

## **SUMARIO DE LA TESIS**

En el capítulo 1 se presenta un breve estudio de los fundamentos de hidráulica, el cual incluye los conceptos básicos así como también una centralización en los circuitos hidráulicos.

La descripción y funcionamiento de la transmisión automática, sistema de freno y aceleración que utiliza el vehículo “Chevrolet Malibu 1979” en este proyecto son abordados por el Capítulo 2.

La modificación en los controles de aceleración y frenado se detallan en el Capítulo 3, dichas modificaciones están sustentadas en base a cálculos de fuerzas mecánicas e hidráulicas, y también el empleo del sistema de palanca mecánica. De esta forma se alcanza el ideal de construir un mecanismo que pueda intervenir tanto en el freno como en el acelerador. Este mecanismo es denominado “Palanca de Control”.

El Capítulo 4 está compuesto por una explicación teórica del funcionamiento de la rampa con accionamiento hidráulico, igualmente se detalla un estudio de los materiales a utilizar y las condiciones del vehículo para luego proceder con los cálculos de los elementos que componen tanto la rampa como las modificaciones que tuvieron lugar en el techo del automóvil. De igual forma se hace un detalle acerca del criterio de selección para los elementos que componen el sistema de levante hidráulico. Adicionalmente se especifica el proceso de armado de los componentes así como también de los acabados automotrices.

Finalmente el Capítulo 5 puntualiza las conclusiones aprendidas durante el proceso de modificación del vehículo, y de igual manera las recomendaciones y posibles mejoras que podrían generar un automóvil para fabricación en serie con miras hacia personas con discapacidad en miembros inferiores.

## **SUMMARY OF THE THESIS**

Chapter 1 presents a brief study about basics of hydraulics which includes the basic concepts and also centralization in hydraulic circuits.

Description and operation of the Chevrolet Malibu's automatic transaxle, brake and acceleration systems for this project are covered in Chapter 2.

Modification of accelerator and brake system are detailed in Chapter 3. These modifications are based in calculations of mechanical and hydraulic forces, and also the use of mechanical lever system. In this manner the objective of build a device what drives the accelerator and brakes is reached. This device is called "Control Lever".

Chapter 4 is composed by a theoretical explanation about the hydraulic ramp's work; likewise this chapter details a study of materials and the vehicle conditions for make the calculation of ramp elements and car's roof. The selection criteria of hydraulic elements are also detailed. Additionally the make-up of components and automotive finishes are specified.

Finally Chapter 5 points out the learned conclusions during the modification process of the car, and in the same way the recommendations and possible improves for generate an automobile what helps people with disabilities in the future.

# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTOS DE HIDRÁULICA

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

El desarrollo de este proyecto se enfoca en la modificación de los controles de aceleración y freno para un vehículo propulsado por un motor de combustión interna, de igual forma el vehículo contará con una rampa de acceso con accionamiento hidráulico de modo que pueda ser utilizado por personas que tengan discapacidad en sus miembros inferiores.

#### **1.1.1 Objetivos de la Investigación**

##### **1.1.1.1. Objetivo general**

Desarrollar un vehículo que facilite en todo sentido la movilización de una persona con discapacidad en miembros inferiores.

##### **1.1.1.2. Objetivos específicos**

- Conseguir que una persona con discapacidad en miembros inferiores pueda utilizar este vehículo sin ayuda de terceros.
- Buscar la mejor ubicación para los controles de acelerador y freno.
- Implementar una rampa de fácil acceso para ingresar al vehículo.

#### **1.1.2. Antecedentes**

En nuestro país, si bien es cierto en los últimos años se ha hecho un esfuerzo por brindar facilidades a personas con discapacidad, puntualmente personas que utilicen silla de ruedas para moverse, aún no se ha llegado a llenar las expectativas de dichas personas. Debido a que muchas personas se ven en la necesidad de contar con ayuda de terceras personas para su movilización.

#### **1.1.3. Alcance**

El alcance del proyecto está delimitado por las siguientes fases: diseño y modificación de los controles mecánicos de aceleración y freno en un vehículo utilitario con transmisión automática; y la construcción de una plataforma de acceso con accionamiento hidráulico en la parte posterior del vehículo.

#### **1.1.4. Importancia**

Si bien es cierto en países del primer mundo, hay muchos inventores y empresas que diseñan y modifican vehículos para personas con discapacidad, en base a las necesidades particulares de cada cliente. Pero en el Ecuador este ámbito es prácticamente nulo.

De aquí nace la idea de incursionar y pensar en la forma de ayudar a las personas con discapacidad en miembros inferiores en el Ecuador.

Para lograr este objetivo, es necesario disponer de un vehículo con transmisión automática, para facilitar el manejo del mismo. Adicional a esto se desarrollará una rampa de acceso al interior del vehículo, que deberá ser fácilmente operada por el usuario con la ayuda de un sistema hidráulico que permita su desplazamiento pulsando un botón.

#### **1.1.5. Justificación**

Para muchas personas un vehículo es considerado como una herramienta de trabajo, un medio de transporte o simplemente un lujo. Pero para personas con discapacidad un vehículo puede representar la puerta de ingreso a la sociedad.

Según el Consejo Nacional de Discapacidades CONADIS, del total de la población Ecuatoriana, el 13.2% son personas con algún tipo de discapacidad aproximadamente 1'600.000 personas. De estas personas aproximadamente 592.000 tienen discapacidad por deficiencias físicas; y de estas personas aproximadamente el 25% tienen discapacidad en miembros inferiores.

Se puede considerar que para una persona con discapacidad, el solo hecho de poder desplazarse por sí misma hacia el lugar que requiera, representa un avance tanto en el ámbito personal, psicológico, profesional y económico.

El afán de este proyecto es brindar la mayor comodidad y sobre todo la posibilidad de que una persona con silla de ruedas pueda conducir un vehículo sin necesidad de ayuda de terceros.

## **1.2. MECANICA DE FLUIDOS**

### **1.2.1 Generalidades<sup>1</sup>**

La mecánica de fluidos es una rama de la física que se encarga del estudio de los fluidos en reposo o en movimiento y sus efectos en el entorno. Para nuestro estudio debemos tener claro la diferencia entre un fluido y un sólido. Desde el punto de vista ingenieril se considera que los sólidos poseen moléculas muy poco espaciadas y con grandes fuerzas intermoleculares de cohesión, las cuales permiten que el elemento sólido conserve su forma y apariencia. Los fluidos están conformados por líquidos y gases. En los líquidos las moléculas se encuentran más espaciadas y poseen mayor libertad de movimiento que en los sólidos, de igual manera la fuerza intermolecular es menor. Una de las características de los líquidos es la incompresibilidad y la facilidad para tomar la forma del envase que lo contenga. Los gases poseen espacios moleculares más grandes que en los líquidos, las fuerzas intermoleculares de adhesión son mínimas permitiendo una fácil deformación y compresibilidad.

### **1.2.2. Conceptos Fundamentales**

Dentro del campo automotriz el uso de fluidos y en especial de líquidos es muy amplio, su aplicación más común la encontramos en los sistemas de freno, aunque también en vehículos industriales o pesados la aplicación de la mecánica de fluidos tiene un gran campo de estudio. Según la aplicación a la cual vamos a someter al fluido, debemos tener en cuenta sus propiedades más importantes o las que afecten directamente el funcionamiento.

#### **1.2.2.1. Fluido<sup>2</sup>**

“Un fluido es una sustancia o medio continuo que se deforma continuamente en el tiempo ante la aplicación de una sollicitación o tensión tangencial sin importar la magnitud de ésta.”

Un fluido no tiene forma definida, sino que adquiere la forma del envase o recipiente que lo contenga. Todos los fluidos tienen un cierto grado de compresibilidad el cual es casi nulo en los líquidos, a diferencia de los gases en los cuales el grado de compresibilidad es

---

<sup>1</sup> MOTT Robert, Mecánica de Fluidos, Editorial Pearson Sexta Edición

<sup>2</sup> MUNSON, YOUNG, OKIISHI, Fundamentos de Mecánica de Fluidos, Editorial LIMUSA

alto. Con la viscosidad sucede el efecto contrario, es decir los gases tienen menor viscosidad que los líquidos

### 1.2.2.2. Presión<sup>3</sup>

A la presión se la puede definir como: “la cantidad de fuerza que se ejerce sobre una unidad de área de alguna sustancia”

En los líquidos la presión está condicionada por el principio de Blaise Pascal que dice: “la presión ejercida en cualquier parte de un fluido incompresible y en equilibrio dentro en un recipiente de paredes indeformables, se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido”.

Una de las aplicaciones más importantes del principio de Pascal es la prensa hidráulica, la cual es una máquina que permite amplificar la intensidad de las fuerzas y constituye el fundamento de elevadores, prensas, frenos y muchos otros dispositivos hidráulicos de aplicaciones industriales.

### 1.2.2.3. Peso y Masa<sup>4</sup>

La masa es la medida de la cantidad de una sustancia. Su unidad de medida en el SI es el gramo (g). El peso es la fuerza con la que el fluido es atraído a la tierra por acción de la gravedad. Tanto el peso como la masa están relacionados entre sí mediante la ley de gravitación de Newton, la cual dice que: “la fuerza es igual a la masa multiplicada por la aceleración”

### 1.2.2.4. Densidad<sup>5</sup>

“La densidad o *densidad absoluta* es la magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo”. Su unidad en el Sistema Internacional es el kilogramo por metro cúbico (kg/m<sup>3</sup>), aunque frecuentemente se expresa en g/cm<sup>3</sup>.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

---

<sup>3</sup> MUNSON, YOUNG, OKIISHI, Fundamentos de Mecánica de Fluidos, Editorial LIMUSA

<sup>4</sup> MUNSON, YOUNG, OKIISHI, Fundamentos de Mecánica de Fluidos, Editorial LIMUSA

<sup>5</sup> MOTT Robert, Mecánica de Fluidos, Editorial Pearson Sexta Edición

Donde  $\rho$  es la densidad,  $m$  es la masa y  $V$  es el volumen del determinado cuerpo.

La densidad es una propiedad característica de cada cuerpo o sustancia, es decir depende únicamente del tipo de material del que este constituido. En los sólidos la densidad es casi constante, a diferencia de los fluidos la densidad cambia debido a las condiciones expuestas. En el caso de los líquidos se especifica la temperatura en el valor dado y en los gases también se indica la presión.

#### **1.2.2.5. Viscosidad<sup>6</sup>**

La viscosidad es una propiedad característica de todos los fluidos. La viscosidad se puede definir como “la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales”, es decir la resistencia a fluir que se genera por el rozamiento entre las moléculas. Al moverse la superficie de un fluido, las capas inferiores se mueven más lentamente que la superficie ya que son afectadas por la resistencia tangencial.

La viscosidad del fluido debe ser lo suficientemente alta para asegurar una película fluida entre las superficies móviles pero no tan grande que cree excesiva fuerza friccional. Si la resistencia al flujo es demasiado grande, se desarrolla una excesiva fricción dentro del sistema. Esto reduce la potencia de salida, derrocha energía y genera altas temperaturas en el sistema, todos los cuales reducirán la vida en servicio del fluido y crearán ineficiencias en el sistema hidráulico.

#### **1.2.2.6. Temperatura<sup>7</sup>**

Debido a que los fluidos no tienen forma propia sino que adoptan la forma del recipiente que los contenga, debemos tener en cuenta su dilatación volumétrica. Sin embargo al elevarse la temperatura en un fluido también lo hace el recipiente en cual se encuentra, por ende el coeficiente real de dilatación volumétrica será la suma de las dilataciones tanto del fluido como del recipiente.

Sin embargo muchos líquidos presentan dilataciones que no siguen las leyes generales de la dilatación volumétrica e incluso presentan coeficientes negativos como es el caso de la dilatación anómala del agua.

---

<sup>6</sup> MUNSON, YOUNG, OKIISHI, Fundamentos de Mecánica de Fluidos, Editorial LIMUSA

<sup>7</sup> ALVARENGA, MÁXIMO, Física General, Editorial Harla

En la mayoría de fluidos el incremento de temperatura genera un aumento en el volumen del mismo. La masa del fluido se mantiene igual pero la viscosidad de un fluido tiende a disminuir debido a la reducción de densidad que se genera al aumentar la temperatura.

#### **1.2.2.7. Compresibilidad<sup>8</sup>**

La compresibilidad puede definirse como “el cambio de volumen que sufre una sustancia cuando se le sujeta a un cambio de presión”. En general, los líquidos son muy poco compresibles, por ende necesitaríamos un gran cambio de presión para obtener un leve cambio en el volumen de un líquido.

### **1.3. SISTEMA HIDRÁULICO**

Un sistema hidráulico comprende la transmisión y control de energía hidráulica, utilizando aceite como fluido. Para esto se proporciona energía al aceite mediante bombas y se lo conduce a través de cañerías hasta los actuadores hidráulicos que se encargan de transformar la energía en trabajo.

#### **1.3.1. Tipos de Sistemas Hidráulicos<sup>9</sup>**

Existen dos tipos de sistemas hidráulicos: abierto y cerrado

- **ABIERTO:** en este tipo de sistema la bomba hidráulica genera caudal constantemente aun cuando el circuito permanezca en reposo. En este caso, el caudal proporcionado por la bomba regresa al depósito por disposición de la válvula de control.
- **CERRADO:** en este sistema la bomba hidráulica trabaja solo si el sistema está activo, es decir cuando se necesita transmitir energía. La bomba genera el caudal necesario que necesita el actuador.

#### **1.3.2. Componentes**

Básicamente un sistema hidráulico puede estar conformado por los siguientes elementos:

##### **1.3.2.1. Bomba<sup>10</sup>**

---

<sup>8</sup> MOTT Robert, Mecánica de Fluidos, Editorial Pearson Sexta Edición

<sup>9</sup> CREUS Solé Antonio, Neumática e Hidráulica, Editorial Marcombo

<sup>10</sup> CREUS Solé Antonio, Neumática e Hidráulica, Editorial Marcombo

Es el mecanismo encargado de convertir la energía mecánica en energía hidráulica. La bomba aporta la presión necesaria sobre el fluido hidráulico para que el circuito pueda suministrar la potencia requerida por todos los componentes que alimenta. La presión de trabajo en el circuito se logra debido al ser los fluidos hidráulicos prácticamente incompresibles y por acción del diseño de la bomba que obtiene su fuerza mecánica a través de un motor eléctrico, de combustión o por cualquier otra fuente motriz.

En la industria es muy común encontrar en un solo conjunto la bomba hidráulica y el motor, se los conoce como motores hidráulicos; y pueden ser de los siguientes tipos:

- Motor de Paletas: posee paletas impulsoras giratorias presionadas por un muelle dentro de una cámara de bombeo de forma excéntrica. Las paletas empujan el fluido hidráulico hacia un orificio de descarga. Tienen algunas limitaciones en el par de arranque y a bajas velocidades debido al alto porcentaje de deslizamiento o por fugas internas del fluido.
- Motores de pistón axial o radial: dispone de varios pistones que se mueven de forma radial alternativa gracias a la acción de una leva giratoria. Son de costo elevado pero pueden adaptarse mejor a alto par, bajas velocidades de operación y son muy útiles en aplicaciones de alta presión.
- Motor de engranajes: este tipo de motor tiene dos engranajes acoplados entre sí y giran en sentidos opuestos dentro de una cámara metálica. Son los más baratos pero también los más ruidosos, sirven para trabajar a altas velocidades ya que su rendimiento cae en bajas revoluciones.
- Motor Gerotor: está conformado por una caja en cuyo interior hay dos sectores que engranan internamente, pero el sector exterior tiene un diente más que el interior. Son motores excelentes para baja velocidad y alto par gracias al diseño de sus engranajes.

### **1.3.2.2. Actuador<sup>11</sup>**

Los actuadores hidráulicos más usuales y antiguos son los cilindros hidráulicos, generalmente se los clasifica por su forma de operación y básicamente utilizan la energía de un sistema hidráulico para generar movimientos lineales.

---

<sup>11</sup> CREUS Solé Antonio, Neumática e Hidráulica, Editorial Marcombo

Los actuadores hidráulicos pueden proporcionar pares y fuerzas muy elevadas y un buen control del movimiento, ésta es su principal ventaja frente a los sistemas neumáticos y eléctricos. Sus desventajas son el costo elevado y la necesidad de almacenar el fluido hidráulico en un contenedor a temperatura segura a más de filtrarlo. Los cilindros hidráulicos los podemos encontrar en los siguientes grupos:

- De simple efecto: el fluido hidráulico empuja en un solo sentido el pistón que se encuentra en el interior del cilindro. Retorna a su posición por acción de un muelle o por gravedad.
- De doble efecto: el fluido hidráulico puede mover el pistón en ambos sentidos mediante la acción de una válvula de control.
- Telescópicos: este cilindro contiene otros cilindros de menor diámetro en su interior y se expanden por etapas. Se los usa en elevadores hidráulicos de carrera extremadamente prolongada.

### **1.3.2.3. Válvulas Hidráulicas<sup>12</sup>**

Dentro de un circuito hidráulico las válvulas juegan un papel muy importante según la necesidad que se requiera, de ahí que en la industria hidráulica podemos encontrar una cantidad exorbitante de categorías; sin embargo se las puede dividir en cuatro grupos principales que son:

- Válvulas distribuidoras: estas válvulas son las encargadas de dirigir el flujo hidráulico hacia la posición que se necesite. Según la configuración del sistema pueden tener varias vías y también varias posiciones para elegir.
- Válvulas de presión: también conocidas como válvulas limitadoras de presión sirven como elementos de protección dentro de un sistema hidráulico, ya que limitan la presión de trabajo del circuito según los requerimientos.
- Válvulas de cierre: también conocidas como válvulas unidireccionales sirven para permitir el flujo en un solo sentido según se requiera.
- Válvulas de flujo variable: se utilizan principalmente cuando deseamos variar la velocidad de un actuador. Se puede regular el flujo que es proporcionado por la bomba hasta conseguir la velocidad requerida.

---

<sup>12</sup> <http://sitioniche.nichese.com/valvulas-hidra.html>

#### **1.3.2.4. Depósito<sup>13</sup>**

La función principal de un depósito es la de contener o almacenar el fluido de un sistema hidráulico. Este depósito debe permitir la extracción de gases y materiales extraños al fluido. Un depósito bien diseñado debe permitir la disipación del calor en el fluido, separar el aire del aceite y retener los posibles contaminantes que se encuentren presentes en el fluido. Su tamaño y material de construcción dependerá de las necesidades del sistema hidráulico y de las condiciones climáticas en las que va a ser utilizado.

#### **1.3.2.5. Filtro<sup>14</sup>**

El filtro es el principal agente para evitar la contaminación en un sistema hidráulico, su misión es la de retener las partículas sólidas de origen externo tales como polvo o arena y partículas de origen interno que se generan por el desgaste de las superficies en contacto. Un filtro de buena calidad permitirá una larga vida útil de los componentes del sistema y del fluido hidráulico. En los esquemas hidráulicos está representado por un rombo.

#### **1.3.2.6. Cañerías**

Son los ductos o caminos por donde circula el fluido hidráulico. Sirven para comunicar los diferentes componentes de un sistema hidráulico al igual que lo hacen los cables en un circuito eléctrico. Dentro de la industria se los puede encontrar de diferentes materiales, sean sólidos o flexibles. Su costo varía dependiendo las dimensiones requeridas y el material de fabricación.

#### **1.3.2.7. Simbología Básica**

La simbología que se utiliza en la mayoría de instalaciones hidráulicas se la resume en la siguiente tabla:

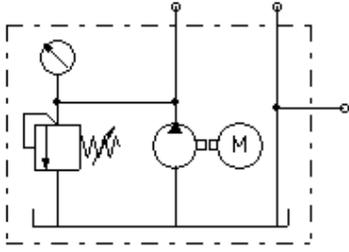
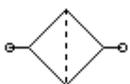
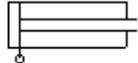
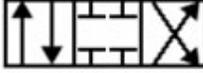
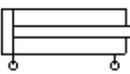
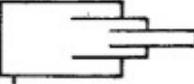
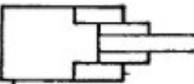
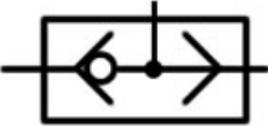
**Tabla 1.1.**

#### **Simbología Hidráulica**

---

<sup>13</sup> CREUS Solé Antonio, Neumática e Hidráulica, Editorial Marcombo

<sup>14</sup> CREUS Solé Antonio, Neumática e Hidráulica, Editorial Marcombo

Grupo Motriz Incluye: Bomba Motor Eléctrico Manómetro Válvula Reguladora		Válvula distribuidora 2/2	
Filtro		Válvula distribuidora 3/2	
Deposito		Válvula distribuidora 4/2	
Cilindro Simple Efecto (retorno por gravedad)		Válvula distribuidora 4/3	
Cilindro Simple Efecto (muelle)		Válvula Limitadora de presión	
Cilindro Doble Efecto		Válvula de flujo variable	
Cilindro Telescópico simple efecto		Válvula unidireccional	
Cilindro Telescópico doble efecto		Válvula de lanzadera	

Nota: simbología tomada del programa “FESTO FLUID SIM-H”

## CAPÍTULO II

### CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO CHEVROLET MALIBU 1979

#### **2.1. TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA**

##### **2.1.1. Antecedentes**

La historia de este tipo de transmisiones se remonta al año 1908, con la invención de un dispositivo hidráulico usado en fines marinos. Posteriormente la fábrica inglesa Leyland mejoró ese sistema y lo adaptó a los autobuses colectivos de Londres. Para la década de 1920 los Ford modelo “T” ya montaban una transmisión con sistema de engranajes similar al de una transmisión automática. Posteriormente en el año 1939 – 40 General Motors presentó la “Hydro Matic Drive” que montaba un par hidráulico y una caja epicicloidal con cuatro relaciones. Tras la Segunda Guerra Mundial, estos sistemas siguieron perfeccionándose y el convertidor de par reemplazó al par hidráulico. A partir de entonces, las cajas automáticas se perfeccionaron y muchos fabricantes norteamericanos los utilizaron en la mayoría de sus modelos. Hoy por hoy, la industria automotriz sigue haciendo mejoras, en las cajas de cambios.<sup>1</sup>

La transmisión automática es un mecanismo diseñado para cambiar de marchas de forma automática, es decir sin la intervención del conductor. Una vez seleccionado el modo “DRIVE” la caja automática va cambiando las relaciones de transmisión en función de las revoluciones del motor de combustión y la carga del vehículo. La transmisión automática debe permitir que el motor gire aún con el vehículo detenido a ralentí, a su vez debe ser capaz de transmitir la potencia del motor a medida que se acciona el acelerador.

Para lograr este objetivo es necesario contar con un acoplamiento hidráulico el cual deberá actuar como un embrague automático, este mecanismo es conocido como “convertidor de par” el mismo que reemplaza al embrague de fricción usado en las transmisiones manuales.<sup>2</sup> De esta manera las transmisiones automáticas reducen la fatiga del conductor ya que eliminan la operación del embrague y el cambio de marcha. Además evita que el motor y la línea de impulso se sobrecarguen debido a que los conecta hidráulicamente y no mecánicamente.

---

<sup>1</sup> <http://www.cajas-automaticas.com/>

<sup>2</sup> Rosero Eduardo, Manual de Transmisiones Automáticas, UIDE

### 2.1.2. Caja de Cambios “TURBO HYDRA-MATIC TIPO 350” General Motors

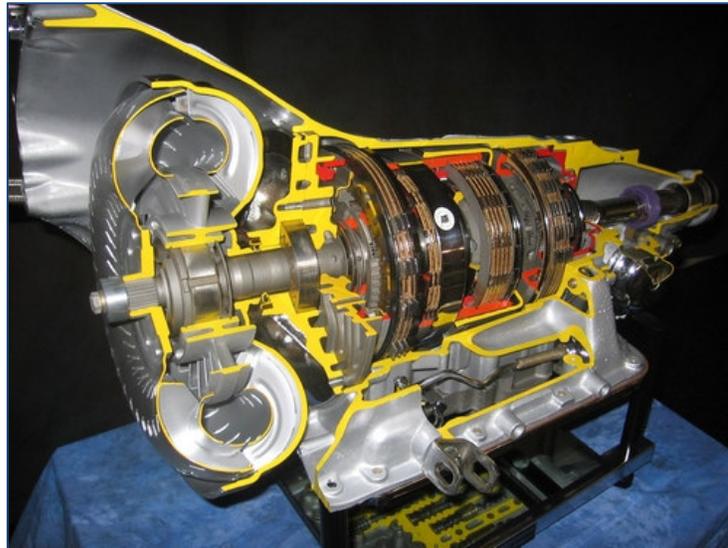


Fig. 2.1. Transmisión Turbo Hydra-Matic en corte. Fuente: <http://www.cutawaycreations.com/IMAGES/>

Esta transmisión fue desarrollada en conjunto por Buick y Chevrolet en el año 1969. Consta de tres velocidades y marcha atrás. Posee un convertidor de par, dos sistemas de engranajes planetarios, cuatro embragues de disco múltiple y una banda de freno. La palanca selectora tiene seis posiciones P R N D L2 y L1.<sup>3</sup>

**Tabla 2.1**

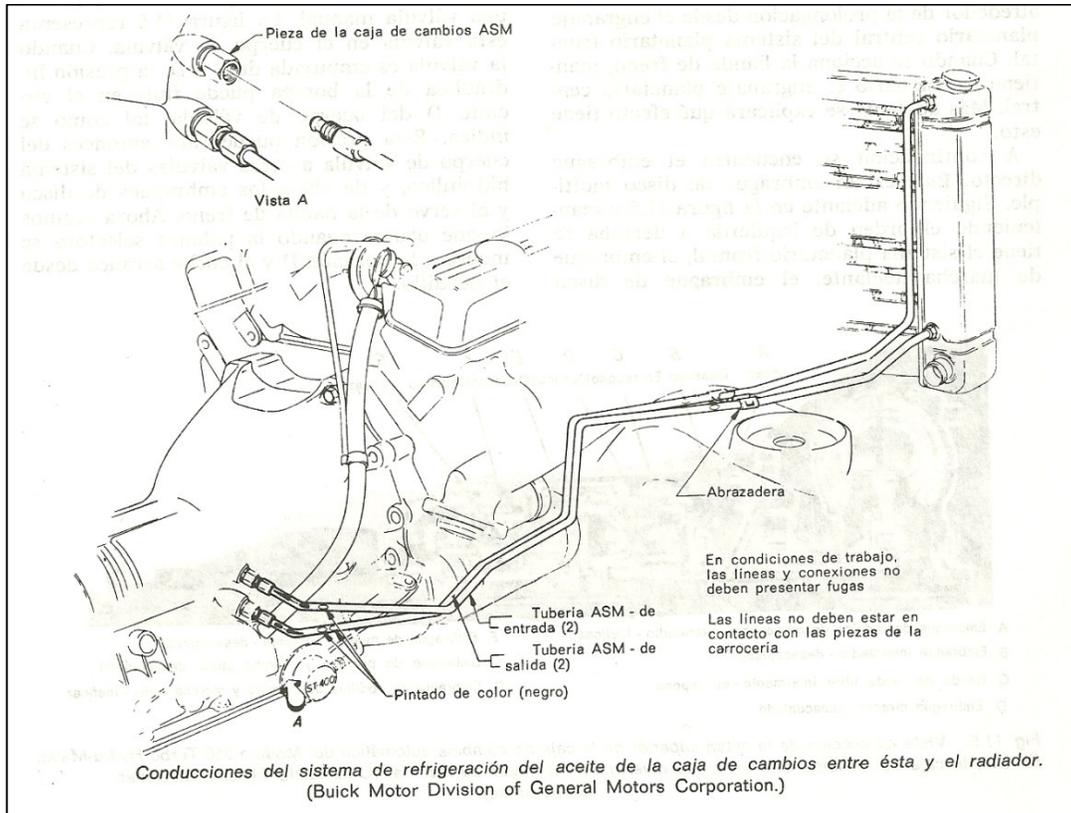
#### **Relaciones de Transmisión**

<b>MARCHA</b>	<b>RELACIÓN</b>
<i>PRIMERA</i>	<i>2.52 : 1</i>
<i>SEGUNDA</i>	<i>1.52 : 1</i>
<i>TERCERA</i>	<i>1 : 1</i>
<i>REVERSA</i>	<i>2.07 : 1</i>

<sup>3</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/Turbo-Hydrumatic>  
CROUSE, William, Transmisión y Caja de Cambios del Automóvil. Editorial Alfaomega Marcombo 1982

### **2.1.3. Sistema de Refrigeración de la Transmisión**

El sistema de refrigeración se encarga de evitar el sobrecalentamiento de la caja de cambios y su aceite, el mismo que circula por medio de un radiador que está situado en el lado derecho del tanque del radiador del sistema de refrigeración del motor, de esta manera el aceite y la caja de cambios se mantienen en temperatura normal de funcionamiento.



*Fig. 2.2. Esquema de refrigeración de la transmisión Turbo Hydra-Matic 350. CROUSE, William, Transmisión y Caja de Cambios del Automóvil. Editorial Alfaomega Marcombo 1982*

## **2.1.4. Partes de una Transmisión Turbo Hydra-Matic 350**

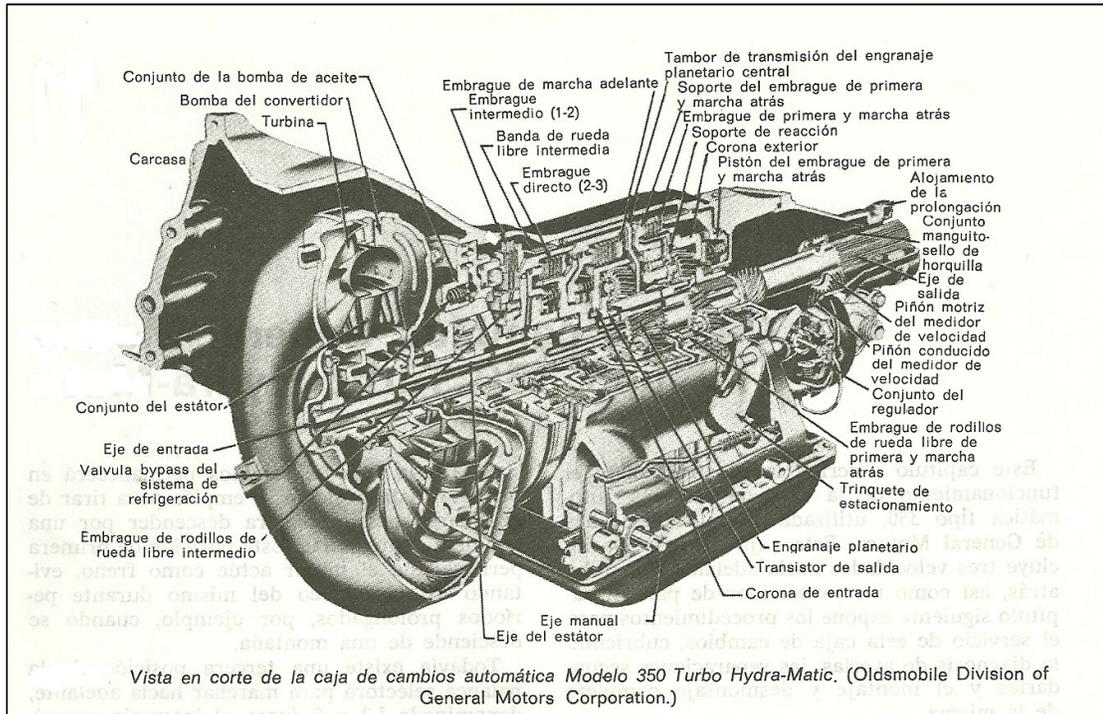


Fig. 2.3. Diagrama en corte de las partes de la Trasmisión Turbo Hydra-Matic 350. CROUSE, William, Transmisión y Caja de Cambios del Automóvil. Editorial Alfaomega Marcombo 1982

*Para visualización de diagramas hidráulicos de la Turbo Hydra-Matic 350 ver en anexos.*

## **2.2. SISTEMA DE FRENO Y ACELERACION**

### **2.2.1. Sistema de Frenos<sup>4</sup>**

La función principal de un vehículo es la de trasladar a una o varias personas de un sitio a otro. Dicho desplazamiento está condicionado por factores como: tipo de superficie, fluidez del tráfico, situación geográfica, estado del clima, criterio del conductor, etc.

Para lograr este objetivo es necesario que sobre el vehículo actúen fuerzas que lo obliguen a cambiar su estado. Es decir fuerzas de aceleración para partir estando en reposo y fuerzas de frenado que lo obliguen a detenerse estando el vehículo en desplazamiento.

<sup>4</sup> BOSCH Robert, Sistemas de Freno Convencionales y Electrónicos, Edición 2003  
MANUAL PRÁCTICO DEL AUTOMÓVIL, Dirección, Frenos y Carrocería, Editorial Cultural 1987

Para que el vehículo se detenga debe tener un sistema de frenado, el cual se encarga de disminuir su velocidad de forma parcial o pararlo totalmente según sea necesario. Cabe mencionar que los sistemas de freno han ido evolucionando a través de la historia del automóvil, debido a los avances tecnológicos en el motor y sistemas de transmisión; ya que los progresos obtenidos en el tren de propulsión fueron generando vehículos que alcancen cada vez mayor velocidad, fue también necesario que los sistemas de freno sean cada más eficientes y brinden mayor seguridad a los ocupantes.

A más del sistema de freno existen factores que tienden a detener el vehículo tales como: rozamiento de los elementos de la transmisión, resistencia con el aire y el mismo motor cuando no está generando movimiento en las ruedas.

### **2.2.2. Análisis del frenado**<sup>5</sup>

El análisis de frenado comprende la distancia que ha de recorrer el vehículo desde que el conductor observa un obstáculo hasta que el vehículo se detenga por completo. Sin embargo esta distancia mínima de parada depende de ciertos factores tales como: estado del sistema de freno, estado de los neumáticos, condiciones de la carretera y habilidad del conductor.

El tiempo que transcurre desde que el conductor detecta un obstáculo hasta que hace contacto con el pedal del freno se denomina “tiempo muerto”, el cual tiene un promedio de 0.75 segundos en un conductor normal. El tiempo de frenado comprende el accionamiento del pedal del freno hasta la detención total del vehículo. Teóricamente la máxima deceleración que un vehículo normal puede alcanzar es de 6 m/s<sup>2</sup>

Para calcular la distancia de frenado en metros hay que aplicar las siguientes fórmulas:

$$dm = \frac{0.75 * V * 1000}{3600}$$

$$dfa = \frac{(V*1000)^2 * 1}{(3600)^2 * 2\alpha}$$

---

<sup>5</sup> MANUAL PRÁCTICO DEL AUTOMÓVIL, Dirección, Frenos y Carrocería, Editorial Cultural 1987

Siendo V la velocidad en km/h y  $\alpha$  la deceleración.

dm= distancia muerta; dfa= distancia activa de freno

Ejemplo:

Supongamos que un vehículo marcha a una velocidad de 220 km/h. Aplicando una deceleración de  $6\text{m/s}^2$ , la distancia muerta será:

$$dm = \frac{0.75 * V * 1000}{3600}$$

$$dm = \frac{0.75 * 220 * 1000}{3600}$$

$$dm = 45.83 \text{ m}$$

La distancia de frenado activo será:

$$dfa = \frac{(V*1000)^2}{(3600)^2} * \frac{1}{2\alpha}$$

$$dfa = \frac{(220*1000)^2}{(3600)^2} * \frac{1}{2*6}$$

$$dfa = 311.2 \text{ m}$$

La distancia total de frenado será:

$$45.83\text{m} + 311.2\text{m} = 357.03\text{m}$$

Ya que al conducir un vehículo, no se puede calcular la distancia justa para detenerlo es aconsejable conducir a una velocidad moderada para poder controlar mejor el vehículo.

La siguiente tabla muestra las distancias totales que necesita un vehículo para detenerse en función de la velocidad que lleva.

## **Tabla 2.2**

### **Distancias de frenado**

<b>VELOCIDAD km/h</b>	<b>DISTANCIA MUERTA</b>	<b>DISTANCIA ACTIVA</b>	<b>DISTANCIA TOTAL</b>
50	10,4	16	26,4
60	12,5	23,2	35,7
70	14,6	31,5	46,1
80	16,7	41,1	57,8
90	18,8	52	70,8
100	20,8	64,3	85,1
110	22,9	77,8	100,7
120	25	92,6	117,6
130	27	108,6	135,6
140	29,2	126	155,2
150	31,3	144,7	176
160	33,3	164,5	197,9
170	35,4	185,8	221,2
180	37,5	208,3	245,8
190	39,6	232	271,6
200	41,7	257,8	299,5

NOTA: Cuadro de distancias de frenado en función de la velocidad del vehículo. MANUAL PRÁCTICO DEL AUTOMÓVIL, Dirección, Frenos y Carrocería, Editorial Cultural 1987

### **2.2.3. Especificaciones del sistema de freno**

El vehículo utilizado para el proyecto consta de un sistema de servo-freno relativamente básico. Está compuesto por una bomba principal de freno la cual es accionada mediante un pedal, por medio de cañerías lleva el líquido de frenos hacia los cilindros o actuadores, los cuales a su vez serán los encargados de aplicar la fuerza frenante a las pastillas de freno en el caso de frenos de disco y las zapatas en el caso de los frenos de tambor.

#### **2.2.3.1. Bomba Principal asistida por Servo-freno<sup>6</sup>**

Este vehículo posee una bomba de freno en tándem con el fin de hacer independientes los circuitos de las ruedas delanteras y posteriores del vehículo. En el caso de que se rompa alguna cañería podrá tener un sistema de freno auxiliar. Esto se consigue mediante el empleo de dos pistones colocados uno detrás de otro y con un depósito con dos cámaras independientes. En caso de presentarse una avería en uno de los circuitos, el otro puede seguir funcionando normalmente. En caso de fallo del servofreno la instalación debe continuar funcionando con un máximo de 800 N de fuerza muscular.

---

<sup>6</sup> BOSCH Robert, Sistemas de Freno Convencionales y Electrónicos, Edición 2003  
MANUAL PRÁCTICO DEL AUTOMÓVIL, Dirección, Frenos y Carrocería, Editorial Cultural 1987

El Chevrolet Malibu utilizado en el proyecto presentó una gran deficiencia en el servo-freno debido a una rotura en el cuerpo de válvula. Al presentarse un problema de este tipo es prácticamente imposible una reparación local siendo necesario reemplazar el servo-freno por una unidad nueva.



*Figura 2.4. Daño en el Cuerpo de Válvula*

Una vez reemplazado el servo-freno se pudo corregir el problema ya que la bomba principal de freno se encontraba en óptimas condiciones de funcionamiento.

#### **2.2.3.2. Frenos de Disco Delanteros<sup>7</sup>**

El vehículo Chevrolet Malibu utiliza frenos de disco autoventilados, los cuales están fabricados en acero para facilitar la disipación del calor de una manera más efectiva. Los discos autoventilados están provistos de unas ventanas ubicadas entre las superficies frenantes, las cuales crean un efecto de turbina, absorbiendo el aire y haciéndolo circular por su interior y refrigerando todo el conjunto.

El disco de freno va introducido dentro de la mordaza sobre la cual están suspendidas las pastillas de freno. Las pastillas de freno están conformadas por un material aglomerado que posee un alto coeficiente de rozamiento ya que están en contacto directo con la superficie del disco. Dentro de la mordaza está alojado un cilindro receptor, más conocido como caliper. Los calipers son los encargados de presionar las pastillas de freno contra el disco, para restarle energía mecánica y convertirla en energía calorífica.

---

<sup>7</sup> MANUAL PRÁCTICO DEL AUTOMÓVIL, Dirección, Frenos y Carrocería, Editorial Cultural 1987



*Fig. 2.5.* Frenos de Disco ventilados

Como se puede apreciar en la siguiente fotografía los discos de freno se encontraban en muy buen estado, siendo necesario únicamente el cambio de pastillas de freno.



*Figura 2.6.* Mordaza de Freno

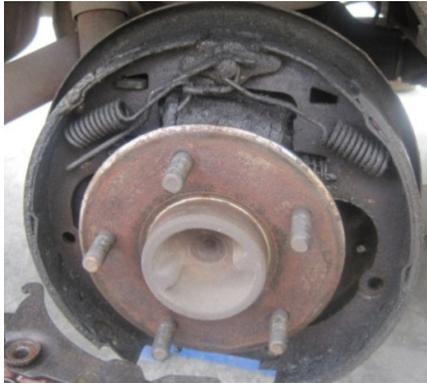
### **2.2.3.3. Frenos de Tambor en las ruedas Posteriores<sup>8</sup>**

Está conformado por un cilindro receptor de efecto doble, el cual acciona las dos zapatas de freno. Estas zapatas están apoyadas en un perno de presión movible por ambos lados; por ende, en marcha hacia adelante y hacia atrás el perno transmite la fuerza de la zapata primaria a la secundaria y viceversa. Este tipo de freno es conocido como “Dúo-Servo”. El vehículo presentó una fuga de líquido de freno en los cilindros actuadores debido al mal

---

<sup>8</sup> BOSCH Robert, Sistemas de Freno Convencionales y Electrónicos, Edición 2003

estado de los retenedores; como consecuencia las zapatas estaban mojadas y no presentaban un coeficiente de rozamiento óptimo para su buen desempeño.



*Figura 2.7.* Freno de Tambor con fuga de Líquido

Para corregir este problema fue necesario reemplazar los retenedores del cilindro actuador, y luego realizar una limpieza profunda del conjunto.



*Figura 2.8.* Freno de Tambor Reparado

#### **2.2.3.5. Líquido de frenos**

El sistema de freno del Chevrolet Malibu del proyecto utilizaba líquido de frenos del tipo DOT 3, pero al realizar el cambio de retenedores se perdió una gran cantidad del mismo. Por consiguiente y para mejorar el funcionamiento del sistema se optó por utilizar líquido de frenos del tipo DOT 4.

Las exigencias que debe cumplir un líquido de frenos se encuentra en las normas SAE J 1703, FMVSS 116.

**Tabla 2.3**

**Especificaciones de Líquido de Frenos**

COMPROBACIÓN	FMVSS116			SAE
	DOT3	DOT4	DOT5, DOT5.1	J1703
Nivel				11.85
Punto Ebullición en seco como mínimo °C	205	230	260	205
Punto Ebullición en húmedo como mínimo °C	140	155	180	140
Viscosidad en frío a -40 °C	1500	1800	900	1800

NOTA: Valores Según normas SAE J 1703 y FMVSS 116.

**2.2.4. Sistema de Aceleración**

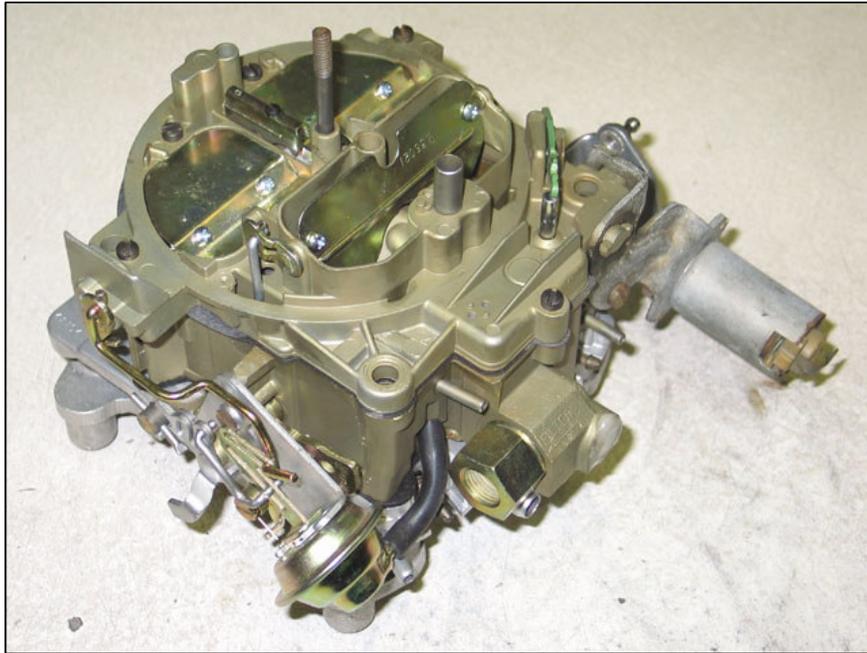
**2.2.4.1. Generalidades**

Para conseguir la aceleración, el motor de combustión interna que lleva el vehículo, debe regular la relación de aire-combustible. Cuando el motor lleva un carburador la cantidad de combustible es regulada por la succión que genera el caudal de aire cuando pasa a través del mismo carburador y el múltiple de admisión. En el caso de motores con inyección electrónica, el pedal de aceleración mueve una aleta que se encuentra en el colector de admisión, para permitir el ingreso de aire que a su vez es medido por uno o varios sensores, los cuales servirán para determinar la cantidad de combustible que deberá ser inyectada a modo de mantener una correcta relación estequiométrica. Generalmente este sistema ha estado controlado por un pedal que a su vez mueve una aleta denominada “mariposa de aceleración” por medio de un cable de acero. En la actualidad, muchos fabricantes de vehículos de alta gama han optado por prescindir del cable de acero y recurrir al empleo de sistemas electrónicos para optimizar la respuesta del motor según el tipo de conducción.

Para el desarrollo del proyecto, es importante mencionar que el vehículo Chevrolet Malibu 1979 monta un carburador “*Rochester Quadrajet*” y su funcionamiento básico se describe a continuación.

#### 2.2.4.2. Carburador Rochester Quadrajét<sup>9</sup>

El carburador Quadrajét fue utilizado en muchos modelos de GM, consta de cuatro gargantas subdivididas en dos circuitos, primario y secundario respectivamente que están calibrados para ofrecer diferentes mezclas de aire combustible. Los Venturis del circuito primario son más pequeños que en el secundario, el cual posee unas válvulas diseñadas para abrirse cuando el motor está en altas revoluciones, consiguiendo así una gran economía en comparación con otros carburadores de cuatro gargantas.



*Figura 2.9.* Carburador Rochester Quadrajét. Fuente: <http://fordv8argentina.com.ar/rochesterquadrajét.htm>  
(Carburador Rochester Quadrajét)

---

<sup>9</sup> <http://fordv8argentina.com.ar/rochesterquadrajét.htm>

## CAPITULO III

### DISEÑO Y MODIFICACIÓN DE LOS CONTROLES DE ACELERACIÓN Y FRENO.

#### **3.1. GENERALIDADES**

Debido al enfoque del presente proyecto, es necesario el diseño de un elemento mecánico que permita el control del freno y el acelerador en una sola mano, ya que la mano que queda libre servirá para el control de la dirección del vehículo.

Este elemento mecánico al cual se ha denominado “palanca de control” está conformado en acero estructural A36 a excepción de la pieza N.11 del plano de conjunto que es de Acero tipo A42-27ES.

Adicionalmente se necesitará de un cilindro actuador con reservorio para líquido de frenos con un diámetro interno de 3cm y un cilindro receptor de 3,5cm de diámetro interno y 6cm de carrera, que empujará el pedal de freno. Para conectar ambos cilindros se utilizará manguera flexible de 1m de longitud.

#### **3.2. PROPIEDADES DE LOS ACEROS**

Según la ASTM<sup>1</sup> las propiedades de los aceros utilizados se las resume en la siguiente tabla:

**Tabla 3.1**

##### **Propiedades de los Aceros**

<b>GRADOS DEL ACERO</b>	<b>RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Kgf/mm<sup>2</sup></b>	<b>LÍMITE DE FLUENCIA MIN. Kgf/mm<sup>2</sup></b>
A36	36 a 42	24
A42-27ES	42 a 52	27

*NOTA:* Para el caso del Acero A42-27ES la letra E nos indica que es de tipo estructural y la letra S nos indica que el acero tiene soldabilidad garantizada. Ambos aceros se pueden unir mediante electrodos E6010, E6011 y E6013.

---

<sup>1</sup> American Society for Testing Materials

Los materiales a utilizar para la elaboración de la palanca de control se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 3.2**

**Características de los materiales para la construcción de la palanca de control**

Denominación	Dimensiones (mm)		Peso		Área
	A	e	kg/m	kg/6m	cm <sup>2</sup>
<b>ANGULOS</b>					
AL 25 x 3	25	3	1,11	6,64	1,41
<b>TUBO CUADRADO</b>					
1"	25	1,1	0,65	3,88	6,25
<b>EJES</b>					
1/2"	12,5	-	0,88	5,28	1,13
1"	25	-	3,85	23,1	4,91
<b>PLANCHA A42-27 ES</b>					
A42-37ES	150	4	5,83	34,98	

*Nota:* especificaciones según la página web de "NOVACERO"

**3.3. PROCESO DE SOLDADURA**

Para poder acoplar los diferentes elementos que componen la palanca de control se utilizará el método de soldadura por Arco, el mismo que consiste en la unión permanente de dos piezas, de similares características metalográficas mediante la fusión ocasionada por un electrodo de las mismas particularidades y a una temperatura que sobrepasa los 3000°C.

**Tabla 3.3**

**Características de los Electrodo**

CARACTERISTICA	E6011	E6013
Revestimiento	Blanco	Azul-Gris
Aplicación	Penetración	Relleno
Cordón	Irregular	Uniforme
Escoria	Difícil de remover	Fácil de remover

*Nota:* Propiedades de los electrodos para soldadura por arco. HERNÁNDEZ Riesco Germán, Manual del soldador, Editorial Cesol Ocr.

**Tabla 3.4**

**Nomenclatura de los Electrodo**

<b>PREFIJO</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
E	“Electrodo” suelda por Arco
60	Resistencia a la tracción de 60,000 libras. (42,2 kg/mm <sup>2</sup> )
Cifra 1	Soldar en todas las posiciones
Cifras 1 y 3	Tipo de revestimiento 1.- alto contenido de materia orgánica 3.- óxido de rutilo

*Nota:* Prefijos y significados de la nomenclatura en electrodos para soldadura por Arco. HERNÁNDEZ Riesco Germán, Manual del soldador, Editorial Cesol Ocr.

**3.3.1. Cálculo de Amperajes<sup>2</sup>**

Para conocer el rango de amperajes que se debe utilizar para soldar con electrodo de diámetro 1/8” se utilizan las siguientes fórmulas:

Amperaje Máximo: es igual al equivalente decimal del diámetro del electrodo por 1000

$$\text{Amp MAX} = \frac{1}{8} \times 1000$$

$$\text{Amp MAX} = 0,125 \times 1000$$

$$\text{Amp MAX} = 125 \text{ Amperios}$$

Amperaje Mínimo: es igual a la diferencia entre el amperaje máximo y el 20% del mismo amperaje

$$\text{Amp MIN} = \text{Amp Max} - (20\% \text{ Amp Max})$$

$$\text{Amp MIN} = 125 - (0.2 \times 125)$$

$$\text{Amp MIN} = 100 \text{ Amperios}$$

Amperaje Medio: es la semisuma de los 2 amperajes anteriores.

$$\text{Amp } \frac{1}{2} = (\text{Amp Max} + \text{Amp Min}) / 2$$

---

<sup>2</sup> HERNÁNDEZ Riesco Germán, Manual del soldador, Editorial Cesol Ocr.

$$\text{Amp } \frac{1}{2} = (125 + 100) / 2$$

$$\text{Amp } \frac{1}{2} = 112.5 \text{ Amperios}$$

### 3.4. CÁLCULO DE FUERZAS Y PALANCAS<sup>3</sup>

Para poder detener un automóvil promedio, es necesario que el conductor aplique en el pedal de freno una fuerza de 50daN a 60daN. Sin embargo un hombre promedio puede aplastar con su pie hasta un máximo de 75daN. Es importante aclarar que éstos valores de apriete pueden variar dependiendo las condiciones fisiológicas de cada conductor.

Según un estudio realizado a 1927 trabajadores de General Motors España en el año 2006<sup>4</sup>, se pudo determinar que con el sistema mano-brazo la fuerza de empuje promedio de una persona es de 9,4daN a una altura de 1,2m. En este estudio se realizaron más de 6000 mediciones sobre un soporte mecánico acoplado a un dinamómetro.

Ahora bien para lograr que la fuerza del brazo se incremente hasta alcanzar la necesaria para aplicarla en el pedal de freno del vehículo de nuestro proyecto, fue necesario la utilización de un sistema hidráulico adicional y también el empleo de palancas. El cálculo se realizó en base a las fórmulas detalladas en el capítulo 32 del libro “Matemática aplicada para la técnica del automóvil”

#### NOTACIONES:

**Fb** = Fuerza del Brazo [daN]

**Fp** = Fuerza en la cabeza del émbolo del cilindro principal [daN]

**R1** = brazo de palanca 1 [cm]

**R2** = brazo de palanca 2 [cm]

**PL** = presión del circuito [daN/cm<sup>2</sup>]

**Ap** = Superficie del cilindro principal [cm<sup>2</sup>]

**Ar** = Superficie del cilindro receptor [cm<sup>2</sup>]

---

<sup>3</sup> KINDLER , KYNAST, Matemática Aplicada para la técnica del automóvil, GTZ, Editorial Reverté 1986

<sup>4</sup> <http://www.mapfre.com/ccm/content/documentos/fundacion/prev-ma/revista-seguridad/n101-art3-mano-brazo.pdf>

**D<sub>p</sub>** = diámetro del cilindro principal [cm]

**D<sub>r</sub>** = diámetro del cilindro receptor [cm]

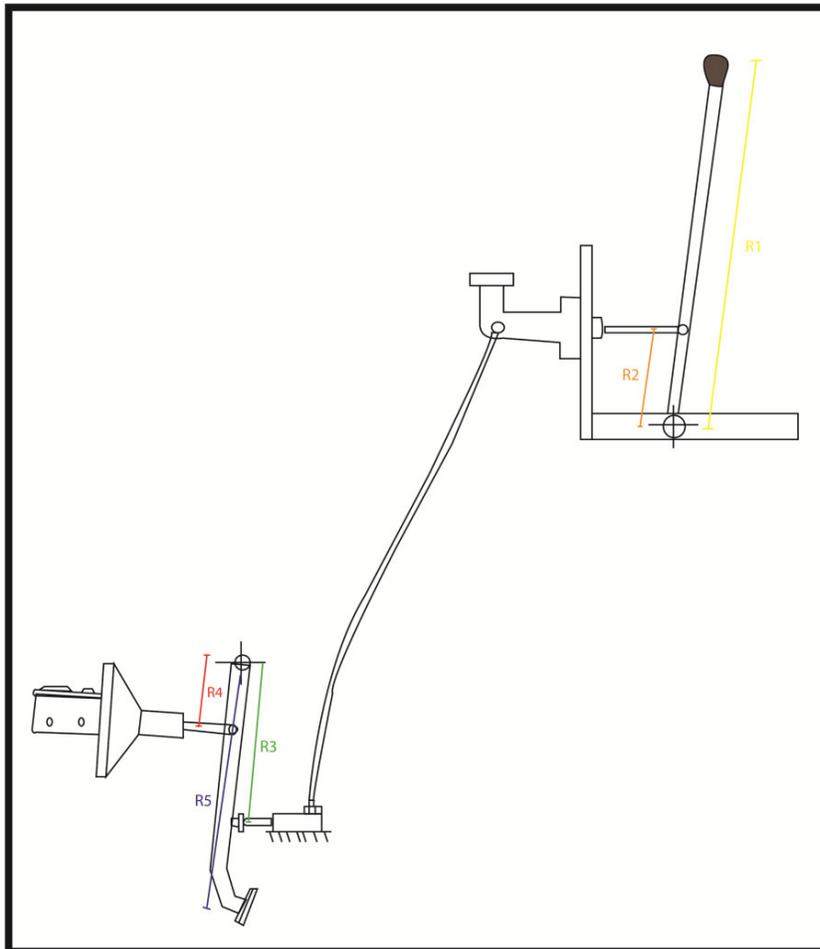
**F<sub>r</sub>** = fuerza de apriete en el cilindro receptor [daN]

**F<sub>s</sub>** = fuerza sobre el vástago del servo-freno [daN]

**DATOS:**

D<sub>p</sub>= 1,7cm    D<sub>r</sub>= 2,5cm    R<sub>2</sub>= 9cm    R<sub>3</sub>= 18cm    R<sub>4</sub>= 9,5cm    R<sub>5</sub>= 33cm

F<sub>pie</sub>= 60 daN    F<sub>b</sub>= 9,4 daN



*Figura 3.1.* Diagrama explicativo para realizar los cálculos de las fuerzas que actúan en cada uno de los radios de palanca. Fuente: grupo investigador.

## CÁLCULOS:

1) Para calcular la fuerza aplicada sobre el vástago del servo-freno:

$$F_{pie} \times R5 = F_s \times R4$$

$$60 \times 33 = F_s \times 9,5$$

$$F_s = \frac{1980}{9,5}$$

$$F_s = 208,42 \text{ daN}$$

2) Para saber la fuerza que debe aplicar el cilindro receptor debido a la menor distancia de palanca R3:

$$F_s \times R4 = F_r \times R3$$

$$208,42 \times 9,5 = F_r \times 18$$

$$F_r = \frac{1980}{18}$$

$$F_r = 110 \text{ daN}$$

3) Para calcular la presión del sistema:

$$F_r = PL \times A_r$$

$$PL = \frac{F_r}{A_r}$$

$$PL = \frac{110}{4,908}$$

$$PL = 22,409 \text{ daN/cm}$$

4) Para calcular Fp:

$$PL = \frac{F_p}{A_p}$$

$$F_p = PL \times A_p$$

$$F_p = 22,409 \times 2,269$$

$$F_p = 50,864 \text{ daN}$$

5) Para calcular R1 teniendo como valor de fuerza máximo Fb= 9,4N

$$F_p = \frac{F_b \times R_1}{R_2}$$

$$R_1 = \frac{F_p \times R_2}{F_b}$$

$$R_1 = \frac{50,864 \times 9}{9,4}$$

$$R_1 = 48,69 \text{ cm}$$

6) Para saber Fb teniendo en cuenta la distancia de la palanca R1=50cm

$$F_b \times R_1 = F_p \times R_2$$

$$F_b = \frac{F_p \times R_2}{R_1}$$

$$F_b = \frac{50,864 \times 9}{50}$$

$$F_b = 9,15 \text{ daN}$$

### 3.5. CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO DEL EXTREMO LIBRE

Teniendo en cuenta la distancia de palanca que se utilizará, ahora se procede a calcular el desplazamiento horizontal del extremo libre al aplicar el momento flector generado por la fuerza del brazo. Para este cálculo utilizamos la siguiente fórmula<sup>5</sup>:

$$f = \frac{L^3}{3 \times J \times E} \times P$$

En donde:

*f= desplazamiento horizontal del extremo libre.*

---

<sup>5</sup> [http://www.cienciaredcreativa.org/informes/elastic\\_patera.pdf](http://www.cienciaredcreativa.org/informes/elastic_patera.pdf)

$P$  = carga aplicada (fuerza).

$L$  = longitud libre de la palanca.

$J$  = momento de inercia respecto al eje. Se mide en  $m^4$ .

$E$  = módulo de elasticidad o módulo de Young. La unidad del módulo es  $N/m^2$

**DATOS:**

$f = x$     $P = 91N$     $L = 0.4m$     $J = x$     $E = 21 \times 10^{10} N/m^2$

$R = 6,35 \times 10^{-3} m$

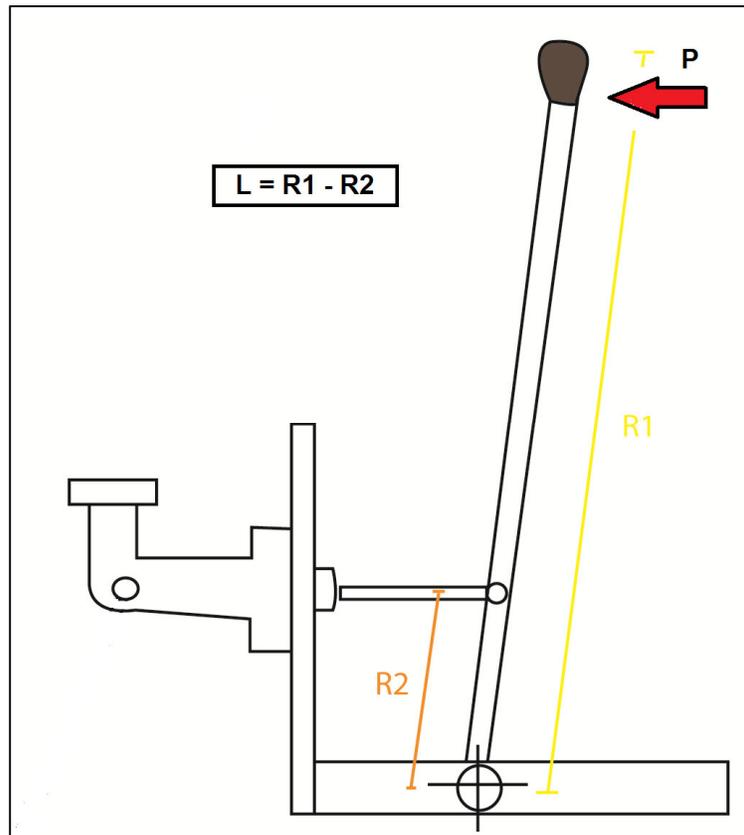


Fig. 3.2. Diagrama explicativo para entender el esfuerzo que actúa sobre el extremo libre de la palanca de control. Fuente: grupo investigador.

## CÁLCULOS:

Primero se debe calcular el momento de inercia de la sección de la palanca (espesor de ½”), para lo cual se aplica la siguiente fórmula<sup>6</sup>:

$$J = \frac{\pi R^4}{4}$$

$$J = 1,276 \times 10^{-9} m^4$$

Una vez que se ha calculado el momento de inercia se ingresan los datos en la fórmula para calcular el desplazamiento horizontal:

$$f = \frac{(0,4)^3}{3 \times (1,27 \times 10^{-9}) \times (21 \times 10^{10})} \times 91$$

$$f = 7,28 \times 10^{-3} m$$

$$f = 7,28 mm$$

Al tomar como referencia el módulo de elasticidad del acero más el momento de inercia de la palanca de control se puede calcular el desplazamiento máximo con el cual el material no se deforma permanentemente, por lo que el material elegido cumple con los parámetros.

### 3.6. ARMADO PASO A PASO

Para empezar debemos cortar los ángulos y el tubo cuadrado según las especificaciones del plano y soldarlos para poder formar la base del conjunto. Estas son los elementos N.8 y N.7 del plano de conjunto.

---

<sup>6</sup> <http://ingeniar.com.ve/Docencia/Resistencia.pdf>



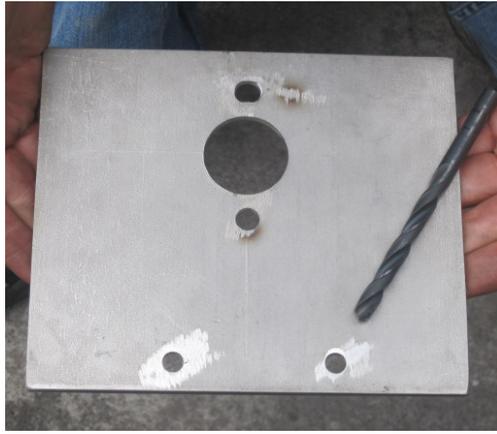
*Figura 3.3. Cuadratura de la base*

Una vez que la base ha sido soldada se procede a realizar las perforaciones según las medidas señaladas en el plano.



*Figura 3.4. Elaboración de Perforaciones*

Luego debemos realizar las perforaciones en la plancha de Acero A42-27ES según las medidas del plano. Debido a la dureza del material es necesario realizar las perforaciones con broca de cobalto y en un taladro de pedestal.



*Figura 3.5. Perforaciones en Acero A42-27ES*

Posteriormente debemos unir las dos piezas mediante pernos 5/16" y colocar el cilindro actuador en el lugar indicado para verificar que las medidas de las perforaciones se encuentren correctas.



*Figura 3.6. Verificación de Perforaciones*

Lo siguiente es cortar el eje de 1/2" de espesor con una longitud de 160 mm y luego realizar dos perforaciones en los extremos con broca de 1/8". Pieza N.12.



*Figura 3.7. Eje de 1/2"*

Para realizar la perforación interna en el eje de 1" de espesor, es necesario llevarlo a un torno. El diámetro interno deberá ser de ½" para alojar al eje anteriormente mostrado. La longitud de este eje deberá ser de 90mm. Pieza N.13.



*Figura 3.8.* Bocín de 1"

De igual manera se debe realizar una perforación con broca de ½" en cada uno de los lados de la base.



*Figura 3.9.* Perforaciones en los lados de la Base

Luego debemos soldar un eje de ½" de espesor con una longitud de 50 cm a la pieza N.13 según el plano y se lo debe armar según el diseño.



*Figura 3.10.* Armado de componentes para verificación

Para la elaboración de la corredera central se requiere pletina de 3mm de espesor, los segmentos se cortan según las medidas y se sueldan. Dentro de esta pieza correrá libremente la palanca de control que accionará el freno en un sentido, y al sentido contrario accionará el acelerador. Esta pieza es la N.9 del conjunto.



*Figura 3.11. Corredera Central*

Posteriormente se procede a soldar los refuerzos entre la base y la plancha metálica. Estos elementos son las piezas N.10 del plano.



*Figura 3.12. Soldadura de refuerzos*

Para continuar con el trabajo debemos soldar las guías laterales, las mismas que están provistas de un canal en donde circularán las guías circulares de la pieza N.9 del conjunto.



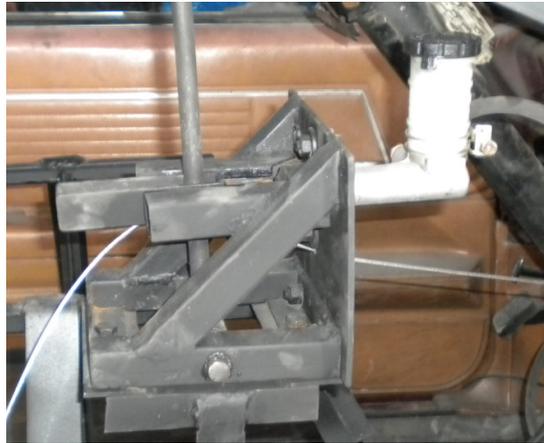
*Figura 3.13.* Guías Laterales.

Para conectar el cilindro principal y el cilindro receptor se debe usar una manguera flexible de 1m de longitud. Estos cilindros serán los encargados de transmitir la fuerza procedente del brazo del conductor hacia la palanca donde se encuentra el pedal de freno. El cilindro receptor descansa en una base hecha con Acero A36 altamente resistente y sujeta a puntos fijos de la carrocería.



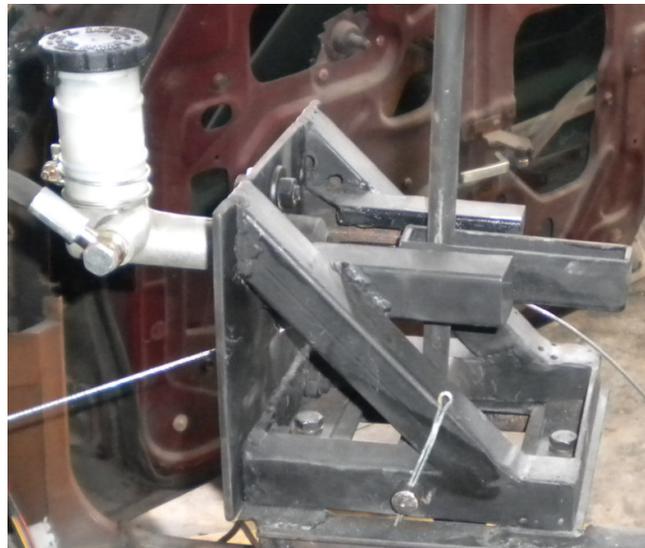
*Figura 3.14.* Montaje de la palanca de control.

Una vez instalados los cilindros, se procede a realizar una perforación con broca de cobalto diámetro 1/8" por debajo del cilindro principal, por esta perforación ingresará el cable de acero que conecta el carburador con la palanca de control.



*Figura 3.15.* Cable de acelerador.

Para terminar se debe colocar un pasador en cada extremo del eje N.12 para evitar que este se salga con el movimiento. Una vez armado el conjunto se puede iniciar con las pruebas del sistema de freno y acelerador.



*Figura 3.16.* Palanca de Control terminada.

**Nota:** los aceros utilizados para la construcción de la Palanca de Control fueron en su totalidad materiales reciclados debido a que se necesitaba poca cantidad y además su costo económico es muy bajo.

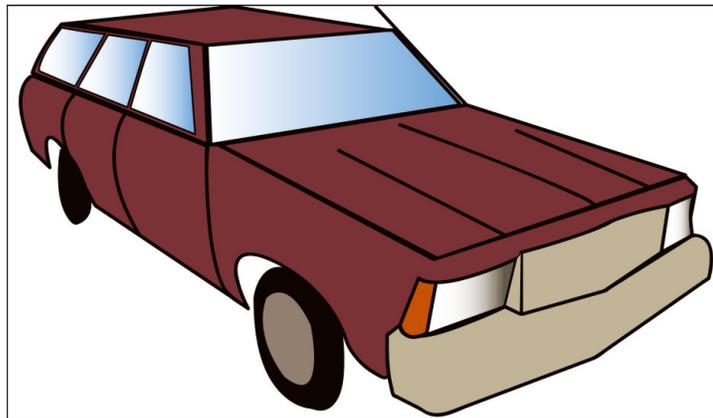
## CAPITULO IV

### DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA DE ACCESO CON ACCIONAMIENTO HIDRÁULICO

#### **4.1. EXPLICACIÓN TEÓRICA DEL PROYECTO**

La idea fundamental del proyecto es brindar las facilidades para que una persona con discapacidad en miembros inferiores pueda utilizar un vehículo como medio de transporte. Para lograr este objetivo fue necesario conseguir un vehículo que cumpla con dos requisitos principales: poseer transmisión automática y que sea un vehículo que tenga chasis de tipo bastidor. El objetivo de la transmisión automática es el de facilitar el manejo del vehículo ya que no necesitaremos de la operación de un pedal de embrague como en los vehículos de transmisión manual. La operación de la palanca de control para freno y acelerador ya se la explicó en el capítulo 3, por consiguiente en este capítulo se explicará tanto el circuito de levante hidráulico así como también de las modificaciones y acabados automotrices.

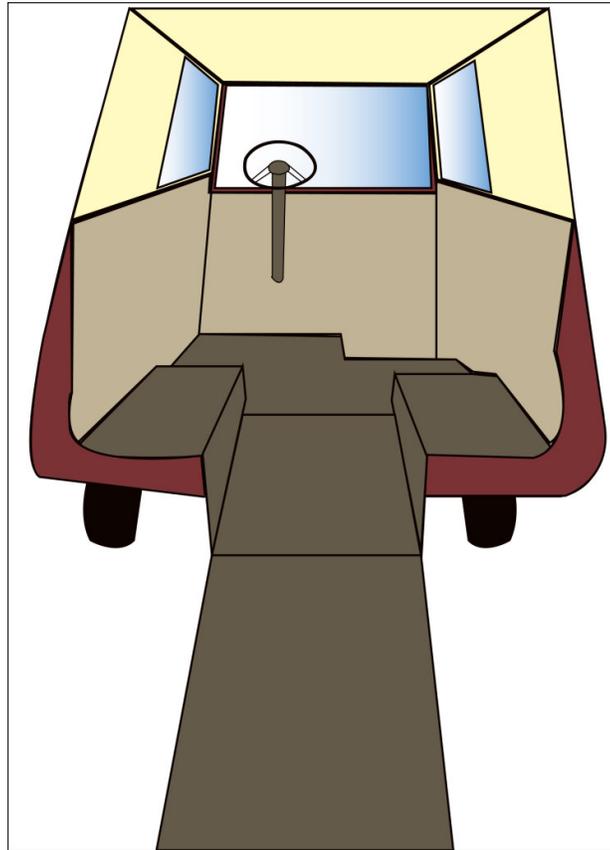
Para tener una mejor idea de lo que debemos hacer se realizará un bosquejo de la forma original del vehículo así como también de la forma que deseamos obtener una vez finalizado el proyecto.



*Figura 4.1.* Bosquejo Vehículo Inicial. Fuente: Grupo Investigador

En la figura 4.1 se puede apreciar un bosquejo de la forma y líneas básicas que conforman el vehículo que se utilizará. El reto que aguarda será modificar al automóvil de tal forma que en su parte posterior tenga una plataforma de acceso retráctil y que cuente con un piso

totalmente plano, de tal suerte que la persona pueda ingresar en la silla de ruedas, anclarse al piso y poder conducir el automotor con toda confianza y seguridad.



*Figura 4.2.* Bosquejo Vehículo Terminado. Fuente: Grupo Investigador

Para conseguir que el vehículo obtenga esta nueva forma se deberá modificar la altura del techo, crear un nuevo piso que sea plano en su totalidad, construir la plataforma retráctil con accionamiento hidráulico y desde luego realizar los procesos necesarios para tener un buen acabado automotriz.

#### **4.2. ESTUDIO DE LAS MODIFICACIONES Y MATERIALES**

Antes de comenzar con la construcción de la plataforma es muy importante delimitar el espacio disponible en la carrocería del vehículo. De esta forma se podrá distribuir de la mejor manera las diferentes partes y elementos que conformarán la plataforma de acceso, así como también los elementos adicionales que requiera el vehículo para su normal funcionamiento.

El primer paso consiste en retirar la tapicería y los asientos del vehículo para poder apreciar de mejor manera el área útil en donde irá el nuevo piso del vehículo, la plataforma inclinada para el acceso, y de igual manera la nueva ubicación del tanque de combustible y de los elementos que conformarán el sistema hidráulico.



*Figura 4.3.* Desmontaje Accesorios parte Interna

Luego se debe retirar las partes metálicas del maletero del vehículo, para lo cual se necesita utilizar un cincel y un martillo para ir despegando los puntos de suelda, es también muy útil el uso de una amoladora con disco de corte para ayudarnos en las partes que no se puedan desprender los puntos de suelda de la carrocería.



*Figura 4.4.* Corte Piso de Maletero

Para poder ubicar el nuevo piso del vehículo lo más bajo posible, será necesario cortar parcialmente el travesaño posterior que une los largueros del bastidor. En este punto se debe tomar la medida entre las torres de anclaje de los espirales, ya que por medio de estos puntos deberá ingresar la silla de ruedas. Así también se deberá tomar todas las medidas necesarias para la elaboración de la estructura metálica que servirá tanto para reforzar el bastidor como para sostener el piso de la plataforma de acceso.



*Figura 4.5. Vista Área Útil Piso Posterior*

Como se había mencionado anteriormente el techo del vehículo deberá ser retirado para poder armar una nueva estructura que se ubicará a una mayor altura debido a que la persona en silla de ruedas necesita más espacio para ingresar al vehículo. De igual manera los refuerzos del techo se los debe retirar y guardarlos para utilizarlos más adelante con la nueva estructura.



*Figura 4.6. Desmontaje Techo*

#### **4.2.1 Materiales a utilizar**

Para la construcción de la rampa de acceso y también del nuevo piso se utilizará el acero estructural a36, ya que necesitamos un material que sea altamente resistente y no se deforme incluso con el peso de varias personas. No se puede utilizar materiales ligeros como el aluminio, debido a que se pueden deformar con mucha facilidad.

Los perfiles que se utilizarán así como sus especificaciones se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 4.1**

#### **Características de los perfiles Estructurales**

	DIMENSIONES (mm)		PESO		ÁREA
	A	E	kg/m	kg/6m	cm <sup>2</sup>
<b>ÁNGULOS</b>					
AL 20 x 3	20	3	0,87	5,23	1,11
AL 25 x 3	25	3	1,11	6,64	1,41
AL 30 x 3	30	3	1,34	8,05	1,71
AL 40 x 4	40	4	2,39	14,32	3,04
<b>PLATINAS</b>					
PL 25 x 3	25	3	0,59	3,53	0,75
PL 30 x 3	30	3	0,71	4,24	0,9
PL 38 x 4	38	4	1,19	7,16	1,52
<b>TEES</b>					
TEE 20 x 3	20	3	0,9	5,4	1,15
TEE 30 x 3	30	3	1,41	8,48	1,8

*Nota:* Datos tomados de la página web de Novacero

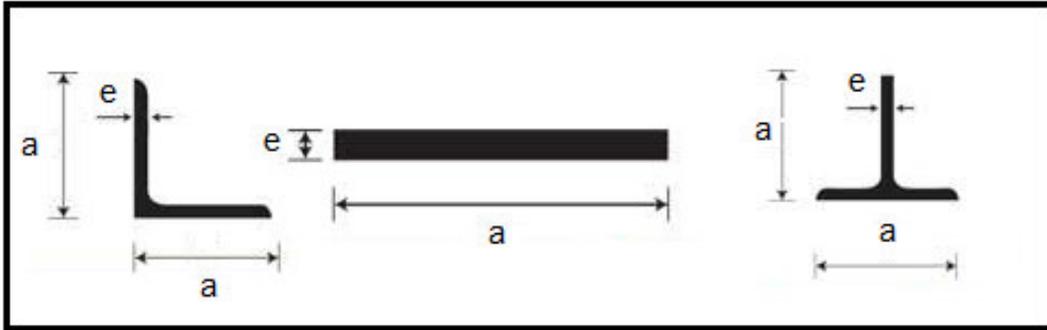


Figura 4.7. Sección transversal de los perfiles estructurales Navacero

De igual forma las planchas que se utilizarán se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 4.2

**Características de las Planchas**

CALIBRE	ESPESOR (mm)	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	PESO (kg)
22	0,7	1200	2440	17,03
18	1,2	1200	2440	28,8
Corrugado	2	1210	2400	46,46

**4.3. CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA**

**4.3.1. Resistencia de la estructura**

Para poder determinar la resistencia de nuestra estructura, utilizamos la ayuda del programa SAP, ingresando los siguientes datos:

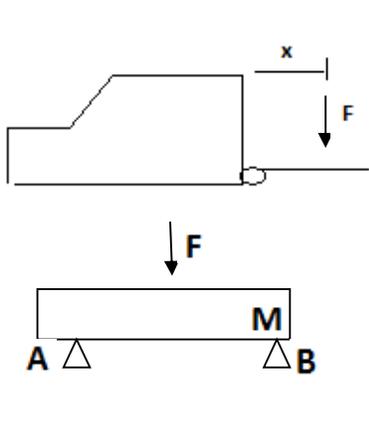
Masa plataforma: 40lb → 18,18 kg

Peso Plataforma: 178,34 N

X: 0,5m

Radio eje: 0,5 inch → 0,0127 m

Momento Inercia del acero:  $\frac{1}{2}\pi r^4$



$$Torque = Px$$

$$178.34(0,5)$$

$$Torque = 89,17Nm$$

$$M = 11,36 Nm$$

Cálculo visto desde el lado izquierdo del eje hacia la fuerza aplicada

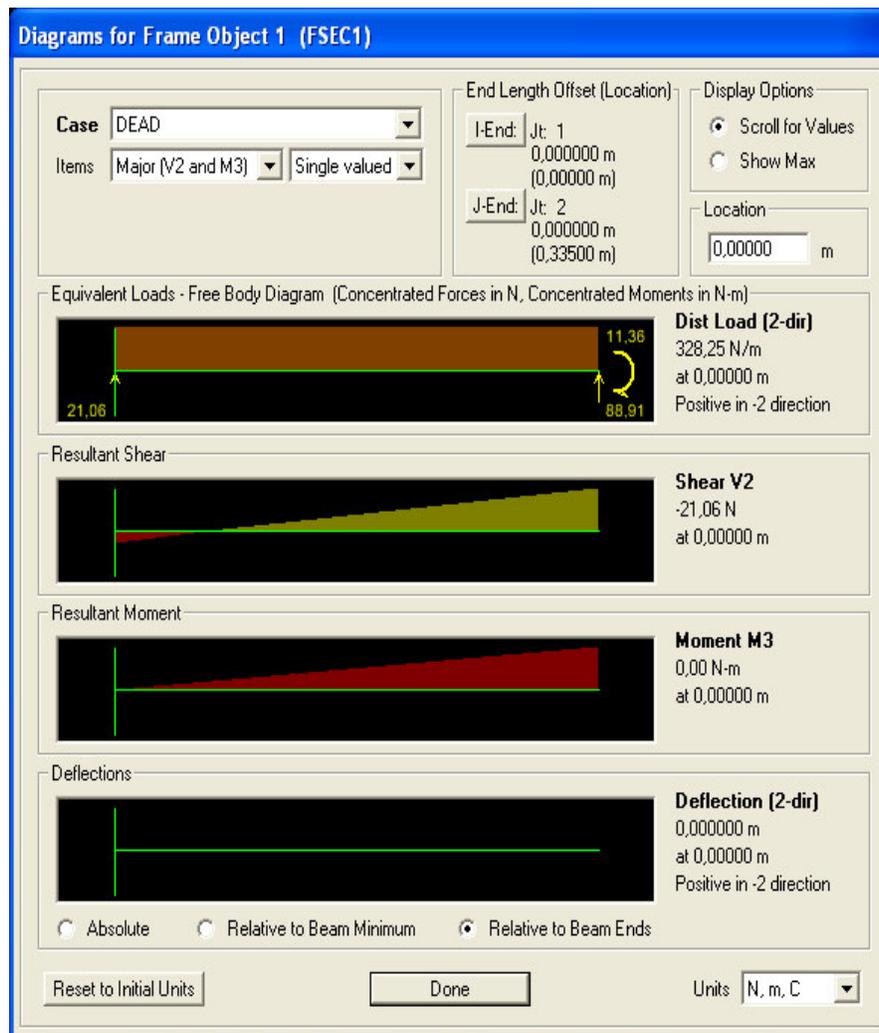
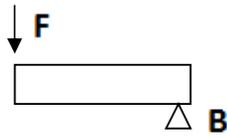


Figura 4.8. Simulación Esfuerzos Programa SAP



Visto desde el lado derecho del eje hacia la fuerza aplicada

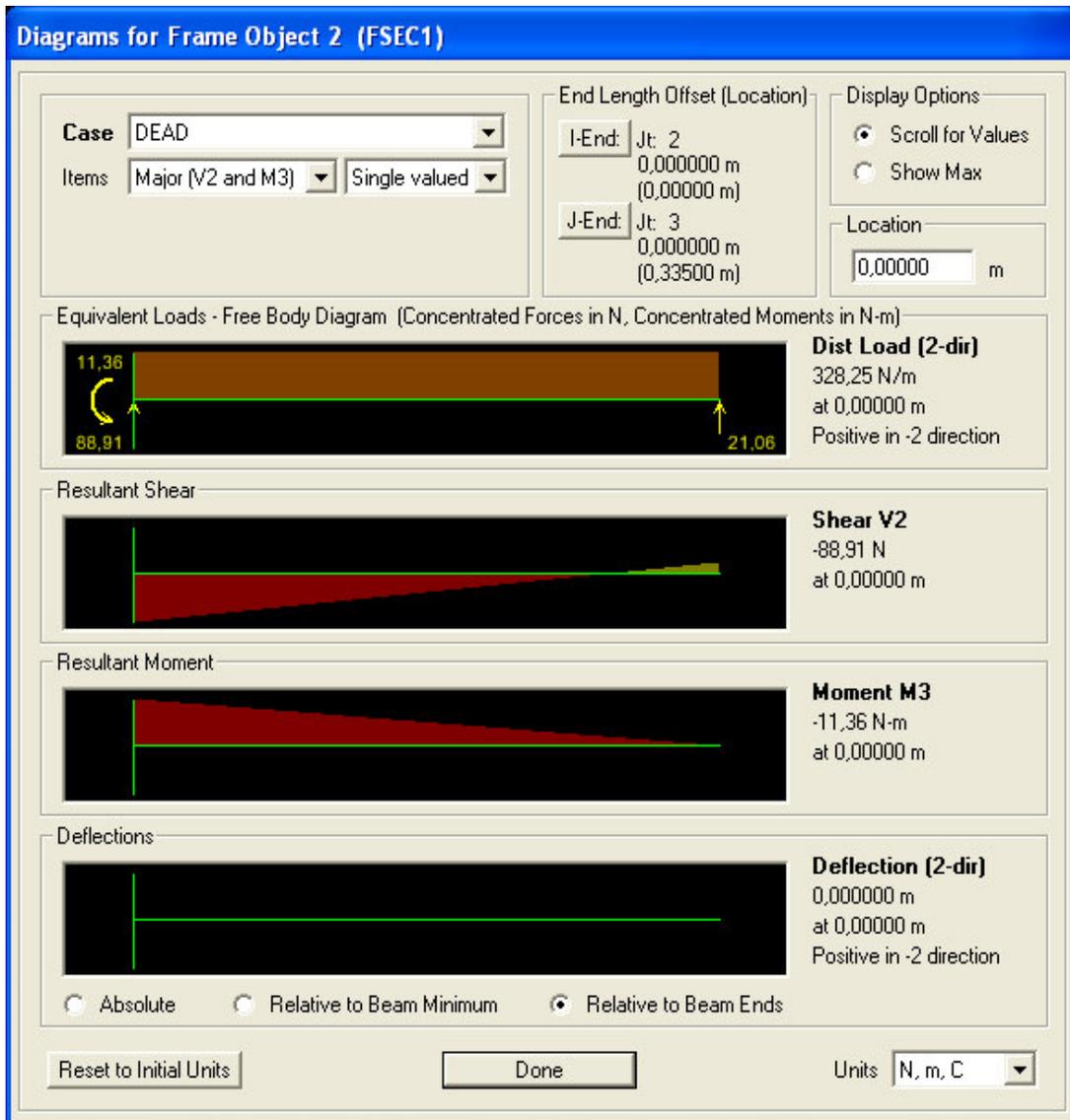
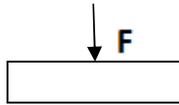


Figura 4.9. Simulación Esfuerzos Programa SAP



Visto desde la Fuerza aplicada en el eje

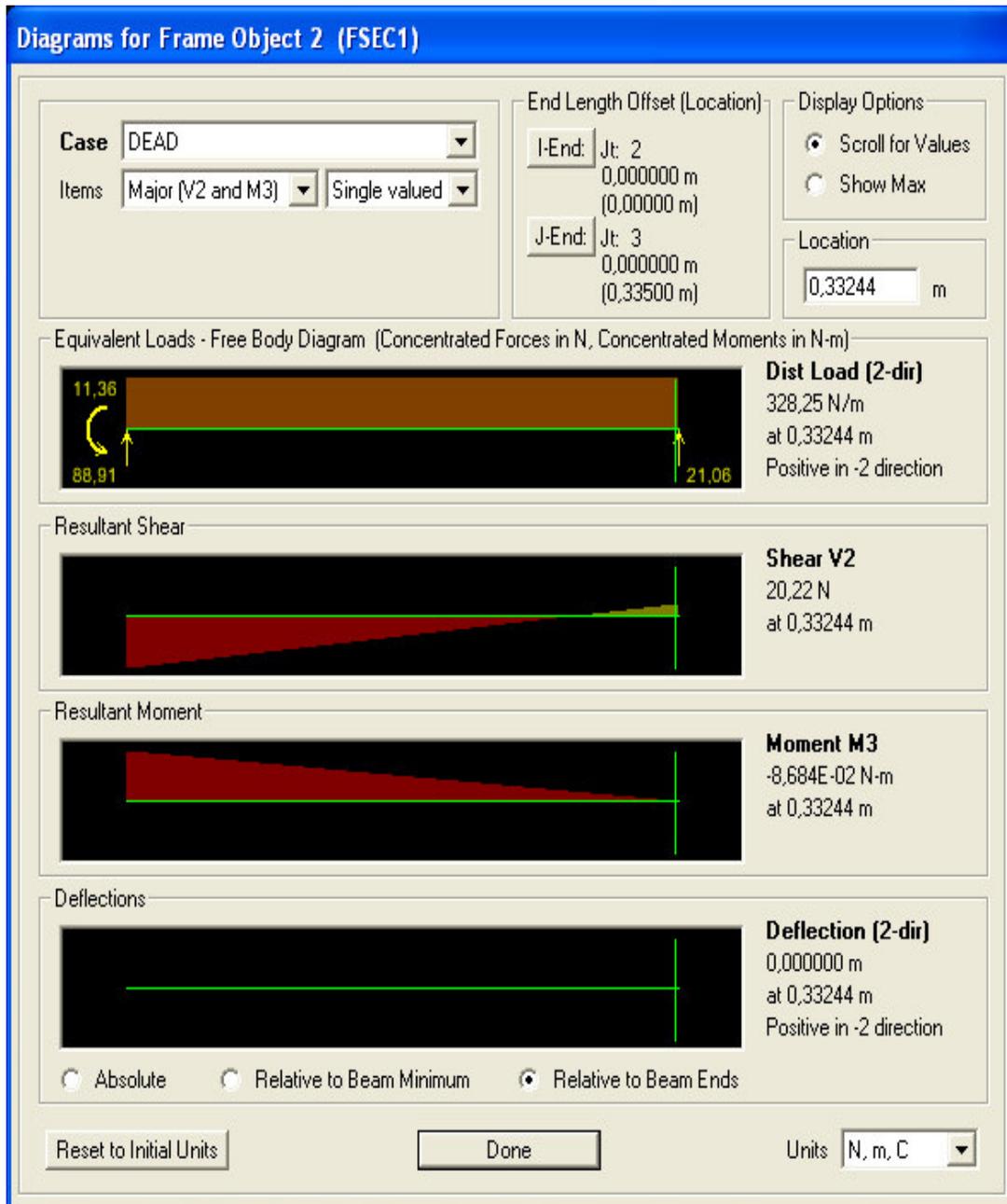


Figura 4.10. Simulación Esfuerzos Programa SAP

Flexión:

$$F = \frac{Mr}{I}$$

$$\sigma = \frac{11,36 (0,0127)}{\frac{1}{2}\pi(0,0127)^4}$$

$$\sigma = 3530590,04 \frac{N}{m^2}$$

$$\sigma = 3530,59 \text{ KPa}$$

Torsión:  $\tau$

$$\tau = \frac{Tr}{I}$$

$$\tau_{xy} = \frac{(8,8905)(0,0127)}{\frac{1}{4}\pi(0,0127)^3}$$

$$\tau_{xy} = 70182,50 \frac{N}{m^2}$$

$$\tau_x = 70,182 \text{ KPa}$$



Con esto calculamos los esfuerzos principales

$$\sigma_{A B} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} + \sigma_{xy}}$$

$$\sigma_a = 3530,9 \text{ KPa} \longrightarrow 512,26 \text{ PSI}$$

$$\sigma_b = -1,11 \text{ KPa} \rightarrow 0,203 \text{ PSI}$$

Con los datos obtenidos podemos saber la orientación de los esfuerzos principales, con la ayuda del programa MD SOLIDS.

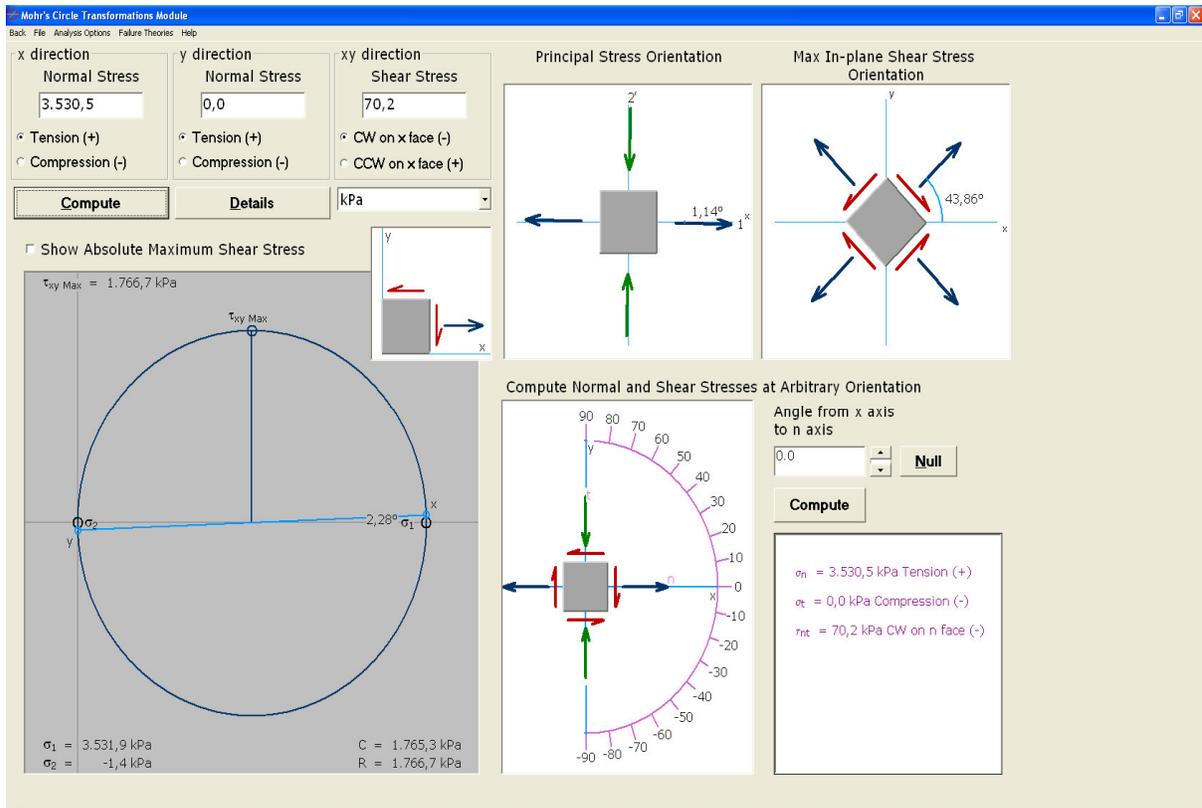


Figura 4.11. Simulación Esfuerzos Programa “MD SOLIDS”

El programa utiliza un pequeño fragmento del eje y realiza su respectivo estudio, con esto podemos determinar que los esfuerzos principales se dan desde el centro del eje, y por los valores dados se puede determinar que el esfuerzo es casi imperceptible.

Adicionalmente se obtiene el factor de seguridad, para nuestro caso es de 72, este valor indica la capacidad en exceso que tiene la estructura superando sus exigencias.

#### 4.3.2. Construcción de la Plataforma

Para comenzar con la construcción de la plataforma se procede a cortar y soldar los materiales según las medidas tomadas anteriormente. Lo primero que se debe hacer es conformar el esqueleto que servirá para sujetar el piso de la plataforma.



*Figura 4.12. Estructura Plataforma Fija*

Para poder anclar el piso móvil de la plataforma es necesario soldar estas bases en donde se podrá sujetar las chumaceras que a su vez sostienen los ejes. El diámetro interior de la chumacera debe ser de 1”.



*Figura 4.13. Bases de Chumaceras*

Una vez armado el esqueleto básico podemos tener una mejor y más clara apreciación del espacio que tiene la plataforma, así como también de los espacios que serán destinados para el tanque de combustible y el sistema de levante hidráulico. El tanque de combustible se ubicará en la parte izquierda y el sistema hidráulico se lo ubicará en la parte derecha.



*Figura 4.14. Estructura Plataforma Móvil y Fija*

Es muy importante comprobar que la rampa móvil ingrese con facilidad en la carrocería, la holgura entre los lados no deberá ser mayor a 1,5mm para evitar que posteriormente ingresen elementos externos tales como agua o polvo al interior del vehículo. Adicionalmente se colocará cauchos para tener un mejor sellado.



*Figura 4.15. Movilidad Estructura Plataforma Móvil*

Con la ayuda de la silla de ruedas y apoyándola en el esqueleto del piso fijo ya podemos medir la distancia que se elevará el techo, la misma que será de 50cm para facilitar la movilidad en el interior del vehículo. La medición se realizó con una persona de 1,75m sentada en la silla de ruedas. Con la distancia que se elevará el techo se garantiza que la movilidad dentro del vehículo sea óptima. Lo siguiente es retirar el parabrisas original y elaborar un nuevo marco con perfiles en “P”, además se debe colocar una nueva estructura a modo de cubo, la misma que servirá como esqueleto para la nueva carrocería superior del vehículo.



*Figura 4.16.* Estructura Techo y Marco Parabrisas Delantero

Para los largueros del techo se utiliza ángulo “AL 30 x 3” y para el marco posterior se utiliza tubo rectangular de 4 x 2cm ya que posteriormente anclaremos algunos elementos fijos y móviles en su contorno.



*Figura 4.17.* Estructura Techo Parte Posterior

El siguiente paso es soldar perfiles en “Tee 20 x 3” para reforzar la estructura que deberá sostener el techo del vehículo. El diseño del perfil en “T” hace del mismo un material altamente resistente a la flexión, siendo ideal para fortalecer la resistencia del conjunto estructural. Es muy importante verificar la perpendicularidad debido a que posteriormente habrá más elementos de la carrocería que se deberá anclar.



*Figura 4.18.* Verificación de la Perpendicularidad de la Estructura

De igual forma se procede a soldar los refuerzos del techo que habíamos retirado anteriormente para seguir reforzando la estructura. Estos refuerzos servirán para que asiente el mismo techo original del vehículo.



*Figura 4.19.* Refuerzos Estructura Techo

Con la ayuda del Programa SAP, ingresando las características, dimensiones, y cargas del material, se pudo simular los momentos flectores de la estructura del techo, así como los esfuerzos cortantes

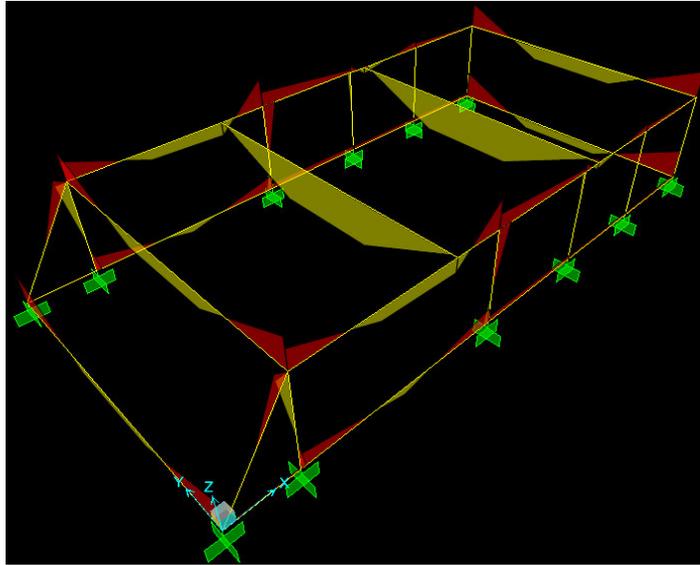


Figura 4.20. Simulación Esfuerzos estructura Techo Programa SAP

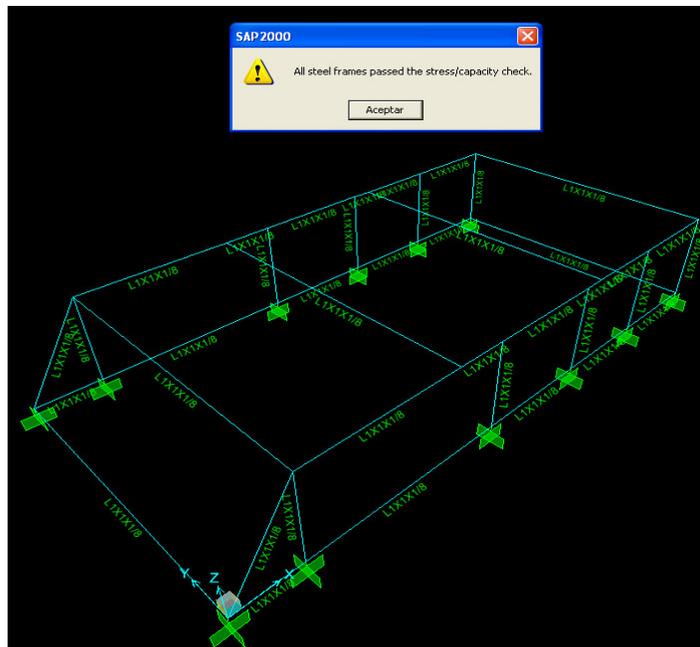
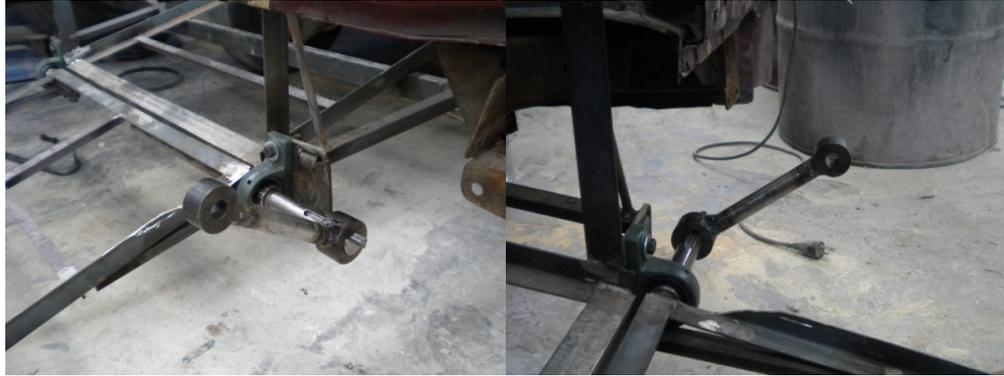


Figura 4.21. Simulación Esfuerzos Techo Programa SAP

Una vez lista la estructura para el techo y la carrocería podemos proseguir con la rampa móvil. Lo siguiente es elaborar el brazo de palanca que moverá la rampa. Las especificaciones del brazo se encuentran en el plano.



*Figura 4.22.* Brazo de Palanca Rampa Móvil

Para reforzar la rampa móvil usaremos también el perfil en “T” y luego se procede a cortar y soldar una plancha de tol corrugado de 2mm de espesor. Con esto logramos obtener la rampa con una alta resistencia a la flexión y con un peso de 50lbs.



*Figura 4.23.* Rampa Móvil Terminada

Antes de continuar con el ensamblaje del piso fue necesario reparar ciertas partes de la carrocería que presentaban agujeros debido al exceso de corrosión.

Una vez realizadas estas reparaciones se debe proceder con la aplicación de una capa impermeable de poliuretano más conocida como “bate piedra” para evitar que en un futuro la carrocería sufra nuevamente los efectos de la corrosión.



*Figura 4.24.* Aplicación Recubrimiento Piso Original.

Con la aplicación de dos capas de “bate piedra” se garantiza una total impermeabilización y protección del piso original de la carrocería.



*Figura 4.25.* Piso Original aplicado recubrimiento.

Para la elaboración de las bases del piso fijo se utiliza perfil en “T” y también ángulo de “AL 25 x 3”. Estas bases se apoyan sobre puntos específicos en el túnel del árbol de transmisión, además se aprovecha otros puntos de sujeción en los pilares centrales y en las bases que servían para el anclaje de los cinturones de seguridad posteriores. Es muy importante el uso de un nivel para conseguir que el nuevo piso sea totalmente horizontal tanto en el eje longitudinal como en el eje transversal.



*Figura 4.26. Estructura Nuevo Piso*

Para continuar se debe cortar la plancha de tol corrugado y soldarla al esqueleto, de igual forma se corta el piso fijo que será en tol simple de 1,2mm. El objetivo del tol corrugado es brindar una superficie antideslizante para el ingreso de la silla de ruedas.



*Figura 4.27. Montaje de Nuevo Piso*

Antes de asegurar el tol es muy importante aplicar una capa de pintura anticorrosiva en el reverso para garantizar la protección del metal contra la corrosión. De igual forma se procede con las bases del piso.



*Figura 4.28. Aplicación de Pintura al Nuevo Piso*

Para evitar que ingrese agua o polvo al espacio que se generó entre el piso original de la carrocería y el nuevo piso plano del vehículo, es necesario utilizar un elemento impermeabilizante conocido como “chova” el cual nos servirá para cubrir los espacios que pudieran quedar al descubierto.



*Figura 4.29. Colocación Impermeabilizante*

Lo siguiente consiste en asegurar el piso al esqueleto, utilizando remaches de 3/16” para el tol simple y para el tol corrugado se procede a soldar con el esqueleto.



*Figura 4.30. Instalación Nuevo Piso*

#### 4.4. SISTEMA HIDRÁULICO

El sistema hidráulico comprende la transmisión y control de energía hidráulica, utilizando aceite como fluido. Para esto se proporciona energía al aceite mediante una bomba y se lo conduce a través de cañerías hacia el actuador hidráulico que se encarga de transformar la energía en trabajo.

El sistema hidráulico para el proyecto se conforma de los siguientes elementos:

1. Grupo Motriz
2. Filtro
3. Depósito
4. Cilindro hidráulico
5. Electro-válvula

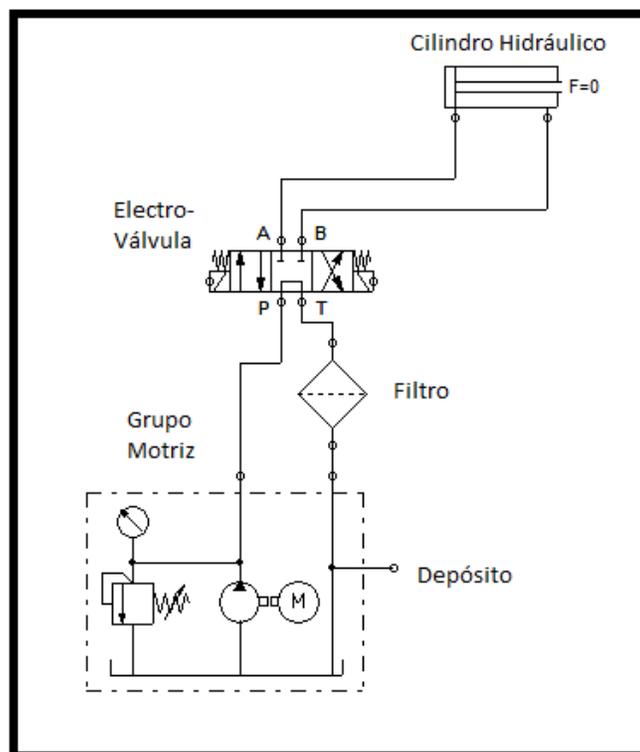


Figura 4.31. Esquema Hidráulica de la Rampa Fuente: Festo Fluid Sim

Este circuito hidráulico es del tipo “Centro Abierto” en este sistema la bomba hidráulica genera caudal constantemente aun cuando el circuito permanezca en reposo. En este caso, el caudal proporcionado por la bomba regresa al depósito por disposición de la válvula de control.

Las principales ventajas de un sistema hidráulico abierto son:

- Diseño simple y de fácil comprensión
- Bajo costo de los elementos
- Ideal para trabajar con un solo actuador

Para el desarrollo del proyecto se utilizará un cilindro de “doble efecto” ya que se debe mover la rampa de acceso en ambos sentidos. Adquirir un cilindro hidráulico nuevo es altamente costoso, por lo cual fue necesario buscar un fabricante local que lo construya según las especificaciones dadas. El costo de fabricación de un cilindro en el mercado local genera un ahorro de al menos un 90% en comparación con un cilindro nuevo.

Para el cálculo de la carrera del cilindro es simplemente se debe utilizar la fórmula para calcular la longitud de un arco.<sup>1</sup>

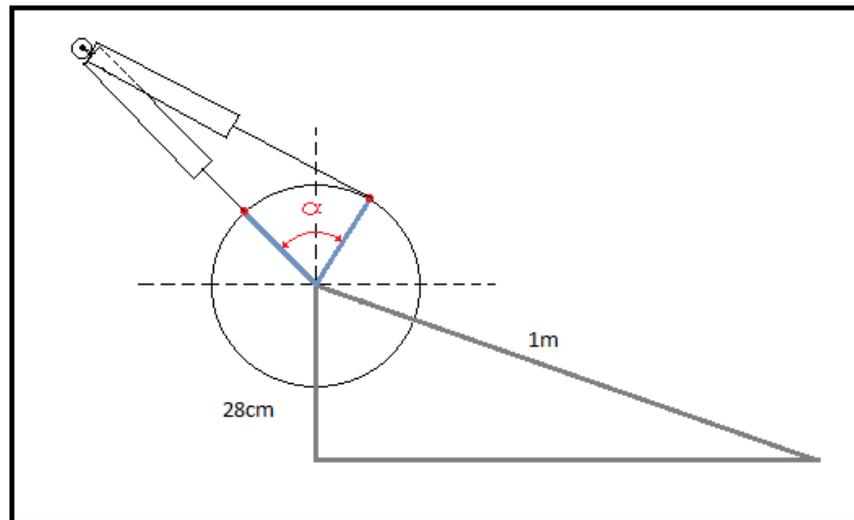


Figura 4.32. Diagrama Cuerpo Carrera de Pistón

<sup>1</sup> KINDLER, KYNAST, Matemática aplicada para la técnica del automóvil, GTZ

**DATOS:**

Diámetro: 38,2cm

Ángulo: 106°

Fórmula:  $lA = \frac{d \times \pi \times \alpha}{360^\circ}$

$$lA = \frac{382 \times \pi \times 106^\circ}{360^\circ}$$

$$lA = 353,36\text{mm}$$

**4.4.1. Cálculo de criterio para la selección de la bomba**

**DATOS:**

Longitud o carrera del cilindro: 35,33 cm

Diámetro del cilindro: 60mm

Diámetro del vástago: 25,4 mm

Tiempo de trabajo: 5s

Densidad aceite:  $830 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$

Viscosidad:  $\gamma$ : 50 cSt

Fuerza: 300N

$$A1 = 28,27 \text{ cm}^2$$

$$A2 = 5,06 \text{ cm}^2$$

El primer paso es calcular la velocidad media en el desplazamiento en la salida del vástago:

$$V = \frac{L}{t}$$

$$V = \frac{35,33}{5}$$

$$V = 7,06 \frac{cm}{s}$$

Ahora se calcula el caudal:

$$Q1 = V1 \times A1$$

$$Q1 = 7,06 \times 28,27$$

$$Q1 = 199,58 \frac{cm^3}{s}$$

$$Q1 = 11,97 \frac{l}{min}$$

Se procede a calcular la presión a la que trabaja la bomba durante el movimiento del cilindro:

$$P1 = \frac{F}{A1}$$

$$P1 = \frac{300}{2,82 \times 10^{-3}}$$

$$P1 = 1,06 \text{ bar}$$

Con estos datos obtenidos se puede hacer una preselección de la bomba:

**Tabla 4.3**

**Criterios Selección de Bombas**

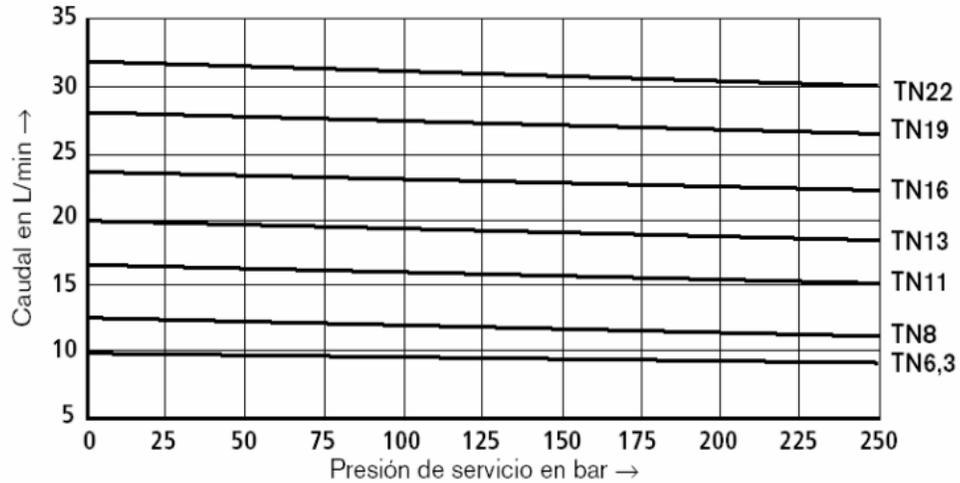
Tamaño constructivo			TC2						
Tamaño nominal	TN		6,3	8	11	13	16	19	22
Masa <sup>4)</sup>	m	kg	2,1	2,2	2,4	2,6	2,7	2,9	3,1
Rango de revoluciones <sup>1)</sup>	$n_{min}$	min <sup>-1</sup>	600						600
	$n_{max}$	min <sup>-1</sup>	3600						3000
Cilindrada	V	cm <sup>3</sup>	6,5	8,2	11	13,3	16	18,9	22
Caudal <sup>2)</sup>	$q_v$	L/min	9,4	11,9	16	19,3	23,2	27,4	31,9
Presión de servicio, absoluta			0,6 hasta 3						
- Entrada	$p$	bar	0,6 hasta 3						
- Salida, continua	$p_{max}$	bar	210	210	210	210	210	210	180
- Salida, intermitente <sup>3)</sup>	$p_{max}$	bar	250	250	250	250	250	250	210
Potencia de accionamiento min. requerida para $\Delta p = 0$ bar		kW	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,1	1,1

*Nota:* Características de las bombas en función del Tamaño nominal

En este caso la bomba de tamaño nominal 11 produce 16 l/min, desde 0 hasta 25 bares, como se puede apreciar en la grafica de las curvas características:

**Tabla 4.4**

**Curvas Características Selección de Bombas**



Ahora se debe calcular las pérdidas que se producen en el sistema.

Calculo de las pérdidas de carga en el movimiento de salida del vástago:

$$Q1 = VA1$$

$$V = \frac{Q1}{A1} = \frac{Q2}{A2}$$

$$Q2 = Q1 \frac{A2}{A1}$$

$$Q2 = 11,97 \frac{5,06}{28,27}$$

$$Q2 = 2,14 \frac{l}{min}$$

Conociendo el caudal se procede a calcular la velocidad en el interior de las cañerías:

$$V = \frac{Q2}{Atubo}$$

$$V = \frac{4Q2}{\pi d^2}$$

$$V = \frac{4(2,14 \times 10^{-3})}{(60)\pi(6,35 \times 10^{-3})^2}$$

$$V = 1,12 \frac{m}{s}$$

Ahora se puede calcular el número de Reynolds y el coeficiente de rozamiento en las cañerías:

$$Re = \frac{VD}{\gamma}$$

$$Re = \frac{1,12 \times 6,35 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 142,24$$

$$f = \frac{64}{Re} = \frac{64}{142,24}$$

$$f = 0,45$$

Ahora se procede a calcular la pérdida de carga en las cañerías:

$$\Delta P = f \frac{L}{D} \rho \frac{V^2}{2}$$

$$\Delta P = 0,45 \frac{0,4}{6,35 \times 10^{-3}} 830 \frac{1,12^2}{2}$$

$$\Delta P = 0,147 \text{ bar}$$

Se suman las pérdidas de carga en la válvula distribuidora y en el filtro de retorno, por consiguiente la presión en el lado del vástago del cilindro de 0,447 bar.

Equilibrio de fuerzas en el cilindro:

$$P1 \times A1 = F + P2 \times A2$$

$$P1 = \frac{F}{A1} + P2 \frac{A2}{A1}$$

$$P1 = \frac{300}{28,27 \times 10^{-4}} (10^{-5}) + (0,44) \frac{5,06}{28,27}$$

$$P1 = 10,75 \text{ bar}$$

Se aplica el mismo procedimiento para calcular las pérdidas de carga en el lado del émbolo:

$$V = \frac{Q1}{Atubo}$$

$$V = \frac{4 \times (11,97 \times 10^{-3})}{\pi(6,35 \times 10^{-3})60}$$

$$V = 6,3 \frac{m}{s}$$

$$Re = \frac{6,3(6,35 \times 10^{-3})}{50 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 822,78$$

$$f = \frac{64}{Re} = \frac{64}{822,78}$$

$$f = 0,07$$

$$\Delta P = f \frac{L}{D} \rho \frac{V^2}{2}$$

$$\Delta P = 0,077 \frac{0,4}{6,35 \times 10^{-3}} 830 \frac{6,3^2}{2}$$

$$\Delta P = 7,99 \text{ bar}$$

Se añaden las pérdidas de carga debidas a la válvula distribidora y a la tubería, por consiguiente la presión en la bomba será de:

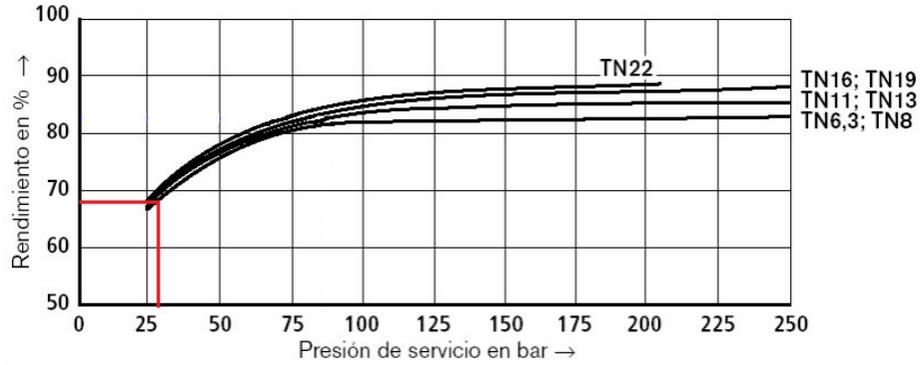
$$10,75 + 7,99 + 0,1 = 18,84 \text{ bar}$$

Ahora se procede a calcular la potencia consumida:

Para calcular la potencia consumida se divide la potencia proporcionada por la bomba para el rendimiento según el catálogo:

Tabla 4.5

**Curvas Características Rendimiento - Presión**



$$Potencia = \frac{P \times Q}{\eta}$$

$$Potencia = \frac{18,84 (10^5)(15,5 \times 10^{-3})}{60\eta}$$

$$Potencia = \frac{486,7}{\eta}$$

$$Potencia = \frac{486,7}{0,67}$$

$$Potencia = 726 W$$

**4.4.2. Electroválvula**

Para el desarrollo de este proyecto se necesitará una electroválvula direccional accionada por solenoide con una configuración de 4 vías y 3 posiciones. Su función principal será direccionar el caudal en el cilindro de trabajo.



Figura 4.33. Electroválvula

La electroválvula a utilizarse es de la marca “Vickers” con código “DG4V-3S-8C-VM-FW-H5-61”

**Tabla 4.6**

**Especificaciones Válvulas Vickers**

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
DG4V	Válvula de control direccional: Montaje sobre placa base, accionada por solenoide. Presión nominal 5000 psi para los agujeros P,A y B.
3S	Válvula piloto: funcionamiento estándar, hasta 40l/min a 5000psi.
8C	Centro tándem, centrada por muelle
VM	Características y opciones eléctricas; el solenoide “A” está en el extremo del agujero “A”
H5	Tensión de la bobina, 24vcc
61	Número de diseño

Fuente: [www.eatonhydraulics.com](http://www.eatonhydraulics.com)

Una vez que el piso fijo del vehículo se encuentra prácticamente listo, se puede empezar con la instalación de los elementos hidráulicos, los mismos que estarán sujetos en una base hecha con el tol corrugado. Este a su vez se sujetará mediante pernos en partes fijas de la carrocería.



*Figura 4.34. Componentes Sistema Hidráulico*

Debido a que la bomba hidráulica será impulsada por un motor eléctrico, es necesario montar el conjunto sobre bases hechas con ángulo “AL 25 x 3”, y a una altura de 15cm. Es muy importante colocar el orificio de succión de la bomba hacia arriba ya que el depósito de aceite hidráulico se ubicará por encima de este conjunto. Adicionalmente se debe realizar una abertura teniendo en cuenta las dimensiones de la sub-placa que sujeta la electro-válvula, ya que por aquí saldrán las mangueras que conectan los elementos hidráulicos.



*Figura 4.35. Anclaje Conjunto Bomba – Motor Eléctrico*

Para saber donde colocar el punto de apoyo fijo del cilindro hidráulico se debe retraer la rampa móvil, anclar el brazo de palanca al extremo del cilindro utilizando un perno de 1”. Para este caso se utiliza un eje de ½” que estará sujeto al esqueleto de la plataforma y apoyado en una “u” soldada en el bastidor.



*Figura 4.36. Anclaje Cilindro Hidráulico*

Para evitar que elementos externos como agua o polvo afecten la operación del cilindro hidráulico es necesario cubrir el área con tol de 0,7mm. Se debe recortar varias piezas según la forma que se desea cubrir y se las asegura con soldadura oxiacetilénica.



*Figura 4.37.* Ubicación y aislamiento Cilindro Hidráulico

Para garantizar un completo sellado, se aplica “sika flex 221” en las juntas que presenten aberturas y posteriormente se aplica una capa de pintura anticorrosiva.



*Figura 4.38.* Aplicación de aislante y pintura en Espacio a ocupar por el Cilindro Hidráulico

Mientras tanto, se procede a realizar dos perforaciones en el depósito para el aceite hidráulico. En dichos orificios deberán encajar dos acoples metálicos. Para poder unificar el elemento plástico con el metal primero se debe unirlos mediante una capa de fibra de vidrio. Una vez que esta capa se ha secado completamente se aplica una capa de masilla

plástica y para terminar y garantizar un sellado completo se aplica una capa de “sikaflex 221”.



*Figura 4.39.* Depósito Hidráulico

El depósito debe colocarse sobre una base hecha con platina de 3mm de espesor. Se coloca la electro-válvula junto con la sub-placa en su posición respectiva y se conectan las mangueras de succión y retorno.



*Figura 4.40.* Sistema Hidráulico Armado

Luego se debe conectar el resto de mangueras en sus respectivos lugares teniendo en cuenta las indicaciones de la sub-placa.



*Figura 4.41. Cañerías Sistema Hidráulico*

Para finalizar se coloca el cilindro hidráulico en su respectiva posición y de igual forma se procede con las mangueras de alta presión.



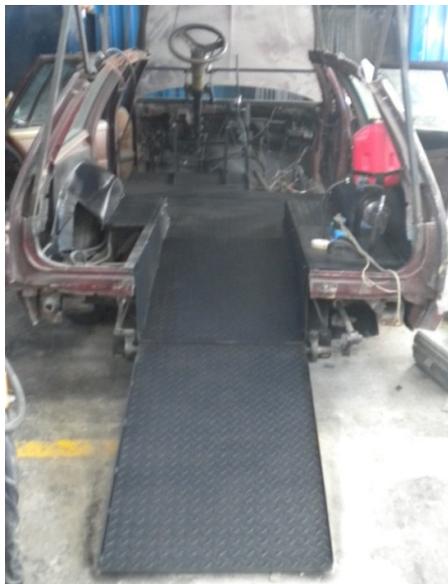
*Figura 4.42. Instalación de Mangueras Alta presión*

Considerando que el tanque original del vehículo es demasiado grande para volverlo a utilizar, fue necesario adquirir un tanque que pueda ingresar en la parte izquierda que es la destinada para este propósito.



*Figura 4.43.* Ubicación del Tanque de Combustible.

Para concluir la fase de construcción de la plataforma se procede a aplicar dos capas del recubrimiento “bate piedra” a lo largo de todo el piso, así como también en las partes laterales. De esta forma se garantiza una excelente protección y conservación del nuevo piso del vehículo.



*Figura 4.44.* Plataforma de acceso terminada

NOTA: una vez que los componentes hidráulicos fueron instalados se procedió a realizar pruebas de funcionamiento de la rampa móvil. Dichas pruebas tuvieron excelentes resultados.

#### 4.5. CÁLCULOS EN CARROCERÍA

##### 4.5.1. Centro de Gravedad

La altura de centro de gravedad sirve para saber que tan estable y maniobrable es el vehículo, para calcular el centro de gravedad se necesita conocer la distancia entre ejes, pesos de los ejes, altura levantada.

Con la ayuda de una báscula se puede obtener el peso de cada uno de los ejes delanteros y posteriores del vehículo. Es importante que la presión de los cuatro neumáticos sea la misma para poder conseguir datos exactos. Este procedimiento se lo realiza dos posiciones, la primera estando el vehículo totalmente horizontal y la segunda levantado uno de los ejes una determinada altura.

**Notación:**

Altura Centro de Gravedad	ACG
Distancia entre ejes	DE
Distancia entre ejes vehículo levantado	DEL
Peso ejes delanteros	PED
Peso ejes delanteros vehículo levantado	PEDL
Peso Total	PT
Tangente ángulo	Tg $\alpha$
Altura levantada	AL

**Datos:**

DE = 2760mm

PT = 1525 Kg

PED = 915 Kg

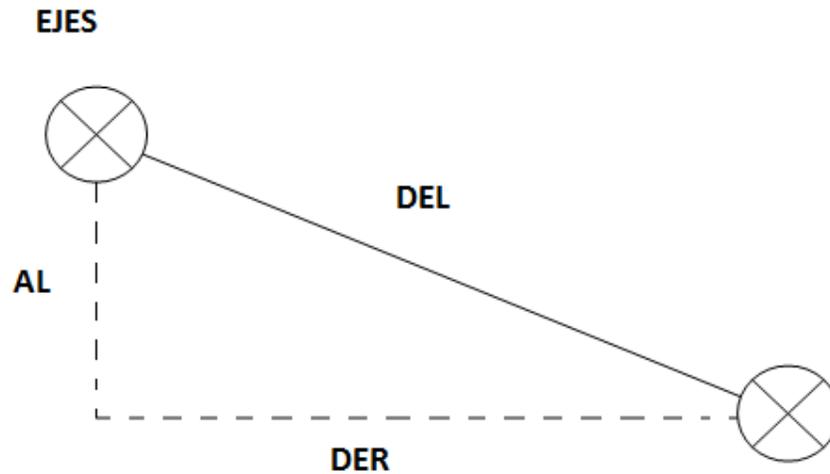
PEDL = 969,9 Kg

AL = 400mm

**Calcular:**

ACG =

**GRAFICO:**



*Fig. 4.45. Diagrama de Cuerpo Libre. Altura Centro de Gravedad.*

Fórmula Altura Centro de Gravedad

$$ACG = \frac{DE(PEDL + PED)}{PT * Tg\alpha}$$

Teorema de Pitágoras:

$$DEL = \sqrt{DER^2 + AL^2}$$

$$DEL = \sqrt{(2760)^2 + (400)^2}$$

$$DEL = 2788,83 \text{ mm}$$

Cálculo  $Tg\alpha$ :

$$tg \alpha = \frac{AL}{DER}$$

$$tg \alpha = \frac{400}{2760}$$

$$tg \alpha = 0,14$$

Reemplazo de Datos en Fórmula Altura Centro de Gravedad:

$$ACG = \frac{DE(PEDL - PED)}{PT * Tg\alpha}$$

$$ACG = \frac{2760(969,9 - 915)}{1525 * (0,14)}$$

Resultado:

$$ACG = 709,71 \text{ mm}$$

#### **4.5.2. Relación PESO - POTENCIA**

	<b>ANTES</b>	<b>DESPUES</b>
<b>PESO Kg</b>	1600	1525
<b>POTENCIA Hp</b>	140	140
<b>RELACION PESO POTENCIA kg/hp</b>	11,42	10,89

#### **4.5.3 Cálculo de la Resistencia del Aire<sup>2</sup>**

Para poder determinar la resistencia que presentará el vehículo luego de realizadas las modificaciones, se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$F \text{ aire} = 0,048 \times C_a \times A \times V_v^2$$

#### **NOTACIONES**

F aire = Resistencia del Aire [N]

A = Sección transversal del vehículo [m<sup>2</sup>]

V<sub>v</sub> = velocidad del vehículo [km/h]

---

<sup>2</sup> KINDLER , KYNAST, Matemática Aplicada para la técnica del automóvil, GTZ, Editorial Reverté 1986

Ca = Coeficiente de resistencia al aire:

- Camiones de 0,8 a 1
- Turismos de 0,3 a 0,8
- Líneas aerodinámicas de 0,15 a 0,2

Nota: la constante 0,048 se considera la densidad del aire a presión atmosférica.

**DATOS:**

Vv = 100 km/h

Ca1 = 0,63 (coeficiente resistencia antes de la modificación)

Ca2 = 0,7 (coeficiente resistencia después de la modificación)

A1 = 1,517 m<sup>2</sup>. (Sección del vehículo antes de modificación)

A2 = 2,17 m<sup>2</sup>. (Sección del vehículo luego de modificado)

Resistencia del aire antes de modificar:

$$F \text{ aire} = 0,048 \times Ca1 \times A1 \times Vv^2$$

$$F \text{ aire} = 0,0048 \times 0,63 \times 1,517 \times 100^2$$

$$F \text{ aire } 1 = 458,74 \text{ N}$$

Resistencia del aire luego de modificar:

$$F \text{ aire} = 0,048 \times Ca2 \times A2 \times Vv^2$$

$$F \text{ aire} = 0,0048 \times 0,7 \times 2,17 \times 100^2$$

$$F \text{ aire } 2 = 729,12 \text{ N}$$

Tomando como consideración que la resistencia inicial del vehículo corresponde a un 100% de eficiencia, se aplica una regla de tres simple e inversa para determinar la disminución producto de la modificación:

$$458,74 \rightarrow 100\%$$

$$729,12 \rightarrow X$$

$$X = 62,9 \% - 100\% = 37,1\%$$

Por lo tanto se puede concluir que con la modificación realizada al vehículo la resistencia al aire aumentó en un **37,1 %**

## **4.6 SEGURIDAD EN EL VEHICULO**

### **4.6.1. SEGURIDAD DEL CONDUCTOR**

El cinturón de seguridad es parte de la seguridad pasiva, es decir, en el instante que ocurre el impacto este dispositivo se activa. El objetivo del cinturón de seguridad es que en el momento del choque las personas se mantengan en su lugar, sin salir disparados por el parabrisas, o a su vez golpes con los paneles laterales, incluso con otras personas.

Según estudios y estadísticas, el uso correcto del cinturón de seguridad puede reducir hasta un 75% aproximadamente el riesgo de muerte y lesiones de los ocupantes del vehículo involucrados en un accidente de tránsito.

De tal forma en el diseño y construcción de este proyecto, no podía faltar el montaje de este dispositivo en el vehículo. Los cinturones de seguridad que monta el Chevrolet Malibu 1979 se encuentran en buen estado, por este motivo se utilizó el cinturón de seguridad del piloto anclado en los puntos originarios del vehículo. Con esto se obtiene que la persona discapacitada se encuentre segura en la silla de ruedas, esto se facilita por el sistema de anclaje de la silla de ruedas, que se detalla a continuación.

### **4.6.2 Anclaje Silla de Ruedas**

Par el anclaje de la silla de ruedas se construyó una base soldada al piso, en cada brazo de dicha base, esta soldada una hebilla de cinturón de seguridad, de igual forma en cada pata delantera de la silla de ruedas se soldó una lengüeta, que al momento que ingresa la silla de ruedas esta se ancla a la base de modo fácil y rápido.



*Fig. 4.46. Anclaje de la Silla.*



*Fig. 4.47. Vista de la silla anclada a la carrocería.*

Al momento de la separación de la hebilla y la lengüeta, la fuerza aplicada por la persona no debe ser mayor a 22.2 N, de esta forma se garantiza un desenganche sencillo y rápido.

Cada anclaje entre la hebilla y la lengüeta debe resistir una tensión no menor a 11085 N, la hebilla no debe sufrir algún tipo de daño o ruptura a una carga a la tracción de  $11\,123\text{ N} \pm 98\text{ N}$ .

La eficacia de los anclajes se puede comprobar revisando las normativas de seguridad según lo establecido en la norma ISO 10541-1 y en la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-119-SCFI-1996, INDUSTRIA AUTOMOTRIZ - VEHICULOS AUTOMOTORES- CINTURONES DE SEGURIDAD - ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD Y METODOS DE PRUEBA.

### **4.6.3 Seguridad en parabrisas y ventanas**

Para el parabrisas delantero, así como también las ventanas laterales del vehículo se utilizó vidrio templado de seguridad, en caso de producirse una rotura, el vidrio se partirá en pequeñas fracciones y no en pedazos corto-punzantes que podrían lastimar al conductor del vehículo.

El parabrisas a utilizar cumple con la normativa “SAE Z26.1: *Safety Glazing Materials for Glazing Motor Vehicles and Motor Vehicle Equipment Operating on Land Highways - Safety Standard*” misma que regula los estándares para materiales de cristal que se usan en vehículos a motor en autopistas en tierra.

Dentro de esta normativa se pueden encontrar alrededor de 10 tipos de materiales, sin embargo en el desarrollo del proyecto se utilizaron los siguientes:

- Vidrio Templado (Parabrisas delantero y ventanas laterales)
- Plástico – Policarbonato (Ventana móvil posterior)

### **4.6.4 Seguridad de la Carrocería**

El Chevrolet Malibu monta bastidor y carrocería, en un choque frontal o trasero el bastidor es el primero que soporta el impacto, es decir, absorbe las fuerzas de flexión y torsión que se producen al momento de la colisión. Al no presentar modificaciones en el bastidor y tampoco en la carrocería parte baja, el vehículo se mantiene bajo las normas dispuestas por el fabricante. A eso se suma que la estructura original del vehículo es deformable, en el momento de un impacto frontal las fuerzas de acción y reacción transforman la energía que se genera en la colisión en energía de deformación, en un impacto frontal se produce un acortamiento en forma de acordeón.

La estructura del nuevo techo debe presentar como característica principal ser bastante rígida de esta manera se aporta con la seguridad del pasajero, para esto se tomo en cuenta lo siguiente:

- Se utilizo materiales altamente resistentes, descritos anteriormente, Tabla 4.1
- Se reforzó la estructura lateral, y se utilizó los refuerzos originales del techo para la misma aplicación

- El techo a utilizar es el original, su espesor es de aproximadamente 2mm, y el espacio faltante se utilizó tol de espesor 1.5 mm.

Con esto se puede garantizar la integridad de los ocupantes, pues la estructura del techo es bastante rígida y en teoría si ocurriera un volcamiento el vehículo podría soportarlo sin causar daño a los pasajeros.

En cuanto al cableado eléctrico está totalmente aislado, evitando algún tipo de cortocircuito, que posteriormente pueda causar un incendio.

#### **4.6.5 Seguridad en la Columna de Dirección**

El vehículo Chevrolet Malibú posee una columna de dirección del tipo retráctil, esto con el objetivo de absorber la fuerza que podría provocar un eventual choque frontal.

Debido a la nueva ubicación del conductor y considerando las particularidades del mismo, fue necesario ubicar la dirección de forma más vertical. Para lograr este propósito se prolongó la columna de dirección, utilizando una barra colapsable unida mediante una junta cardánica, de tal forma que al presentarse un impacto frontal, la columna de dirección se movería hacia el parabrisas.

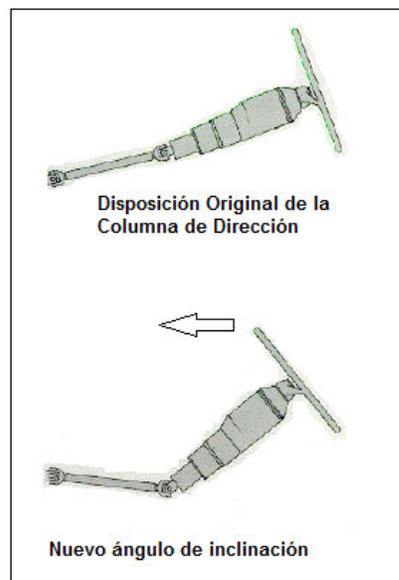


Fig. 4.48. Esquema de la Columna de Dirección

#### 4.7. ACABADOS Y ELEMENTOS ADICIONALES

Luego de instalados los elementos hidráulicos y el nuevo piso del vehículo se debe proceder con la ubicación del techo y recubrimientos laterales así como también de las ventanas y demás elementos que servirán para el acabado final del proyecto. Debido a que la nueva estructura es 20cm más larga que el techo original, fue necesario complementar el espacio faltante con tol de 1.5mm de espesor, el mismo que fue cortado y doblado según el espacio requerido.



*Figura 4.49.* Pieza extendida para Nuevo Techo.

De igual manera los paneles laterales fueron cortados según la medida necesaria y además se realizó dobleces para facilitar su montaje y adicionalmente para darle mayor rigidez al material.



*Figura 4.50.* Instalación de Paneles Laterales.

Para evitar que a futuro estos paneles presenten vibraciones, se procedió a instalar refuerzos soldados a la estructura fija y posteriormente se aplicó una capa de pegamento entre ambas superficies.



*Figura 4.51. Aseguramiento de Paneles.*

Para poder obtener ventanales funcionales, se instaló en ambos lados marcos para ventanas con desplazamiento horizontal. De esta manera se pretende brindar la mayor comodidad posible al conductor.



*Figura 4.52. Colocación de Ventanas Laterales.*

Con el objetivo de brindar una excelente visibilidad durante el manejo, se instaló una ventana posterior hecha en policarbonato transparente con un espesor de 4mm. Las ventajas de este material son:

- Bajo costo de adquisición
- Facilidad para acoplar a otros materiales
- Peso relativamente bajo en comparación al vidrio
- Altamente flexible y manejable



*Figura 4.53. Ventana Posterior*

Para cubrir las aberturas de la parte posterior se utiliza también el tol de 1,2mm cortado y doblado según las medidas y requerimientos en cada lado. Para asegurar el material se aplica puntos de soldadura en las partes accesibles, así como también remaches de 1/8”.



*Figura 4.54. Recubrimiento de parte posterior.*

Para facilitar el cierre y la apertura de la ventana posterior se instaló un sistema elevavidrios con accionamiento eléctrico.



*Figura 4.55. Instalación de eleva-vidrio*

Para cubrir los pequeños desniveles entre algunas superficies se aplica una capa de masilla automotriz y se continúa con la preparación del material para el proceso de pintura.



*Figura 4.56. Aplicación de masilla automotriz.*

Cuando todas las fallas estén corregidas se puede aplicar la capa de fondo automotriz.



*Figura 4.57.* Aplicación de fondo automotriz.

Luego de este procedimiento se puede continuar con la aplicación de la capa de pintura final.



*Figura 4.58.* Aplicación de pintura final.

Para terminar con los acabados automotrices se procede a tapizar el interior del vehículo.



*Figura 4.59. Colocación de Tapicería Interna.*

Y finalmente este es el vehículo terminado:



*Figura 4.60. Vehículo Terminado.*

## 4.8. ANÁLISIS ECONÓMICO

### 4.8.1 Costo presupuestado

Para la elaboración de este proyecto se presupuestó los siguientes elementos necesarios para su desarrollo:

#### **PRESUPUESTO**

##### **EGRESOS**

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR
1	1	VEHÍCULO AUTOMÁTICO	\$2500
2	1	COMPONENTES HIDRAULICOS	\$500
3	1	COMPONENTES ELECTRICOS	\$300
4	1	ELEMENTOS MECANICOS	\$300
5		TOTAL	\$3600

Los materiales a utilizar están disponibles en el mercado local, y sus costos relativamente son asequibles.

##### **INGRESOS**

Para la ejecución del proyecto es necesario el aporte de capital, por lo cual cada integrante aportó el 50%.

	SUELDO	AHORROS	APORTE FAMILIAR
ALEJANDRO	30%	30%	40%
MARCELO	30%	40%	30%

### 4.8.2 Gastos no Presupuestados

En la elaboración del proyecto se presentaron gastos que no se tomaron en cuenta, es decir, que tuvieron que ser reemplazados ya sea por su mal estado, daño o a su vez elementos a utilizar que no se los presupuestó inicialmente.

A continuación se presenta los gastos no presupuestados:

Cantidad	Material	Descripción	Costo
8	Bujías	Mal estado/ Reemplazo	20
1	Cable Batería	Mal Estado/ Reemplazo	10,5
1	Desoxidante	Limpieza	2,2
1	Filtro de Aire	Mal estado/ Reemplazo	8
1	Filtro Gasolina	Mal estado/ Reemplazo	1
1	Juego Pastillas Freno	Mal estado/ Reemplazo	20
1	Juego Zapatas Freno	Mal estado/ Reemplazo	10
1	Limpia Carburador	Limpieza	10
1	Limpia Frenos	Limpieza	4,8
2	Ruedas Silla	Mal estado/ Reemplazo	28,8
1	Servofreno	Mal estado/ Reemplazo	220
1	Tanque Combustible	Espacio Físico/ Reemplazo	30
1	Manguera Gasolina	Mal estado/ Reemplazo	11,61
1	Medidor Combustible	Mal estado/ Reemplazo	35
1	Tapa Radiador	Mal estado/ Reemplazo	12,77
1	Ventilador	Arreglo	12
1	Baquetear Radiador	Arreglo	10
1	Válvula Distribuidora Freno	Mal estado/ Reemplazo	30
1	Bomba Freno	Mal estado/ Reemplazo	37
1	Cañería Freno	Mal estado/ Reemplazo	26,25
2	Faros Posteriores	Reemplazo	17,58
1	Gastos Varios		63
		<b>Total</b>	<b>620,51</b>

#### **4.8.3 Gastos Reales**

A continuación se presenta los gastos reales detallados, todo lo que se utilizó para la elaboración de este proyecto:

Material	Cantidad	Costo
Chevrolet Malibu	1	1200
Abrazaderas varias		3,83
Aceite Hidráulico	1gl	18
Aceite Transmisión	5lt	30
Acoples varios		9,64
Angulo 6m	4	43,37
Arreglo Ventilador	1	12
Baquetear Radiador	1	10
Barniz Glasurit	2lt	32
Bases para Templadores	4	38
Bisagras	2	4,11
Bomba de Embrague	1	23
Bomba De Freno	1	37
Bomba Hidráulica	1	140
Brazos Templadores	2	12
Brocas Varias Medidas	20	26,22
Bujías	8	20
Cable Flexible	50m	24,2
Cable Para Batería	1.50m	10,5
Caja Metálica	1	5,33
Cañería Bomba Embrague	1,50m	19,93
Cañería De Freno	3m	26,25
Catalizador	1,5lt	30
Cerradura	1	1,8
Chaveta y Prisionero	1	0,9
Chova	3m	4,1
Chumaceras	2	16,6
Cilindro Hidráulico	1	120
Depósito Aceite Hidráulico	1	8,99
Desoxidante	1lt	2,2
Diesel		1
Discos de Corte	34	70,52
Eje	3cm	3,66
Eje 1 inch		
Electrodo Aluminio	1	1,8
Electrodos 6011	3KG	10
Electrodos 6013	1kg	2,15
Electroválvula	1	324
Faros Posteriores	2	17,58
Filtro de Aire	1	8
Filtro de Gasolina	1	1
Focos Pilotos	5	11,25
Fondo Glasurit	2lt	26

Gasolina		56,45
Gastos Torno		59
Gastos Varios		63
Grata	1	3
Interruptor 3t	2	4,49
Interruptor Automático	1	9,5
Interruptores elevadores	4	19,8
Juego Cables Booster	2	14,87
Juego Pastillas de Freno	1	20
Juego Zapatas de Freno	1	10
Limpia Carburador	1	10
Limpia Frenos	1	4,8
Liquido de Frenos	5	20
Loctite y Prisionero	1	5
Luz de Salon	2	14
Manguera Gasolina		11,61
Manguera y Acoples		88,7
Marco Aluminio	1	8,5
Marco de Ventanas	2	50
Masilla Epoxica	1	2,2
Masilla Polyfill 2kg	5	45
Medidor de Combustible	1	35
Mica	1	32,36
Nivel	1	6
Palanca Acelerador y freno		5
Paquete Amarras Plásticas	1	3,1
Parlantes		18
Pernos Varios		13,93
Pintura sintética Negra	2lt	10
Plancha tol 9	1	25,26
Plancha tol Corrugado	1	63,11
Plástico Negro		8,93
Pletina 6m	3	19,99
Recubrimiento Bate piedra	2lt	8
Relés y Sockets	8	43,95
Remaches varios		5
Ruedas de Silla	2	28,8
Servofreno	1	220
Sicaflex 221	6	54
Tablero Triplex	1	16
Tanque de Combustible	1	30
Tapa de Radiador	1	12,77
Tapicería	1	120
Tee 6m	4	33,7

Valvula Distribuidora de Freno	1	30
Vincha Tapa Tornillo	35	5
Ventoleras	2	24
<b>TOTAL</b>		<b>3798,75</b>

#### **4.8.4 Reporte Financiero**

Finalizado este proyecto se pudo obtener el gasto real y total del mismo. Entre el gasto total y el presupuesto inicial no hay mayor diferencia, es decir, de lo presupuestado inicialmente el gasto total se incremento ligeramente. Cabe mencionar que si no se presentaban gastos no presupuestados, el proyecto podría ser realizado con menos dinero de lo presupuestado inicialmente.

Uno de los procesos que se tomo en cuenta al inicio del proyecto fue la matriz de decisión, de esta forma se facilito la elección de ciertos sistemas o componentes en la elaboración del mismo.

#### **4.9 Matriz de Decisión**

Para la consecución de los objetivos del proyecto, es necesario tomar en cuenta dos partes principales que van a influir directamente en el vehículo.

- Para el accionamiento de la rampa se presentan las opciones: hidráulica o neumática.
- Para el caso del tipo de transmisión que mejor se adapte al proyecto se tiene dos clases: manual y automática

Los factores que se tomará en cuenta son:

- Facilidad de manejo
- Costos
- Instalación
- Conocimiento

A estos factores se les asignará un valor de acuerdo a su importancia relativa, dicho valor va desde 0 (deficiente) a 3 (muy bueno).

**Tabla 4.7****Matriz de decisión en función de factores y opciones**

<b>FACTORES:</b>	<b>FACILIDAD DE MANEJO</b>	<b>COSTOS</b>	<b>INSTALACIÓN</b>	<b>CONOCIMIENTO</b>
<b>PESO:</b>				
<i>Sistema hidráulico</i>	3	3	2	3
<i>Sistema neumático</i>	2	1	1	2
<i>Transmisión automática</i>	3	2	2	2
<i>Transmisión manual</i>	1	2	1	3

*Nota:* Valores asignados en función de la importancia relativa de cada factor.

Posteriormente se asigna un valor relativo a cada peso y se multiplica por la puntuación anterior para obtener el valor ponderado.

**Tabla 4.8****Matriz de decisión con la asignación del valor relativo para la obtención del valor ponderado.**

	<b>FACILIDAD DE MANEJO</b>		<b>COSTOS</b>		<b>INSTALACIÓN</b>		<b>CONOCIMIENTO</b>	
<b>PESO:</b>	8		10		4		6	
<i>Sistema Hidráulico</i>	3	24	3	30	2	8	3	18
<i>Sistema Neumático</i>	2	16	1	10	1	4	2	12
<i>Transmisión Automática</i>	3	24	2	20	2	8	2	12
<i>Transmisión Manual</i>	1	8	2	20	1	4	3	18

*Nota:* Valores de ponderación para cada factor.

Finalmente se suman los valores ponderados para obtener las opciones más convenientes.

**Tabla 4.9****Resultados de la ponderación**

	<i>F.M.</i>		<i>COSTO</i>		<i>INSTALAC.</i>		<i>CONOCIMIENTO</i>		<i>SUMA</i>
<i>Peso</i>	8		10		4		6		
<i>Sistema Hidráulico</i>	3	24	3	30	2	8	3	18	80
<i>Sistema Neumático</i>	2	16	1	10	1	4	2	12	42
<i>Transmisión Automática</i>	3	24	2	20	2	8	2	12	64
<i>Transmisión Manual</i>	1	8	2	20	1	4	3	18	50

*Nota:* Se obtiene los resultados con la mayor puntuación.

Luego de realizada la ponderación se obtiene que las opciones mas factibles para el proyecto son la utilización de un sistema hidráulico y el manejo con transmisión automática.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- Las personas con discapacidad merecen las mismas oportunidades que cualquier persona normal, tienen derecho al trabajo, a la salud y de igual forma a ser felices en todos los aspectos de su vida.
- Luego de haber realizado un breve estudio de las discapacidades y de haber tenido la oportunidad de conocer y compartir con una persona de estas características, nos hemos podido dar cuenta que la mayor parte de las veces la sociedad tiende a juzgar a estas personas por su apariencia física.
- La transmisión automática es altamente importante en el desarrollo de este proyecto, ya que brinda la posibilidad de tener una fácil conducción sin la necesidad de operar un pedal de embrague.
- El uso de la transmisión automática en este proyecto puede considerarse una base para la elaboración de nuevos vehículos con orientación hacia personas con discapacidad.
- Al estar una persona en silla de ruedas incapacitada para usar sus piernas, la palanca de control brinda la posibilidad de conjugar el mando del acelerador y el freno con el brazo derecho.
- Las modificaciones que tuvieron lugar en el vehículo, hacen del mismo un automóvil fácil de conducir debido al diseño de la palanca de control y a la ayuda que presenta una dirección hidráulica.
- Para el desarrollo de este proyecto uno de los requisitos primordiales fue contar con un sistema de servo-freno en el vehículo, debido a que la fuerza de empuje del sistema mano-brazo es menor que el empuje de una extremidad inferior.

- Con la ayuda de un cilindro hidráulico accionado por la palanca de control logramos incrementar la fuerza de empuje, obteniendo la fuerza necesaria para activar el freno.
- Uno de los procesos durante la elaboración de la estructura del nuevo piso fue el uso de soldadura eléctrica, debido a la facilidad de operación, bajo costo de adquisición de los electrodos y por la ductilidad del acero A36 usado para este fin.
- La longitud de la rampa de acceso es inversamente proporcional al ángulo de inclinación de la misma.
- Para la movilidad de la rampa se utilizó un sistema de accionamiento hidráulico por su costo relativamente bajo en comparación a un sistema neumático.
- Debido a la nueva estructura para el techo, fue necesario conseguir un nuevo parabrisas acorde a las nuevas medidas del marco frontal, manteniendo los estándares de seguridad en cuanto a especificaciones de parabrisas automotrices.
- A consecuencia de la modificación de la columna de dirección, fue necesario crear un mecanismo que mediante varillaje permita accionar la transmisión del vehículo utilizando la misma palanca selectora.
- El grupo motriz hidráulico es capaz de brindar la fuerza requerida por el sistema y con un gran control del movimiento.
- Debido al movimiento circular del brazo de accionamiento de la rampa, la carrera del cilindro viene dada por la longitud de arco de la circunferencia.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- A pesar que en estos últimos años se ha visto un moderado esfuerzo hacia la accesibilidad para personas en silla de ruedas, creemos que aún falta mucho trabajo por hacer. Mejorando la infraestructura en las aceras, accesos en establecimientos tanto públicos como privados y principalmente en el transporte.

- Para el desarrollo de este proyecto fue muy importante el empleo de equipos de protección personal tanto para la manipulación de objetos corto-punzantes o incandescentes y de igual manera protección para los ojos, ya que la vista es el sentido más importante del ser humano.
- El vehículo con el cual se contó para el desarrollo de este proyecto monta una transmisión con tracción posterior, lo cual generó un cierto inconveniente al momento de la construcción del nuevo piso, por lo tanto lo ideal sería trabajar con un vehículo con tracción delantera.
- Para ciertos materiales, especialmente en tol que no supera los 2mm de espesor es favorable el uso de soldadura oxiacetilénica, de esta manera evitamos que el material se derrita.
- Los cilindros hidráulicos son los elementos más versátiles para generar movimiento en un sistema hidráulico.
- Este proyecto podría tener un largo alcance y funcionalidad aplicando la electrónica para mejorar aún más la palanca de control, e incluso brindar la posibilidad de operar la transmisión automática con el mismo solo dispositivo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **LIBROS:**

- BOSCH Robert, Sistemas de Freno Convencionales y Electrónicos, Edición 2003
- CREUS Solé Antonio, Neumática e Hidráulica, Editorial Marcombo
- CROUSE, William, Transmisión y Caja de Cambios del Automóvil. Editorial Alfaomega Marcombo 1982
- GERSCHLER, Tecnología del Automóvil Tomo II GTZ 20ª edición.
- Harrison, Principios de Medicina Interna, 15ª edición, Mc Graw Hill, Volumen II
- KINDLER , KYNAST, Matemática Aplicada para la técnica del automóvil, GTZ, Editorial Reverté 1986
- Maiz Lozano Balbina, Güereca Lozano Ana, Discapacidad y Autoestima, Actividades para el Desarrollo Emocional de Niños con Discapacidad Física, Editorial Trillas 2003.
- Manual de Fisioterapia, Juan Lois Guerra, Editorial Manual Moderno 2004
- MANUAL PRÁCTICO DEL AUTOMÓVIL, Dirección, Frenos y Carrocería, Editorial Cultural 1987
- MANUAL PRÁCTICO DEL AUTOMÓVIL, Transmisión y Suspensión, Editorial Cultural 1987
- Maslow Abraham, Una teoría sobre la Motivación Humana
- Rosero Eduardo, Manual de Transmisiones Automáticas, UIDE
- Seguridad Industrial, Manual de Adiestramiento No. 73 (Serie A) Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional México-Buenos Aires