

SEGURIDAD Y EFICIENCIA: ADAPTACIÓN DE FRENOS HIDRÁULICOS A UN TODO TERRENO

INTEGRANTES

- Julián Gustavo Valdez Solís.
- Sebastián Porto Diaz.
- Jonathan Jimenez Hernández.
- Angel Nahum Jimenez García.
- Cristopher Josue Diaz Salgado.

Profesora

- Vanessa Cob Gutiérrez.

Materia

- Proyectos II.

Contenido

*SEGURIDAD Y EFICIENCIA: ADAPTACIÓN DE FRENOS HIDRÁULICOS A UN TODO TERRENO*1

CAPITULO I. ANTECEDENTES	3
I.I ANÁLISIS SITUACIONAL	4
I.II GENERACIÓN DE IDEAS	5
I.III GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA DECISIÓN.....	6
I.IV VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA ALTERNATIVA	7
CAPITULO II. PLANTEAMIENTO	9
II.I PALABRAS CLAVE QUE SE NECESITAN PARA LA COMPRESIÓN DEL PROYECTO...	10
II.II FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE INVESTIGACIÓN	10
II.III OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS, PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	13
II.IV PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	14
II.V JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
CAPITULO III. DESARROLLO	16
.....	16
III.I CÁLCULOS	17
III.II MATERIALES.....	17
III.III DISEÑO DEL SISTEMA.....	18
III.IV COTIZACIÓN Y COMPRA.....	20
III.V ELABORACIÓN DEL SISTEMA	20
III.VI PRUEBAS FINALES.....	21
VI. CONCLUSIÓN.....	23

CAPITULO I.

ANTECEDENTES

I.I ANÁLISIS SITUACIONAL

En el semestre actual es necesario implementar un nuevo proyecto, esto con la finalidad de que los alumnos demuestren sus capacidades para la resolución de problemas y pongan en práctica los conocimientos previos, así como desafiarlos a ser autodidactas.

Una vez terminada la competencia que tuvo lugar en la universidad modelo en el mes de diciembre el equipo FÉNIX hizo un análisis del proyecto pasado y encontrando muchas deficiencias que ponían el riesgo la seguridad del piloto:

1. El vehículo no contaba con un sistema de suspensión, esto hacía que el piloto se sintiera incomodo al momento de pasar en terrenos rocosos o con baches y corría el riesgo de volcadura.
2. El vehículo no contaba con un sistema de frenos adecuado para la competencia y tuvo que ser descalificado.
3. El diseño del vehículo no era eficiente, se apreciaba un desbalance significativo en la jaula de protección del piloto.

El equipo FÉNIX se ha hecho de tres propuestas de proyectos para este semestre, estas se enfocan en tres áreas de innovación esto con la finalidad de que el nuevo todo terreno que está en proceso de fabricación pueda competir en una carrera de rally, este tipo de carreras está diseñada para vehículos con especificaciones especiales, como suspensión más alta, llantas con más agarre y materiales que soporten diferentes tipos de terrenos como el asfalto, la terracería, lodo etc. Empezando por:

1. Asiento forrado de líquido Newtoniano: el proyecto aborda la necesidad de mejorar la seguridad, comodidad y ergonomía del piloto, así como tratar de suplantar esa ausencia de un sistema de suspensión. Este tipo de fluido se endurece al recibir un impacto, ofreciendo una protección adicional al piloto en situaciones de alta aceleración o frenado.
2. Implementación de un sistema de frenado hidráulico: el objetivo es mejorar la capacidad de frenado del todo terreno mediante la implementación de un sistema de frenos hidráulicos,

en este caso de un cuatrimoto gracias a su confiabilidad. Esto responde a la necesidad de manejar a mayor velocidad y potencia, dando fin al problema principal del proyecto pasado.

3. Diseño de un tubular funcional: este proyecto consta de utilizar herramientas de diseño asistido por computadora, esto ayudara a mejorar la seguridad del piloto y reducir el peso del vehículo atendiendo a uno de los problemas del diseño pasado, gracias a la falta de conocimientos en diseño automotriz, el tubular se encontraba hecho a ciegas y con suposiciones, incluso en algún momento estuvo a punto de caer el motor de la base.

I.II GENERACIÓN DE IDEAS

Para abordar los objetivos planteados de proyectos, se pueden generar las siguientes ideas:

ASIENTO CON LIQUIDO NEWTONIANO

- Investigar diferentes combinaciones de harina y agua para encontrar la mezcla eficiente en términos de resistencia e impacto.
- Probar diferentes tipos de materiales para el revestimiento del asiento que sean resistentes a las fugas y pinchaduras del fluido.
- Integrar sensores dentro del asiento para medir la efectividad del sistema de amortiguación.

SISTEMA DE FRENOS HIDRÁULICOS

- Adaptar componentes del sistema de frenos de un cuatrimoto a un todo terreno, como lo son las pastillas de freno y las mordazas.
- Diseñar la base del disco que ira montada en el eje trasero.
- Explorar el material que sea lo suficientemente resistente como para soportar la fuerza que genera el frenado y sus altas temperaturas.

DISEÑO DE TUBULAR FUNCIONAL

- Utilizar herramientas de diseño asistido y simulación que ayuden a mejorar el diseño del vehículo y ayude a la selección del material.
- Estudiar sobre la resistencia de los materiales y el tipo de soldadura que se utiliza.
- Desarrollar una jaula funcional para garantizar la seguridad del piloto.

I.III GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA DECISIÓN

Para seleccionar la opción más viable de proyecto, se realiza una tabla de ponderación (Tabla 1.0), donde 5 significa que es muy factible y 1 nada factible.

En dicha tabla se establecieron cinco aspectos a calificar:

1. Materiales: se evalúa la facilidad para obtener y manipular los materiales necesarios para la realización del proyecto.
2. Factibilidad: se considera el conocimiento previo del equipo y la certeza de poder llevar a cabo el proyecto sin complicaciones.
3. Recursos económicos: se evalúa la cantidad de dinero requerido para el desarrollo del proyecto.
4. Tiempo: Se estima la duración aproximada del desarrollo del proyecto.
5. Tecnología: se analiza el nivel de especificidad y tecnicidad de las herramientas necesarias para la ejecución del proyecto.

Parámetro	Proyecto I: Asiento con liquido newtoniano.	Proyecto II: Sistema de frenado hidráulico.	Proyecto III: Diseño de tubular.
Materiales	3	2	1
Factibilidad	1	3	2
Recursos económicos	3	1	2
Tiempo	4	3	1
Tecnología	1	5	3
Suma	12	14	9

Tabla 1. Ponderación

I.IV VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA ALTERNATIVA

ASIENTO CON LIQUIDO NEWTONIANO

Ventajas:

- Fácil de implementar.
- Costos relativamente bajos.
- Tecnología conocida.
- Sustituye de manera temporal la fálte suspensión en el vehículo.

Desventajas:

- Posible desgaste.
- Fuga del fluido.
- Mantenimiento frecuente.

SISTEMA DE FRENOS HIDRÁULICOS

Ventajas:

- Relativamente sencillo de implementar.
- Menos modificaciones necesarias.
- Mejora la seguridad del piloto.

Desventaja:

- Puede no ofrecer un rendimiento de frenado superior.
- Requiere pequeñas modificaciones al automóvil.
- Corre el riesgo de que no funcione el sistema.
- Desgaste excesivo al momento de la carrera.

DISEÑO DE TUBULAR**Ventajas:**

- Resistencia estructural.
- Ligereza.
- Versatilidad.

Desventajas:

- Costos altos en obtención de materiales.
- Dificultar para soldar.

CAPITULO II.

PLANTEAMIENTO

II.I PALABRAS CLAVE QUE SE NECESITAN PARA LA COMPRENSIÓN DEL PROYECTO

- **Sistema de frenos hidráulicos:** Sistema de frenos que utiliza fluido hidráulico para transmitir la fuerza de frenado, permitiendo mayor precisión y capacidad de frenado en vehículos de alto rendimiento, como cuatrimotos y karts.
- **Cuatrimoto:** Vehículo de cuatro ruedas, generalmente utilizado en terrenos accidentados, cuya tecnología de frenos será adaptada al kart.
- **Adaptación:** Proceso de ajustar o modificar un sistema, componente o proceso para que se adecúe a un nuevo uso o entorno; en este caso, se refiere a la adaptación de frenos de cuatrimoto a un kart.
- **Desempeño en frenado:** Medida de la capacidad del sistema de frenos para detener el vehículo de manera eficiente, manteniendo la seguridad del piloto.
- **Seguridad del piloto:** Prevención de lesiones o accidentes para el piloto, con énfasis en la eficacia del sistema de frenos para garantizar el control del kart en situaciones extremas.
- **Peso del vehículo:** Masa total del kart, que influye en la potencia del motor y en la eficiencia del sistema de frenos. La adaptación del sistema debe considerar este factor para asegurar un rendimiento óptimo.
- **Potencia de frenado:** Capacidad del sistema de frenos para generar una desaceleración rápida y controlada del vehículo, aspecto fundamental en vehículos de competición.
- **Principio de Pascal:** Ley que indica que una presión aplicada en un fluido se distribuye por igual en todo el sistema, permitiendo amplificar la fuerza ejercida sobre el pedal para accionar los frenos.

II.II FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE INVESTIGACIÓN

El concepto de frenos hidráulicos resulta fundamental para el proyecto, ya que la tecnología de frenado de cuatrimoto se basa en el uso de fluidos para transmitir fuerza. Este tipo de sistema se considera más eficiente y versátil que los sistemas mecánicos tradicionales, especialmente en vehículos de alto rendimiento como los karts.

FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE FRENOS HIDRÁULICOS

En la figura 1 se muestra la constitución de un sistema de freno hidráulico. Su funcionamiento es simple: al presionar el pedal, la bomba (también conocida como cilindro maestro) ejerce presión sobre un líquido distribuido a través de mangueras conectadas a las mordazas. Estas, al recibir el fluido presurizado, activan un pistón que presiona el disco mediante pastillas, conocidas como balatas.

Este sistema opera según el **principio de Pascal**, que establece que la presión aplicada a un fluido en un recipiente cerrado se transmite por igual en todas las direcciones y sobre las paredes del recipiente.

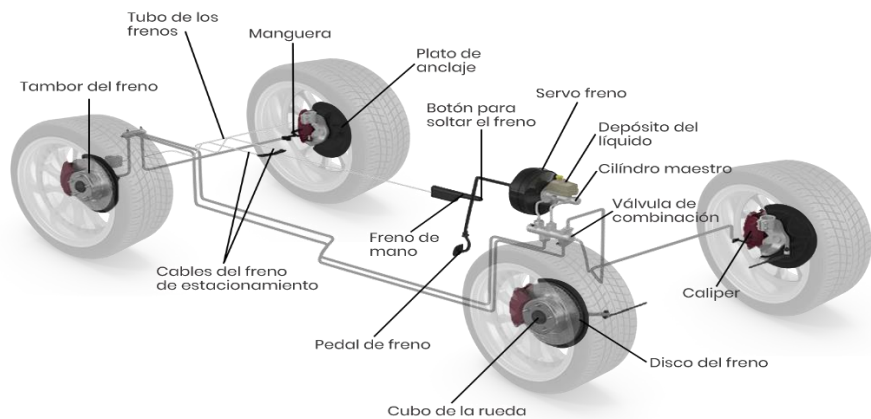


Figura 1. Sistema de freno hidráulico

La implementación de frenos hidráulicos permite generar mayor fuerza de frenado con menor esfuerzo del conductor, lo cual es esencial en este proyecto, ya que el vehículo todo terreno será modificado para competencias sobre superficies irregulares. Se estima un incremento en el peso total del vehículo, situándose entre 100 y 130 kg, y una reducción de la potencia del motor a aproximadamente 15 HP, en comparación con vehículos de pista que pesan entre 92 y 97 kg y poseen cerca de 40 HP.



Figura 2. Diseño de un vehículo todoterreno



Figura 3. Diseño de kart profesional

En las Figuras 2 y 3 se comparan las características físicas de ambos tipos de vehículos, lo que permite justificar las modificaciones estructurales del chasis y la implementación de un sistema de frenos más robusto.

Los frenos de cuatrimoto se caracterizan por su resistencia y eficiencia en condiciones de alta exigencia, como terrenos accidentados o velocidades elevadas. Adaptarlos a un vehículo todo terreno permite mejorar el control en curvas cerradas y durante frenadas intensas, reduciendo el riesgo de accidentes.

Además, el peso del nuevo vehículo debe considerarse para evitar un sobredimensionamiento del sistema. El uso adecuado de materiales en los discos y pastillas de freno es clave para mantener un equilibrio entre rendimiento y peso.

AERODINÁMICA

La aerodinámica, rama de la física que estudia el movimiento del aire y su interacción con los objetos, también debe ser considerada. En la Fig. 4 se presentan los factores aerodinámicos clave.

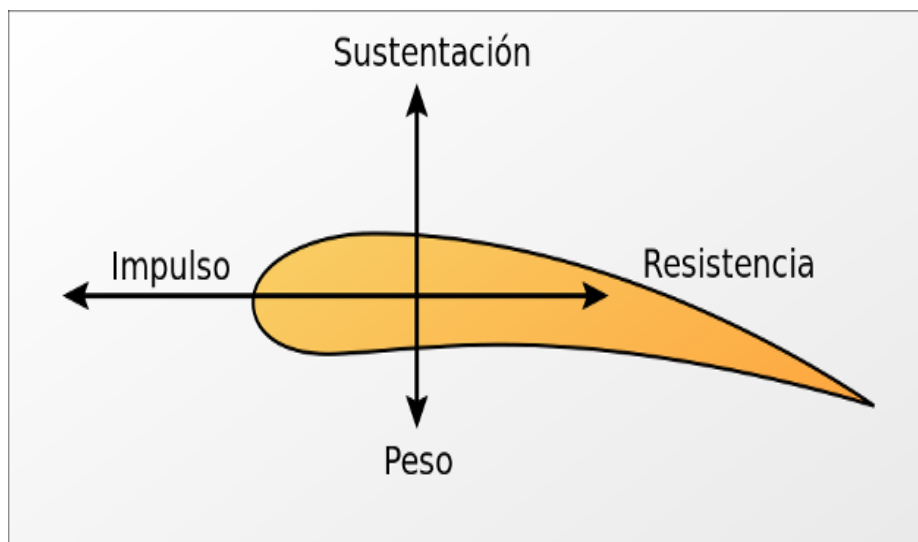


Figura 4. Factores aerodinámicos clave

En el caso del vehículo todo terreno, el sistema de frenos debe adaptarse considerando la generación de calor por fricción, lo que implica la necesidad de incluir mecanismos de enfriamiento que eviten pérdida de eficiencia por sobrecalentamiento.

TEST DE FRENADO

En un test de frenado, se evalúa la eficacia del sistema de frenos de un vehículo, comprobando su capacidad para detenerse de manera segura y eficiente. Esto se realiza mediante una serie de pruebas dinámicas que simulan la frenada en diferentes condiciones, como la velocidad, la superficie y el peso del vehículo.

¿Qué mide el test de frenado?

1. Distancia de frenado. Se mide la distancia que el vehículo recorre desde que se aplica el freno hasta que se detiene por completo.
2. Velocidad de frenado. Se comprueba la velocidad a la que el vehículo después de aplicar el freno.
3. Desequilibrio entre las ruedas. Se verifica si todas las ruedas frenan con la misma fuerza, evitando que el vehículo se desvíe o se desestabilice.
4. Freno de mano. Se prueba la efectividad del freno de mano, asegurado que pueda mantener el vehículo estacionado.
5. Sistema ABS. En vehículos con sistemas ABS, se evalúa el funcionamiento de este sistema para evitar el bloqueo de las ruedas durante la frenada.

Estas pruebas se hacen en vehículos tanto de gama alta, como de gama baja, en el todo terreno es imposible hacer algunas de las pruebas ya que el vehículo no cuenta con ECM, ya que el motor que tiene montado es un motor carburado (la mezcla aire-combustible es controlada por un elemento mecánico llamado carburador), esto quiere decir que no necesita de ningún elemento electrónico para hacer la combustión, esto igual quiere decir que no cuenta con ninguna asistencia electrónica como el control de chasis o sistema ABS.

II.III OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS, PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Adaptar un sistema de frenos hidráulicos de cuatrimoto a un vehículo todo terreno para mejorar su capacidad de frenado y garantizar mayor seguridad y rendimiento durante una competencia sobre superficie irregular que se llevará a cabo en el mes de diciembre.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las características del sistema de frenos de cuatrimoto para identificar los elementos adaptables al vehículo todo terreno.
- Modificar componentes como discos, pastillas y mordazas para garantizar compatibilidad con la nueva estructura.
- Diseñar un sistema de refrigeración adecuado para los frenos que funcione en condiciones de alta temperatura.
- Evaluar el rendimiento del sistema adaptado mediante pruebas que consideren la eficacia en frenado, seguridad y control.
- Minimizar el peso del sistema de frenos sin afectar su eficiencia ni su durabilidad.

II.IV PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo puede adaptarse un sistema de frenos hidráulicos de cuatrimoto a un vehículo todo terreno para optimizar su capacidad de frenado, aumentar la seguridad del conductor y mejorar su rendimiento en situaciones de alta velocidad y curvas pronunciadas?

II.V JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El sistema de frenos es uno de los elementos más críticos para garantizar la seguridad y el rendimiento en cualquier vehículo. En el contexto de competencias de todo terreno, la necesidad de contar con un frenado efectivo se intensifica, especialmente al enfrentar superficies irregulares y velocidades elevadas.

La adaptación de un sistema de frenos hidráulicos de cuatrimoto a un vehículo todo terreno se justifica por las siguientes razones:

- **Mejora de la seguridad:** Los sistemas hidráulicos permiten un control más preciso y efectivo, reduciendo el riesgo de accidentes y mejorando la maniobrabilidad del vehículo.
- **Optimización del rendimiento:** Un sistema de frenos eficiente incrementa la capacidad del vehículo para frenar en condiciones difíciles, lo cual mejora su competitividad.
- **Innovación tecnológica:** La implementación de tecnologías probadas en otros vehículos contribuye a soluciones creativas en la ingeniería automotriz enfocada en competencias.
- **Reducción de fatiga en el conductor:** Al requerir menos esfuerzo físico para accionar el sistema, se mejora la experiencia y el desempeño del piloto durante periodos prolongados.

Este proyecto contribuirá no solo al avance tecnológico en la ingeniería de vehículos de carreras, sino también a la seguridad y la eficiencia en el diseño de vehículos todo terreno, creando una solución adaptada a las necesidades modernas de velocidad, control y rendimiento.

CAPITULO III.

DESARROLLO

III.I CÁLCULOS

PARÁMETROS DEL SISTEMA DE FRENOS:

- Diámetro del pistón de la bomba: 25 mm (1 pulgada)
- Diámetro de los pistones en los cálipers: 45 mm (1.77 pulgadas)
- Número de pistones por cáliper: 2
- Diámetro del disco de freno: 200 mm (11 pulgadas)
- Espesor del disco: 22 mm (ventilado) o 10 mm (sólido)
- Material del disco: Hierro fundido o acero de alto carbono

DATOS DE PRESIÓN Y FLUIDO:

- Fluido: DOT 3 (punto de ebullición seco: 230°C, húmedo: 155°C)
- Volumen desplazado por la bomba: 10-15 cm³ por ciclo
- Coeficiente de fricción pastillas-disco: 0.35 - 0.5

III.II MATERIALES

LISTA DE MATERIALES:

- 1 clíper
- 2 pastillas de freno
- 1 discos de freno
- Líneas hidráulicas
- Frasco de plástico con tapa
- Pedal de freno
- Bomba de freno

PROVEEDORES:

- Refaccionaria Carlos
- El Paisano
- Taller de motos “La Pitufa”

TABLA COMPARATIVA DE PRECIO Y CALIDAD:

Proveedor	2 Cálipers	2 Pastillas	2 Discos	Líneas hidráulicas	Pedal de freno	Total
Refaccionaria Carlos	\$968	\$385	\$736	\$482	\$445	\$3016
El Paisano	\$815	\$243	\$518	\$482	\$445	\$2503
Taller de Motos La Pitufa	\$300	\$250	\$700	\$150	\$300	\$1700

Tabla 2. Analisis de precios de los materiales

III.III DISEÑO DEL SISTEMA

PLANEACIÓN:

Se inició con la elaboración de bocetos a mano de dos posibles configuraciones, contemplando las características del chasis del vehículo todoterreno para evitar interferencias con otros sistemas. Con base en los diseños, se determinó la cantidad y tipo de materiales necesarios.

Posteriormente, se desarrolló un modelo en 3D del sistema de frenos, que permitió una visualización detallada del ensamble final y facilitó la verificación de medidas, alineación y compatibilidad.

BOCETO DE PIEZAS:

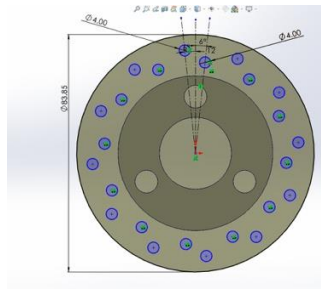


Figura 5. Boceto disco de freno

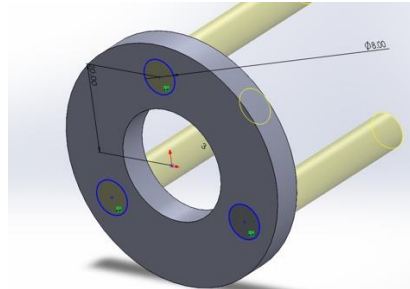


Figura 6. Boceto galleta adaptadora

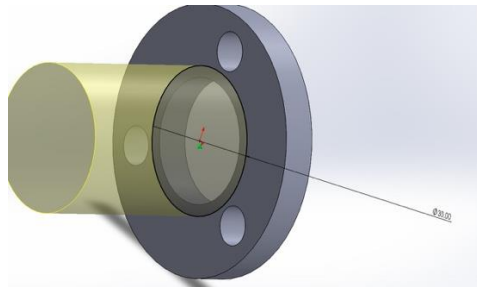


Figura 7. Boceto masa adaptadora

DISEÑO 3D:

Se modeló el sistema completo en software de diseño CAD para validar el ensamble y prever posibles interferencias. Esto ayudó a optimizar el uso del espacio y garantizar una distribución eficiente de los componentes.

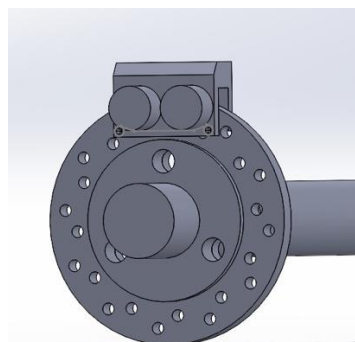


Figura 8. Modelado disco de freno con caliper

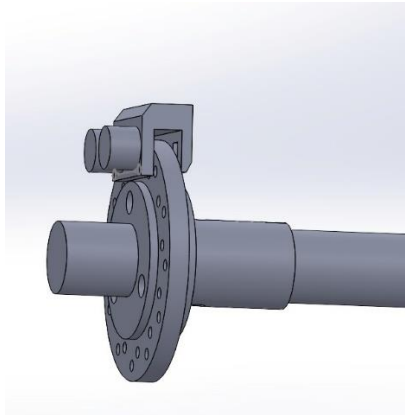


Figura 9. Modelado disco de freno con caliper, vista lateral

III.IV COTIZACIÓN Y COMPRA

Tienda elegida y ubicación: Taller de motos “La Pitufa”, Calle 23 x 28 y 30, 97300 Cholul, Yucatán.

Presupuesto: \$1400 pesos mexicanos.

Aportaciones: Cada integrante del equipo (equipo 1 y 2) aportó \$140 pesos. Algunos miembros que contaban con vehículo se encargaron de acudir al taller para:

- Realizar el pedido del sistema de frenos
- Supervisar el avance del mecánico
- Recoger las piezas una vez listas

III.V ELABORACIÓN DEL SISTEMA

MEDICIÓN Y CORTE:

Componentes y dimensiones:

- **Discos de freno (1 piezas):** Diámetro: 200 mm, Espesor: 4 mm
- **Cálipers de doble pistón:** Distancia entre tornillos: 60 mm
- **Pastillas de freno:** Ancho de fricción: 40 mm
- **Bomba hidráulica:** Diámetro del pistón: 12.7 mm (1/2 pulgada)
- **Mangueras hidráulicas:** Longitud: 90 cm, Diámetro interno: 3.2 mm
- **Eje trasero del vehículo:** Diámetro: 35 mm
- **Soportes:** Acero al carbón, espesor: 4 mm

Cortes realizados:

- Fabricación de dos soportes de acero (20 cm x 10 cm) para fijar cálipers al chasis.
- Corte y ajuste de mangueras a 90 cm cada una, asegurando trayectos sin dobleces.

Ensamble:

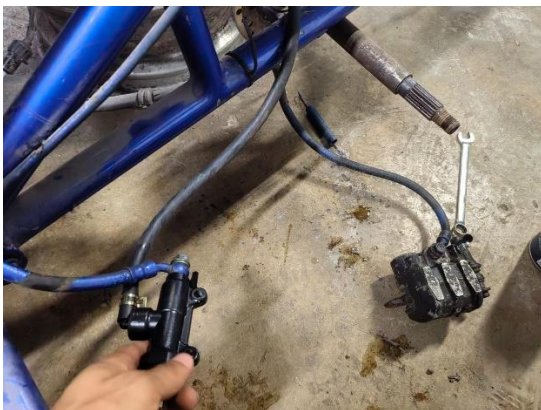
- Montaje de discos de 200 mm en el eje trasero, mediante adaptadores.
- Instalación de cálipers en soportes, centrados sobre los discos.
- Colocación de la bomba de freno en la parte frontal, accesible al pedal derecho.
- Conexión de mangueras desde la bomba a los cálipers.
- Llenado y purga del sistema con líquido DOT 4.

III.VI PRUEBAS FINALES

TEST DE FRENADO

Prueba de presión:

- Presión mantenida en el pedal por 5 minutos. El resultado esperado es que no se detecten fugas ni pérdidas de presión.



Prueba de frenado en seco:

- Serán realizadas 5 frenadas con el vehículo estático. El resultado esperado es que el vehículo se detenga de forma recta y controlada.

Prueba de resistencia:

- Serán efectuadas 10 frenadas consecutivas a 20 km/h. Resultados:
- Calentamiento moderado de discos
- Desempeño constante sin pérdida de frenado

Revisión final:

- Inspección visual de discos y pastillas: se espera que no haya desgaste prematuro ni daños estructurales.



Simulación conceptual:

- Peso total del vehículo con piloto: 150 kg
- Velocidad de prueba: 20 km/h
- Fuerza de frenado estimada por rueda: 350 N

Resultado:

El sistema soporta adecuadamente la fuerza de frenado sin deformaciones ni pérdidas hidráulicas, para que esto se tuvo que cambiar la bomba de freno para mejorar la presión del cíper.



Esta bomba ocupa mucha más presión y estará ubicada directamente en el pedal de freno para obtener un mejor frenado, lamentablemente fue imposible realizar las pruebas necesarias por las condiciones del vehículo, el tubular consta de dificultades para montar las ruedas.

Link de la demostración del funcionamiento del sistema de frenos:
<https://youtube.com/shorts/QRz9dTn3NYE?feature=share>.

VI. CONCLUSIÓN

Este proyecto representó un desafío significativo desde sus primeras etapas, especialmente considerando que fue desarrollado en el segundo semestre, cuando el nivel de conocimientos técnicos aún es limitado. Uno de los principales obstáculos fue la adaptación e implementación de un sistema de frenos en el prototipo de vehículo todoterreno, lo cual exigía una comprensión más profunda de principios hidráulicos y mecánicos que aún no habían sido abordados en profundidad en el plan de estudios.

Sin embargo, gracias al acompañamiento y orientación de profesores con experiencia en sistemas de frenos automotrices, fue posible superar estas dificultades. El aporte de estos especialistas resultó fundamental para lograr el correcto montaje del sistema y llevar a cabo el procedimiento de purga, etapa crucial para garantizar su funcionalidad.

Una vez completada esta fase, el sistema de frenado funcionó conforme a lo esperado, lo cual representa un logro importante para el grupo de trabajo. No obstante, es importante señalar que, debido a limitaciones de tiempo y recursos, no fue posible realizar pruebas exhaustivas que permitieran evaluar el rendimiento del sistema bajo condiciones reales, como lo sería mantener una velocidad constante o enfrentar terrenos irregulares.

A pesar de esta limitación, se puede concluir que el proyecto alcanzó su objetivo principal: lograr que el vehículo detuviera su marcha de manera efectiva. Además, el proceso de diseño, montaje y puesta en marcha ofreció una valiosa oportunidad de aprendizaje práctico que complementa y refuerza la formación académica recibida hasta el momento. Este tipo de experiencias permite a los estudiantes enfrentar problemas reales, tomar decisiones técnicas y trabajar en equipo para alcanzar soluciones funcionales, lo cual resulta fundamental para su desarrollo profesional.