



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“REINGENIERÍA DE LOS SISTEMAS DE DIRECCIÓN Y
DE FRENOS DEL AUTOMÓVIL LAND ROVER HARD
TPO DEL AÑO 1981 PARA TALLER MÓVIL DE LA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

**FLORES GUZMÁN FRANKLIN EDUARDO
REMACHE CHIMBO ALVARO MIGUEL**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2014

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2014-01-16

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

FRANKLIN EDURADO FLORES GUZMÁN

Titulada:

**“REINGENIERÍA DE LOS SISTEMAS DE DIRECCIÓN Y DE FRENOS DEL
AUTOMÓVIL LAND ROVER HARD TPO DEL AÑO 1981 PARA TALLER
MÓVIL DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Marco Santillán Gallegos
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Edison Castillo Cárdenas
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Bolívar Cuaical Angulo
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2014-01-16

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

ALVARO MIGUEL REMACHE CHIMBO

Titulada:

**“REINGENIERÍA DE LOS SISTEMAS DE DIRECCIÓN Y DE FRENOS DEL
AUTOMÓVIL LAND ROVER HARD TPO DEL AÑO 1981 PARA TALLER
MÓVIL DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Marco Santillán Gallegos
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Edison Castillo Cárdenas
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Bolívar Cuaical Angulo
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: FRANKLIN EDUARDO FLORES GUZMÁN

TÍTULO DE LA TESIS: “REINGENIERÍA DE LOS SISTEMAS DE DIRECCIÓN Y DE FRENOS DEL AUTOMÓVIL LAND ROVER HARD TPO DEL AÑO 1981 PARA TALLER MÓVIL DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

Fecha de Examinación: 2014-06-25

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Jorge Paucar Guambo PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Marcelo Castillo Cárdenas DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Bolívar Cuaical Angulo ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de defensa se han cumplido.

Ing. Jorge Paucar Guambo
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ALVARO MIGUEL REMACHE CHIMBO

TÍTULO DE LA TESIS: “REINGENIERÍA DE LOS SISTEMAS DE DIRECCIÓN Y DE FRENOS DEL AUTOMÓVIL LAND ROVER HARD TPO DEL AÑO 1981 PARA TALLER MÓVIL DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

Fecha de Examinación: 2014-06-25

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Jorge Paucar Guambo PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Marcelo Castillo Cárdenas DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Bolívar Cuaical Angulo ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de defensa se han cumplido.

Ing. Jorge Paucar Guambo
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Franklin Eduardo Flores Guzmán

Álvaro Miguel Remache Chimbo

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a toda mi familia, en especial a la memoria inolvidable de mi abuelita y de mi hermano que siempre serán mi mejor inspiración para seguir formándome de la mejor manera, como persona y como profesional.

Franklin Flores Guzmán

Este trabajo va dedicado a mi familia, de forma especial a mis padres, que son el pilar fundamental en mi vida y día a día me han brindado su apoyo incondicional tanto económica como psicológicamente, facilitándome ánimos en todo momento y más en los difíciles para no darme por vencido y así poder salir adelante.

Todo en mi vida va dedicado a ellos ya que sin ellos no soy nadie.

Álvaro Remache Chimbo

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Mecánica, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad. También a los ingenieros, Marcelo Castillo, Bolívar Cuaical director y asesor tesis, por guiarnos de la mejor manera en el transcurso de la elaboración de este proyecto.

A Dios por la sabiduría y la valentía y en especial a toda mi familia que fue la base y el apoyo incondicional para nunca desistir de la lucha ante las adversidades de la vida diaria como estudiante, a todos mis amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

Franklin Flores Guzmán

Agradezco a DIOS, ante todo, por haberme permitido alcanzar esta nueva etapa en mi vida, en la distinguida Escuela de Ingeniería Automotriz, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, un referente en el ámbito de la educación superior en el país. Al Director de la Escuela, Ingeniero Jorge Paucar y la gran labor desempeñada han hecho de esta Escuela un ejemplo en la preparación de profesionales en el campo de la Ingeniería Automotriz. De igual modo, un especial agradecimiento a mis maestros, quienes supieron transmitirme sus conocimientos, y a encaminarme por el sendero de la superación, no sólo como maestros, sino, en especial, como amigos. Tanto en el ámbito académico y personal, todo corazón gracias.

Álvaro Remache Chimbo

CONTENIDO

	Pág.
1. GENERALIDADES	
1.1 Introducción.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
2. MARCO TEÓRICO	
2.1 Sistema de dirección hidráulica	4
2.2 Función del sistema de dirección	4
2.3 Componentes del sistema de dirección.....	4
2.3.1 <i>Sistema piñón cremallera</i>	4
2.3.2 <i>Volante</i>	5
2.3.3 <i>Eje de la columna de la dirección</i>	5
2.3.4 <i>Amortiguadores de la dirección</i>	6
2.3.5 <i>Rótulas</i>	6
2.3.6 <i>Mecanismo de dirección hidráulica</i>	6
2.3.7 <i>Mecanismo de dirección de movimiento giratorio</i>	7
2.3.8 <i>Mecanismo de dirección de movimiento deslizante</i>	7
2.3.9 <i>Mecanismo de dirección asistida hidráulica</i>	8
2.3.10 <i>Mecanismo de servodirección hidráulica con cilindro integrado</i>	9
2.4 Tipos de mantenimiento.....	10
2.4.1 <i>Mantenimiento preventivo</i>	10
2.4.2 <i>Mantenimiento correctivo</i>	11
2.5 Sistema de frenos	11
2.5.1 <i>Definición</i>	11
2.5.2 <i>Función de los frenos</i>	12
2.5.3 <i>Tipos y características de sistemas frenos</i>	12
2.6 Sistema de frenos de disco	18
2.6.1 <i>Sistemas de mordaza o de pinza de freno</i>	19
2.6.2 <i>Partes o componentes del sistema de frenos de disco</i>	19
2.7 Descripción y características	26
2.7.1 <i>Resistencia por rodadura</i>	26
2.7.2 <i>Resistencia aerodinámica</i>	27
2.7.3 <i>Efecto rampa/pendiente</i>	28
2.7.4 <i>Fuerza de frenado</i>	29
2.7.5 <i>Distancia de parada</i>	29
2.7.6 <i>Tiempo de parada</i>	30
2.7.7 <i>Calor producido en el disco de freno</i>	30
2.8 Mantenimiento del sistema de frenos	31
2.8.1 <i>Mantenimiento preventivo</i>	31
2.8.2 <i>Mantenimiento correctivo</i>	32
3. REINGENIERÍA Y ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS NUEVOS	
3.1 Análisis del estado técnico actual del sistema de dirección del vehículo.....	33
3.2 Análisis de los requerimientos para la adaptación de los elementos y componentes del sistema de dirección.....	36

3.3	Herramientas y materiales a utilizar	38
3.4	Ensamblaje de los componentes en el sistema de dirección.....	39
3.5	Análisis del estado técnico actual del sistema de frenos.....	42
3.6	Análisis de los requerimientos y componentes del sistema de frenos.	45
3.7	Herramientas a utilizar.....	46
3.8	Ensamblaje de los componentes variantes en el sistema de frenos.....	47
4.	VALIDACIÓN DE LA INGENIERÍA PRUEBAS Y ENSAYOS	
4.1	Metodología experimental de los sistemas nuevos a implementarse	50
4.2	Diagnóstico.....	51
4.3	Modelación gráfica del sistema de dirección hidráulica.....	52
4.4	Funciones	52
4.4.1	<i>Análisis de deformación brazo de la dirección</i>	52
4.4.2	<i>Análisis del esfuerzo conjunto de engranajes</i>	53
4.5	Aplicaciones	54
4.6	Modelación gráfica del sistema de frenos	54
4.7	Funciones	55
4.7.1	<i>Análisis térmico</i>	55
4.7.2	<i>Análisis de deformación</i>	56
4.7.3	<i>Torque producido en los discos.</i>	58
4.8	Aplicaciones	58
4.9	Verificación del funcionamiento de los sistemas reinstalados	59
4.9.1	<i>Cálculos comparativos del sistema de dirección</i>	59
4.9.2	<i>Cálculos comparativos del sistema de frenos</i>	62
4.10	Evaluación en el vehículo	66
4.10.1	<i>Evaluación del sistema de dirección</i>	67
4.10.2	<i>Evaluación del sistema de frenos</i>	68
4.11	Análisis de posibles problemas en el sistema de la dirección hidráulica.....	70
4.12	Análisis de posibles problemas en el sistema de frenos de disco	71
4.13	Análisis de resultados	73
5.	ANÁLISIS DE COSTOS	
5.1	Costos directos.....	74
5.2	Costos indirectos	75
5.3	Costos totales.....	76
5.4	Análisis general de costos	76
6.	MANUAL DEL USUARIO	
6.1	Manual de operación de sistema de dirección	79
6.1.1	<i>En el arranque</i>	80
6.1.2	<i>En cada instante de conducción</i>	80
6.1.3	<i>Mantenimiento preventivo</i>	80
6.2	Mantenimiento correctivo	81
6.2.1	<i>Tirantería de la dirección</i>	82
6.2.2	<i>Volante</i>	82
6.2.3	<i>Eje de la columna de la dirección</i>	82
6.2.4	<i>Amortiguadores de la dirección</i>	82
6.2.5	<i>Rótulas</i>	¡Error! Marcador no definido.
6.3	Manual de mantenimiento planteado para el sistema de dirección.....	83
6.4	Manual de usuario del sistema de frenos	84
6.5	Manual de operación	84

6.5.1	<i>En el arranque</i>	85
6.5.2	<i>En cada instante de conducción</i>	85
6.5.3	<i>En el momento de estacionar</i>	85
6.6	Mantenimiento preventivo	86
6.6.1	<i>Servofreno</i>	86
6.6.2	<i>Discos</i>	86
6.6.3	<i>Central de freno</i>	86
6.6.4	<i>Cáliper</i>	86
6.6.5	<i>Pastillas</i>	87
6.6.6	<i>Buje</i>	87
6.6.7	<i>Líquido de frenos</i>	87
6.7	Mantenimiento correctivo	87
6.7.1	<i>Servofreno</i>	87
6.7.2	<i>Discos</i>	88
6.7.3	<i>Central de freno</i>	88
6.7.4	<i>Cáliper</i>	88
6.7.5	<i>Pastillas</i>	88
6.7.6	<i>Buje</i>	88
6.7.7	<i>Líquido de frenos</i>	89
6.8	Manual de mantenimiento planteado para el sistema de frenos	89
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1	Conclusiones	91
7.2	Recomendaciones.....	91

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

		Pag.
1	Fuerza ejercida en el pedal.....	21
2	Coefficiente de adherencia.....	28
3	Distancias de parada.....	30
4	Características de la polea a instalar.....	38
5	Herramientas y materiales a utilizar.....	39
6	Propiedades de los discos macizos.....	48
7	Herramientas y materiales para el montaje de elementos.....	49
8	Valores de la fuerza de rozamiento que se va a trabajar.....	64
9	Valores de los resultados de la fuerza.....	67
10	Coefficientes más comunes de rodadura.....	68
11	Distancia de parada.....	71
12	Tiempo de parada.....	72
13	Evaluación del sistema de dirección.....	73
14	Evaluación del sistema de frenos-distancia.....	74
15	Evaluación del sistema de frenos-tiempo.....	74
16	Análisis de posibles problemas en el sistema de la dirección hidráulica.....	74
17	Diagnos en la frenada.....	76
18	Diagnos por acción del pedal.....	77
19	Descripción de los costos directos.....	81
20	Descripción de los costos indirectos.....	82
21	Descripción de los costos totales.....	82
22	Valor neto actual.....	83
23	Mantenimiento del sistema de dirección.....	89
24	Mantenimiento del sistema de frenos.....	97

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Sistema piñón cremallera.....	5
2 Volante de la dirección.....	5
3 Eje de la columna de la dirección.....	6
4 Rotulas.....	7
5 Detalle de una dirección de piñón cremallera con bieletas en los dos extremos.....	8
6 Conjunto de sistemas de dirección asistida hidráulica.....	9
7 Esquema de funcionamiento de la caja de dirección.....	10
8 Conjunto del sistema de frenos.....	12
9 Frenos de tambor.....	15
10 Frenos con sistemas girling.....	16
11 Frenos con sistema bendix.....	16
12 Sistema de frenos rígido.....	17
13 Diagrama de un sistema de frenos de disco.....	17
14 Sistema de frenos de disco y sus componentes.....	18
15 Discos de freno.....	20
16 Estribo de freno.....	20
17 Servofreno o booster.....	21
18 Cilindro maestro.....	22
19 Tanque del líquido de freno.....	22
20 Cáliper.....	23
21 Pastillas de freno.....	24
22 Abrazadera de cañerías.....	25
23 Líquidos de freno.....	26
24 Fuerza de resistencia a la rodadura.....	27
25 Fuerza de resistencia aerodinámica.....	28
26 Efecto rampa pendiente sobre el vehículo.....	29
27 Fuerzas que intervengan en el proceso de frenado con el freno de servicio.....	30

SIMBOLOGÍA

ub	Coefficiente de rodadura	
F _n	Fuerza normal	kg
X _i	Espacio inicial de recorrido	
X _f	Espacio final de recorrido de parada	
V _f	Velocidad final del vehículo	
V _i	Velocidad inicial del vehículo	
Q _{total}	Calor que absorbe el disco de freno	W /m ²
μ	Factor de roce entre la pastilla y el disco de freno	
p	Presión ejercida sobre el disco de freno	N/m ²
V _p	Velocidad inicial del disco de freno	
F	Fuerza del volante	N
Fr	Fuerza resistente al punto de contacto	
D	Distancia de la fuerza de rozamiento al punto de intersección	
R	Brazo de la palanca de la biela de dirección	
y	Relación de transmisión de dirección	
r	Radio del volante	
F _c	Esfuerzo del conductor en la dirección hidráulica	N
P	La presión de la bomba de la dirección	Pa
S	El área de una sección de la cañería de la bomba/cajetín	

LISTA DE ANEXOS

- A** Hoja guía de prácticas en el sistema de frenos
- B** Hoja guía de prácticas en el sistema de dirección hidráulica

RESUMEN

La reingeniería de los sistemas de dirección y de frenos del automóvil Land Rover Hard Tpo del año 1981 para taller móvil de la Escuela de Ingeniería Automotriz, tiene como objetivo hacer útil un bien que será implementado por fases para dar servicio de mantenimiento en carretera.

El estudio inicia con el diagnóstico general donde se determinó un significativo deterioro y carencia de partes importantes que debieron ser sustituidos. Previo a la colocación de sus partes y repuestos, se reunió información técnica de cada componente y de los sistemas de funcionamiento como el de la dirección que está formado por un cajetín, una bomba hidráulica, brazos de dirección y la polea que es la toma de fuerza del motor siendo así como se activa. El sistema de frenos fue de tambor y ahora se encuentra con un sistema de frenos de disco en el cual se aplicó una reingeniería con la que se mejoró la eficiencia y la eficacia en éstos sistemas. La simulación de los movimientos de la dirección y frenos del vehículo se analizaron usando métodos informáticos, cálculos de tiempo de parada, distancia y temperatura producida en el disco de frenos, complementariamente con pruebas prácticas de comprobación de funcionamiento.

El resultado que se obtuvo en el sistema de dirección es una eficiencia entre el rango de 28,2 % al 33,3 % comparada con la dirección mecánica anterior dándole más confort y seguridad al conductor; así como también el sistema de frenos tiene menos recalentamiento y más eficiencia al frenado.

El vehículo rehabilitado en los sistemas estudiados tiene manuales de mantenimiento y del usuario para proceder a ser utilizados de forma correcta y sea un bien útil en un mayor tiempo posible.

ABSTRACT

Reengineering of the steering and brakes systems of the Land Rover Hard TPO vehicle, year 1981, for a mobile mechanics service from the School of Automotive Engineering, aims to make useful a good which will be implemented by phases in order to provide road maintenance services.

The study begins with the general diagnosis, where it was determined a significant deterioration, and a lack of important parts that had to be replaced. Prior to the placement of its part and spare parts, it was gathered technical information of each component and operation systems as the steering consisting of a casing, a hydraulic pump, steering swivels and the pulley that is the source of the engine power being this way how it activates. The brakes mechanism was a drum brakes system and now it is formed by a disc brake system in which a re-engineering that made possible to improve the efficiency and effectiveness of these systems was applied. The simulation of the steering movements and brakes of the vehicle were analyzed by using computational methods, stop time calculations, distance and temperature produced in the disc brakes followed by complementary practical test operation check.

The outcomes obtained in the steering system revealed an efficiency between the range of 28,2% to 33,3% compared with the previous mechanical steering providing more comfort and safety to the driver; as well as the brake system shows less overheating and more efficiency at breaking.

The rehabilitated vehicle by means of the studied systems, possess maintenance as well as the user's manual to be used correctly, so this vehicle will be a useful good as long time as possible.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

El presente trabajo de investigación está enfocado a desarrollar un sistema de frenos y dirección para un vehículo clásico Land Rover Hard Tpo, y obtener respuestas apropiadas ante las diferentes inquietudes que se presenten en la investigación y que ayudarían mucho en la confianza y el bienestar de las personas que a bien han de usar el vehículo modificado.

El objetivo principal del estudio mecánico de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH, es consolidar conocimientos aptos y aplicables al funcionamiento del vehículo, procesos de mantenimiento y reparación de los mismos.

Esto se logra mediante la adecuada selección de los elementos que conforman los sistemas, a los mismos que se les realiza una modificación (trucaje) para el buen desempeño, otro punto importante para un buen rendimiento es la correcta ubicación de las diferentes partes que servirán de sujeción de los elementos que conforman el sistema de frenos y dirección. Para conseguir el funcionamiento apropiado de los sistemas antes mencionados, describimos todos los procesos de selección, adaptación, trucaje y construcción que han sido realizados.

El propósito final es alcanzar el máximo rendimiento de los sistemas de frenos y dirección con costos mínimos, teniendo en cuenta la utilidad que prestará este vehículo a la escuela, ya sea como taller móvil o como una herramienta didáctica que estará presto a cualquier tipo de manipulación y/o maniobra que a bien se le aplique.

Siempre guiándose en el manual de usuario y de funcionamiento que se le implementará en esta tesis, para seguridad del usuario y el cuidado de los mismo mecanismos y componentes que intervienen en estos sistemas automotrices.

1.2 Justificación

El objetivo del aprendizaje práctico es asegurar la competitividad del Ingeniero Automotriz de la ESPOCH garantizando la seguridad de sus conocimientos, así como destreza en las funciones encomendadas satisfaciendo requisitos del sistema de calidad hacia el receptor del servicio.

La acogida estudiantil hacia la carrera de Ingeniería Automotriz aumenta cada período, surgiendo la necesidad imperiosa de mantenerla dotada de herramientas de aprendizaje acordes a la tecnología actual, las cuales pudieran facilitar un mejor desenvolvimiento y complementar conocimientos en la parte práctica del sistema de funcionamiento mecánico del vehículo; mediante este estudio se busca mejorar las destrezas en los futuros profesionales de la institución.

Por otra parte existen talleres y mecánicos sin los conocimientos técnicos necesarios que se requieren para la fabricación y adaptación de autopartes sin efectuar cálculos y su construcción está sujeta solo a la experiencia del mecánico, por lo que a menudo su dinámica y comportamiento en competitividad no entregan al conductor las condiciones de seguridad y confort requeridas, fundamentalmente en los sistemas de frenos y dirección.

En este contexto es necesario efectuar la construcción, adaptación y truceje del sistema de frenos y dirección para un vehículo clásico Land Rover siempre dirigiendo este proyecto de tesis como una herramienta más para el aprendizaje de los estudiantes, ya que este trabajo se lo realizará aplicando herramientas de diseño mecánico que nos permitirán asegurar una correcta fiabilidad y eficiencia del taller móvil de pruebas.

Con lo que se espera dejar a la Escuela de Ingeniería Automotriz una reingeniería digna y aceptable en cuanto a frenos y dirección se refiere, cumpliendo con las exigencias técnicas y prácticas que la necesidad de la implementación de este taller móvil requiere, tanto dentro como fuera de la institución, puesto que con el buen desempeño del mismo taller, se podrá ofrecer servicios de mantenimiento automotriz en la politécnica, en la ciudad y donde lo requiera necesario el usuario.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Realizar la reingeniería de los sistemas de dirección y de frenos del automóvil Land Rover Hard Tpo del año 1981 para taller móvil de la Escuela de Ingeniería Automotriz.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Conocer los componentes y el funcionamiento de cada uno de los elementos del sistema de frenos y del sistema de dirección hidráulica.

Implementar la reingeniería de los sistemas de frenos y dirección, cumpliendo las exigencias del funcionamiento de estos sistemas en el vehículo.

Realizar las justificaciones de los componentes adaptados con la aplicación de sistemas computarizados.

Detallar modelos de mantenimiento y mejoramiento con las técnicas prácticas de taller para cuidar la eficiencia de los sistemas a instalar, para incrementar la seguridad de sus ocupantes.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Sistema de dirección hidráulica

2.1.1 Función del sistema de dirección. Se conoce como sistema de dirección de un vehículo a todos los órganos que permiten orientar las ruedas directrices, en función de las maniobras realizadas por el piloto sobre un mando de accionamiento.

La función del sistema de dirección es permitir un control direccional, suficientemente preciso para realizar el trazado en las curvas, las acciones de adelantamiento o de evasión ante obstáculos presentes en la carretera y las maniobras a baja y alta velocidad.

2.2 Componentes del sistema de dirección

Para realizar el estudio de los componentes del sistema de dirección, debemos saber que para que se tome una trayectoria deseada el sistema debe estar acoplado a una serie de elementos, cuya finalidad es transmitir el giro del volante a las ruedas

2.2.1 Sistema piñón cremallera. Su misión es transmitir el movimiento lineal de la caja de dirección hasta las manguetas de las ruedas. Este sistema que tendrá cada vehículo, va a depender del tipo de caja que este vaya a tener ensamblado. (www.suspensionydireccion.bligoo.com)

Figura 1.Sistema piñón cremallera



Fuente: <http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-41.html>

2.2.2 Volante. Los volantes se utilizan en todo tipo de vehículos, desde los automóviles hasta camiones ligeros y pesados. El volante es la parte del sistema de mando de dirección, que es manipulado por el conductor, generando acciones que son las respondidas por el resto del sistema.

www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=tiposFrenos

Figura 2. Volante de la dirección



Fuente: <http://www.arcar.org/repuesto-volante-direccion-torino-196778-9576>

2.2.3 Eje de la columna de la dirección. En este estudio LUQUE Pablo nos dice que es un elemento de la dirección de forma cilíndrica donde gira el eje de la dirección. La columna está compuesta por un tubo de acero, fijado ala la carrocería del vehículo y por dentro de la cual pasa el eje, que se une por una parte al volante y por otra a la caja de la dirección. (LUQUE, y otros, 2002 pág. 254)

Figura 3. Eje de la columna de la dirección



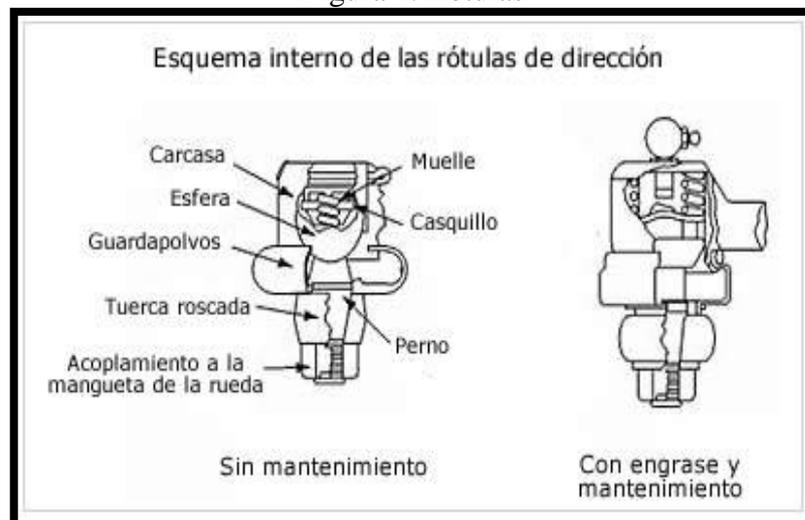
Fuente: http://spanish.alibaba.com/gs-suppliers_yhreach/Steering_Column_Shfts_217011996_1.html

2.2.4 Amortiguadores de la dirección. Los amortiguadores de la dirección son elementos de un solo tubo que cumplen con la función de eliminar las brusquedades de la dirección y evitar oscilaciones en las ruedas.

El montaje de estos amortiguadores puede realizarse en cualquiera de los diferentes tipos de dirección.

2.2.5 Rótulas. Este elemento se encarga específicamente de conectar los diferentes partes de la suspensión a las bieletas de mando, permitiéndose mover sus miembros en planos diferentes.

Figura 4. Rótulas



Fuente: <http://suspensionydireccion.bligoo.com>

2.2.6 Mecanismo de dirección hidráulica. Gil Hermógenes indica que los vehículos han utilizado soluciones basadas en mecanismos articulados, desde los sistemas más sencillos de un único cuadrilátero articulado de jeantaud, a diseños más complejos para vehículos con suspensión independiente, el conductor ejerce de forma general, su acción de control sobre un volante de dirección que está unida por medio de acoplamientos, denominados en conjunto columna de dirección, a los mecanismos de desactivación sobre las ruedas para la unión se han empleado diferentes y varias configuraciones.

Las que se instalan y diseñan en la actualidad se pueden englobar esencialmente en dos grandes grupos: los sistemas de piñón cremallera y los de bolas recirculantes.

En ambos tipos de dirección se pueden contemplar las siguientes variaciones:

- Dirección manual: las fuerzas de dirección son producto únicamente del esfuerzo muscular del director.
- Dirección asistida: las fuerzas de dirección son producto tanto del esfuerzo muscular del director como de una fuente externa de energía.
- Servodirección: las fuerzas de dirección proceden de una o varias fuentes externas de energía.
- Autodirección: el ángulo de guiado de una o varias ruedas se modifica únicamente por la aplicación de las fuerzas o los momentos en el contacto entre el neumático y la carretera. (GIL, 2003 págs. 920-922)

2.2.7 *Mecanismo de dirección de movimiento giratorio.* Consiste en un tornillo de dirección el cual hace que se desplace axialmente la tuerca de la dirección secuencialmente al movimiento del giro del volante.

Mediante una serie de elementos deslizantes dispuestos en el perímetro de la tuerca de la dirección, se transmite el movimiento de la tuerca de dirección y con ello a la biela de mando de la dirección unida rígidamente a la horquilla. La biela de mando de la dirección ejecuta un movimiento de hasta 90°.

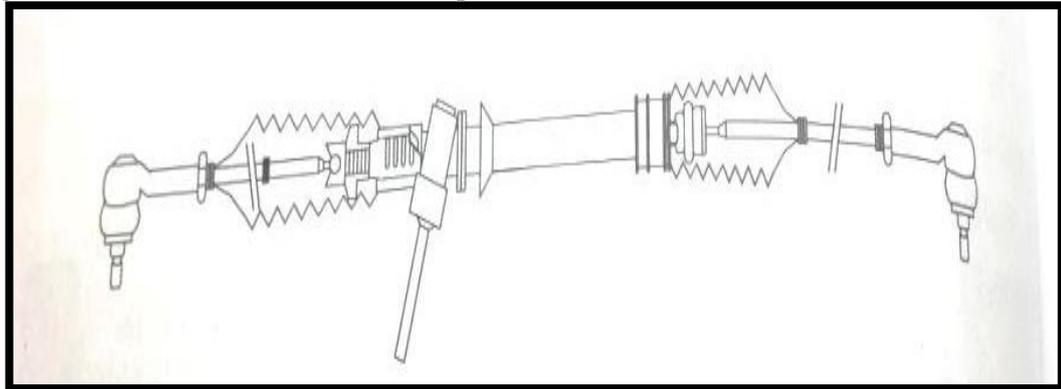
El desgaste es relativamente elevado en este tipo de dirección siendo especialmente desventajoso el ancho de que no pueda ser reajustado el juego de la tuerca de dirección. La desmultiplicación se realiza linealmente en este tipo de mecanismo de la dirección. (GIL, 2003 págs. 922-923)

2.2.8 *Mecanismo de dirección de movimiento deslizante.* Gil Hermógenes anuncia que en estos tipos de dirección se utiliza una cremallera que se mueve transversalmente al vehículo, accionada por un piñón solidario con la columna de dirección. El conductor actúa sobre el extremo opuesto de la columna de dirección, donde está ubicado el volante.

Y en este punto es donde se ejerce toda la fuerza de acuerdo al giro que se vaya a realizar, tal es la fuerza que el conductor es quien ejerce la misma, hasta lograr realizar la maniobra deseada.

La cremallera está unida por rótulas a las bieletas que, a su vez, se articulan las manguetas. (GIL, 2003 págs. 925-926)

Figura 5. Detalle de una dirección de piñón cremallera con bieletas en los dos extremos



Fuente: Luque Pablo. Ingeniería del automóvil. Sistemas y comportamiento. Pág. 254

2.2.9 Mecanismo de dirección asistida hidráulica. Gil Hermógenes de la misma manera contribuye en el mundo automotriz concluyendo que, en la actualidad la demanda automotriz ha hecho que se emplee este tipo de sistema de dirección para satisfacer la necesidad de conseguir un mayor esfuerzo para realizar el giro de las ruedas delanteras se hace notar especialmente en las diferentes situaciones:

Velocidad reducida, bajo presión de inflado, ruedas con baja superficie de contacto con el suelo, curvas cerradas.

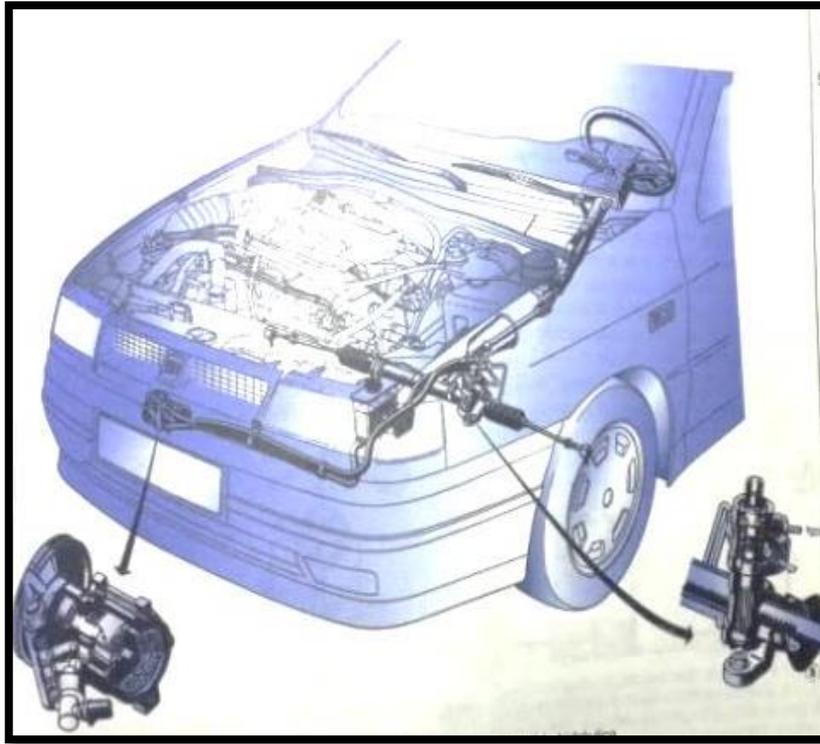
Para ello se hace cada vez más necesario la implantación de sistemas de asistencia hidráulica en la mayoría de los vehículos actuales.

Las partes principales que integran un sistema de dirección asistida son

- La fuente de energía
- La válvula de regulación
- El cilindro de dirección. (GIL, 2003 págs. 927-928)

Dentro del sistema de dirección cada uno de estos componentes cumple su respectiva e importante función, como es el de la fuente de energía que cuando es asistida la dirección esta fuente viene a estar dada por la fuerza de giro del motor de combustión interna y como dicha fuerza de giro es demasiado fuerte se la debe regular para tener una energía suficiente para que este sistema se active con todas sus propiedades y funciones que el cajetín de dirección asistida cuando se toma la fuerza adecuada y a la cual se la regula de manera adecuada para así aprovechar de todas las funciones que este sistema nos brinda.

Figura 6. Conjunto de sistemas de dirección asistida hidráulica.



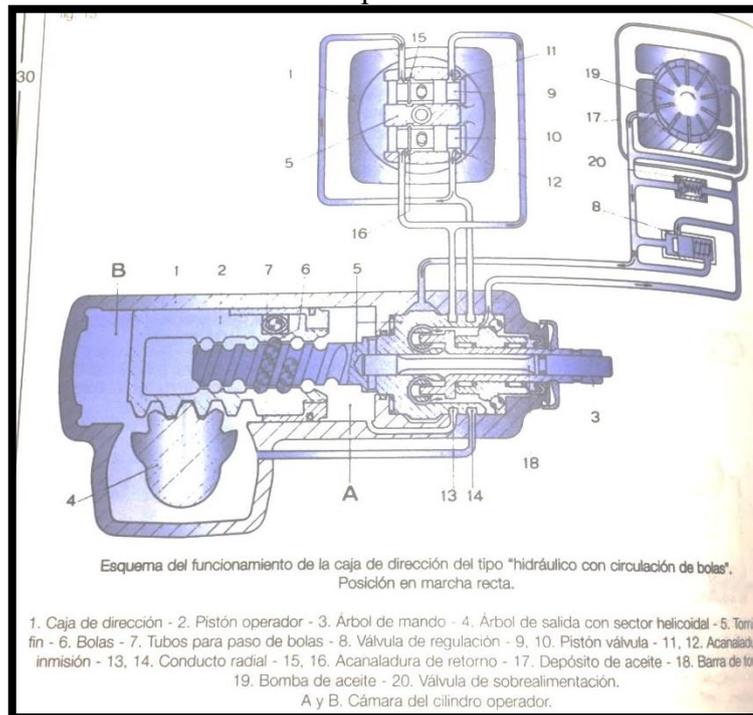
Fuente: GIL Hermógenes. Manual del automóvil. Pag.321

2.2.10 *Mecanismo de servodirección hidráulica con cilindro integrado.* Gil Hermógenes indica que este sistema de dirección es utilizado en vehículos de toda gama, en especialmente en vehículos pesados.

Mecanismo el cual está constituido por:

- En la bomba de aceite de alta presión del tipo de mecanismo giratorio con paletas radiales provistas de una válvula de regulación de la cantidad de aceite bajo presión, es accionado por el motor mediante una correa dentada.
- Un depósito de aceite.
- Las tuberías para la circulación del aceite para envío y retorno que unen el depósito, a la bomba y a la caja de dirección.
- Todos estos componentes están conectados por cañerías y tuberías de acuerdo a la presión y función a soportar.
- Una caja de dirección que contiene un doble cilindro operador, una válvula de dos pistones para el mando hidráulico y una dirección mecánica completa. (GIL, 2003 págs. 933-934)

Figura 7. Esquema de funcionamiento de la caja de dirección tipo “hidráulico con circulación de bolas” posición en marcha recta.



Fuente: GIL Hermógenes. Manual del automóvil. Pág. 345

2.3 Tipos de mantenimiento

2.3.1 Mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo de la dirección hidráulica se trata de cuidar el sistema mucho antes de que suceda algún tipo de daño en el que se trate de desmantelar o de reemplazar las piezas que se encuentran deterioradas.

Los mantenimientos preventivos se los debe cuidar muy precauteladamente ya que de esto depende de la vida útil del sistema y de esta manera encontramos distintos tipos de precauciones a tener en cuenta para poder realizarlos:

- Revisar la cantidad del líquido hidráulico periódicamente en el depósito.
- Inspeccionar las cañerías por donde circula el líquido para poder observar si no existe alguna fuga.
- Revisar el sistema cada cambio de líquidos o cada 60000 kilómetros
- Observar o palpar la dirección al momento de girar el volante para constatar de que no tiene algún tipo de obstrucción o algún tipo de juego excesivo en sus componentes.

2.3.2 Mantenimiento correctivo. En este trabajo se hablará sobre cómo hacer un mantenimiento correctivo a los sistemas de dirección hidráulica lo que primero debemos de saber es que hay varios sistemas de dirección de automóviles.

Ahora en la actualidad los sistemas de dirección hidráulica son los que tienen los vehículos nuevos y los de años recientes, aún existen autos con sistema de dirección mecánico a cremallera que son los automóviles de mayor antigüedad.

Es muy importante hacer un adecuado mantenimiento de cualquiera de estos sistemas, para ello hay que saber cómo son, como funcionan y que necesidades específicas tienen.

2.4 Sistema de frenos

Con la aparición de los automóviles desde sus inicios se dotó a todos los vehículos de sistemas de frenos de diversas formas o mecanismos de accionamiento que en lo general al principio fueron mecánicos, desde ese entonces hasta la actualidad los vehículos están dotados de frenos a todas las ruedas, incorporando elementos muy eficientes que ayudan a disminuir los esfuerzos que el conductor ejerce al momento de la activación o uso del sistema de frenos.

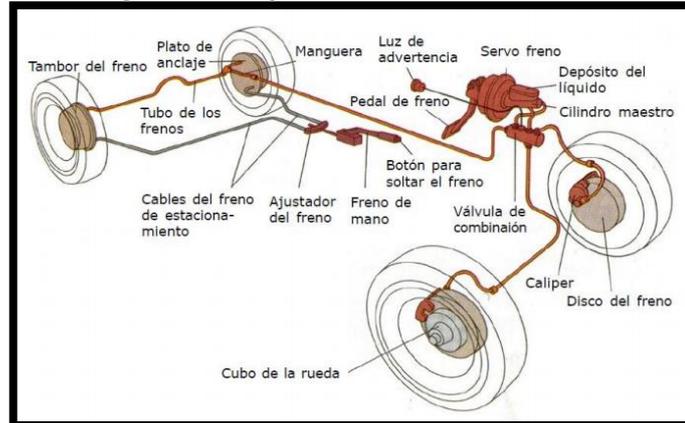
El sistema de frenos proporciona la capacidad de reducir la velocidad del vehículo y si es necesario, la detención total del mismo.

2.4.1 Definición. Luque Pablo asegura que por frenos se entiende el órgano dispositivo de frenado donde se desarrollan las fuerzas que se oponen al movimiento del vehículo.

El freno puede ser de fricción cuando las fuerzas se producen por el rozamiento de dos piezas pertenecientes al mismo vehículo, ambas en movimiento relativo pero sin contacto entre sí.

Siempre vale mencionar también que en el proceso de frenado se debe tener en muy en cuenta que si se lo realiza muy bruscamente se puede provocar bloqueo de las ruedas provocando en casos extremos derrapes peligrosos. Cuando el vehículo está en movimiento se establece una fuerza de adherencia con respecto al piso sobre el que se desplaza.

Figura 8. Conjunto del sistema de frenos



Fuente: http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sist_frenos.pdf

Por estas y muchas razones más la necesidad de equipar al vehículo con una serie de mecanismos que se encargan de conseguir una detención total o disminución o reducción de velocidad parcial, permitiendo realizarlo en las mejores condiciones de seguridad: tiempo y distancia mínima, conservando la trayectoria del vehículo, con una frenada proporcional al esfuerzo del conductor, en diversas condiciones de trabajo.

El valor de la fuerza que se le aplique al freno va a depender y mucho del momento en el que se active los frenos, del peso que haya entre las ruedas y el suelo y como debe ser también de la superficie o en el suelo de donde se desplace el vehículo. (LUQUE, y otros, 2002 págs. 393-399)

2.4.2 *Función de los frenos*

- Reducir la velocidad del vehículo
- Permitir la detención total del vehículo
- Y mantener el vehículo estático

2.4.3 *Tipos y características de sistemas frenos*

2.4.3.1 *Frenos de acuerdo a su función*

Frenos de servicio

Luque Pablo dentro de sus estudios automotrices también destaca dentro de la clasificación que los frenos de servicio fueron creados con la finalidad de desacelerar el vehículo (de forma directa o indirecta escalonadamente), cuando se requiera hacerlo

mientras se conduce cualquier tipo de vehículo con la finalidad de mantener la velocidad constante, durante los descensos o para detenerlo.

Este es el sistema empleado durante la operación normal del vehículo. Este freno nos va a permitir el accionamiento por medio del pedal lo que nos permite tener un control preciso del sistema de frenos en cualquier vehículo

En este tipo de frenos existirían dos posibles casos que serían:

- Sistema de frenos de servicio único
- Sistema de frenos de circuito dual

En el sistema freno único se tiene el gran inconveniente que al existir una falla todo el circuito tendrá Pérdidas de eficiencia o en su totalidad un desperfecto.

Caso que no sucede en el sistema de doble circuito, ya que si por causa de alguna avería o daño fallaría algún circuito, inmediatamente entraría en funcionamiento el segundo circuito. Este sistema de doble circuito se emplea en los vehículos de servicio industrial.

Frenos de socorro

Por algún motivo u otro se produjeran fallos del freno de servicio, el sistema de frenos auxiliar o de socorro debe ser capaz de asumir las funciones de aquel, es decir, reducir la velocidad del vehículo o mantenerla en un valor constante o incluso lograr la detención del mismo.

Frenos de estacionamiento

Este tipo de frenos son más conocidos como como freno de mano, el cual realiza la última de las funciones fundamentales de un vehículo, que es mantener al vehículo en estado estacionario, permaneciendo así en pendientes y en ausencia del conductor.

El funcionamiento de este sistema de freno se basa en la unión mecánica de un cable entre la palanca del freno de mano y el freno de la rueda. (LUQUE, y otros, 2002 págs. 394-397)

2.4.3.2 Frenos por su accionamiento

- Frenos mecánicos: Estos tipo de sistema de frenos fue el primer sistema a incorporarse en un vehículo y opera en cada una de las ruedas usando cables.

Puesto que es dificultoso para que la fuerza de frenado actuante en cada una de las ruedas sea uniforme, este tipo de freno ya no se utiliza, excepto como un freno de estacionamiento.

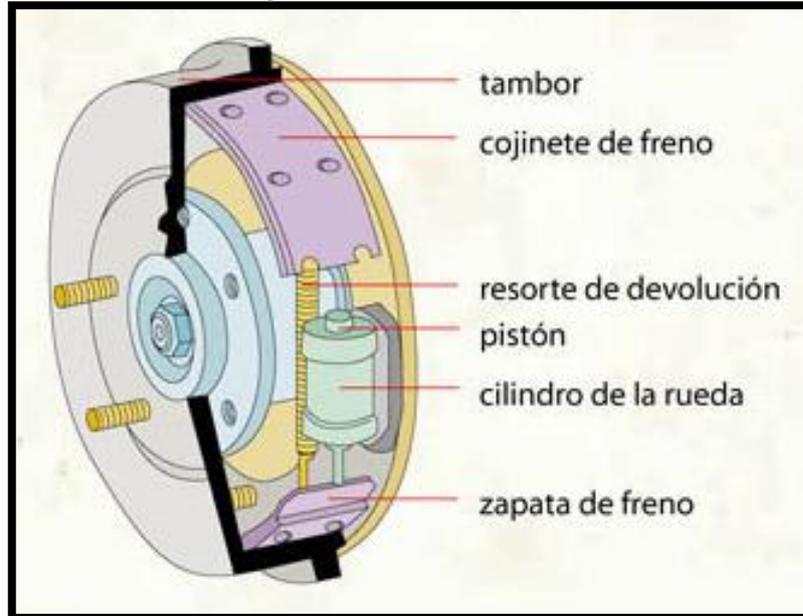
- Frenos neumáticos: Estos sistemas de frenos transmiten la fuerza de frenado aplicada al pedal de freno, ocupa aire comprimido a una presión determinada, la misma que actúa directamente sobre los elementos de frenado.
- Frenos hidráulicos: Este tipo de sistema de frenos usa presión hidráulica para operar los frenos en cada una de las ruedas. Casi todos los vehículos usan este tipo de sistema de frenos, por el freno de pedal.
- Frenos asistidos o servofreno: La servo-asistencia consiste en situar en el sistema de frenos un dispositivo denominado servofreno, cuya finalidad es multiplicar la presión de frenada cuando se actúa sobre el pedal.
Puede ser Servofreno por vacío que es el tipo más usado en vehículos pequeños y este tipo de frenos se frenos con servofreno con presión de aire es usado en vehículos pesados.
- Freno eléctrico: Cuando utiliza los sistemas de tracción eléctrica se denomina freno dinámico y los cuales pueden ser de dos tipos freno regenerativo y freno reostático.
- Sistema antibloqueo de ruedas (ABS): Este mecanismo electromecánico evita el bloqueo de las ruedas en circunstancias críticas, como pueden ser una calzada húmeda o deslizante, las reacciones del conductor ante los baches o errores de otros conductores, con lo que nos resultará más fácil mantener el control del vehículo durante la frenada cuando este sistema está instalado y activo en los vehículos. (Fácil, 2012)

2.4.3.3 *Tipos de sistemas de frenos*

Sistemas frenos de tambor

Este sistema de frenos diseñado para contrarrestar la fuerza opuesta al movimiento, este mecanismo utiliza fuerzas de fricción o de rozamiento que son generadas desde el interior del tambor de freno con la zapatas, ya que debido a su eficiencia y fuerza realizadas son de mayor uso en vehículos de carga pesada.

Figura 9. Frenos de tambor

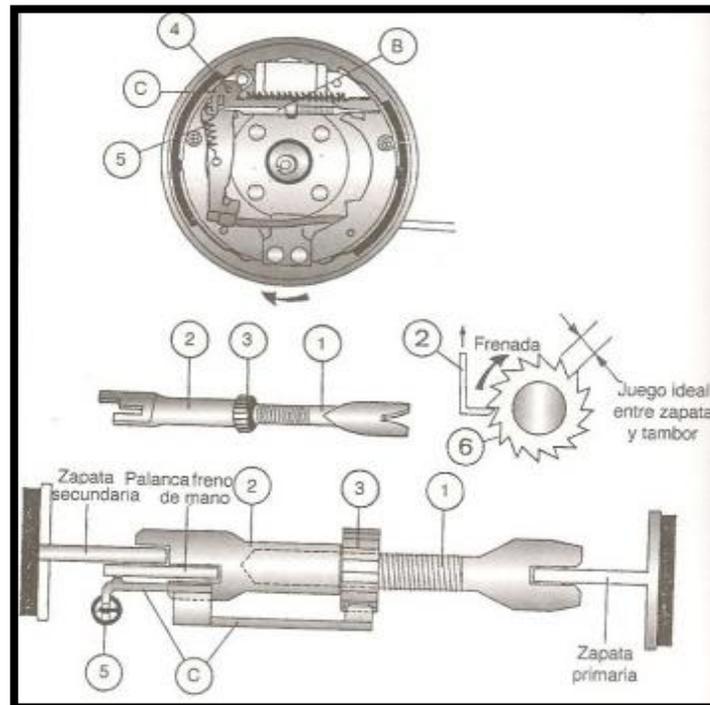


Fuente: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1332/1/65T00022.pdf>

Dentro de los sistemas de freno de tambor vamos a tener sistemas que solo varían en su forma de regulación como son:

- Frenos con sistemas Girling

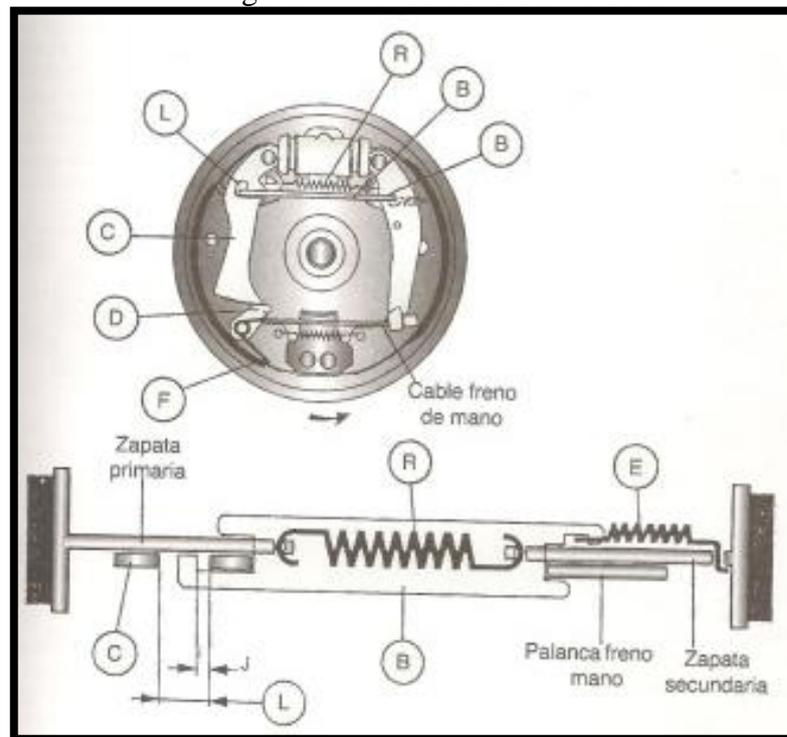
Figura 10. Frenos con sistemas Girling



Fuente: GIL Hermógenes. Manual del automóvil. Pág. 456

- Frenos con sistema bendix

Figura 11. Frenos con sistema bendix



Fuente: GIL Hermógenes. Manual del automóvil. Pag.457

Los frenos de sistema rígido

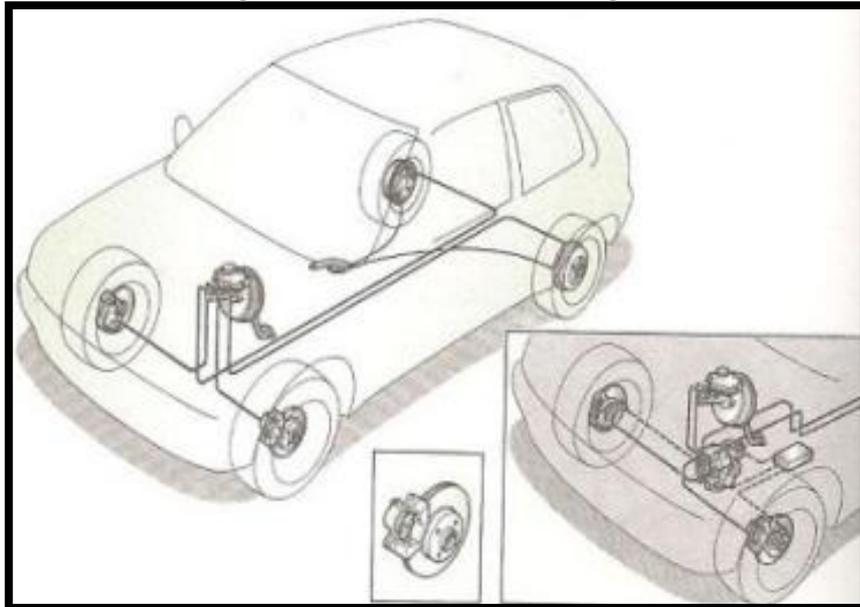
Gil Hermógenes anuncia sobre los frenos de tambor que, el funcionamiento de este sistema de frenos básicamente se produce cuando émbolos presionan por ambos lados las pastillas del freno contra el disco.

Al instante de soltar el freno, los émbolos empiezan a separarse en forma paulatina hasta lograr una medida (aprox. 2mm) por las juntas de émbolo conformadas.

Por tal motivo se recomienda un adecuado y oportuno reglaje y regulación de los frenos de disco. Por su aplicación y eficiencia, este tipo de frenos son más usados en los vehículos pesados y rápidos debido a su alta resistencia y buena frenada. (GIL, 2003)

Su sensibilidad a la temperatura resulta desventajosa al estar sometidos a esfuerzos constantes y ser más sensibles a la formación de vapor lock (burbujas de vapor) por recalentamiento del líquido de frenos en la instalación con el consiguiente problema de ocasionar un fallo en el sistema.

Figura 12. Sistema de frenos rígido



Fuente: GIL Hermógenes. Manual del automóvil. Pag.468

Sistema de frenos de disco

Este sistema de frenado está dentro los mecanismos de frenos por fricción, que en la actualidad existen dos grandes familias utilizadas en el montaje de este sistema en el vehículo.

Figura 13. Diagrama de un sistema de frenos de disco



Fuente: <http://www.uhu.es/jcarlos.fortes/DISCOS%20DE%20FRENO.pdf>

2.5 Sistema de frenos de disco

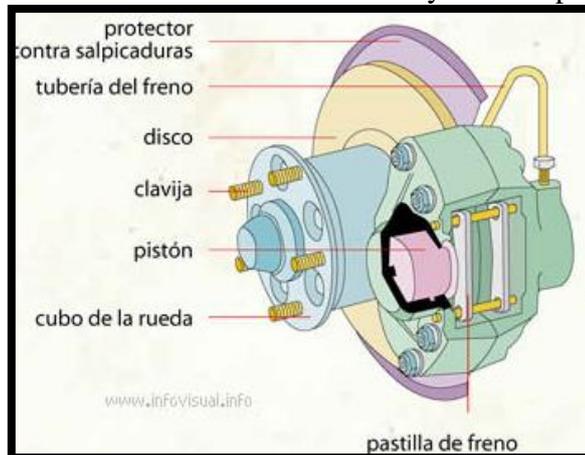
En la actualidad y desde hace mucho tiempo atrás se ha perpetuado la incorporación de este tipo de sistema de frenos en la mayoría de los vehículos ya sean de turismo, trabajo medio y deportivos, ya que tienen la ventaja sobre el freno de tambor de que su acción de frenado es más enérgica, obteniendo por tanto, un menor tiempo de frenado y a la vez que se traduce en una menor distancia de parada.

Todo esto se debe a que los elementos de fricción van montados al aire, al disponer de una mejor refrigeración, la absorción de energía y transformación en calor que se puede dispersar y realizar más rápidamente.

Sabiendo que todas estas ventajas son las principales de entre muchas las cuales ayudan a mejorar la eficiencia y la eficacia del sistema de frenos en los vehículos que constan con este sistema.

Y si de mantenimiento se trata este sistema nos presta una mayor facilidad de maniobrabilidad al momento de realizar cualquier tipo de arreglo o manipulación en el disco o en los componentes de este sistema.

Figura 14. Sistema de frenos de disco y sus componentes



Fuente: <http://www.uhu.es/jcarlos.fortes/DISCOS%20DE%20FRENO.pdf>

Este sistema de frenos es más utilizado en la actualidad debido a que no aparece el fenómeno de "fading" que suele presentarse en los frenos de tambor, ya que los diseños de los discos ayudan a evitar este fenómeno por su fácil evacuación del calor producido evitando así la dilatación de los mismos.

Por frenados energéticos o sucesivos se produce este efecto fading en los frenos de tambor, pues es muy difícil que los tambores desalojen tanto calor producido por el roce con las zapatas.

En estas condiciones, el tambor se dilata alejando la superficie de adherencia del contacto con las zapatas, quedando momentáneamente el vehículo sin frenos lo que puede resultar demasiado peligroso y a su vez nada agradable para el conductor. (ingemecánica, 2014)

2.5.1 *Sistemas de mordaza o de pinza de freno.* Según el sistema empleado para la sujeción de la mordaza o pinza, los frenos de disco se clasifican en:

- Freno de pinza fija
- Freno de pinza oscilante
- Freno de pinza flotante
- Bastidor flotante

2.5.2 *Partes o componentes del sistema de frenos de disco*

2.5.2.1 *Discos.* Los materiales del que están hechos los discos de freno son de acero al carbón, fundición gris nodular de grafito laminar y los de superdeportivos modernos son de una aleación de acero y cerámica.

Estos materiales son los más usados en la fabricación de discos de acuerdo a su función y a su desempeño, debido a que garantizan una estabilidad en las prestaciones durante el periodo de vida de los discos.

Figura 15. Discos de freno



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/frenos-3.htm>

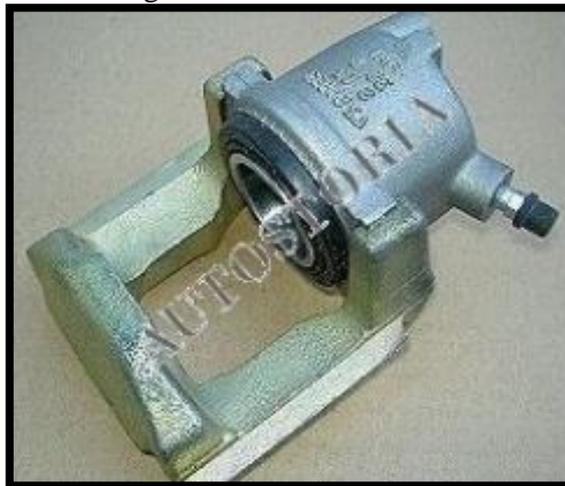
Los discos de freno pueden ser

Clásicos (macizos), ventilados, taladrados o perforados, estriados, cerámicos, el usuario debe saber que disco, de que material y de qué forma debe usar porque cada disco tiene una aplicación diferente y todo será de acuerdo a las funciones o prestaciones en sí del vehículo.

2.5.2.2 Estribo. Es un componente dentro del cual viene montado el pistón del freno (por lo general es sólo uno, en mayor número se encuentran en los autos deportivos y también de carrera, en las motos) y fijadas a deslizamiento a las pastillas de freno.

Estos estribos son muy importantes dentro del conjunto de frenado y la contextura, composición es de fundición.

Figura 16. Estribo de freno

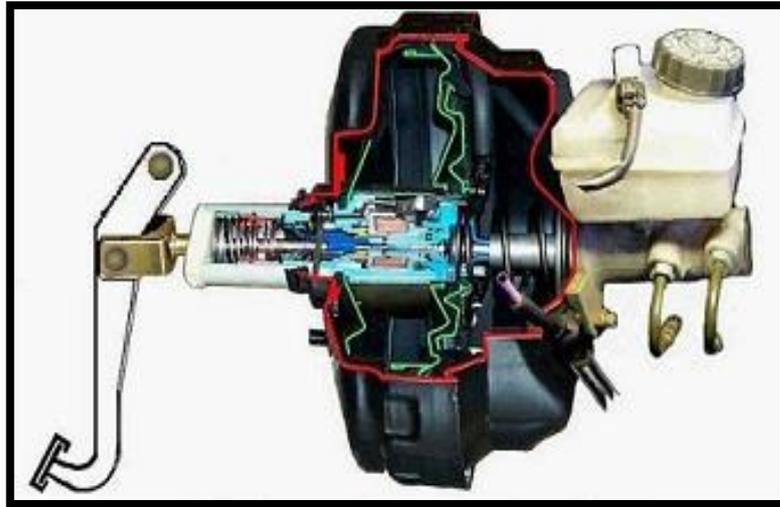


Fuente: www.google.com/partes del sistema de frenos

2.5.2.3 Servofreno o booster. La existencia del servofreno, ha hecho que el esfuerzo a realizar en el pedal del freno sea mucho menor, debido a que se necesita activar los dispositivos de freno, situados en las ruedas y son tantos que se requeriría mucho esfuerzo para que estos actúen en las diversas maniobras o en situaciones donde se requiera usar el sistema de frenos.

Es por tal motivo la implementación del servo, ya con este mecanismo se simplifica el esfuerzo a realizar en pedal, por el conductor, ya que con el mismo podemos hasta duplicar la presión con la misma fuerza.

Figura 17. Servofreno o booster



Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn74.html>

Con mayor claridad podemos apreciar en la Tabla siguiente las aplicaciones de fuerza ejercidas en el pedal y la presión ejercida en el circuito hidráulico con el uso y sin el uso de servofreno. (ingemecánica, 2014)

Tabla 1. Fuerza ejercida en el pedal/presión obtenida con y sin servofreno

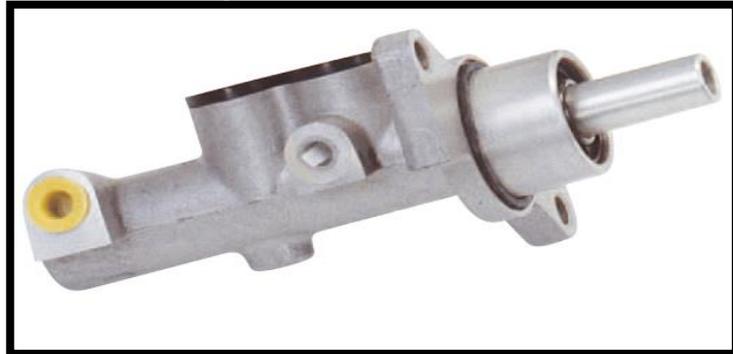
Fuerza sobre el pedal(kgf)	Presión en el circuito CON servofreno (bar)	Presión en el circuito SIN servofreno (bar)
0	0	0
10	30	13
20	65	24
50	130	53
60	140	63
70	150	75
80	160	86
90	170	100
100	180	113

Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn74.html>

2.5.2.4 Cilindro maestro o cilindro principal. Este dispositivo tiene como función principal suministrar la presión que el líquido de freno lleva o proporciona a todo el circuito hidráulico, con el fin de poder accionar los mecanismos de frenado situado en cada una de las ruedas.

Básicamente consta de un cilindro principal por cuyo interior se desplaza un pistón que se mueve cuando se pisa el pedal de freno, y por tal motivo consigue repartir la presión al circuito hidráulico del freno. (BOSCH, 2014)

Figura 18. Cilindro maestro



Fuente: http://sist_frenosBosch/manual.html

2.5.2.5 Depósito de líquido de frenos. Como su nombre lo dice este elemento es el contenedor e indicador de la cantidad del fluido que se debe proporcionar al sistema.

Figura 19. Tanque del líquido de freno



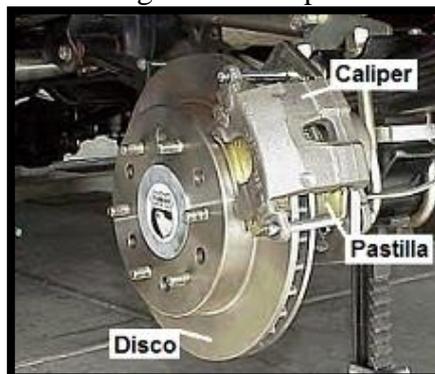
Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn74.html>

2.5.2.6 Mordazas o cáliper. La mordaza es el soporte de las pastillas y los pistones de freno. Los pistones están generalmente hechos de hierro dulce y luego son recubiertos por un cromado. Hay dos tipos de mordazas: flotantes o fijas.

Las fijas no se mueven, en relación al disco de freno, y utilizan uno o más pares de pistones. De este modo, al accionarse, presionan las pastillas a ambos lados del disco.

En general son más complejas y caras que las mordazas flotantes.

Figura 20. Cáliper



Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn74.html>

2.5.2.7 Cilindro receptor. Dentro de estos mecanismos los pistones deben tener una fijación muy precisa entre los sellos ya que estos son quienes van impedir el escape de la presión ejercida por el líquido de frenos, a través del cual son accionados todo esto se produce dentro del cilindro receptor.

2.5.2.8 Pastillas. Estos componentes del sistema de frenos fueron diseñados para resistir una elevada fricción con el disco. El material del que estén compuestas determinara la duración, potencia de frenado y su comportamiento en condiciones adversas.

Deben ser reemplazadas regularmente, y muchas están equipadas con un sensor que alerta al conductor cuando es necesario hacerlo. Algunas tienen una pieza de metal que provoca que suene un chillido cuando están a punto de gastarse.

Figura 21. Pastillas de freno



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Freno_de_disco

Hasta hace poco tiempo las pastillas contenían asbesto, que ha sido prohibido por resultar cancerígenas. Por lo tanto, al trabajar con vehículos antiguos se debe tener en cuenta que no se debe inhalar el polvo que pueda estar depositado en las inmediaciones de los elementos de frenada. Actualmente las pastillas están libres al 100% de este material, ya que fue catalogado como cancerígeno.

Tipos de pastillas de freno

- **Cerámicas:** Estas pastillas están compuestas por cerámica y fibra de cobre.
- **Orgánicas:** Este tipo de pastillas están compuestas por materiales comunes y algunos con grafito, resinas y fibras, estas son de una inmejorable calidad y adherencia al frenar, generan menos calor que las metálicas.
- **Semi metálicas o metálicas:** Están compuestas por materiales de fricción como el hierro, la fricción en condiciones de seco y mojado no varían demasiado, por lo que tiene mejor frenada en condiciones de mojado que los otros tipos de pastilla. (Amarillas, 2011)

2.5.2.9 Abrazadera. Una abrazadera puede ser de metal u de otro material y son usadas para sujetar o asegurar tuberías o conductos de cualquier tipo, ya sean en posición vertical, horizontal o suspendidas en paredes o en cualquier otra base.

Figura 22. Abrazadera de cañerías



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Freno_de_disco

2.5.2.10 Receptor. En el eje delantero, los receptores del impulso de presión hidráulica son las dos pinzas de freno con sus pistones simples o múltiples. Estos trasladan la presión a los forros de los frenos de disco que deceleran las ruedas gracias a un efecto pinza hidráulico.

El verdadero cilindro es la carcasa de la pinza de freno que aloja el pistón de presión en su interior, el mismo que transmite directamente a las pastillas la presión ejercida por el servofreno en el instante en que se presiona el pedal.

2.5.2.11 Buje. Tal componente se convierte en un elemento muy importante en el sistema de frenos de disco, debido a su aplicación en el mismo, ya que el buje está soportando los esfuerzos que ejerce la transmisión a las ruedas mediante el eje motriz, pero también sirve como punto de anclaje para las ruedas.

2.5.2.12 Líquido de freno. Los materiales del que está hecho el líquido de frenos se basan netamente en derivados de poliglicol. En coches antiguos o del ejército se usan líquidos de silicio o alcohol y aceites minerales.

Figura 23. Líquidos de freno



Fuente: Autores

Los líquidos de freno deben satisfacer con las siguientes condiciones térmicas, químicas y hasta mecánicas, para que puedan brindar una adecuada y exacta transmisión de presión cuando se aplica en el pedal, a continuación las siguientes condiciones que debe cumplir el líquido de frenos.

- Incomprensible
- Temperatura de ebullición levada
- Bajo punto de congelación
- Baja viscosidad
- Anticorrosivo
- Antioxidante
- Químicamente estable

Los líquidos de frenos se clasifican según su punto de ebullición por el department of transportation(dot), para lo cual clasifica que temperaturas de ebullición de 205°c(dot3),230°c(dot4) o 260°c(dot5), por lo tanto como se puede ver mientras mayor es el dot soporta mayores temperaturas de ebullición.

2.6 Descripción y características

El sistema de frenos para su desempeño tendrá muchas variantes a ayudaran o harán que el sistema en si tenga muchas variaciones en su efectividad y eficacia, estas variantes son:

2.6.1 Resistencia por rodadura. Esta fuerza la encontraremos con la intervención de la normal entre el piso y las ruedas teniendo en cuenta que el peso original de nuestro vehículo es de 2015 Kg en conjunto con el coeficiente de rodadura que anteriormente la analizamos en el capítulo dos. En donde tendremos la siguiente formula:

$$Fr = \mu b * Fn \quad (1)$$

Dónde:

μb : Coeficiente de rodadura (Adimensional)

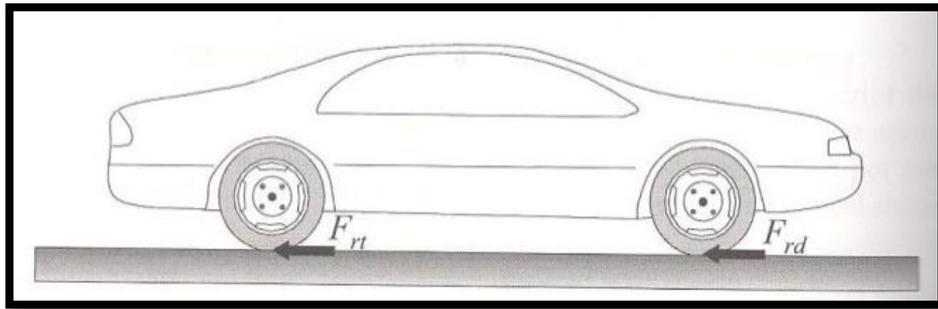
Fn : Fuerza normal en las ruedas (kg)

Este tipo de resistencia tendrá una relación directamente con la acción de los neumáticos ante la superficie de contacto, lo que impide o se opone al avance provocando pérdidas por rodadura.

En la siguiente Figura se observa cómo actúan las fuerzas que intervienen en la resistencia por rodadura, no podría pasarse por alto que en esta variable el peso de vehículo es un factor que será de suma importancia en este caso, ya que su peso nos dará la Fn o fuerza normal con la que se debe realizar los cálculos.

Vale recalcar que nuestro vehículo consta de un peso total 2015kg, incluido el peso de la carrocería y los gabinetes o espacios para las herramientas que este vehículo tendrá a disposición para cualquier trabajo a realizar.

Figura 24. Fuerza de resistencia a la rodadura



Fuente: LUQUE Pablo. Ingeniería del automóvil. Sistemas y comportamiento. Pág.402

Como resumen se presenta la siguiente Tabla de coeficientes a usar, de acuerdo a la superficie a la que se adhiere el neumático. (LUQUE, y otros, 2002 pág. 402)

Tabla 2. Coeficiente de adherencia

Superficie de rodadura	Coef. de adherencia	Valor de deslizamiento
Asfalto seco	0,8-0,9	0,75
Suelos de hormigón seco	0,8-0,9	0,75
Asfalto mojado	0,5-0,7	0,45-0,6
Suelos de hormigón mojado	0,8	0,7
Grava	0,6	0,55
Tierra seca	0,68	0,65
Tierra húmeda	0,55	0,4-0,5
Nieve dura	0,2	0,15
Hielo	0,1	0,07

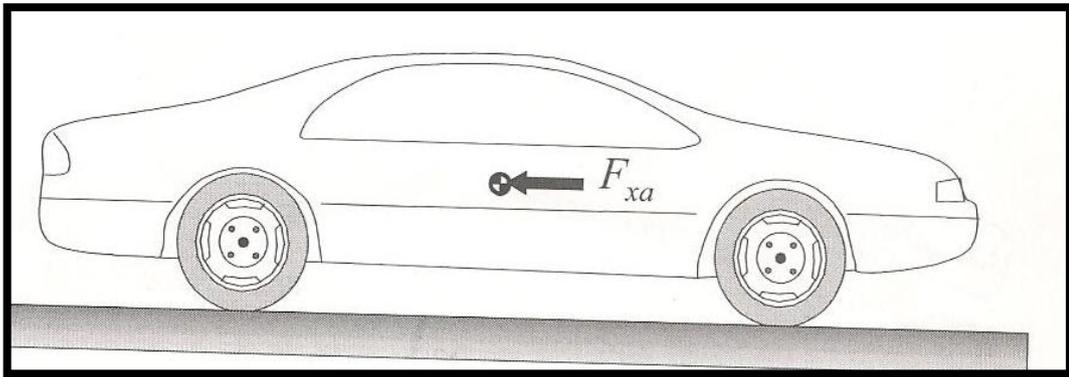
Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn74.html>

2.6.2 Resistencia aerodinámica. La aerodinámica de cada vehículo también tendrá un efecto muy importante y de mucho efecto en el proceso de frenado estas son:

- Características del vehículo: forma y área frontal
- Factores del medio: densidad del aire
- Factores operativos: velocidad de circulación

Todas estas características harán que nuestro sistema de frenos incorporados a este vehículo sea más eficiente y muestre mayor eficacia en cualquier circunstancia que se aplique el freno.

Figura 25. Fuerza de resistencia aerodinámica

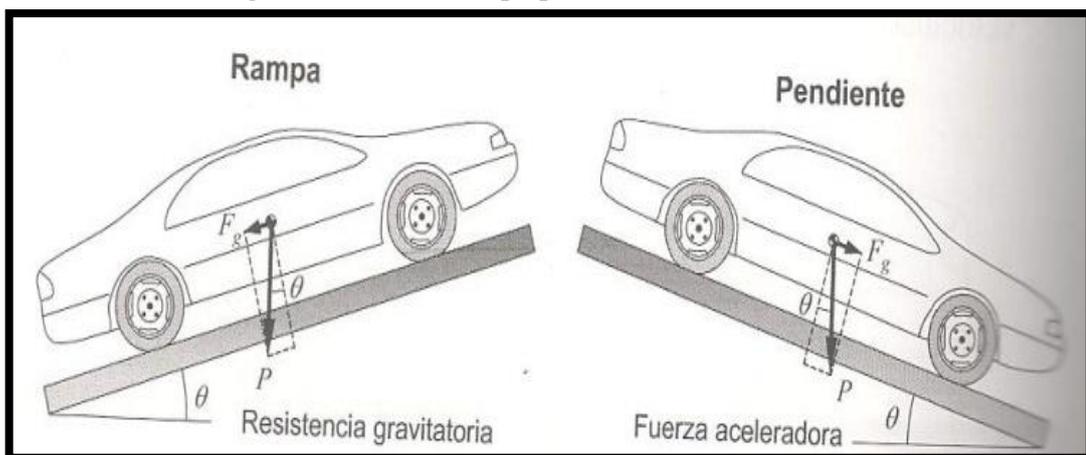


Fuente: LUQUE Pablo. Ingeniería del automóvil. Sistemas y comportamiento. Pág.403

Cuando de resistencia aerodinámica se trata, en vehículos industriales se podrá notar mucha más resistencia que en vehículos de turismo, debido a que la contextura del área frontal aumentara dicha el coeficiente aerodinámico resistente. (LUQUE, y otros, 2002 págs. 403-404)

2.6.3 Efecto rampa/pendiente. Como debe ser, se va a considerar ángulo positivo aquel que sea mayor a cero ($\theta > 0$) y se va a considerar negativo al ángulo que sea menor que cero ($\theta < 0$), de tal forma que al ser un ángulo negativo su valor se restara a la fuerza de frenado en la ecuación general, lo que conlleva a incrementar la velocidad del vehículo. (LUQUE, y otros, 2002 pág. 404)

Figura 26. Efecto rampa pendiente sobre el vehículo

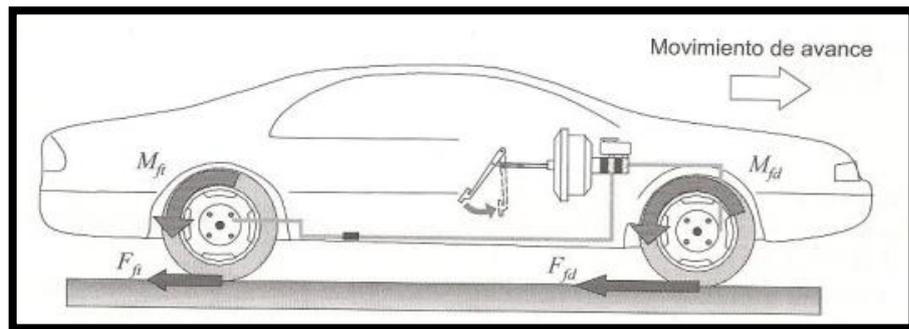


Fuente: LUQUE Pablo. Ingeniería del automóvil. Sistemas y comportamiento. Pág.404

2.6.4 Fuerza de frenado. El dispositivo que genera el par de frenado en las ruedas, lo que el reglamento define como Freno, el cual puede ser un freno de disco.

Si se dispone de un freno de disco, al incrementar la presión en el circuito de frenos se desplazan unas “pastillas” que, al rozar contra del disco generan una fuerza de fricción de valor F_{f_disco} , aplicada a una distancia del eje de la rueda. En este caso el par de frenado será: (LUQUE, y otros, 2002 págs. 405-406)

Figura 27. Fuerzas que intervengan en el proceso de frenado con el freno de servicio



Fuente: LUQUE Pablo. Ingeniería del automóvil. Sistemas y comportamiento. Pág.405

2.6.5 Distancia de parada. En la distancia de parada del vehículo es muy necesaria e importante, debido que en base a dicha distancia se podrá definir si un freno es bueno o malo, de acuerdo a la velocidad de circulación y al peso total del vehículo. Por lo tanto tendremos que:

$$l = \frac{1}{2} * \frac{m}{g * Fr} (vi^2 - vf^2) \quad (2)$$

Dónde:

m : Masa total del vehículo

Fr : Fuerza de roce con la calzada,

g : La gravedad

vi, vf : Velocidades iniciales y final del vehículo. (LILLO, 2008)

Podemos recalcar que las distancias encontradas mostradas en la Tabla siguiente es la que se utilizara para el tiempo de parada.

Tabla 3. Distancias de parada

Velocidad(m/s)	Distancia de parada en metros		
	Buenos frenos(m)	Valores tolerables(m)	Frenos malos(m)
20	2	3.1	4
30	4.5	6.9	9
40	8	12.3	16
50	12.5	19	25
60	18	27.7	36
70	24.5	37.6	49
80	32	49.3	64
90	40.5	62.5	81
100	50	77.3	100

Fuente: ARIAS Paz. Manual de Automóviles. Pág. 557

2.6.6 *Tiempo de parada.* El tiempo lo podemos encontrar en función a la velocidad de circulación y a la distancia de parada del vehículo.

Por lo tanto tenemos la siguiente ecuación:

$$t = \frac{2(x_f - x_i)}{(v_f - v_i)} \quad (3)$$

Dónde:

x_f : Espacio final de recorrido de parada (m)

x_i : Espacio inicial de recorrido (m)

v_f : Velocidad final del vehículo (m/s)

v_i : Velocidad inicial del vehículo (m/s) (LILLO, 2008)

2.6.7 *Calor producido en el disco de freno.* Si se considera a dos cuerpos que se deslizan uno contra otro, donde el cuerpo 1(disco) se está moviendo con una velocidad relativa (V_p) al área de contacto entre los cuerpos, y el cuerpo 2 (pastilla de freno) está fijo a la misma área de contacto. El índice total de energía disipada producida por el contacto de las pastillas y el disco de freno, está determinado por la fuerza de fricción y la velocidad relativa. Asumiendo que la totalidad de la energía es disipada en forma de calor, en la superficie de contacto real, entonces el calor total generado por unidad de área” que total” está dada por:

$$q_{total} = \mu * p * v_p \quad (4)$$

Dónde:

q_{total} =Calor que absorbe el disco de freno. [W /m^2]

μ : Factor de roce entre la pastilla y el disco de freno. [Adimensional]

p : Presión ejercida sobre el disco de freno. [N/m^2]

V_p : Velocidad inicial del disco de freno. [m/s] (LILLO, 2008)

2.7 Mantenimiento del sistema de frenos

2.7.1 Mantenimiento preventivo. Con el fin de cuidar el estado del sistema de frenos, para no perder eficiencia de los mismos al momento del frenado se recomienda, tener en cuenta las siguientes consideraciones a llevarlas a cabo cuando de realizar el mantenimiento preventivo se trata, para poder así tener un correcto funcionamiento de los mismos:

- Una de las medidas preventivas de un buen mantenimiento es la de revisar el nivel del líquido una vez al mes.
- También las pastillas revisar cada tres meses o 6.500 km, siempre teniendo en cuenta que cada vez que se saque de las mordazas hay que lijar para quitar la cristalización que sufren en cada frenada.
- No superar el límite de cambio de pastillas que es 1.5 mm antes de llegar al material de respaldo metálico o a remaches.
- Cambiar totalmente el líquido cada 5 meses
- Cada año revisar todo el sistema para mantener su buen funcionamiento.
- Cada 60.000 km o cada tres años reemplace: Bomba y cilindros de ruedas.
- Cada 6 años reemplace: Hidroback, mordazas y platos.
- Lubricar los pasadores que sujetan la mordaza. Esto realizarlo cada vez que se cambien los líquidos.
- Una vez echo los cambios o procedimientos necesarios en el mantenimiento de frenos, rosear los discos con el líquido para discos, ya que así se logra limpiar de todo tipo de grasa o suciedad dejada por la manipulación de los mismos.

2.7.2 Mantenimiento correctivo. Debido a daños en el sistema de frenado se analiza la importancia del mantenimiento preventivo del sistema de frenos y qué hacer cuando se presentan deficiencias.

- Para un mantenimiento adecuado recomienda revisar periódicamente los discos con el fin de verificar que su grosor respete el mínimo establecido por el fabricante del vehículo.
- Además, para evitar una frenada asimétrica. Hay que sustituir las cuatro plaquetas de un mismo eje. Es importante tener en cuenta que cuando se produce este reemplazo, siempre se deben revisar los discos.
- Por último, el control periódico del líquido de frenos es fundamental, ya que si está demasiado usado puede provocar una pérdida de la eficacia de frenado. Un testigo en el tablero indicará el nivel de alerta.

Señales de alerta del sistema de freno

Ante cualquier de estas señales recurra a un especialista teniendo en cuenta las especificaciones del fabricante de su vehículo.

- Encendido del testigo luminoso: puede indicar que el freno de mano está activado, que el nivel del líquido es demasiado bajo o que las plaquetas están muy desgastadas.
- Dificultad para accionar el pedal de freno: puede deberse al mal estado de las cañerías del sistema de freno, del cilindro hidráulico o de los estribos.
- Que el pedal de freno esté demasiado blando: puede indicar una anomalía del sistema hidráulico.
- Que el vehículo se desvíe al frenar: puede indicar que un cilindro de rueda o un estribo o los amortiguadores se encuentren en mal estado, también puede tratarse de un neumático desinflado.
- El recorrido del pedal largo y puede pisarse de forma blanda y elástica: esto se va relacionar con que hay aire en el sistema de frenos, fugas o grietas en el sistema de frenos, por tanto verificar el hermetismo y por lo tanto realizar el respectivo ajuste a los componentes que intervienen en este sistema.

CAPÍTULO III

3. REINGENIERÍA Y ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS NUEVOS

3.1 Análisis del estado técnico actual del sistema de dirección del vehículo

El sistema de dirección actual es de mando mecánico su funcionamiento es el engranaje hace mover el brazo que manda el acoplamiento a su vez apoyado por la palanca oscilante en la articulación sobre el bastidor consta de los diferentes elementos como:

- Volante
- Rótulas
- Columna
- Caja de la dirección
- Brazo de mando
- Mangueta
- Barra de acoplamiento
- Caja de reenvió
- Pivote

El estado de los elementos antes mencionados no es muy confiable por lo que se lo ha decidido reemplazarlos ya que los elementos se encuentran en muy mal estado tales como: cajetín de la dirección, mangueras, rótulas, acoples entre cajetín y brazo de mando, volante y algunas partes de la columna de la dirección.

Y debido a las aplicaciones y a la funcionalidad de cada uno de los elementos se ha hecho el análisis previo de cada uno de ellos, ya que era necesario ver cuál de las partes de este sistema estaban en condiciones de sólo repararlas y cual está ya en condiciones de sustituirlas, ya sea por exceso de corrosión, deformaciones y mala disposición en el espacio dedicado para la reingeniería.

Todo este análisis y muchos más se realizaron antes de realizar la reingeniería y se puede decir que en estas condiciones encontramos las principales partes de este vehículo.

Figura28. Columna de la dirección



Fuente: Autores

Este elemento como lo podemos observar se encuentra en un estado por debajo de un régimen de funcionamiento óptimo para que pueda ser utilizado en la reingeniería por lo que es necesario cambiarlo.

Figura 29. Cajetín de la dirección



Fuente: Autores

Como lo podemos observar se encuentra en un estado pésimo que no cumple con las prestaciones aceptables para su funcionamiento.

Y ha más que este cajetín no sirve para la reingeniería, puesto que se va a sustituir por un cajetín asistido hidráulicamente para mejorar el funcionamiento y el confort de este sistema.

Figura 30. Brazos de dirección



Fuente: Autores

La constitución mecánica de este sistemas muy rígido y mucho más aún que se encuentra en mal estado con muestras de corrosión.

Figura 31. Dirección mecánica



Fuente: Autores

3.2 Análisis de los requerimientos para la adaptación de los elementos y componentes del sistema de dirección

En los nuevos accesorios y componentes tenemos que tener en cuenta las prestaciones las resistencias y el trabajo de cada uno de los elementos las que tiene estar sujeto nuestro vehículo, como por ejemplo el peso del mismo, con y sin carga, las distancias aceptables a las que debe detenerse de acuerdo a la velocidad que circule el ángulo de giro dado en las prestaciones pertinentes a este tipo de vehículo.

Estos y más parámetros tenemos que tener en cuenta al momento del realizar el cambio de lo necesario en este sistema de dirección hidráulica. Por ello se ha escogido los siguientes componentes:

Bomba

La bomba que se encuentra ensamblada en nuestro vehículo para su funcionamiento tiene las siguientes características:

- **Cilindrada:** Su expresión es en cm^3/r , donde r son las revoluciones. La cilindrada es el volumen de fluido desplazado según la rotación completa del eje de la bomba.
- **Rendimiento volumétrico:** nunca es del 100%, por dos causas, el rendimiento total y la presión. El rendimiento volumétrico es la relación existente entre el caudal efectivo y el teórico.
- **Cavitación:** es un fenómeno físico que se produce cuando el fluido tiene dificultad de ser aspirado por la bomba, por lo cual, se pierde presión, dando lugar a burbujas en el propio fluido

Polea

A continuación las características más específicas la polea que va a hacer utilizada para la alimentación de la bomba hidráulica de la dirección.

Además con la ayuda de una tabla de características generales de bandas y una vez conocida la potencia y velocidad que el motor nos proporcionó se eligió la apropiada observando la superficie de adherencia, la misma que debía coincidir con las superficies de las poleas del motor y bomba.

Vale recalcar que a esta polea se le realizará una adaptación en el eje del cigüeñal para obtener la fuerza de giro directa del motor, con la que se espera tener la fuerza suficiente para que trabaje sin problemas la bomba de la dirección.

Tabla 4. Características de la polea a instalar

Criterio	Descripción
Carga en los arboles	Muy grade
Trabajo a $v=25$ m/s	Aceptable
Resistencia a los choques	Muy buena
Eficiencia %	97...98
Longitud de correa	Libre
Tolerancia a la desalineación	Pequeña
Nivel de ruido	Muy bajo
Sincronismo	No
Costo inicial	Bajo
Necesidad del control del tensado	Alguna
Facilidad de montaje entre apoyos	Si
Ancho reducido	No

Fuente: BOCH. Manual de usuario la polea. Pág. 7

Cañerías y mangueras

Las características de las mangueras que son utilizadas en el ensamblaje de este sistema son de crucial importancia ya que estas son encargadas de transportar el líquido hidráulico a altas presiones para que su funcionamiento sea eficiente, este material está construido de una aleación de cobre y acero inoxidable y de caucho-lona recubierto con un alma de acero en diámetros de 1/4 y 3/8 pulg, cuya presión de trabajo es de 2.750 y 2.250 psi, respectivamente. La temperatura de trabajo oscila entre -40 y 100 ° C entre las de alta presión.

Las mangueras de baja presión se hallan construidas de caucho-lona. Su presión de trabajo es de 250 psi y su diámetro es de 3/8 pulg., la temperatura de trabajo está entre los - 40° C a 100 °C. Se utilizaron acoples de cobre machos y hembras de 1/4, 3/8 y 1/2 pulg.

Respectivamente, existen también adaptaciones en el sistema las que sirven de conexión entre la bomba hidráulica y la caja de dirección así también en la cremallera se adaptaron acoples para fijar uno de los manómetros, de la misma manera se adquirió un

acople T de acero para el retorno del cual se toma lectura de temperatura del aceite hidráulico que atraviesa todo el sistema de dirección.

Consta de una llave de paso de 3/8 pulg, para controlar el caudal de fluido desde la bomba hacia el manómetro de alta.

Cajetín de dirección

El cajetín de la dirección que ha sido adaptado a nuestro sistema consta de características similares a todos los sistemas de dirección automotrices ya que estos utilizan una caja de engranajes (también conocida como “caja o cajetín de dirección”) según el diseño de este sistema se puede clasificar como: tipo “piñón y cremallera” y “tipo integral” (también llamado “tornillo sin fin” entre muchos otros nombres).

Ambos sistemas de dirección son sumamente eficientes de acuerdo con su aplicación, el primero es recomendado para vehículos livianos por sus características de precisión, poco peso y diseño de fácil ubicación en compartimientos de motor con poco espacio; el segundo es más recomendado para vehículos pesados así como camiones ya que su construcción es más robusta. Como se puede mostrar las necesidades de la implementación de estos nuevos componentes ha sido de mucha importancia debido a las especificaciones técnicas a cumplir cada uno de estos elementos.

3.3 Herramientas y materiales a utilizar

Las herramientas y materiales a usar se los va a mencionar en la siguiente Tabla, en la cual constan .lo ocupado o utilizados para el desarmado de los componentes y posteriormente para el armado de los elementos de cada una de las piezas nuevas a ser utilizadas.

Tabla 5. Herramientas y materiales a utilizar

Herramientas	Materiales
Juego de copas y dados	Líquidos
Juegos de llaves(mixtas)	Grasa
Destornilladores	Gasolina
Martillos	Barómetro
Pistola neumática	Calibrador
Playos o alicates	Lija

Fuente: Autores

3.4 Ensamblaje de los componentes en el sistema de dirección

Para el ensamblaje del sistema de dirección se tuvo que adaptar unos sistemas y otro se tuvo que reemplazarlos pero en este ítem se va detallar específicamente paso a paso como se hizo el trucaje de los elementos de la dirección hidráulica.

- Después de retirar la carrocería y el motor se tuvo que limpiar cada uno de los elementos que constituían la dirección en el vehículo para que esté dispuesto a trabajar.

Figura 32 Ausencia del motor y la carrocería



Fuente: Autores

- Con las medidas pertinentes y el manual de operación de lo que se va a instalar se procedió a buscar cada uno de los elementos que se van a reemplazar para la instalación.

Figura 33. Elementos que componen la nueva instalación



Fuente: Autores

- A continuación colocamos el motor del vehículo totalmente armado con todas sus poleas para de esta manera tomar las medidas y adaptar primero la bomba de la dirección de la dirección con su polea para luego así poder ubicar en posición correcta con relación a la polea de la toma de fuerza del cigüeñal.

Figura 34 Bomba de la dirección



Fuente: Autores

- Luego de haber ubicado la bomba de la dirección procedemos a medir la distancia que hay entre la polea del cigüeñal y la de la bomba para poder ubicar la banda que comunique el movimiento.

Figura 35. Polea de la dirección y polea del cigüeñal



Fuente: Autores

- Una vez ya con las medidas pertinentes de las dos poleas y las direcciones exactas procedemos a retirar el cajetín antiguo para poder instalar el cajetín nuevo de la dirección hidráulica.

Figura 36. Cajetín de la dirección



Fuente: Autores

- Una vez instalados ya todos los elementos que componen la dirección hidráulica nuestro sistema quedara de la siguiente manera ya lista para someterse a las pruebas y ser posteriormente utilizada.

Figura 37. Instalación completa



Fuente: Autores

3.5 Análisis del estado técnico actual del sistema de frenos

En el estado que nosotros encontramos al vehículo con los diferentes sistemas son muy anticuados, ya que por ser un diseño que ya se lo podría considerar como clásico, consta de accesorios poco confiables, y en el estado actual de los mismos no es nada aceptable dejar que los mismos sigan conformando el sistema de frenos de este vehículo.

Y como lo vamos a ver que está constituido por un sistema de frenos de disco en la parte delantera, los cuales son discos macizos los cuales están completamente corroídos.

Figura 38. Frenos en la parte delantera del vehículo



Fuente: Autores

En los cuales podemos observar no es un estado aceptable para un vehículo de estas prestaciones, por lo que se la va a dar un mantenimiento o de ser necesario un cambio de los mismos.

También se puede decir que actualmente consta de un sistema de frenos de tambor en la parte posterior.

Y que de igual manera se encuentra en malas condiciones, solo que con la diferencia que en este sistema no se va a reparar si no a mejorar las prestaciones del sistema de frenos se lo va a sustituir por un sistema de frenos de disco, con lo que se espera una mejor eficiencia y eficacia del conjunto de frenado.

Figura 39. Frenos de tambor del vehículo



Fuente: Autores

El servofreno se puede notar en la figura siguiente que su estado es despreciable por lo que se debe remplazarlo o revisar su funcionamiento con el fin de utilizar el mismo o si en verdad sus condiciones de funcionamiento no son las mejores se procederá a sustituirlo por un nuevo de las mismas características.

Figura 40. Servofreno del vehículo



Fuente: Autores

Las mordazas o cáliper también están en malas condiciones, por lo que es necesario un cambio por otras especies de las mismas especificaciones técnicas para tener las mismas prestaciones y así no alterar el funcionamiento mecánico.

Figura 41. Mordaza y estribo



Fuente: Autores

La válvula de distribución y las cañerías se encuentran en un estado no aceptable por lo que se les dará el mismo análisis y tratamiento que a los otros componentes de este sistema.

Figura 42. Válvula de distribución y cañerías



Fuente: Autores

En si como podemos mostrar las principales partes y componentes de este sistema se encuentran en condiciones que no son dables que se conserven, por tal motivo el presente proyecto de reingeniería, para que en lo que se pueda cambiar estos componentes y sistemas, siempre con miras a un mejor desempeño de este vehículo.

También se puede decir que las cañerías, depósito, y más componentes ni siquiera se encuentran por lo que nos vemos en la necesidad de adaptar o colocar todos los componentes para que este sistema de frenos muestre un buen y aceptable trabajo de reingeniería.

3.6 Análisis de los requerimientos para la adaptación de los elementos y componentes del sistema de frenos

En los nuevos accesorios y componentes tenemos que tener en cuenta las prestaciones a las que tiene estar sujeto nuestro vehículo (Land Rover), como por ejemplo el peso del mismo, con y sin carga, las distancias aceptables a las que debe detenerse de acuerdo a la velocidad que circule, estos y más parámetros tenemos que tener en cuenta al momento del realizar el cambio de lo necesario en este sistema de frenos.

Por ello se ha escogido los siguientes componentes:

Líquido de frenos

El líquido que se a usar es brake fluid SL dot 4, por lo que se recomienda completar el deposito o en caso de sustitución, sustituirlo por un refrigerante igual o por uno con características iguales.

Pastillas

Por diseño y de acuerdo a las especificaciones técnicas de este vehículo se eligió las siguientes pastillas con las características que se muestran a continuación.

- Material: Metálicas y Cerámicas
- Largo: 10.5cm
- Ancho: 7.3cm
- Espesor: 1.8
- Duración: 35000km

Cañerías, mangueras y líneas de conexión

Son las encargadas de trasladar el fluido desde el cilindro maestro, hacia las ruedas. Lo recomendable sería que toda la conexión fuese a través de líneas o tuberías de metal.

Pero el uso de mangueras se debe a que facilitan la conexión en partes móviles como en las partes de las ruedas delanteras (conexión del calíper).

Una manguera demasiado usada, expande la fuerza hidráulica dentro de ella, dando como consecuencia defectos de frenado.

En este caso las mangueras a usar son las mismas con la variante que se les dio una cuidadosa y estricta limpieza interna y externamente.

Discos posteriores

Los discos que van a ser implementados en la parte posterior son de fundición gris nodular de grafito laminar, que contiene entre un 92% y 93% de hierro.

Tabla 6. Propiedades de los discos masizos

Propiedades físicas	Valores numéricos
Resistencia a la tracción	240N/mm
Dureza	170-250HB

Fuente: <http://www.adatum.com>

Aros

Para el cambio de estos componentes se realizó simplemente un reemplazo de los aros usados por unos nuevos con las siguientes características:

- Rin: 16"
- Material: aluminio
- Núm. de orificios: 5 orificios de anclaje en la manzana

En este elemento nuevo se tuvo que analizar que sean con un espacio o un diámetro interior mayor que los discos y mordazas juntos ya que las mordazas eran de tamaño superior y rozaban en otros aros del mismo rin.

3.7 Herramientas a utilizar

De la misma manera que para el desmontaje de los componentes a ser retirados se usaron las mismas herramientas y equipos que a continuación se mencionan:

Tabla 7. Herramientas y materiales para el montaje de elementos

Herramientas	Materiales
Juego de copas y dados	Líquidos
Juegos de llaves(mixtas)	Grasa
Destornilladores	Agua
Martillos	
Pistola neumática	
Playos o alicates	
Lija	
Calibrador(pie de rey)	

Fuente: Autores

3.8 Ensamblaje de los componentes variantes en el sistema de frenos

En este proceso de ensamblaje de componentes nuevos y adaptaciones de partes podemos, describir el siguiente proceso de desmontaje y trucaje de los nuevos componentes para poder obtener el siguiente resultado. El proceso de se dio inicio con el desmontaje de los componentes a ser reemplazados, se retiró parte a parte de los dos sistemas, luego estudio previo como se mostró en instancias anteriores.

Luego del estudio previo de cada componente nuevo a ser implementado en este sistema de frenos, se procedió con la adaptación de los discos de freno en la parte posterior con los siguientes resultados como se muestran en las imágenes siguientes, donde se aprecia que los frenos posteriores eran de tambor.

Figura 43. Cambios realizados en la parte posterior



Fuente: Autores

Vale recalcar que por motivos de las adaptaciones se tuvo que cambiar los aros respectivos quedando los siguientes resultados.

Figura 44. Aros



Fuente: Autores

De la misma manera se hizo una reubicación de los conductos y cañerías, quedando la distribución del fluido de la siguiente manera.

Figura 45. Distribución de cañerías



Fuente: Autores

En la imagen siguiente vamos a observar los acoples que se tuvo que realizar en el cilindro maestro o central de freno para que se conecte al depósito del líquido de freno.

Figura 46. Central con las conexiones hacia el depósito



Fuente: Autores

La conexión a la válvula de distribución principal también se tuvo que realizar de la mejor manera, cuidando y verificando que no exista ningún tipo de fuga.

Figura 47. Conexiones desde la válvula distribuidora



Fuente: Autores

En el servo también fue realizada algunas modificaciones y correcciones y luego del respectivo proceso se procedió a ubicarlo como se muestra en la figura siguiente.

Figura 48. Instalación del servo



Fuente: Autores

Entre estas tenemos las principales conexiones y ensambles de los componentes del sistema de freno instalado en este vehículo, todas realizadas con cuidado y precaución siempre cuidando los mínimos detalles de seguridad y control técnico.

CAPÍTULO IV

4. VALIDACIÓN DE LA INGENIERÍA PRUEBAS Y ENSAYOS

“La validación es el proceso de comprobar que lo que se ha especificado es lo que el usuario realmente quería”

Y como lo esperado es obtener nuestros propios resultados en base a nuestros estudios y por ende satisfacer la validación de los mismos, con la finalidad de asegurar el correcto y óptimo funcionamiento de los nuevos componentes incorporados en los sistemas de frenos y de dirección del vehículo Land Rover Hard Tpo.

4.1 Metodología experimental de los sistemas nuevos a implementarse

La metodología experimental que se va a usar en este proyecto va ser muy inestable debido a las variables que son cambiantes como lo es la velocidad, la calzada o el tiempo en el que el fenómeno a tratar se realiza.

Por tal motivo se procederá a analizar el fenómeno de la siguiente manera:

¿Cómo se produce el fenómeno en el sistema de dirección?

Como la dirección es un sistema que funciona a base de la hidráulica tenemos fenómenos que afectan a este sistema que son muy curiosos uno de esos es el fenómeno de la cavitación, que este es el cual consiste en cambios bruscos de funcionamiento en el sistema, en el cual el líquido pasa a estado gaseoso en unos instantes antes de pasar al estado Líquido

Establecer causas o efectos

- Ruidos y golpeteos.
- Vibraciones.
- Erosiones del material

¿Cómo se produce el fenómeno?

El fenómeno que se produce en el sistema de frenos debido al rozamiento de cuerpos a altas velocidades, se lo denomina fading el mismo que se produce al exceso o al uso continuo de los mismos eleva la temperatura de estos cuerpos, perdiendo la eficacia de los mismos.

Establecer las causas

- El uso excesivo del freno
- Materiales no adecuados en el sistema de frenos
- Mala disipación de calor del sistema de frenos
- Mala calibración del sistema de frenos

Manipulación y asignación aleatoria

En este proyecto lo que vamos a realizar es un cambio y un reajuste en el sistema de frenos y de dirección, trabajos que se los realizo manualmente en su totalidad, con la finalidad de lograr un mejor rendimiento y una mejora en estos sistemas y a la vez consolidar los conocimientos teóricos obtenidos en clase.

Y el proceso que se llevó a cabo fue de acuerdo al cronograma establecido en el anteproyecto de este trabajo, con las variantes que en los trabajos teóricos y prácticos se los realizo en forma conjunta los dos sistemas de frenos y dirección, con la finalidad de optimizar tiempo y recursos.

4.2 Diagnóstico

Los cambios que se realizaron en los sistemas del vehículo Land Rover Hard Tpo, muestran una gran aceptación de desempeño en el mismo vehículo, gracias a los estudios previos para los cambios en sí.

Por tal motivo se garantiza un funcionamiento estable y confiable de los sistemas instalados, los cuales para que no pierdan su efectividad y sus propiedades mecánicas se recomienda seguir periódicamente el manual de usuario y de mantenimiento para el cuidado del mismo.

4.3 Modelación gráfica del sistema de dirección hidráulica

Figura 49. Sistema de dirección hidráulica



Fuente: Autores

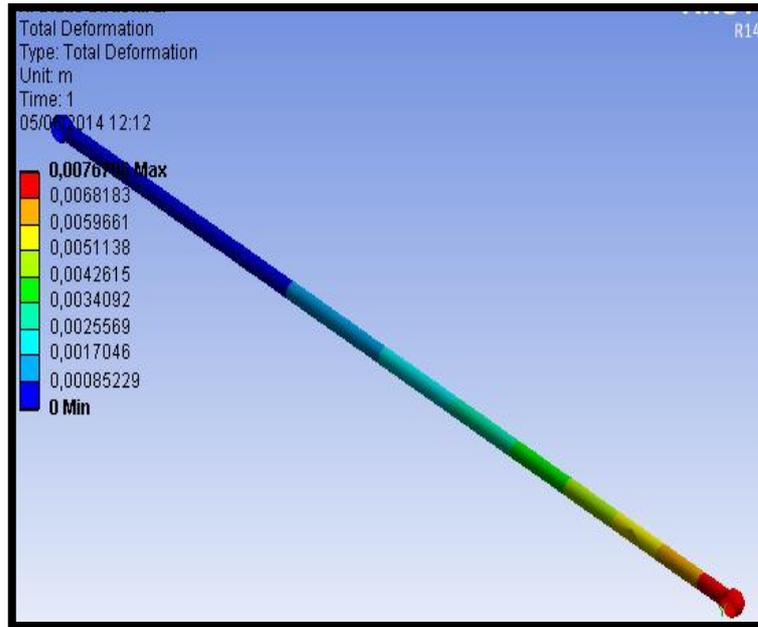
4.4 Funciones

Fue de crucial importancia el hecho de realizar el análisis con el software utilizado porque a través de esto se pudo aceptar el vehículo trabajo los materiales instalados con esto se pudo ganar el tiempo de trabajo y los resultados aceptables para satisfacción de cada uno de los elementos.

4.4.1 *Análisis de deformación brazo de la dirección.* En este análisis que nos arroja el programa hicimos una simulación de la aplicación de una fuerza de 2487 kgf al brazo de dirección, ya que este es donde se concentra la mayor cantidad de torque para hacer girar las ruedas y vemos que como conclusión si soporta este tipo de fuerza que se ha aplicado.

Y mediante una escala basada en colores podemos apreciar en la Figura siguiente como se va produciendo el esfuerzo y donde son las zonas en donde sufre daños, el azul indica normalidad y el rojo indica daños o deformación.

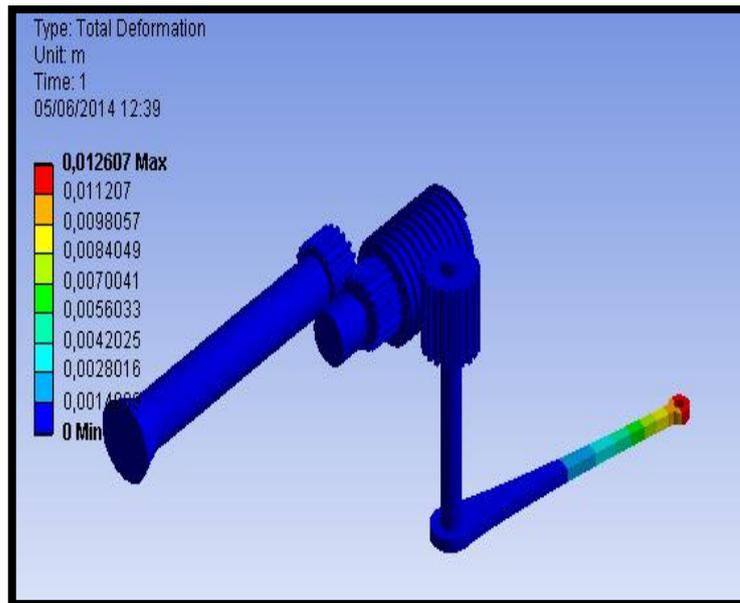
Figura 50. Brazo de la columna de la dirección



Fuente: Autores

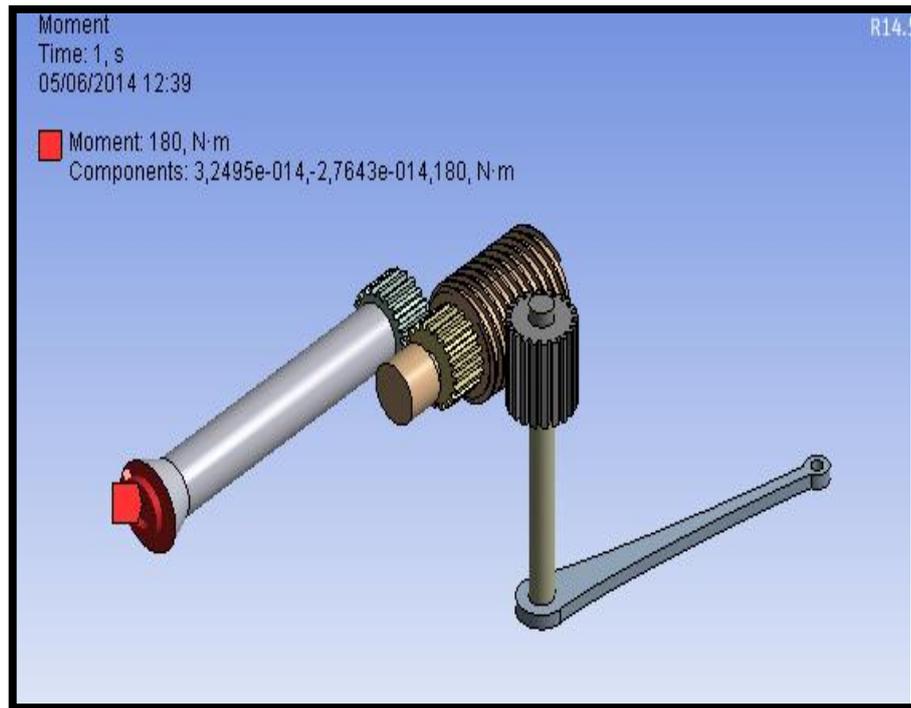
4.4.2 Análisis del esfuerzo conjunto de engranajes. Mediante el programa de Solidworks que se utilizó para el análisis de cargas aplicadas en el conjunto de engranajes es de mucha importancia poder decir que los materiales reinstalados en el vehículo tiene un buen soporte al esfuerzo como se lo puede observar aplicando un momento de 180N/m

Figura 51. Sistema de engranajes



Fuente: Autores

Figura 52. Sistema de engranajes



Fuente: Autores

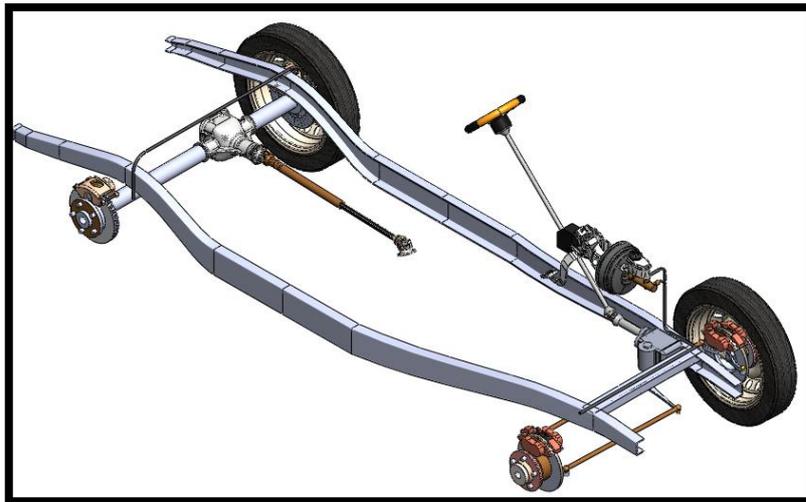
4.5 Aplicaciones

Con el tipo de modelación que se utilizó en el software no pudimos dar cuenta que a cada uno de los sistemas que instalados pudimos comprobar de una manera teórica y práctica que fue eficiente los cambios que se hizo en el sistema de dirección ya que no se tuvo problemas en la adaptación, porque el análisis de los materiales respondieron satisfactoriamente a todos los esfuerzos que se les presentaron, ya sean variables como su ángulo de giro y los diferentes tipos de suelos que en la realidad van a hacer puestos en práctica así como cada una de las pruebas sometidas a estos.

4.6 Modelación gráfica del sistema de frenos

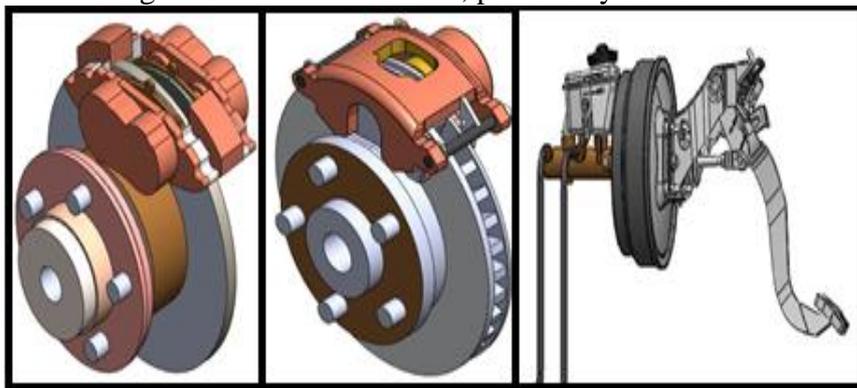
Con la ayuda de Solidworks se pudo modelar y ensamblar todo el conjunto del sistema de frenos con cada uno de sus componentes y gracias a sus diversas aplicaciones se pudo realizarlo usando en su totalidad, las especificaciones técnicas de cada uno de los componentes quedando un ensamble de la siguiente manera.

Figura 53. Sistema de frenos de disco



Fuente: Autores

Figura 54. Discos delantero, posterior y servofreno



Fuente: Autores

4.7 Funciones

Función básica que se pudo obtener fue la designación y aceptación de los materiales de los diversos componentes a implementar, optimizando así el tiempo y los recursos que se usaron en el sistema de frenos.

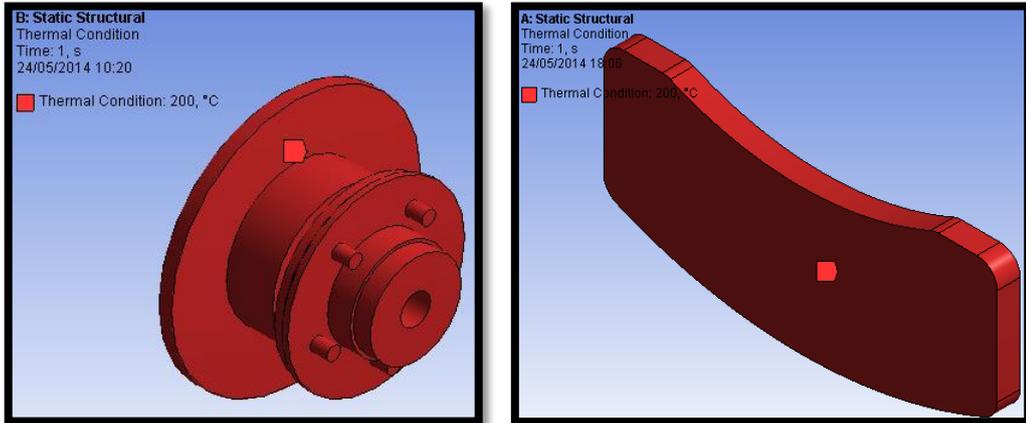
4.7.1 Análisis térmico. Este software también cumplió con la emisión de datos respecto al análisis térmico, es decir, el coeficiente o el calor producido en el instante de frenado entre el disco y las pastillas.

Como podemos observar en el instante que se aplica una fuerza en el pedal, éste actúa sobre los cilindros receptores haciendo que se produzca el roce entre pastillas y disco produciendo así el calentamiento, en la Figura se nota como este calentamiento se

dispersa por todo el disco, en este caso en una frenada a 80 km/h en un tiempo de 1segundo se calienta todo el disco.

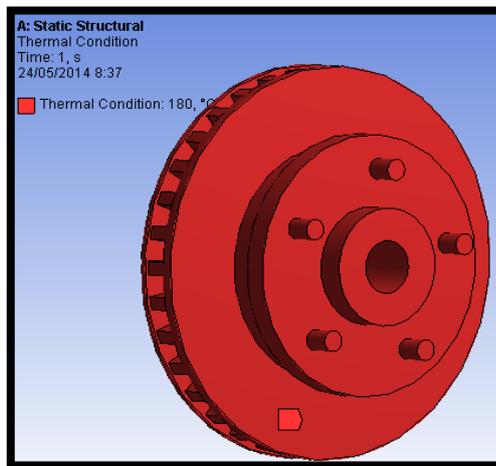
Caso similar ocurre en las pastillas en donde de igual manera el calor se reparte por todo el cuerpo estructural.

Figura 55. Calor producido en el disco delantero y pastillas



Fuente: Autores

Figura 56. Calor producido en el disco posterior



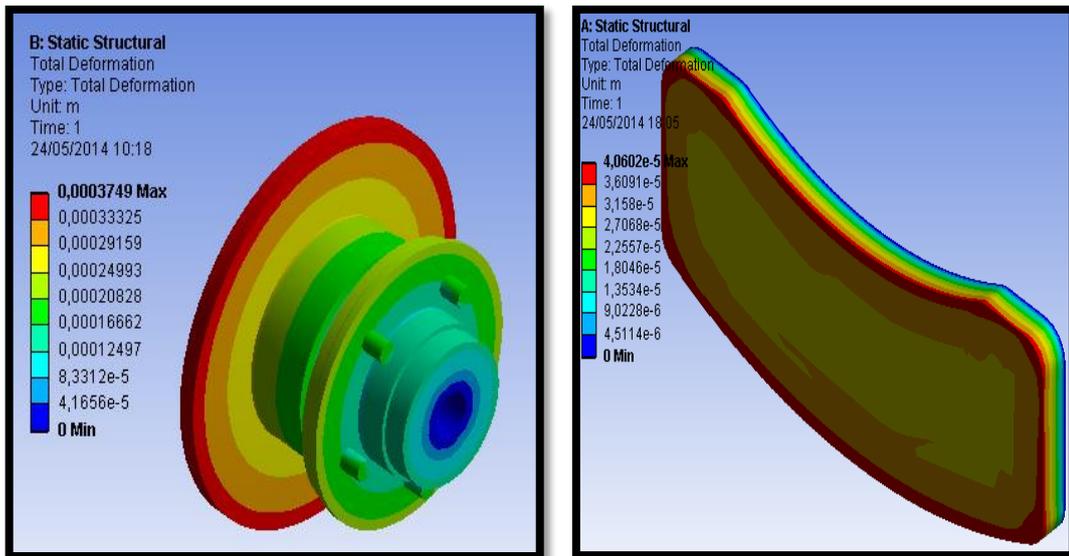
Fuente: Autores

4.7.2 *Análisis de deformación.* De igual manera en el análisis de los componentes una de las funciones del software es definir las zonas que sufren deformación en cada frenada. Y las coloraciones nos ayudan a identificar cada zona que sufre más deformación.

En este caso la zona roja es la que sufre más deformaciones por ser la que más alejada del centro de gravedad del disco esta.

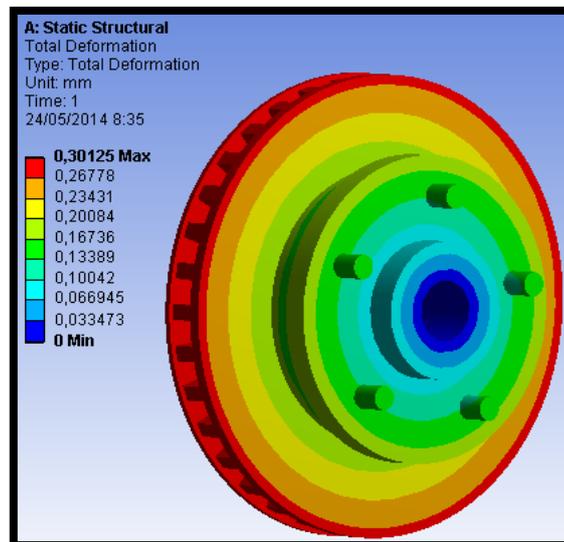
También podemos apreciar que en las pastillas sucede lo mismo al momento de sufrir la deformación sus extremos sufren más este cambio.

Figura 57. Disco de freno delantero y pastilla



Fuente: Autores

Figura 58. Disco de freno posterior



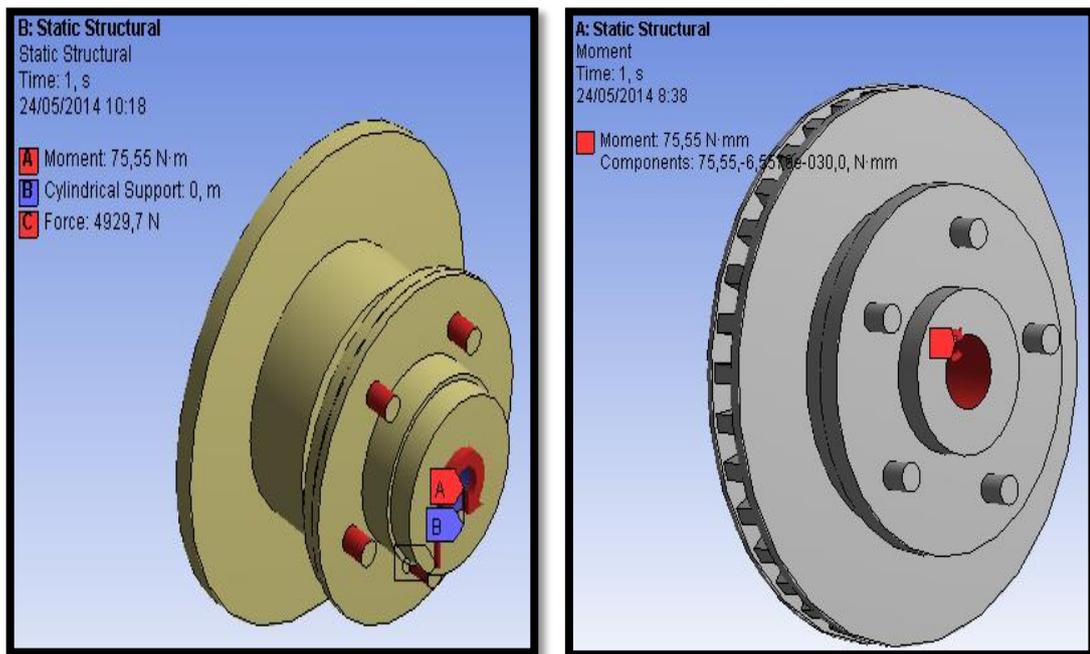
Fuente: Autores

Estas son las imágenes claras del análisis que se puede obtener en Solidworks de los diferentes estudios de cada componente a ser incorporados en esta reingeniería.

4.7.3 Torque producido en los discos. Con la ayuda de este programa también podemos obtener el torque al que están sometidos los discos en la posición que vayan, siempre teniendo en cuenta la disposición de transmisión, ya que esta variante hará que de acuerdo a ella los discos sufran mayor o menor torque.

En este caso nuestro vehículo posee una transmisión delantera, por tal motivo se puede divisar algunos torques de mayor magnitud que los discos posterior.

Figura 59. Torques en los discos delantero y posterior



Fuente: Autores

4.8 Aplicaciones

- En este caso esta modelación nos ayuda a concretar la planificación y la implementación de los nuevos elementos que se incorporaron en el sistema de frenos, en sí, con estos datos obtenidos en las modelaciones, ensamblaje y simulación también pudimos realizar comparaciones que ayudaron al análisis general del sistema de frenos.
- Simular las formas en las que actúan y el movimiento de los dispositivos que intervienen en el sistema de frenos, así como la fiabilidad de flujos de fluido y el ensamblaje de los mismos componentes a incorporar.

4.9 Verificación del funcionamiento de los sistemas reinstalados

Para la verificación de los sistemas de frenos y de dirección del vehículo Land Rover Hard Tpo, se procederá a la realización de una serie de pruebas y comparaciones con los resultados obtenidos tanto en lo teórico como en lo práctico. Como lo observaremos a continuación:

4.9.1 Cálculos comparativos del sistema de dirección

- Relación de transmisión de la dirección

La desmultiplicación del sistema de dirección se define como el ángulo girado en el volante girado dividido por el ángulo girado entre las ruedas delanteras.

$$R_{trans} = \frac{\text{ángulo girado en el volante}}{\text{ángulo girado entre las ruedas}} \quad (5)$$

- Cálculo del esfuerzo del volante al girar las ruedas

La ecuación para poder hallar la fuerza al aplicar al volante con relación a las ruedas se define de la siguiente manera.

$$F = Fr \cdot \frac{d}{r} \cdot \frac{y}{R} \quad (6)$$

Dónde:

Fc: fuerza del volante [N/m]

Fr: fuerza resistente al punto de contacto (rueda/suelo) [Adimensional]

D: distancia de la fuerza de rozamiento al punto de intersección (pivote/suelo) [m]

B: Brazo de la palanca de la biela de dirección (m)

y: relación de transmisión de dirección (grados)

r: radio del volante (m)

Cálculos

Para trabajar con el cálculo en el sistema de la dirección se ha tomado pertinente encontrar la relación de trasmisión junto a la fuerza ejercida al volante para controlar el

movimiento de dirección en esto se ha trabajado con medidas exactas de los elementos y también se ha trabajado con tablas donde se muestran el tipo de suelo que se va a probar.

Datos:

R (brazo) = 120cm

d (distancia del eje pivote) = 39cm

r (radio del volante) = 21cm

Tabla 8. Valores de la fuerza de rozamiento que se va a trabajar

1	Asfalto seco	0,75
2	Hormigón seco	0,75
3	Asfalto mojado	0,6
4	Hormigón mojado	0,7
5	Grava	0,55
6	Tierra húmeda	0,4

Fuente: www.ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn74.html

Para iniciar el cálculo de la fuerza en el sistema de dirección es importante saber cuál es la relación de transmisión que existe en la caja de la dirección, ya que por medición la nuestra tiene una relación de $180^{\circ}7^{\circ}$, entonces tenemos:

$$R_{trans} = \frac{\text{ángulo girado en el volante}}{\text{ángulo girado entre las ruedas}}$$

$$R_{trans} = \frac{180^{\circ}}{13,09^{\circ}}$$

$$R_{trans} = 13.75^{\circ}$$

Con el valor de la relación de transmisión ya podemos aplicar una fórmula que nos ayudará a encontrar el valor de la fuerza aplicada en el volante con cada una de los valores de los diferentes tipos de suelos.

- Asfalto seco 0,75

$$F = Fr \cdot \frac{d}{r} \cdot \frac{y}{R}$$

$$F = uc \cdot N \cdot \frac{d}{r} \cdot \frac{y}{R}$$

$$F = 0,75 (4936,8) \cdot \frac{39cm}{120cm} \cdot \frac{13,75^\circ}{21 cm}$$

$$F = 7,87N$$

- Hormigón seco 0.75

$$F = Fr \cdot \frac{d}{r} \cdot \frac{y}{R}$$

$$F = uc \cdot N \cdot \frac{d}{r} \cdot \frac{y}{R}$$

$$F = 0,75 (4936,8) \cdot \frac{39cm}{120cm} \cdot \frac{13,75^\circ}{21 cm}$$

$$F = 7,87N$$

- Asfalto mojado 0,6

$$F = Fr \cdot \frac{d}{r} \cdot \frac{y}{R}$$

$$F = uc \cdot N \cdot \frac{d}{r} \cdot \frac{y}{R}$$

$$F = 0,6 (4936,8) \cdot \frac{39cm}{120cm} \cdot \frac{13,75^\circ}{21 cm}$$

$$F = 6,30N$$

- Hormigón mojado 0,7

$$F = Fr \cdot \frac{d}{r} \cdot \frac{y}{R}$$

$$F = uc \cdot N \cdot \frac{d}{r} \cdot \frac{y}{R}$$

$$F = 0,7 (14936,8) \cdot \frac{39cm}{120cm} \cdot \frac{13,75^\circ}{21 cm}$$

$$F = 7,35N$$

- Grava 0,55

$$F = Fr \cdot \frac{d}{r} \cdot \frac{y}{R}$$

$$F = uc \cdot N \cdot \frac{d}{r} \cdot \frac{y}{R}$$

$$F = 0,55 (4936,8) \cdot \frac{39cm}{120cm} \cdot \frac{13,75^\circ}{21 cm}$$

$$F = 5,77N$$

- Tierra húmeda 0,4

$$F = Fr \cdot \frac{d}{r} \cdot \frac{y}{R}$$

$$F = uc \cdot N \cdot \frac{d}{r} \cdot \frac{y}{R}$$

$$F = 0,4 (165,072) \cdot \frac{39cm}{120cm} \cdot \frac{13,75^\circ}{21 cm}$$

$$F = 4,20N$$

Tabla 9. Valores de los resultados de la fuerza

	Tipo de calzada	Valor de la fuerza
1	Asfalto seco	7,87 N
2	Hormigón seco	7,87 N
3	Asfalto mojado	6,30 N
4	Hormigón mojado	7,35 N
5	Grava	5,77 N
6	Tierra húmeda	4,20 N

Fuente: Autores

La fuerza que tiene que aplicar el conductor para poder girar las ruedas con el vehículo parado se encuentra en cada una de los casilleros en las tablas los cálculos nos demuestran que los esfuerzos no son muy desmesurados

4.9.2 Cálculos comparativos del sistema de frenos

Fuerza de roce con la calzada

Esta fuerza la encontraremos con la intervención de la normal entre el piso y las ruedas teniendo en cuenta q el peso original de nuestro vehículo es de 2015 kg en conjunto con el coeficiente de rodadura que anteriormente la analizamos en el capítulo dos.

En donde tendremos la siguiente formula:

$$Fr = \mu b * Fn$$

Dónde:

μb : Coeficiente de rodadura (Adimensional)

Fn : Fuerza normal en las ruedas (kg)

Tabla 10. Coeficientes más comunes de rodadura

Coeficientes de Rodadura más Comunes		
Tipo de Calzada	Seco	Mojado
Asfalto	0,85	0,6

Fuente: Autores

- Asfalto seco:

$$Fr = \mu b * Fn$$

$$Fr = 0.85 * 2015$$

$$Fr = 1712,75 \text{ kg}$$

- Asfalto mojado:

$$Fr = 0.6 * 2015$$

$$Fr = 1209 \text{ kg}$$

Distancia de parada del vehículo

En la distancia de parada del vehículo es muy necesaria e importante, debido que en base a dicha distancia se podrá definir si un freno es bueno o malo, de acuerdo a la velocidad de circulación y al peso total del vehículo. Por lo tanto tendremos que:

$$l = \frac{1}{2} * \frac{m}{g * Fr} (vi^2 - vf^2)$$

Dónde:

m : Masa total del vehículo (kg)

Fr : Fuerza de roce con la calzada (kg)

g : Gravedad ($\frac{m}{s^2}$)

vi, vf : Velocidad inicial y final del vehículo (m/s).

Tabla 11. Distancia de parada del vehículo

	Longitud en metros(m)	
	Longitudes de parada	
Velocidad(km/h)	Asfalto seco	Asfalto mojado
20Km/h → 5,5m/s	$l = \frac{1}{2} * \frac{2015kg}{9,8 \frac{m}{s^2} * 1712,75kg} ((5,5m/s)^2 - 0^2)$ $l = 1,89 m$	$l = \frac{1}{2} * \frac{2015kg}{9,8 \frac{m}{s^2} * 1209kg} ((5,5m/s)^2 - 0^2)$ $l = 2,54m$
80km/h → 22,2m/s	$l = \frac{1}{2} * \frac{2015kg}{9,8 \frac{m}{s^2} * 1712,75kg} ((22,2m/s)^2 - 0^2)$ $l = 29,58m$	$l = \frac{1}{2} * \frac{2015kg}{9,8 \frac{m}{s^2} * 1209kg} ((22,2m/s)^2 - 0^2)$ $l = 41,90m$
100km /h → 27,7m/s	$l = \frac{1}{2} * \frac{2015kg}{9,8 \frac{m}{s^2} * 1712,75kg} ((27,7m/s)^2 - 0^2)$ $l = 45,05$	$l = \frac{1}{2} * \frac{2015kg}{9,8 \frac{m}{s^2} * 1209kg} ((27,7m/s)^2 - 0^2)$ $l = 65,24$
Cálculos para hormigón		
	Seco	mojado
20km/h → 5,5m/s	$l = \frac{1}{2} * \frac{2015kg}{9,8 \frac{m}{s^2} * 1712,75kg} ((5,5m/s)^2 - 0^2)$ $l = 1,89 m$	$l = 1,92m$
80km/h → 22,2m/s	$l = \frac{1}{2} * \frac{2015kg}{9,8 \frac{m}{s^2} * 1712,75kg} ((22,2m/s)^2 - 0^2)$ $l = 29,58m$	$l = 31,43m$
100km /h → 27,7m/s	$l = \frac{1}{2} * \frac{2015kg}{9,8 \frac{m}{s^2} * 1712,75kg} ((27,7m/s)^2 - 0^2)$ $l = 45,05$	$l = 48.93m$

Tiempo de parada

El tiempo lo podemos encontrar en función a la velocidad de circulación y a la distancia de parada del vehículo. Por lo tanto tenemos la siguiente ecuación:

$$t = \frac{2(x_f - x_i)}{(v_f - v_i)}$$

Dónde:

x_f : Espacio final de recorrido de parada (m)

x_i : Espacio inicial de recorrido (m)

v_f : Velocidad final del vehículo (m/s)

v_i : Velocidad inicial del vehículo (m/s)

Tabla 12. Tiempo de parada

Tiempo de parada		
Velocidad (km/h)	Asfalto seco	Asfalto mojado
20km/h → 5,5m/s	$t = \frac{2(1,89 - 0)}{(5,5 - 0)}$ $t = 0,68s$	$t = \frac{2(2,54 - 0)}{(5,5 - 0)}$ $t = 0,92s$
80km/h → 22,2m/s	$t = \frac{2(29,58 - 0)}{(22,2 - 0)}$ $t = 2,66s$	$t = \frac{2(41,90 - 0)}{(22,2 - 0)}$ $t = 3,77s$
100km/h → 27,7m/s	$t = \frac{2(45,05 - 0)}{(27,7 - 0)}$ $t = 3,25s$	$t = \frac{2(65,24 - 0)}{(27,7 - 0)}$ $t = 4,71s$

Fuente: Autores

Calor producido en el disco de freno.

Si se considera a dos cuerpos que se deslizan uno contra otro, donde el cuerpo 1(disco) se está moviendo con una velocidad relativa (V_p) al área de contacto entre los cuerpos, y el cuerpo 2 (pastilla de freno) está fijo a la misma área de contacto.

El índice total de energía disipada producida por el contacto de las pastillas y el disco de

freno, está determinado por la fuerza de fricción y la velocidad relativa.

Asumiendo que la totalidad de la energía es disipada en forma de calor, en la superficie de contacto real, entonces el calor total generado por unidad de área” q total” está dada por:

$$q_{total} = \mu * p * v_p$$

Dónde:

q_{total} : Calor que absorbe el disco de freno. [W /m^2]

μ : Factor de roce entre la pastilla y el disco de freno. [Adimensional]

p : Presión ejercida sobre el disco de freno. [N/m^2]

V_p : Velocidad inicial del disco de freno. [m/s]

En este caso el factor q usaremos es el 0,4 con la presión obtenida con el manómetro en el mismo sistema de frenos es de $130W/m^2$ y todo se realizó a una velocidad de de $5,5m/s$.

$$q_{total} = \mu * p * v_p$$

$$q_{total} = 0,4 * \frac{130W}{m^2} * \frac{5.5m}{s}$$

$$q_{total} = 286J$$

4.10 Evaluación en el vehículo

La evaluación necesariamente se la realizó en el vehículo estático muchas de las pruebas como es la temperatura en los discos y pues como distancia de parada se las realizo en estado dinámico.

Y como para mayor credibilidad en nuestros estudios se realizó tablas comparativas entre los sistemas con los que contaba el vehículo entes de la reingeniería y con los sistemas nuevos de los que se le implemento.

4.10.1 Evaluación del sistema de dirección. Después de las pruebas realizadas en el vehículo trabajado se procederá a especificar el trabajo concluido a través de una Tabla donde se detallaran todos los resultados de las tolerancias que se designó en cada una de las pruebas, en comparación con modelos matemáticos, físicos y de programas de diseño.

Para hacer una tabla de comparación que relacione los valores de esfuerzos de la dirección mecánica y la hidráulica tenemos la siguiente fórmula. Y como dato sabemos que la presión de la bomba es de 180Pa.

$$F = P * s \tag{7}$$

$$F = P * \left(\frac{\pi}{4} * s^2\right)$$

$$F = 180Pa * \left(\frac{\pi}{4} * 4^2\right)$$

$$F = 5,65N$$

Dónde:

F= Esfuerzo del conductor en la dirección hidráulica

P= la presión de la bomba de la dirección

S= el área de una sección de la cañería de la bomba/cajetín

Tabla 13.Evaluación del sistema de dirección

	TIPO DE SUELO					
	Asfalto seco	Hormigón seco	Asfalto mojado	Hormigón mojado	Grava	Tierra húmeda
Esf. del conductor dirección mecánica	7,87N	7,87N	6.30N	7,35N	5,77N	4,20N
Esf. del conductor dirección hidráulica	5,65N					
Mejora con la direc. hidráulica	28,2%	28,2%	10,31%	23,12%	2,079%	33,8%
Conclusiones	Con los valores observados podemos decir que la fórmula que aplicamos en la fuerza para la dirección hidráulica sabemos que esta presión es directamente proporcional a la fuerza por ende tenemos una disminución del esfuerzo que nos daría a conocer que logramos con nuestro objetivo que es vencer la fuerza que se opone al movimiento					

Fuente: Autores

4.10.2 Evaluación del sistema de frenos

Prueba de estanqueidad

- Por motivos de ausencia de componentes o a su vez también por motivos de daños en el sistema de frenos no se pudo realizar esta prueba. (Antes)
- Después de realizar esta prueba se pudo concluir que el sistema de frenos con los nuevos componentes implementados se encuentra en condiciones óptimas sin ninguna pérdida de fluido y con normal fluidez del mismo. (Después)

Pruebas varios

A continuación en la siguiente Tabla se procederá a especificar los resultados obtenidos de las diferentes pruebas que se realizaron en el sistema de frenos.

Y como debe ser se demuestra la eficiencia del sistema de frenos en comparación del sistema de frenos de tambor, con las tablas siguientes se podrá apreciar los resultados obtenidos en las pruebas y cálculos para definir esta aceptación del sistema de frenos de disco implementado en el vehículo Land Rover Hard Tpo.

Tabla 14. Evaluación del sistema de frenos-distancia

Distancias de parada(m)						
Tipo de calzada	20km/h		80km/h		100km/h	
	F/tambor	F/disco	F/tambor	F/disco	F/tambor	F/disco
Asfalto seco	2	1.89	32	29.58	50	45.05
Asfalto mojado	2.3	2,54	35	41.91	55	65,24
Hormigón seco	2	1.89	32	29.58	50	46.05
Hormigón mojado	2.2	1.92	34	31.43	54	48.93

Fuente: Autores

Conclusión

De acuerdo a las respectivas pruebas para las comprobaciones de los dos sistemas de frenado, se concluye en que una distancia es menor cuando con la aplicación de la

fuerza se lo realiza sobre frenos de disco, no importa cuál sea la superficie o calzada a ser aplicados, los frenos de disco muestran menor distancia de parada.

También podemos resaltar que sobre el hormigón es mejor el efecto de los frenos ya que se evita derrapes o deslizamientos, en especial en hormigón seco.

Con todo esto lo que más se demuestra es que la eficiencia y eficacia del sistema de frenos mejoro notablemente debido a la mejora y sustitución de muchos componentes ya que la finalidad de este vehículo es exigente como taller móvil.

Tabla 15.Evaluación del sistema de frenos-tiempo

Tiempo de parada(s)						
Tipo de calzada	20km/h		80km/h		100km/h	
	F/tambor	F/disco	F/tambor	F/disco	F/tambor	F/disco
Asfalto seco	0.72	0.68	2.88	2.66	3.61	3.25
Asfalto mojado		0.92		3.77		4.71
Hormigón seco	0.72	0.68	2.88	2.66	3.61	3.25
Hormigón mojado		0.69		2.85		3.53

Fuente: Autores

Conclusión

De la misma manera ocurre en el tiempo de frenado, otra de las demostraciones de la eficiencia de los frenos de disco en comparación con los sistemas de frenos de tambor.

Por lo tanto podemos afirmar q la eficacia del sistema de frenos de disco es mucho mejor y segura que el sistema de frenos de tambor, mejorando la maniobrabilidad y el confort al momento de conducir, lo que ayuda al conductor a tener más tranquilidad al momento de frenar en cualquier circunstancia de frenado.

Entonces lo que a nosotros como elaboradores de este estudio nos lleva a recomendar que si se trata de vehículos pequeños siempre usar frenos de disco en las cuatro ruedas.

4.11 Análisis de posibles problemas en el sistema de la dirección hidráulica

Tabla 16. Análisis de posibles problemas en el sistema de la dirección hidráulica

Irregularidad en funcionamiento	Causa
Golpeteo de la dirección	<ul style="list-style-type: none"> - Incorrecta alineación de las ruedas - Mal reglaje del par de giro - Ruedas desequilibradas - Cabezas de articulación de las barras de dirección aflojadas en los brazos de acoplamiento. - Articulaciones de los brazos oscilantes, aflojados sobre las manguetas.
El coche no mantiene en recta la dirección	<ul style="list-style-type: none"> - Incorrecta presión de los neumáticos - Incorrecta alineación de las ruedas delanteras - Juego excesivo de los rodamientos de las ruedas delanteras - Ruedas desequilibradas - Incorrecto acoplamiento entre tornillo sin fin y rodillo. - Sistema de amortiguador del reenvío averiado
Ruido	<ul style="list-style-type: none"> - Cabezas de articulación de las barras aflojadas en los brazos de acoplamiento - Caja de dirección o soporte del eje de reenvío aflojado en su fijación a la carrocería - Lubricación insuficiente por falta de estanqueidad de las rótulas.
Dirección demasiado floja	<ul style="list-style-type: none"> - Incorrecto par de giro de las ruedas anteriores - Aflojamiento tuercas autoblocantes para tornillos fijación caja de la dirección de carrocería - Incorrecta regulación del acoplamiento entre tornillo fijación caja de la dirección a la carrocería - Incorrecta regulación del acoplamiento entre tornillo sin fin y rodillo
Endurecimiento de la dirección	<ul style="list-style-type: none"> - Incorrecta presión de los neumáticos - Incorrecta alineación de las ruedas delanteras - Incorrecta regulación de las articulaciones montadas en los brazos oscilantes - Interferencia en el árbol de mando de dirección

Tabla 16. (Continuación)

Giro dificultoso de la dirección a coche parado.	<ul style="list-style-type: none"> - Incorrecta presión de los neumáticos - Incorrecto acoplamiento entre tornillo sin fin y rodillo
Chirrido de los neumáticos en las curvas	<ul style="list-style-type: none"> - Incorrecta presión de los neumáticos - Incorrecta alineación de las ruedas - Deformación de la mangueta o de los brazos oscilantes

Fuente: GIL Hermógenes. Manual del automóvil. Pág. 938

4.12 Análisis de posibles problemas en el sistema de frenos de disco

Diagnosis en la frenada

Tabla 17. Diagnosis en la frenada

Síntomas	Causas	Reparación
Frenado desequilibrado y con tendencia a desvió	<ul style="list-style-type: none"> - Presión irregular en los neumáticos - Pérdida del líquido por una pinza - Agarrotamiento de un émbolo - Obstrucción de conductos dilatación o atasco - Pastillas o foros sucios de aceite o grasa - Guías o pernos en las mordazas sucios u óxidos - Amortiguadores blandos 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrección con los neumáticos fríos - Reparar - Recuperar suavidad o reemplazar - Sustituir manguitos - Revisar; en caso necesario sustituir limpiar y recuperar movilidad - Ajustar
Los frenos se bloquean	<ul style="list-style-type: none"> - Agarrotamiento de émbolos - Orificio de compensación de la bomba obstruido - Muelle de retroceso de la zapata débil o roto - Corrector de la frenada - Retenes dilatados 	<ul style="list-style-type: none"> - Limpiar o sustituir - Limpiar - Sustituir - Regular o sustituir - Sustituir

Tabla 17. (Continuación)

Baja eficacia de frenado	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de líquido en el circuito - Aire en las canalizaciones - Falta de líquido en el depósito - Falta de ajuste - Agarrotamientos de los émbolos - Servofreno no actúa bien 	<ul style="list-style-type: none"> - Reparar - Purgar el aire del sistema - Rellenar - Verificar las cotas de reglaje - Limpiar o sustituir
Los frenos chirrían o vibran	<ul style="list-style-type: none"> - Polvo y suciedad en los frenos de disco o tambores - Forro o pastillas inadecuados - Deformación del disco de freno - Los nuevos forros no hacen contacto uniforme. - Remaches de los forros sueltos 	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminar polvo y suciedad - Colocar un recambio adecuado - Reemplazar o limar bordes exteriores - Sustituir

Fuente: GIL Hermógenes. Manual del automóvil. Pág. 938

Diagnosis por acción del pedal

Tabla 18. Diagnosis Por Acción Del Pedal

Síntomas	Causas	Reparación
El recorrido del pedal largo y puede pisarse de forma blanda y elástica	<ul style="list-style-type: none"> - Aire en el sistema de frenos - Fugas o grietas en el sistema de frenos - Avería en la bomba de freno - Separación excesiva entre la zapata y el tambor - Juego excesivo entre la varilla de mano y el émbolo de la bomba 	<ul style="list-style-type: none"> - Purgar el aire - Verificar el hermetismo - Reemplazar - Hacer ajuste - Hacer ajuste

Fuente: GIL Hermógenes. Manual del automóvil. Pág. 938

Tabla 18. (Continuación)

Acción de frenada deficiente con elevada presión en el pedal	<ul style="list-style-type: none"> - Recorrido normal del pedal - Recorrido corto del pedal, avería servofreno - Recorrido largo del pedal, avería en uno de los circuitos de freno, a falta de hermeticidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Reemplazar - Revisar y en caso necesario sustituir - Revisar reemplazar y reemplazar las piezas deterioradas
Pedal bloqueado	<ul style="list-style-type: none"> - Retenes dilatados - Émbolos porta válvulas agarrotado - Eje pedal agarrotado - Orificio compensación obstruido - Líquido degradado 	<ul style="list-style-type: none"> - Sustituirlos - Sustituir bomba - Desmontar y afinar - Sustitución de la bomba - Renovarlo
Pedal elástico	<ul style="list-style-type: none"> - Aire en las canalizaciones - Entrada de aire debido al mal estado de los retenes de la bomba 	<ul style="list-style-type: none"> - Sangrar - Sustituir purgar
Pérdida en el pedal	<ul style="list-style-type: none"> - Deterioro reten estanqueidad de la bomba - Pérdida del líquido por tuberías cilindro o servofreno - Aire en la instalación 	<ul style="list-style-type: none"> - Sustituir bomba - Reparar - Purgar

Fuente: GIL Hermógenes. Manual del automóvil. Pág. 938

4.13 Análisis de resultados

Mediante el proceso de la elaboración de este proyecto de tesis se logró diferentes tipos de resultados, ya sea con el uso de diferentes tipos de materiales utilizados para su desarrollo o con modelos matemáticos y utilización de software de diseño, se verá reflejado la realidad del trabajo realizado en el proyecto y lo que arroja un programa con esto podemos verificar la diferencia de los resultados, encontrando tolerancias que se puede ver en el trabajo físico.

Es por tal motivo que en relación al sistema de dirección y de frenos se puede garantizar y asegurar la eficiencia de la reingeniería en todos sus componentes, en óptimas condiciones de uso y funcionamiento, lo que nos permitió a la vez consolidar

conocimientos obtenidos en las aulas y en conjunto con los trabajos prácticos realizados en esta tesis.

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS DE COSTOS

Se sistematiza la información monetaria de los estudios precedentes y se analiza su financiamiento, para proceder con la fase de evaluación. Según su aplicación tenemos que los costos se clasifican en costos directos y costos indirectos.

5.1 Costos directos

Los costos directos son aquellos a los podemos identificar y definir como los valores que se invirtieron en la “implementación de los nuevos sistemas en el vehículo”.

Tabla 19. Descripción de los costos directos

Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo total
	Sistema de dirección		
	Accesorios y componentes del sistema de dirección hidráulica	\$ 900,00	\$ 900,00
1	Líquido hidráulico para dirección	\$ 15,00	\$ 15,00
1	Modificación y adaptación del sistema de dirección hidráulica.	\$ 300,00	\$ 300,00
	Sistema de frenos		
4	Tratamiento aros de rueda	\$ 10,00	\$ 40,00
2	Discos de frenos	\$ 80,00	\$ 160,00
1	Tanque depósito de líquido de freno	\$ 70,00	\$ 70,00
1	Servofreno	\$ 110,00	\$ 110,00
3	Mordazas	\$ 40,00	\$ 120,00
4	Juegos de pastillas	\$ 30,00	\$ 120,00
	Mangueras y cañerías	\$ 60,00	\$ 60,00
1	Luz testigo	\$ 50,00	\$ 50,00
1	Colocación y adaptación de los elementos nuevos del sistema de frenos.	\$ 500,00	\$ 500,00
	TOTAL		2.445,00

Fuente: Autores

Y como se mostró en la anterior Tabla todos los gastos que se realizaron en la elaboración de este proyecto.

Todos estos costos van a corresponder a materiales, todo lo referente a mano de obra, equipos utilizados y maquinarias que de alguna u otra manera incurrieron en gastos en todo el proceso de ejecución del presente proyecto de tesis.

Dentro de estos gastos podremos mencionar que para conseguir algunos componentes nuevos tuvimos que viajar a muchos lugares lo que si incurrió en mucho gastos en viáticos, también en gastos se tuvo y muchos en lo referente a todos los componentes y también se gastó en cuanto a las pruebas con el software ya que por condiciones de deficiencia en conocimientos en el mismo no pudimos hacerlo, lo que nos llevó a buscar ayuda para poder cumplir con los estudios de este sistema y sus ventajas.

5.2 Costos indirectos

Son todas las inversiones realizadas en el proceso productivo “implementación de los nuevo sistemas en el vehículo en mención”; con la diferencia que no se incorporan físicamente al proyecto terminado.

Estos costos están vinculados al periodo de desarrollo del proyecto y no al producto o a la maqueta ya terminada.

Por lo tanto a continuación observaremos que gastos no más están siendo considerados como costos indirectos dentro de nuestro proyecto de tesis.

Tabla 20. Descripción de los costos indirectos

Descripción	Costo
Transporte	\$ 100,00
Documentación e investigación	\$ 50,00
Impresiones	\$ 150,00
Gastos varios	\$ 100,00
TOTAL	\$ 400,00

Fuente: Autores

5.3 Costos totales

Están dados por la suma de todos los costos que intervinieron en la elaboración de este proyecto de tesis.

Tabla 21. Descripción de los costos totales

Detalle	Costo
Costos directos	\$ 2.445,00
Costos indirectos	\$ 400,00
TOTAL	\$ 2.845,00

Fuente: Autores

5.4 Análisis general de costos

Este proyecto de tesis se desarrolló con la ayuda de la Corporación Financiera Nacional, institución la cual nos facilitó el préstamo para sustentar los gastos que fueron necesarios en esta tesis.

Vale recalcar que el préstamo lo fuimos pagando mensualmente, con el trabajo que realizamos, los cuales nos sirvieron para culminar nuestras prácticas pre profesionales, que a su vez fueron compensadas con un mensual básico, más horas extras.

Los gastos se realizaron de la siguiente manera:

- Inversión total: 3200
- Ingresos mensuales(2): 700
- Vida útil: 5 años
- Valor de salvamento: $(3200/5) = 640$
- Tasa de interés de la CFN= 9,25(para arreglos automotrices)

Esto es todo en cuanto podemos mostrar de los gastos que se realizaron en el transcurso de la elaboración de nuestro proyecto de tesis.

Como podemos apreciar en las tablas y enunciados anteriores se tuvo una inversión al fuerte para nosotros como estudiantes por tal motivo es que también tuvimos que buscar apoyo en una institución financiera como es la Corporación Financiera Nacional (CFN),

quien fue la que con el respectivo tramite y condiciones adecuadas nos facilitó el dinero para solventar los gasto, mientras nosotros desarrollábamos este trabajo.

El interés del préstamo de la CFN quien financio este proyecto fue de 9.25% mensual, ya que esta es la tasa de interés a la que esta institución está autorizada a realizar préstamos para reingenierías o cambios automotrices se trata.

Como todo proyecto o en si los cambios tienen un vida útil, nuestro proyecto tendrá una vida útil de 5 años, eso es en lo que se refiere teóricamente y para estos análisis, ya que esa vida útil será alargada o podrá disminuir de acuerdo al uso que se le dé a estos sistemas al mantenimiento de los mismos.

Tabla 22. Valor neto actual

Descripción	Valor(USD)
Inversión Inicial	-2845
Ingresos mes 1	720
Ingresos mes 2	720
Ingresos mes 3	700
Ingresos mes 4	700
Ingresos mes 5	710
Ingresos mes 6	700
Valor salvamento	569
Valor neto actual	\$ 6,46

Fuente: Autores.

Vale recalcar que en esta reingeniería se trató de optimizar al máximo precios y materiales, por tal motivo se colocó algunos componentes de segunda mano ya que nuevos sobrepasan los precios de nuestro presupuesto.

Tal es el caso el cajetín de la dirección y los cáliper en el sistema de frenos, a los cuales tocó adaptarles al sistema que contaban puesto que los cáliper eran de una marca diferente a la de Land Rover. Caso similar sucedió en el cajetín de la dirección ya que como este no constaba con sistema de dirección asistida se compró y adapto un cajetín de otra marca automotriz pero siempre esto se lo realizo analizando todas las variables que intervienen en estos sistemas.

CAPÍTULO VI

6. MANUAL DEL USUARIO

Este manual de mantenimiento será elaborado con todo lo aprendido durante los años transcurridos en las diversas aulas y talleres de la institución para de esta manera sacar a flote los conocimientos adquiridos por eso se recomiendan seguir al pie de la letra todos los ítems que se los designa a continuación.

Y en base al decreto 2400 que trata sobre la regulación del área de trabajo, higiene y seguridad reglamentada en esta resolución, también podemos resaltar que las instalaciones, máquinas, aparatos, equipos, servicios de agua potable, desagüe, gas industrial tuberías de flujo, electricidad, ventilación, calefacción, refrigeración, deberán reunir los requisitos exigidos por las reglamentaciones vigentes, o que al efecto se dicten.

Por tal motivo en este proyecto de tesis se hace énfasis en el tratamiento de residuos que se desecharán al momento de la reingeniería o al momento de hacer el mantenimiento respectivo, tal es el caso de los lubricantes que se van a usar como el de la dirección y el líquido de frenos, a estos materiales se les debe dar un trato especial, almacenarlos en lugares indicados y no mezclarlos con el agua.

De igual forma con el resto de líquidos que se usaran en esta tesis, como es el líquido de frenos que siempre se le debe dar trato aparte.

Por tal motivo también se recomienda siempre tener el espacio indicado para cada trabajo como lo de esta resolución, que para trabajos industriales o del área automotriz exige que nuestra área de trabajo para cualquier cambio o mantenimiento se deba tener un área que conste con las siguientes medidas:

Altura de 3m o más, ancho mínimo de 2m, paredes debidamente terminadas, distancias considerables entre máquinas.

También se debe considerar unas vías en perfecto estado y como no se podría dejar un lado a la pertinente señalización de todo el lugar de trabajo, estas son unas de las principales consideraciones al momento que se vaya a realizar cualquier tipo de trabajo en este vehículo siempre cuidar de estas peticiones y requerimientos para salvaguardar las seguridad y la integridad de las personas que lo realicen.

Advertencias y medidas de seguridad

Para realizar cualquiera de los trabajos que impliquen algún tipo de peligro al operario de acuerdo a la manipulación de equipos y herramientas automotrices, se necesita sobre guardar todas las medidas de seguridad adecuadas para de esta manera proteger su bienestar y evitar daños y lesiones.

- Sistemas de ventilación eficientes y dispositivos de extracción localizada de contaminantes químicos.
- Modifique, desarme y arregle lo que realmente es causante del daño.
- Siempre para cualquier trabajo usar un EPP (equipo de protección personal), que en este caso será: overol, zapatos adecuados.
- Evitar el contacto directo con el líquido hidráulico
- Analizar el problema que sea causante de las fallas en el sistema de dirección, revisar cuidadosamente y luego realizar las acciones necesarias.
- Siempre revisar el correcto ajuste de todos los componentes manipulados.
- Ser cuidadosos al momento de entregar sea cual sea el trabajo, ya que ante cualquier actividad que se realice, probar el buen funcionamiento del mismo.

Es muy importante puntualizar que el trabajo antes mencionado se lo debe hacer con personal capacitado con conocimientos en el área automotriz para que de esta manera se pueda efectuarlo sin ningún riesgo y se pueda evitar cualquier tipo de accidente.

6.1 Manual de operación de sistema de dirección

En cuanto a seguridad se trata siempre debemos basarnos en algo o guiarnos de alguna ley o mandato para saber a qué tenernos en caso que nosotros incumplamos con las

normas de seguridad y en caso que llegara a suceder accidente podamos apelar sobre las garantías que nosotros debemos contar.

Advertencia. Siempre antes de dar uso a cualquier vehículo siempre revisar el funcionamiento exhaustivo de la dirección entre estos el líquido hidráulico contaminado es la primera causa de daño o de problemas en la misma.

6.1.1 *En el arranque.* El sistema de dirección en el instante del encender el vehículo se acciona la bomba hidráulica por lo que circule el líquido de hidráulico y tiende a ensuavecer su aplicación.

6.1.2 *En cada instante de conducción.* Como se sabe más de los conocimientos adquiridos anteriormente el uso de direcciones asistidas es para mejorar la maniobrabilidad del conductor ya sea al momento de reacción violenta para evitar cualquier tipo de accidentes ya que existes neumáticos de baja presión y problemas de adherencia a la superficie de contacto.

Al momento en que el vehículo se pone en marcha se activan los sistemas de dirección hidráulica ya que este organismo es accionado cuando el volante de la dirección acciona un piñón, que a su vez mueve una cremallera como en una dirección normal de este tipo; pero unido a esta cremallera se encuentra un pistón alojado en el interior de un cilindro de manera que a una u otra de las caras puede llegar el líquido a presión desde una válvula distribuidora. Ya que a su vez lo recibe de un depósito, en el que se mantiene almacenado a una presión determinada, que proporciona una bomba y se conserva dentro de unos límites por una válvula de descarga.

6.2 Mantenimiento preventivo. De acuerdo con la implementación de los nuevos componentes del sistema, vamos a tener en cuenta que requieren tratamientos y a tiempo para evitar daños en los mismos.

6.2.1.1 *Tirantería de dirección.* Se debe realizar pruebas de desenvolvimiento de los órganos de mando para constatar cuantas revoluciones hay para su ángulo de giro de las ruedas. Se deber tener la precaución al momento de realizar esta prueba, ya que dependiendo de la superficie va a variar la fuerza necesaria para girar el volante.

6.2.1.2 *Volante.* Como el volante es el órgano central de mando y manipulación de la dirección debemos observar que se encuentre con una fricción correspondiente a los requerimientos totales de las manos del conductor para que de esta manera no se haga difícil el desenvolvimiento al momento de su utilización.

6.2.1.3 *Eje de la columna de la dirección.* Como este elemento es el encargado de transmitir las vibraciones de las ruedas y de los órganos de mando de los debe tener muy en cuenta todo lo que se refiere al transferencia de las vibraciones para así absorberlas ya que en caso de algún accidente frontal este representa un serio peligro para el conductor.

6.2.1.4 *Amortiguadores de la dirección.* Los amortiguadores son los encargados de controlar los movimientos de pivote de las ruedas para evitar cualquier tipo del derrape y otros volantasos por lo que se debe hacer:

- Llevarlo al límite al vehículo para que de esta manera poder diagnosticar a través de vibraciones en qué estado se encuentra este elemento
- El agarre del vehículo se deteriorara
- Se debe sentirlo directamente las vibraciones al volante si este se encuentra ya en condiciones para el mantenimiento respectivo.

Lo que luego se lo debe hacer es pulverizar los pernos que hay que desenroscar, una vez que se encuentre ya afuera este elemento se los debe hacer las pruebas pertinentes de compresión para ver cuánto suspende y según esto darle valor de un control de calidad.

6.2.1.5 *Rótulas.* Cuando en el taller mecánico se observa que la rótula presenta juego se la debe cambiar, este tipo de mantenimiento es muy importante ya que si carece de grasa su desgaste es mucho mayor, y de esta manera evitamos que se sabe la cuenca y se desplome la llanta.

6.3 Mantenimiento correctivo

Reparaciones y sustitución

Advertencia. Cuando deba realizarse cualquier trabajo de reparación o sustitución, siempre hay que tener muy en cuenta que las partes o accesorios a cambiar cumplan con

las medidas y características técnicas que las que van a ser reemplazadas. Esto ayudara a que el sistema no varíe su funcionamiento ni sus propiedades de trabajo y el acoplamiento al mismo.

6.3.1 *Tirantería de la dirección*

- Luego de haber transcurrido 3 años o más cambiar la tirantearía de la dirección.
- Verificar cuando hay un golpe frontal y directo se pierde direccionalidad no se puede reparar hay que reemplazar.

6.3.2 *Volante.* Técnicamente sabemos que el volante es el órgano de mando de la dirección con este elemento sabemos dar el giro correcto para direccionar el vehículo, pero también tenemos el conocimiento que este mecanismo es estético ya que se lo debe reemplazar cuando no exista ya un límite de fricción elegido por el conductor.

6.3.3 *Eje de la columna de la dirección*

- Luego de haber transcurrido 3 años o más cambiar los elementos del eje de la columna de la dirección.
- Este elemento a parte de sus años de vida útil se lo debe reemplazar cuando el conductor aprecie de una manera agresiva las vibraciones de la calzada hacia el volante ya que esto significa que ya se encuentra en mal estado todos sus componentes.

6.3.4 *Amortiguadores de la dirección.* Son elementos fundamentales de la dirección que se los debe cambiar cada 2 años o 150000 km ya que de esto depende evitar los derrapes y la estabilidad del vehículo.

6.3.5 *Rótulas.* Estos elementos de la dirección están en constante flexión ya que por este motivo necesitan una inspección frecuente de lubricación con grasa y si existe algún tipo de juego donde va ensamblado es necesario reemplazarla ya que con esto evitamos que la rueda se deshabilite y correr el peligro de que se salga.

El lubricante reduce el rozamiento y el desgaste, prolonga la vida útil y protege contra la corrosión. En el dimensionado de la rótula hay que tener en cuenta que el punto de apoyo esté suficientemente alimentado de lubricante. Estas rótulas están disponibles como rótulas radiales, rótulas de contacto angular y rótulas axiales.

6.4 Manual de mantenimiento planteado para el sistema de dirección

Con el mantenimiento es muy importante ya que si se sigue correctamente con los ítems señalados se garantiza el correcto funcionamiento de los mismos y con esto se cuida sus componentes afirmando una larga vida útil y la despreocupación de daños futuros en el mecanismo de la dirección.

Tabla 23. Mantenimiento del sistema de dirección

PLAN DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN							
Placa:		ESPOCH					
Modelo:					Fecha:		
Marca:					N° de revisión:		
Elemento(revisión)	kilometraje				Estado	Reparación/ sustitución	
S. piñón cremallera							
Volante							
Eje de la dirección							
Amortiguadores de dirección							
Rótulas							
Rodamientos							
Revisión de fugas de fluido							
Corrosión y desgaste							
Realizado por:							
Hora de inicio:					Hora de finalización:		
Herramientas y materiales usados:							
Diagnóstico:							

Fuente: Autores

La vida útil de las piezas utilizadas para su ensamblaje en este proyecto son de mucha importancia para su funcionamiento ya que para cuidar de los mismos preciso llevar a cabo su respectivo mantenimiento.

6.5 Manual de usuario del sistema de frenos

El siguiente manual ha sido elaborado de acuerdo con los conocimientos obtenidos en el transcurso de la carrera y mucho más en los diversos trabajos prácticos realizados día a día, en donde el operador laboró y aplicó sus conocimientos.

Por tal motivo se recomienda seguir con regularidad las recomendaciones, formas de uso y mantenimiento de los sistemas nuevos.

Medidas de seguridad

Advertencias. Cuando el operador vaya a realizar algún trabajo en este sistema siempre tener muy en cuenta que la protección personal es muy importante, por tal motivo se presenta las siguientes medidas de seguridad para quien lo use evite daños o lesiones por la manipulación de los componentes de este sistema automotriz.

- Siempre para cualquier trabajo usar un EPP (equipo de protección personal), que en este caso será: overol, zapatos adecuados.
- Evitar el contacto con el líquido de frenos.
- Prevenirse del contacto del spray de limpieza de discos con los ojos.
- Tener cuidado al momento de extraer el cáliper, ya que debido a su peso puede producir golpes en las manos.
- Siempre revisar el correcto ajuste de todos los componentes manipulados.
- De la misma forma que en el sistema de dirección, al momento de realizar cualquier trabajo siempre realizar las respectivas pruebas del correcto funcionamiento del trabajo realizado.

El no prestar atención a esta advertencia puede resultar en un accidente causando lesiones personales.

6.6 Manual de operación

Advertencia. Siempre antes de dar uso a cualquier vehículo revisar el funcionamiento del sistema de frenos, pues debido a un mal cebado o fugas en el mismo se puede producir una falla fatal al momento de conducir.

6.6.1 *En el arranque.* El sistema de frenos en el instante del arranque de cualquier vehículo tiende a ser más suave.

Cada conductor sabe que para aplicar el frenado a un vehículo, en el arranque, se usa el pedal del freno de servicio o el mango del freno de estacionamiento o de mano, siempre y cuando la posición de la palanca selectora de marchas se encuentre en la posición neutral, esto se suele hacer antes de empezar a echar andar en automóvil.

6.6.2 *En cada instante de conducción.* Como ya se ha mencionado el sistema de frenos sirve para, reducir la velocidad de circulación, para mantener el vehículo estático con la ayuda del embrague y sin que se apague el motor, y para detenerlo totalmente cuando sea necesario.

En aquí muchas de las funciones o las formas en las que opera el sistema de frenos al conducir cualquier vehículo en general, esto lo lograremos con la necesaria y tenue aplicación de una fuerza ejercida con el pie, en el pedal del freno produciendo así, la activación de todos los componentes del sistema de frenado.

Esta fuerza hace que el servo actúe de tal manera que absorbe fluido del depósito o central, para luego distribuir con la debida presión a todas las terminales de aplicación del freno (4 ruedas). Una vez que esta presión transmitida por el fluido por toda las cañerías llega al cáliper de cada rueda en donde se acciona el cilindro receptor, entonces este es quien desplaza las pastillas, produciendo así el roce pastillas/disco. Y como ya hemos tratado y toda persona sabe que de acuerdo a la necesidad del frenado, será la fuerza aplicada en el pedal, para obtener la reducción o detención total de nuestro vehículo.

6.6.3 *En el momento de estacionar.* De igual manera que los apartados anteriores se usa el sistema de frenos para estacionar cada vehículo, sea que el estacionamiento sea momentáneo solo se usara el freno tenuemente hasta detener y luego seguir rodando, esto se lo va a realizar al momento de llegar a un pare o a un semáforo y en caso de estacionamiento neutral se lo realizara de tal manera que el vehículo quede totalmente parado sin movimiento alguno y de igual manera en estos instantes, este sistema debe trabajar en conjunto con el embrague para evitar daños en el motor u otros componentes automotrices, ya que de no hacerlo de esta manera el conductor tiende a sufrir fuertes sacudones o incluso golpes.

Nota: Para una adecuada operación del sistema de frenos, también se recomienda una buena regulación del sistema, acorde al conductor.

6.7 Mantenimiento preventivo

De acuerdo con la implementación de los nuevos componentes del sistema, se tendrá en cuenta que requieren tratamientos a tiempo para evitar daños en los mismos, elementos que necesitan de mantenimiento se los detalla a continuación:

6.7.1 Servofreno

- Se debe realizar cada intervalo de tiempo entre 80000- 90000 km una prueba de vacío, para que no pierda sus propiedades.
- Revisar que el brazo y el pivote que conecta al pedal del freno estén en posición y con las medidas correctas de holgura y de juego.
- También una adecuada limpieza externa e internamente.

6.7.2 Discos

- Si se observan rayas circulares profundas o grietas radiales numerosas deberán de cambiar los discos obligatoriamente.
- Para un buen mantenimiento de los discos de freno conviene revisarlos cada 20000 km. como norma general. Este control no debe de ser solo visual, ya que existe una cota mínima tras la cual el disco debe de ser sustituido.

6.7.3 Central de freno

- A la central se debe lavar en cada cambio de fluidos en general, o si se realiza tan solo el cambio de líquido de freno, de ser posible sacar todas las impurezas incrustada en el contorno de la central.

6.7.4 Cáliper

- El cáliper siempre debe estar limpio y más aún en las partes en donde tiene que pivotar.

- Los ejes que sirven de eje al cáliper deben estar engrasados para, tener una fácil maniobrabilidad.
- Siempre tener presente que en el cáliper se sujetan las pastillas, las cuales deben tener un acople exacto, ya que los seguros de las pastillas son sumamente exactos y por ende deben estar limpios.

6.7.5 *Pastillas*

- Revisar espesor de pastillas cada tres meses o 6.500 km., teniendo en cuenta que cada vez que se extraiga de las mordazas hay que lijar para quitar la cristalización que sufren en cada frenada.
- Cambiar las pastillas cuando queda 1.5mm. del material antes de llegar al respaldo metálico o a los conocidos sujetadores o remaches.

6.7.6 *Buje*

- Este componente se debe limpiar y lubricar en cada revisión de frenos.
- Tener en cuenta que debe tener muy poco juego entre el buje y el sócalo de las ruedas.

6.7.7 *Líquido de frenos*

- Revisar nivel del líquido una vez al mes.
- Cambiar totalmente el líquido cada 5 meses.
- En cada cambio de líquidos siempre tratar de sacar todo el líquido alojado dentro de la central, cañerías y servo. Se lo puede realizar con la ayuda del compresor.

6.8 **Mantenimiento correctivo**

6.8.1 *Servofreno*

- Revisar nivel del líquido una vez al mes.
- Cambiar totalmente el líquido cada 5 meses.
- En cada cambio de líquidos siempre tratar de sacar todo el líquido alojado dentro de la central, cañerías y servo. Se lo puede realizar con la ayuda del compresor.

6.8.2 *Discos*

- Si al realizar el mantenimiento se observa que el disco está ligeramente cristalizado sin ralladuras y no presenta borde o ceja. Se procede a eliminar lo cristalizado del disco, esto se lo hace con lija 320 para metal obviamente.
- Cuando los discos muestren rayas o surcos, por lo que se debe tener mucha cuidado o con el tamaño de los mismo se procederá a rectificarlos pero siempre y cuando estos no sean muy pronunciados, caso contrario no hacerlo pues el disco perdería sus propiedades mecánicas y simplemente quedaría como chatarra.
- Si el disco muestra una canaladura o comúnmente llamado ceja, rectificar el disco y también cambiar las balatas.

6.8.3 *Central de freno*

- Cada 60.000 Km o cada tres se debe reemplazar: Bomba y a la vez también los cilindros receptores.

6.8.4 *Cáliper*

- Luego de haber transcurrido 6 años o más cambiar cáliper y platos.
- Cada revisión realizar la adecuada lubricación de los componentes internos.

6.8.5 *Pastillas*

- Las pastillas son elementos que más desgaste sufren por ende son los elementos que con mayor frecuencia hay que revisarlas cada 5000km como máximo de recorrido.
- En caso que las pastillas ya estén muy desgastadas sin depender del recorrido del vehículo, reemplazarlas por otras nuevas antes que los sujetadores de las mismas lleguen hacer contacto con el disco lo cual conlleva a daños en el mismo, por lo que podría incluso cambiarlo o simplemente rectificarlo.

6.8.6 *Buje*

- Lo más común y probable que se pueda encontrar en este elemento es que haya torceduras de los pernos de anclaje para las ruedas, a los cuales dependiendo del

daño se los podrá enderezar o en caso extremo se deberá cambiar todo el buje.

- Revisar la holgura y el juego que este posea ya que de esta característica también va a depender el cambio del buje.

6.8.7 *Líquido de frenos.* En caso de cambio de líquido de frenos tener en cuenta que el líquido que va ser reemplazado ya que las composiciones van a depender de acuerdo a la prestaciones de cada vehículo e incluso a las marcas.

- Tener en cuenta los grados de ebullición de cada líquido.
- Numeración del mismo líquido.
- Componentes del líquido.

6.8.8 *Guardapolvos.* Los guardapolvos de todo el sistema de frenos también se le debe cuidar de manera estricta, debido a su importancia, por tal motivo se recomienda limpiarlos cada vez que se realiza el mantenimiento respectivo del sistema de frenos.

6.9 Manual de mantenimiento planteado para el sistema de frenos

De tal manera que el desempeño de un vehículo va a depender del funcionamiento de sus componentes, se ha elaborado el siguiente manual de mantenimiento, para conservar y cuidar de todos los componentes del sistema de frenos.

Los componentes que fueron instalados en ese vehículo son de suma importancia por tal motivo llevar con frecuencia el respectivo mantenimiento.

De la misma forma que se elaboró un manual de mantenimiento para estos dos sistemas, también se elaboró planes de mantenimiento periódico, los que se recomienda una vez más seguir de forma rigurosa para preservar el estado y el funcionamiento de cada componente del sistema de frenos y de dirección.

La vida útil de las piezas utilizadas para su ensamblaje en este proyecto son de mucha importancia para su funcionamiento ya que para cuidar de los mismos preciso llevar a cabo su respectivo mantenimiento.

Tabla 24. Mantenimiento del sistema de frenos

PLAN DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE FRENOS							
Placa:		ESPOCH					
Modelo:					Fecha:		
Marca:					N° de revisión:		
Elemento(revisión)	kilometraje				Estado	Reparación/ sustitución	
Pastillas							
Discos							
Cañerías							
Cilindros maestro							
Deposito/nivel exacto							
Servo(prueba de vacío)							
Revisión de fugas de fluido							
Corrosión y desgaste							
Realizado por:							
Hora de inicio:					Hora de finalización:		
Herramientas y materiales usados:							
Diagnóstico:							

Fuente: Autores

CAÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Mediante la reingeniería realizada en los sistemas de freno y dirección del vehículo Land Rover, podemos afirmar que el mismo quedó en óptimas condiciones de funcionamiento de estos sistemas y sus componentes incorporados.

Cumpliendo con las metas planteadas también se pudo lograr enriquecer nuestros conocimientos, en cuanto a dirección y frenos automotrices se trata.

Realizando los cambios pertinentes en este automóvil, se hizo un estudio previo para evitar inconvenientes o retrasos en este proyecto.

Aplicando un software (Solidworks) para mayor seguridad, pudimos comprobar que los elementos y materiales usados en esta reingeniería son aptos y aceptables para los fines a ocupar.

Finalizamos el proyecto con hojas guía de práctica para que los estudiantes de la escuela de Ingeniería Automotriz que gocen de este servicio, puedan utilizarlos de la mejor manera sin precautelar su seguridad y garantizar su aprendizaje.

7.2 Recomendaciones

Necesariamente cuando de reingeniería o readecuaciones se trata, hacer un estudio muy cuidadoso de los elementos que van a ser incorporados y restaurados, puesto que las variaciones que estos representen en el funcionamiento del vehículo, se verán reflejadas en el desempeño del mismo.

Realizar el mantenimiento respectivo en los componentes incorporados, con la finalidad de preservar y cuidar el funcionamiento de los mismos.

Utilizar de las hojas guías de práctica son indispensables al momento de manipular estos sistemas por lo tanto se recomienda seguir paso a paso los literales descritos en las mismas.

Cumplir estrictamente muchos más prácticas, ya que con la manipulación y el manejo constante de los diversos sistemas automotrices se puede definir y aclarar los conocimientos obtenidos en las aulas.

Tener a disposición todas las magnitudes físicas que intervengan en el funcionamiento, ya que eso ayudara a tener mayor credibilidad en los análisis que realicemos en cualquier tipo de modelación y simulación.

BIBLIOGRAFÍA

- Amarillas, Páginas. 2011.** www.ehowenespanol.com. *www.ehowenespanol.com*.
[En línea] 11 de 03 de 2011. [Citado el: 20 de 02 de 2014.] www.ehowenespanol.com.
- ARIAS, Paz, Manuel. 1981.** *Manual de Automóviles*. Madrid : Editoriales: Dossat, 1981.
- BOSCH. 2014.** sist_frenosBosch/manual.html. *sist_frenosBosch/manual.html*.
[En línea] 26 de 05 de 2014. [Citado el: 29 de 05 de 2014.] sist_frenosBosch/manual.html.
- CASCAJOSA, Manuel. 2005.** *Ingeniería de Vehículos*. Mexico : Editoriales Alfa Omega, 2005.
- Fácil,Mecanica.2012.**www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=tiposFrenos.
www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=tiposFrenos. [En línea] 28 de 12 de 2012.
[Citado el: 15 de 01 de 2014.] www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=tiposFrenos.
- Gil, Hermógenes. 2003.** *MANUAL DEL AUTOMOVÍL*. España : Cultural,S.A, 2003.
- Guioteca. 2012.** www.guioteca.com. *www.guioteca.com*. [En línea] 12 de 08 de 2012.
[Citado el: 22 de 02 de 2014.] www.guioteca.com.
- HAMM B, Burk. 2001.** *Tablas de la Técnica del Automóvil*. Alemania : Reverte S.A, 2001.
- spanish.alibaba.com.** spanish.alibaba.com. *spanish.alibaba.com*.
[Enlínea]http://spanish.alibaba.com/gssuppliers_yhreach/Steering_Column_Shafts_217011996_1.html.
- suspensionydireccion.bligoo.com.**suspensionydireccion.bligoo.com.
suspensionydireccion.bligoo.com. [Enlínea]
<http://suspensionydireccion.bligoo.com/content/view/192461/Sistema-de-Direccion.html#.U4ZaHs5go4I>.

sites.google.com. sistema piñon cremallera. *sistema piñon cremallera.*

[En línea] <https://sites.google.com/site/direccion1311arnau/home/1-la-direccio/1-1-el-volante/1-4-tiranteria-de-mando>.

ingemecánica.2014.ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn74.html.

ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn74.html. [En línea] 02 de 05 de 2014.

[Citado el: 10 de 05 de 2014.] ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn74.html.

KINDLER, Kynast. 2001. *Matematica Aplicada para la Técnica del Automóvil.*

Alemania : Reverte S.A, 2001.

LUQUE,Pablo,ÁLVAREZ, Daniel y VERA, Carlos. 2002.*Ingeniería del Automovil.*

España : Paraninfo, 2002.

VACA SOLÍS, José Patricio. 2014. TESIS BANCO DE FRENOS..Pdf.

[En línea] 21 de 03 de 2014. [Citado el: 24 de 05 de 2014.] <http://www.adatum.com>.

arcarg.org. volante. *volante.* [En línea] <http://www.arcarg.org/repuesto-volante-direccion-torino-196778-9576>.

ANEXOS

ANEXO A
Hoja guía de prácticas en el sistema de dirección

	<p>ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ</p>	
Practica # 1		
Nombre(s):		
Código(s):		
Fecha:		
Tema:	Reconocimiento general del sistema de frenos	
Objetivos:	General:.....	
	Específicos:.....	
Marco Teórico:		
.....		
Cálculos/Discusión		
Conclusiones:	Recomendaciones:	

ANEXO B
Hoja guía de prácticas en el sistema de frenos

		<p>ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ</p>			
<p>Practica # 1</p>					
Nombre(s):					
Código(s):					
Fecha:					
Tema:		Reconocimiento general del sistema de frenos			
Objetivos:		General:.....			
				
		Específicos:.....			
				
				
				
				
Marco Teórico:					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
Cálculos/Discusión					
Conclusiones:		Recomendaciones:			