



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### TEMA:

“ADAPTACIÓN DE FRENOS Y DIRECCIÓN DEL VEHÍCULO ANFIBIO”

Plan de Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingeniero en  
Mantenimiento Automotriz

**AUTORES:** Ibjés Cháfuel Paúl Alberto.  
Montenegro Muñoz Patricio David.

**DIRECTOR:** Ing. Fausto Tapia

Ibarra, 2015

## ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Luego de haber sido designado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, he aceptado con satisfacción participar como Director de la Tesis del siguiente tema “ADAPTACIÓN DE FRENOS Y DIRECCIÓN DEL VEHÍCULO ANFIBIO” trabajo realizado por los Señores Egresados: IBUJÉS CHÁFUEL PAÚL ALBERTO Y MONTENEGRO MUÑOZ PATRICIO DAVID, previo a la obtención del título de Ingeniero en la Especialidad de Mantenimiento Automotriz.

A ser testigo presencial y corresponsable directo del desarrollo del presente trabajo de investigación, que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sustentado públicamente ante el Tribunal que sea designado oportunamente.

Esto es lo que puedo certificar por ser justo y legal.



**ING. FAUSTO TAPIA**  
**DIRECTOR DE TESIS**

## **DEDICATORIA**

El estudio es la mejor herencia que los padres pueden dejar a un hijo es por eso que dedico este proyecto a Ramiro y Paquita, que gracias a su apoyo incondicional y a sus palabras de aliento hicieron posible la culminación de este gran sueño.

**David Montenegro.**

A Dios que me dio sabiduría y paciencia en el transcurso de mis estudios y quien me mantuvo con salud y vida para llegar a culmina con éxito la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz. A mis padres que me brindaron su confianza y apoyo incondicional para poder llevar a cabo esta meta y de esta manera poder desempeñarme en el ámbito profesional que he anhelado con muchas ansias. A mi novia Liliana Tobar que gracias a su presión me mantuvo con paso firme en la realización del trabajo de tesis dándome su aliento.

**Paúl Ibujés**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Técnica del Norte, sus Autoridades y Personal Docente de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología, por permitirnos ser parte de tan prestigiosa Institución e impartir su sabiduría para desarrollarnos personal como profesionalmente.

A Rodolfo y Andrés Gonzales que con su experiencia colaboraron con la realización de algunas partes del carro y de la misma manera contribuyeron a tomar decisiones importantes para un buen resultado y funcionamiento del proyecto. A todos los amigos que encontré en el transcurso del camino para la realización del trabajo quienes aportaron con un granito de arena para que este gran proyecto salga adelante y cumpla con todas las expectativas planteadas.

**Paúl Ibujés**

**David Montenegro.**

## ÍNDICE GENERAL

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
SUMMARY.....	xi
INTRODUCCIÓN .....	xii
CAPITULO I.....	1
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del Problema.....	2
1.3. Formulación del Problema.....	2
1.4. Delimitación.....	3
1.4.1. Temporal.....	3
1.4.2. Espacial.....	3
1.4.3. Tecnológica.....	3
1.5. Objetivos.....	4
1.5.1. Objetivo General.....	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4
1.6. Preguntas de Investigación.....	4

1.7. Justificación. ....	5
1.8. Aporte. ....	5
1.9. Factibilidad.....	6
CAPÍTULO II.....	7
2. MARCO TEÓRICO .....	7
2.1 LA DIRECCIÓN .....	7
2.2. GEOMETRÍA DE LA DIRECCIÓN .....	8
2.3. PARTES DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN.....	8
2.3.1. VOLANTE .....	9
2.3.2. COLUMNA DE LA DIRECCIÓN.....	9
2.3.3. CAJA DE LA DIRECCIÓN .....	10
2.3.4. TIRANTERÍA DE LA DIRECCIÓN .....	12
2.3.5. RÓTULAS.....	13
2.4. RELACIÓN DE DESMULTIPLICACIÓN .....	13
2.5. MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE DIRECCIÓN.....	14
2.6. COTAS DE REGLAJE DE DIRECCIÓN .....	16
2.7. DIRECCIONES ASISTIDAS .....	19
2.8. SISTEMA DE FRENOS .....	20
2.9. PROCESO DE FRENADO.....	21
2.10. DINÁMICA DEL FRENADO .....	23
2.11. FRENOS DE TAMBOR.....	23
2.11.1. TIPOS DE FRENOS DE TAMBOR .....	24
2.12. FATIGA DE LOS FRENOS (FADDING).....	27
2.13. CRISTALIZACIÓN DE LAS PASTILLAS.....	27
2.14. EBULLICIÓN DEL LÍQUIDO .....	28

2.15. FRENOS DE DISCO.....	28
2.15.1. LOS FRENOS DE SISTEMA RÍGIDO.....	29
2.15.2. LOS FRENOS DE SISTEMA FLOTANTE.....	29
2.16. DISCOS DE FRENO.....	30
2.17. JUDDER .....	32
2.17.1. TIPOS DE JUDDER.....	32
2.18. FRENO DE ESTACIONAMIENTO .....	33
2.18.1. SISTEMA DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO.....	34
2.18.2. SISTEMA DE ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO.....	35
2.19. Glosario de Términos.....	36
2.20. Interrogantes de la Investigación. ....	37
CAPITULO III.....	38
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
3.1. Bibliográfica. ....	38
3.2. Tecnológica.....	38
3.3 Métodos. ....	39
3.3.1 Mediciones.....	39
3.3.2 Adaptaciones. ....	39
3.3.3 Optimización. ....	39
3.3.4 Método Analítico Sintético.....	39
3.4 Técnicas e Instrumentos.....	40
3.4.1 Criterio de Expertos. ....	40
3.4.2 Fotografía.....	40
3.4.3 Video.....	40
CAPÍTULO IV.....	41
4. Propuesta: Proceso y Resultados.....	41
4.1 Diagnóstico .....	41

4.2 Proceso.....	42
4.2.1. Desmontaje del sistema.....	42
4.2.2. Montaje del mecanismo de dirección .....	43
4.2.3 Modificación de la Dirección para movilidad en el agua .....	44
CAPÍTULO V.....	56
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	56
5.1 Conclusiones. ....	56
5.2 Recomendaciones. ....	57
BIBLIOGRAFÍA.....	58

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos Técnicos Volkswagen Escarabajo .....	41
Tabla 2. Diagnóstico .....	42
Tabla 3. Medición del sistema de dirección .....	47
Tabla 4. Medición sistema de frenos .....	48

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. La Dirección.....	7
Figura 2. Geometría de la Dirección .....	8
Figura 3. El volante .....	9
Figura 4. Tipos de columnas de Dirección.....	9
Figura 5. Caja de Dirección de Cremallera .....	11
Figura 6. Caja de Dirección de Tornillo sin Fin .....	11
Figura 7. Sistema con tornillo y sector con circulación de bola.....	12
Figura 8. Tirantería de la dirección .....	12
Figura 9. Rótula .....	13
Figura 10. Ángulo de Salida.....	18
Figura 11. Angulo de caída .....	18

Figura 12. Ángulo de Avance.....	19
Figura 13. Dirección Asistida .....	20
Figura 14. Esquema básico de un circuito de frenos. ....	21
Figura 15. Freno de tambor. ....	24
Figura 16. Frenos de Tambor Simplex.....	25
Figura 17. Frenos de Tambor Dúplex .....	25
Figura 18. Frenos de Tambor Twinplex .....	26
Figura 19. Frenos de Tambor Servo y Duo-Servo .....	27
Figura 20. Frenos de Disco.....	29
Figura 21. Discos de Freno.....	31
Figura 22. Discos Ventilados .....	31
Figura 23. Freno de Estacionamiento .....	34
Figura 24. Sistema de Accionamiento Mecánico .....	34
Figura 25. Sistema de Accionamiento Eléctrico.....	36
Figura 26. Desmontaje de la Dirección. ....	43
Figura 27. Despiece de la Caja de Dirección .....	44
Figura 28. Base de la Hélice .....	45
Figura 29. Base trasera para la hélice .....	45
Figura 30. Vehículo sin Volante .....	46
Figura 31. Adaptación del volante.....	46
Figura 32. Tubos guía.....	46
Figura 33. Cables de Dirección.....	47
Figura 34. Partes Internas del Tambor .....	48
Figura 35. Freno de tambor .....	49

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Plan de mantenimiento sistema de dirección.....	60
Anexo 2. Plan de mantenimiento del sistema de frenos .....	62
Anexo 3. Referencia fotográfica.....	65
Anexo 4. Cobertura de medios de comunicación, nacionales e internacionales.....	73

## RESUMEN

Anfibio que significa agua y tierra. Los vehículos anfibios se caracterizan por poder movilizarse por estos dos tipos de superficie. La necesidad del hombre con fines de guerra que se vivían en otros países, ocasionó la construcción de este tipo de vehículos para la transportación de tropas militares por agua, hasta llegar a tierra firme sin necesidad de cambiar de transporte, La primera marca de vehículos que desarrollo este tipo de vehículos fue Volkswagen. Los tiempos y la mente de las personas han cambiado notablemente transformando la forma de ver las cosas es por eso que en algunos países: se sigue utilizándolos para fines militares; en cambio, en otros países se ha incorporado este tipo de vehículos para comodidad y confort de personas amantes de los autos. El sistema de Dirección y Frenos son importantes para la movilidad de estos complejos vehículos. El sistema de Dirección es el que permite dirigir al anfibio, se divide en dos partes: una para agua y otra para tierra, lo que dificulta la adaptación de los mecanismos; la adaptación de la dirección para la hélice es muy compleja e interesante debido a que sus partes están en constante movimiento es muy difícil su impermeabilidad. El sistema de frenos, encargado de detener el vehículo a conveniencia del conductor, funciona en condiciones de mojado y seco. Para eso, se requirió cambiar los frenos delanteros de tambor por unos de disco, este sistema de frenos necesita una revisión constante por su contacto continuo con el agua para así evitar un envejecimiento prematuro del sistema. Estos dos sistemas tan importantes para el funcionamiento del Anfibio; se caracterizan por encontrarse fuera del auto, lo que origina óxido en sus partes; por eso, se necesita mantenimiento. Así se origina un vehículo anfibio en funcionamiento, orientado al mejor aprendizaje de las nuevas generaciones de Ingenieros en Mantenimiento Automotriz.

## SUMMARY

Amphibious meaning water and soil. Car Amphibious are characterized by power mobilized by these two types of surface. Man's need for warfare that lived in other countries, the construction caused of these cars to transport military troops water, to reach land without changing transport. The stamp first of cars developing this type of cars was Volkswagen. Times and minds of the people have changed notably transforming the way we see things is why in some countries: is still using them for military purposes; in change, in others countries has been incorporated these cars for the convenience and comfort of people who love cars. Address system and brakes are important to the mobility of these cars complex. Address system is one that allows direct the amphibian, is divided into two parts: one for water and one for ground, it difficult to adapt the mechanisms; adaptation of management to the propeller is very complex and interesting because their parts are in constant motion is very difficult impermeability. The brake system, attendant for stopping the car driver convenience, works in wet and dry conditions, Therefore, was required to change the front brake drum for a disk, This system brake needs constant review for their continued contact with water to avoid premature aging system. These two important systems for the operation of Amphibious; are characterized by being outside the car, which causes oxide on parts; Therefore, maintenance is required. And an amphibious car operating originates, oriented to better learning of new generations of Maintenance Automotive Engineers.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la tecnología crece a pasos agigantados, por lo cual se despierta la capacidad de crear, investigar e innovar nuevas tendencias para el campo automotriz, con la finalidad de cumplir nuevas expectativas del usuario, ya que estas son cada día más exigentes.

Al investigar las tendencias en el campo automotriz se determinó la creación de un vehículo innovador y multifuncional, como es la de un anfibio, realizando adaptaciones en sus distintos sistemas.

Una vez hecho esto, se determinó que sea factible realizar las adaptaciones pertinentes en el vehículo anfibio, para cumplir algunos factores que se requiere para el buen funcionamiento del mismo.

Con la ayuda de criterios profesionales, se pudo determinar las mejores alternativas de adaptación, y a su vez, lograr las prestaciones necesarias.

Las adaptaciones realizadas para el vehículo anfibio de la Universidad Técnica del Norte fueron en el sistema de suspensión, dirección y frenos, ya que estos no cumplían con las características y necesidades requeridas.

Con la realización de estas adaptaciones, se implantó los conocimientos adquiridos en el transcurso del estudio de la carrera de Ingeniería de Mantenimiento Automotriz, logrando cumplir de la mejor manera las necesidades requeridas para el buen funcionamiento del vehículo anfibio.

Con este proyecto, se espera despertar en los estudiantes de la carrera el estudio y creación de nuevas alternativas de vehículos multifuncionales, para que la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte sobresalga cada día más.

## **CAPITULO I**

### **1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Antecedentes.**

Los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, están en constante investigación sobre las nuevas tendencias tecnológicas que se desarrollan en el mundo, para realzar los conocimientos tanto teóricos como prácticos aprendidos.

La comunidad educativa mantiene una constante comunicación, pensando siempre en el mejoramiento pedagógico, obteniendo estudiantes con alto desempeño investigativo, y a la vez, plasmando sus creaciones.

En Ecuador lo que se puede decir de los vehículos anfibios es que no son muy conocidos, ya que son utilizados como vehículos militares y no como vehículos civiles de uso cotidiano, por este motivo no se encuentran en nuestro medio.

La Construcción Naval en Ecuador ha estado relacionada con la fabricación de naves tradicionales; y en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, no existen antecedentes con respecto a este tipo de vehículos.

La Universidad Técnica del Norte siempre dirigida al fortalecimiento teórico – práctico, ha encaminado a sus estudiantes a tener una mirada siempre al futuro y a la optimización de los recursos ya existentes creando nuevas alternativas de movilización, es por eso que se ha fijado una meta

que es la construcción de un vehículo anfibia, utilizando como base un Volkswagen Escarabajo.

Con este proyecto se demostró que la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz forma profesionales con criterio, y siempre en busca de nuevas tendencias tecnológicas, encaminadas al mejoramiento del parque automotor.

## **1.2. Planteamiento del Problema.**

Debido a que en el Ecuador no existe gran acogida a este tipo de vehículos, se ha limitado el desarrollo de los mismos.

En la ciudad de Ibarra la implementación de estos automotores es nula, por la falta de conocimientos, recursos y el poco interés de tener vehículos multifuncionales.

En la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, se ha formado el interés en el desarrollo de la construcción y funcionamiento de este tipo de vehículos, ya que por medio de este proyecto se logra plasmar los conocimientos obtenidos, y a la vez, se realicen proyectos similares basándose en el desarrollo del presente trabajo.

## **1.3. Formulación del Problema.**

¿Cómo adaptar los sistemas de frenos y dirección de un Volkswagen Escarabajo a un vehículo anfibia, aplicando los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte?

En el transcurso de la realización del proyecto, intervienen una serie de estudios e ideas dirigidas a la elaboración del prototipo, seguido de una ardua selección de los componentes que ayudarán a mejorar el funcionamiento de dichos sistemas.

Este prototipo facilita el aprendizaje de las partes y materiales, utilizadas en la adaptación de los sistemas.

#### **1.4. Delimitación.**

##### **1.4.1. Temporal.**

El desarrollo de este Trabajo se lo realizó desde el 22 de febrero del 2011 hasta el 31 de octubre del 2013

##### **1.4.2. Espacial.**

El Trabajo de Grado se lo realizó en las instalaciones de la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

El trabajo práctico se lo realizó en el TALLER MECANIZADOS IBARRA – TORNOS DE PRECISIÓN, de la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, TALLER FACATING, de la ciudad de Ipiales-Nariño, país de Colombia, donde se encuentran todos los requerimientos tecnológicos para realizar las adaptaciones pertinentes

##### **1.4.3. Tecnológica.**

Se usó tecnología en su manufactura, ya que se requirió el uso de tornos de precisión y maquinas herramienta para la elaboración de algunas piezas.

## **1.5. Objetivos.**

### **1.5.1. Objetivo General.**

- Adaptar un sistema de frenos y dirección a un vehículo anfibia.

### **1.5.2. Objetivos Específicos.**

- Investigar las condiciones de funcionamiento de un vehículo anfibia.
- Determinar las necesidades del vehículo anfibia para la adaptación del sistema de frenos y dirección de un Volkswagen Escarabajo, que permitan un buen funcionamiento tanto en tierra como en agua.
- Adaptar el sistema de frenos y dirección al vehículo anfibia.
- Realizar pruebas de comprobación sobre las adaptaciones de los sistemas.

## **1.6. Preguntas de Investigación.**

- ¿Dónde investigar las condiciones de funcionamiento de un vehículo anfibia?
- ¿Cuáles son las necesidades que tiene el vehículo anfibia para un buen funcionamiento, tanto en tierra como en agua?
- ¿Qué mecanismos utilizar para la adaptación del sistema de dirección y frenos y buen funcionamiento del mismo?
- ¿Qué pruebas se deben realizar en los sistemas de dirección y frenos?
- ¿Cómo dar a conocer el vehículo anfibia a los estudiantes y maestros de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz?

### **1.7. Justificación.**

Con la realización de este proyecto se busca implantar en la Universidad Técnica del Norte una base de conocimientos, la cual se explica en un documento escrito todo el proceso de adaptación, montaje, de los distintos sistemas antes mencionados.

Es importante la elaboración de este proyecto, porque permite introducirse en los principios tecnológicos de la Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, impulsando el desarrollo práctico y seguro mediante esta guía de apoyo, que podría formar parte de una base de proyectos que sigan poniendo en alto la carrera y estimulando al futuro profesional a la investigación de nuevas alternativas en el campo automotriz.

La elaboración de este proyecto tiene como finalidad primordial brindar al estudiante de la Universidad Técnica del Norte un modelo funcional y así encaminar a nuevas propuestas.

### **1.8. Aporte.**

El trabajo sirve de guía de aprendizaje para poner en práctica los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

El vehículo anfibia sirve como referente para las nuevas generaciones de estudiantes, encaminándolos a diseñar vehículos novedosos, haciendo uso de la tecnología existente.

### **1.9. Factibilidad.**

Este Trabajo de Grado fue realizable porque beneficia a la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, ya que se dio a conocer el funcionamiento del vehículo anfibia.

El Trabajo de Grado fue factible debido a que la manufactura, adaptación y recursos económicos para la realización de todo el proceso fue cubierto en su totalidad por los investigadores, logrando así cumplir la meta propuesta en inicios.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### Fundamentación Teórica.

#### 2.1 LA DIRECCIÓN

(Rondón, Torres, Edwin, Eduardo, & Romero, 2012) El sistema de dirección tiene como objetivo direccionar el giro del automóvil, con un adecuado movimiento de las ruedas delanteras. Esta acción es proporcionada por el conductor quien por medio del volante le da el giro conveniente para que el vehículo tome la trayectoria requerida.

Para gobernar la dirección que sigue el automóvil se parte del sistema original utilizado en los carruajes, disponer de giro en el eje delantero. En los carruajes gira el eje completo desde un punto central, en el automóvil el eje no gira y lo hacen las dos ruedas delanteras, mediante el mecanismo de la dirección controlado por el conductor desde el volante.

El sistema de dirección del automóvil está ubicado en el eje delantero salvo en algunas ocasiones que está en los dos ejes.



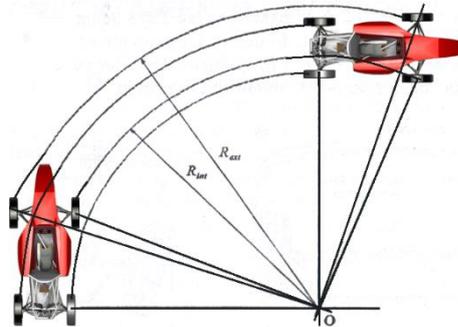
**Figura 1. La Dirección**  
Fuente. (Riscal, 2014)

El sistema de dirección debe tener las siguientes características:

- Seguridad Activa
- Seguridad Pasiva
- Comodidad
- Suavidad
- Precisión
- Facilidad de Manejo
- Estabilidad

## 2.2. GEOMETRÍA DE LA DIRECCIÓN

(Alonso Pérez, 2011) De la correcta geometría de un sistema de dirección depende fundamentalmente que el vehículo se mantenga en carretera sobre la trayectoria deseada, resultando su marcha estable, tanto en línea recta como en curvas, cualquiera que sea el estado de la carretera, e independientemente de la influencia del viento y la velocidad del vehículo.



**Figura 2. Geometría de la Dirección**  
Fuente: (Arturo & Fernando, 2013)

## 2.3. PARTES DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN

El sistema de dirección está compuesto por el volante de dirección y la unidad de la columna de direccionamiento, la cual debe transmitir la fuerza que el conductor aplica al engranaje de dirección; ésta a su vez se comunica con la unidad de engranaje de dirección, y reduce la rapidez del

auto en el giro del volante de dirección. De esta forma se transmite una poderosa fuerza a la conexión de la dirección, que se encarga de transmitir el movimiento de los engranajes en la dirección de las ruedas delanteras.

### 2.3.1. VOLANTE

El volante es la parte del sistema de dirección más cercana al conductor está conectada a través de un estriado y fijado por una tuerca. La forma del volante varía según el modelo y el tamaño del vehículo.

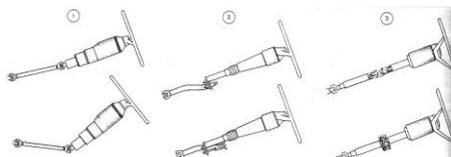
Su movimiento giratorio se transmite al mecanismo de dirección a través de la columna.



**Figura 3. El volante**  
Fuente: (Potn, 2015)

### 2.3.2. COLUMNA DE LA DIRECCIÓN

La columna de la dirección es la barra de unión entre el volante y la caja de la dirección. Esta barra normalmente gira dentro de una camisa que a su vez está unida al chasis



**Figura 4. Tipos de columnas de Dirección**  
Fuente: (Águeda Casado, Martín Navarro, & Tomás, 2012)

### 2.3.3. CAJA DE LA DIRECCIÓN

Existen principalmente dos tipos de cajas de dirección:

- Cremallera.
- Tornillo sinfín.
- Bolas Circulantes

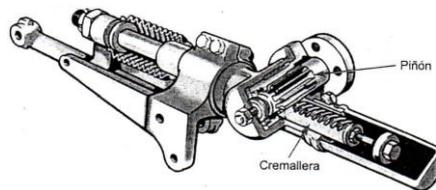
#### ***Caja de dirección de cremallera***

El sistema de dirección de cremallera es el sistema utilizado por la mayoría de los automóviles, tiene las ventajas de ser sencillo, preciso, ocupar poco espacio, y además requiere poca tirantería para su activación.

La caja de la dirección está fijada al chasis y se encuentra entre la columna de la dirección y las bieletas de mando. Recibe el movimiento de rotación del volante y lo convierte en uno de translación en las bieletas, que inciden sobre las manguetas y orientan las ruedas. La caja de la dirección también realiza una función desmultiplicadora entre el piñón y la cremallera para reducir el esfuerzo de su activación. La desmultiplicación de la caja se diseña en función del peso del vehículo, la sección del neumático, la presión vertical que ejerce la suspensión y la asistencia.

Está compuesta básicamente por un piñón con dentado helicoidal unido a la columna de la dirección y una barra tallada en cremallera que engrana con el piñón de tal manera que, cuando el conductor gira el volante, el piñón al estar engranado con la cremallera provoca un desplazamiento longitudinal. La unión con las bieletas se produce a través de un sector roscado, o a través de rótulas esféricas. La cremallera va apoyada sobre casquillos, engrasada, y protegida del exterior a través de fuelles de goma. El piñón está apoyado sobre un casquillo o rodamiento, y la unión a la

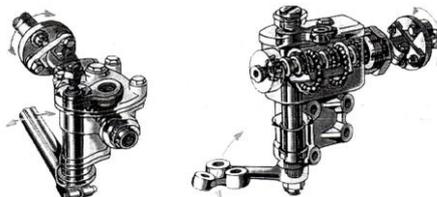
columna de la dirección se produce normalmente a través de una junta cardan o de un soporte de caucho.



**Figura 5. Caja de Dirección de Cremallera**  
Fuente: (Águeda Casado, Martín Navarro, & Tomás, 2012)

### ***Caja de dirección de tornillo sinfín***

Este tipo de cajas básicamente están compuestas por un tornillo sinfín que toma movimiento de la columna de la dirección y que puede estar engranado a una tuerca, dedo, rodillo, etc. El sector que engrana con el tornillo sinfín es el que da movimiento al brazo de mando para que a su vez, a través de la tirantería de la dirección se puedan orientar las ruedas. Tanto tornillo sinfín como el sector que engrana con él (según el tipo de dirección), van alojados en una caja cerrada fijada a la carrocería y están perfectamente lubricados.



**Figura 6. Caja de Dirección de Tornillo sin Fin**  
Fuente: (Águeda Casado, Martín Navarro, & Tomás, 2012)

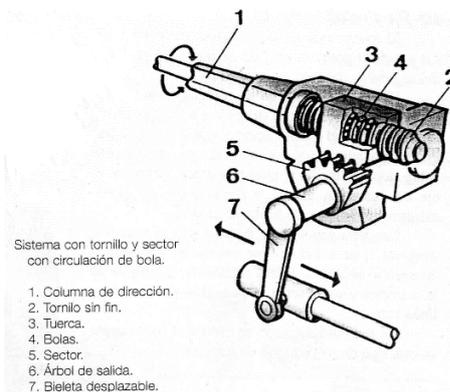
### ***Caja de Dirección por bolas circulantes***

Se han impuesto los mecanismos por rozamiento relativamente elevado existente en los mecanismos de dirección por tornillo

El tornillo y la tuerca de dirección poseen una línea de bolas dispuestas en el canal helicoidal del mecanismo de dirección por bolas circulantes. Ya que la unión se realiza mediante bolas, las vueltas de las roscas no entran en

contacto, es decir forman canales de rodadura y deslizamiento para las bolas

La ventaja de este mecanismo es que funciona prácticamente exento de desgaste. El juego longitudinal del tornillo de dirección y del eje de la biela de mando puede reajustarse



**Figura 7. Sistema con tornillo y sector con circulación de bola**  
Fuente: (Gil Martínez, 2012)

#### 2.3.4. TIRANTERÍA DE LA DIRECCIÓN

Se utiliza en vehículos con dirección por tornillo sinfín y en algunos vehículos industriales con dirección de cremallera, puesto que, salvo excepciones, los automóviles con dirección cremallera no la necesitan. Es un conjunto de brazos metálicos (tirantes) en cuyos extremos se acopla una rotula. Su función es la de transmitir el movimiento desde el brazo de mando (salida del movimiento de la caja de dirección) hasta las manguetas.



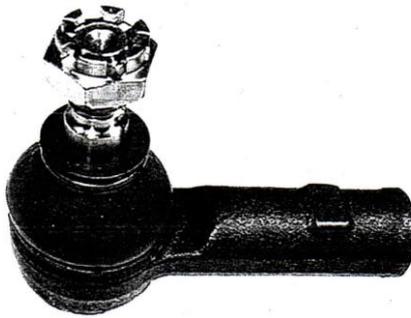
**Figura 8. Tirantería de la dirección**  
Fuente: (Águeda Casado, Martín Navarro, & Tomás, 2012)

### 2.3.5. RÓTULAS

Las rótulas realizan una unión que permite el movimiento entre la mangueta y la caja de dirección sin holguras.

Se adaptan perfectamente a las variaciones de longitud producidas por los cambios de dirección o por las irregularidades del terreno.

Uno de sus extremos va roscado para el acoplamiento con la mangueta, y el otro tiene forma esférica que permite el movimiento de la rótula en todos los sentidos. Las rótulas vienen acopladas a una semi-bieleta de la dirección.



**Figura 9. Rótula**

**Fuente: (Águeda Casado, Martín Navarro, & Tomás, 2012)**

### 2.4. RELACIÓN DE DESMULTIPLICACIÓN

La relación de desmultiplicación de un sistema de dirección es el resultado de dividir el ángulo de giro del volante con el ángulo obtenido en la rueda, así, si en una vuelta de volante ( $360^\circ$ ) se obtiene un ángulo de orientación de  $18^\circ$ , la relación de desmultiplicación se calculará de la siguiente forma:

$$R_d = 360 : 18 = 20$$

Cuanta mayor sea la relación de desmultiplicación:

- Menor esfuerzo para orientar las ruedas, aunque el resultado final depende también de otros valores entre los que se encuentra el diámetro del volante y sobre todo el servo asistencia.
- Mayor número de vueltas del volante.
- Mayor precisión de maniobra.
- Menor rapidez de giro.

## **2.5. MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE DIRECCIÓN**

En la actualidad encontramos distintos sistemas de dirección, como la dirección asistida hidráulicamente y el sistema regulable que se impone para la nueva gama de vehículos, aunque todavía existen sistemas de dirección mecánicos con mecanismo de cremallera.

Es importante hacer un buen mantenimiento al sistema de dirección, independiente de cuál sea su tecnología, para lo cual se debe conocer, el tipo de sistema, su funcionamiento y sus necesidades específicas, con el fin de que cuando reciba un daño el arreglo sea oportuno y rápido.

Cuando el conductor maneja el automóvil, no se alcanza a imaginar que cada vez que se cambia de dirección, el vehículo desarrolla una serie de eventos que hacen funcionar el sistema correctamente. En cada cambio de trayectoria se crea un movimiento o un giro en el volante de dirección. Hay terrenos y obstáculos donde el vehículo debe corregir para no cambiar tan bruscamente de dirección. El peso del automóvil, su movimiento y el buen agarre que tengan los neumáticos al terreno, son factores de gran ayuda para el sistema de dirección. Cuando se gire el volante de dirección se deben mover los engranajes, varillas y todos los elementos que componen este sistema, lo cual hace enviar una respuesta a las ruedas delanteras para que reaccionen al giro o al movimiento del volante.

Con cada mando, sea simple o directo que haga el conductor por medio del volante, cambian de dirección las ruedas delanteras del vehículo; se necesita una gran fuerza para hacer cambiar de dirección. Por eso los modelos de tracción delantera ofrecen unos diseños de dirección de piñón-cremallera que son activados y asistidos por medio de un mecanismo motriz.

La fuerza necesaria para hacer los cambios de dirección viene de una bomba, encargada de recibir la información del motor, y con un fluido a presión desde dentro de la caja de dirección. Hay unos sellos alrededor de la cremallera, dentro de la caja, los cuales crean una cámara que separa los dos lados de la caja. Estas cámaras están conectadas a una bomba que a su vez tiene una serie de conductos encargados de llevar el impulso del volante a las llantas delanteras.

Cuando se da un giro al volante de dirección del automóvil, la válvula del carrete se encarga de dirigir el fluido a una cámara en donde la caja de dirección hace mover la cremallera y ayuda al cambio de dirección. La válvula de carrete se encarga de recibir la fuerza aplicada al volante que también es mayor a la presión hidráulica enviada a la cremallera.

A medida que se cierra la válvula de carrete se disminuye el esfuerzo de la dirección. Esta válvula se va cerrando de tal forma que ayuda a mantener una presión adecuada. Existe una barra de torsión pequeña en la válvula que ayuda a determinar la cantidad de esfuerzo que se requiere. En algunos vehículos hay sistemas que ayudan a controlar la cantidad de presión y por lo tanto el nivel de esfuerzo para hacer mover la dirección, basándose en la rapidez del vehículo.

De esta manera el volante se vuelve más ligero en las maniobras de estacionarse, mientras ofrece una buena sensación de respuesta cuando se maneja el auto a alta velocidad.

Para mantener y corregir la alineación de las ruedas y el nivel del fluido hidráulico que es uno de los más básicos de este tipo de dirección, es muy importante el engrase de la caja del sistema mecánico de dirección, porque ayuda a disminuir el desgaste de las piezas. La densidad de la grasa o del fluido hidráulico es parte fundamental en el buen funcionamiento de sistema de dirección.

## **2.6. COTAS DE REGLAJE DE DIRECCIÓN**

Para un buen funcionamiento, es necesario que todos los elementos que intervienen en el funcionamiento cumplan las condiciones de diseño, las cuales se denominan cotas de reglaje, o de dirección, que ayuda a que las ruedas giren según la voluntad del conductor y no alteren su orientación por irregularidades que puedan encontrar el automóvil en el terreno o debido a una fuerte frenada. Todo lo explicado anteriormente ayudara a tener un manejo del volante más suave, preciso y seguro.

El sistema de dirección debe retornar a la línea recta y mantenerse en ella al soltar el volante, después deberá realizar una curva para que vuelva a su estado inicial. Las cotas deberán determinar la geometría de dirección que se pueden explicar de la siguiente forma:

- Ángulo de salida.
- Ángulo de caída.
- Ángulo de avance.
- Cotas conjugadas.
- Convergencia de las ruedas.

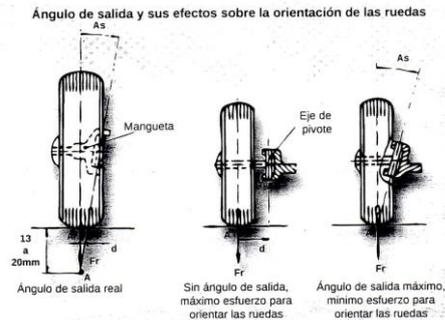
### ***Ángulo de salida***

Se le denomina ángulo de salida (AS) a la forma que hacen dos líneas en el eje de pivote, sobre el cual debe girar para orientar las llantas del automóvil, con esta prolongación vertical que pasa por el centro de apoyo

de la rueda y el vértice coincide con A. Este tipo de ángulo debe estar en el rango de  $5^\circ$  y  $10^\circ$  siendo en la mayoría de vehículos de  $6^\circ$  a  $7^\circ$ . Esta disposición de ángulos ayuda al pivote a moverse sobre la manguera, reduciendo el esfuerzo para su orientación de la rueda, lo cual debe depender directamente de la distancia "d". Cuánto más pequeña sea "d" menor es la fuerza que debe hacer con el volante el conductor para direccionar las ruedas. Para este tipo de esfuerzo, es cero, cuando el eje de pivote pase por el punto que denominamos "A", el centro de la superficie del contacto del neumático con el suelo. En este caso solo habrá que vencer el esfuerzo de la resistencia de la rodadura ( $F_r$ ) correspondiente al ancho del neumático, ya que el par de giro será cero. En practica "d" no puede ser cero, porque la dirección se volvería inestable.

La inclinación del eje del pivote debe ser el resultado de las fuerzas de retroceso, las cuales, después de hacer el primer paso para dar una curva, hacen volver las llantas a su estado inicial en línea recta, en sentido de marcha; lo anterior, debido a que se debe orientar las ruedas para que tomen la curva de la mejor forma. Como este debe girar sobre en pivote y debe estar levemente inclinado, la llanta tiende a hundirse en el suelo, y como no puede hacerlo, la carrocería es la que se levanta; esto hace oponer el propio peso del automóvil y en cuanto se suelte el volante de la dirección, el peso de la carrocería, que tiene a bajar, regresara la rueda a su posición inicial, en línea recta.

Además el ángulo de salida, minimiza el efecto de las irregularidades de la carretera en el ensamblaje del conjunto de dirección.

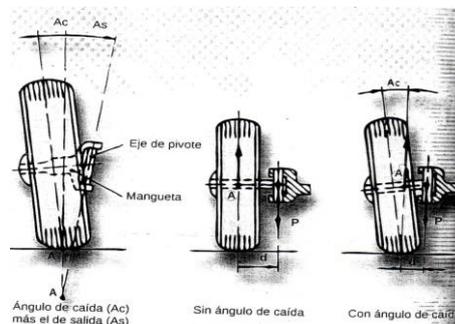


**Figura 10. Ángulo de Salida**

Fuente: (Rondón, Torres, Edwin, Eduardo, & Romero, 2012)

### **Ángulo de caída**

Se le denomina ángulo de caída “AC” a la prolongación del eje de simetría de las ruedas con el vertical que pasa por el centro de apoyo de las ruedas. Este tipo de ángulo se consigue dando al eje de la mangueta una cierta inclinación con respecto a la horizontal. Esto tiene como objetivo ayudar a desplazar el peso del vehículo que suele gravitar sobre el eje hacia el interior de la mangueta, ayudando a disminuir así el empuje lateral de los cojinetes sobre los que se apoyan las ruedas.



**Figura 11. Ángulo de caída**

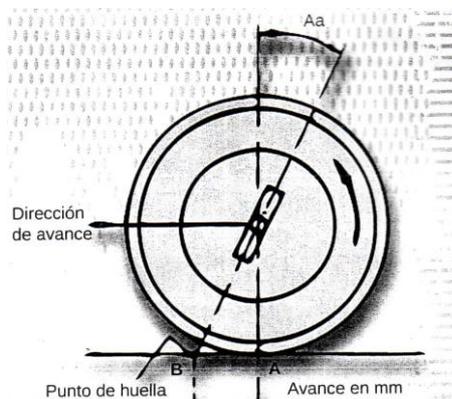
Fuente: (Rondón, Torres, Edwin, Eduardo, & Romero, 2012)

### **Ángulo de avance**

Se le denomina ángulo de avance (Aa), al ángulo que se forma por la intersección del eje del pivote con el eje vertical que debe pasar por el centro de la llanta y en sentido de avance de la misma. Cuando este tipo de empuje es realizado por el automóvil desde las llantas traseras, el eje

delantero es arrastrado hacia atrás, lo que supone una gran inestabilidad en la dirección. Este tipo de irregularidades se puede corregir dándole al pivote un cierto ángulo de avance, de forma que el eje corte la línea de desplazamiento un poco por delante del punto (A) que sirve de apoyo de la llanta. Con esto ayuda a tener una acción de remolque en la propia rueda que debe quedar fija a la dirección, haciendo que el punto A de apoyo tienda a estar siempre en línea recta y por detrás de B que es el punto de propulsión que sirve de complemento del sistema para su perfecto funcionamiento.

Cuando se da giro al sistema de dirección para tomar una curva la rueda se debe orientar sobre el punto B, el cual debe estar fijo sobre el avance: esto hace que el punto A se desplace hacia A, creándose un par de fuerzas que hacen volver la rueda a su estado inicial de línea recta. Con esta posición, al ser  $d = 0$  desaparece el par mecánico.



**Figura 12. Ángulo de Avance**

Fuente: (Rondón, Torres, Edwin, Eduardo, & Romero, 2012)

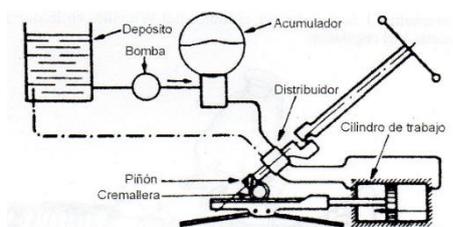
## 2.7. DIRECCIONES ASISTIDAS

Los esfuerzos necesarios para orientar las ruedas varían en función del peso que carga sobre las mismas y la geometría del tren delantero, por otra parte el empleo de neumáticos de baja presión y gran superficie de contacto con el suelo hace que la maniobra en el volante se haga pesada

Como no interesa sobrepasar los límites de desmultiplicación, porque se pierde la sensibilidad de la dirección, se recurre a los sistemas de asistencia, que proporcionan una importante ayuda al conductor en la realización de las maniobras.

Como medios de asistencia se puede emplear el vacío de la admisión, la fuerza hidráulica, el aire comprimido, la energía eléctrica, etc.

Cuando el conductor gira un poco el volante de la dirección en uno u otro sentido para iniciar un viraje, el distribuidor pone en comunicación el acumulador de presión con la cara correspondiente del pistón, al que ahora empuja la fuerza hidráulica

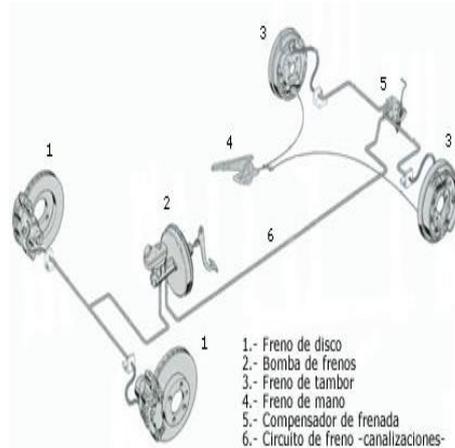


**Figura 13. Dirección Asistida**  
Fuente: (Alonso Pérez, 2011)

## 2.8. SISTEMA DE FRENOS

(Àgueda, Navarro, & Morales, 2012) El sistema de frenos es uno de los sistemas más importantes en la seguridad activa del automóvil. Debe ser eficaz, progresivo y previsible para que el conductor en todo momento pueda prever el comportamiento de su vehículo durante la frenada al mismo tiempo que pueda intuir la distancia de parada próxima.

Para detener el vehículo, el sistema de frenos convierte la energía cinética producida por su desplazamiento en calor, utilizando para ello el rozamiento de elementos mecánicos.



**Figura 14. Esquema básico de un circuito de frenos.**  
 Fuente: (mecánica, 2015)

**Debe ser capaz de cumplir los siguientes objetivos:**

Disminuir la velocidad del vehículo durante la marcha y cuando es necesario detenerlo totalmente en espacios razonablemente reducidos siempre que se actué sobre el pedal del freno. La frenada se regula progresivamente con la presión ejercida sobre el pedal, y actúa sobre las cuatro ruedas.

Mantener el vehículo parado cuando este estacionado sin riesgo de movimiento. Esta función actúa sobre dos ruedas (normalmente las traseras) y se acciona desde el habitáculo a través de una palanca, pedal o pulsador. El accionamiento de este tipo de freno suele ser mecánico y en algunas ocasiones eléctrico (freno de mano).

**2.9. PROCESO DE FRENADO**

(Rondón, Torres, Edwin, Eduardo, & Romero, 2012) En el momento en que el conductor acciona el pedal del freno para reducir la velocidad o detener el automóvil mientras se encuentra en marcha, la fuerza que se ejerce en el pedal es transmitida y multiplicada por el equipo de frenos para provocar la retención y desaceleración necesaria en las ruedas.

Desde el instante en que el pedal del freno inicia su proceso de funcionamiento en los automóviles, se da inicio al desarrollo de diferentes fases que componen el proceso; estas son:

- El conductor oprime el pedal del freno, e inicia el proceso del frenado.
- Transcurre un pequeño lapso de tiempo de respuesta desde que se presiona el pedal del freno hasta que se crea la fuerza suficiente para frenar las ruedas.
- Se presenta un incremento de la fuerza de frenado hasta alcanzar un valor de máxima eficiencia, el cual es cercano al 75% de la presión del frenado.
- Se alcanza el valor máximo de frenado.
- Se logra la detención del vehículo
- Se presenta un efecto de inercia que se produce cuando se suelta el pedal del freno.

Aunque las etapas del proceso de frenado parecen muy elementales, en realidad la dinámica de este proceso implica una elevada coordinación de un conjunto de acciones que permiten que el frenado ocurra de una forma efectiva y precisa. Para que esto se logre se debe cumplir las siguientes condiciones:

- Máxima adherencia entre neumático y terreno.
- Que no se bloqueen las ruedas y el automóvil no derrape.
- Que el equipo de frenos funcione correctamente.

De no cumplirse esta serie de condiciones, la eficiencia de frenado disminuye, aumentándose la distancia de detención, y en fuertes frenada las ruedas pueden llegar a bloquearse impidiendo el control y direccionamiento del vehículo.

## **2.10. DINÁMICA DEL FRENADO**

El frenado de un automóvil es una consecuencia de la acción de la fuerza de rozamiento desarrollada por los frenos, que unidas a la resistencia a la rodadura, resistencia opuesta por el aire y la acción de frenado del motor, reducen la velocidad del vehículo.

En la acción del frenado, el vehículo es retenido en su movimiento por unas fuerzas horizontales  $F_1$  y  $F_2$  aplicadas a las ruedas. La velocidad del mismo decrece en cada unidad de tiempo una cantidad constante que se denomina deceleración ( $a$ ), medidas en  $m/s^2$ .

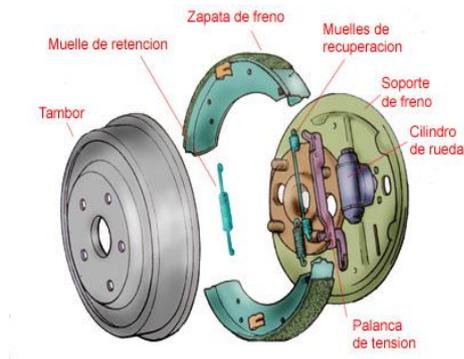
Deceleración ( $a$ )= Variación de velocidad / Tiempo

## **2.11. FRENOS DE TAMBOR**

Los frenos de tambor (conocidos en algunas partes como frenos de banda), poseen dos zapatas semicirculares para presionar la superficie interna de un tambor metálico que gira contra la rueda. Las zapatas están montadas en un plato de anclaje (placa de respaldo), que se encuentra sujeto al eje trasero o en la suspensión para que no gire.

Cuando el conductor pisa el pedal del freno, la presión hidráulica aumenta en el cilindro maestro y pasa a cada cilindro de rueda, los cuales empujan un extremo de cada zapata contra el tambor. En el ancla, generalmente hay un ajustador de freno.

Cuando las balatas que se encuentran unidas a las zapatas se desgastan, es necesario acercar más las zapatas al tambor con un ajustador de rosca para mantener la máxima fuerza de frenado.



**Figura 15. Freno de tambor.**

Fuente: (Automoviles, 2015)

### 2.11.1. TIPOS DE FRENOS DE TAMBOR

Según el posicionamiento de las zapatas y el número y posicionamiento de los actuadores hidráulicos, los frenos de tambor se pueden clasificar en diferentes tipos:

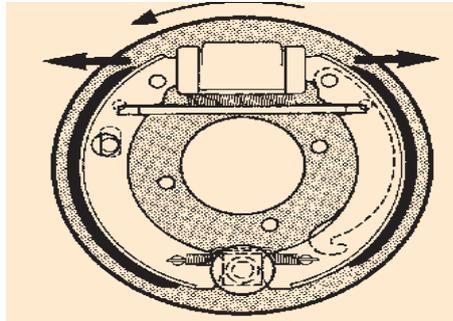
- Frenos de tambor Simplex.
- Frenos de tambor Duplex.
- Frenos de tambor Twinplex.
- Frenos de tambor Duo-Servo.

#### ***Frenos de Tambor Simplex***

El sistema Simplex es el más utilizado en los vehículos turismo, se caracteriza porque las zapatas disponen de un punto de apoyo fijo sobre el que pivotan al ser accionadas. El sistema va provisto de un bombín de freno de doble pistón.

Por cuestión constructiva, el sistema dispone de una zapata principal y otra secundaria. Cuando se acciona el pedal de freno, en la zapata principal, el giro del tambor provoca su enclavamiento aumentando la presión de frenada mientras que en la zapata secundaria, el giro del tambor provoca

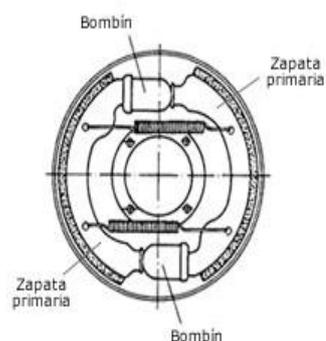
su rechazo obteniendo como consecuencia una menor presión de frenada. Ello lleva consigo que la presión de contacto es distinta en ambas zapatas.



**Figura 16. Frenos de Tambor Simple**  
Fuente: (Docstoc, 2015)

### ***Frenos de Tambor Duplex***

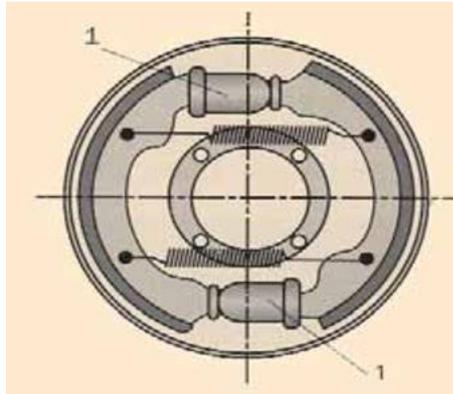
(Águeda Casado, Martín Navarro, & Tomás, 2012) Consiste básicamente en dotar a cada zapata de un actuador hidráulico situado de tal forma que cada una de las zapatas al abrirse provoque su enclavamiento en el tambor. Con ello se consigue que ambas zapatas sean principales por lo que resulta un freno más efectivo al repartirse las presiones por igual en ambos lados del tambor. La parte trasera de cada actuador hidráulico sirve como punto de apoyo para la otra zapata.



**Figura 17. Frenos de Tambor Dúplex**  
Fuente: (Docstoc, 2015)

### ***Frenos de Tambor Twinplex***

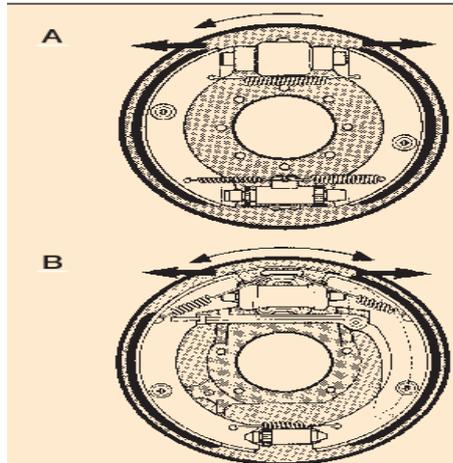
Es un sistema parecido al anterior excepto que los puntos de apoyo de las zapatas van montados en posición flotante. Con los frenos de tambor Twinplex se obtiene un reparto uniforme de la presión en toda la superficie de contacto.



**Figura 18. Frenos de Tambor Twinplex**  
Fuente: (Docstoc, 2015)

### ***Frenos de Tambor Servo y Duo-Servo***

En el sistema Duo-Servo el punto de apoyo de las zapatas consiste en un sistema de biela desacoplamiento, con ello se consigue que las dos zapatas sean principales. Al accionar las zapatas de freno, pivotan sobre su apoyo y a la vez empujan, mediante la biela de acoplamiento, a la otra zapata consiguiendo un reparto uniforme de la presión en toda la superficie de contacto.



**Figura 19. Frenos de Tambor Servo y Duo-Servo**  
Fuente: (Docstoc, 2015)

## 2.12. FATIGA DE LOS FRENOS (FADDING)

El trabajo de los frenos genera calor en la zona de fricción de las pastillas sobre los discos y zapatas sobre los tambores, más en función del peso y uso intensivo. En caso de que la temperatura suba demasiado se puede llegar a hacer fading, fatiga de freno. Dos pueden ser los resultados dependiendo de qué elemento del sistema acuse ante el incremento de temperatura. Por el reparto dinámico de peso serán las ruedas delanteras las que reciban más fuerza de frenada y en consecuencia sus frenos los que acusen ante la fatiga o fading.

## 2.13. CRISTALIZACIÓN DE LAS PASTILLAS

Las pastillas son los elementos que por rozamiento sobre los discos hacen la función frenante. Si por exceso de temperatura se cristaliza su superficie de fricción se comportan como un cristal, reduciendo drásticamente el rozamiento y en consecuencia la capacidad de frenar el coche. La sensación percibida por el conductor es un pedal muy duro, y el coche no frena. Esta situación se refleja en la imagen y se va produciendo gradualmente. Se nota el pedal progresivamente más duro y menos eficacia de frenada. Si se ha producido esta fatiga de frenos puede ser necesario tener que lijar la superficie cristalizada de las pastillas para

recuperar la calidad de frenada original. Si se continuara usando los frenos intensivamente con las pastillas cristalizadas se pueden llegar a deformar estas y alabear los discos de forma irreversible.

#### **2.14. EBULLICIÓN DEL LÍQUIDO**

El líquido de freno está en contacto con el aire ambiente y su humedad, pues la tapa del depósito tiene un orificio de puesta en atmosfera para permitir la entrada de aire necesaria para que el líquido descienda al irse desgastando las pastillas.

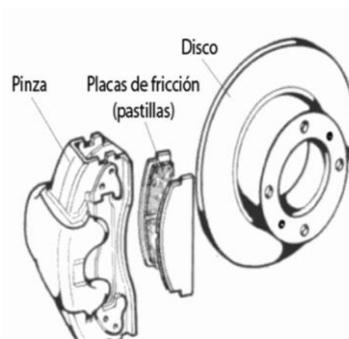
Por esta razón t los elevado picos térmicos a los que llega el líquido, sobretodo en la zona próxima a la fricción, es necesario sustituirlo periódicamente. Una de las características más trascendentales del líquido de freno es su temperatura de ebullición. Si el líquido está saturado de humedad, por mucho recorrido y/o tiempo sin sustituir, su temperatura de ebullición disminuye mucho pudiendo llegar a hervir antes de que las pastillas lleguen a su temperatura de cristalización fadding.

En esta condición es el líquido de frenos el que acusa ante el aumento de temperatura, llega a su punto de ebullición en las proximidades de las pastillas, produciendo burbujas de vapor. Como el gas es comprimible el pedal del freno baja sin lograr retención. Para conseguir frenar se hace necesario (bombear), accionar sucesivamente el pedal del freno para comprar el gas, actuación poco intuitiva en un conductor no experimentado que se ve ante esta situación.

#### **2.15. FRENOS DE DISCO**

(Alonso Pérez, 2011) La mayor parte de los vehículos actuales están dotados de frenos de disco, al menos en las ruedas delanteras, ya que con ellos se obtiene una mayor fuerza de frenado. Sabido es que los frenos de

tambor presenta el problema del “fading”, cuando el calor generado en frenadas sucesivas no es evacuado con la suficiente rapidez, lo que no ocurre en los de disco que están mucho mejor ventilados y, en todo caso, la dilatación del disco con el aumento de temperatura lo acerca a las plaquetas, al contrario de lo que ocurre en los de tambor con éste y las zapatas.



**Figura 20. Frenos de Disco**  
Fuente: (Motor, 2015)

### **2.15.1. LOS FRENOS DE SISTEMA RÍGIDO**

Encada una de las dos mitades de la carcasa de un disco de pinzas fija se encuentra un émbolo o pistón al cual se aplica presión hidráulica al frenar. Los émbolos presionan, por ambos lados, las pastillas del freno contra el disco. Al soltar el freno, los émbolos se retraen en determinada medida (aprox. 0,2 mm.) por las juntas de embolo conformadas. Por tanto no es necesario el reglaje o ajuste de los frenos de disco.

### **2.15.2. LOS FRENOS DE SISTEMA FLOTANTE**

Mediante este sistema existen dos tipos:

#### ***Porta pinza flotante***

La pinza solidaria de accionamiento lleva dos pistones. Uno acciona directamente sobre una de las pastillas de freno, el otro acciona sobre la otra pastilla por medio de la porta pinza.

### ***Pinza flotante***

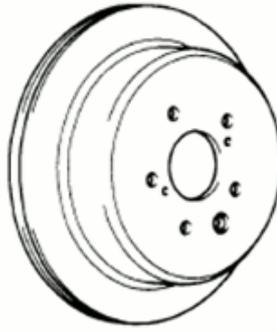
Éste es el montaje más utilizado: la presión hidráulica empuja en una primera fase la pastilla de freno contra el disco por medio del pistón. En una segunda fase, el pistón no puede avanzar más y es el estribo el que se desplaza por reacción y empuja la segunda pastilla contra el disco. Para mejorar la fuerza de frenada, ciertos vehículos incorporan estribos de doble pistón mandados por dos circuitos separados que aseguran el recorrido de las pastillas.

En caso de fallo de uno de los dos circuitos de mando, la frenada está asegurada, aunque menos eficaz. Para evitar la aparición de vapor lock por el efecto de un aumento de temperatura del líquido de frenos y de la acción del roce de las pastillas con el disco, se suelen montar pistones huecos que disipan mejor el calor y contiene una pequeña cantidad de líquido en una zona bien refrigerada, así como la incorporación de aire en sus canales.

### **2.16. DISCOS DE FRENO**

Los discos de freno están fabricados normalmente en función gris nodular de grafito laminar, que contiene entre un 92% y un 93% de hierro. Además del hierro, contiene, entre otros componentes, silicio y manganeso que garantiza una alta calidad. En ocasiones especiales se fabrican a base de carbono. Puede ser macizo o autoventilados.

Estos últimos se utilizan cuando van a estar sometidos a grandes presiones de frenada. Disponen de unas ranuras radiales a lo largo de todo su perímetro para facilitar la evacuación del calor. Los discos ventilados, a su vez, pueden estar perforados para mejorar su refrigeración y aligerar el peso. Es en su superficie exterior donde van a rozar las pastillas para producir la frenada del vehículo.

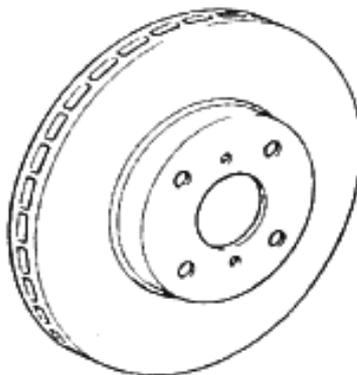


**Figura 21. Discos de Freno**

Fuente: (E-auto, 2015)

### 2.16.1. DISCOS VENTILADOS

Los discos se refrigeran durante la marcha por el aire que incide sobre sus dos superficies de fricción, lo que permite su recuperación ante síntomas incipientes de fading si se circula evitando o reduciendo el uso de los frenos. Para mejorar más la capacidad de refrigeración de los discos se deja una cámara de aire entre las dos superficies de contacto con las pastillas, es como si se acoplasen dos discos dejando un hueco entre ambos, así el aire pasa por el interior además por las superficies de contacto con las pastillas, lo que mejora sensiblemente su capacidad de reducir la temperatura en uso intensivo. Se puede, incluso, hacer unos taladros en la superficie del disco que lo atraviesan para fomentar la circulación del aire, pero se ha de aumentar el diámetro de los discos para no reducir la superficie de contacto con las pastillas.



**Figura 22. Discos Ventilados**

Fuente: (Automotriz.net, 2015)

## **2.17. JUDDER**

Es un fenómeno producido por la vibración del sistema. Es decir, las vibraciones se hacen, más o menos palpables para el conductor, dependiendo en gran medida, del conocimiento del vehículo.

El Judder puede ir acompañado por un ruido de baja frecuencia producida por las frecuencias audibles.

### **2.17.1. TIPOS DE JUDDER**

#### ***Judder Frio***

Estas vibraciones son provocadas por imperfecciones de los discos tales como defectos de mecanizado en origen, o por defectos de montaje, como las holguras excesivas, lo que significa, todas aquellas causas que provocan un aumento de la deformación de disco. Este Judder en frío se presenta a baja presión y abaja desaceleración. El paso de las pastillas por estas imperfecciones provoca la vibración al ser repetidas contra el pistón. También puede ser notado tanto en el pedal como en el volante. Si el Judder es muy acentuado se percibirá como vibraciones, ruidos o ambos. La calidad de las pastillas de freno puede reducir este problema.

#### ***Judder Caliente***

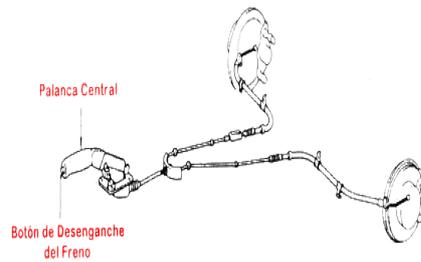
Son vibraciones que aparecen a alta temperatura durante proceso de frenado a presiones medias y velocidades altas, ya que las frenadas en estas condiciones se alarga mucho tiempo y la temperatura aumenta bastante hasta valores de 400°C y 500 °C. Esto se produce cuando la fricción entre las pastillas o disco es muy elevada en alguna de las zonas del disco. En este punto la energía que se disipa será mayor, con lo cual la temperatura será más alta aumentando rápidamente, Las vibraciones aparecen en las zonas calientes, que suelen estar distribuidos

regularmente por el área del disco. Cuando estos puntos calientes se enfrían crean manchas oscuras de distinta coloración siendo más o menos visibles. Estas manchas son el resultado de transformación de la estructura del material. Esta estructura pasa de estar compuesta por un grafito laminar a ser cementita y se caracteriza por su elevada dureza. Este cambio se ocasiona por el propio material de fricción, el cual tiene alguna zona donde su coeficiente varía, ya que puede deberse a incrustaciones de materias primas mal mezcladas, o simplemente variación de coeficiente por efecto de temperatura en las distintas zonas de la pastilla de freno.

Cuando la estructura del material del disco se transforma a cementita ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ), se consigue un frenado con menor desgaste y un aumento de las vibraciones. El rectificado de los discos de freno no soluciona este problema. Por ende el efecto Judder cliente, uno de los más estudiados, se intenta analizar con nuevas investigaciones de calidades de material de fricción que pueden ofrecer una relación de compresibilidad en caliente y conductividad térmica adecuada para eliminar este problema o evitarlo, pues va en aumento en las últimas generaciones de vehículo con masa no suspendida sino ligera. El término “ligera” se refiere, a las ruedas, suspensiones, pinzas de freno, etc. Los cuales se deben fabricar en materiales más ligeros como el aluminio que reduce el peso del conjunto y hace más fácil su funcionamiento.

## **2.18. FRENO DE ESTACIONAMIENTO**

(Águeda Casado, Martín Navarro, & Tomás, 2012) El freno de estacionamiento también denominado de mano, acciona los elementos frenantes para mantener el vehículo parado durante su estacionamiento. Aunque como freno de servicio no resulta muy eficaz, debe ser capaz de bloquear el vehículo en pendientes ascendentes o descendentes superiores al 18%. Los sistemas mecánicos y eléctricos son los sistemas de accionamiento utilizados.



**Figura 23.** Freno de Estacionamiento

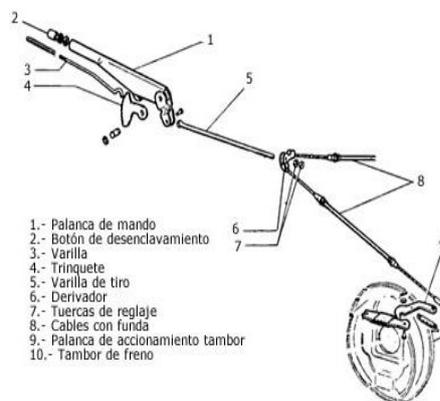
Fuente: (Automotriz.net, Freno de estacionamiento, 2015)

### 2.18.1. SISTEMA DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO

Básicamente se trata de una palanca o pedal con trinquete, dispuesta en el interior del vehículo, que al accionarlo, tensa un cable que actúa sobre las zapatas o las pastillas (normalmente traseras) empujándolas contra el tambor o disco produciendo el bloqueo.

En determinados vehículos con discos en las ruedas traseras, el interior del propio disco se mecaniza para que actúe como un (tambor) en el que rozan unas zapatas diseñadas exclusivamente para activar el freno de mano.

El sistema de accionamiento del freno de mano puede llevar un tensor manual o automático para poder regular la aproximación de los elementos frenantes a medida que se produce su desgaste. Normalmente está situado en la misma palanca del freno o en línea de cable.



- 1.- Palanca de mando
- 2.- Botón de desenganche
- 3.- Varilla
- 4.- Trinquete
- 5.- Varilla de tiro
- 6.- Derivador
- 7.- Tuercas de reglaje
- 8.- Cables con funda
- 9.- Palanca de accionamiento tambor
- 10.- Tambor de freno

**Figura 24.** Sistema de Accionamiento Mecánico

Fuente: (Mecánica, 2015)

## 2.18.2. SISTEMA DE ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO

También denominado freno de estacionamiento eléctrico o EPB (Electric Parking Brake). Utilizado por la mayoría de las marcas automovilísticas en algunos de sus modelos, ofrece varias ventajas con respecto al sistema de freno de estacionamiento convencional, entre otras, tiene la ventaja de eliminar la palanca del freno de mano o el pedal por un interruptor situado al alcance del conductor. De esta forma se consigue un mayor espacio y libertad en el diseño al no existir el citado condicionamiento.

A demás, puede llevar la función añadida de ayuda de arranque en pendientes (HCC) y eventualmente, en caso de avería de los frenos de servicio, puede colaborar en la detención del vehículo a través de sus actuadores. No precisa reglaje regular.

El sistema está formado por una unidad de control que recibe la siguiente información.

- Posición del pedal del embrague.
- Interruptor del freno de estacionamiento.
- Interruptor de la función Auto Hold.
- Datos registrados por la unidad de control del ABS al estar en comunicación con ella.

Y envía órdenes en forma de señales eléctricas a unos actuadores electromecánicos situados en las pinzas de frenos donde actúa el freno de estacionamiento (normalmente las traseras) y a las luces testigo del cuadro.



**Figura 25. Sistema de Accionamiento Eléctrico**  
Fuente: (fondo, 2015)

## **2.19. Glosario de Términos.**

### **Alabear**

Combar, curvar

### **Cota**

Número que en los mapas indica la altura de un punto sobre el nivel del mar

### **Fuelles**

Es un dispositivo mecánico cuya función es la de contener aire para expelerlo a cierta presión y en cierta dirección para diversos fines

### **Helicoidal**

Que tiene forma de hélice.

### **Incipientes**

Que se está iniciando

### **Manguetas**

Cada uno de los extremos del eje de un vehículo

### **Pivote**

Extremo de una pieza en la que se mete o se apoya otra

### **Simetría**

Armonía de posición de las partes o puntos similares unos respecto de otros y con referencia a punto línea o plano determinado

## **2.20. Interrogantes de la Investigación.**

- ¿Qué pasos seguir para la adaptación del sistema de Dirección y Frenos a un vehículo Anfibia?
- ¿Por qué utilizar un Volkswagen Escarabajo del año 1979 para las adaptaciones?
- ¿Para qué crear un vehículo anfibia para la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz?

## **CAPITULO III**

### **3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Investigación Bibliográfica.**

La investigación es muy importante en el transcurso de este proyecto, es por eso que se realizó la indagación de muchos temas, los cuales reforzaron el aprendizaje dado por la carrera de Ingeniera en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, para así ponerlos en práctica en las adaptaciones realizadas y cumplir con las expectativas. Es por eso que se puede concluir que nuestra investigación es Bibliográfica.

#### **3.2. Investigación Tecnológica.**

La tecnología es parte de la vida actual. La persona que no está cerca de la tecnología se vuelve obsoleta frente a los demás, los vehículos van en constante adelanto con la ayuda de la tecnología y los múltiples usos que se le puede dar han hecho que el campo automotriz genere una fuente infinita de tecnología, ya sea para confort de los ocupantes como también del medio ambiente.

Es por eso que los vehículos alternativos llamados así por su funcionalidad en diferentes calzadas, se han hecho muy famosos en nuestros tiempos. Su introducción no es tan fácil, las personas dificultan ese proceso. Es por eso que se puede decir que nuestra investigación es tecnológica.

### **3.3 Métodos.**

#### **3.3.1 Mediciones.**

Se realizó mediciones en el vehículo para la implementación del sistema de dirección para el agua

#### **3.3.2 Adaptaciones.**

- Adaptación del sistema de frenos de tambor delanteros por un sistema de discos, para obtener un mejor frenado al momento de salir del agua.
- Adaptación de un sistema de placas que dirigen la trayectoria basculante de la hélice para movilidad en el agua, así como también una fácil maniobrabilidad desde el volante.
- Adaptación de un sistema de conductos y polipastos para la transmisión del movimiento del volante

#### **3.3.3 Optimización.**

Optimización del sistema de frenos cambiando el conjunto de cauchos de la bomba de freno, por motivo de fugas en el sistema, así como también la reparación de las cañerías de freno para mayor ajuste.

#### **3.3.4 Método Analítico Sintético.**

Se utilizó en la parte teórica el método Analítico Sintético en toda la investigación, realizando investigación bibliográfica, luego discerniéndola para un mejor entendimiento y luego pasando a dar conceptos propios

### **3.4 Técnicas e Instrumentos.**

#### **3.4.1 Criterio de Expertos.**

Se contó con la ayuda de varios expertos en el área de Mecánica Automotriz, para obtener los mejores resultados

#### **3.4.2 Fotografía**

Se utilizó cámaras fotográficas para captar todo el proceso de adaptación de los diferentes sistemas desde su inicio hasta el final.

#### **3.4.3. Videos**

Se utilizó varias filmaciones patrocinadas por canales de televisión nacionales e internacionales para la verificación y difusión del proyecto

## CAPÍTULO IV

### 4. Propuesta: Proceso y Resultados

#### 4.1 Diagnóstico

**Tabla 1. Datos Técnicos Volkswagen Escarabajo**

<b>FABRICANTE</b>	<b>VOLKSWAGEN</b>
<b>PERIODO</b>	<b>1938-2003</b>
<b>FABRICAS</b>	HAI PHONG, VIETNAM PUEBLA DE ZARAGOZA, MÉXICO SÃO BERNARDO DO CAMPO, BRASIL WOLFSBURG, ALEMANIA HANOVER, ALEMANIA EMDEN, ALEMANIA INGOLSTADT, ALEMANIA OSNABRÜCK, ALEMANIA LAGOS, NIGERIA UITENHAGE, SUDÁFRICA BRUSELAS, BÉLGICA JAKARTA, INDONESIA, SARAJEVO, BOSNIA Y HERZEGOVINA, RFS YUGOSLAVIA MANILA, FILIPINAS MELBOURNE, AUSTRALIA NUEVA PALMIRA, URUGUAY AUCKLAND, NUEVA ZELANDA PALMA SOLA, VENEZUELA
<b>TIPO</b>	<b>AUTOMÓVIL DE BAJO COSTO</b>
<b>CARROCERÍA</b>	<b>SEDÁN DOS PUERTAS</b>
<b>CONFIGURACIÓN</b>	<b>MOTOR TRASERO/TRACCIÓN TRASERA</b>
<b>TIPO DE MOTOR</b>	TRASERO LONGITUDINAL DE 4 CILINDROS OPUESTOS (BÓXER) REFRIGERADOS POR AIRE Y CON VÁLVULAS EN CULATA. DIÁMETRO DEL PISTÓN 85.50 mm ( <i>milímetros</i> ), 3.3661 in ( <i>pulgadas</i> ), 0.2805 ft ( <i>pies</i> ) CARRERA DEL PISTÓN: 69.00 mm ( <i>milímetros</i> ), 2.7165 ( <i>pulgadas</i> ), 0.2264 ft ( <i>pies</i> )
<b>ALIMENTACIÓN</b>	<b>CARBURADOR SOLEX 28 PITC</b>
<b>SUSPENSIÓN TIPO</b>	<b>INDEPENDIENTE EN LAS CUATRO RUEDAS MEDIANTE BARRAS DE TORSIÓN Y AMORTIGUADORES DE FRICCIÓN.</b>
<b>FRENOS</b>	<b>TAMBOR EN LAS CUATRO RUEDAS</b>
<b>DIMENSIONES</b>	LARGO 4.070 MM ANCHO 1.540 MM ALTO 1.500 MM BATALLA 2.400 MM VÍA DELANTERA 1.390 MM VÍA TRASERA 1.290 MM PESO 740 KG
<b>DESMULTIPLICACION DE LA DIRECCIÓN</b>	<b>4.13:1</b>

El sistema de dirección no se encontraba en buenas condiciones de funcionamiento las rótulas estaban desgastadas y la caja de dirección tenía un juego excesivo

El sistema de frenos era deficiente para los propósitos que se lo requería, las zapatas de frenos tenían desgaste

**Tabla 2. Diagnóstico**

<b>Máquina/Equipo</b>	<b>Sistema/Parte</b>	<b>Estado</b>	<b>Medidas/características</b>
<i>Sistema de Dirección</i>	Dirección para movilidad en tierra	Bueno	Columna de dirección 70 cm Mecanismo de Dirección: 20cm x 15cm
	Dirección para movilidad en el agua	Bueno	Cables 4,20 m. Placas: 30cm.

Fuente: Autores

## 4.2 Proceso

### 4.2.1. Desmontaje del sistema

- Sacar las ruedas delanteras del vehículo.
- Señalar los puntos de alineación de las ruedas.
- Aflojar y retirar la tuerca de fijación del amortiguador de la dirección.
- Aflojar y retirar las tuercas de las rotulas de la dirección.
- Retirar las rotulas de dirección de la biela de mando.
- Aflojar y retirar los pernos y tuercas de fijación de mecanismo de dirección.
- Aflojar y retirar el pasador de la columna de dirección y el mecanismo de dirección.
- Aflojar las tuercas de fijación de la columna de dirección con la carrocería

- Retirar la columna de dirección del mecanismo de dirección, deslizando el estriado del mismo.
- Aflojar los pernos de fijación del mecanismo de dirección.
- Retirar el mecanismo de dirección.
- Sujétela a una prensa de sujeción.
- Señale el punto de ubicación del eje y del brazo, para armarlos en su posición inicial.
- Desmunte la tuerca de fijación del eje y retire el brazo, retire los cuatro pernos que sujetan la tapa.
- Gire el tornillo de ajuste en sentido horario, hasta que se pueda retirar la tapa.
- Retire el eje de la caja de dirección.
- Saque el perno de sujeción del tornillo sin fin y retire el acoplamiento flexible de la punta superior del tornillo sin fin.
- Empuje el sin fin hacia abajo.
- Retirar los elementos internos del mecanismo.



**Figura 26. Desmontaje de la Dirección.**  
Fuente: Autores

#### **4.2.2. Montaje del mecanismo de dirección**

Para armar el mecanismo de dirección, se procedió de manera contraria los pasos de desmontaje, teniendo en cuenta algunos puntos:

- Limpiar todos los elementos con su disolvente preferido y verificar si el rodillo o las bolas tienen signos de desgaste o picaduras. Si es necesario, cambie.

- Revise si el eje tiene desgaste. Si este fuera el caso, cambiarlo
- Lubrique el sistema
- Ajuste el tornillo de ajuste, al mismo tiempo haciendo girar el tornillo sin fin
- Utilice algún tipo de sellador para evitar derramamientos de lubricante
- Coloque el brazo de mando en la posición señalada



**Figura 27. Despiece de la Caja de Dirección**  
Fuente: Autores

#### **4.2.3 Modificación de la dirección para movilidad en el agua**

Se procedió a adaptar la estructura que alojara a la hélice que impulsara al vehículo anfibia en el agua. Para la realización de este proceso se procedió a reconocer los puntos de apoyo en los cuales asentar la estructura.

Se utilizó tubos de hierro negro de 1 pulgada y media para la estructura dándoles forma con una dobladora de tubos y utilizando suelda por arco eléctrico



**Figura 28. Base de la Hélice**

Fuente: (Autores)

Una vez realizada la base que alojara la hélice se realizó la adaptación de una cruceta para obtener el movimiento en varias direcciones, así como también un estriado desde la caja de cambios hasta la hélice



**Figura 29. Base trasera para la hélice**

Fuente: (Autores)

El volante fue modificado debido a que su estructura original se alojaba en la carrocería del Volkswagen Escarabajo para esto se utilizó un marco en tubo de hierro negro soldado directamente al compacto del vehículo en donde se aloja el volante y su columna de Dirección



**Figura 30. Vehículo sin Volante**  
Fuente: (Autores)



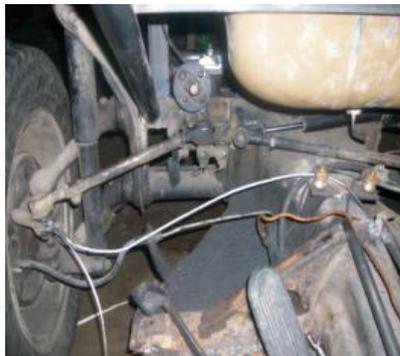
**Figura 31. Adaptación del volante**  
Fuente: (Autores)

Se procedió a la adaptación de dos tubos galvanizados divididos en dos secciones, que sirven como guías para los cables de acero, los mismos que dan la dirección de la hélice para el agua



**Figura 32. Tubos guía**  
Fuente: (Autores)

Estos se encuentran sujetos a la barra de la dirección como a la hélice por medio de grilletes; a su vez, se colocó dos roda chines delante de la primera sección de los tubos para realizar un cruce de cables, logrando el giro correcto en el agua con el volante de la dirección; a su vez, también se colocaron dos templadores en la mitad de las secciones, para realizar el acople de los cables a la segunda sección del cableado, para el buen funcionamiento de la dirección, al momento de utilizar el vehículo en el agua.



**Figura 33. Cables de Dirección**

Fuente: Autores

#### 4.2.4. Medición del Sistema de Dirección.

**Tabla 3. Medición del sistema de dirección**

<i>Descripción</i>	<b>Espesor</b>	<b>Medidas</b>
<i>2 Tubos galvanizados primera sección</i>	5/8 x 1,5 mm	30 cm c/u
<i>2 Tubos galvanizados segunda sección</i>	5/8 x 1,5 mm	2,50 m
<i>2 Cables de acero primera sección</i>	3,5 mm	1,20 m
<i>2 Cables de acero segunda sección</i>	3,5 mm	3 m
<i>2 Bisagras</i>		10 cm largo
<i>Platinas de acero</i>	4mm	30 cm largo
<i>2 roda chines</i>		2 cm diámetro
<i>4 Grilletes</i>		2 cm
<i>Tubo negro</i>	2 " x 3 mm	
<i>Angulo</i>	1 ½ " x 3 mm	

Fuente: Autores

#### 4.2.5. Medición del Sistema de Frenos.

Tabla 4. Medición sistema de frenos

<b>Antes</b>	<b>Después</b>
<i>Tambores delanteros 9 plg (22,86 cm) diámetro</i>	Discos de 28 cm de diámetro <b>Espesor del disco:</b> 0,373 plg $\pm$ 0,001 plg (0,94742 cm $\pm$ 0,00254 cm)
<i>Anchura del forro trasero 1,18plg (2,997 cm)</i>	Anchura del forro trasero 1,18plg (2,997 cm)
<i>Espesor del forro trasero 0,149 plg a 0,157 plg ( 0,379 cm a 0,395 cm)</i>	Espesor del forro trasero 0,149 plg a 0,157 plg ( 0,379 cm a 0,395 cm)

Fuente: Autores

#### 4.2.6. Sistema por Frenos de Tambor



Figura 34. Partes Internas del Tambor

Fuente: Autores

El sistema de frenos de tambor es el más utilizado por los vehículos Volkswagen escarabajo versión mexicana ya que con este sistema de frenos inicio este vehículo.

Los frenos de tambor se encuentran en las cuatro ruedas dando así la llamada frenada para obtener este resultado se debe aplicar una fuerza de empuje a las zapatas principalmente por medio de un pedal de freno.

La finalidad es la de minorar o detener completamente el vehículo para ello se requiere que la energía cinética disminuya transformándola en calor por medio del rozamiento.

En la parte interna del tambor se encuentra zapatas semicirculares que están sometidas a un determinado roce con la parte interna del tambor que está en movimiento logrando frenar en una forma arbitraria o completa al vehículo según lo requiera el conductor.

En el plato de sujeción del tambor se encuentran ubicadas las balatas ya que este no tiene giro por estar unido al eje trasero y la suspensión rígida. Por medio del líquido disipado a los cuatro tambores se obteniendo el frenado siempre y cuando las balatas estén presionadas contra la parte interna de dicho tambor.

El calentamiento excesivo de las zapatas disminuye la adherencia contra el tambor y a su vez se dilata provocando un espacio entre zapata y tambor a esto se le llama “fading” por perder el frenado de manera temporal hasta que estas logren enfriarse este fenómeno también se produce por ocupar líquido de freno de mala calidad que tiende a vaporizarse por los bombines.

### ***Funcionamiento del Sistema por Freno de Tambor***



**Figura 35. Freno de tambor**  
Fuente: (Autores)

El funcionamiento es el principio de Pascal en donde nos dice que utilizando un líquido o fluido no compresible, ejerciendo una fuerza pequeña en un lado en el otro obtendremos una fuerza mayor a la ejercida, es por eso que los frenos hidráulicos utilizan un fluido llamado líquido de frenos, para luego transportarlo por las cañerías presionado por el pedal y el pistón de la bomba con esto se logra la frenada requerida.

### ***Componentes del Sistema por Frenos de Tambor***

- Pedal.
- Bomba Principal.
- Cañerías.
- Líquido de frenos.
- Tambores.
- Cilindro de rueda.
- Zapatas.
- Tornillo y tuerca de ajuste.
- Resortes de retroceso.
- Reten de zapatas.
- Plato de sujeción del tambor.
- Balatas.
- Puntal de freno de mano (ruedas traseras).

### ***Desmontaje de Zapatas***

Para realizar el desmontaje de las zapatas se debe en bancar el vehículo de una manera segura para esto se requiere utilizar una gata hidráulica, seguimos con aflojar las tuercas de la rueda con la ayuda de una llave de ruedas una vez sacado lo antes mencionado, se procede a sacar el pasador si lo tiene y la tuerca que sujeta el tambor conjuntamente con lo antes mencionado, con la ayuda de una pinza se retira los resortes de retroceso con mucho cuidado ya que estos pueden saltar a los ojos, luego se retira

los retenes de zapata empujando los platillos para que estos permitan comprimir el resorte y a la vez girar el clavo de sujeción una se desprende la balata en la cual está pegada la zapata logrando desacoplar los componentes faltantes.

### ***Montaje de Zapatas***

Se debe tomar en cuenta que se debe limpiar el plato de sujeción de balata como también el tambor, luego se procede en forma inversa del desmontaje tomando en cuenta que se debe reemplazar las partes en mal estado, continuamos con dar el giro al tambor para verificar si hay fricción leve con las zapatas si no existe fricción se debe regular por medio del tornillo y tuerca de ajuste si existe una fricción excesiva se debe disminuir la regulación para que así el tambor tenga un giro aceptable.

### ***Cambio del Sistema de Frenos Delantero***

Luego de transitar y desarrollar pruebas en el vehículo anfíbio se llegó a la conclusión de que el freno de tambor no satisfacía la necesidad de frenado es por eso que se determina sustituir el sistema de frenos delanteros de tambor por un sistema de frenos de disco para así lograr mejores resultados.

Buscando la mejor alternativa para dicho cambio se encontró este sistema el cual pertenecía a un Volkswagen escarabajo brasileño. El sistema no se encontraba en las mejores condiciones por lo que fue necesario realizar un mantenimiento antes de la adaptación, el cual se detalla a continuación.

- Limpieza del sistema
- Cambio de pastillas de freno
- Engrasada de rulimanes de la manzana
- Cambio de pernos de sujeción de la mordaza

- Reemplazo de sangradores

### ***Adaptación del Sistema de Frenos de Disco***

Para dicha adaptación se debe poseer la herramienta necesaria continuamos a embancar el vehículo en una superficie plana con una gata hidráulica, luego se afloja las tuercas de sujeción de la llanta con el tambor con la ayuda de una llave de ruedas, después se debe sacar las tuercas de sujeción de las rotulas de los brazos suspensión y se procede a retirar el sistema de frenos de tambor una vez realizado esto se coloca el sistema de frenos de disco en forma contraria ya que este sistema posee características similares para la adaptación.

El cambio del sistema de frenos delantero de tambor se lo reemplazo por un sistema de frenos de disco para tener mejor ventilación y logara que no se acumule agua para tener freno luego de salir del agua.

### ***Partes del Freno de Disco***

- Pinza ( mordaza o caliper)
- Disco
- Pastilla de freno
- Cubierta de pistón
- Cubre polvo
- Pasador de deslizamiento de la pinza
- Ranura de ventilación
- Válvula de purga
- Cañería de freno

### ***Desmontaje de Pastillas de Freno***

Para realizar el desmontaje de las pastillas de freno se debe en bancar el vehículo de una manera segura para esto se requiere utilizar una gata hidráulica, seguimos con aflojar las tuercas de la rueda con la ayuda de una llave de ruedas una vez sacado lo antes mencionado, se procede a aflojar el perno de sujeción de la mordaza una vez realizado esto se levanta para sacar el pasador de deslizamiento de la pinza logrando así el desmontaje

de las pastillas de freno, luego se contrae el pisto con ayuda de una prensa para pistones de freno para poder colocar las nuevas pastillas.

### ***Montaje de Pastillas de Freno***

Se debe tomar en cuenta que se debe limpiar el disco de freno para esto se lija las partes donde rosan las pastillas de freno luego se lava con spray de freno para quitar el polvo que se genera al lijar lo antes mencionado, se procede en forma inversa del desmontaje tomando en cuenta que se debe remplazar las partes en mal estado, a continuación bombeamos el freno para que el pistón del disco de freno llegue a su posición normal para tener un frenado correcto.

### ***Sistema de Freno de Mano***

El sistema de freno de mano del vehículo anfibia es hidráulico ya que se lo modifico debido a cambios de distancia entre lo mencionado y los frenos de tambor.

Se procedió a crear un cubo de 20cm de largo por 8cm de ancho, se realizar un rectángulo en la parte superior para que entre la palanca central, seguido de cuatro orificios utilizando un taladro y broca de un cuarto para acoplar las dos partes mencionadas con pernos y su respectiva tuerca, luego en la parte delantera del cubo se realiza un orificio por el que se logre introducir el vástago de la bomba de freno acoplándolo a la vez con la palanca central sujetado con perno y tuerca de un cuarto, después se realiza dos orificios con lo antes mencionado para acoplar la bomba al cubo de igual manera, una vez realizado esto se procede a soldar el cubo al chasis con electrodo 6011, también se coloca la cañería que sale de la bomba hasta la válvula dosificadora logrando completar el sistema de freno de mano.

## ***Componentes del Sistema de Freno de Mano***

- Bomba de freno
- Palanca central
- Botón de desenganche
- Válvula dosificadora
- Cañería de freno
- Líquido de freno

## ***Definición de los Componente Freno de Mano***

- **Bomba de freno**

Se encarga de dar la presión necesaria al líquido de freno, enviándolo por las cañerías hasta los pistones de freno de tambor para lograr el frenado, también realiza el proceso en forma contraria.

- **Palanca central**

Se encarga de presionar el vástago de bomba de freno a la vez realiza el enganche en los dientes del sistema para lograr el frenado.

- **Botón de desenganche**

Libera la palanca central del sistema dentado para que el vehículo no este frenado.

### **Válvula dosificadora**

Reparte el líquido de freno por las dos cañerías de manera equilibrada a los frenos de tambor.

- **Cañería de freno**

Permite circular líquido de freno desde de la bomba de freno hasta el sistema de frenos de tambor.

- **Líquido de freno**

Transmite la presión de frenada por medio de la bomba de freno hasta el sistema de freno de tambor.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones.

- La necesidad de dirigir la trayectoria del vehículo en el agua hizo posible la adaptación de una brida, para que la hélice sea la encargada de realizar el cambio de recorrido, utilizando como guía dos platinas sujetadas a la estructura del vehículo, interponiéndose entre ellas dos bisagras. En estas platinas se realizó un canal, el cual permite que la hélice se guíe por medio de ejes que están soldados a una cajuela que alberga un rulimán, que se encuentra ubicada en el eje trasero de la brida, las cuales permiten el movimiento horizontal de la hélice de un sistema de cables de acero, conducidos por el interior de dos tubos guiados desde la parte delantera hasta la parte trasera del vehículo, donde se encuentra la hélice, y así permitiendo dar el giro necesario para controlar la trayectoria del vehículo anfibio en el agua.
- En el sistema de frenos se determinó que no cumplía con las necesidades de frenado requeridas para el vehículo después de salir del agua, por tal motivo, se determinó cambiar el sistema de frenos de tambor delanteros por uno de disco, que permite tener mejor frenado, ya que no acumula agua en el sistema.
- La posición del volante no era la requerida para el conductor es por eso que se modificó los soportes de la columna de la dirección.

## 5.2 Recomendaciones.

- Es recomendable realizar un mantenimiento frecuente a los cables de la dirección de la hélice del vehículo, para evitar descilamientos o mal funcionamiento del sistema.
- Se recomienda realizar un mantenimiento del sistema de frenos luego de salir del agua, para evitar la oxidación de las partes como también engrasar los rulimanes.
- Las rotulas de la dirección están expuestas al agua es recomendable realizar una revisión periódica de las mismas para verificar su buen funcionamiento
- Los neumáticos conservan la altura del vehículo es recomendable mantener la altura del neumático para evitar golpes en la fibra de vidrio
- Se recomienda cambiar el sistema de dirección de la hélice por un sistema independiente dirigido por timón.
- El sistema de frenos por tambor al contacto con el agua se vuelve obsoleto se recomienda cambiar el sistema de tambor trasero por discos

## BIBLIOGRAFÍA

- Águeda Casado, E., Martín Navarro, J., & Tomás, G. M. (2012). *SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE FUERZAS Y TRENES DE RODAJE*. Madrid, España: Paraninfo 629.254/.A38/Sis,.
- Águeda, E., Navarro, J. M., & Morales, T. (2012). *Sistema de transmisión de fuerzas y trenes de rodaje* (Paraninfo ed.). España: Paraninfo.
- Alonso Pérez, J. M. (2011). *TÉCNICAS DEL AUTOMÓVIL: CHASIS* . Madrid, España : Paraninfo .
- Alonso, J. (2011). *Tecnología del automóvil. chasis* (Paraninfo, SA ed.). Madrid: María José López Raso.
- Arturo, C. C., & Fernando, M. I. (2013). *DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE SUSPENSIÓN, DIRECCIÓN Y FRENOS DEL VEHÍCULO DE COMPETENCIA FÓRMULA SAE 2012*” . Latacunga.
- Automotriz.net. (11 de Enero de 2015). *Discos ventilados* . Obtenido de <http://www.automotriz.net/tecnica/images/conocimientos-basicos/53/06.gif>
- Automotriz.net. (11 de Enero de 2015). *Freno de estacionamiento*. Obtenido de <http://www.automotriz.net/images/tecnica/conocimientos-basicos/56/1.GIF>
- Automoviles. (10 de Enero de 2015). *Freno de tambor* . Obtenido de <https://automobileneeds.files.wordpress.com/2013/04/frenotambor.jpg>
- Docstoc. (10 de Enero de 2015). *Freno de tambor simplex*. Obtenido de <http://img.docstoccdn.com/thumb/orig/20866226.png>
- E-auto. (11 de Enero de 2015). *Discos de freno* . Obtenido de [http://e-auto.com.mx/ew/images/boletines/frenos/frenos-de-disco\\_03\\_rotor.gif](http://e-auto.com.mx/ew/images/boletines/frenos/frenos-de-disco_03_rotor.gif)

- fondo, M. a. (11 de Enero de 2015). *Sistema de accionamiento eléctrico*.  
Obtenido de <http://www.motorafondo.net/wp-content/2013/08/land-rover-discovery-4-freno-de-estacionamiento-electronico.jpg>
- Gil Martínez, H. 6. (2012). *MANUAL PRACTICO DEL AUTOMOVIL*. Madrid, España : CULTURAL, S.A.
- Hermógenes, G. (s.f.). *Manual Práctico del Automóvil*. Madrid.
- Mecánica, A. a. (11 de Enero de 2015). *Sistema de accionamiento mecánico*. Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.net/images-frenos/freno-de-mano.jpg>
- mecánica, A. p. (10 de Enero de 2015). *Frenos*. Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.net/images-frenos/frenos-esquema-basico.jpg>
- Motor, D. (10 de Enero de 2015). *Frenos de disco*. Obtenido de <http://www.diablmotor.com/wp-content/uploads/2010/06/esquema-frenos-disco.jpg>
- Orodio, M. (2010). *Tecnología del automóvil*. Madrid, España: Paraninfo.
- Orovio Astudillo, M. 6. (2010). *Tecnología del Automovil*. Madrid, España: Paraninfo .
- Potn. (05 de 01 de 2015). *El volante*. Obtenido de <http://www.potn.com>
- Riscal. (15 de 01 de 2014). *Dirección* . Obtenido de <http://servicioriscal.es/direccion.php>
- Rondón, N. (s.f.). *Miller Manual de Reparacion de Automóviles*. Barcelona, España: Grafos S.A.
- Rondón, N., Torres, O., Edwin, N., Eduardo, M., & Romero, J. 6. (2012). *MILLER MANUAL DE REPARACIÓN DEL AUTOMOVIL*. Barcelona, España: Grafos S.A. Arte sobre papel.
- Rueda Santander, J. 6. (2010). *Técnico en Mecánica & Electrónica Automotriz Tomo 2*. Colombia: D´vinni S.A.

## ANEXOS

### Anexo 1. Plan de mantenimiento sistema de dirección

<b><i>Irregularidad</i></b>	<b><i>Causa</i></b>	<b><i>Procedimiento</i></b>
<i>Dirección floja</i>	Caja de dirección floja Desgaste del tornillo sin fin Terminales con desgaste Caucho de acople de la columna de dirección desgastado	Regular la caja de dirección Reemplazar Reemplazar Reemplazar
<i>Dirección dura</i>	Baja presión en los neumáticos  Neumáticos sin alinear Caja de dirección muy apretada Caja de dirección sin lubricación Amortiguador de la dirección en malas condiciones	Poner aire en los neumáticos manteniendo la presión requerida  Alinear el vehículo Revisar la regulación de la caja de dirección Colocar lubricante  Reemplazar
<i>Dirección ruidosa</i>	Caja de dirección sin lubricación Rotulas en mal estado Bases de la caja redirección flojas	Colocar lubricante  Reemplazar Reajustar
<i>Dirección baila</i>	Baja presión de los neumáticos Neumáticos sin alinear	Poner aire a los neumáticos manteniendo la presión requerida

*Dirección de la hélice*

Desgaste del tornillo sin fin	Reemplazar
Desgaste de neumáticos desigual	Alinear el vehículo
Desgaste de rotulas	Reemplazar
Desgaste de Cables	Reemplazar
Juego excesivo en la dirección de la hélice	Reajustar los cables

Fuente: AUTORES

## Anexo 2. Plan de mantenimiento del sistema de frenos

<b>COMPONENTES</b>	<b>PARTES</b>	<b>ACTIVIDAD Y TIEMPO</b>	<b>MANTENIMIENTO</b>
<b>Componentes del sistema de freno</b>	Pedal	Revisión altura cada 3.000 Km	Verificar que el pedal no esté bajo por motivo de falta de líquido o desgaste de pastillas y balatas
	Bomba principal	Revisión de presión cada 3.000 Km	Verificar que no tenga fugas, si las tiene cambiar
	Cañerías de cobre	Revisión de fuga cada 3.000 Km	Verificar que no estén mojadas en todas las sección, si lo está alguna sección cambiar
	Líquido de freno	Revisión de nivel cada 3.000 Km	Observar que en el recipiente de líquido de freno se encuentre en el nivel correcto
	Tambor	Limpieza cada 3.000 Km	Lijar la parte de fricción, utilizar espray de freno para lavar
	Cilindro de rueda	Revisión cada 3.000 Km y limpieza cada 15.000 Km	Verificar que no exista fugas, cambiar los retenes si existe

**Componentes  
del sistema de  
freno de tambor**

Tornillo y tuerca de ajuste	Revisión cada 3.000 Km	Verificar si las rosca está en buen estado, si no la esta cambiar
Zapatas	Revisión 3.000 Km	Verificar que no esté ajustada, tenga un buen movimiento
Resortes de retroceso	Revisión cada 3.000 Km	Verificar que no tenga deformación, si lo tiene sustituir
Balatas	Revisión cada 3.000 Km y cambio cada 15.000Km	Lijarlas para que no sufran cristalización
Plato de sujeción del tambor	Limpieza cada 3.000Km	Con una brocha y espray de freno lavar
Disco	Revisión y limpieza cada 3.000 Km	Analizar que no tenga ruptura, lijar la parte de fricción y utilizar espray de freno para lavar

**Componentes  
del sistema de  
freno de disco**

Mordaza	Revisión y limpieza cada 3.000 Km	Verificar que no tenga juego, ajustar los pernos de sujeción y utilizar espray de freno para lavar
Pastillas	Revisión cada 3.000 Km y cambio cada 15.000 Km	Lijarlas para que no sufran cristalización
Cubierta de pistón	Limpieza cada 15.000 Km	Lavar con una brocha y gasolina
Cubre polvo	Cambio cada 20.000 Km	Sustituir por uno nuevo
Pasador de deslizamiento de la mordaza	Limpieza cada 10.000 Km	Lavar los residuos secos de grasa a la vez terminado colocar grasa nueva
Válvula de purga	Revisión cada 3.000Km	Verificar que no esté tapada
Bomba de freno	Revisión cada 6.000Km	Verificar que no tenga fugas, si las tiene cambiar
Palanca central	Revisión cada 20.000Km	Verificar los dientes de engranaje que no estén desgastados
Válvula dosificadora	Revisión cada 3.000Km y cambio cada 20.000Km	Verificar que la repartición de líquido sea correcta, si no la tiene cambiar

**Sistema de  
freno de mano**

### Anexo 3. Referencia fotográfica



Desmontaje de piezas  
Fuente: (Autores)



Base de sujeción trasera  
Fuente: (Autores)



Alargamiento de placas de muelle  
Fuente: (Autores)



Base trasera  
Fuente: (Autores)



Adaptación Placas de Muelle  
Fuente: (Autores)



Adaptación Placas de Muelle  
Fuente: (Autores)



Base Amortiguadores  
Fuente: (Autores)



Tren Delantero  
Fuente: (Autores)



Adaptación de poleas y cables  
Fuente: (Autores)



Soporte de Columna de Direccion  
Fuente: (Autores)



Columna de Dirección  
Fuente: (Autores)



Tubos Guía para cable de Dirección  
Fuente: (Autores)



Socialización  
Fuente: (Autores)



Socialización  
Fuente: (Autores)



Socialización con Autoridades de la FECYT  
Fuente: (Autores)



Socialización con Autoridades de la FECYT  
Fuente: (Autores)

#### **Anexo 4. Cobertura de medios de comunicación, nacionales e internacionales**

- **CANAL DE TELEVISIÓN INTERNACIONAL CNN:**

<https://www.youtube.com/watch?v=RjhR3JRuCol&feature=share>

<http://mexico.cnn.com/videos/2014/08/20/un-escarabajo-acuatico-para-manejar>

Publicado el 11 de Septiembre del 2014

#### **Reportaje realizado a los estudiantes creadores del Auto Anfibio de la UTN**

Cadena Internacional CNN

Corresponsal: Andrés López

Las Autoridades de la Universidad Técnica del Norte se encuentran complacidas del trabajo cumplido por los estudiantes de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología FECYT, respecto al "AUTO ANFIBIO"; lo que demuestra el talento, creatividad y emprendimiento que se genera por parte de los estudiantes universitarios.



Entrevista Canal CNN  
Fuente: (Canal CNN)

- **CANAL DE TELEVISIÓN INTERNACIONAL TELESUR:**

<http://multimedia.telesurtv.net/web/telesur/#!es/video/universidad-ecuatoriana-impulsa-proyectos-de-tecnologia-entre-alumnos>

Ciencia y Tecnología - 10 de septiembre, 2014

**Ecuador: universidades impulsan proyectos de desarrollo tecnológico.** Quito, Ecuador

Universidades de Ecuador como la Técnica del Norte impulsan proyectos de investigación entre sus estudiantes para desarrollar el potencial de la tecnología en el país. Así lo demuestra un grupo de seis alumnos de este centro quienes inventaron un auto prototipo anfibio, que con las adaptaciones necesarias puede andar en tierra o navegar en agua. teleSUR.

**Categoría:** Ciencia y Tecnología

**Corresponsal:** Francisco Ordóñez.

**Programa:** teleSUR Noticias.



Entrevista Canal Telesur  
Fuente: (Canal Telesur)

- **CANAL DE TELEVISIÓN NACIONAL ECUAVISA:**

<http://www.ecuavisa.com/articulo/noticias/nacional/72274-auto-anfibio-made-ecuador>

Viernes, 18 de Julio del 2014 – 15:50

**El auto anfibio "Made in Ecuador"**

La laguna de Yahuarcocha, ubicada en Ibarra, fue el escenario de algo inusual: la sumersión de un auto anfibio, el primero hecho en Ecuador.

Esa es la propuesta de tesis de grado de seis estudiantes de la Universidad Técnica del Norte.

Armando Vallejos, uno de sus constructores, asegura que la idea surgió en el aula. "Compartimos conocimientos, y vimos que en Ecuador somos capaces de hacer cosas innovadoras".

Luego de dos años de investigación, estudio y trabajo, los seis egresados de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotor pusieron en marcha, tanto en tierra como en agua, el vehículo. Juan Carlos Pabón, parte del equipo de diseño, explicó que invirtieron más de 20 mil dólares en el proyecto. "El vehículo en sí partió de un Volkswagen escarabajo de 1979, fue desbaratado totalmente, lo único que se usó fue su motor, su chasis y la caja de cambio".

El prototipo, construido con base en fibra de vidrio y espuma de poliuretano, puede alcanzar una velocidad máxima de 80 kilómetros por hora en tierra y hasta 15 nudos sobre agua.



Entrevista Canal Ecuavisa  
Fuente: (Canal Ecuavisa)

- **CANAL DE TELEVISIÓN NACIONAL TELEAMAZONAS:**

<http://www.teleamazonas.com/index.php/noticias/locales/comunidad/4597-9-jovenes-construyen-primer-auto-hibrido-en-ecuador>

Última actualización el 27 Junio del 2014

[Jóvenes construyen primer auto híbrido en Ecuador](#)

En Imbabura, se construyó el primer automóvil anfíbio del país.

El proyecto fue desarrollado por jóvenes estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte.

Con una inversión de 20 mil dólares se concretó la construcción del automóvil que puede transportarse en tierra y en agua con una velocidad máxima de 75 kilómetros por hora en carretera y 25 kilómetros por hora sobre el agua.



Entrevista Canal Teleamazonas  
Fuente: (Canal Teleamazonas)

- **CANAL DE TELEVISIÓN NACIONAL GAMA TV:**

<https://www.youtube.com/watch?v=-77x6yoXVHY&feature=share>

GAMATV (AUTOANFIBIO)

Publicado el 12 de Septiembre del 2014

Reportaje realizado por el Canal GAMATV (Ecuador).

La Universidad Técnica del Norte sigue con pie firme.



Entrevista Canal Gamatv  
Fuente: (Canal Gamatv)

- **CANAL DE TELEVISIÓN NACIONAL RTS:**

<http://www.rts.com.ec/index.php/80-noticias/ultimas-noticias/1990-anfibio>

Seis jóvenes egresados de la Universidad Técnica del Norte emprendieron un proyecto que parecía imposible, pero que con esfuerzo y dedicación dejó de ser sólo una idea. Se trata del primer vehículo ecuatoriano que es capaz de movilizarse en tierra y en agua.



Entrevista Canal Rts  
Fuente: (Canal Rts)

- **CANAL DE TELEVISIÓN LOCAL – REGIONAL UTV (Canal de la Universidad Técnica del Norte):**



Entrevista Canal Utv  
Fuente: (Canal Utv)

- **CANAL DE TELEVISIÓN LOCAL – REGIONAL TVN:**

<http://www.tvncanal.com/tvncanal/index.php/prisma/1548-primer-vehiculo-anfibio-del-pais-se-fabrico-en-ibarra>

Primer vehículo anfibio del país se fabricó en Ibarra

Publicado el 20 Junio 2014

Escrito por Paolo Ponce @pponcetvn

Motivados por sus sueños de la niñez un grupo de estudiantes de la carrera de mantenimiento automotriz de la Universidad Técnica del Norte, se pusieron manos a la obra para construir el primer vehículo anfibio del país en el cual invirtieron casi 20 mil dólares, transformando a un Volkswagen escarabajo año 1979 en un todo terreno que también puede circular en el agua.

A pesar de que el proyecto les resulto muy complejo de realizar, los creadores aseguran que las limitaciones ya no existen en nuestro país, y así lo demostraron.

Para llegar al resultado final los estudiantes invirtieron el sistema clásico del Volkswagen poniendo el motor al frente y adaptando una hélice para tomar impulso en el agua, además de un sin número de especificaciones técnicas que pasaron todas las pruebas.

Sin importar el fuerte viento que a diario circula en la laguna de Yahuarcocha, no pudimos pasar la oportunidad de viajar en este vehículo fabricado por estudiantes imbabureños para darles el visto bueno a su ingenioso proyecto.

El vehículo anfibia "Made in Ibarra", fue idealizado por estudiantes de la UTN como tesis de grado para obtener sus títulos profesionales de Ingenieros. Este sería el segundo proyecto innovador que presenta esta universidad.



Entrevista Canal Tvn  
Fuente: (Canal Tvn)

- **DIARIO EL COMERCIO:**
- **REVISTA LIDERES:**

[http://www.revistalideres.ec/tendencias/carro-anfibio-navega-provincia-lagos\\_0\\_1237676247.html](http://www.revistalideres.ec/tendencias/carro-anfibio-navega-provincia-lagos_0_1237676247.html)

El auto anfibia rueda y navega por la provincia de los lagos.

**Redacción Sierra Norte (I) 11:41 LUNES 27/10/2014.** Por tierra o por agua. Seis estudiantes de la carrera de Mantenimiento Automotriz de la Facultad de Ciencia y Tecnología (Fecyt), de la Universidad Técnica del Norte (UTN), de Ibarra, fabricaron un automóvil que se desplaza por igual por las carreteras o lagunas de Imbabura. "La adecuación del vehículo anfibia demandó dos años de trabajo", explica Fabián Vallejos, uno de los estudiantes que se impusieron el reto, como tesis de grado para alcanzar la ingeniería, tras abandonar las aulas en el 2012. El resto del equipo lo

integran: Paúl Ibujés, Ignacio Muñoz, Manuel Portilla, David Montenegro y Juan Carlos Pavón. El carro, similar a un 'bugui', es el resultado de la transformación total de un auto Volkswagen escarabajo, modelo 1979. Siguiendo un sueño de la niñez, Montenegro propuso el tema, que al inicio parecía descabellado. Sin embargo, este grupo de idealistas lo desarrolló. El objetivo fue darle una forma aerodinámica y alivianar el peso. Así explica el ingeniero Fausto Tapia, profesor de Mecánica de la UTN y director de la tesis: Diseño y adaptación de chasis, carrocería y sistema eléctrico a un auto anfibio, ¿cómo se elaboró el primer auto para tierra y agua del Ecuador? Añade que la mayor dificultad fue adquirir las piezas que no se producen en Ecuador, como la carrocería en fibra de vidrio reforzado que se diseñó en Colombia. Para agilizar el trabajo, el equipo de estudiantes dividió el proyecto en tres temas centrales: motor, suspensión y frenos, y carrocería. La tarea incluyó el desmontaje de la carrocería metálica original, motor, caja de cambios, transmisión, suspensión, etc. El siguiente paso fue el diseño y adaptación de la estructura central, posterior y frontal del chasis, así como el tanque de combustible. La carrocería del vehículo anfibio se realizó a partir de moldes de espuma flex. Igualmente se procedió a la instalación del sistema eléctrico, la adaptación de un compresor y una hélice acoplada al motor, para su navegación en el agua, entre otros componentes. Para ello recurrieron a talleres de la UTN y particulares de Ecuador y Colombia. Luego se realizaron pruebas en las vías y la laguna de Yahuarcocha. El vehículo alcanza una velocidad de 90 km/h en la tierra y 35 km/h en el agua. Por estos días, el carro anfibio se ha convertido en una de las cartas de presentación de la Universidad Técnica del Norte.

Adecuación del auto La carrocería. Se realizó a partir de moldes de espuma flex, recubiertos con laminación manual en plástico reforzado de fibra de vidrio (PRFV) y en su interior sellado con espuma de poliuretano, compuesta por poliol (A) e isocianato (B).



Entrevista Revista Líderes  
Fuente: (Washington Benalcázar / LÍDERES)

- **DIARIO EL UNIVERSO:**

<http://www.eluniverso.com/noticias/2014/07/28/nota/3288591/jovenes-crean-auto-anfibio-que-navega-yahuarcocha>

### **Jóvenes crean auto anfibio que navega en Yahuarcocha**

Lunes, 28 de julio, 2014

REALIZADO POR AMPARITO ROSERO

Ibarra, Ecuador

Seis estudiantes de la Universidad Técnica del Norte (UTN) que buscan obtener el título en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz construyeron durante dos años un auto anfibio a partir de un Volkswagen escarabajo.

Paúl Ibujés, Ignacio Muñoz, Manuel Portilla, David Montenegro, Juan Carlos Pavón y Fabián Vallejos decidieron concretar esta idea días antes de culminar sus clases universitarias, en el 2012.

David propuso construir un vehículo que pueda movilizarse en tierra y en agua. “Hasta ahora me parece mentira, que con mis manos puedo conducir en la tierra y en el agua un mismo vehículo sin apagar el motor”, dice Juan Carlos.

Para construir el auto anfibia instalaron un sistema de aire comprimido para poner en funcionamiento la hélice que lo impulsa en el agua.

Mientras coloca gasolina en el tanque del auto anfibia, Fabián asegura que en Ecuador “todos somos capaces de crear grandes inventos. Ya no hay barreras porque el conocimiento ahora es global”.

La “panza” o área inferior del vehículo quedó prácticamente de un solo nivel al ser forrada por completo con fibra de vidrio, al igual que el resto de su nueva estructura, pues la redonda carrocería característica de los escarabajos, también denominados pichirilos, fue retirada.

Para evitar que el agua ingrese al motor, entre otras modificaciones, el tubo de escape fue levantado y, al igual que los camiones, consta de un tubo vertical que a una altura de unos 1,2 metros forma un ángulo recto para dirigir los gases hacia atrás.

Una hermética franja de caucho rodea los grandes y adaptados faros delanteros, además del capó donde se localiza el motor.

David, narra que la primera vez que introdujeron el auto al agua lo ataron a varias cuerdas para que no se hundiera. “El momento en que lo vimos flotar saltábamos y llorábamos de la emoción”, recuerda. Los seis a la vez se han subido al anfibia y han ingresado, sin apagar el motor, a la laguna de Yahuarcocha.

Los nombres de cada uno, tres a cada lado, constan en la carrocería de este vehículo anfibia. Además desean que este automotor, que pertenecerá a la UTN, sea utilizado para la investigación de los estudiantes que les agrada la ingeniería mecánica.

## Proceso



Lo primero que obtuvieron para su proyecto fueron los restos de un carro conocido como "Pichirilo" del año 1979 que era considerado chatarra.



Pusieron el motor de 1600 centímetros cúbicos en la parte frontal, invirtieron la caja de cambios, recortaron el chasis 40 centímetros y la carrocería la fabricaron con plástico reforzado en fibra de vidrio.



Para que flote, en el interior del auto colocaron espuma de poliuretano. Además instalaron un sistema de aire comprimido para poner en funcionamiento la hélice que lo impulsa en el agua.



El prototipo que tiene una suspensión rígida, alcanza una velocidad máxima de 80 km por hora en tierra y 14 nudos (25 km por hora) sobre el agua.

La inversión que hicieron para la construcción del auto que tiene apariencia de un bólido de carreras, es de **20 mil dólares.**



EL UNIVERSO

Entrevista El Universo  
Fuente: (Amparito Rosero. El Universo)

### • DIARIO EXPRESO:

<http://expreso.ec/expreso/plantillas/nota.aspx?idart=6514263&idcat=19408&tipo=2>

27-06-2014

### Estudiantes crean un carro anfibia

Invirtieron 20 mil dólares para transformar un 'escarabajo' de 1979.

Estudiantes de la Universidad Técnica del Norte (UTN) construyeron un vehículo anfibia que es capaz de andar a unos 80 kilómetros por hora sobre la tierra y a más de 30 en el agua.

Ayer en la mañana se realizaron las pruebas en la laguna de Yahuarcocha, en Ibarra, provincia de Imbabura. Fausto Tapia, director del proyecto, afirma que este forma parte de la tesis de un grupo de estudiantes de esa entidad, previo a obtener el título de ingenieros.

Los alumnos tomaron como modelo un carro Volkswagen del año 1979. Lo desmantelaron y con ello se alivianó para que cruce por el agua. Los universitarios trabajaron en tres temas: motor, sistemas auxiliares y carrocería.

Tapia comentó que hubo dificultades en la fabricación de la carrocería y elaboración de fibra de vidrio en el país, por lo que las trajeron desde Colombia; las otras adaptaciones se hicieron en talleres de amigos de la misma universidad, con piezas optimizadas debido a que el precio era elevado. **MR**



Entrevista Diario Expreso  
Fuente: (Diario Expreso)

- **DIARIO EL NORTE:**

<http://www.elnorte.ec/ibarra/cronica-urbana/48910-estudiante-de-la-utn-crean-un-auto-anfibio.html>

Estudiantes de la UTN crean un 'auto-anfibio'

Categoría: Crónica Urbana

Publicado el sábado, 28 Junio 2014 00:00

**IBARRA.** Seis egresados de la Universidad Técnica del Norte de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz presentaron un “auto-anfibio”. Este proyecto fue desarrollado como trabajo de tesis. El vehículo fue probado en la laguna de Yahuarcocha.

**TRABAJO EN EQUIPO.** Juan Carlos Pabón, uno de los creadores de este peculiar vehículo que puede desplazarse en la tierra y sobre el agua, habló sobre los detalles del proyecto que ya fue ejecutado.

“Un auto anfibio es un auto que se desliza por tierra y agua sin necesidad de cambiar. La principal característica de este vehículo es que tiene flotabilidad, posee una hélice en la parte de atrás que está adaptada al motor”, dijo.

El proyecto se ejecutó en tres partes: diseño y adaptación de chasis, carrocería y sistema eléctrico; diseño del sistema de frenos, dirección y suspensión; y adaptación del motor a un vehículo anfibio. El proyecto estuvo a cargo de Juan Carlos Pabón, Fabián Vallejos, Paúl Ibjés, Ignacio Muñoz, David Montenegro, Manuel Santillán.

**Especificaciones.** La idea de realizar un auto-anfibio fue en un inicio hacer un aerodeslizador, pero al descubrir otras opciones cambiaron de opinión.

Aproximadamente 20 mil dólares invirtieron los seis egresados en el proyecto la UTN brindó apoyo catedrático.

Otro de los pensadores del proyecto, Fabián Vallejos, indicó que el vehículo tiene un motor de un Volkswagen escarabajo 1979, “lo que se le hizo fue pasarle el motor a la parte de adelante y se le adaptó la caja de cambios. En la parte de atrás se acopló un sistema de aire comprimido

por medio de un booster que acopla a la hélice para que funcione en el agua”.



Entrevista Diario el Norte  
Fuente: (Diario el Norte)



- **VISITA DEL VICEPRESIDENTE DEL ECUADOR A LA PROVINCIA DE IMBABURA:**

<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=857853170914493&set=pcb.857857817580695&type=1&permPage=1>

Con el actual Vicepresidente de la República del Ecuador Ing. Jorge Glas Espinel, en la agenda territorial que realizó en la provincia de Imbabura los días 23 y 24 de Septiembre del 2014, junto a las autoridades de la Provincia y la Universidad, en las afueras del Auditorio Agustín Cueva de la Universidad Técnica del Norte.



Visita Vicepresidente UTN  
Fuente: (Autores)



Visita Vicepresidente UTN  
Fuente: (Autores)



Almuerzo con Vicepresidente  
Fuente: (Autores)

- **En la expomarketing 2014:**

Con los compañeros de la octavo semestre de la carrera de Marketing, en la expomarketing que se realizó en la universidad Técnica del Norte el día 2 de Diciembre del 2014.



Expomarketing UTN  
Fuente: (Darwin Cadena)

- **Donación del Vehículo Anfibio a la Universidad Técnica del Norte:**

La donación del Vehículo Anfibio a la Universidad Técnica del Norte se realizó el día jueves 27 de noviembre del 2014.



Entrega del Vehículo  
Fuente: (Autores)



Entrega del Vehículo  
Fuente: (Autores)



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	<b>DE</b>	040161924-2	
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	<b>Y</b>	Montenegro Muñoz Patricio David	
<b>DIRECCIÓN:</b>		Calle Sucre 2-91 y Atahualpa Bolívar Carchi	
<b>EMAIL:</b>		patdavid.mm07@gmail.com	
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	062287331	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0991652170

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	<b>“ADAPTACIÓN DE FRENOS Y DIRECCIÓN DEL VEHÍCULO ANFIBIO”</b>
<b>AUTOR (ES):</b>	Montenegro Muñoz Patricio David
<b>FECHA: AAAAMMDD</b>	<b>2015/02/27</b>
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniería en Mantenimiento Automotriz
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ingeniero. Fausto Tapia



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## 2. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	<b>DE</b>	040144331-2	
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	<b>Y</b>	Ibujés Cháfuel Paúl Alberto	
<b>DIRECCIÓN:</b>		El Ángel Carchi calle Salinas y Calderón	
<b>EMAIL:</b>		pauibuj@yahoo.es	
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	062977520	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0980516547

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	<b>“ADAPATACIÓN DE FRENOS Y DIRECCIÓN DEL VEHÍCULO ANFIBIO”</b>
<b>AUTOR (ES):</b>	Ibujés Cháfuel Paúl Alberto
<b>FECHA: AAAAMMDD</b>	<b>2015/02/27</b>
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniería en Mantenimiento Automotriz
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ingeniero. Fausto Tapia

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **MONTENEGRO MUÑOZ PATRICIO DAVID**, con cédula de identidad Nro. **040161924-2**, **IBUJÉS CHÁFUEL PAÚL ALBERTO**, con cédula de identidad Nro. **040144331-2** en calidad de autores y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular del derecho patrimonial, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 27 días del mes de Febrero de 2015

**EL AUTOR:**

(Firma).....

Nombre: **Montenegro Muñoz Patricio David**

Cédula: **040161924-2**

**ACEPTACIÓN:**

(Firma).....

Nombre: **ING. Bethy Chávez**

Cargo: Jefe de Biblioteca

**EL AUTOR:**

(Firma).....

Nombre: **Ibujés Cháfuel Paúl Alberto**

Cédula: **040161924-2**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Nosotros, **MONTENEGRO MUÑOZ PATRICIO DAVID**, con cédula de identidad Nro. **040161924-2**, **IBUJÉS CHÁFUEL PAÚL ALBERTO** con cédula de identidad Nro. **040144331-2**, manifestamos por voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **“ADAPTACIÓN DE FRENOS Y DIRECCIÓN DEL VEHÍCULO ANFIBIO.”** que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniería en Mantenimiento Automotriz., en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 27 días del mes de Febrero del 2015

(Firma).....

Nombre: **Montenegro Muñoz Patricio David**

Cédula: **040161924-2**

(Firma).....

Nombre: **Ibujés Cháfuel Paúl Alberto**

Cédula: **040161924-2**