la SAE Mini Baja consiste en diferentes competencias que simulan proyectos de diseño de ingeniería del mundo real y sus desafíos asociados. La tarea de los estudiantes de ingeniería es diseñar y construir un vehículo off-road (todo terreno) que sobreviva el maltrato severo del terreno.

El objetivo de la competencia es darles a los estudiantes un proyecto que involucre las tareas de planeamiento y manufactura que aparecen cuando se desea introducir un nuevo producto al mercado. Los equipos compiten entre sí para que su diseño sea aceptado para ser fabricado por una firma ficticia. Los estudiantes deben funcionar como un equipo para no solamente diseñar, construir, testear, promover y correr el vehículo dentro de los límites del reglamento, sino que además deben conseguir apoyo financiero para su proyecto y administrar sus prioridades educativas.

Todos los vehículos están equipados con un motor Briggs & Stratton 10 hp OHV Intek Model 205432 donado por Briggs & Stratton Corporation. Por más de veinticinco años, la generosidad de Briggs & Stratton permitió que SAE entregue a cada equipo un motor sin cargo. El uso del mismo motor para todos los equipos hace más competitivo el diseño del vehículo.

Mini-Baja SAE organiza cada año diferentes competencias en diferentes Universidades del mundo para el 2020 han organizado siete competencias con diferentes modalidades de carrera.

- Baja SAE Tennessee
- Baja SAE Brasil
- Baja SAE Korea
- Baja SAE South Africa
- Baja SAE Montreal
- Baja SAE Illinois
- Baja SAE México

Generalmente la competencia se desarrolla en un periodo de 4 días y consta de diferentes pruebas:

#### **Evento estático**

1. Reporte de diseño
2. Diseño
3. Reporte de costos
4. Costos de prototipo

#### **Evento dinámico**

1. Aceleración
2. Tracción
3. Evento de maniobrabilidad

#### **Evento especial**

1. Carrera

En las competencias se encuentran diferentes retos, desde Rock Crawl hasta Water Maneuverability. Cada año se presentan nuevas reglas establecidas por la SAE.

## TÉCNICAS DE DISEÑO E INGENIERÍA ASISTIDA POR COMPUTADOR

### CAD (computational aided design)

- La tecnología CAD (Diseño Asistido por Computador) permite la creación y visualización en el computador de objetos de geometría compleja, sin la necesidad de generar prototipos físicos.

### Beneficios del CAD

- Evaluar la apariencia detallada de las piezas finales sin haberlas construido
- Reducir los tiempos de conceptualización de las piezas.
- Identificar problemas de acople y espaciamiento
- Manejar integralmente la información a lo largo de la investigación.

### CAE (Computational Aided Engineering)

La tecnología CAE (Ingeniería Asistida por Computador) permite crear prototipos virtuales e identificar el comportamiento Integral de Piezas y Modelos ante diferentes tipos de fenómenos, entre los cuales se encuentran: estructurales, térmicos, electromagnéticos y campo acoplado.

Los programas CAE están basados en Aproximaciones a la realidad, análisis matemáticos, solución de Ecuaciones diferenciales parciales y método de los Elementos Finitos.

### Método de elementos finitos:

El método de los elementos finitos (MEF) se constituye de gran importancia en la solución de problemas ingenieriles, físicos, etc., puesto que permite resolver casos que por los métodos matemáticos tradicionales sería muy complicado resolver y obligaba a realizar ensayos y pruebas en prototipos elaborados, lo que generaba elevados costos económicos y tiempo en la optimización del producto final.

El MEF permite realizar y visualizar un modelo matemático de cálculo del sistema real, más fácil y económico de modificar que un prototipo. Sin embargo mantiene las características de un método aproximado debido a las hipótesis básicas del método. Los

prototipos, por lo tanto, siguen siendo necesarios, pero en menor número, ya que esta herramienta puede acercarse al diseño óptimo sin las complicaciones que sugieren el ensayo y error en prototipos experimentales.

#### Conceptos generales del método:

El procedimiento general del método de los elementos finitos es la división de un continuo en un conjunto de pequeños elementos interconectados por una serie de puntos llamados nodos. Las ecuaciones que rigen el comportamiento del continuo regirán también el del elemento. De esta forma se consigue pasar de un sistema continuo (infinitos grados de libertad), que es regido por una ecuación diferencial o un sistema de ecuaciones diferenciales, a un sistema con un número de grados de libertad finito cuyo comportamiento se modela por un sistema de ecuaciones, lineales o no.