



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCION DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN BANCO DE ENTRENAMIENTO  
PARA CHEVROLET SAIL”**

**Autores:**

Vicente Enrique Cortez Mendoza

Sebastián Alejandro Terán Solórzano.

**Director:** Ing. Gorky G. Reyes C, Msc

**Quito, Marzo 2016**

## CERTIFICACIÓN

Nosotros, Vicente Enrique Cortez Mendoza y Sebastián Alejandro Terán Solórzano, declaramos que somos los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, autentica y personal nuestra. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de nuestra exclusiva responsabilidad.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la ley de Propiedad Intelectual, reglamentos y leyes.



Firma del graduado  
Vicente Enrique Cortez Mendoza  
CI: 1720086477



Firma del graduado  
Sebastián Alejandro Terán Solórzano  
CI: 1720440724

Yo Ing. Gorky Reyes, Mcs, declaro que, en lo que yo personalmente conozco, los señores, Vicente Enrique Cortez Mendoza y Sebastián Alejandro Terán Solórzano, son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, autentica y personal de ambos.



Firma del Director Técnico de Trabajo de Grado

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis de grado a mis padres, por siempre alentarme a superarme cada día más, por apoyarme incondicionalmente y nunca dejarme caer, por ser mi ejemplo a seguir y mi inspiración a diario, a mis hermanos por el apoyo brindado durante todo este tiempo en el que me inculcaron valores como la responsabilidad y deseos de superación, por exigirme a ser mejor persona y mejor profesional diariamente, a mis amigos por siempre estar presentes para formar parte de esos recuerdos maravillosos de la universidad, a mis maestros por creer en mí y ayudarme a crecer como persona y como profesional y en general a todos los que formaron parte de este camino con sus altos y bajos pero que me sirvieron para aprender de todos y cada uno de ellos.

Vicente Enrique Cortez Mendoza

## **AGRADECIMIENTO**

Ante todo agradecer a Dios por hacer parte de mí esta vida de amor a los vehículos, también agradecer a mis padres por darme la oportunidad de vivir uno de mi sueños y por ser incondicionales en todo momento, agradecer de manera especial a los Ingenieros Gorky Reyes y Sandra Chasi por todo el apoyo brindado durante este tiempo de estudio y la ayuda en todo momento con nuestro tema de investigación, a la Facultad de Ingeniería Automotriz por permitirme formar parte de esta gran familia universitaria.

A la gran familia GM no solo por aportar al desarrollo del País sino también por permitirnos desarrollar nuestro proyecto de investigación en sus instalaciones y en especial a los ingenieros Francisco Calle, Marco Bedoya y Andrés Saltos por hacer este proyecto posible, a todo el grupo de trabajo de DOOR training por brindarnos sus conocimientos y permitirnos aprender más de ellos, en especial a los ingenieros Xavier Gómez, Rolando Torres y Lorenzo Sequeira y en fin, agradezco a todos los que formaron parte de esta increíble etapa de mi vida.

Vicente Enrique Cortez Mendoza

## **DEDICATORIA**

La presente tesis principalmente lo dedico a Dios, por bendecirme día a día, darme la sabiduría, la salud, la fortaleza para salir adelante, por guiarme en el camino correcto, y así de esta manera poder culminar una de mis metas de ser un profesional.

Dedico a mi padre por enseñarme el valor del trabajo, a mi hermana por inculcarme a ser cada día mejor y de manera muy especial a mi madre, por ser la persona que me ha acompañado siempre en toda mi trayectoria estudiantil, por ser fuente de inspiración, por su apoyo incondicional y motivación en todo momento, por sus consejos, por no permitir que me rinda en el camino, sobre todo por enseñarme a creer en mí y alentarme a convertir todos mis sueños en realidad.

Sebastián Alejandro Terán Solórzano.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la facultad de Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador y a todos sus docentes que compartieron sus conocimientos y formaron parte de toda esta etapa estudiantil, en especial a los ingenieros Gorky Reyes y Sandra Chasi por tomarnos en cuenta en este proyecto, brindarnos todo su apoyo y confiar plenamente en nosotros.

Agradezco infinitamente a todo el personal de General Motors y del Centro de entrenamiento Chevrolet, quienes hicieron posible la realización y culminación de este proyecto con éxito en sus instalaciones, en especial al ingeniero Xavier Gómez por compartirnos experiencia, información, conocimiento que fue de gran aporte para la realización del mismo.

Agradezco a mis amigos y compañeros por hacer estos cinco años de estudio momentos inolvidables, de experiencias positivas, de trabajo en equipo, lo cual ocupa un papel muy importante en la culminación de mi carrera profesional.

Sebastián Alejandro Terán Solórzano.

# **DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN BANCO DE ENTRENAMIENTO PARA CHEVROLET SAIL**

Gorky Reyes<sup>1</sup>, Sandra Chasi<sup>2</sup>, Vicente Enrique Cortez Mendoza<sup>3</sup>, Sebastián Alejandro  
Terán Solórzano<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Profesor tiempo completo, Coordinador de la investigación, Facultad de Ingeniería  
Mecánica Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador,  
[gureyesca@internacional.edu.ec](mailto:gureyesca@internacional.edu.ec)

<sup>2</sup> Profesor tiempo completo, Coordinador de la investigación, Facultad de Ingeniería  
Mecánica Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador,  
[sachasiga@internacional.edu.ec](mailto:sachasiga@internacional.edu.ec)

<sup>3</sup> Ingeniería Automotriz, Facultad de Mecánica Automotriz, Universidad Internacional  
del Ecuador, Quito, Ecuador, [cheincortez@hotmail.com](mailto:cheincortez@hotmail.com)

<sup>4</sup> Ingeniería Automotriz, Facultad de Mecánica Automotriz, Universidad Internacional  
del Ecuador, Quito, Ecuador, [sebas\\_ct19@hotmail.com](mailto:sebas_ct19@hotmail.com)

## **RESUMEN**

Este artículo presenta el diseño, construcción e implementación de una estructura metálico realizado en tubo para un banco de entrenamiento del modelo Chevrolet Sail LTZ, está diseñado para capacitar a los diferentes técnicos y asesores automotrices de las diferentes concesionarias de la marca líder en Ecuador cubriendo toda la zona local, es decir todo el país, siendo esta una herramienta nueva dentro del centro de entrenamiento. Para realizar el diseño de la estructura se utiliza un programa de alto desempeño de diseño, el mismo está basado en normas establecidas para su implementación dentro del centro de entrenamiento de la marca líder en Ecuador (DOOR training and consulting Ecuador). Una vez realizado el diseño de la estructura se procede a la construcción y ensamblaje del conjunto con los demás sistemas para su completa interacción, se tomó en cuenta medidas propias para el ensamblaje con la estructura de los sistemas, una vez ensamblado todos los sistemas se realizó las diferentes pruebas para su utilización. Este banco de entrenamiento consta con un

simulador de impactos para recrear un choque con el vehículo en movimiento y generar un funcionamiento eficiente del sistema de airbags para luego sobrescribir en la memoria del módulo y de esta manera no sea desechable el mismo y se pueda utilizar las veces que sea necesario para el entrenamiento antes mencionado.

**Palabras clave:** DOOR training and consulting Ecuador, Chevrolet Sail LTZ, banco de entrenamiento, simulador de impactos.

## ABSTRACT

This article presents the design, construction and implementation of a metallic structure realized in pipe for a bank of training of the model Chevrolet Sail LTZ, it is designed for qualify the different technical personnel and automotive advisers of the different concessionary of the leading brand in Ecuador covering the whole local zone, it means all the country, being this a new tool inside the training center. To realize the design of the structure is used a high performance program of design, the same is based in established norms for their implementation inside the training center of the leading Brand in Ecuador (DOOR training and consulting Ecuador). Once realized the design of the structure proceeds to the construction and assembly the set with the other systems for his complete interaction, taking in mind own measures for the assembly with the structure of the systems, once assembled all the systems the different tests were realized for his utilization. This bank of training consists with a impacts simulator to recreate a collision with the vehicle in movement and generate an efficient functioning of the airbags system for after this overwrite in the memory of the module and in this way the same does not disposable and it could used the times that it is necessary for the training before mentioned.

**Keywords:** DOOR training and consulting Ecuador, Chevrolet Sail LTZ, bank of training, impacts simulator.

### 1. INTRODUCCION:

Este banco de entrenamiento cumple la función de facilitar la capacitación hacia los diferentes técnicos de la marca en los sistemas de motor, caja de cambios,

aire acondicionado y airbags haciendo de la misma algo más práctica y mucho más interactiva.

### 1.1 Banco de entrenamiento de Chevrolet Sail LTZ:

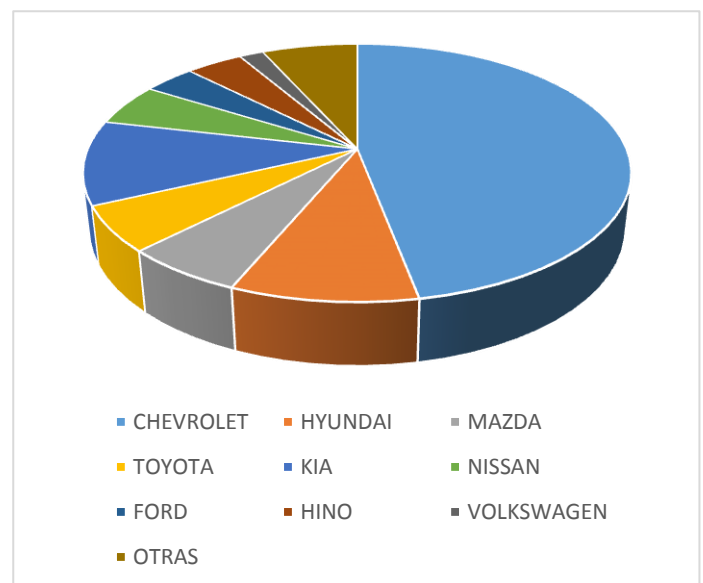


Ante la necesidad de General Motors de contar con una nueva herramienta para el asesoramiento de los diferentes trabajadores de la marca se realizó un banco de entrenamiento que pueda satisfacer las necesidades de los miembros de la marca líder en Ecuador. Esta herramienta se creó con varios fines, entre los principales se cita la necesidad de brindar un asesoramiento mucho más interactivo con los clientes internos de la marca y optimizar el tiempo invertido para las diferentes capacitaciones diseñadas en este centro de entrenamiento, esta herramienta aparte de brindar una interacción adecuada con los diferentes miembros también ayudará con la optimización del recurso del tiempo dentro del centro de entrenamiento.

Partiendo de esta necesidad y de la alta demanda de la marca en el mercado es viable la realización de esta investigación y su posterior inclusión dentro de las herramientas de la marca ya que si se toma en cuenta el número de vehículos establecidos en el parque automotor del país se observa su poderoso campo de acción, esto se traduce en mucho mayor número de personal en las diferentes

concesionarias de la marca y por ende mucho mayor flujo de cliente interno para capacitación, cabe recalcar también que la importancia de la marca obliga a todos los que conforman parte de la misma a tener la mejor capacitación del mercado, la misma que se optimizará con la inclusión de esta nueva herramienta en el centro de entrenamiento.

Según los propios datos de la AEADE que por sus siglas en español significa Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, se evidencia claramente la supremacía de la marca en lo que tiene que ver a la venta de vehículos anuales, la misma que se traduce en participación de mercado que tiene la marca del 44,62%, esto se observa claramente en la figura 1 y mucho más claramente se puede observar en el anexo I.



**Figura 1:** Participación de mercado en el año 2014.

**Fuente:** AEADE

Tomando en cuenta todos estos antecedentes resulta de manera mucho más viable la oportunidad de crear esta herramienta con el propósito de mejorar las capacitaciones impartidas en el centro de entrenamiento, este banco cumplirá las funciones didácticas necesarias para una interacción mucho más amplia tanto por parte del personal de capacitación como el personal técnico que recibirá los cursos, con el único propósito de brindar la misma de manera excelente a todos quienes conforman esta gran marca en el país. Una vez planteado y aclarado todo esto se procedió a realizar un estudio necesario para determinar los debidos procesos fundamentales para la implementación de esta nueva herramienta para su debido uso, una vez planteados estos procesos necesarios para su construcción y su implementación se realiza la construcción y el ensamblaje de esta nueva herramienta. Tomando en cuenta a nivel de país, la importancia y el

impacto de la herramienta será macro debido a que la capacitaciones se las realizará a todos los técnicos del país esto quiere decir que se cubrirá la parte norte, centro y sur de la ciudad.

Se diseñó un sistema de sobre escritura de módulos de airbags, esto con la finalidad de recrear un impacto de un vehículo en movimiento pero sin que se sustituya en cada prueba el modulo del mismo, con el antecedente de los choques que se producen en el país y teniendo en cuenta que la finalidad principal es capacitar al cliente interno de la empresa es de altísima utilidad este sistema, gracias a esto se tiene un panorama claro de las condiciones de funcionamiento del sistema de airbags y gracias a esto un entendimiento mucho más amplio de lo que significa y como funciona este tipo de sistemas.

## **1.2 ANTECEDENTES:**

Se cita la falta de esta herramienta dentro del centro de entrenamiento ya que en esta institución se realizan las diferentes capacitaciones de la marca y se ha visto en la necesidad de hacerlo con vehículos nuevos, esto no ayuda a la participación interactiva de los mismos obteniendo interacciones menos

lúdicas, este es el objetivo primordial de la implementación de esta nueva herramienta en el centro de entrenamiento. Anteriormente las capacitaciones se realizaban con los mismos vehículos nuevos pero al no ser tan óptimas estas prácticas se ha creado esta nueva herramienta para que el personal en capacitación tenga un acceso directo a las partes que componen el vehículo y gracias a esto el entendimiento sea mucho más claro y conciso.

## **2. MARCO TEORICO:**

Para diseñar, construir e implementar esta nueva herramienta en el centro de entrenamiento se tomó en cuenta varios factores que inciden directamente en el funcionamiento del banco de entrenamiento, las mismas que se detallan a continuación.

### **2.1 TIPOS DE CARGAS:**

Se relaciona a las cargas con todo aquello que va a soportar la estructura creada para el banco de entrenamiento, en este caso las cargas a las cuales va a estar expuesto el simulador son la del motor conjuntamente ensamblado con la caja de cambios, el tablero de instrumentos en el cual está alojado el sistema de aire acondicionado y el

radiador, estas cargas se las diferencia en dos tipos siendo estas cargas estáticas y cargas dinámicas. En este caso las cargas aplicadas en el simulador son cargas permanentes ya que se encuentran alojadas directamente en el soporte siendo así una carga fija para el simulador, pero esto no significa que la estructura no soporte cargas variables, siendo estas cargas aquellas propias del funcionamiento del vehículo como tal garantizando el eficiente funcionamiento del simulador.

#### **2.1.1 CARGAS ESTATICAS:**

Se considera como carga estática a todos los elementos que van a intervenir de manera directa en la estructura, esto significa que las cargas estáticas a las cuales va a estar expuesto el simulador son las mismas nombradas anteriormente siendo estas el motor ensamblado con la caja de cambios, el radiador y el tablero de instrumentos ensamblado también con el sistema de aire acondicionado, por el diseño empleado en la estructura y por el trabajo al cual va a estar expuesto el simulador estas cargas siempre estarán alojadas en la estructura.

#### **2.1.2 CARGAS DINAMICAS:**

Se puede nombrar como cargas dinámicas a todas las fuerzas que van a intervenir en la estructura, las cuales estarán acompañadas de cambios repentinos de intensidad y posición, cuando estas cargas intervienen en las acciones del simulador se desarrollará fuerzas inerciales y deformaciones diferentes a las que mantiene el simulador con las cargas estáticas, en este caso en este simulador las cargas dinámicas a las cuales estará expuesto son aceleraciones, vibraciones, y movimiento pero al ser un banco de entrenamiento desarrollado para situarse en un centro de capacitación estas cargas dinámicas no inciden de manera considerable en lo que tiene que ver a rendimiento del banco.

### 3. EQUIPOS Y MATERIALES

Para la implementación de esta nueva herramienta se utilizó tanto materiales como equipos para la completa interacción de los mismos se realizó pruebas y se utilizaron los siguientes equipos y materiales.

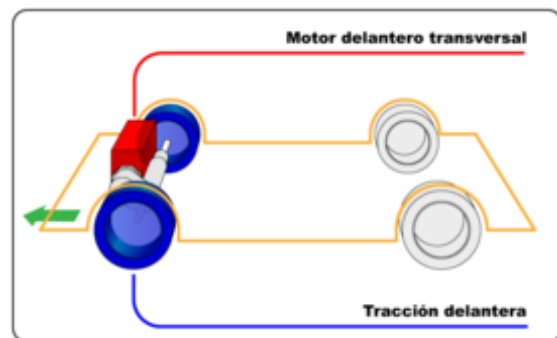
#### 3.1 EQUIPOS

Se cita como equipos a todos los elementos que conforman parte original del vehículo como tal, siendo estos equipos: el motor, la caja de cambios, el

sistema de aire acondicionado y los airbags, estos conforman los equipos utilizados para la implementación del banco de entrenamiento para Chevrolet Sail LTZ.

#### 3.1.1 MOTOR

La disposición del motor en el banco de entrenamiento es tal cual se ubica en el vehículo mismo, siendo transversal su posición conjuntamente ensamblado con la caja de cambios, como se puede apreciar en la figura 2.



**Figura 2:** Tipo de ubicación del motor utilizado.

**Fuente:** Autores.

Los datos técnicos se utilizan para la determinación de la mejor prestación de este tipo de motor, teniendo en cuenta estos datos se realizó la estructura final.

**Tabla 1:** Datos técnicos del motor.

<b>Tipo de motor</b>	4 cilindros en línea
<b>Cilindrada</b>	1399 cm <sup>3</sup>
<b>Diámetro</b>	73,8 mm
<b>Carrera del pistón</b>	81,8 mm
<b>Relación de compresión</b>	10 a 2
<b>Orden de encendido</b>	1-3-4-2

<b>Diámetro del cilindro</b>	73,81 - 73,82 mm
<b>Diámetro del pistón</b>	73,78 mm
<b>Presión de aceite</b>	Arriba de 50 Kpa

**Fuente:** Manual de servicio de Chevrolet Sail, 2015.

### 3.1.2 CAJA DE CAMBIOS

La caja de cambios cumple la función de obtener el par necesario para el movimiento adecuado del vehículo, esto en el caso del simulador no será necesario ya que no se encuentra conectado a las ruedas, la caja de cambios utilizada en el simulador cumple la neta función de capacitación para los técnicos.

**Tabla 2:** Datos técnicos de la caja de cambios.

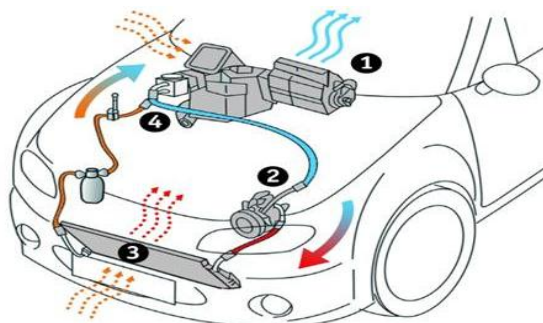
<b>Modelo de la transmisión</b>	SH63
<b>Relación de transmisión en 1ra marcha</b>	3,538
<b>Relación de transmisión en 2da marcha</b>	1,952
<b>Relación de transmisión en 3ra marcha</b>	1,323
<b>Relación de transmisión en 4ta marcha</b>	0,974
<b>Relación de transmisión en 5ta marcha</b>	0,78
<b>Relación de transmisión en reversa</b>	3,454
<b>Relación de transmisión final</b>	3,765
<b>Capacidad de aceite</b>	1,6 L

**Fuente:** Manual de servicio de Chevrolet Sail, 2015.

### 3.1.3 AIRE ACONDICIONADO

El aire acondicionado en el vehículo no es más que un sistema de climatizador para el interior del mismo, para este proceso intervienen muchas partes pero entre las principales se cita al

compresor, evaporador, válvula de expansión y el condensador, el sistema de funcionamiento es el siguiente: el compresor se encarga de elevar la temperatura del gas comprimido para que luego de esto el aire caliente pase hacia el condensador convirtiendo el gas en líquido, una vez realizado este paso el refrigerante de manera líquida ingresa a la válvula de expansión la cual cumple una doble función en el sistema, controlar el caudal de entrada del refrigerante hacia el evaporador y la de sostener un sobrecalentamiento constante a la salida del mismo para que finalmente el refrigerante llegue al evaporador donde se cumple el último paso, el cual consiste como su nombre lo dice el de evaporar el refrigerante para convertirlo en gas y que de nuevo se cierre el ciclo ingresando el mismo al compresor, lo que logra el aire acondicionado es extraer el agua que se encuentra en el ambiente dentro del vehículo logrando de esta manera mantener una temperatura adecuada en el interior del mismo. Como se observa en la figura 3 constan las partes principales del sistema de aire acondicionado.



1. Salidas de aire al interior del vehículo.
2. Compresor.
3. Condensador.
4. Evaporador.

**Figura 3:** Partes principales del sistema de aire acondicionado.

**Fuente:** Manual de aire acondicionado y calefacción automotriz, Tom Britch, Tomo I y II, 1996.

### 3.1.4 AIRBAGS

Actualmente la seguridad pasiva en un vehículo es de suma importancia a la hora de realizar la elección del mejor para su utilización, año a año se crean nuevas y mejores piezas de seguridad pasiva, tal es el caso que en este banco de entrenamiento se ha añadido para su capacitación dos bolsas de airbags, las cuales serán utilizadas para realizar entrenamientos acerca de las condiciones necesarias para que las bolsas de airbags puedan ser activadas en caso de alguna emergencia. Los airbags son unas bolsas que se inflan con la explosión de un pirotécnico en fracciones de segundo y cumplen la función de impedir que los ocupantes golpeen directamente con alguna parte del vehículo ante un choque con una superficie sólida a una velocidad

considerable, estos sistemas cada vez son de mayor exigencia por parte de los diferentes países para mantener la integridad de los ocupantes ante todo percance o emergencia.

## 3.2 MATERIALES

Dentro de lo que tiene que ver a materiales podemos citar todos los elementos que conformaron la estructura como tal en el banco de entrenamiento, nombrando así a la estructura en sí y a las garruchas para movilización del banco de entrenamiento.

### 3.2.1. ESTRUCTURA

Para definir la estructura ideal que se usó en el banco de entrenamiento se utilizó un programa de alto desempeño de diseño, esto cumpliendo con los detalles sugeridos por parte del centro de entrenamiento, en primera instancia se realizó un diseño en tubo cuadrado y luego de esto se utilizó un diseño en tubo redondo como se puede ver en el anexo II determinando que el elemento de mejor prestaciones es el mencionado en segunda instancia. Primero se realizó una maqueta en madera como se puede ver en el anexo III para ejecutar las pruebas con los elementos del banco tomando datos de entrada importantes

para el diseño final adecuado garantizando que con este diseño soporte todas las cargas antes mencionadas como se puede apreciar en la figura 4.



**Figura 4:** Soporte final aplicado al banco de entrenamiento.

**Fuente:** Autores.

### 3.2.2. GARRUCHAS

Para que la movilización sea óptima dentro del centro de entrenamiento se optó por implementar a la estructura garruchas, esto facilita su transportación y no sufre daños tanto el banco de entrenamiento como el piso por el cual se va a movilizar, las mismas que tienen una capacidad de carga de 100 a 150 kg cada una, de acuerdo al diseño empleado en el banco de entrenamiento se utilizó 4 garruchas obteniendo una capacidad de carga total de 400 a 600

kg, las mismas que se pueden observar en la figura 5.



**Figura 5:** Garrucha de espiga con freno.

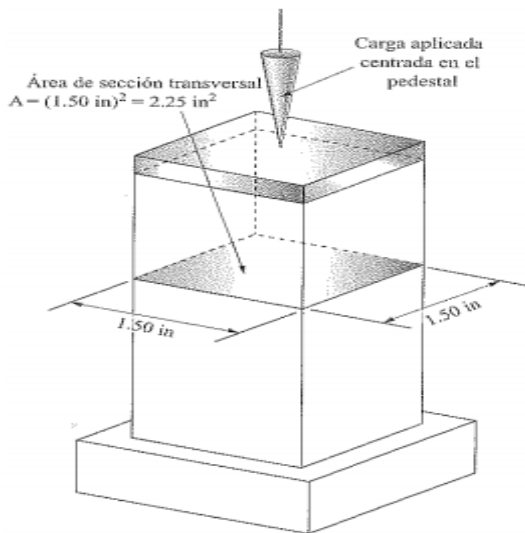
**Fuente:** Catalogo de ruedas y garruchas.

## 4. MOMENTOS DE INERCIA

El momento de inercia en un área indica la rigidez de una cierta estructura, es decir, su resistencia a flexionarse cuando se somete a cargas que tienden a reflexionarla, la deflexión de una viga es inversamente proporcional al momento de inercia [1], partiendo de este concepto tenemos como resultado un mayor grado de momento de inercia con el tubo redondo ya que por ser un elemento con esas características geométricas nos entrega mejores prestaciones para nuestra finalidad.

**Esfuerzo directo:** Para el entendimiento de lo que es un momento de inercia la definición de esfuerzo directo se refiere a los casos en los que la fuerza total aplicada es compartida por igual por todas las partes de la sección transversal de la estructura que

soporta la carga teniendo en cuenta cargas axiales directas, fuerzas cortantes directas y cargas de apoyo o sustentación [1], una muestra de eso se refleja en la figura 6.



**Figura 6:** Ejemplo de esfuerzo de compresión directo.

**Fuente:** Resistencia de materiales, Robert L. Mott, quinta edición.

## 5. METODOS Y PROCEDIMIENTOS

Para la elección del diseño final de la estructura, de sus colores y de su ensamble final fue necesario realizar algunos procesos, los mismos que se encuentran detallados a continuación.

### 5.1. PROCESO

Su construcción y diseño tiene un enfoque original que es la creación de un modelo práctico, ergonómico y de fácil manipulación por parte de los

operadores para que realicen sus prácticas de una manera más eficiente debido a la gran visualización y acceso a todos los componentes y sistemas del automóvil anteriormente mencionados.

Para cumplir con todas estas características mencionadas, se procedió por medio de una balanza a conocer el peso real de todos los componentes ya armados al cual va a ser sometido el soporte metálico, que incluye el motor, caja de cambios, tablero de instrumentos y otros sistemas que trabajan paralelamente en el funcionamiento del mismo, con este dato del peso total obtenido y tomando en cuenta diferentes fuerzas y vibraciones a las cuales están sometidos el soporte metálico al momento del funcionamiento del motor, se realizó el diseño a través de un programa de alto desempeño de diseño mencionado al inicio, con el objetivo principal de escoger el material más resistente y que mejor se adapte a las condiciones y necesidades de trabajo, y de esta manera proceder a la construcción con un modelo de diseño bien estructurado, resistente y de larga durabilidad.



Para su construcción se tomó en cuenta las mismas medidas y posiciones originales donde van alojados los diferentes componentes en el vehículo, con la finalidad de no alterar nada y así evitar futuros fallos en los sistemas debido algún tipo de modificación, excepto el sistema de escape que por cuestiones de espacio sí requirió una modificación previa para su funcionamiento.

El soporte metálico se construyó con todos los lineamientos anteriormente propuestos, cumpliendo con todas las normas y estándares de calidad de la marca, para la pintura se tomó en cuenta los colores de la misma en este caso blanco, celeste, plomo y se hizo una combinación de los tres colores logrando la estandarización del mismo.

Para finalizar se procedió al ensamblaje e instalación de todos los componentes del vehículo antes expuestos al soporte metálico, realizando así sus respectivas pruebas de funcionamiento y poniendo a disponibilidad el uso para las prácticas de todo el personal de General Motors.

Todo este proceso se lo realizo tomando en cuenta un cronograma de actividades propuesto por General Motors el cual

nos servía como guía para el debido cumplimiento de las fechas, en el mismo teníamos válvulas de control que facilitaban la correcta organización de las actividades propuestas como se puede ver en el anexo IV.

## 5.2. METODOS UTILIZADOS

Los métodos que se usó en el desarrollo del simulador fueron comparativos ya que como se especifica en el punto 3.2 en el diseño de la estructura se realizó diferentes tipos de soportes para llegar al usado en la instancia final, esto debido a una comparativa entre las prestaciones de un material de tipo tubo cuadrado y otro material de tipo tubo redondo, llegando a la conclusión que el elemento de mejor prestación para el diseño final es el tubo redondo, en la tabla 3 se puede apreciar de mejor manera esta comparativa utilizado en este paso.

**Tabla 3:** Comparativa del momento de inercia entre el tubo cuadrado y el redondo.

<b>Momento de inercia [cm<sup>4</sup>]</b>	
<b>Tubo cuadrado</b>	6,94
<b>Tubo redondo</b>	8,7

**Fuente:** Características de los tubos, grupo Condesa.

## 6. ANALISIS DE RESULTADOS

Gracias a las comparativas aplicadas entre ambos materiales utilizados se llegó a los siguientes resultados.

### 6.1. ESTRUCTURA

Comparando los demás factores de entrada para lo que tiene que ver con el discernimiento del material se utiliza la tabla 4.

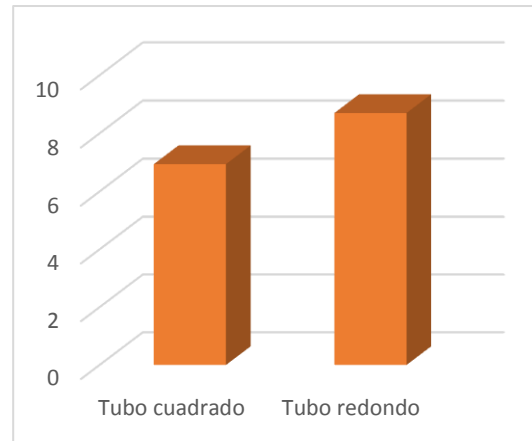
**Tabla 4:** Tabla comparativa de las prestaciones de los diferentes elementos para la estructura empleada.

	Tubo cuadrado	Tubo redondo
<b>Momento de inercia [cm<sup>4</sup>]</b>	6,94	8,7
<b>Módulo elástico [cm<sup>3</sup>]</b>	3,47	3,48
<b>Módulo Plástico [cm<sup>3</sup>]</b>	4,13	4,61
<b>Espesor "</b>	2	2
<b>Momento de inercia de torsión [cm<sup>4</sup>]</b>	11,3	17,4

**Fuente:** Características de los tubos, grupo Condesa.

Gracias a esta comparativa y a sugerencia de los encargados del tema investigativo se decidió emplear el tubo redondo para lo que es la formación de la estructura final aplicada en el simulador.

Gracias a la comparativa de los valores mencionados en la tabla 4 se pudo obtener una diferencia clara en los que tiene que ver a prestaciones entre ambos materiales, pudiéndose evidenciar esto en la figura 7.



**Figura 7:** Comparativa entre el momento de inercia.

**Fuente:** Características de los tubos, grupo Condesa.

### 6.2. ENSAMBLAJE

Utilizando todos los equipos y los materiales se procedió al ensamblaje del banco de entrenamiento, para esto se tomó en cuenta todas las dimensiones originales del motor en un vehículo ensamblado completamente, gracias a esto se diseñó y fabricó la estructura real con las mismas dimensiones, esto ayudó a que todos los materiales queden trabajando tal cual un vehículo, se realizó acoples como templadores para ciertos elementos distribuidos en todo el banco, obteniendo como resultado un equipo completamente ergonómico, fácil de transportar y con todos sus elementos en interacción perfecta.

### 6.3 SIMULADOR DE IMPACTOS

De acuerdo a las exigencias de la marca se creó un simulador de impactos para airbags, con la finalidad de emular un impacto por parte del vehículo y lograr una forma de sobrescribir el modulo para que el mismo no sea reemplazado en cada práctica, se realizó el diseño y la simulación de su correcto funcionamiento en un programa de alto desempeño de programación obteniendo de esta manera el correcto funcionamiento del mismo, este dispositivo se adjuntó al soporte metálico mediante un pie de amigo y es plegable para mayor ergonomía del banco, cada practica se puede utilizar el mismo y crear de esta manera una forma de enseñanza en sistemas de airbags en el centro de entrenamiento.



**Figura 8:** Banco de entrenamiento ensamblado por completo  
**Fuente:** Autores

## 7. ADMINISTRACION

### VISUAL:

En relación a lo que tiene que ver con administración visual se aplicó varios carteles de precaución en todo el simulador, esto con la finalidad de evitar cualquier tipo de accidentes que se puedan suscitar en torno al funcionamiento del simulador logrando de esta manera prevenir a todo el personal que esté trabajando directamente con el simulador o en sus alrededores, se tomó normas INEN de señalética para su debida aplicación, estos datos fueron extraídos de la tabla 5 la misma que se puede ver con mayor descripción en el anexo V.

**Tabla 5:** Colores de seguridad y significado.

Color	Significado
Rojo	Alto, prohibición
Amarillo	Atención, cuidado, peligro
Verde	Seguridad
Azul	Acción Obligada

**Fuente:** Normas INEN de señales y símbolos de seguridad.

También en lo que tiene que ver a administración visual se aplicó instrucciones de uso para el simulador, esto con la finalidad de lograr el máximo provecho del mismo sin tener ninguna emergencia de ningún tipo, el

mismo se puede ver más claramente en el anexo VI.

## 8. CONCLUSIONES

- Emular los impactos en el banco de entrenamiento es ahora accesible gracias al dispositivo de simulación de choque, las prácticas con el mismo se podrán realizar de una manera más fácil y didáctica, el dispositivo sirve para realizar pruebas de impacto simulando una velocidad del vehículo de 15 Km/h o superior a la misma.
- Reutilizar el modulo del airbag se hizo posible gracias a la inclusión de la placa de programación realizada para la misma, ésta se realizó con la finalidad de reutilizar el modulo y que este no sea desechable.
- Estandarizar los elementos que forman parte de una empresa tan grande como lo es General Motors, esto se realiza con la finalidad de mantener un orden y una organización impecable con todos los elementos que forman parte de una gran empresa.
- El factor de seguridad utilizado en el soporte es variable, esto debido a que nos basamos en los libros de Shigley y Mott que son libros de diseño de estructuras mecánicas, en los cuales dice que el factor de seguridad tiene que variar entre 1,5 y 3,5 aplicando nosotros en nuestro simulador factores de seguridad que van de 2,3 a 3,5 que son valores que están dentro del rango especificado.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Mott, R. (2009). *Resistencia de Materiales*. Quinta edición. México. Pearson Educación.
- AEADE. (2015). *Anuario 2014*. Ecuador.
- Budynas, R, Keith J. (2008). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. Octava edición. México. McGraw-Hill.
- GM. (2015). *Manual de servicio de Chevrolet Sail*.
- Condesa, G. (2006). *Características de los tubos estructurales*. España. AGNESE-Agenzia TO.
- Brich, T. (1996). *Manual de aire acondicionado y calefacción*

*automotriz*. Primera edición.  
México. Prentice-Hall.

# ANEXOS

## Anexo I:

Datos de ventas del anuario 2014 de la AEADE.

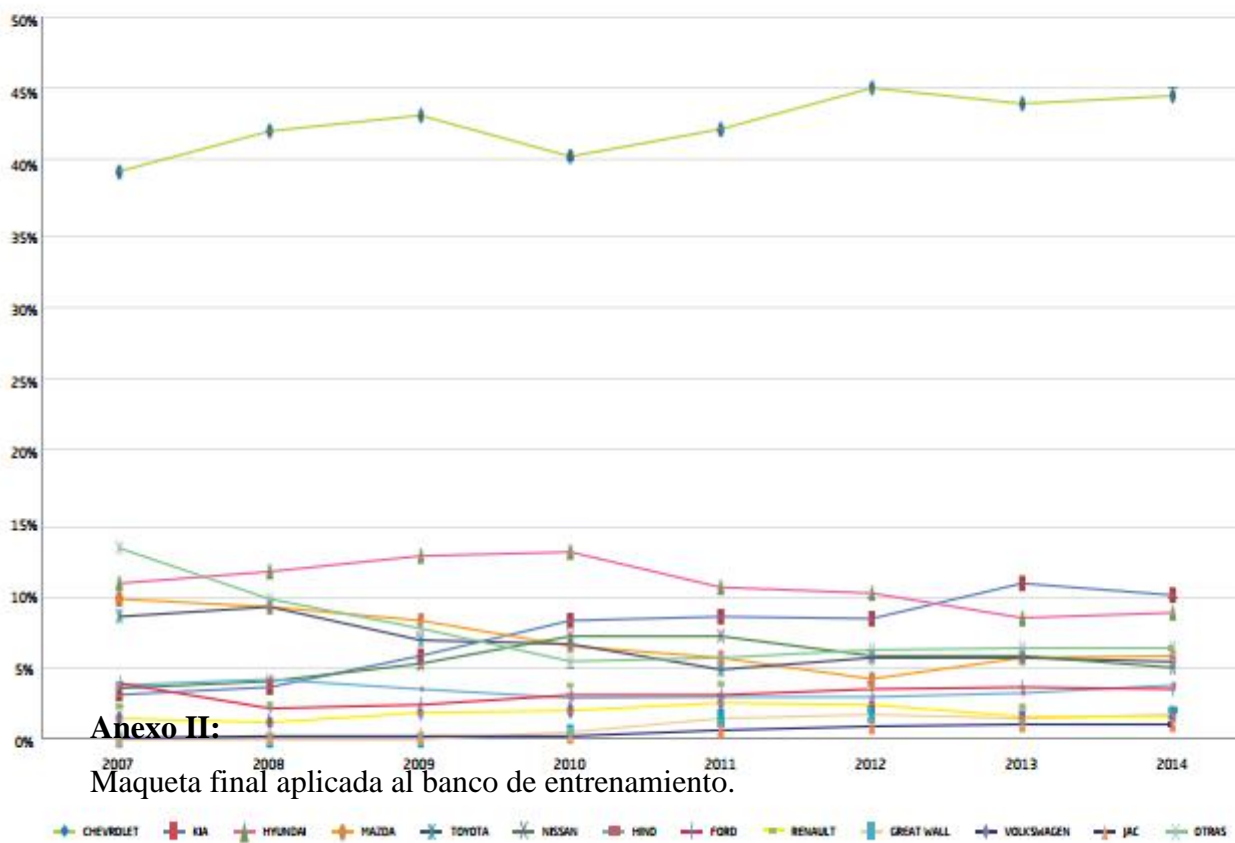
# Ventas por marca

Ventas por marca 2007 -2014

MARCA	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	UNIDADES	PARTIC %	UNIDADES	PARTIC %	UNIDADES	PARTIC %	UNIDADES	PARTIC %	UNIDADES	PARTIC %	UNIDADES	PARTIC %	UNIDADES	PARTIC %	UNIDADES	PARTIC %
CHEVROLET	36.174	39,41%	47.519	42,17%	40.185	43,32%	53.429	40,42%	59.189	42,31%	54.947	45,24%	50.195	44,10%	53.574	44,62%
KIA	2.867	3,12%	4.149	3,68%	5.432	5,86%	10.908	8,25%	11.965	8,55%	10.144	8,35%	12.300	10,81%	12.038	10,03%
HYUNDAI	9.951	10,84%	13.167	11,68%	11.814	12,74%	17.241	13,04%	14.879	10,64%	12.296	10,12%	9.629	8,46%	10.623	8,85%
MAZDA	8.918	9,72%	10.437	9,26%	7.692	8,29%	8.589	6,50%	8.012	5,73%	5.120	4,22%	6.402	5,63%	6.916	5,76%
TOYOTA	7.848	8,55%	10.360	9,19%	6.372	6,87%	8.722	6,60%	6.730	4,81%	6.840	5,63%	6.425	5,65%	6.476	5,39%
NISSAN	3.276	3,57%	4.543	4,03%	4.930	5,31%	9.407	7,12%	10.080	7,21%	7.051	5,81%	6.576	5,78%	6.019	5,01%
HINO	3.519	3,83%	4.693	4,16%	3.279	3,53%	3.831	2,90%	4.133	2,95%	3.625	2,98%	3.735	3,28%	4.578	3,81%
FORD	3.554	3,87%	2.452	2,18%	2.245	2,42%	4.080	3,09%	4.385	3,13%	4.254	3,50%	4.086	3,59%	4.164	3,47%
RENAULT	2.150	2,34%	2.722	2,42%	1.802	1,94%	5.005	3,79%	5.441	3,89%	2.685	2,21%	2.533	2,23%	2.587	2,15%
GREAT WALL	8	0,01%	36	0,03%	19	0,02%	679	0,51%	2.071	1,48%	2.090	1,72%	1.688	1,48%	2.160	1,80%
VOLKSWAGEN	1.315	1,43%	1.310	1,16%	1.739	1,87%	2.603	1,97%	3.590	2,57%	2.969	2,44%	1.846	1,62%	1.942	1,62%
JAC	97	0,10%	303	0,27%	217	0,23%	406	0,31%	924	0,66%	1.086	0,89%	1.175	1,03%	1.314	1,09%
OTRAS	12.168	13,26%	10.995	9,76%	7.140	7,70%	7.188	5,44%	7.903	5,65%	7.571	6,23%	7.222	6,35%	7.669	6,39%
<b>TOTAL</b>	<b>91.778</b>	<b>100%</b>	<b>112.684</b>	<b>100%</b>	<b>92.764</b>	<b>100%</b>	<b>132.172</b>	<b>100%</b>	<b>139.893</b>	<b>100%</b>	<b>121.446</b>	<b>99%</b>	<b>113.812</b>	<b>100%</b>	<b>120.060</b>	<b>100%</b>

Diagrama de Participación de Chevrolet desde el 2007 al 2014.

Participación por marcas 2007 - 2014



Anexo II:

Maqueta final aplicada al banco de entrenamiento.







**Anexo III:**

Maqueta realizada en madera para pruebas.





#### Anexo IV:

Cronograma de actividades propuesta por General Motors.

Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos	Notas
Programada manualmente	<b>SIMULADOR SAIL AC+AIRBAG</b>	<b>153,88 días</b>	<b>lun 01/06/15</b>	<b>jue 31/12/15</b>			
Programada manualmente	Recepción de Componentes por parte de GM	87,88 días	lun 01/06/15	mie 30/09/15		Marco Bedoya, Alberto Pérez	Responsable /Apoyo
Programada manualmente	Reunión de revisión de estatus de partes para simuladores	0,88 días	mie 09/09/15	mie 09/09/15	22	Marco Bedoya	Responsable




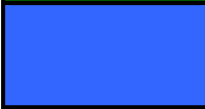
Programada manualmente	Charla de seguridad y firma de documentos	0,88 días	vie 18/09/15	vie 18/09/15	23	Marco Bedoya, Francisco Calle	Responsable
Programada manualmente	Inspección y comprobación de funcionalidad de componentes y diseño de estructura de soporte	9,88 días	lun 21/09/15	vie 02/10/15	24	Xavier Gómez, Paúl Caisalitin, Andrés Saltos	Responsable /Supervisor
Programada manualmente	Válvula de Control	0,88 días	lun 05/10/15	lun 05/10/15	25	Marco Bedoya, Paúl Caisalitin, Rolando Torres, Xavier Gómez, Andrés Saltos, Francisco Calle, Leonardo Di Francesco	Responsable
Programada manualmente	Adquisición de Materiales para la Estructura Inicial	14,88 días	lun 05/10/15	vie 23/10/15	26	Andrés Castillo	Responsable
Programada manualmente	Construcción de la Estructura del Simulador - Motor, transmisión y tablero de instrumentos	10,88 días	vie 23/10/15	vie 06/11/15	27	Andrés Castillo	Responsable
Programada manualmente	Válvula de Control	0,88 días	lun 09/11/15	lun 09/11/15	28	Andrés Saltos, Francisco Calle, Leonardo Di Francesco, Marco Bedoya, Paúl	Responsable

						Caisalitin, Rolando Torres, Xavier Gómez	
Programada manualmente	Ensamblaje de componentes de simulador Hardware	9,88 días	lun 09/11/15	vie 20/11/15	29	Paúl Caisalitin, Xavier Gómez, Andrés Saltos	Responsable /Supervisor
Programada manualmente	Válvula de Control	0,88 días	lun 23/11/15	lun 23/11/15	30	Andrés Saltos, Francisco Calle, Leonardo Di Francesco, Marco Bedoya, Paúl Caisalitin, Rolando Torres, Xavier Gómez	Responsable
Programada manualmente	Ensamblaje de componentes de simulador Software	9,88 días	lun 23/11/15	vie 04/12/15	31	Paúl Caisalitin, Xavier Gómez, Andrés Saltos	Responsable /Supervisor
Programada manualmente	Válvula de Control	0,88 días	lun 07/12/15	lun 07/12/15	32	Andrés Saltos, Francisco Calle, Leonardo Di Francesco, Marco Bedoya, Paúl Caisalitin, Rolando Torres,	Responsable

						Xavier Gómez	
Programada manualmente	Protocolo de pruebas de Funcionamiento y Simulación	4,88 días	lun 07/12/15	vie 11/12/15	33	Paúl Caisalitin, Xavier Gómez, Andrés Saltos	Responsable /Supervisor
Programada manualmente	Administración visual de componente y espacio físico (seguridad)	3,88 días	lun 14/12/15	jue 17/12/15	34	Paúl Caisalitin, Xavier Gómez, Andrés Saltos	Responsable /Supervisor
Programada manualmente	Válvula de Control	0,88 días	vie 18/12/15	vie 18/12/15	35	Andrés Saltos, Francisco Calle, Leonardo Di Francesco, Marco Bedoya, Paúl Caisalitin, Rolando Torres, Xavier Gómez	Responsable
Programada manualmente	Evento de presentación de proyectos a Dirección Comercial	9,88 días	vie 18/12/15	jue 31/12/15	36	Marco Bedoya	Responsable

## Anexo V:

Norma INEN 0439, señales y símbolos de seguridad.

COLOR	SIGNIFICADO	EJEMPLOS DE USO
	Alto Prohibición	Señal de parada Signos de prohibición  Este color se usa también para prevenir fuego y para marcar equipo contra incendio y su localización.
	Atención  Cuidado, peligro	Indicación de peligros (fuego, explosión, envenenamiento, etc.) Advertencia de obstáculos.
	Seguridad	Rutas de escape, salidas de emergencia, estación de primeros auxilios.
	Acción obligada *)  Información	Obligación de usar equipos de seguridad personal. Localización de teléfono.

\*) El color azul se considera color de seguridad sólo cuando se utiliza en conjunto con un círculo.

Administración visual aplicada en el banco de entrenamiento.



## Anexo VI:

Precauciones de operación aplicadas en el simulador.



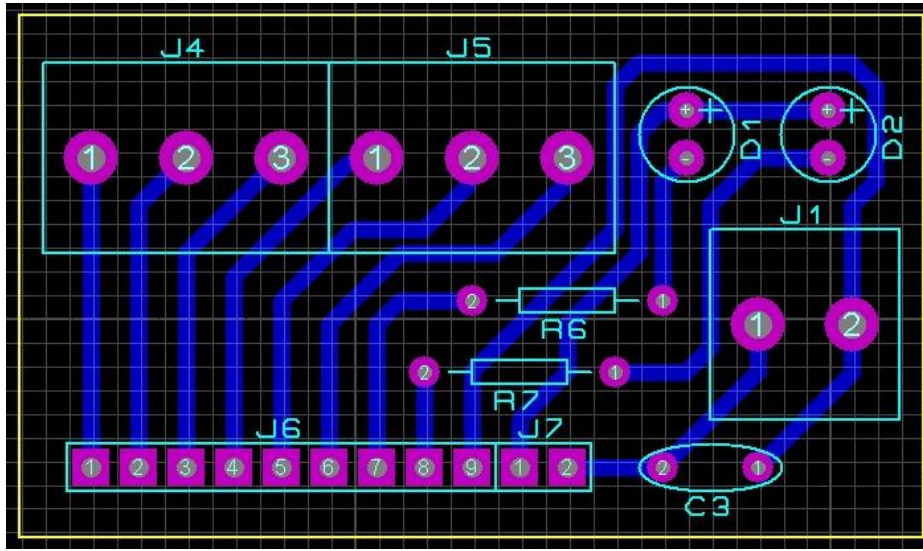
## PRECAUCIONES DE OPERACIÓN

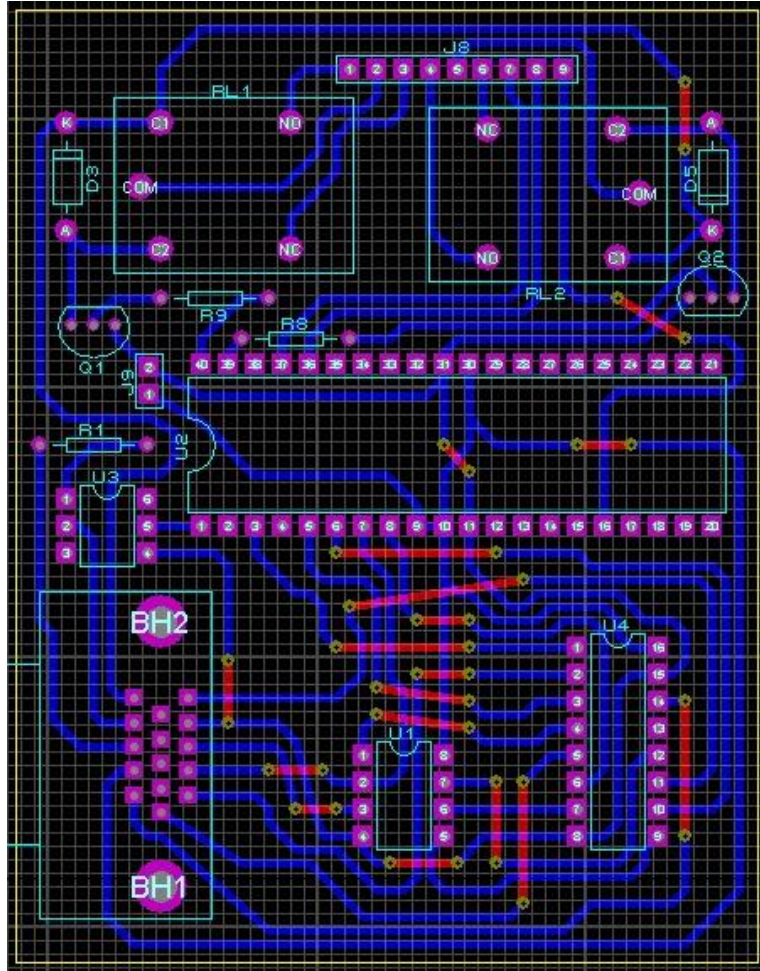
1. Está prohibido terminantemente realizar reparaciones o pruebas sobre este equipo, sin antes haber recibido la charla de seguridad por parte del instructor.
2. Todo trabajador está en la obligación de revisar el entorno de trabajo para garantizar que este cumpla con las condiciones de seguridad.
3. El simulador deberá tener sus frenos accionados antes de ponerlo en marcha.
4. Si observa alguna anomalía o fuga en el simulador, notifique inmediatamente al instructor o a la persona responsable. |
5. Está prohibido operar este simulador si no se dispone de autorización y de los implementos de seguridad personal para hacerlo.
6. Los niveles de todos los fluidos deberán ser inspeccionados antes y después de cada funcionamiento del simulador.
7. Antes de accionar el simulador notifique a todas las personas que lo puedan estar rodeando.
8. Durante el funcionamiento del simulador tomar en cuenta los avisos de precaución que se encuentran señalados en el simulador.



**Anexo VII:**

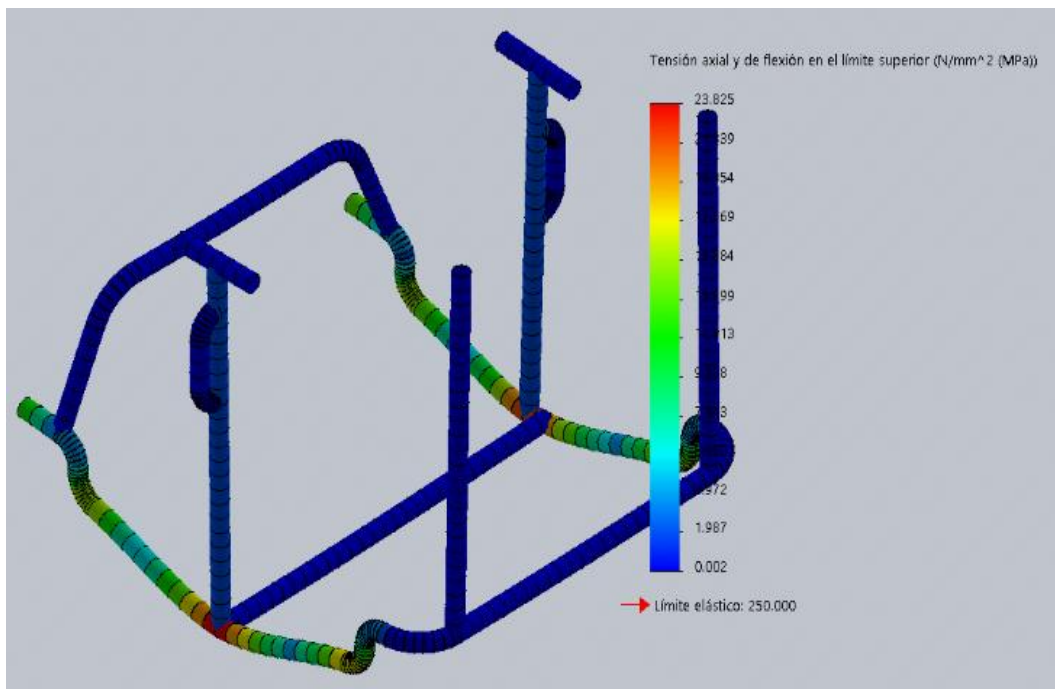
Diagrama de la placa realizada para el simulador de impactos de airbags.





**Anexo VIII:**

Esfuerzos tomados en cuenta para la construcción de la estructura.



**Anexo IX:**

Banco de entrenamiento ensamblado y terminado.



