



Licenciatura en Ingeniería Mecánica

Proyecto de integración en Ingeniería Mecánica I

Proyecto Tecnológico

**Rediseño del sistema de masas no suspendidas para un vehículo Baja SAE  
2017.**

**Alumno(s):**

Franco Marroquín Fernando

Matricula: 2133000541

Lemos Samboni Jorge Ivan

Matricula: 2132002121

Rivera Rodríguez Rodrigo

Matricula: 2133004441

**Asesor:**

Ing. Romy Pérez Moreno

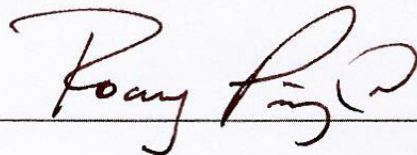
**Co-asesor:**

Dr. Adrián Gustavo Bravo Acosta

Ciudad de México. Trimestre 17O, Enero 2018

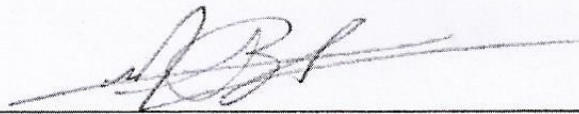
## DECLARATORIA

Yo, **Ing. Romy Pérez Moreno**, declaro que aprobé el contenido del presente Reporte de proyecto de Integración y doy mi autorización para su publicación en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.



Ing. Romy Pérez Moreno

Yo, **Dr. Adrián Gustavo Bravo Acosta**, declaro que aprobé el contenido del presente Reporte de proyecto de Integración y doy mi autorización para su publicación en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.



Dr. Adrián Gustavo Bravo Acosta

## DECLARATORIA

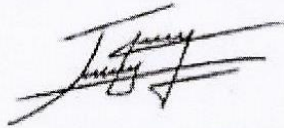
Yo, **Franco Marroquín Fernando**, doy mi autorización a la coordinación de servicio de información de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, para publicar el presente documento en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.



---

Franco Marroquín Fernando

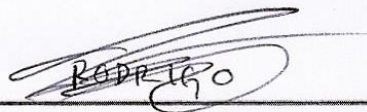
Yo, **Lemos Samboni Jorge Ivan**, doy mi autorización a la coordinación de servicio de información de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, para publicar el presente documento en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.



---

Lemos Samboni Jorge Ivan

Yo, **Rivera Rodríguez Rodrigo**, doy mi autorización a la coordinación de servicio de información de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, para publicar el presente documento en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.



---

Rivera Rodríguez Rodrigo

# FORMATO PI-A



## AUTORIZACIÓN DE INSCRIPCIÓN A PROYECTO DE INTEGRACIÓN EN INGENIERÍA MECÁNICA



PI-A-MEC

Trimestre en que se autoriza la propuesta:  Fecha:  PI-A-MEC

### DATOS DEL ALUMNO

Nombre:  Matrícula:

Correo personal:

Firma

### ASESOR RESPONSABLE / DATOS DE LA EMPRESA

Nombre del asesor/Empresa:

No. económico:  Adscripción/Departamento/Sección:

Área de investigación:

Correo institucional:

Firma

### COASESOR O ASESOR EXTERNO / JEFE O RESPONSABLE LEGAL DE LA EMPRESA

Nombre del asesor/Jefe o Responsable legal:

No. económico/Teléfono:  Adscripción/Puesto:

Área de investigación/Departamento:

Correo electrónico:

Firma

### MODALIDAD DEL PROYECTO

Proyecto tecnológico     Proyecto de investigación     Estancia profesional     Experiencia profesional

### TÍTULO DEL PROYECTO

Proyecto de Integración asociado a un Proyecto de Investigación:  No  Sí    Clave (?):

### OBJETIVO GENERAL

### UNIDADES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE ASOCIADAS AL PROYECTO DE INTEGRACIÓN

Clave	UEA	UEA Autorizada	Vigencia
1100118	Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I	<input type="text" value="Si"/>	Inicio <input type="text"/>
1100128	Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica II	<input type="text"/>	17P <input type="text"/>
1100138	Introducción al Trabajo de Investigación en Ingeniería Mecánica	<input type="text"/>	Término <input type="text"/>
			17O <input type="text"/>

Nombre y firma del Coordinador de Estudios

Ing. Romy Pérez Moreno

Originales: Coordinador de Estudios; Coordinación de Sistemas Escolares.  
Copias: Alumno; Asesor(es).

Revisión: Febrero 2016

# FORMATO PI-A



## AUTORIZACIÓN DE INSCRIPCIÓN A PROYECTO DE INTEGRACIÓN EN INGENIERÍA MECÁNICA



PI-A-MEC

Trimestre en que se autoriza la propuesta:  Fecha:  PI-A-MEC

### DATOS DEL ALUMNO

Nombre:  Matrícula:   
 Correo personal:

Firma

### ASESOR RESPONSABLE / DATOS DE LA EMPRESA

Nombre del asesor/Empresa:   
 No. económico:  Adscripción/Departamento/Sección:   
 Área de investigación:   
 Correo institucional:

Firma

### COASESOR O ASESOR EXTERNO / JEFE O RESPONSABLE LEGAL DE LA EMPRESA

Nombre del asesor/Jefe o Responsable legal:   
 No. económico/Teléfono:  Adscripción/Puesto:   
 Área de investigación/Departamento:   
 Correo electrónico:

Firma

### MODALIDAD DEL PROYECTO

Proyecto tecnológico  Proyecto de investigación  Estancia profesional  Experiencia profesional

### TÍTULO DEL PROYECTO

Proyecto de Integración asociado a un Proyecto de Investigación:  No  Sí Clave (?):

### OBJETIVO GENERAL

### UNIDADES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE ASOCIADAS AL PROYECTO DE INTEGRACIÓN

Clave	UEA	UEA Autorizada	Vigencia
1100118	Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I	<input type="text" value="Si"/>	<input type="text" value="Inicio"/>
1100128	Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica II	<input type="text"/>	<input type="text" value="17P"/>
1100138	Introducción al Trabajo de Investigación en Ingeniería Mecánica	<input type="text"/>	<input type="text" value="Término"/>
			<input type="text" value="17O"/>

Nombre y firma del Coordinador de Estudios

Ing. Romy Pérez Moreno



Originales: Coordinador de Estudios; Coordinación de Sistemas Escolares.  
 Copias: Alumno; Asesor(es).

Revisión: Febrero 2016

# FORMATO PI-A



## AUTORIZACIÓN DE INSCRIPCIÓN A PROYECTO DE INTEGRACIÓN EN INGENIERÍA MECÁNICA



### PI-A-MEC

Trimestre en que se autoriza la propuesta:  Fecha:  PI-A-MEC

#### DATOS DEL ALUMNO

Nombre:  Matrícula:

Correo personal:

Firma

#### ASESOR RESPONSABLE / DATOS DE LA EMPRESA

Nombre del asesor/Empresa:

No. económico:  Adscripción/Departamento/Sección:

Área de investigación:

Correo institucional:

Firma

#### COASESOR O ASESOR EXTERNO / JEFE O RESPONSABLE LEGAL DE LA EMPRESA

Nombre del asesor/Jefe o Responsable legal:

No. económico/Teléfono:  Adscripción/Puesto:

Área de investigación/Departamento:

Correo electrónico:

Firma

#### MODALIDAD DEL PROYECTO

Proyecto tecnológico  Proyecto de investigación  Estancia profesional  Experiencia profesional

#### TÍTULO DEL PROYECTO

Proyecto de Integración asociado a un Proyecto de Investigación:  No  Sí Clave (2):

#### OBJETIVO GENERAL

#### UNIDADES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE ASOCIADAS AL PROYECTO DE INTEGRACIÓN

Clave	UEA	UEA Autorizada	Vigencia
1100118	Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="Inicio"/>
1100128	Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica II	<input type="text"/>	<input type="text" value="17-P"/>
1100138	Introducción al Trabajo de Investigación en Ingeniería Mecánica	<input type="text"/>	<input type="text" value="17-O"/>

Nombre y firma del Coordinador de Estudios

Ing. Romy Pérez Moreno



Originales: Coordinador de Estudios; Coordinación de Sistemas Escolares.  
Copias: Alumno; Asesor(es).

Revisión: Febrero 2016

## DEDICATORIA

*A mi madre Albertina Guadalupe Marroquín:*

*Por haberme apoyado, haber sembrado su confianza sobre mí, su bondad y amor, y el sacrificio que me das en todo momento, por haberme permitido llegar hasta mi objetivo la cual era terminar mis estudios universitarios te doy las gracias a ti.*

*A mis amigos.*

*Que nos apoyamos en todo momento durante la licenciatura, por compartir los buenos y malos momentos que pasamos, y ser mis dos manos derechas en todo momento, y espero que siempre sigamos siendo buenos amigos.*

FRANCO MARROQUIN FERNANDO

## DEDICATORIA

*A Dios, por darme la fortaleza de seguir adelante y no desfallecer en los momentos más difíciles de mi vida, por cada día darme una oportunidad de vivir y concretar mis proyectos.*

*A mi Madre, por apoyarme en todo momento de mi vida, sin ti, esto no hubiera sido realidad, gracias por inculcarme esos valores que a través del tiempo me hicieron una mejor persona, gracia por siempre ponerme en tus oraciones y enseñarme a luchar ante cualquier adversidad.*

*A mi Padre, por guiarme en cada instante de mi vida, gracias por brindarme ese apoyo cuando más lo necesitaba, fuiste otra parte importante para poder terminar mi carrera, cada día me motivas para ser una buena persona.*

*A mi tía, por estar presente en toda la etapa de mi carrera, gracias por brindarme un maravilloso hogar, por enseñarme a ser luchador y persistir por lo que se anhela, gracias por siempre apoyarme y ayudarme en cada instante de mi vida.*

*A mi novia, por brindarme un amor verdadero, lleno de respeto y sinceridad, gracias por apoyarme en toda esta etapa de mi carrera y por siempre escucharme, darme consejos cuando más lo necesitaba*

*A mi hermano, por la importancia que eres en mi vida, gracias por siempre escucharme y brindarme tu confianza.*

*A mis amigos, por compartir este corto periodo de mi vida, gracias por siempre apoyarme y brindarme toda su amistad y confianza, siempre los recordare, me dejan grandes enseñanzas, espero que esta amistad perdure por siempre.*

LEMOS SAMBONI JORGE IVAN



## DEDICATORIA

*A Dios le doy gracias por ayudarme en todo momento, brindarme la calma que necesitaba en las situaciones de alta presión y, sobre todo, por las tantas bendiciones que me ha dado.*

*A mis padres por confiar en mí y brindarme su apoyo no solo económico sino también emocional, aunque durante mis estudios estuve ausente de mi hogar ellos siempre han estado conmigo, gracias por la paciencia que me han tenido siempre.*

*En general a toda mi familia porque forman y han formado parte de mi vida ya que de cada uno he aprendido mucho, no solo cosas positivas, sino que también aquello negativo que me ha llevado a no cometer errores, es por ustedes y por mis padres que me esfuerzo para seguir adelante.*

*A mis amigos por siempre brindarme ese apoyo y palabras de aliento que muchas veces llegue a necesitar, por su ayuda frente a situaciones no solo académicas sino también personales y por compartir gratos momentos durante la estancia en la universidad. “Un hermano puede no ser un amigo, pero un amigo será siempre un hermano”.*

RIVERA RODRIGUEZ RODRIGO

## AGRADECIMIENTOS

*Al Ing. Romy Pérez Moreno, por guiarnos en los momentos más importantes del proyecto, gracias por siempre confiar en nuestras habilidades y capacidades, por el apoyo que nos brindó desde el inicio del proyecto. Gracias por tenernos paciencia y siempre darnos una voz de aliento para no desfallecer, fue un gusto como alumnos tener un guía académico y una excelente persona como usted.*

*Al Dr. Adrián Gustavo Bravo Acosta, por guiarnos en nuestro proyecto, gracias por sus consejos, fueron de gran ayuda para esos momentos en los que más lo necesitamos, es una gran persona y académicamente un excelente profesor fue un gusto tenerlo como profesor.*

*Al Arquitecto Jorge Bermúdez, por brindarnos su confianza y guiarnos en todo momento, gracias por enseñarnos día con día y proporcionarnos sin ningún interés su área de trabajo para poder llevar a cabo el desarrollo de nuestro proyecto.*

*A La Universidad por brindarnos su apoyo económico y fe de confianza para llevar a cabo el proyecto, gracias por la excelente formación que nos proporcionaron, fue un privilegio representar esta hermosa Universidad.*

EQUIPO DE MASAS NO SUSPENDIDAS

## RESUMEN

El proyecto consistió en aplicar los conocimientos adquiridos en la licenciatura de ingeniería mecánica para diseñar y construir parte de un vehículo monoplaza todoterreno, que sea capaz de resistir obstáculos de diferentes tipos de terrenos.

En la construcción del vehículo se dividieron cuatro equipos, de los cuales nos correspondió la selección de masas no suspendidas, que está conformada por las siguientes partes: ruedas, rines, mangueta de dirección, calipers, porta calipers, pedal de frenos, disco de los calipers, cilindros maestros, líneas rígidas, líneas flexibles, mazas delanteras, mazas traseras, crucetas, juntas homocinéticas, flecha de transmisión, horquillas y flecha de la transmisión.

Así mismo, en el rediseño de las masas no suspendidas para un vehículo Baja SAE 2017 se efectuaron cuatro etapas:

En la primera etapa se inspeccionó el vehículo Baja SAE 2012, para verificar las partes funcionales de las masas no suspendidas, de las cuales se reutilizaron; manguetas de dirección, mazas delanteras, masas traseras, flecha de transmisión, horquillas y juntas homocinéticas.

En la segunda etapa del proceso, ITALIKA, quien es una empresa dedicada a la producción y distribución de motocicletas en México, aportó con una donación de una cuatrimotor ATV 250cc donde se reutilizaron las ruedas, los rines, los conectores de las líneas rígidas, calipers delanteros y discos de los calipers, siendo este aporte una gran ventaja para la construcción del BAJA SAE.

La tercera etapa se compraron las autopartes y refacciones restantes, como lo son: los calipers traseros, pedal del freno, cilindros maestros, líneas rígidas con sus respectivos conectores, líneas flexibles y crucetas.

Para la cuarta etapa se diseñó la flecha de transmisión, la base de los cilindros maestros, dos porta calipers, se disminuyó el espesor de los discos de los calipers,

se adaptaron los nuevos calipers a las mazas traseras y delanteras, también se adecuó el pedal del freno a los cilindros maestros.

# TABLA DE CONTENIDO

DECLARATORIA.....	2
DECLARATORIA.....	3
FORMATO PI-A .....	4
FORMATO PI-A .....	6
DEDICATORIA .....	7
DEDICATORIA .....	8
DEDICATORIA .....	9
AGRADECIMIENTOS.....	10
RESUMEN .....	11
TABLA DE CONTENIDO .....	13
LISTA DE FIGURAS.....	17
LISTA DE TABLAS.....	21
1.    Introducción .....	23
2.    Antecedentes .....	24
2.1.    Baja SAE .....	24
2.2.    Baja SAE UAM-Azcapotzalco .....	25
2.3.    Sistema de frenos.....	25
3.    Justificación .....	26
4.    Objetivos .....	27
4.1.    Objetivos Generales .....	27
4.2.    Objetivos Particulares .....	27
5.    Marco teórico .....	28
5.1.    Reglas establecidas en competencia Baja SAE 2017 que intervienen en el sistema de masas no suspendidas [6]. .....	28
5.2.    Sistema de frenos.....	30
5.2.1.    Funciones que debe cumplir el sistema .....	31
5.2.1.1.    Frenado de servicio .....	31
5.2.1.2.    Frenado de socorro .....	31

5.2.1.3.	Frenado de estacionamiento .....	31
5.2.2.	Componentes del sistema de frenos.....	31
5.2.2.1.	Pedal.....	31
5.2.2.2.	Cilindro maestro.....	32
5.2.2.3.	Línea de freno .....	32
5.2.2.4.	Caliper .....	33
5.2.2.5.	Caliper de montaje fijo.....	33
5.2.2.6.	Caliper de montaje flotante o de reacción .....	33
5.2.2.7.	Disco .....	34
5.3.	Otros componentes del sistema de masas no suspendidas .....	35
5.3.1.	Maza .....	35
5.3.2.	Mangueta .....	35
5.3.3.	Línea de transmisión .....	35
5.3.4.	Ruedas .....	37
6.	Desarrollo del proyecto.....	39
6.1.	Inicio del proyecto.....	39
6.2.	Adquisición de piezas .....	40
6.2.1.	Caliper .....	40
6.2.2.	Mazas .....	41
6.2.3.	Cilindros maestros.....	41
6.2.4.	Discos.....	41
6.2.5.	Pedal.....	42
6.2.6.	Líneas de freno .....	42
6.2.7.	Ruedas .....	42
6.2.8.	Línea de transmisión .....	42
6.3.	Ensamble de frenos.....	43
6.3.1.	Primer ensamble .....	43
6.3.2.	Ensamble de la línea de transmisión.....	52
6.3.3.	Purgado de frenos .....	53
6.4.	Cálculos de la flecha trasera.....	56
6.5.	Calculo del sistema de frenos.....	61

7.	Resultados .....	66
7.1.	Aprobación de la prueba de frenado .....	66
7.2.	Cost report .....	66
7.2.1.	Brakes .....	67
7.2.2.	Suspension .....	82
7.2.2.1.	Carrier bearing, Wheel (mach).....	83
7.2.3.	Steering .....	83
7.2.3.1.	Front hub.....	85
7.2.3.2.	Rear hub .....	85
7.2.3.3.	Knuckle .....	86
7.2.4.	Drive .....	87
7.2.4.1.	Splined shaft.....	88
7.2.4.2.	Drive shaft .....	89
7.2.5.	Cal (Evento realizado en california).....	92
7.2.5.1.	Front tire 25x8x12 .....	93
7.2.5.2.	Rear tire 25x10x12 .....	93
7.2.5.3.	Front rim 12" .....	94
7.2.5.4.	Rear rim 12" .....	94
7.2.6.	Fasteners .....	95
7.2.6.1.	Screw: Front brake disc screw.....	97
7.2.6.2.	Screw: Rear brake disc screw .....	97
7.2.6.3.	Screw: Front hub screw.....	98
7.2.6.4.	Screw: Rear hub screw .....	98
7.2.6.5.	Nuts: Flange nut (Front hub).....	99
7.2.6.6.	Nuts: Flange nut (Rear hub) .....	99
7.2.6.7.	Washer: Plate washer (knuckle).....	100
7.2.6.8.	Washer: Cone washer (CV joint) .....	100
7.2.6.9.	Nut: Castle nut (knuckle).....	101
7.2.6.10.	Nut: Castle nut (CV joint) .....	101
7.2.6.11.	Cotter pin (Front knuckle).....	102
7.2.6.12.	Cotter pin (CV joint) .....	102

7.2.6.13.	Screw: M8-1.25 x 30mm DIN 933 Class 10.9 Plain Finish Hex Cap Screw.....	103
7.2.6.14.	Nut: M8-1.25 DIN 934 Steel Class 8 ECOGUARD Hex Nut.....	103
7.2.6.15.	Screw: M12-1.75 x 70mm DIN 931 Class 8.8 Zinc Finish Hex Cap Screw .....	103
7.2.6.16.	Nut: M12-1.75 DIN 934 Zinc Finish Steel Class 8 Hex Nut .....	104
7.2.6.17.	Screw: 3/8"-16 x 3/4" ASTM A307 Grade A Zinc Finish Hex Bolt.....	104
7.2.6.18.	Zip ties: 5.8" 40lb Tensile Natural Nylon.....	104
7.2.6.19.	3/8"-16 x 3/8" Hex Drive Cup Point Black Oxide Finish Alloy .....	105
7.2.6.20.	Hose clamp #4 1/4" to 5/8"Dia 5/16"W S/S Worm Drive Clamp.....	105
8.	Análisis y discusión de resultados .....	106
9.	Conclusiones.....	115
10.	Referencias bibliográficas.....	116
11.	Apéndice "A" (Simulación de la flecha de transmisión).....	120
12.	Apéndice "B" (Cronograma de actividades de la competencia).....	123
13.	Apéndice "C" (Dibujos de definición).....	123
14.	Entregables comprometidos en la propuesta .....	137
14.1.	Constancia de participación en la competencia Baja SAE 2017.....	137
14.2.	Estampa necesaria para la participación del vehículo en las pruebas dinámicas realizadas por Baja SAE México 2017.....	138



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ley de Pascal aplicada a un sistema de frenos. ....	30
<b>Figura 2.</b> Aplicación de la fuerza al pedal de freno.....	32
<b>Figura 3.</b> Cilindro maestro de VW Sedan. ....	32
<b>Figura 4.</b> Caliper de montaje fijo [9].....	33
<b>Figura 5.</b> Componentes de: a) Caliper de montaje flotante de un pistón. b) Caliper de montaje flotante de doble pistón.....	34
<b>Figura 6.</b> Ensamble de disco con caliper. ....	34
<b>Figura 7.</b> Junta deslizante.....	36
<b>Figura 8.</b> Despiece de una junta universal con dos horquillas.....	36
<b>Figura 9.</b> Parte de una junta homocinética [11]. ....	37
<b>Figura 10.</b> Nomenclatura de un neumático. Fuente: Compañía Goodyear S.A. de C.V. ....	37
<b>Figura 11.</b> Dimensiones de un neumático [12]. ....	38
<b>Figura 12.</b> Pedal de freno del vehículo Baja SAE 2012.....	42
<b>Figura 13.</b> Soporte de cilindros maestros del vehículo Baja SAE 2012.....	43
<b>Figura 14.</b> Primer montaje de cilindros maestros conectados. ....	44
<b>Figura 15.</b> Cilindros maestros conectados paralelamente. ....	45
<b>Figura 16.</b> Cilindros maestros con depósito de líquido de frenos. ....	45
<b>Figura 17.</b> Frenos hidráulicos con conexión cruzada. ....	45
<b>Figura 18.</b> Montaje en el torno para retirar material a disco trasero. ....	46
<b>Figura 19.</b> Disco montado en maza delantera. ....	46
<b>Figura 20.</b> Caliper de doble pistón, con el purgador arriba.....	47
<b>Figura 21.</b> Caliper trasero montado a la maza.....	48
<b>Figura 22.</b> Vástago que empuja el cilindro maestro.....	48
<b>Figura 23.</b> Eje de acero 1018 unido al pedal y a los vástagos.....	48
<b>Figura 24.</b> Líneas rígidas montadas en vehículo. ....	49
<b>Figura 25.</b> Tuercas milimétricas para conectarse a los cilindros maestros [17]....	49
<b>Figura 26.</b> Unión 3/16 estándar [18]. ....	50
<b>Figura 27.</b> Conexión unión asiento invertido 3/16 [19].....	50
<b>Figura 28.</b> Conexión unión asiento invertido 3/16 desenroscado. ....	50
<b>Figura 29.</b> Línea de freno flexible [20]. ....	51
<b>Figura 30.</b> Banjo conector manguera – caliper [21]. ....	51
<b>Figura 31.</b> Línea de freno flexible conectada al caliper. ....	51
<b>Figura 32.</b> Bulbo de stop o sensor hidráulico de frenos VW [22]. ....	52
<b>Figura 33.</b> Sistema de frenos conectados paralelamente.....	52
<b>Figura 34.</b> Líquido de frenos DOT 3 [23]. ....	54

<b>Figura 35.</b> Diagramas de corte y de momento de la flecha final de la caja de transmisión.....	56
<b>Figura 36.</b> Sensibilidad a la muesca en el caso de aceros y aleaciones de aluminio [24]. .....	58
<b>Figura 37.</b> Sensibilidad a la muesca de materiales sometidos a torsión inversa [24]. .....	59
<b>Figura 38.</b> Cargas de vehículo estático. ....	65
<b>Figura 39.</b> Prueba que exigía el amarre de las cuatro ruedas con el accionamiento del pedal.....	66
<b>Figura 40.</b> Posición general en la competencia Baja SAE México 2017. ....	66
<b>Figura 41.</b> Cotización de tubería de frenos. Brakes B, Line 1, Item 1.....	68
<b>Figura 42.</b> Cotización de la conexión 3/16 tipo tuerca. Brakes B, Line 7, Item 4. .	68
<b>Figura 43.</b> Cotización de cilindro maestro de VW. Brakes B, Line 2, Item 1.....	69
<b>Figura 44.</b> Cotización de sensor de VW. Brakes B, Line 2, Item 2. ....	70
<b>Figura 45.</b> Cotización del tapón para cilindro maestro. Brakes B, Line 2, Item 3..	70
<b>Figura 46.</b> Cotización del depósito de líquido de frenos. Brakes B, Line 3, Item 1. ....	71
<b>Figura 47.</b> Cotización la manguera que conecta el depósito de líquido de frenos al cilindro maestro. Brakes B, Line 3, Item 2. ....	72
<b>Figura 48.</b> Cotización del tornillo para vástago. Brakes B, Line 4, Item 3.....	73
<b>Figura 49.</b> Cotización del pedal de frenos. Brakes B, Line 5, Item 2. ....	75
<b>Figura 50.</b> Cotización del disco de frenos. Brakes B, Line 6, Item 1.....	76
<b>Figura 51.</b> Cotización del disco de frenos. Brakes B, Line 6, Item 2.....	77
<b>Figura 52.</b> Cotización del caliper de frenos. Brakes B, Line 7, Item 1. ....	78
<b>Figura 53.</b> Cotización de la conexión unión asiento 3/16. Brakes B, Line 7, Item 1. ....	80
<b>Figura 54.</b> Cotización de la conexión 3/16 tipo unión hembra - hembra. Brakes B, Line 7, Item 2.....	80
<b>Figura 55.</b> Cotización de la conexión 3/16 larga tipo tuerca.. Brakes B, Line 7, Item 3. ....	81
<b>Figura 56.</b> Cotización de la conexión 3/16 tipo tuerca. Brakes B, Line 7, Item 4. .	81
<b>Figura 57.</b> Cotización del líquido de frenos. Brakes B, Line 8 .....	82
<b>Figura 58.</b> Cotización de la maza de la junta homocinética. Suspensión B, Line 7. ....	83
<b>Figura 59.</b> Cotización de la maza delantera. Steering B, Line 1, Item 1-8.....	85
<b>Figura 60.</b> Cotización de la maza trasera. Steering B, Line 1, Item 9.....	85
<b>Figura 61.</b> Cotización de la mangueta. Steering A, Line 5.....	86
<b>Figura 62.</b> Eje estriado. ....	88
<b>Figura 63.</b> Árbol de transmisión.....	89
<b>Figura 64.</b> Cotización de la horquilla. Drive A, Line 5. ....	90

<b>Figura 65.</b> Cotización de la junta homocinética. Drive A, Line 6.....	91
<b>Figura 66.</b> Cotización de la cruceta. Drive A, Line 7.....	92
<b>Figura 67.</b> Cotización de las llantas delanteras. Cal B, Line 1, Item 1.....	93
<b>Figura 68.</b> Cotización de las llantas traseras. Cal B, Line 1, Item 2.....	93
<b>Figura 69.</b> Cotización de los rines delanteros. Cal B, Line 2, Item 1. ....	94
<b>Figura 70.</b> Cotización de los rines traseros. Cal B, Line 2, Item 2. ....	94
<b>Figura 71.</b> Cotización de los tornillos para disco de freno delantero. ....	97
<b>Figura 72.</b> Cotización de los tornillos para disco de freno trasero. ....	97
<b>Figura 73.</b> Cotización de birlo para maza delantera. ....	98
<b>Figura 74.</b> Cotización de birlo para maza trasera. ....	98
<b>Figura 75.</b> Cotización de tuerca para birlo de llantas delanteras.....	99
<b>Figura 76.</b> Cotización de tuerca para birlo de llantas delanteras.....	99
<b>Figura 77.</b> Cotización de tuerca para birlo de llantas delanteras.....	100
<b>Figura 78.</b> Cotización de tuerca para birlo de llantas delanteras.....	100
<b>Figura 79.</b> Cotización de tuerca para birlo de llantas delanteras.....	101
<b>Figura 80.</b> Cotización de tuerca para birlo de llantas delanteras.....	101
<b>Figura 81.</b> Cotización de tuerca para birlo de llantas delanteras.....	102
<b>Figura 82.</b> Cotización de tuerca para birlo de llantas delanteras.....	102
<b>Figura 83.</b> Cotización de tornillos para montar cilindros maestros. ....	103
<b>Figura 84.</b> Cotización de tuerca para tornillos de cilindros maestros.....	103
<b>Figura 85.</b> Cotización del tornillo para montar pedal. ....	103
<b>Figura 86.</b> Cotización del tornillo para montar pedal. ....	104
<b>Figura 87.</b> Cotización del tornillo para montar pedal. ....	104
<b>Figura 88.</b> Cotización del tornillo para montar pedal. ....	104
<b>Figura 89.</b> Cotización de opresores para horquilla. ....	105
<b>Figura 90.</b> Cotización de opresores para horquilla. ....	105
<b>Figura 91.</b> Cotización de opresores para horquilla. ....	106
<b>Figura 92.</b> Cotización de opresores para horquilla. ....	107
<b>Figura 93.</b> Cotización de opresores para horquilla. ....	107
<b>Figura 94.</b> Cotización de opresores para horquilla. ....	108
<b>Figura 95.</b> Eje estriado [26].....	108
<b>Figura 96.</b> Horquilla (Junta cardan) [26]. ....	109
<b>Figura 97.</b> Horquilla (Junta cardan) [26]. ....	109
<b>Figura 98.</b> Dobleces altamente pronunciados [27]. ....	109
<b>Figura 99.</b> Dobleces altamente pronunciados [27]. ....	110
<b>Figura 100.</b> Avellanado de tubo [28]. ....	110
<b>Figura 101.</b> Master brake flaring tool kit [29].....	111
<b>Figura 102.</b> Dados para avellanador [29]. ....	111
<b>Figura 103.</b> Dados para avellanador [29]. ....	112
<b>Figura 104.</b> Avellanado single flare [18]. ....	112

<b>Figura 105.</b> Avellanado single flare [18].	112
<b>Figura 106.</b> Avellanado bubble flare [18].	113
<b>Figura 107.</b> Tuerca de acero 3/16 con avellanado bubble flare [31].	113
<b>Figura 108.</b> Tuerca de acero 3/16 con avellanado bubble flare [31].	114
<b>Figura 109.</b> Tuerca de acero 3/16 con avellanado bubble flare [31].	114
<b>Figura 110.</b> Tuerca de acero 3/16 con avellanado bubble flare [31].	114
<b>Figura 111.</b> Tensión de Von Mises.	120
<b>Figura 112.</b> Desplazamiento.	120
<b>Figura 113.</b> Primera tensión principal.	121
<b>Figura 114.</b> Tercera tensión principal.	121
<b>Figura 115.</b> Tercera tensión principal.	122
<b>Figura 116.</b> Deformación equivalente.	122
<b>Figura 117.</b> Constancia de participación en la competencia Baja SAE México 2017. FERNANDO FRANCO MARROQUIN.	137
<b>Figura 118.</b> Constancia de participación en la competencia Baja SAE México 2017. JORGE IVAN LEMOS SAMBONI.	137
<b>Figura 119.</b> Constancia de participación en la competencia Baja SAE México 2017. RODRIGO RIVERA RODRIGUEZ.	138
<b>Figura 120.</b> Engine Check, se calibran todos los motores de los vehículos a 3600 r.p.m.	138
<b>Figura 121.</b> PASSED TECH, un grupo de jurados inspecciona el vehículo, evaluando que este cumpla con los requisitos establecidos por las reglas de Baja SAE 2017.	139
<b>Figura 122.</b> PASSED BRAKE, estampa que permite realizar las pruebas dinámicas.	139

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Estimaciones de primera iteración de los factores de concentración de esfuerzo Kt [24].	57
<b>Tabla 2.</b> Propiedades mecánicas medias de algunos aceros tratados térmicamente [24].	58
<b>Tabla 3.</b> Parámetros en el factor de la condición superficial de Marin [24].	59
<b>Tabla 4.</b> Efecto de la temperatura de operación en la resistencia a la tensión del acero [24].	60
<b>Tabla 5.</b> Factores de confiabilidad Ke correspondientes a 8 desviaciones estándar porcentuales del límite de resistencia a la fatiga [24].	60
<b>Tabla 6.</b> Cotización general de las líneas de freno, Brakes A, Line 1. Cost Report.	67
<b>Tabla 7.</b> Cotización detallada de las líneas de freno, Brakes B, Line 1. Cost Report.	67
<b>Tabla 8.</b> Cotización general de los cilindros maestros, Brakes A, Line 2. Cost Report.	68
<b>Tabla 9.</b> Cotización detallada de los cilindros maestros, Brakes B, Line 2. Cost Report.	69
<b>Tabla 10.</b> Cotización general de los depósitos de líquido de frenos, Brakes A, Line 3. Cost Report.	70
<b>Tabla 11.</b> Cotización detallada de los depósitos de líquido de frenos, Brakes B, Line 3. Cost Report.	71
<b>Tabla 12.</b> Cotización general de las conexiones del pedal - Cilindros maestros, Brakes A, Line 4. Cost Report.	72
<b>Tabla 13.</b> Cotización detallada de las conexiones del pedal - Cilindros maestros, Brakes B, Line 4. Cost Report.	73
<b>Tabla 14.</b> Cotización general del pedal de freno, Brakes A, Line 5. Cost Report.	74
<b>Tabla 15.</b> Cotización detallada del pedal de freno, Brakes B, Line 5. Cost Report.	74
<b>Tabla 16.</b> Cotización general de los discos de freno, Brakes A, Line 6. Cost Report.	75
<b>Tabla 17.</b> Cotización detallada de los discos de freno, Brakes B, Line 6. Cost Report.	76
<b>Tabla 18.</b> Cotización general de los calipers de freno, Brakes A, Line 7. Cost Report.	77
<b>Tabla 19.</b> Cotización detallada de los calipers de freno, Brakes B, Line 7. Cost Report.	78

<b>Tabla 20.</b> Cotización general de conexiones de freno, Brakes A, Line 8. Cost Report. ....	79
<b>Tabla 21.</b> Cotización detallada de las conexiones de freno, Brakes B, Line 8. Cost Report. ....	79
<b>Tabla 22.</b> Cotización general del líquido de freno, Brakes A, Line 9. Cost Report	81
<b>Tabla 23.</b> Cotización general de la maza de junta homocinética, Suspension A, Line 7. Cost Report. ....	82
<b>Tabla 24.</b> Cotización general de las mazas, Steering A, Line 1. Cost Report. ....	83
<b>Tabla 25.</b> Cotización detallada de las mazas, Steering B, Line 1. Cost Report. ...	84
<b>Tabla 26.</b> Cotización general de la mangueta, Steering A, Line 5. Cost Report. ..	86
<b>Tabla 27.</b> Cotización general del eje estriado, Drive A, Line 3. Cost Report.....	87
<b>Tabla 28.</b> Cotización detallada del eje estriado, Drive B, Line 3. Cost Report. ....	87
<b>Tabla 29.</b> Cotización general del árbol de transmisión, Drive A, Line 4. Cost Report. ....	88
<b>Tabla 30.</b> Cotización detallada del árbol de transmisión, Drive B, Line 4. Cost Report .....	89
<b>Tabla 31.</b> Cotización general de la horquilla, Drive A, Line 5. Cost Report.....	89
<b>Tabla 32.</b> Cotización detallada de la horquilla, Drive B, Line 5. Cost Report. ....	90
<b>Tabla 33.</b> Cotización general de la junta homocinética, Drive A, Line 6. Cost Report. ....	91
<b>Tabla 34.</b> Cotización general de la cruceta, Drive A, Line 7. Cost Report. ....	91
<b>Tabla 35.</b> Cotización general de las llantas, CAL A, Line 1. Cost Report. ....	92
<b>Tabla 36.</b> Cotización detallada de las llantas, CAL B, Line 1. Cost Report. ....	92
<b>Tabla 37.</b> Cotización general de los rines, CAL A, Line 2. Cost Report. ....	93
<b>Tabla 38.</b> Cotización detallada de los rines, CAL B, Line 2. Cost Report. ....	94
<b>Tabla 39.</b> Cotización general de tornillería empleada en el sistema. ....	96

## 1. Introducción

En la actualidad la industria automotriz presenta un extraordinario crecimiento en muchos países, especialmente en México, por este motivo se ha visto una amplia demanda en la industria automotriz y es ahí donde nace la idea de los alumnos de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, para participar en la competencia de Baja SAE 2017.

El desarrollo del proyecto implica diseñar y construir un vehículo monoplaza Baja SAE, logrando desarrollar una amplia experiencia y formación en ingeniería.

Los conocimientos teóricos se aplican en la práctica, brindando al estudiante una práctica profesional, emocional y un buen espíritu competitivo dentro de la competencia.

Este proyecto se realizó con el fin de incentivar la participación de los estudiantes de ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, fabricando un vehículo, bajo las reglas establecidas por Baja SAE 2017 y que supere las distintas pruebas. Por tanto para la creación de este vehículo, se reunieron diferentes estudiantes de la carrera de ingeniería, para investigar los materiales, autopartes y refacciones necesarias y aprobatorias para la construcción de este vehículo, por ello se optó por diseñar un vehículo que disfrutara de un diseño ligero pero resistente a terrenos movedizos, rocosos, entre otros.

La motivación de los estudiantes que participaron de este proyecto se engrandece en el momento de la competencia, ya que es una experiencia totalmente enriquecedora puesto que da la oportunidad de participar con otras universidades a nivel nacional e internacional.

Este tipo de eventos permite al estudiante interactuar en el maravilloso mundo de la ingeniería, por ello Baja SAE es una gran oportunidad para que las universidades puedan demostrar lo mejor de sus diseños estéticos e ingenieriles.

El proyecto se desarrolló en seis partes: La primera se enfoca en los objetivos a alcanzar, los antecedentes que permiten atender las recomendaciones establecidas por el prototipo de Baja SAE 2012 construido por alumnos de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, la justificación que indica el por qué se debe realizar el proyecto y enfocarse primordialmente en el sistema de masas no suspendidas. La segunda parte se enfoca en el marco teórico, donde se desarrolló una exhaustiva investigación para implementar autopartes y accesorios que permitirán dar un buen desempeño al sistema de masas no suspendidas. La tercera parte se basa en el desarrollo del proyecto donde se describe a detalle cómo se fue realizando el proyecto. La cuarta parte se refiere a los resultados, se expone el reporte de costos y el comportamiento general del sistema de masas no suspendidas. La quinta parte comprende el análisis y discusión de resultados se evalúa el comportamiento del sistema de masas no suspendidas dentro de la competencia. La sexta parte finaliza con las conclusiones y recomendaciones donde permite a los estudiantes que participen en Baja SAE México 2018 mejorar las condiciones que se presentaron en la competencia Baja SAE México 2017.

## **2. Antecedentes**

### **2.1. Baja SAE**

La Sociedad de Ingenieros Automotrices inicio su primer evento de Mini Baja en el año de 1976, organizado por la Universidad de Carolina del Sur, para el año de 1978 Mini Baja se separa en tres competencias: Mini Baja Este, Mini Baja medio-Oeste, Mini Baja Oeste. Con el transcurso de los años se modificó el nombre de Mini Baja a Baja SAE. Para el año de 1995 se dio origen a la primera competencia realizada por México donde se reunieron equipos de prestigiosas Universidades del país. El objetivo de Baja SAE México es formar forma estudiantes en ingeniería y ciencias interesados en la industria automotriz y aeronáutica [1].



## **2.2. Baja SAE UAM-Azcapotzalco**

En el año 2012 se rediseño y construyo un prototipo de monoplaza tipo Baja SAE, el objetivo de este proyecto consistió en desarrollar un vehículo, económico, ligero y capaz de aprobar todas las pruebas establecidas en la competencia Baja SAE. Se logró el diseño y manufactura del prototipo, realizando diversas pruebas similares a la competencia, obtuvieron buenos resultados, pero por motivos económicos, el vehículo no logró llegar a la competencia Baja SAE 2012, por lo tanto no se tiene una referencia sobre la inspección de Passed Tech, siendo una de las inspecciones más importantes, ya que sin la aprobación del Passed Tech por los jueces el vehículo no puede competir [2].

## **2.3. Sistema de frenos**

El sistema de frenos no es un invento actual, desde el primer momento que surgió la rueda, se vio la necesidad de realizar un mecanismo que fuera capaz de detener una rueda en movimiento, poco a poco el mecanismo fue perfeccionándose, se diseñó una zapata de rueda, la cual era suficiente para controlar el movimiento de los carrromatos. Con el tiempo se sustituyó este método debido a que el área de rozamiento era mínima, por un una cinta que cubría el perímetro del eje, permitiendo un mayor área de rozamiento. Con el pasar del tiempo se inventó el automóvil, donde se sustituyeron los caballos de tiro por caballos de fuerza, obteniendo como ventaja el incremento de velocidad, por lo tanto, se vio necesario modificar el sistema de frenos, ya que el sistema desarrollado hasta el momento no era suficiente para detener la velocidad de dicho vehículo [3]. Para el año de 1899 se utilizó el freno de cinta exterior (con acción sobre tambores), en 1902 se modificó a freno de tambor con zapata interior, 1919 surgió el freno por accionamiento

hidráulico con servofreno, para 1955 se empezó a implementar el freno de disco, en 1978 se desarrolló el sistema de antibloqueo ABS y para el año de 2001 se inventó Sensotronic Brake Control SBC (freno electrohidráulico) [4].

### **3. Justificación**

Baja SAE es una competencia intercolegial de diseño automotriz más importante de Estados Unidos, México y el mundo. Los estudiantes de diferentes universidades, tienen el trabajo de diseñar, manufacturar y evaluar el desempeño de los sistemas de transmisión de masas no suspendidas, armar su estructura, suspensión y dirección de un vehículo todoterreno, la competencia analiza que los vehículos sean capaces de soportar arduos terrenos y pruebas como: aceleración, maniobrabilidad, ascenso de colina, arrastre y durabilidad [1].

Por otro lado diseñar y construir inadecuadamente el sistema de masas no suspendidas, causa la descalificación inmediata de la competencia Baja SAE, el vehículo debe ser capaz de detener las cuatro llantas con tan solo suministrar un leve frenado, para que este pueda obtener un Passed Brake, el cual indica que el vehículo puede competir en todas las pruebas.

Es importante decir que la selección de calipers independientes para cada rueda y la adaptación de dos cilindros maestros, permiten que si hay problemas en algún sistema o fugas en las líneas, el vehículo pueda detenerse y así proteger la seguridad del piloto.

Además la flecha de transmisión debe ser sometida a simulación para determinar los esfuerzos cortantes, de flexión, torsión y así seleccionar todas las características adecuadas para que éste no presente fallas. Sin embargo es necesario un previo análisis de tensión de la flecha de transmisión para evitar fallas estructurales y evitar que el vehículo se detenga parcialmente.

La selección inadecuada de las ruedas afecta el frenado, la suspensión y maniobrabilidad del vehículo puesto que las llantas deben desempeñar tres funciones importantes, la primera consiste en soportar el peso del vehículo, la segunda las ruedas deben controlar la dirección del vehículo cuando está en movimiento, tercero las ruedas son capaces de transferir la fuerza de torsión del motor y de frenado a la superficie del camino, para acelerar, conducir y parar el vehículo [5].

Contribuir en este proyecto ayuda al alumno a complementar la formación teórica con la práctica, los alumnos realizan un trabajo en equipo y bajo presión, permitiendo que con dicho diseño, se logre que el alumno tenga la experiencia en el manejo de personal y poseer la capacidad de aportar ideas que beneficien a un equipo o la producción de una empresa.

La participación en competencias como Baja SAE, permite que la Universidad Autónoma Metropolitana y sus alumnos, se den a conocer a nivel nacional e internacional, y con ello demostrar el gran talento y pasión con él que se realiza este trabajo. Estas competencias incentivan a los alumnos a mejorar año tras año su prototipo y así posicionarse en un mejor lugar.

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivos Generales**

Rediseñar y construir el sistema de masas no suspendidas que cumpla con las reglas vigentes de la competencia Baja SAE México 2017.

### **4.2. Objetivos Particulares**

Diseñar y simular la flecha trasera.

Seleccionar el tipo de freno hidráulico.

Seleccionar el tipo de neumáticos.

Diseñar o seleccionar las masas, mangos de suspensión, Soportes de Calipers, porta discos y soporte de bomba.

Integrar el sistema de masas no suspendidas en el vehículo de Baja SAE.

Evaluar la respuesta del sistema propuesto en la competencia Baja SAE México 2017.

## **5. Marco teórico**

### **5.1. Reglas establecidas en competencia Baja SAE 2017 que intervienen en el sistema de masas no suspendidas [6].**

#### Artículo 1. Requisitos generales de diseño

##### B1.1 Configuración del vehículo

El vehículo debe tener cuatro ruedas (4) o más no en una línea recta.

#### Artículo 3. Sistema eléctrico

##### B3.5 Interruptor de luz de freno

La luz de freno debe ser activada por los interruptores de presión hidráulicos. Cada circuito hidráulico de freno independiente debe estar equipado con un interruptor de luz de freno, de modo que ningún frenado puede ser hecho sin encender la luz de freno. Esto significa que en cada vehículo es requerido tener un mínimo de dos (2) interruptores de presión hidráulicos.

Nota: No se permite tipo empuje o interruptores momentáneos

## Artículo 11. Sistema de frenado

### B11.1 Freno de pie

El vehículo debe tener sistema de frenado hidráulico que actúa sobre todas las ruedas y sea operado por un único pedal. El pedal debe accionar directamente el cilindro maestro a través de un enlace rígido (es decir, los cables no se pueden utilizar). El sistema de freno debe ser capaz de bloquear las cuatro ruedas, tanto en una condición estática, así como con velocidad en el pavimento y en superficies no pavimentadas.

### B11.2 Circuitos de frenos independientes

El sistema de frenado debe ser separado en al menos dos (2) circuitos hidráulicos independientes de tal manera que, en caso de una fuga o falla en cualquier punto del sistema, la potencia eficaz de frenado se deberá mantenerse en al menos dos ruedas. Cada circuito hidráulico debe tener su propia reserva de fluido ya sea a través de depósitos separados o por el uso de un represado, depósito estilo OEM.

### B11.3 Localización de frenos

Los frenos en el eje deben operar a través de la transmisión final. El frenado interno a través de juntas universales es permitido.

Está prohibido el frenado en un eje de unión a través de una etapa de reducción intermedia.

### B11.4 Frenos de corte

Frenos de corte operados por manos o pies están permitidos siempre y cuando la sección (B11.1) sobre “frenos de pie este cumplida. Un freno principal debe ser capaz de bloquear las cuatro ruedas con un solo pie. Si se usan dos pedales separados para bloquear dos ruedas cada uno; los pedales pueden estar lo suficientemente cerca para usar un pie para bloquear las cuatro ruedas. Los frenos, incluyendo los de corte no pueden funcionar sin la iluminación de la luz de freno.

## B11.5 Líneas de freno

Todas las líneas deben estar montadas de manera segura y no caer por debajo de cualquier parte del vehículo (Bastidor, brazos de oscilación, A's, etc.)

Asegurarse que las líneas no rocen con bordes afilados.

Evitar que sean aplastadas por las piezas de la suspensión.

Tener un rango de movimiento en la dirección y el movimiento de la suspensión.

Líneas de freno de plástico están estrictamente prohibidas.

### 5.2. Sistema de frenos

El sistema de frenos es uno de los más importantes en cuanto a seguridad ya que gracias a este se puede detener el vehículo ante las diferentes circunstancias y obstáculos que se presenten, su objetivo principal es disminuir progresivamente la velocidad del vehículo hasta que se detenga o que se mantenga inmóvil si se encuentra ya detenido, todo esto a voluntad del piloto [7].

El funcionamiento del sistema de frenos hidráulicos se basa en las siguientes leyes:

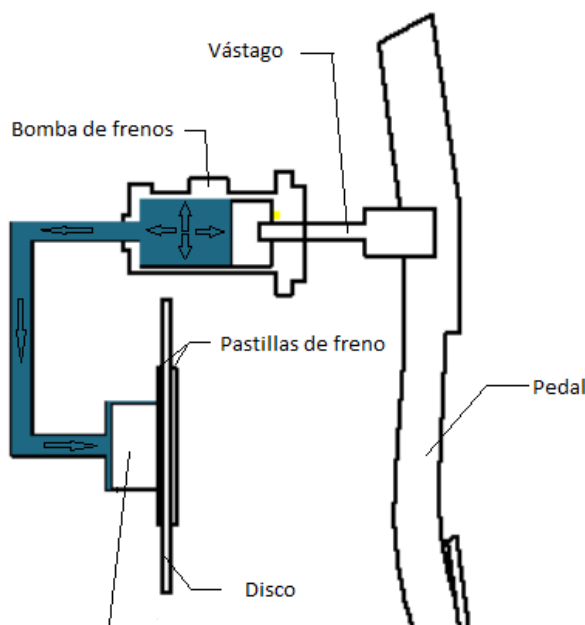


Figura 1. Ley de Pascal aplicada a un sistema de frenos.

**Ley de Pascal:** Establece que si se aplica una fuerza a un fluido que se encuentra dentro de un recipiente cerrado, la presión se transmite igual y sin disminución en todas direcciones, debido a que el fluido es incompresible (el volumen del líquido no disminuye), aunque se someta a grandes presiones [8].

En este caso la fuerza aplicada en el pedal de freno se aprovecha para empujar los pistones de la bomba de freno que hace mover el líquido que

permite empujar de igual manera al pistón que se encuentran en los cilindros de los calipers.

**Ley de conservación de la energía** en la que la energía cinética (la que tienen los vehículos en movimiento) se transforma en energía calorífica mediante la fricción que se genera entre la pastilla y el disco o entre las zapatas y el tambor [8].

### **5.2.1. Funciones que debe cumplir el sistema**

#### **5.2.1.1. Frenado de servicio**

Se detiene el vehículo mientras se encuentra en marcha en una circunstancia común en la que no es necesario un frenado de emergencia ante una situación crítica [7].

#### **5.2.1.2. Frenado de socorro**

Permiten que el vehículo sea detenido en una pequeña distancia ante una situación de emergencia en la que es necesario que esto se haga rápidamente [7].

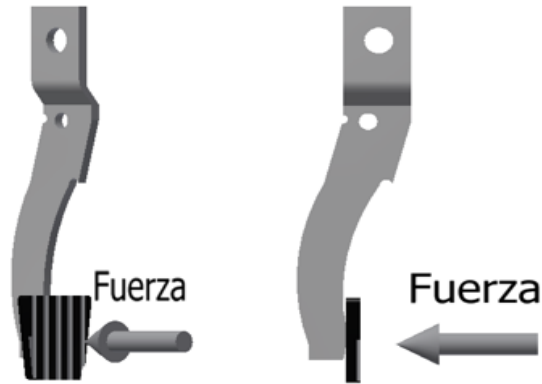
#### **5.2.1.3. Frenado de estacionamiento**

Permiten que el vehículo se mantenga inmóvil sin necesidad de que el conductor tenga presionado el pedal con el que normalmente se accionan los frenos, estos son usados por seguridad para que el vehículo no se mueva en desniveles ascendentes o descendentes mientras el piloto se encuentra ausente [7].

### **5.2.2. Componentes del sistema de frenos**

#### **5.2.2.1. Pedal**

Es el componente del sistema de frenos en el que se inicia el frenado, ya que es aquí donde se aplica la fuerza con el pie del piloto. El pedal es el principal elemento que permite hacer menor esfuerzo a la hora de transmitir dicho esfuerzo hasta los pistones de los calipers aplicando el llamado “brazo de palanca”.



*Figura 2. Aplicación de la fuerza al pedal de freno.*

### **5.2.2.2. Cilindro maestro**

También llamado bomba de frenos, es el elemento que recibe la fuerza aplicada al pedal y que la convierte en presión hidráulica gracias a que cuenta con un pistón que se encarga de forzar y distribuir el líquido de frenos hasta cada caliper del vehículo.



*Figura 3. Cilindro maestro de VW Sedan.*

### **5.2.2.3. Línea de freno**

Son las encargadas de distribuir el líquido de freno desde el cilindro maestro hasta los cilindros de freno o mordazas. Estas son rígidas y flexibles, por lo general las líneas de freno rígidas (tubería) se colocan sobre la carrocería del vehículo y son resistentes a la corrosión y a la oxidación, mientras que las flexibles (mangueras) son colocadas en lugares en los que existe movimiento ya sea por la dirección o



suspensión y en las que deban tener diferentes posiciones sin que se sometan a grandes esfuerzos de flexión o tensión para evitar daños.

#### 5.2.2.4. Caliper

Es el elemento final del circuito hidráulico que recibe la presión hidráulica, es aquí donde llega el fluido que empuja el o los pistones permitiendo cerrar las pastillas de freno. Existen dos tipos de caliper, los flotantes y los fijos.

#### 5.2.2.5. Caliper de montaje fijo

El caliper fijo cuenta con dos entradas de líquido de freno, lo que permite tener uno o más pistones de cada lado, al presionar el pedal estos salen y empujan las pastillas que tocan el disco lo que permite detener el auto de una manera más eficaz y uniforme [9].

#### 5.2.2.6. Caliper de montaje flotante o de reacción

Los calipers flotantes tienen una de las pastillas de freno fija, teniendo solo la entrada de líquido por uno de sus lados, estos calipers están constituidos por uno o dos pistones que son impulsados para mover una de las pastillas que entra en contacto con el disco y debido a que la fuerza que empuja a él o los pistones se genera una reacción con un sentido contrario moviendo al caliper y creando el efecto mordaza, en las que ambas pastillas presionan el disco [9].

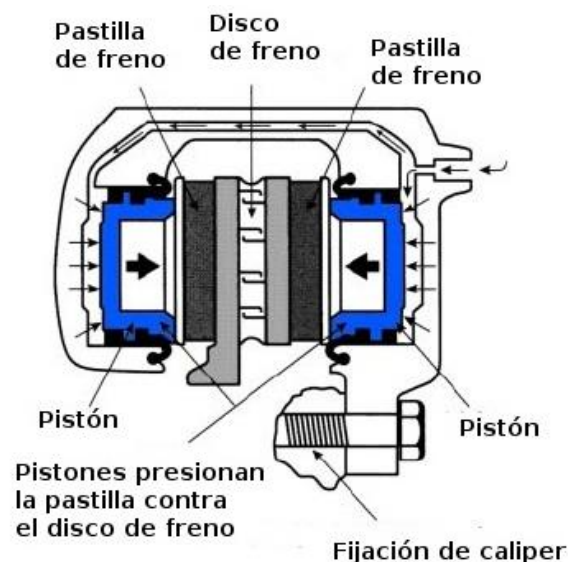


Figura 4. Caliper de montaje fijo [9].

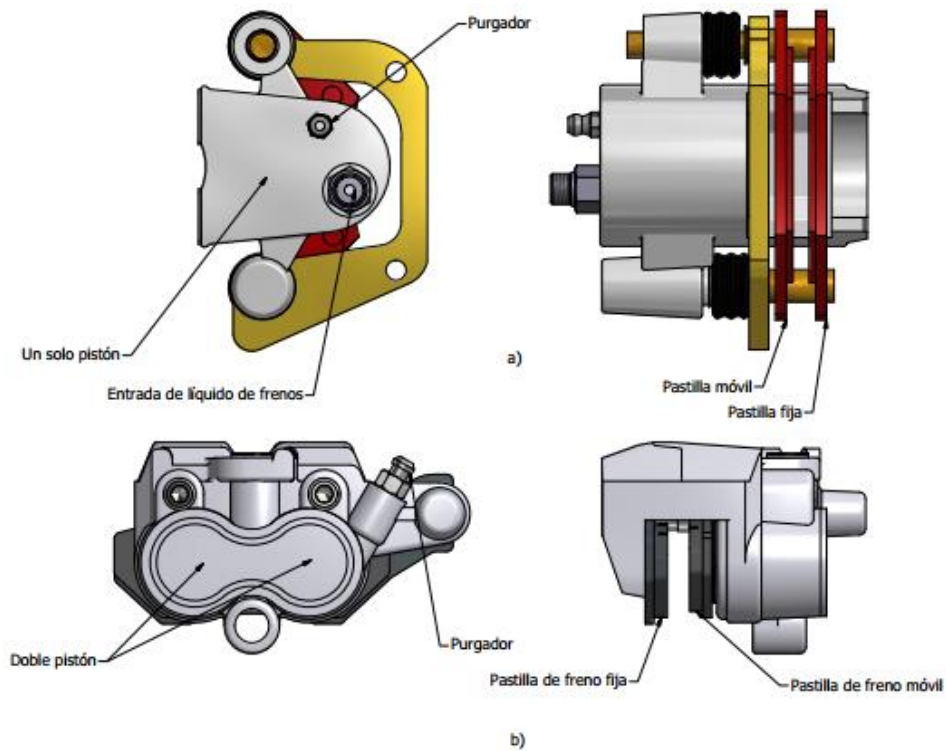


Figura 5. Componentes de: a) Caliper de montaje flotante de un pistón. b) Caliper de montaje flotante de doble pistón.

### 5.2.2.7. Disco

Es el elemento móvil que va conectado con la rueda del automóvil, por lo tanto, al presionar el pedal de freno se cierran las pastillas y se genera la fricción necesaria para detener el vehículo.

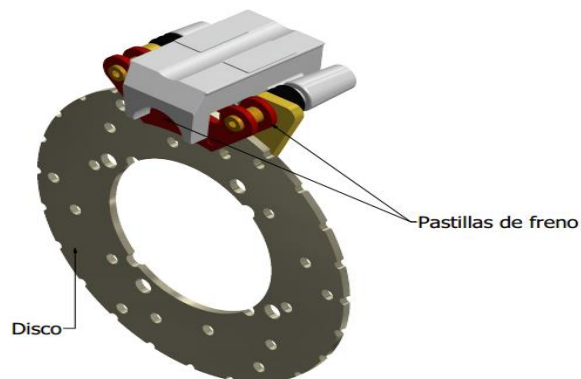


Figura 6. Ensamble de disco con caliper.

### 5.3. Otros componentes del sistema de masas no suspendidas

#### 5.3.1. Maza

Son la base sobre la que se montan las ruedas, en ellas se incorporan los birlos para que se pueda acoplar el rin.

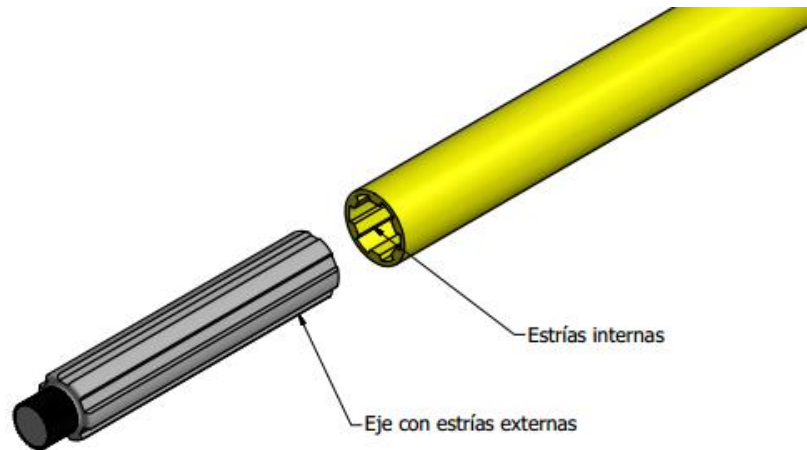
#### 5.3.2. Mangueta

Es el elemento que sirve de soporte para conectar las terminales de la dirección y suspensión, que cuenta con un eje que sirve de base para que la rueda gire.

#### 5.3.3. Línea de transmisión

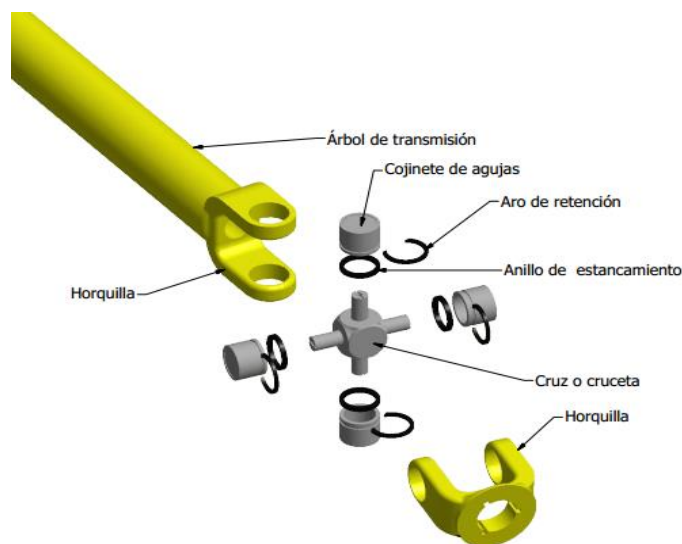
Es la conexión entre la caja de transmisión y las ruedas motrices. En la mayoría de los automóviles la línea de transmisión consiste en un eje motriz o árbol de transmisión, una o varias juntas universales y una junta deslizante, los últimos componentes se incorporan debido a que existe un movimiento oscilante de los amortiguadores, es decir, cuando los amortiguadores se comprimen y se expanden los ejes de las ruedas se alejan y se acercan del chasis del vehículo variando la distancia de la línea de transmisión, además con estos movimientos el ángulo de la transmisión también varía [10].

- **Árbol de transmisión:** Es por lo general un tubo hueco que conecta a la flecha final de la transmisión con el mecanismo motriz de las ruedas, puede estar conformada de una o dos piezas, las de dos piezas están unidas por una junta universal. A los extremos también suele llevar juntas universales [10].
- **Junta deslizante:** Junta que permite absorber las variaciones de longitud mediante un eje con estrías exteriores que encaja en un eje en forma de tubo con estrías interiores debido a que con el movimiento de las ruedas en los diferentes terrenos se tiende a variar la longitud del árbol de transmisión [10].



*Figura 7. Junta deslizante.*

- Junta universal:** Es una conexión doblemente articulada conformada de dos horquillas y una cruceta, la cual permite transmitir el movimiento entre dos árboles de transmisión con variaciones angulares. Sin embargo, la velocidad angular varia al ir girando las juntas por lo que se producen grandes vibraciones, esto debido a que durante el primer cuarto de vuelta aumenta la velocidad angular, y durante el siguiente cuarto disminuye y así sucesivamente [10].



*Figura 8. Despiece de una junta universal con dos horquillas.*

- **Junta homocinética:** Es una junta articulada que a diferencia de la junta universal la velocidad angular es la misma, aunque el ángulo entre los dos ejes no lo sea, está constituida por 6 bolas periféricas, un núcleo ranurado, una jaula de ensamble y una campana en la que se incorporan por dentro estos elementos.



Figura 9. Parte de una junta homocinética [11].

La ventaja que se tiene al utilizar la junta homocinética es que las bolas funcionan como un engrane que transmite el movimiento, pero un engrane que puede adquirir diferentes posiciones, por lo que dependiendo de las irregularidades del terreno y la posición de las llantas se biseca (parte en dos) el ángulo operativo [11].

### 5.3.4. Ruedas

Las ruedas son de los elementos más importantes de un vehículo ya que son estas las que permiten su movimiento a través del terreno y forman parte de los sistemas de dirección, suspensión, tracción y frenos [12]. Las ruedas están conformadas por dos elementos: Neumático y rin [13]. El conjunto tiene tres funciones básicas: Conducción, giro y parada del vehículo [14].

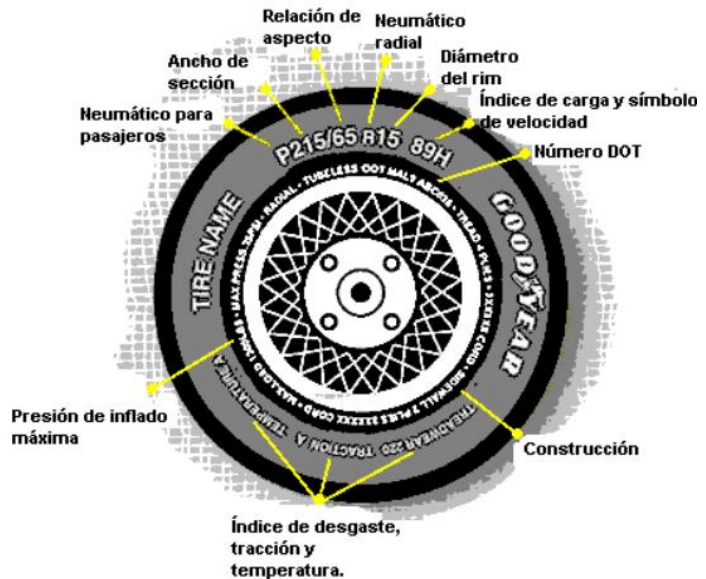


Figura 10. Nomenclatura de un neumático. Fuente: Compañía Goodyear S.A. de C.V.

El rin o llanta es la pieza metálica que se monta en las mazas mediante birlos. Existen rines de acero templado que son pesados pero seguros debido a que son muy resistentes. Los rines también pueden ser de una aleación, por lo general, aluminio

y magnesio, que a diferencia de los rines de acero son ligeros, por lo tanto, hay una mayor aceleración por su escasa inercia, sin embargo, es menos resistente y el precio es más elevado [15].

El neumático se instala con la llanta y es el único elemento que tiene contacto con la superficie del terreno, por lo tanto, transmiten la fuerza motriz para mover el vehículo o la fuerza de frenado para detenerlo generando fricción con el suelo, además, permite reducir el impacto al pasar por superficies irregulares [16].

Los neumáticos pueden tener o no cámara, sin embargo, siempre están llenos de aire comprimido, por lo que, su presión debe ser la adecuada porque son fundamentales para la seguridad, comportamiento y comodidad. Si el neumático presenta una presión baja a la recomendada se ocasiona una inestabilidad en el manejo, desgaste acelerado en las bandas de rodamiento y aumento en el consumo de combustible, debido a que, hay una mayor superficie de contacto con el suelo aumentando la resistencia a la rodadura. Por el contrario, un

exceso de presión desgasta mucho más la banda de rodamiento por el centro, por lo tanto, se reduce la repuesta de la dirección teniendo una mala maniobrabilidad,

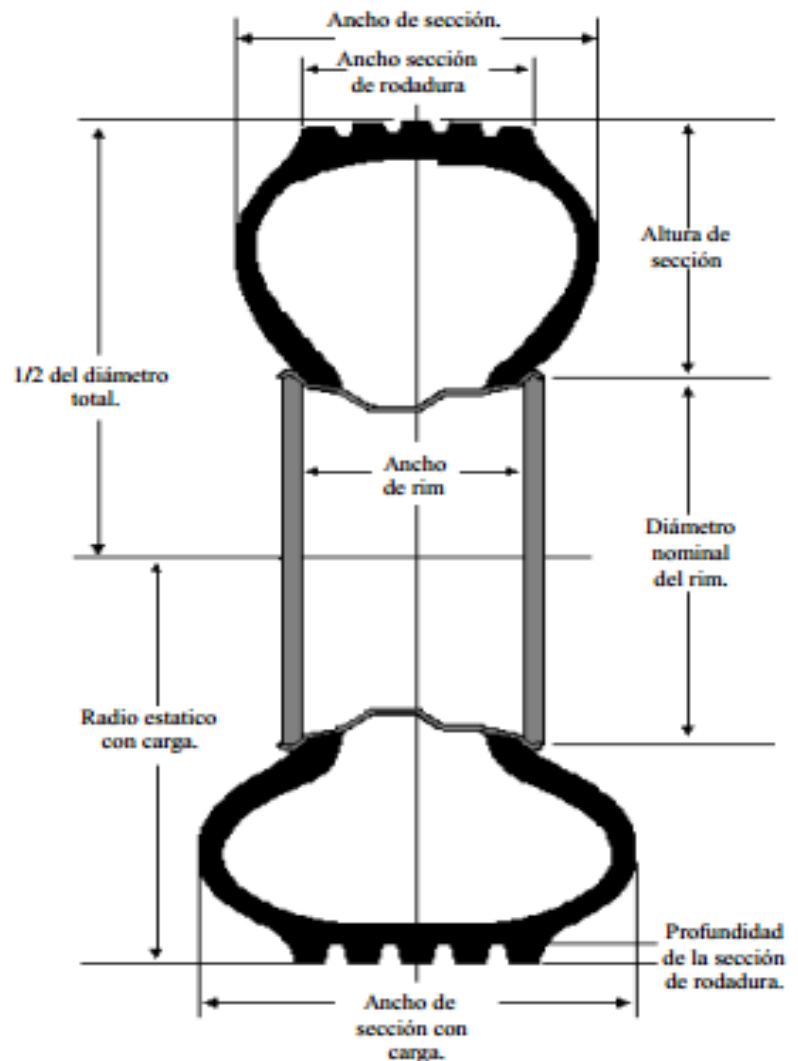


Figura 11. Dimensiones de un neumático [12].

debido a que, existe un menor contacto con el terreno, además, el exceso de aire no permite la absorción de golpes por parte del neumático al pasar por terrenos irregulares [12].

De acuerdo con el tipo de construcción los neumáticos pueden ser:

- **Diagonales:** su construcción es diagonal, es decir, las cuerdas de cada capa quedan orientadas de ceja a ceja respecto a la línea central, lo que permite una mayor dureza y estabilidad para soportar cargas, sin embargo, por esta dureza hay un menor agarre y menor estabilidad debido a que la banda de rodamiento no se ajusta a la superficie del terreno [12].
- **Radiales:** Están contruidos por varias capas de cuerdas flexibles (cables o alambres) en las que cada una de las capas lleva formas diferentes de construcción: Las capas del cuerpo van de ceja en ceja formando semióvalos para soportar las cargas. Sobre las capas del cuerpo hay capas estabilizadoras en forma diagonal que al igual que en los neumáticos anteriores dan la dureza para soportar las cargas y haya estabilidad en el vehículo. Posee grandes ventajas ya que es más suave que el neumático de construcción diagonal, por lo que, proporciona una mayor manejabilidad, adherencia a la superficie del terreno, tracción, agarre, estabilidad y confort [12].

## 6. Desarrollo del proyecto

### 6.1. Inicio del proyecto

Se dio inicio al proyecto verificando los componentes del sistema de masas no suspendidas del vehículo Baja SAE 2012, con ello, se logró obtener información de las piezas que aún eran funcionales y cuales debían ser reparadas o reemplazadas.

Se comenzó realizando el mantenimiento al vehículo, en el caso del sistema de frenos se drenó el líquido para poder reemplazarlo por uno nuevo, ya que este

es muy susceptible a absorber humedad, por lo que, se corroen las piezas y, por lo tanto, disminuye la eficiencia de frenado, además, es recomendable cambiarlo cada dos años. Al drenarlo y recolectarlo en un recipiente se observó la presencia de agua, se realizó el cambio y se purgó el sistema.

Durante las pruebas, el sistema no respondió adecuadamente, debido a que, a pesar de presionar el pedal de freno el vehículo continuaba desplazándose. En todas las ruedas el frenado era mínimo, por lo que, se prosiguió a inspeccionar el sistema para detectar posibles fugas y se observó que en algunas conexiones las había, además, la cuerda interna del purgador del caliper trasero derecho estaba dañada por lo que se realizó el machueleado para incorporar otro purgador.

Posterior a las correcciones hechas se volvió a probar el sistema, pero las fallas continuaban, por lo que, se desarmaron los calipers para poder detectar posibles fallas internas. Al desarmar se notó que los pistones de los calipers estaban pegados ya que fue muy difícil su salida de los cilindros, además, muchos de los empaques internos estaban dañados (rotos y desgastados).

## **6.2. Adquisición de piezas**

### **6.2.1. Caliper**

En un inicio se hizo el intento de reparar los calipers con los que contaba el vehículo anterior, sin embargo, al desconocer la marca y los modelos de los calipers no se pudieron adquirir los empaques que se encontraban dañados, por lo que, se tomó la decisión de adquirir calipers nuevos.

Se compraron dos calipers de dos pistones de una motocicleta DM 150 de la marca Italika, posterior a esto se nos informó de una donación hecha por la misma marca, en la que, en una primera visita se nos donaron 4 calipers de un solo pistón, pero estos no eran del mismo modelo por lo que las entradas para el líquido de frenos no coincidían y se solicitó otra donación, en la que se nos entregaron dos caliper de una ATV 250cc de dos pistones.



### **6.2.2. Mazas**

Las mazas se desmontaron del vehículo Baja SAE 2012, sin hacerles modificaciones fueron incorporadas al chasis del vehículo Baja SAE 2017. Las mazas delanteras son de una cuatrimoto Yamaha Warrior 350cc cuya ventaja de utilización es que el conjunto de masa y mangueta es pequeño, por lo tanto, no hay un gran aumento en el peso del vehículo teniendo todos los elementos necesarios para conectar la dirección y los brazos de suspensión (Tijeras o A's) con las ruedas delanteras, además, poseen el espacio y los agujeros para adaptar los calipers y discos para el frenado. Las mazas traseras pertenecen a una Polaris Sportsman 500cc HO lo que permite adaptar la junta homocinética como parte de la línea de transmisión y de esta manera haya libertad de movimiento al pasar por terrenos irregulares y también transmitir el movimiento con uniformidad, al igual que en las mazas delanteras aquí se adaptan los calipers y discos.

### **6.2.3. Cilindros maestros**

Se tomó la decisión de comprar cilindros maestros de un VW Sedan, debido a que, este tipo de automóviles no cuentan con el amplificador que aumenta la presión al accionar el pedal, por lo que, al utilizar este tipo de cilindros maestros se puede tener un frenado eficiente y sin mucho esfuerzo.

### **6.2.4. Discos**

Los discos delanteros son parte de una cuatrimoto Yamaha Warrior 350cc y fueron adquiridos del vehículo Baja SAE 2012, en un principio se planeaba utilizar para los frenos traseros los discos de la Polaris Sportsman 500cc HO que estaban incorporados en el mismo vehículo, sin embargo, fueron cambiados por los discos de una Italika ATV que al igual que los calipers fueron donados, debido a que, los últimos son más pequeños permitiendo reducir peso y que el disco junto con los calipers se ajusten de una mejor manera.

### **6.2.5. Pedal**

Se compró un kit de pedales usados que incluían un pedal de freno y un pedal de clutch. El cambio se realizó debido a que el pedal del vehículo anterior era muy pequeño en longitud, por lo que, no se podía crear el llamado brazo de palanca que ayuda a que con una menor fuerza se pueda frenar de una manera más eficiente. Como se observa en la imagen, la fuerza que se aplica al pedal va directamente al cilindro maestro a través del vástago.



*Figura 12. Pedal de freno del vehículo Baja SAE 2012.*

### **6.2.6. Líneas de freno**

Las líneas de freno rígidas (tubería) fueron reemplazadas en su totalidad debido a que las usadas en el vehículo 2012 ya contaban con dobleces muy pronunciados, además de que, no eran continuas, es decir, contaban con conexiones que las unían reduciendo la eficiencia de frenado.

En las líneas de freno flexibles en un inicio solo se cambió la manguera reforzada y las conexiones que conectan con el cilindro maestro, sin embargo, debido a las varias modificaciones que se realizaron en el sistema, las demás conexiones también fueron cambiadas.

### **6.2.7. Ruedas**

Se contaba con varios conjuntos de rines y neumáticos ensamblados, además, dentro de la donación se incluyeron otros cuatro conjuntos, los cuales fueron utilizados para armar el vehículo, debido a que, son más pequeños y el peso es un factor muy importante en este tipo de competencias, por lo que, es importante reducirlo.

### **6.2.8. Línea de transmisión**

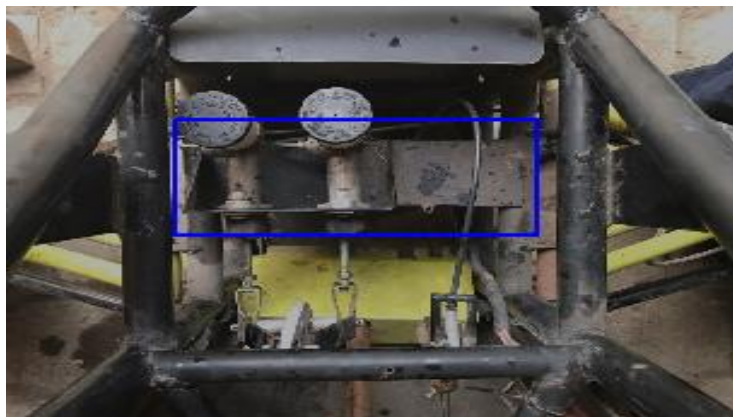
La línea de transmisión fue la misma del vehículo Baja SAE 2012, debido a que, las juntas homocinéticas pertenecen a la misma cuatrimoto que las mazas, por lo

que, no es conveniente cambiarlas ya que ambas están diseñadas para acoplarse perfectamente, asimismo, dentro de cada junta homocinética está el núcleo con estrías internas para adaptar un eje, el cual había sido mandando a maquinar especialmente para este tipo de estriado y al cambiarlo se implica un gran gasto de recursos, además este eje cuenta con estrías externas en el otro extremo que combinadas con el estriado interno que se añadió al árbol de transmisión forman una junta deslizante que ayuda a absorber los cambios de longitud que pueda haber en la línea de transmisión, lo cual, representa una ventaja para tener un buen desempeño en el vehículo.

### **6.3. Ensamble de frenos**

#### **6.3.1. Primer ensamble**

En un inicio se reutilizó el soporte de los cilindros maestros del vehículo Baja SAE 2012, en el que se tuvieron que hacer pequeñas modificaciones, ya que la longitud de extremo a extremo de los tubos en los que se soporta aumentó al cambiar la estructura de la jaula, para solucionarlo, se cortó la base de dicho soporte para incorporar uno nuevo. Además, se le hicieron los agujeros para hacer el ensamble de los cilindros mediante tornillos. Una vez hechas las modificaciones se soldó a los tubos de la estructura.



*Figura 13. Soporte de cilindros maestros del vehículo Baja SAE 2012.*

Teniendo el soporte de los cilindros maestros incorporados a la estructura se debían montar los cilindros maestros, sin embargo, para hacer mucho más fácil el montaje del vástago que empuja el pistón de los cilindros maestros, es necesario incorporarlos antes, por lo que, se retiró el seguro para abrir el cilindro y así poder insertar el vástago.

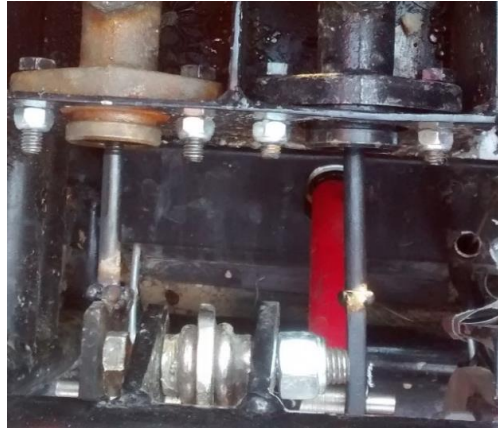
Los vástagos cuentan con una media esfera en un extremo para que se puedan mover libremente porque al presionar el pedal se tiende a generar un movimiento hacia abajo y, en el otro extremo cuentan con cuerda para poder conectar los clevis que incorporan una barra que conectan cada vástago de los cilindros maestros y, a la mitad de esta barra se encuentra conectado el pedal.



*Figura 14. Primer montaje de cilindros maestros conectados.*

Una vez ubicados todos los elementos que conectan al pedal con los cilindros maestros, se prosiguió a soldar el soporte del extremo superior del pedal con la estructura ya que, de esta manera se lograría centrar a este y que la fuerza aplicada se pueda distribuir uniformemente en ambos vástagos, cabe mencionar que los cilindros maestros deben estar ubicados paralelamente para que esto se cumpla.

Con una lámina se hizo la base para montar los depósitos del líquido de frenos, en la que se hicieron dos agujeros para que puedan entrar las bocas de los depósitos (Parte por la que se vierte el líquido) y posteriormente incorporar las tapas, además de cuatro agujeros pequeños extra para poder sujetar los depósitos mediante cinchos y posterior a eso, se soldó a la estructura.

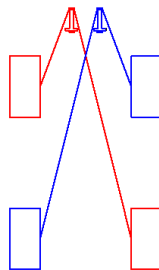


*Figura 15. Cilindros maestros conectados paralelamente.*



*Figura 16. Cilindros maestros con depósito de líquido de frenos.*

Se conectaron las líneas de freno a los cilindros maestros, de tal manera que exista un frenado cruzado en la que unos cilindros maestros actúa sobre una rueda delantera y una trasera.



*Figura 17. Frenos hidráulicos con conexión cruzada.*



Se colocaron en las ruedas delanteras los dos calipers de doble pistón y en las ruedas traseras dos calipers de un solo pistón, todos donados por Italika y para que estos se adaptaran perfectamente a las masas del vehículo, se elaboraron 4 placas de acero comercial las cuales sujetan directamente al caliper, estos de fábrica ya vienen con una, pero como son adaptaciones se tienen que cambiar, para que, la posición sea correcta y algo muy importante es que los purgadores de los calipers queden en la parte superior y no por el inferior de los pistones. Esto ayuda a que todo el aire que hay en el sistema pueda ser expulsado a la hora de purgar.



*Figura 20. Caliper de doble pistón, con el purgador arriba.*

Después de que el sistema estuviera bien colocado y completamente purgado se prosiguió a probar el vehículo, se observó que las ruedas traseras no frenaban, además había fugas en la mayoría de las conexiones, por lo que, se decidió cambiar los dos calipers traseros por los calipers de doble pistón que se habían comprado. Asimismo, se cambiaron las líneas rígidas por otras nuevas, a las que se le hicieron avellanados especiales de acuerdo con el tipo de conexión. También el pedal fue cambiado, así como la barra y los vástagos que lo conectan con el sistema hidráulico, debido a que, con el anterior se necesitaba mucha fuerza para accionar los cilindros maestros.

Para montar los calipers traseros se hicieron dos placas para cada lado, las cuales se soldaron para cumplir con el espesor y se montaron de manera adecuada a la maza.



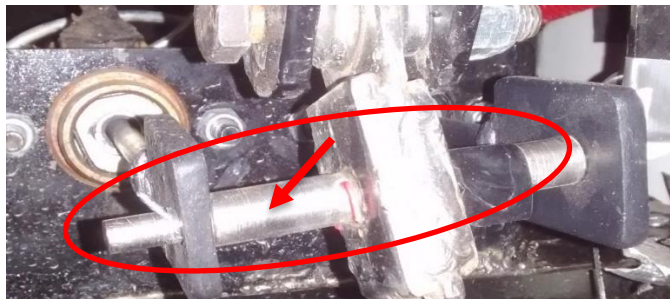
*Figura 21. Caliper trasero montado a la maza.*

Para que haya un buen accionamiento de la bomba del freno es necesario que un vástago se introduzca dentro de ella, sin que para ello tenga que ser desarmada, por lo que se realizaron 2 vástagos con tornillo y solera.



*Figura 22. Vástago que empuja el cilindro maestro.*

Para las correcciones también se realizó un eje de acero 1018, para que este uniera a las dos bombas con el pedal y así lograr detener las 4 ruedas del vehículo al mismo tiempo. Además, se soldaron dos placas en el extremo superior del pedal para que el área de contacto con el eje sea mayor y no haya mucho movimiento (desequilibrio) a la hora de presionarlo.



*Figura 23. Eje de acero 1018 unido al pedal y a los vástagos.*



Debido a que con anterioridad al presionar el pedal, el soporte de los cilindros maestros se deformó, se construyó un nuevo soporte con una placa de  $\frac{1}{4}$ " para que resistiera la fuerza necesaria para accionar el sistema.

Fueron montadas líneas rígidas nuevas sin discontinuidades desde el cilindro maestro hasta la parte final de la estructura donde se conectan con las líneas flexibles.



*Figura 24. Líneas rígidas montadas en vehículo.*

Existen varios tipos de conexiones hidráulicas para diferentes aplicaciones, por lo que, hay conectores milimétricos y estándar. Usualmente las tuercas automotrices son milimétricas.

Se utilizaron tuercas de acero 3/16 de largo que unían al cilindro maestro con el circuito hidráulico.



*Figura 25. Tuercas milimétricas para conectarse a los cilindros maestros [17].*

Otro conector que se utilizó fue una unión 3/16 cuerda estándar. Estos conectores son fundamentales en el vehículo ya que permiten unir la línea rígida con las líneas flexibles.



*Figura 26. Unión 3/16 estándar [18].*

Se utilizaron conectores union asiento invertido 3/16 lo que permite que se desconecten las mangueras flexibles de la conexión de los cilindros maestros, estos conectores son para ahorrar tiempo y no desconectarlas directamente de las bombas.



*Figura 27. Conexión unión asiento invertido 3/16 [19].*



*Figura 28. Conexión unión asiento invertido 3/16 desenroscado.*

A las líneas flexibles se les adaptaron Banjos para cada salida hacia los calipers, ya que esta terminal es comúnmente utilizada en todos los calipers universales, para la cual se empleó soldadura de plata y, de esta manera, se cuenta con una mayor seguridad para que no falle el sistema.



*Figura 29. Línea de freno flexible [20].*



*Figura 30. Banjo conector manguera – caliper [21].*



*Figura 31. Línea de freno flexible conectada al caliper.*

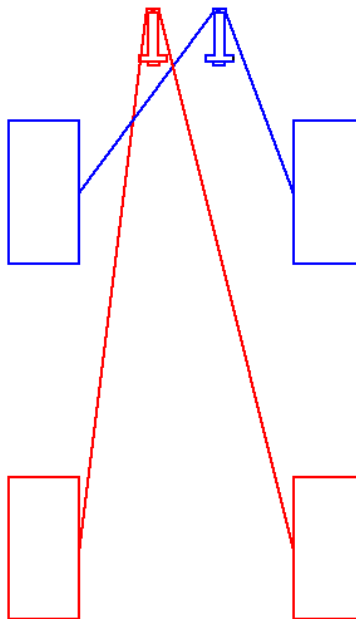
Se colocaron los sensores de freno en la salida frontal de cada cilindro maestro, sin embargo, cuando se estaba instalando la red eléctrica hacia los sensores del cilindro maestro, nos dimos cuenta de que no prendía la luz de stop, y se buscó la falla en

el circuito, dándonos cuenta de que un sensor no daba continuidad al presionar el freno, por lo que, fue necesario reemplazarlo.



*Figura 32. Bulbo de stop o sensor hidráulico de frenos VW [22].*

Por último, se cambió la forma de conexión del sistema hidráulico de cruzado a paralelo donde un cilindro maestro se encarga del frenado de las ruedas delantera derecha e izquierda, y la otra bomba frena las ruedas traseras derecha e izquierda.



*Figura 33. Sistema de frenos conectados paralelamente.*

### **6.3.2. Ensamble de la línea de transmisión**

Para lograr el ensamble de las líneas de transmisión se reutilizaron los elementos del vehículo Baja SAE 2012. Se retiraron las horquillas del eje de la transmisión pasada, para ello fue indispensable utilizar un esmeril de banco para retirar la

soldadura. Se compró una nueva cruceta debido a que los empaques de la anterior se encontraban muy desgastados.

Lo primero que se realizó fue montar las horquillas al eje final de la transmisión, para ello se insertó un opresor y una cuña para que se fijara sin que posteriormente exista movimiento, se coloca el árbol de transmisión junto con la cruceta y posteriormente se pone el aro de retención para que los cojinetes de aguja no se desensamblen con los movimientos y las vibraciones, mediante esto se instalaron las juntas universales del sistema.

Se montaron las juntas homocinéticas a las mazas y debido a que el núcleo ya trae montado el eje estriado, solo se tuvo que unir a este con el árbol de transmisión que trae soldado un eje con estrías internas y, de esta manera, tener una junta deslizante.

Durante la primera prueba, la horquilla del eje se desprendió del eje, para ello, se maquinaron otros dos cuñeros en el eje y en la horquilla, además se le hicieron dos barrenos a la horquilla, que posteriormente se machuelearon para agregar dos opresores extra que ayudarían a sujetarla de una mejor manera. Las modificaciones anteriores se hicieron de ambos lados de la línea de transmisión.

### **6.3.3. Purgado de frenos**

El purgado o sangrado de los frenos del vehículo debe realizarse cuando vemos que el sistema muestra un tacto esponjoso y poco eficaz. La causa es que ha entrado aire dentro del circuito hidráulico.

El purgado del sistema de frenos de nuestro vehículo es una tarea sencilla de realizar siempre y cuando no exista ninguna fuga en el sistema ni dobleces como se mencionó anteriormente. Con ella evitaremos ese tacto esponjoso que resta eficacia a la frenada y que resta eficacia a la hora de detener el vehículo. Al haber perdidas de líquido, estará entrado aire en el circuito hidráulico, y que, en lugar de estar empujando las pastillas contra los discos a través del líquido de freno, lo estará haciendo con las partículas de aire que han entrado en su interior.

Para realizar la operación se debe tener líquido de frenos, donde líquido de frenos es un líquido hidráulico que hace posible la transmisión de la fuerza ejercida sobre el pedal de freno a los cilindros de freno en las ruedas del vehículo. El tipo de líquido de frenos varía, existen varias gamas de ellos. Para nuestro vehículo utilizamos un DOT 3, pero se pueden ocupar un DOT 4 o un DOT 5 aunque este es un poco más caro por sus especificaciones.



*Figura 34. Líquido de frenos DOT 3 [23].*

Algunas especificaciones que varían los líquidos de freno son las características críticas de seguridad, entre las cuales se encuentran los puntos de ebullición en seco y en húmedo y la viscosidad, entre otros.

### **¿Cómo purgar los frenos?**

1. Colocarse un par de guante de látex, ya que el líquido de frenos es corrosivo y puede sufrir irritación las manos.
2. Destapar el depósito del cilindro maestro, que se encuentra en la parte delantera del vehículo.
3. Sacar el líquido viejo o sucio del depósito, con ayuda de una jeringa y limpiar el depósito.

4. Llenar el depósito con líquido de frenos DOT 3 hasta su máxima capacidad, sin ser regado.
5. Bombear el pedal de freno, alrededor de unas 20 veces.
6. Colocar una manguera de silicón, pecera o similar dentro del purgador.
7. Aflojar la válvula de purga con una llave de estrella (8 mm o 5/16 in) que se ajuste al tornillo de purga.
8. Bombear el pedal de freno, alrededor de unas 10 veces, hasta ver como el líquido de freno sale de sistema, y cerrar la válvula, siempre y cuando el pedal este presionado hasta el fondo, porque de lo contrario entrara aire en el sistema.
9. Tener en cuenta que por ningún motivo se debe de quedar sin líquido de frenos el depósito del cilindro maestro, porque se llenará de nuevo el sistema hidráulico con partículas de aire, y se tendrá que repetir todos los pasos.
10. Bombear el pedal de freno, alrededor de unas 5 veces, hasta ver como el líquido de freno sale de sistema, y cerrar la válvula. Este paso de hará las veces que sea necesaria, hasta ya no ver burbujas dentro de la manguera de silicón que se cocolo en el purgador.

### 6.4. Cálculos de la flecha trasera

Se determinó el diámetro mínimo de la flecha, mediante el siguiente proceso [24]:

Del engrane final de la caja de transmisión se tiene que:

$$w_r = -152.47 \text{ lb}$$

$$w_t = 376.101 \text{ lb}$$

Se realizó el análisis del diagrama de cuerpo libre para obtener las fuerzas de reacción en los cojinetes:

$$R_{Ay} = 76.235 \text{ lb}$$

$$R_{By} = 76.235 \text{ lb}$$

$$R_{Az} = 188.05 \text{ lb}$$

$$R_{Bz} = 188.05 \text{ lb}$$

Se combinaron los planos ortogonales como vectores para obtener momentos totales:

$$M = \sqrt{(228.705)^2 + (-564.15)^2} = 608.74$$

Se realizó el análisis en el punto donde cambia de diámetro la flecha, debido a que, en existe una concentración del esfuerzo en el hombro y hay un par de torsión presente, además, el momento flexionante es alto.

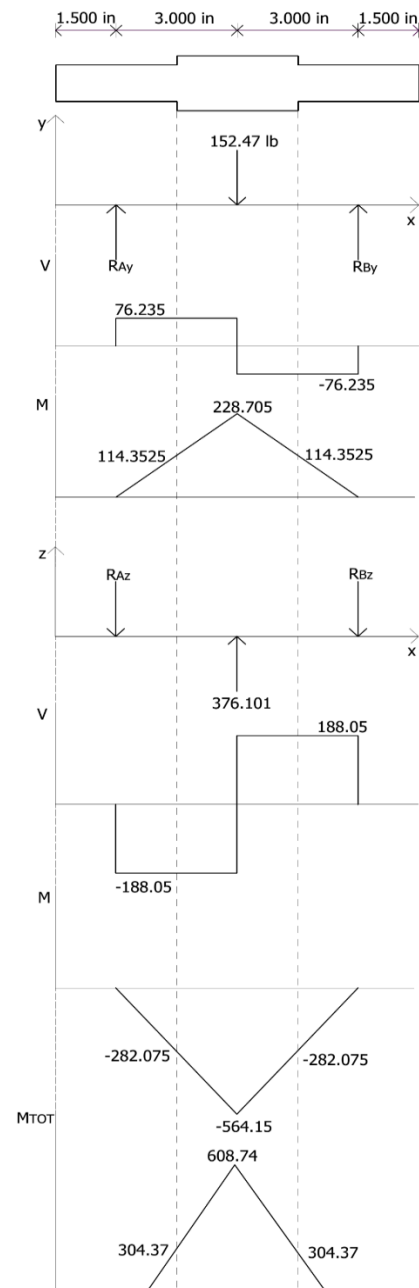


Figura 35. Diagramas de corte y de momento de la flecha final de la caja de transmisión.



$$T_m = w_t \left( \frac{d}{2} \right) = 376.101 \text{ lb} \left( \frac{8.965 \text{ in}}{2} \right) = 1685.873 \text{ lb} \cdot \text{in}$$

$$M_a = 304.37 \text{ lb} \cdot \text{in}$$

Dado que la flecha que se desea diseñar es sencilla y pequeña, se elige un filete de hombro bien redondeado, por lo que las concentraciones de esfuerzo serán:

- Concentración de esfuerzo de la flexión:

$$K_t = 1.7$$

- Concentración de esfuerzo de la torsión:

$$K_{ts} = 1.5$$

	Flexión	Torsión	Axial
Filete de hombro: agudo ( $r/d = 0.02$ )	2.7	2.2	3.0
Filete de hombro: bien redondeado ( $r/d = 0.1$ )	1.7	1.5	1.9
Cuñero fresado ( $r/d = 0.02$ )	2.2	3.0	—
Cuñero de patín o trapezoidal	1.7	—	—
Ranura para anillo de retención	5.0	3.0	5.0

Los valores faltantes en la tabla no pueden obtenerse con facilidad.

*Tabla 1. Estimaciones de primera iteración de los factores de concentración de esfuerzo  $K_t$  [24].*

La existencia de irregularidades como orificios ranuras o muescas incrementan los esfuerzos teóricos en la vecindad inmediata de la discontinuidad [24]. Con un radio de muesca de 0.1875 in, se determinaron las concentraciones de esfuerzo por fatiga, teniendo en cuenta que la flecha tendrá como material acero templado 4140, cuya resistencia a la tensión es:

$$S_{ut} = 257 \text{ kpsi}$$

1	2	3	4	5	6	7	8
AISI núm.	Tratamiento	Temperatura, °C (°F)	Resistencia a la tensión MPa (kpsi)	Resistencia a la fluencia, MPa (kpsi)	Elongación, %	Reducción del área, %	Dureza Brinell
4130	TyR*	205 (400)	1 630 (236)	1 460 (212)	10	41	467
	TyR*	315 (600)	1 500 (217)	1 380 (200)	11	43	435
	TyR*	425 (800)	1 280 (186)	1 190 (173)	13	49	380
	TyR*	540 (1 000)	1 030 (150)	910 (132)	17	57	315
	TyR*	650 (1 200)	814 (118)	703 (102)	22	64	245
	Normalizado	870 (1 600)	670 (97)	436 (63)	25	59	197
	Recocido	865 (1 585)	560 (81)	361 (52)	28	56	156
4140	TyR	205 (400)	1 770 (257)	1 640 (238)	8	38	510
	TyR	315 (600)	1 550 (225)	1 430 (208)	9	43	445
	TyR	425 (800)	1 250 (181)	1 140 (165)	13	49	370
	TyR	540 (1 000)	951 (138)	834 (121)	18	58	285
	TyR	650 (1 200)	758 (110)	655 (95)	22	63	230
	Normalizado	870 (1 600)	1 020 (148)	655 (95)	18	47	302
	Recocido	815 (1 500)	655 (95)	417 (61)	26	57	197
4340	TyR	315 (600)	1 720 (250)	1 590 (230)	10	40	486
	TyR	425 (800)	1 470 (213)	1 360 (198)	10	44	430
	TyR	540 (1 000)	1 170 (170)	1 080 (156)	13	51	360
	TyR	650 (1 200)	965 (140)	855 (124)	19	60	280

\*Templado en agua.

Tabla 2. Propiedades mecánicas medias de algunos aceros tratados térmicamente [24].

- Concentración del esfuerzo por fatiga de la flexión:

$$K_f = 1 + q(K_t - 1) = 1 + 0.94(1.7 - 1) = 1.658$$

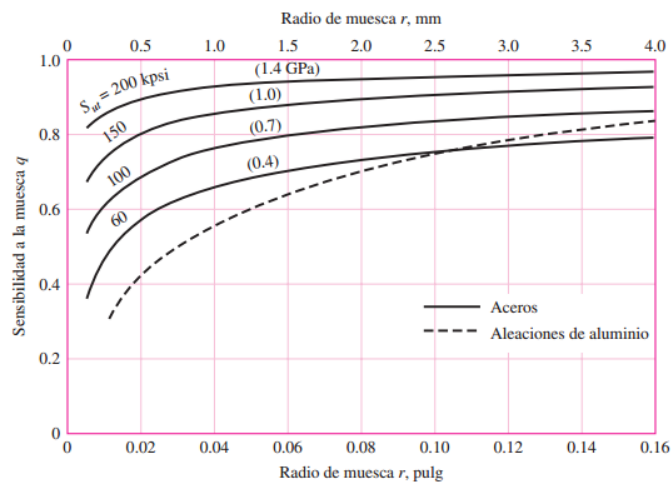


Figura 36. Sensibilidad a la muesca en el caso de aceros y aleaciones de aluminio [24].

- Concentración del esfuerzo por fatiga de la torsión:

$$K_{fs} = 1 + q_{cortante}(K_{ts} - 1) = 1 + 1(1.5 - 1) = 1.5$$

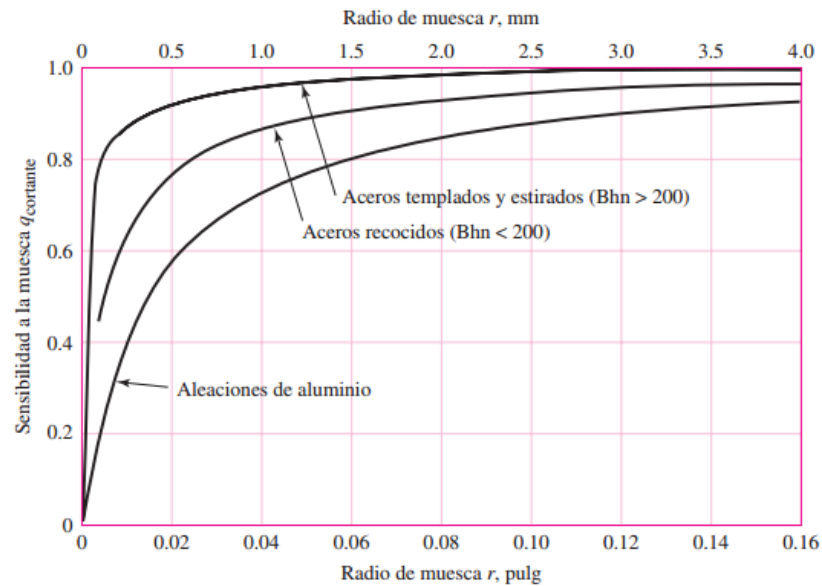


Figura 37. Sensibilidad a la muesca de materiales sometidos a torsión inversa [24].

Dado que la flecha será maquinada en frío, el factor de superficie es:

$$k_a = aS_{ut}^b = 2.7(257)^{-0.265} = 0.62$$

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	$S_{UT}$ kpsi	$S_{UT}$ MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

Tabla 3. Parámetros en el factor de la condición superficial de Marin [24].

Se supone un factor de tamaño:

$$k_b = 0.9$$

Debido a que existe flexión rotatoria el factor de carga es:

$$k_c = 1$$

Se utilizará la flecha a una temperatura ambiente, que es aproximadamente 20° C, por lo tanto, el factor de temperatura es:

$$k_d = \frac{S_T}{S_{RT}} = 1$$

Temperatura, °C	$S_T/S_{RT}$	Temperatura, °F	$S_T/S_{RT}$
20	1.000	70	1.000
50	1.010	100	1.008
100	1.020	200	1.020
150	1.025	300	1.024
200	1.020	400	1.018
250	1.000	500	0.995
300	0.975	600	0.963
350	0.943	700	0.927
400	0.900	800	0.872
450	0.843	900	0.797
500	0.768	1 000	0.698
550	0.672	1 100	0.567
600	0.549		

Tabla 4. Efecto de la temperatura de operación en la resistencia a la tensión del acero [24].

Con una confiabilidad del 99.999 %, se tiene que el factor de confiabilidad es:

$$k_e = 0.659$$

Confiabilidad, %	Variación de transformación $z_\alpha$	Factor de confiabilidad $k_e$
50	0	1.000
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.719	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

Tabla 5. Factores de confiabilidad  $K_e$  correspondientes a 8 desviaciones estándar porcentuales del límite de resistencia a la fatiga [24].

El límite de resistencia a la fatiga es:

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e S'_e = (0.62)(0.9)(1)(1)(0.659)(100 \text{ kpsi}) = 36772 \text{ psi}$$

$S'_e = 100 \text{ kpsi}$  debido a que  $S_{ut} > 200 \text{ kpsi}$

Para determinar el diámetro mínimo de la flecha se usa el criterio de ED-Goodman, debido a que, es un criterio bueno para el diseño inicial, puesto que es simple y conservador [24].

$$d = \left\{ \frac{16n}{\pi} \left( \frac{2(K_f M_a)}{S_e} + \frac{[3(K_{fs} T_m)^2]^{1/2}}{S_{ut}} \right) \right\}^{1/3}$$

$$d = \left\{ \frac{16(2)}{\pi} \left( \frac{2(1.658)(304.37)}{36772} + \frac{\{3[(1.5)(1685.873)]^2\}^{1/2}}{257000} \right) \right\}^{1/3} = 0.772 \text{ in}$$

## 6.5. Cálculo del sistema de frenos

### Calculo del sistema de frenos [7].

El trabajo desarrollado por la fuerza de frenado, hasta parar el vehículo, es igual a la energía absorbida.

$$T = F_f \cdot e = \frac{1}{2} m v^2$$

$$T = \frac{1}{2} (260 \text{ kg})(8.33 \text{ m/s})^2 = 9.020 \text{ kW}$$

Donde:

m: Es la masa del vehículo.

v: Es la velocidad promedio que alcanza el vehículo

La fuerza de frenada es la suma de las fuerzas de rozamientos, entre zapatas y tambores o entre pastillas y discos, dependiendo del tipo de freno. Las fuerzas de rozamientos son debidas a las fuerzas normales, que se aplican a las zapatas o pastillas, originadas en las fuentes de energías, muscular, por la acción del conductor, o a la presión del aire almacenado en unos calderines para tal fin. Cuando  $F_f$  es superior a la adherencia se origina su bloqueo.

Sabemos que el vehículo pesa 260 kg y alcanza una velocidad final de 30 km/hr

Para determinar la fuerza de frenado en un tramo de 10 metro realizamos los siguientes cálculos:

Sabemos que:

$$v_f^2 = v_i^2 + 2 (a)(d)$$

Donde

$v_f$  = Velocidad final

$v_i$  = Velocidad inicial

a = aceleración

d = distancia

$$0 = (8.33 \text{ m/s})^2 + 2 (a)(10\text{m})$$

$$-68.38 \text{ m}^2/\text{s}^2 = (a)(20\text{m})$$

$$a = \frac{-68.38 \text{ m}^2/\text{s}^2}{20 \text{ m}}$$

$$a = -3.47 \text{ m/s}^2$$

Donde la aceleración negativa indica que el vehículo desacelera

Fuerza de frenada  $F_f$

$$F_f = ma$$

$$F_f = (260 \text{ kg})(3.47 \text{ m/s}^2)$$

$$F_f = 902.2 \text{ N}$$

Se requiere una fuerza de frenado de 902.2 N

### **Eficiencia de Frenado [7]**

Se define como eficacia de frenado a la aceleración.

$$\frac{F_f}{P} = \mu = \frac{m \cdot d}{m \cdot g} = \frac{d}{g} \quad d = \mu \cdot g$$

El coeficiente de adherencia en el asfalto seco para neumáticos nuevos es  $\mu = 0.9$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$

$$d = 0.9 \times 10 \text{ m/s}^2$$

$$d = 9 \text{ m/s}^2$$

La distancia recorrida desde que actúa el freno hasta la parada es:

$$e = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot F_f} = \frac{P/g \cdot v^2}{2P \cdot \mu} = \frac{v^2}{2g\mu} = \frac{v^2}{2d}$$

$v$	Velocidad en el momento de la frenada
$\mu$	Adherencia
$d$	Deceleración

$$e = \frac{(8.33 \text{ m/s})^2}{2(9 \text{ m/s}^2)}$$

$$e = \frac{68.38 \text{ m}^2/\text{s}^2}{(18 \text{ m/s}^2)} = 3.79 \text{ m}$$

Los frenos del vehículo se consideran óptimos cuando la deceleración máxima generada por los mismos supera el valor de 0.6 g, y las deficientes cuando no alcanza 0.4 g.

### Termología en el frenado [7]

$m$	Masa total del vehículo
$m_1$	Masa que corresponde al eje delantero
$m_2$	Masa que corresponde al eje trasero
$g$	Aceleración de la gravedad
$P = m \cdot g = P_1 + P_2$	Peso total
$P_1 = m_1 \cdot g$	Peso normal sobre eje delantero
$P_2 = m_2 \cdot g$	Peso normal sobre eje trasero



## Transferencia de carga durante el frenado [7].

De la figura se deduce:

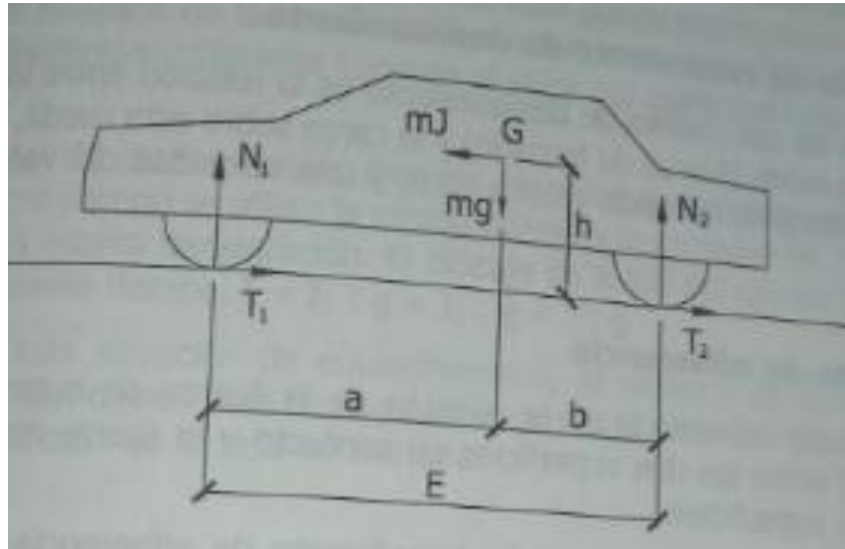


Figura 38. Cargas de vehículo estático.

$$P = m \cdot g \quad P_1 = \frac{m \cdot g \cdot b}{E} \quad P_2 = \frac{m \cdot g \cdot a}{E}$$

### Peso normal sobre eje delantero

$$P_1 = \frac{270 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 2.54 \text{ m}}{14.73 \text{ m}}$$

$$P_1 = 465 \text{ N}$$

### Peso normal sobre eje trasero

$$P_2 = \frac{270 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 12.19 \text{ m}}{14.73 \text{ m}}$$

$$P_2 = 2234 \text{ N}$$

## 7. Resultados

### 7.1. Aprobación de la prueba de frenado



Figura 39. Prueba que exigía el amarre de las cuatro ruedas con el accionamiento del pedal.

Car Overall	University	Costs	Sales		Dynamic Events Score							Laps	Endurance Event	penalties	total
			Scor	Total	Acceleration	Hill Climb	Maneuverability	Rock Crawl	Suspension	Mud Bath					
1	Universidad De La Salle Bajío	100	35	127	75.0	75.0	0.0	65.3	75.0	51.4	35	400	15	989	
16	ITESM Querétaro	100	32	92	74.3	62.7	69.6	39.4	74.2	46.2	26	294	0	885	
2	Universidad De La Salle Bajío	100	29.5	102	64.5	57.3	0.0	38.3	43.1	51.4	34	388	30	844	
5	Universidad De La Salle México	90	42.5	136	87.9	66.5	60.2	57.4	69.3	56.6	18	200	20	826	
3	ITESM Toluca	25	36	125	65.3	60.7	75.0	40.2	74.8	43.6	22	247	15	778	
8	Universidad Autónoma del Estado de México	25	37	66	64.5	64.2	23.0	41.0	74.0	47.0	30	341	10	773	
19	ITESM Saltillo	0	33	35	63.7	63.0	51.6	81.6	56.3	75.0	32	365	35	769	
24	ESIA Tlaxepantla	0	0	106	59.8	48.8	0.0	60.3	43.0	48.8	32	365	0	731	
17	Instituto Tecnológico de Querétaro	60	34.5	84	23.4	24.8	55.0	60.3	0.0	52.3	26	294	0	688	
20	ITESM Querétaro	25	20.8	71	66.8	53.5	0.0	75.0	18.0	34.8	20	224	0	588	
9	CEDIG	0	35	52	36.7	12.2	0.0	60.3	11.5	48.8	26	294	10	541	
12	Universidad Nacional Autónoma de México	50	38	91	37.6	0.0	0.0	29.8	0.0	43.6	16	176	0	466	
11	Universidad Anáhuac Norte	0	31.5	64	50.3	51.0	0.0	27.4	21.0	32.2	14	153	0	430	
6	UPAEP	25	43	52	54.3	48.3	22.6	56.8	0.0	34.0	9	94	0	430	
23	IPN UPIIG	0	22.5	71	0.0	0.0	34.1	14.2	15.8	40.9	17	188	0	387	
21	CEDVA Querétaro	0	24	0	52.7	42.7	0.0	17.7	0.0	36.6	19	212	20	366	
15	Instituto Tecnológico de Toluca	15	22.5	46	0.0	0.0	0.0	17.4	0.0	5.2	20	224	0	330	
10	CEDIG	0	45.5	52	51.2	43.0	0.0	41.3	69.0	47.0	0	0	20	329	
25	IT Aguascalientes	0	5	73	24.2	0.0	0.0	28.3	0.0	45.3	12	129	0	305	
22	CEDVA Morelia	0	0	0	52.0	45.9	0.0	18.6	0.0	0.0	15	165	0	281	
13	ESIME Culhuacán	15	21.5	74	51.9	44.0	0.0	0.0	0.0	21.8	2	12	0	240	
4	IPN UPHITA	25	38.5	130	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4	35	0	229	
26	UAM	25	19	5	26.6	0.0	0.0	22.5	0.0	44.4	2	12	0	154	
14	Univer Milenium	0	16	5	0.0	0.0	22.1	36.3	0.0	26.1	1	0	20	86	
18	UP Tapachula	0	15	32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	47	
7	Universidad De La Salle México	0	0	15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	15	
27	UP Aguascalientes	0	0	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	20	-15	
195	ITESM CCM	0	0	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	20	-15	

Figura 40. Posición general en la competencia Baja SAE México 2017.

### 7.2. Cost report

Se realizó la cotización de cada uno de los componentes que forman parte del sistema de masas no suspendidas ya que el reglamento lo marca como requisito para participar en la competencia.

### 7.2.1. Brakes

Line	1
Category	Brake Lines
Description	Front and rear lines
Purchased or Fabricated	Purchased
Vendor	AGS AND ID CARID
Quantity	1
Material cost	\$171.32
Labor Cost	\$6.23
Extended Material Cost	\$171.32
Extended Labor cost	\$6.23
Extended Total	\$177.55

Tabla 6. Cotización general de las líneas de freno, Brakes A, Line 1. Cost Report.

Brakes Subsystem Form B									
Line	1		on Brakes Subsystem Form A						
Description:	Front and rear lines								
	Part Name	Material	Density	Unit	Amount	Weight	\$/Unit	Cost	
1	Steel brake lines tubing coil	AGS		Qty	1	0.00	\$20.20	\$20.20	
2	Stainless steel brake line	ID CARID		Qty	4	0.00	\$37.78	\$151.12	
							Subtotal :	\$171.32	
Labor:									
	Manufacturing Process		Amount	Unit			\$/Unit	Cost	
3	Tube cut		1.00	in			\$0.40	\$0.40	
4	Countersink		0.17	hours			\$35.00	\$5.83	
							<b>Material Total</b>	<b>\$171.32</b>	
							Labor Total	\$6.23	
<b>To Form A</b>	Line	1	Subassembly Total						\$177.55

Tabla 7. Cotización detallada de las líneas de freno, Brakes B, Line 1. Cost Report.

### 7.2.1.1. Steel brake lines tubing coil



Figura 41. Cotización de tubería de frenos. Brakes B, Line 1, Item 1.

### 7.2.1.2. Stainless steel brake line

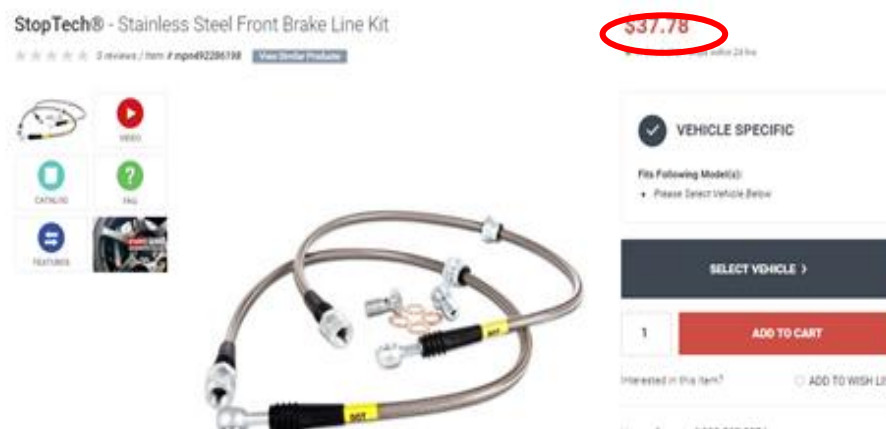


Figura 42. Cotización de la conexión 3/16 tipo tuerca. Brakes B, Line 7, Item 4.

<b>Line</b>	<b>2</b>
<b>Category</b>	Master Cylinder
<b>Description</b>	VW Beetle master cylinder
<b>Purchased or Fabricated</b>	Purchased
<b>Vendor</b>	ID CARID
<b>Quantity</b>	2
<b>Material Cost</b>	\$31.74
<b>Labor Cost</b>	\$6.92
<b>Extended Material Cost</b>	\$63.48
<b>Extended Labor cost</b>	\$13.84
<b>Extended Total</b>	\$77.31

Tabla 8. Cotización general de los cilindros maestros, Brakes A, Line 2. Cost Report.

<b>Line</b>	<b>2</b>	<b>on Brakes Subsystem Form A</b>						
<b>Description:</b>	VW Beetle master cylinder							
<b>Material:</b>								
	<b>Part Name</b>	<b>Material</b>	<b>Density</b>	<b>Unit</b>	<b>Amount</b>	<b>Weight</b>	<b>\$/Unit</b>	<b>Cost</b>
1	Master cylinder	Cardone Select		Qty	1	0.00	\$19.10	\$19.10
2	Sensor	Original Equipament		Qty	1	0.00	\$3.92	\$3.92
3	Master cylinder plug	CB Performance		Qty	1	0.00	\$4.95	\$4.95
4	Plate	Steel	0.284	in^3	4.825	1.37	\$2.00	\$2.74
5	PTR	Steel	0.284	in^3	1.81	0.51	\$2.00	\$1.03
							Subtotal:	\$31.74
	Labor:							
	<b>Manufacturing Process</b>		<b>Amount</b>	<b>Unit</b>	<b>\$/Unit</b>		<b>Cost</b>	
6	Cuts		0.07	hours	\$35.00		2.33	
7	Drilled holes		2.00	holes	\$0.35		0.70	
8	Welds		11.10	in	\$0.35		3.89	
							Subtotal:	6.92
							Material Total	31.74
							Labor Total	6.92
				To Form A	Line 2		Subassembly Total	38.66

Tabla 9. Cotización detallada de los cilindros maestros, Brakes B, Line 2. Cost Report.

### 7.2.1.3. Master cylinder

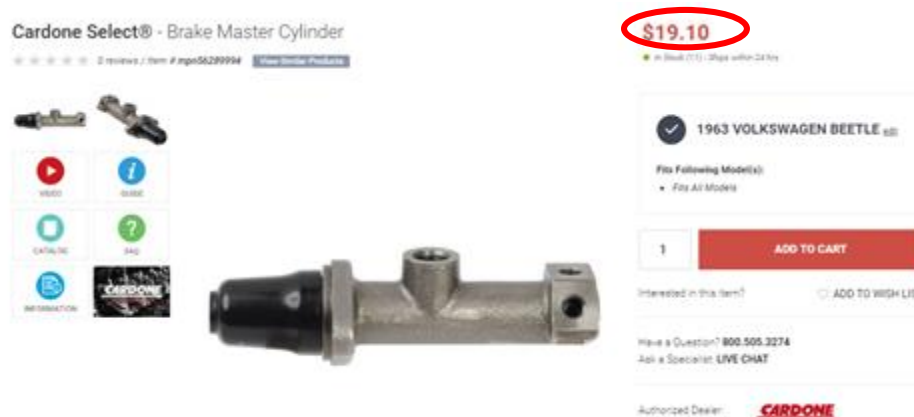


Figura 43. Cotización de cilindro maestro de VW. Brakes B, Line 2, Item 1.

### 7.2.1.4. Sensor



Figura 44. Cotización de sensor de VW. Brakes B, Line 2, Item 2.

### 7.2.1.5. Master cylinder plug

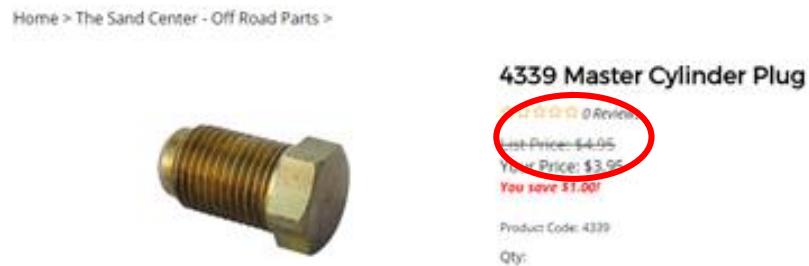


Figura 45. Cotización del tapón para cilindro maestro. Brakes B, Line 2, Item 3

Line	<b>3</b>
Category	Remote reservoir
Description	VW Beetle remote reservoir
Purchased or Fabricated	Purchased
Vendor	JBugs
Quantity	1
Material Cost	\$162.57
Labor Cost	\$2.20
Extended Material Cost	\$162.57
Extended Labor cost	\$2.20
Extended Total	\$164.77

Tabla 10. Cotización general de los depósitos de líquido de frenos, Brakes A, Line 3. Cost Report.

Line	3	on Brakes Subsystem Form A						
Description:	VW Beetle remote reservoir							
Material:								
	Part Name	Material	Density	Unit	Amount	Weight	\$/Unit	Cost
1	Brake Reservoir	J Bugs		Qty	21	0.00	\$6.95	\$145.95
2	Brake hose, Reservoir to master cylinder	J Bugs		Qty	2	0.00	\$7.95	\$15.90
3	Steel Sheet	Steel	0.284	in^3	1.2725	0.36	\$2.00	\$0.72
							Subtotal	\$162.57
Labor:								
	Manufacturing Process		Amount	Unit		\$/Unit	Cost	
4	Drilled holes		4.00	holes		\$0.35	\$1.40	
5	Welds		1.00	in		\$0.35	\$0.35	
6	Bend		1.00	hours		\$0.05	\$0.05	
7	Sheet metal shearing		2.00	cut		\$0.20	\$0.40	
							Material Total	162.57
							Labor Total	2.20
			To Form A	Line	3	Subassembly Total		164.77

Tabla 11. Cotización detallada de los depósitos de líquido de frenos, Brakes B, Line 3. Cost Report.

### 7.2.1.6. Brake Reservoir

VW Beetle Brake / VW Bug Brake Ho / VW Brake Reservoir w/Cap, Each, Bug/Ghia 1960-66



**VW Brake Reservoir w/Cap, Each, Bug/Ghia 1960-66**  
Part Number: 113611301G

**Price: \$6.95**

★★★★★

2 reviews

Quantity: 1

**ADD TO CART**

Add To Wish List

Figura 46. Cotización del depósito de líquido de frenos. Brakes B, Line 3, Item 1.

### 7.2.1.7. Brake hose, Reservoir to master cylinder

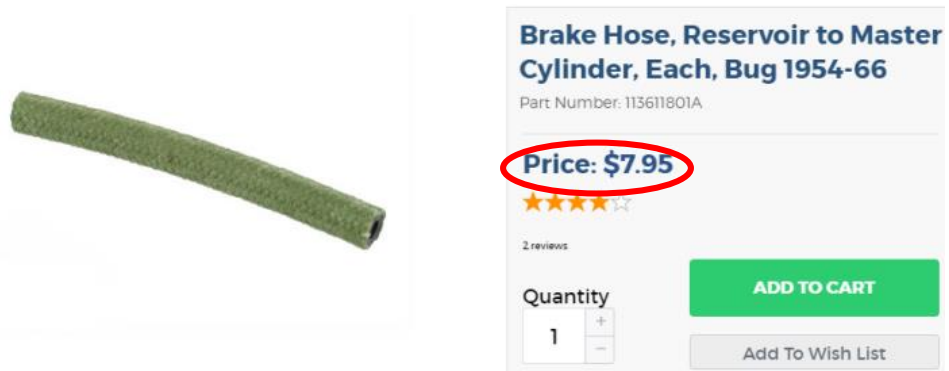


Figura 47. Cotización la manguera que conecta el depósito de líquido de frenos al cilindro maestro. Brakes B, Line 3, Item 2.

Line	4
Category	Bias bar
Description	Brake bias bar
Purchased or Fabricated	Fabricated
Vendor	Fabricated
Quantity	1
Material Cost	\$11.91
Labor Cost	\$11.94
Extended Material Cost	\$11.91
Extended Labor cost	\$11.94
Extended Total	\$23.85

Tabla 12. Cotización general de las conexiones del pedal - Cilindros maestros, Brakes A, Line 4. Cost Report.



Line	4	on Brakes Subsystem Form A						
Description:	Brake bias							
Material:								
	<b>Part Name</b>	<b>Material</b>	<b>Density</b>	<b>Unit</b>	<b>Amount</b>	<b>Weight</b>	<b>\$/Unit</b>	<b>Cost</b>
1	Plate	Steel	0.284	in^3	2.5	0.71	\$2.00	\$1.42
2	Bar	Steel	0.284	in^3	2.375	0.67	\$2.00	\$1.35
3	Push rod	ID carid		Qty	2	0.00	\$4.57	\$9.14
							Subtotal:	\$11.91
Labor:								
	<b>Manufacturing Process</b>	<b>Amount</b>		<b>Unit</b>	<b>\$/Unit</b>		<b>Cost</b>	
4	Facing Bar (CNC)	0.04		hours	\$ 70.00		2.80	
5	Turning Bar (CNC)	0.06		hours	\$ 70.00		4.20	
6	Cuts (Plate and push rod)	0.07		hours	\$ 35.00		2.33	
7	Drilled holes	4.00		holes	\$ 0.35		1.40	
8	Welds (push rod and plate)	3.46		in	\$ 0.35		1.21	
							Subtotal:	11.94
							Material Total	11.91
							Labor Total	11.94
				To Form A	Line 4		Subassembly Total	23.85

Tabla 13. Cotización detallada de las conexiones del pedal - Cilindros maestros, Brakes B, Line 4. Cost Report.

### 7.2.1.8. Push rod

Howe Racing Enterprises® - Master Cylinder Old Style Push Rod


★★★★★ 0 reviews / Item # mpn358587921 [View Similar Products](#)

**\$4.57** In Stock (1) - Ships Tomorrow 10:30:17

**CATALOG**

**INFORMATION** **MADE IN USA**

**HOWE**



**UNIVERSAL FIT**

**Fitment Notes:**

- Not Vehicle Specific

1 **ADD TO CART**

Interested in this item? [ADD TO WISH LIST](#)

Have a Question? 800.505.3274  
Ask a Specialist: [LIVE CHAT](#)

Figura 48. Cotización del tornillo para vástago. Brakes B, Line 4, Item 3.

Line	5
Category	Brake Pedal
Description	Brake or clutch pedal
Purchased or Fabricated	Purchased
Vendor	Jegs
Quantity	1
Material Cost	\$77.63
Labor Cost	\$5.69
Extended Material Cost	\$77.63
Extended Labor cost	\$5.69
Extended Total	\$83.33

Tabla 14. Cotización general del pedal de freno, Brakes A, Line 5. Cost Report.

Line	5	on Brakes Subsystem Form A						
Description:	Brake or clutch pedal							
Material:								
	<b>Part Name</b>	<b>Material</b>	<b>Density</b>	<b>Unit</b>	<b>Amount</b>	<b>Weight</b>	<b>\$/Unit</b>	<b>Cost</b>
1	Plate	Steel	0.284	in^3	1.325	0.38	\$2.00	\$0.75
2	Pedal	Jegs		Qty	1	0.00	\$76.88	\$76.88
3						0.00		\$0.00
							Subtotal:	\$77.63
Labor:								
	<b>Manufacturing Process</b>		<b>Amount</b>	<b>Unit</b>		<b>\$/Unit</b>		<b>Cost</b>
4	Drilled holes		2.00	holes		\$ 0.35		\$0.70
5	Welds		7.60	in		\$ 0.35		\$2.66
6	Steel plate Cuts		0.07	hours		\$ 35.00		\$2.33
							Subtotal:	5.69
							Material Total	77.63
							Labor Total	5.69
				To Form A	Line 5		Subassembly Total	83.33

Tabla 15. Cotización detallada del pedal de freno, Brakes B, Line 5. Cost Report.

### 7.2.1.9. Pedal

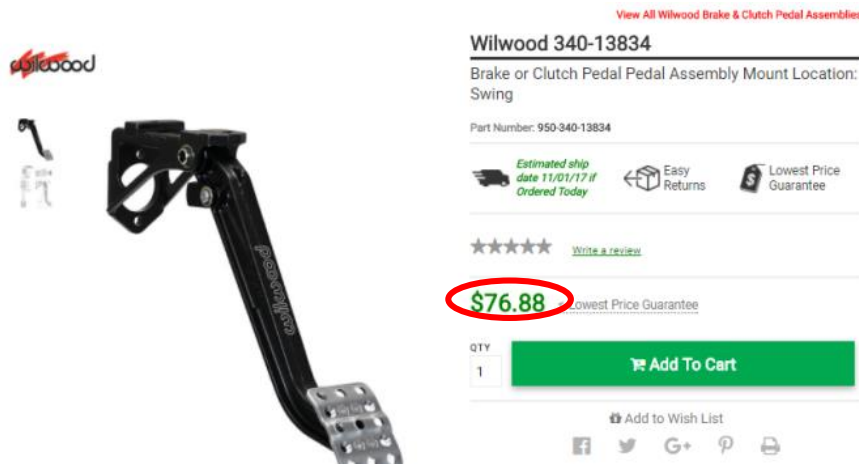


Figura 49. Cotización del pedal de frenos. Brakes B, Line 5, Item 2.

Line	6
Category	Brake Rotor
Description	Brake disc
Purchased or Fabricated	Purchased
Vendor	Polaris and yamaha parts
Quantity	2
Material Cost	\$180.90
Labor Cost	\$0.00
Extended Material Cost	\$361.80
Extended Labor cost	\$0.00
Extended Total	\$361.80

Tabla 16. Cotización general de los discos de freno, Brakes A, Line 6. Cost Report.

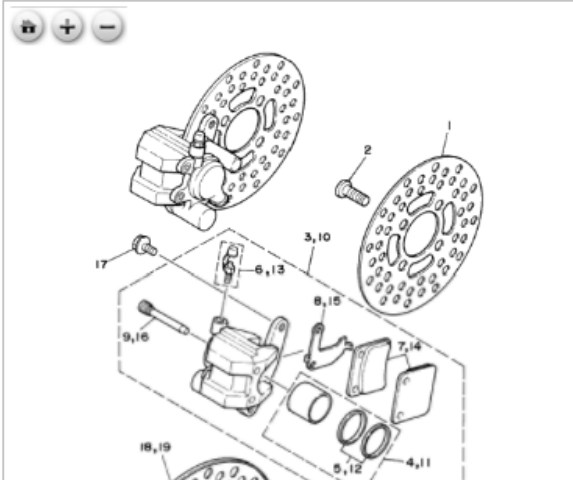
Line	6	on Brakes Subsystem Form A						
Description:		Brake disc						
Material:								
	Part Name	Material	Density	Unit	Amount	Weight	\$/Unit	Cost
1	Front brake disc (Yamaha Warrior 350)	Yamaha parts		Qty	1	0.00	\$114.11	\$114.11
2	Rear brake disc (Polaris Sportsman 500 HO)	Polaris		Qty	1	0.00	\$66.79	\$66.79
							Subtotal	\$180.90
							Material Total	180.90
							Labor Total	0.00
				To Form A	Line	6	Subassembly Total	180.90

Tabla 17. Cotización detallada de los discos de freno, Brakes B, Line 6. Cost Report.

### 7.2.1.10. Front brake disc (Yamaha Warrior 350cc)

#### 2003 Yamaha WARRIOR (YFM350XR) Front Brake Caliper

[CHANGE ASSEMBLY](#)



#### Front Brake Caliper

Ref#	Part	Price	Qty	
1	Disc, Brake (Left) 3GD-2582T-00-00 3GD-2582T-10-00	\$114.11	2	ADD
2	Screw 90149-08268-00 90109-08087-00	\$5.67	8	ADD
3	Caliper Assy (Left) 5LP-2580T-00-00	\$239.32	1	ADD
4	. . .Piston Assy, Caliper 3GD-W0057-00-00	\$36.51	1	ADD
5	. . . .Caliper Seal Kit 3GD-W0047-00-00	\$9.89	1	ADD
6	. . .Bleed Screw Kit 44Y-W0048-50-00 36Y-W0048-00-00	\$6.75	1	ADD
7	. . .Brake Pad Kit 5LP-W0045-00-00	\$29.74	1	ADD

Figura 50. Cotización del disco de frenos. Brakes B, Line 6, Item 1.

### 7.2.1.11. Rear brake disc (Polaris Sportsman 500cc HO)

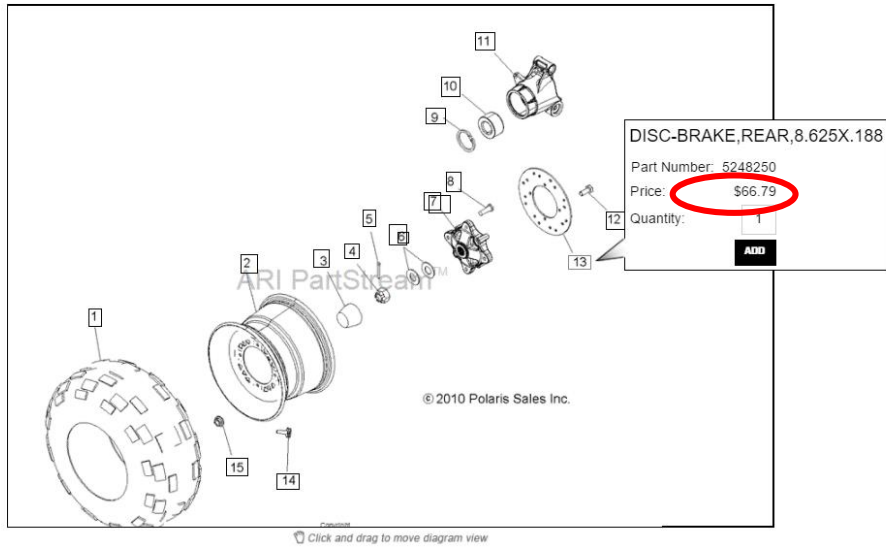


Figura 51. Cotización del disco de frenos. Brakes B, Line 6, Item 2.

Line	7
Category	Brake Calipers
Description	Dual piston caliper
Purchased or Fabricated	Purchased
Vendor	OEM dirt bike parts
Quantity	4
Material Cost	\$92.74
Labor Cost	\$11.94
Extended Material Cost	\$370.96
Extended Labor cost	\$47.74
Extended Total	\$418.70

Tabla 18. Cotización general de los calipers de freno, Brakes A, Line 7. Cost Report.

Item	Line	7	on Brakes Subsystem Form A					
	Description:	Double piston caliper						
	Material:							
	Part Name	Material	Density	Unit	Amount	Weight	\$/Unit	Cost
1	Caliper	OEM Dirt bike parts		Qty	1	0.00	\$89.90	\$89.90
2	Caliper plate	Steel	0.284	in^3	5	1.42	\$2.00	\$2.84
							Subtotal:	\$92.74
	Labor:							
	Manufacturing Process		Amount		Unit		\$/Unit	Cost
3	Milling		0.13		hours		\$70.00	8.75
4	Drilled holes		4.00		holes		\$0.35	1.40
5	Tapping holes		4.00		holes		\$0.35	1.40
6	Welds		1.10		in		\$0.35	0.39
							Subtotal:	11.94
							Material Total	92.74
							Labor Total	11.94
			To Form A	Line	7		Subassembly Total	104.6

Tabla 19. Cotización detallada de los calipers de freno, Brakes B, Line 7. Cost Report.

### 7.2.1.12. Caliper

OEM Dirt Bike Parts Home > Used dirt bike parts >

CRF230F FRONT BRAKE CALIPER OEM 03 04 05 06 07 08 09 13 14 15 16 CRF150F CRF 150 230



OEM Dirt Bike Parts Price **\$89.90**

UPDATE PRICE C

Dirtbike Part Availability: Changes Daily

Genuine Stock Part for sale: CRF230-BRAKE-CALIPER-FRONT

CHOOSE YOUR OPTIONS:

OEM part assembly new

NEW Genuine Parts: [Add \$150.00]

Figura 52. Cotización del caliper de frenos. Brakes B, Line 7, Item 1.

Line	<b>8</b>
Category	Brake Fittings
Description	Union and nut fitting
Purchased or Fabricated	Purchased
Vendor	Advance Auto parts
Quantity	1
Material Cost	\$90.89
Labor Cost	\$0.00
Extended Material Cost	\$90.89
Extended Labor cost	\$0.00
Extended Total	\$90.89

Tabla 20. Cotización general de conexiones de freno, Brakes A, Line 8. Cost Report.

Line	8	on Brakes Subsystem Form A					
Description:	Union and nut fitting						
Material:							
Part Name	Material	Density	Unit	Amount	Weight	\$/Unit	Cost
<b>Compression fitting-Union 3/16 in.</b>	Dorman-Autograde		Qty	1	0.00	\$3.99	\$3.99
<b>Brass brake line union 3/16" (3/8-24 inverted)</b>	American Grease Stick Co		Qty	2	0.00	\$3.49	\$6.98
<b>Steel tube nut 3/16" inverted long</b>	American Grease Stick Co		Qty	4	0.00	\$9.99	\$39.96
<b>Steel tube nut 3/16" inverted</b>	American Grease Stick Co		Qty	4	0.00	\$9.99	\$39.96
					Subtotal:		\$90.89
					Material Total		90.89
					Labor Total		0.00
		To Form A	Line	8	Subassembly Total		90.89

Tabla 21. Cotización detallada de las conexiones de freno, Brakes B, Line 8. Cost Report.

### 7.2.1.13. Compression fitting-Union-3/16 in.



Figura 53. Cotización de la conexión unión asiento 3/16. Brakes B, Line 7, Item 1.

### 7.2.1.14. Brass brake line union 3/16" (3/8-24 inverted)

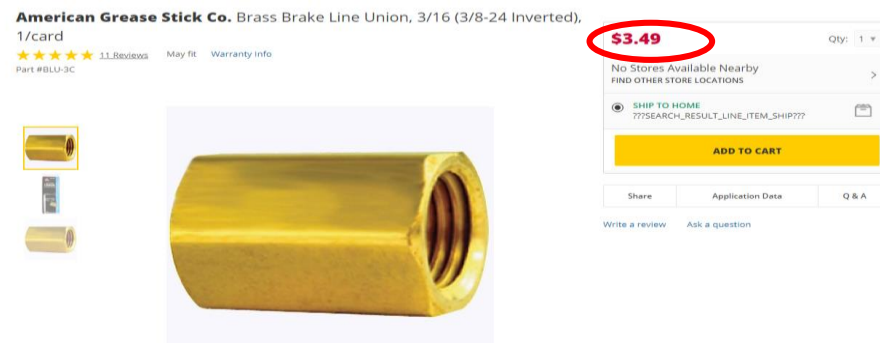


Figura 54. Cotización de la conexión 3/16 tipo unión hembra - hembra. Brakes B, Line 7, Item 2.



### 7.2.1.15. Steel tube nut 3/16" inverted long

**American Grease Stick Co.** Steel tube nut - 5 per card - 3/16 in. (3/8-24)  
 Inverted Long  
 ★★★★★ [3 Reviews](#) [May fit](#) [Warranty info](#)  
 Part #BLF-10C-5



**\$9.99** Qty: 1 ▾

No Stores Available Nearby  
 FIND OTHER STORE LOCATIONS >

SHIP TO HOME  
 ???SEARCH\_RESULT\_LINE\_ITEM\_SHIP???

**ADD TO CART**


Share Application Data Q & A

[Write a review](#) [Ask a question](#)

Figura 55. Cotización de la conexión 3/16 larga tipo tuerca.. Brakes B, Line 7, Item 3.

### 7.2.1.16. Steel tube nut 3/16" inverted

**American Grease Stick Co.** Steel tube nut - 5 per card - 3/16 in. (3/8-24)  
 Inverted  
 ★★★★★ [3 Reviews](#) [May fit](#) [Warranty info](#)  
 Part #BLF-12C-5



**\$9.99** Qty: 1 ▾

No Stores Available Nearby  
 FIND OTHER STORE LOCATIONS >

SHIP TO HOME  
 ???SEARCH\_RESULT\_LINE\_ITEM\_SHIP???

**ADD TO CART**

Share Application Data Q & A

[Write a review](#) [Ask a question](#)

Figura 56. Cotización de la conexión 3/16 tipo tuerca. Brakes B, Line 7, Item 4.

Line	<b>9</b>
Category	Brake Fluid
Description	DOT 3 brake fluid
Purchased or Fabricated	Purchased
Vendor	AUTOZONE
Quantity	1
Material Cost	\$6.69
Labor Cost	\$0.00
Extended Material Cost	\$6.69
Extended Labor cost	\$0.00
Extended Total	\$6.69

Tabla 22. Cotización general del líquido de freno, Brakes A, Line 9. Cost Report

### 7.2.1.17. Brake Fluid

#### AutoZone Brake Fluid



Part Number: AB32  
 Alternate Part Number: 89001  
 Pick Up In Store: **In Stock**  
 Ship To Home: **Not Available**

This item cannot be shipped to any US State, US Territory or US Military address.

Price: **\$6.69**

**ADD TO CART**

Start earning AutoZone Rewards credits with this purchase!  
[Find Out How](#)

Hot Deals & Savings

**FREE Shipping**  
 On orders \$35 or Greater and FREE Shipping to APO, FPO, DPO addresses. [See Details](#)

Figura 57. Cotización del líquido de frenos. Brakes B, Line 8

### 7.2.2. Suspension

Line	7
Category	Other
Description	Carrier bearing, Wheel (mach)
Purchased or Fabricated	Purchased
Vendor	Polaris
Quantity	2
Material Cost	\$79.99
Labor Cost	\$0.00
Extended Material Cost	\$159.98
Extended Labor cost	\$0.00
Extended Total	\$159.98

Tabla 23. Cotización general de la maza de junta homocinética, Suspension A, Line 7. Cost Report.

### 7.2.2.1. Carrier bearing, Wheel (mach)

© 2010 Polaris Sa

Click and drag to move diagram view

Tag	Part #	Description	Price	Qty
1	5135563	CARRIER-BEARING,WHEEL(MACH)	\$79.99	2 <input type="button" value="ADD"/>
2	5632291	BUSHING-BRNG,CARRIER,PM,7/16	\$21.79	4 <input type="button" value="ADD"/>
3	5438902	BUSHING-CONTROL,LOWER,BLK(10)	\$8.49	8 <input type="button" value="ADD"/>

Price summary:

Price
\$79.99
\$21.79

Figura 58. Cotización de la maza de la junta homocinética. Suspensión B, Line 7.

### 7.2.3. Steering

Line	1
Category	Hub
Description	Front and rear hubs
Purchased or Fabricated	Purchased
Vendor	Polaris and Yamaha parts
Quantity	2
Material Cost	\$354.63
Labor Cost	\$0.00
Extended Material Cost	\$709.26
Extended Labor cost	\$0.00
Extended Total	\$709.26

Tabla 24. Cotización general de las mazas, Steering A, Line 1. Cost Report.

Line	1	on Steering Subsystem Form A						
Description:	Knuckle left and right							
Material:								
	Part Name	Material	Density	Unit	Amount	Weight	\$/Unit	Cost
1	Front Hub	Yamaha part		Qty	1	0.00	\$178.58	\$178.58
2	Spacer bearing	Yamaha part		Qty	1	0.00	\$13.63	\$13.63
3	Bearing UR NIHONSEIKO	Yamaha part		Qty	1	0.00	\$19.29	\$19.29
4	Bearing UR NTN	Yamaha part		Qty	1	0.00	\$19.29	\$19.29
5	Bearing	Yamaha part		Qty	1	0.00	\$19.97	\$19.97
6	Oil seal	Yamaha part		Qty	1	0.00	\$9.07	\$9.07
7	Oil seal	Yamaha part		Qty	1	0.00	\$6.66	\$6.66
8	Collar	Yamaha part		Qty	1	0.00	\$6.15	\$6.15
9	Rear hub	Polaris Sportsman 500 HO		Qty	1	0.00	\$81.99	\$81.99
							Subtotal:	\$354.63
							Material Total	354.63
							Labor Total	0.00
			To Form A	Line	1		Subassembly Total	354.63

Tabla 25. Cotización detallada de las mazas, Steering B, Line 1. Cost Report.

### 7.2.3.1. Front hub

013 Yamaha Motor Corporation, U.S.A. All rights reserved

2	Tire (At22x7-10 Kl701) DUNLOP 94107-102Y4-00			
3	Valve, Rim (Tr413) TAIHEIYO 93900-00022-00 93900-00030-00	\$9.35	1	ADD
4	Wheel Comp AMS 20X-26480-40-4M 20X-25180-12-YY	\$206.45	1	ADD
5	Tire (At22x7-10 Kl701) DUNLOP 94107-102Y4-00			\$5.74 4
6	Valve, Rim (Tr413) TAIHEIYO 93900-00022-00 93900-00030-00	\$9.35	1	ADD
7	Hub, Front 3GD-25111-01-00	\$178.58	1	ADD
8	. Bolt, Serration 90114-10007-00	\$5.74	4	ADD
9	Spacer, Bearing 1UY-25117-00-00	\$13.63	1	ADD
10	Bearing UR NIHONSEIKO 93306-00438-00	\$19.29	1	ADD
10	Bearing UR NTN 93306-00406-00 93306-00438-00	\$19.29	1	ADD
11	Bearing 93306-20227-00 93306-20204-00	\$19.97	1	ADD
12	Oil Seal 93105-26026-00	\$9.07	1	ADD
13	Oil Seal 93102-22216-00	\$6.66	1	ADD
14	Nut, Flange 95707-10500-00	\$1.76	8	ADD
15	Washer, Plain 92907-10200-00	\$3.19	8	ADD
16	Collar 90387-150R1-00	\$6.15	2	ADD
17	Washer, Plate 90201-44586-00 90201-14220-00	\$5.11	2	ADD
18	Nut, Castle 90474-44020-00 90171-14056-00	\$6.24	2	ADD
19	Pin, Cotter 56.14		2	ADD

Figura 59. Cotización de la maza delantera. Steering B, Line 1, Item 1-8.

### 7.2.3.2. Rear hub

ARI PartStream

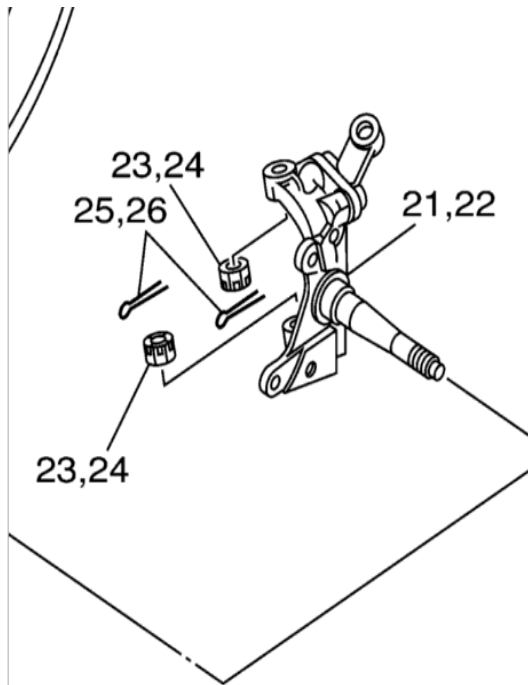
© 2010 Polaris Sales Inc.

Figura 60. Cotización de la maza trasera. Steering B, Line 1, Item 9.

Line	5
Category	Knuckle
Description	Knuckle Yamaha warrior 350 (includes Steering Arm)
Purchased or Fabricated	Purchased
Vendor	Yamaha Parts
Quantity	2
Material Cost	\$213.42
Labor Cost	\$0.00
Extended Material Cost	\$426.84
Extended Labor cost	\$0.00
Extended Total	\$426.84

Tabla 26. Cotización general de la mangueta, Steering A, Line 5. Cost Report.

### 7.2.3.3. Knuckle



15	Washer, Plain 92907-10200-00	\$3.19	8	ADD
16	Collar 90387-150R1-00	\$6.15	2	ADD
17	Washer, Plate 90204-14586-00 90201-14220-00	\$5.11	2	ADD
18	Nut, Castle 90474-14920-00 90171-14056-00	\$6.24	2	ADD
19	Pin, Cotter 91401-30025-00	\$6.14	2	ADD
20	Cover, Plate 3GD-25127-10-00	\$27.27	2	ADD
21	Steering Knuckle Assy (Left) 3GD-23501-00-00 3GD-23501-10-00	\$213.42	1	ADD
22	Steering Knuckle Assy (Right) 3GD-23502-00-00 3GD-23502-10-00	\$213.42	1	ADD
23	Nut, Castle 90474-10046-00 90171-10001-00	\$4.14	2	ADD
24	Nut, Castle 90474-10046-00 90171-10001-00	\$4.14	2	ADD

Figura 61. Cotización de la mangueta. Steering A, Line 5.

### 7.2.4. Drive

Line	<b>3</b>
Category	Other
Description	Splined shaft
Purchased or Fabricated	Fabricated
Vendor	Fabricated
Quantity	2
Material Cost	\$15.05
Labor Cost	\$141.75
Extended Material Cost	\$30.10
Extended Labor cost	\$283.50
Extended Total	\$313.60

Tabla 27. Cotización general del eje estriado, Drive A, Line 3. Cost Report.

Line		3	on Drive Subsystem Form A					
Description:		Splined shaft						
Material:								
	<b>Part Name</b>	<b>Material</b>	<b>Density</b>	<b>Unit</b>	<b>Amount</b>	<b>Weight</b>	<b>\$/Unit</b>	<b>Cost</b>
1	Steel bar AISI 304	Steel	0.284	in^3	26.5	7.53	\$2.00	\$15.05
							Subtotal:	\$15.05
	Labor:							
	<b>Manufacturing Process</b>				<b>Amount</b>	<b>Unit</b>	<b>\$/Unit</b>	<b>Cost</b>
2	Cut bar				0.05	hour	\$35.00	1.75
3	Turning bar (CNC)				0.50	hour	\$70.00	35.00
4	Milling (Splines)				3.00	hour	\$35.00	105.00
							<b>Subtotal:</b>	<b>141.75</b>
							Material Total	15.05
							Labor Total	141.75
					To Form A	Line 3	Subassembly Total	156.80

Tabla 28. Cotización detallada del eje estriado, Drive B, Line 3. Cost Report.

### 7.2.4.1. Splined shaft



Figura 62. Eje estriado.

Line	4
Category	Other
Description	Drive shaft
Purchased or Fabricated	Fabricated
Vendor	Fabricated
Quantity	2
Material Cost	\$22.27
Labor Cost	\$26.33
Extended Material Cost	\$44.54
Extended Labor cost	\$52.66
Extended Total	\$97.20

Tabla 29. Cotización general del árbol de transmisión, Drive A, Line 4. Cost Report.

Line	4	on Drive Subsystem Form A						
Description:	Drive shaft	To Form A						
Material:								
	<b>Part Name</b>	<b>Material</b>	<b>Density</b>	<b>Unit</b>	<b>Amount</b>	<b>Weight</b>	<b>\$/Unit</b>	<b>Cost</b>
1	Tube	Steel	0.284	in <sup>3</sup>	16.58	4.71	\$1.00	\$4.71
2	Round bore yoke	The Schaibley Company		Qty	1	0.00	\$17.56	\$17.56
							Subtotal:	\$22.27
Labor:								
	<b>Manufacturing Process</b>	<b>Amount</b>	<b>Unit</b>	<b>\$/Unit</b>	<b>Cost</b>			



3	Cut tube	0.03	hours	\$35.00	1.17
4	Slotting	0.50	hours	\$35.00	17.50
5	Welds	9.89	in	\$0.35	3.46
6	Tapping hole	6.00	hole	\$0.35	2.10
7	Drilled hole	6.00	hole	\$0.35	2.10
				Subtotal:	26.33
				Material Total	22.27
				Labor Total	26.33
			To Form A	Line 4	Subassembly Total
					48.60

Tabla 30. Cotización detallada del árbol de transmisión, Drive B, Line 4. Cost Report

### 7.2.4.2. Drive shaft

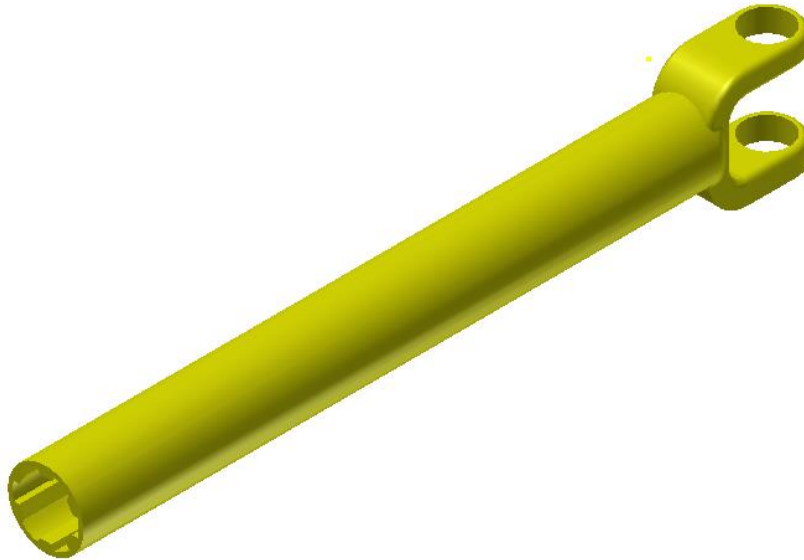


Figura 63 Árbol de transmisión.

Line	5
Category	Other
Description	Round Bore yoke
Purchased or Fabricated	Purchased
Vendor	The Schaibley company
Quantity	2
Material Cost	\$17.56
Labor Cost	\$10.50
Extended Material Cost	\$35.12
Extended Labor cost	\$21.00
Extended Total	\$56.12

Tabla 31. Cotización general de la horquilla, Drive A, Line 5. Cost Report.

Line	5		on Drive Subsystem Form A				
Description:	Round Bore yoke		To Form A				
Material:							
Part Name	Material	Density	Unit	Amount	Weight	\$/Unit	Cost
Round bore yoke	The Schaibley Company		Qty	1	0.00	\$17.56	\$17.56
						Subtotal :	\$17.56
Labor:							
Manufacturing Process		Amount		Unit	\$/Unit		Cost
Manufacturing of Keyway		0.30		hours	\$35.00		\$10.50
						Subtotal:	\$10.50
						Material Total	\$17.56
						Labor Total	\$10.50
			To Form A	Line 5		Subassembly Total	\$28.06

Tabla 32. Cotización detallada de la horquilla, Drive B, Line 5. Cost Report.

### 7.2.4.3. Round bore yoke



ROUND BORE YOKE  
(SERIES 0675)

\$17.56

1

Add to cart

SKU: 800-0512

Categories: [PTO](#), [PTO Accessories](#), [PTO Yokes](#), [Weasler Yokes and Shafts](#)

For Local Availability Of  
Products On This Website,  
Please Call 1-800-409-3276  
For Dealer Nearest You

Product Categories

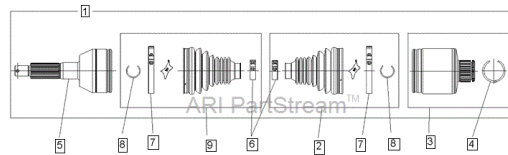
PTO

Figura 64. Cotización de la horquilla. Drive A, Line 5.

Line	<b>6</b>
Category	CV joint
Description	ASM-Drive shaft Sportsman 500 HO
Purchased or Fabricated	Purchased
Vendor	Polaris
Quantity	2
Material Cost	\$359.99
Labor Cost	\$0.00
Extended Material Cost	\$719.98
Extended Labor cost	\$0.00
Extended Total	\$719.98

Tabla 33. Cotización general de la junta homocinética, Drive A, Line 6. Cost Report.

#### 7.2.4.4. CV joint ASM-Drive shaft Sportsman 500cc HO



© 2010 Polaris Sales Inc.  
Copyright  
 Page design © 2004-2010 ARI Network Services, Inc.

Click and drag to move diagram view

Tag	Part #	Description	Price	Qty	
1	1332935	ASM-DRIVE SHAFT,SPTMN,REAR   [Incl. All]	\$359.99	2	<b>ADD</b>
2	2204460	KIT-BOOT,INBOARD(65-9453)   [Incl. Boot, Clamps, Grease, Ring]	\$51.99	2	<b>ADD</b>
3	2204366	JOINT-FLUNGING (3135571)   [Incl. Ring]	\$299.99	1	<b>ADD</b>

Figura 65. Cotización de la junta homocinética. Drive A, Line 6.

Item	<b>7</b>
Category	U-Joint
Description	Cap 315 & 369 Dodge Dakota
Purchased or Fabricated	Purchased
Vendor	DDT
Quantity	2
Material Cost	\$13.49
Labor Cost	\$0.00
Extended Material Cost	\$26.98
Extended Labor cost	\$0.00
Extended Total	\$26.98

Tabla 34. Cotización general de la cruceta, Drive A, Line 7. Cost Report.

### 7.2.4.5. U-Joint Cap 315 & 369 Dodge Dakota



319 DDT USA U-JOINT COMBINED  
CAP 315 & 369 DODGE DAKOTA  
FRONT AXLE

Reference: 319 / G5353X / 5-539X  
Condition: New product

**Specification**


- CAP: 27mm
- CROSS: 82mm
- WEIGHT: 2.04lb
- INSIDE AND OUTSIDE RETAINER: MIXED

This U-JOINT is for custom and adaption with mixed caps

**\$13.49 tax incl.**

Quantity  
1  -  +

Add to cart

Offline

Figura 66. Cotización de la cruceta. Drive A, Line 7.

### 7.2.5. Cal (Evento realizado en california)

Line	1
Category	Tires
Description	Front and rear tires
Purchased or Fabricated	Purchased
Vendor	Specialty tire & tube
Quantity	2
Material Cost	\$517.28
Labor Cost	\$0.00
Extended Material Cost	\$1,034.56
Extended Labor cost	\$0.00
Extended Total	\$1,034.56


Tabla 35. Cotización general de las llantas, CAL A, Line 1. Cost Report.

Line	1	on	CAL Event Subsystem Form A					
Description:		Front and rear tires						
Material:								
	<b>Part Name</b>	<b>Material</b>	<b>Density</b>	<b>Unit</b>	<b>Amount</b>	<b>Weight</b>	<b>\$/Unit</b>	<b>Cost</b>
1	Front tire 25x8x12	-		Qty	2	0.00	\$122.59	\$245.18
2	Rear tire 25x10x12	-		Qty	2	0.00	\$136.05	\$272.10
						Subtotal:		\$517.28
						Material Total		517.28
						Labor Total		0.00
				To Form A	Line 1	Subassembly Total		517.28

Tabla 36. Cotización detallada de las llantas, CAL B, Line 1. Cost Report.

### 7.2.5.1. Front tire 25x8x12

Quantity: 1 [Add to Cart](#) [View Cart](#) [Shop More](#)




Item #: TTA250812 489 A  
 25 x 8 - 12  
 CARLISLE  
 AT489  
 3-star  
 Load Capacity : 340lb  
 Tread Depth : 5/8"  
 Mounted Diameter : 25.2"  
 Mounted Width : 7.5"  
 Rim Size : 12" x 6.5"  
 Item Weight : 15.2 lbs  
 Units: EACH

Price: \$122.59

Figura 67. Cotización de las llantas delanteras. Cal B, Line 1, Item 1.

### 7.2.5.2. Rear tire 25x10x12

Quantity: 1 [Add to Cart](#) [View Cart](#) [Shop More](#)



Item #: TTA251012 489 A  
 25x10-12  
 CARLISLE  
 AT489  
 3-star  
 Load Capacity : ?  
 Tread Depth : 5/8"  
 Mounted Diameter : 25.2"  
 Mounted Width : 9.1"  
 Rim Size : 12" x 8"  
 Item Weight : 19.2 lbs  
 Units: EACH

Price: \$136.05

Figura 68. Cotización de las llantas traseras. Cal B, Line 1, Item 2

Line	2
Category	Rims
Description	Front and rear rims
Purchased or Fabricated	Purchased
Vendor	Specialty tire & tube
Quantity	2
Material Cost	\$236.96
Labor Cost	\$0.00
Extended Material Cost	\$473.92
Extended Labor cost	\$0.00
Extended Total	\$473.92


Tabla 37. Cotización general de los rines, CAL A, Line 2. Cost Report.

Line	2	on	CAL Event Subsystem Form A					
Description:	Front and rear rims							
Material:								
	Part Name	Material	Density	Unit	Amount	Weight	\$/Unit	Cost
1	Front rim 12"	Steel		Qty	2	0.00	\$56.99	\$113.98
2	Rear rim 12"	Steel		Qty	2	0.00	\$61.49	\$122.98
							Subtotal:	\$236.96
							Material Total	\$236.96
							Labor Total	\$0.00
		To Form A			Line	2	Subassembly Total	\$236.96

Tabla 38. Cotización detallada de los rines, CAL B, Line 2. Cost Report.

### 7.2.5.3. Front rim 12"

Quantity:  [Add to Cart](#) [View Cart](#) [Shop More](#)




Item #: TTAW015519  
 Wheel Diameter : 12"  
 Wheel Width : 7"  
 Bolt Pattern : 4 / 137mm  
 Wheel Offset : 4LB + 3  
 Wheel Series : ITP DELTA  
 Finish : Black  
 Wheel Material : Steel  
 Units: EACH

Price: \$56.99

Figura 69. Cotización de los rines delanteros. Cal B, Line 2, Item 1.

### 7.2.5.4. Rear rim 12"

Quantity:  [Add to Cart](#) [View Cart](#) [Shop More](#)



Item #: TTAW015807  
 Wheel Diameter : 12"  
 Wheel Width : 7"  
 Bolt Pattern : 4 / 110mm  
 Wheel Offset : 5LB + 2  
 Wheel Series : ITP Delta  
 Finish : Silver  
 Wheel Material : Steel  
 Units: EACH

Price: \$61.49

Figura 70. Cotización de los rines traseros. Cal B, Line 2, Item 2.

### 7.2.6. Fasteners

Category	Description	Vendor	Qty	Material cost	Labor cost	Extended Labor Cost	Extended Material cost	Total
<b>Screws</b>	Front brake disc screw	Yamaha parts	8	\$5.67	\$0.00	\$45.36	\$0.00	\$45.36
<b>Screws</b>	Rear brake disc screw	Polaris	8	\$1.29	\$0.00	\$10.32	\$0.00	\$10.32
<b>Screws</b>	Front hub screw	Yamaha parts	8	\$5.74	\$0.00	\$45.92	\$0.00	\$45.92
<b>Screws</b>	Rear hub screw	Polaris	8	\$1.29	\$0.00	\$10.32	\$0.00	\$10.32
<b>Nuts</b>	Flange nut (Front hub)	Yamaha parts	8	\$1.76	\$0.00	\$14.08	\$0.00	\$14.08
<b>Nuts</b>	Flange nut (Rear hub)	Polaris	8	\$2.99	\$0.00	\$23.92	\$0.00	\$23.92
<b>Washers</b>	Plate washer (Front knuckle)	Yamaha parts	2	\$5.11	\$0.00	\$10.22	\$0.00	\$10.22
<b>Washers</b>	Cone washer (CV joint)	Polaris	2	\$4.99	\$0.00	\$9.98	\$0.00	\$9.98
<b>Nuts</b>	Castle nut (Front knuckle)	Yamaha parts	2	\$6.24	\$0.00	\$12.48	\$0.00	\$12.48
<b>Nuts</b>	Castle nut (CV joint)	Polaris	2	\$1.79	\$0.00	\$3.58	\$0.00	\$3.58
<b>Cotter pin</b>	Cotter pin (Front knuckle)	Yamaha parts	2	\$6.14	\$0.00	\$12.28	\$0.00	\$12.28
<b>Cotter pin</b>	Cotter pin (CV joint)	Polaris	2	\$1.79	\$0.00	\$3.58	\$0.00	\$3.58
<b>Screws</b>	M8-1.25 x 30mm DIN 933 Class 10.9 Plain Finish Hex Cap Screw	Fastenal	4	\$0.42	\$0.00	\$1.68	\$0.00	\$1.68
<b>Nuts</b>	M8-1.25 DIN 934 Steel Class 8 ECOGUARD Hex Nut	Fastenal	4	\$0.28	\$0.00	\$1.11	\$0.00	\$1.11
<b>Screws</b>	M12-1.75 x 70mm DIN	Fastenal	1	\$1.64	\$0.00	\$1.64	\$0.00	\$1.64

	931 Class 8.8 Zinc Finish Hex Cap Screw							
<b>Nuts</b>	M12-1.75 DIN 934 Zinc Finish Steel Class 8 Hex Nut	Fastena 	1	\$0.28	\$0.00	\$0.28	\$0.00	\$0.28
<b>Screws</b>	3/8"-16 x 3/4" ASTM A307 Grade A Zinc Finish Hex Bolt	Fastena 	8	\$0.20	\$0.00	\$1.62	\$0.00	\$1.62
<b>Zip Ties</b>	5.8" 40lb Tensile Natural Nylon 6.6 Power Phase® Cable Tie Pkg	Fastena 	1	\$7.11	\$0.00	\$7.11	\$0.00	\$7.11
<b>Screws</b>	3/8"-16 x 3/8" Hex Drive Cup Point Black Oxide Finish Alloy Steel Socket Set Screw	Fastena 	6	\$0.19	\$0.00	\$1.13	\$0.00	\$1.13
<b>Other</b>	Hose clamp #4 1/4" to 5/8"Dia 5/16"W S/S Worm Drive Clamp w/ Steel Screw	Fastena 	1	\$9.86	\$0.00	\$9.86	\$0.00	\$9.86

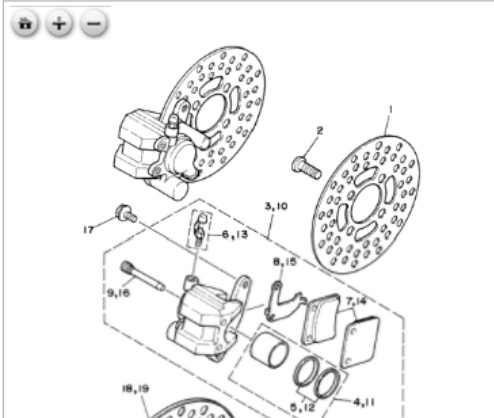
*Tabla 39. Cotización general de tornillería empleada en el sistema.*



### 7.2.6.1. Screw: Front brake disc screw

2003 Yamaha WARRIOR (YFM350XR) Front Brake Caliper

[CHANGE ASSEMBLY](#)

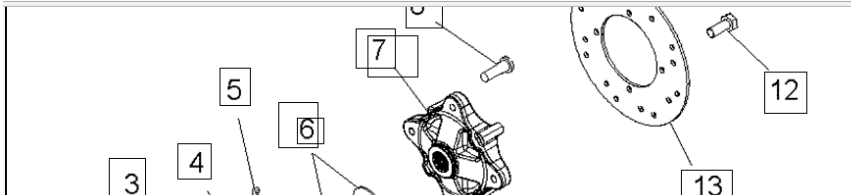


#### Front Brake Caliper

Ref#	Part	Price	Qty	
1	Disc, Brake (Left) 3GD-2582T-00-00 3GD-2582T-10-00	\$114.11	2	ADD
2	Screw 90149-08268-00 90109-08087-00	\$5.67	8	ADD
3	Caliper Assy (Left) 5LP-2580T-00-00	\$239.32	1	ADD
4	. .Piston Assy, Caliper 3GD-W0057-00-00	\$36.51	1	ADD
5	. . .Caliper Seal Kit 3GD-W0047-00-00	\$9.89	1	ADD
6	. .Bleed Screw Kit 44Y-W0048-50-00 36Y-W0048-00-00	\$6.75	1	ADD
7	. .Brake Pad Kit 5LP-W0045-00-00	\$29.74	1	ADD

Figura 71. Cotización de los tornillos para disco de freno delantero.

### 7.2.6.2. Screw: Rear brake disc screw



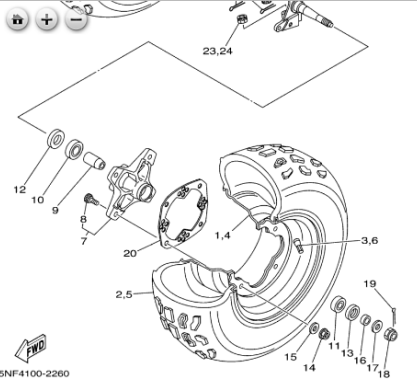
Click and drag to move diagram view

Tag	Part #	Description	Price	Qty	
1	5412008 ▲	TIRE-REAR, 25X11-12,489	\$194.79	2	ADD
2	1520457-067	RIM,REAR,12X8, BLACK	\$138.49	2	ADD
3	5413427	HUB-DUST COVER	\$12.99	2	ADD
4	7547337	NUT-M18X1.5,CASTLE,ZINC/YELLOW	\$1.79	2	ADD
5	7661404	PIN, COTTER	\$1.79	2	ADD
6	7555796	WASHER, CONE	\$4.99	4	ADD
7	5135113	HUB-WHEEL,REAR,MACH	\$81.99	2	ADD
8	7518378	STUD-3/8-24X1.38,PRESS FIT-Z(10)	\$1.29	8	ADD
9	7710440	RING,RETAINING	\$11.29	2	ADD
10	3514635	BEARING-WHEEL,40X74X40MM	\$54.99	2	ADD
11	5135563	CARRIER-BEARING,WHEEL(MACH)	\$79.99	2	ADD
12	7518653	BOLT-3/8-16X3/4-HX/CP-GR5-B	\$1.29	4	ADD

Figura 72. Cotización de los tornillos para disco de freno trasero.

### 7.2.6.3. Screw: Front hub screw

seguro | <https://www.yamahapart.com/oemparts/a/yam/50038f87f870021f60a0c92a/front-wheel>

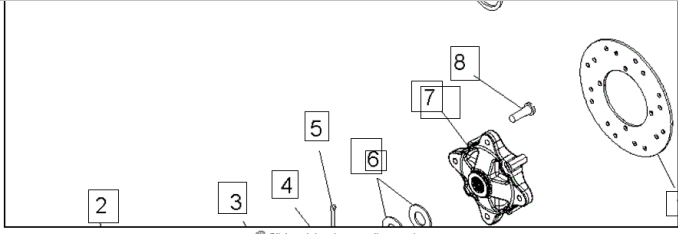


2	Tire (At22x7-10 Kt701) DUNLOP 94107-10214-00		1	ADD
3	Valve, Rim (Tr413) TAIHEIYO 93900-00022-00 93900-00030-00	\$9.35	1	ADD
4	Wheel Comp AMS 2XK-25180-10-HM 2XK-25180-12-YY	\$206.45	1	ADD
5	Tire (At22x7-10 Kt701) DUNLOP 94107-10214-00		1	ADD
6	Valve, Rim (Tr413) TAIHEIYO 93900-00022-00 93900-00030-00	\$9.35	1	ADD
7	Hub, Front 3GD-25111-01-00	\$178.58	1	ADD
8	Bolt, Serration 90114-10007-00	\$5.74	1	ADD
9	Spacer, Bearing 1UY-25117-00-00	\$13.63	1	ADD
10	Bearing UR NIHONSEIKO 93306-00438-00	\$19.29	1	ADD

Figura 73. Cotización de birlo para maza delantera.

### 7.2.6.4. Screw: Rear hub screw

[https://atv.polaris.com/en-us/parts/#/Polaris/A11MH50AX%2f%2fAZ\\_SPORTSMAN\\_500\\_HO\\_\(2011\)/WHEELS%2c\\_REAR\\_TIRE\\_and\\_BRAKE\\_DISC\\_](https://atv.polaris.com/en-us/parts/#/Polaris/A11MH50AX%2f%2fAZ_SPORTSMAN_500_HO_(2011)/WHEELS%2c_REAR_TIRE_and_BRAKE_DISC_)

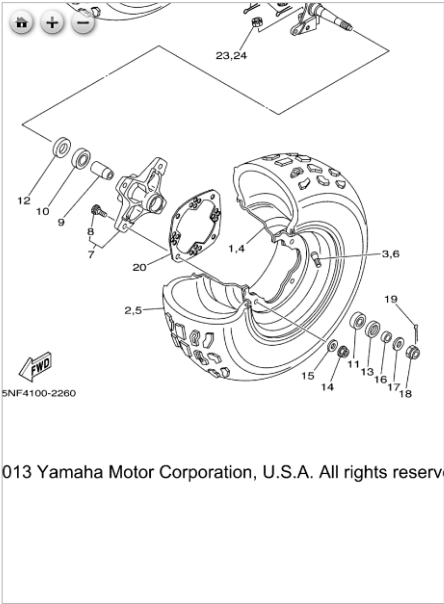


Tag	Part #	Description	Price	Qty	
1	5412008	TIRE-REAR, 25X11-12,489	\$194.79	2	ADD
2	1520457-067	RIM,REAR,12X8, BLACK	\$138.49	2	ADD
3	5413427	HUB-DUST COVER	\$12.99	2	ADD
4	7547337	NUT-M18X1.5,CASTLE,ZINC/YELLOW	\$1.79	2	ADD
5	7661404	PIN, COTTER	\$1.79	2	ADD
6	7555796	WASHER, CONE	\$4.99	4	ADD
7	5135113	HUB-WHEEL,REAR,MACH	\$81.99	2	ADD
8	7518378	STUD-3/8-24X1.38,PRESS FIT-Z10	\$1.29	8	ADD
9	7710440	RING,RETAINING	\$11.29	2	ADD
10	3514635	BEARING-WHEEL,40X74X40MM	\$54.99	2	ADD

Figura 74. Cotización de birlo para maza trasera.

### 7.2.6.5. Nuts: Flange nut (Front hub)

guro | <https://www.yamahapart.com/oemparts/a/yam/50038f87f870021f60a0c92a/front-wheel>



013 Yamaha Motor Corporation, U.S.A. All rights reserved

2	Tire (At22x7-10 Kt701) DUNLOP 94107-102Y4-00				
3	Valve, Rim (Tr413) TAIHEIYO 93900-00022-00 93900-00030-00	\$9.35	1	ADD	
4	Wheel Comp AMS 2XK-26480-40-4MM 2XK-25180-12-YY	\$206.45	1	ADD	
5	Tire (At22x7-10 Kt701) DUNLOP 94107-102Y4-00				
6	Valve, Rim (Tr413) TAIHEIYO 93900-00022-00 93900-00030-00	\$9.35	1	ADD	
7	Hub, Front 3GD-25111-01-00	\$178.58	1	ADD	
8	. Bolt, Serration 90114-10007-00	\$5.74	4	ADD	
9	Spacer, Bearing 1UY-25117-00-00	\$13.63	1	ADD	
10	Bearing UR NIHONSEIKO 93306-00438-00	\$19.29	1	ADD	
10	Bearing UR NTN 93306-00406-00 93306-00438-00	\$19.29	1	ADD	
11	Bearing 93306-20227-00 93306-20204-00	\$19.97	1	ADD	
12	Oil Seal 93105-26026-00	\$9.07	1	ADD	
13	Oil Seal 93102-22216-00	\$6.66	1	ADD	
14	Nut, Flange 95707-10500-00	\$1.76	8	ADD	

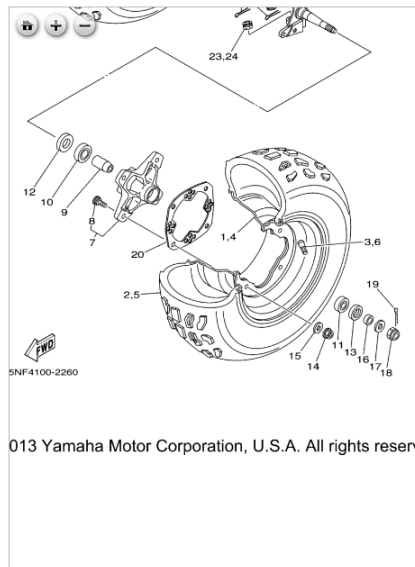
Figura 75. Cotización de tuerca para birlo de llantas delanteras.

### 7.2.6.6. Nuts: Flange nut (Rear hub)

5	7661404	PIN, COTTER	\$1.79	2	ADD
6	7555796	WASHER, CONE	\$4.99	4	ADD
7	5135113	HUB-WHEEL,REAR,MACH	\$81.99	2	ADD
8	7518378	STUD-3/8-24X1.38,PRESS FIT-Z(10)	\$1.29	8	ADD
9	7710440	RING,RETAINING	\$11.29	2	ADD
10	3514636	BEARING-WHEEL,40X74X40MM	\$54.99	2	ADD
11	5135563	CARRIER-BEARING,WHEEL(MACH)	\$79.99	2	ADD
12	7518653	BOLT-3/8-16X3/4-HX/CP-GR5-B	\$1.29	4	ADD
13	5248250	DISC-BRAKE,REAR,8.625X 188	\$66.79	1	ADD
14	1625017	VALVE, RIM	\$3.29	2	ADD
15	7547237	NUT-FLANGE,TWO PIECE,3/8-24(10)	\$2.99	8	ADD

Figura 76. Cotización de tuerca para birlo de llantas delanteras.

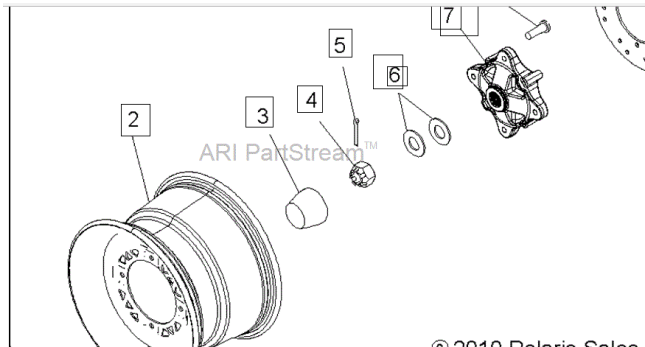
### 7.2.6.7. Washer: Plate washer (knuckle)



2	Tire (At22x7-10 K701) DUNLOP 94107-10214-00			
3	Valve, Rim (Tr413) TAIHEIYO 93900-00022-00 93900-00030-00	\$9.35	1	ADD
4	Wheel Comp AMS 200-25180-10-HM ZXK-25180-12-YY	\$206.45	1	ADD
5	Tire (At22x7-10 K701) DUNLOP 94107-10214-00			
6	Valve, Rim (Tr413) TAIHEIYO 93900-00022-00 93900-00030-00	\$9.35	1	ADD
7	Hub, Front 3G0-25111-01-00	\$178.58	1	ADD
8	Bolt, Serration 90114-10007-00	\$5.74	4	ADD
9	Spacer, Bearing 1UY-25117-00-00	\$13.63	1	ADD
10	Bearing UR NIHONSEIKO 93306-00438-00	\$19.29	1	ADD
10	Bearing UR NTN 93306-00406-00 93306-00438-00	\$19.29	1	ADD
11	Bearing 93306-20227-00 93306-20204-00	\$19.97	1	ADD
12	Oil Seal 93105-26026-00	\$9.07	1	ADD
13	Oil Seal 93102-22216-00	\$6.66	1	ADD
14	Nut, Flange 95707-10500-00	\$1.76	8	ADD
15	Washer, Plain 92907-10200-00	\$3.19	8	ADD
16	Collar 90387-150R1-00	\$6.15	2	ADD
17	Washer, Plate 90204-14686-00 90201-14220-00	\$5.11	2	ADD
18	Nut, Castle 90171-14055-00	\$6.24	2	ADD

Figura 77. Cotización de tuerca para birlo de llantas delanteras.

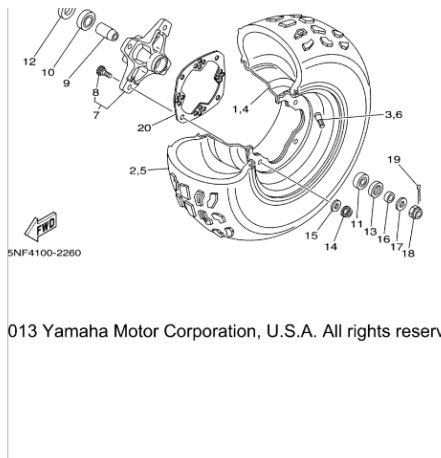
### 7.2.6.8. Washer: Cone washer (CV joint)



Tag	Part #	Description	Price	Qty	
1	5412008	TIRE-REAR, 25X11-12,489	\$194.79	2	ADD
2	1520457-067	RIM,REAR,12X8,BLACK	\$138.49	2	ADD
3	5413427	HUB-DUST COVER	\$12.99	2	ADD
4	7547337	NUT,M18X1.5,CASTLE,ZINC/YELLOW	\$1.79	2	ADD
5	7861404	PIN, COTTER	\$1.79	2	ADD
6	7555736	WASHER, CONE	\$4.99	4	ADD

Figura 78. Cotización de tuerca para birlo de llantas delanteras.

### 7.2.6.9. Nut: Castle nut (knuckle)

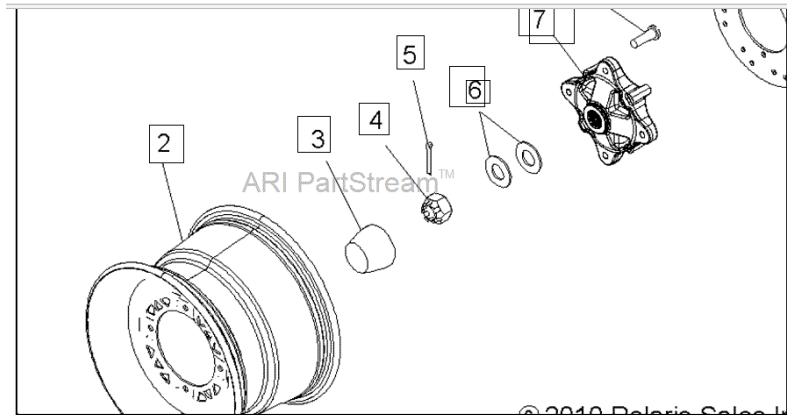


©2013 Yamaha Motor Corporation, U.S.A. All rights reserved.

5	Tire (A122x7-10 K1701) DUNLOP 94107-102Y4-00			
6	Valve, Rim (Tr413) TAIHEIYO 93900-00022-00 93900-00030-00	\$9.35	1	ADD
7	Hub, Front 3G0-25111-01-00	\$178.58	1	ADD
8	. Bolt, Serration 90114-10007-00	\$5.74	4	ADD
9	Spacer, Bearing 1UY-25117-00-00	\$13.63	1	ADD
10	Bearing UR NIHONSEIKO 93306-00438-00	\$19.29	1	ADD
10	Bearing UR NTN 93306-00406-00 93306-00438-00	\$19.29	1	ADD
11	Bearing 93306-20227-00 93306-20204-00	\$19.97	1	ADD
12	Oil Seal 93105-26026-00	\$9.07	1	ADD
13	Oil Seal 93102-22216-00	\$6.66	1	ADD
14	Nut, Flange 95707-10500-00	\$1.76	8	ADD
15	Washer, Plain 92907-10200-00	\$3.19	8	ADD
16	Collar 90387-150R1-00	\$6.15	2	ADD
17	Washer, Plate 90204-14584-00 90201-14220-00	\$5.11	2	ADD
18	Nut, Castle 90121-14020-00 90171-14056-00	\$6.24	2	ADD

Figura 79. Cotización de tuerca para birlo de llantas delanteras.

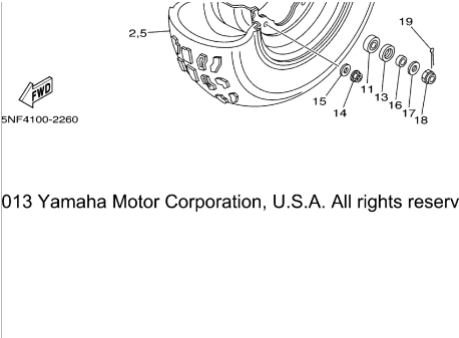
### 7.2.6.10. Nut: Castle nut (CV joint)



Tag	Part #	Description	Price	Qty	
1	5412008 ▲	TIRE-REAR, 25X11-12,489	\$194.79	2	ADD
2	1520457-067	RIM,REAR,12X8,BLACK	\$138.49	2	ADD
3	5413427	HUB-DUST COVER	\$12.99	2	ADD
4	7547337	NUT-M18X1.5,CASTLE,ZINC/YELLOW	\$1.79	2	ADD
5	7661404	PIN, COTTER	\$1.79	2	ADD
6	7555796	WASHER, CONE	\$4.99	4	ADD

Figura 80. Cotización de tuerca para birlo de llantas delanteras.

### 7.2.6.11. Cotter pin (Front knuckle)

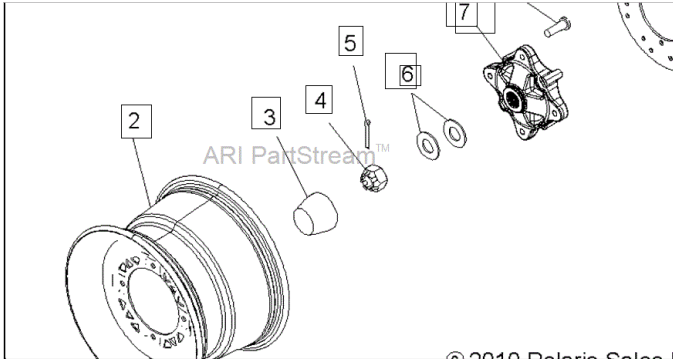


©2013 Yamaha Motor Corporation, U.S.A. All rights reserved.

8	. Bolt, Serration 90114-10007-00	\$5.74	4	ADD
9	Spacer, Bearing 1UY-25117-00-00	\$13.63	1	ADD
10	Bearing UR NIHONSEIKO 93306-00438-00	\$19.29	1	ADD
10	Bearing UR NTN 93306-00406-00 93306-00438-00	\$19.29	1	ADD
11	Bearing 93306-20227-00 93306-20204-00	\$19.97	1	ADD
12	Oil Seal 93105-26026-00	\$9.07	1	ADD
13	Oil Seal 93102-22216-00	\$6.66	1	ADD
14	Nut, Flange 95707-10500-00	\$1.76	8	ADD
15	Washer, Plain 92907-10200-00	\$3.19	8	ADD
16	Collar 90387-150R1-00	\$6.15	2	ADD
17	Washer, Plate 90201-14586-00 90201-14220-00	\$5.11	2	ADD
18	Nut, Castle 90171-14020-00 90171-14056-00	\$6.24	2	ADD
19	Pin, Cotter	\$6.14	2	ADD

Figura 81. Cotización de tuerca para birlo de llantas delanteras.

### 7.2.6.12. Cotter pin (CV joint)



©2010 Delcor Sales, Inc.

Tag	Part #	Description	Price	Qty	
1	5412008	TIRE-REAR, 25X11-12,489	\$194.79	2	ADD
2	1520457-067	RIM,REAR,12X8,BLACK	\$138.49	2	ADD
3	5413427	HUB-DUST COVER	\$12.99	2	ADD
4	7547337	NUT-M18X1.5,CASTLE,ZINC/YELLOW	\$1.79	2	ADD
5	7661404	PIN, COTTER	\$1.79	2	ADD
6	7555796	WASHER, CONE	\$4.99	4	ADD

Figura 82. Cotización de tuerca para birlo de llantas delanteras.

### 7.2.6.13. Screw: M8-1.25 x 30mm DIN 933 Class 10.9 Plain Finish Hex Cap Screw

Home > Fasteners > Bolts > Cap Screws & Hex Bolts

**M8-1.25 x 30mm DIN 933 Class 10.9 Plain Finish Hex Cap Screw** Wholesale: \$0.4209 / Each

Fastenal Part No. (SKU) 40674

UNSPSC 31161501

Manufacturer Fastenal Approved Vendor

This is a Standard Catalog Item

Product Attributes	
Wrench Size	13mm
Grade	Class 10.9
Thread Size	1.25
Diameter-Thread Size	M8-1.25

QTY 1 ADD

Sign In to view Inventory Location(s)

Bin Stock

Vending

Supply Chain

Figura 83. Cotización de tornillos para montar cilindros maestros.

### 7.2.6.14. Nut: M8-1.25 DIN 934 Steel Class 8 ECOGUARD® Hex Nut

**M8-1.25 DIN 934 Steel Class 8 ECOGUARD® Hex Nut** Wholesale: \$0.277 / Each

Fastenal Part No. (SKU) 11552469

UNSPSC 31161727

Manufacturer EcoGuard®

This is a Standard Catalog Item

Product Attributes	
Wrench Size	13mm
Grade	Class 8
Thread Size	1.25
Thickness	6.5mm

QTY 1 ADD

Sign In to view Inventory Location(s)

Bin Stock

Vending

Supply Chain

Figura 84. Cotización de tuerca para tornillos de cilindros maestros.

### 7.2.6.15. Screw: M12-1.75 x 70mm DIN 931 Class 8.8 Zinc Finish Hex Cap Screw

**M12-1.75 x 70mm DIN 931 Class 8.8 Zinc Finish Hex Cap Screw** Wholesale: \$1.64 / Each

Fastenal Part No. (SKU) 38714

UNSPSC 31161501

Manufacturer Fastenal Approved Vendor

This is a Standard Catalog Item

Product Attributes	
Wrench Size	19mm
Grade	Class 8.8
Thread Size	1.75

QTY 1 ADD

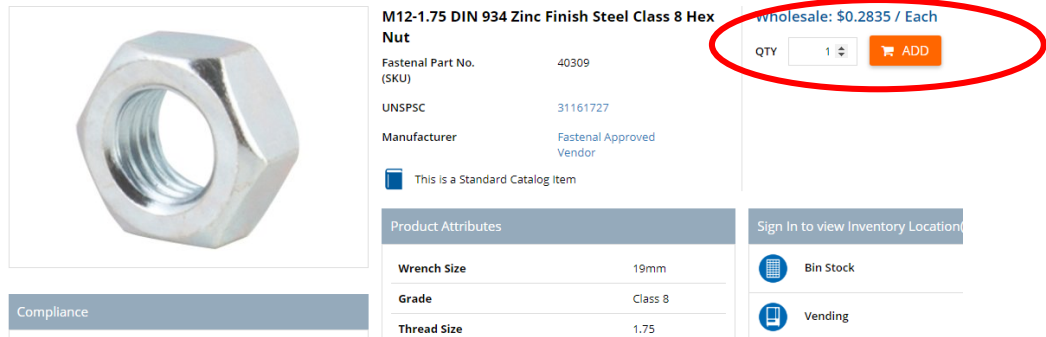
Sign In to view Inventory Location(s)

Bin Stock

Vending

Figura 85. Cotización del tornillo para montar pedal.

### 7.2.6.16. Nut: M12-1.75 DIN 934 Zinc Finish Steel Class 8 Hex Nut



M12-1.75 DIN 934 Zinc Finish Steel Class 8 Hex Nut

Wholesale: \$0.2835 / Each

QTY 1

Fastenal Part No. (SKU) 40309

UNSPSC 31161727

Manufacturer Fastenal Approved Vendor

This is a Standard Catalog Item

Product Attributes	
Wrench Size	19mm
Grade	Class 8
Thread Size	1.75

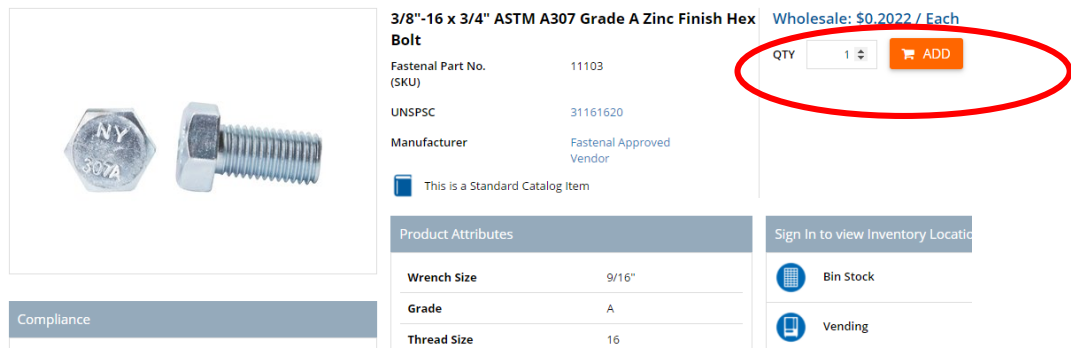
Sign In to view Inventory Location(s)

- Bin Stock
- Vending

Compliance

Figura 86. Cotización del tornillo para montar pedal.

### 7.2.6.17. Screw: 3/8"-16 x 3/4" ASTM A307 Grade A Zinc Finish Hex Bolt



3/8"-16 x 3/4" ASTM A307 Grade A Zinc Finish Hex Bolt

Wholesale: \$0.2022 / Each

QTY 1

Fastenal Part No. (SKU) 11103

UNSPSC 31161620

Manufacturer Fastenal Approved Vendor

This is a Standard Catalog Item

Product Attributes	
Wrench Size	9/16"
Grade	A
Thread Size	16

Sign In to view Inventory Location(s)

- Bin Stock
- Vending

Compliance

Figura 87. Cotización del tornillo para montar pedal.

### 7.2.6.18. Zip ties: 5.8" 40lb Tensile Natural Nylon



5.8" 40lb Tensile Natural Nylon 6.6 Power Phase® Cable Tie Pkg

Wholesale: \$7.11 / Pkg of 100

Unit Price: \$0.0711 / Each

QTY (of packages) 1

Fastenal Part No. (SKU) 0775442

UNSPSC 39121703

Manufacturer Power Phase®

This is a Standard Catalog Item

Product Attributes	
Tensile Strength	40 lb
Color	Natural
Thickness	0.050"

Sign In to view Inventory Location(s)

- Bin Stock
- Vending

Compliance

Figura 88. Cotización del tornillo para montar pedal.



### 7.2.6.19. 3/8"-16 x 3/8" Hex Drive Cup Point Black Oxide Finish Alloy



**3/8"-16 x 3/8" Hex Drive Cup Point Black Oxide Finish Alloy Steel Socket Set Screw**  
Wholesale: \$0.1889 / Each

Fastenal Part No. (SKU) 25537  
UNSPSC 31161505  
Manufacturer Fastenal Approved Vendor

This is a Standard Catalog Item

Product Attributes

Drive	Hex
Thread Size	16
Drive Size	3/16"
Finish	Black Oxide


QTY 1

Sign In to view Inventory Location

- Bin Stock
- Vending

Figura 89. Cotización de opresores para horquilla.

### 7.2.6.20. Hose clamp #4 1/4" to 5/8"Dia 5/16"W S/S Worm Drive Clamp



**#4 1/4" to 5/8"Dia 5/16"W S/S Worm Drive Clamp w/ Steel Screw**  
Wholesale: \$9.864 / Pkg of 10  
Unit Price: \$9.864 / Each

Fastenal Part No. (SKU) 62002  
UNSPSC 31162906  
Manufacturer DynaFlo®

This is a Standard Catalog Item

Product Attributes

Band Width	5/16"
Screw Head Type	Slotted Hex
Application	General purpose

QTY (# of packages) 1

Sign In to view Inventory Location(s)

- Bin Stock
- Vending

Figura 90. Cotización de opresores para horquilla.

## 8. Análisis y discusión de resultados

El rin 12 de acero con neumáticos 25x10x12 y 25x8x12 utilizados y donados por Italika, no fue el más adecuado para el vehículo, por su peso y el desgaste que en él se presentaba. En la competencia Baja SAE 2017 se observó que lo ideal para el vehículo es un rin10 de aluminio y 4 neumáticos 21x7x10, permitiendo ahorrar peso y mejorar la maniobrabilidad.

El tipo de neumático es de suma importancia, un punto importante para seleccionar y montar los neumáticos sobre el rin es conocer el tipo de banda de rodamiento, las cuales son distintas para el tipo de suelo que se necesite, para este caso son 4 neumáticos del mismo tipo con banda de rodamiento para tracción. Las llantas deben de tener la dirección correcta para que funcionen y cumplan sus objetivos como se han diseñado. En la competencia se observó que una buena inversión económica en rines y neumáticos harán un mejor desempeño en el vehículo.



*Figura 91. Cotización de opresores para horquilla.*

Las mazas delanteras se adaptaron perfectamente, permitiendo un gran desempeño en durabilidad en las pruebas y en la competencia, son de aluminio y esto permite un gran ahorro en el peso del vehículo. Casi todas las universidades que compiten fabrican sus propias mazas, realizan diseños mecánicos diseñando las manguetas con el menor peso posible, esto permite un mayor radio de giro en la dirección y así no quedan limitados por las mazas de las cuatrimotos. Aunque se puede hacer unas modificaciones en las mazas, lo cual sería quitar material para que estas tengan un menor peso.



*Figura 92. Cotización de opresores para horquilla.*

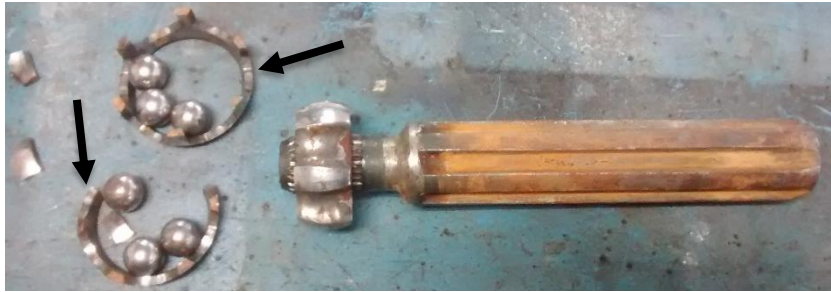
Las mazas traseras utilizadas de igual forma se adaptaron perfectamente y durante las pruebas de la competencia su desempeño fue el adecuado. De igual forma los otros quipos diseñan sus propias mazas traseras, permitiendo seleccionar una junta homocinética comercial donde en cualquier tienda de auto partes automotrices se encuentren y que sea de fácil ensamble.

Las masas que se ocuparon tienen durabilidad, pero algo no muy conveniente son las juntas homocinéticas que se acoplan a ellas, la cual es muy difícil de conseguir, por ser Polaris y económicamente cara.



*Figura 93. Cotización de opresores para horquilla.*

La junta homocinética de lado izquierdo sufrió daño durante la competencia, se quebró la jaula de ensamble, una teoría que se tiene, es que el par de juntas homocinéticas están soportando peso del vehículo y las vibraciones que corresponden al sistema de suspensión.



*Figura 94. Cotización de opresores para horquilla.*

El eje estriado que se acopla a la junta homocinética y al otro extremo al árbol de transmisión, funcionó perfectamente y no se quebró. En varios vehículos el eje estriado se rompió y en comparación con los otros equipos de la competencia, donde utilizaban una barra sólida unida a la junta homocinética, esta aparenta menos peso, pero a comparación a la nuestra es equivalente debido a que nosotros usamos una barra sólida para el eje estriado de los dos extremos unida al árbol de transmisión que es un tubo, por lo tanto, esto permitió el ahorro de peso.



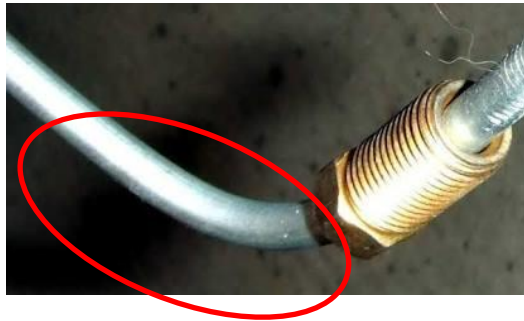
*Figura 95. Eje estriado [26].*

Las 4 horquillas funcionaron perfectamente junto con el par de crucetas. Durante la competencia en la pista del Endurece race se desprendieron las 3 cuñas y los 3 opresores que se sujetaban directamente a la flecha de transmisión. Es importante que las cuñas y la horquilla entre en apriete para que no ocurra lo mismo. Respecto a las cuñas que unen a las horquillas son de acero 1018, es acero comercial y se necesita una más resistente, como por ejemplo un 1045, ya que al momento de girar las cuñas se pueden doblar o quebrar.



*Figura 96. Horquilla (Junta cardan) [26].*

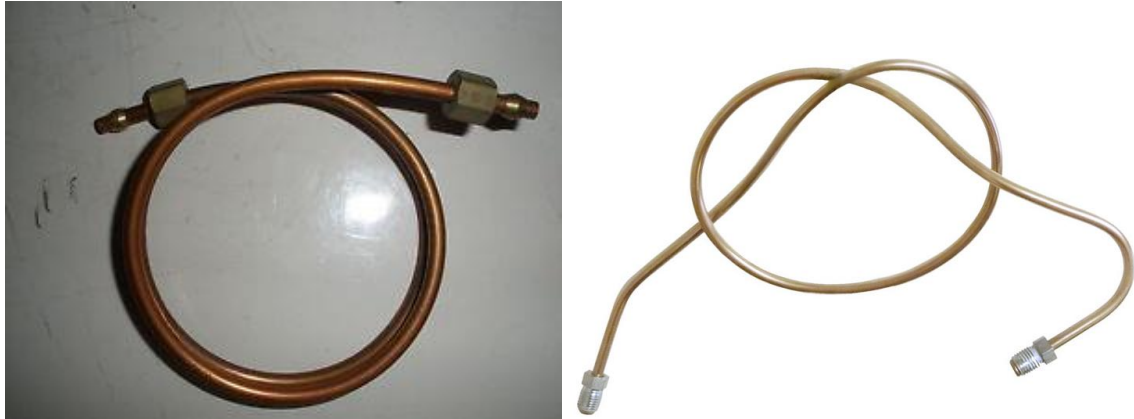
La tubería rígida de acero zincado 3/16, tuvo buen desempeño en el vehículo, es fácil de ser manipulada para doblarse de cualquier forma, y permite que el líquido de frenos pueda fluir perfectamente. No se debe de hacer dobleces muy pronunciados y menos hacer giros completos con la tubería rígida. Esto disminuye la presión del fluido conforme avanza, por lo que los calipers no funcionarían correctamente.



*Figura 97. Horquilla (Junta cardan) [26].*



*Figura 98. Dobleces altamente pronunciados [27].*



*Figura 99. Dobleces altamente pronunciados [27].*

Para el avellanado de la tubería rígida de acero zincado se utilizó al principio un avellanador comercial, que expande los extremos del tubo y esto ayuda a evitar fugas de las conexiones. La prensa sujeta el tubo para que por medio del tornillo expansor con punta cónica se pueda hacer el ensanchamiento (avellanado) del tubo.



*Figura 100. Avellanado de tubo [28].*

No contábamos con la experiencia de avellanado en tubería, lo cual nos dio complicaciones al utilizar este tipo de avellanador comercial, lo cual sirve solo para tubería de gas, más no tubería hidráulica automotriz. Por lo que al si se desea comprar un juego de avellanador de tubo, sería el siguiente.



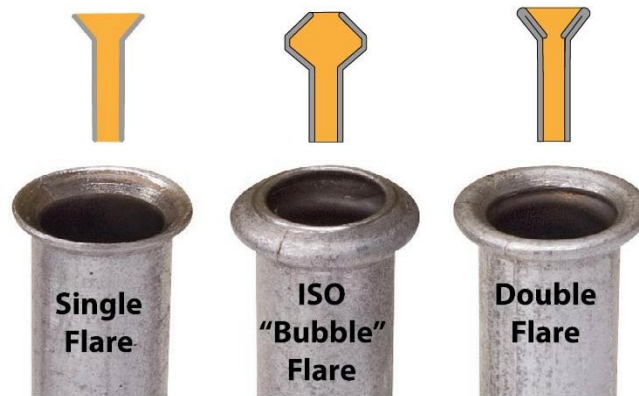
*Figura 101. Master brake flaring tool kit [29].*

Este avellanador contiene unos dados especiales, las cuales hacen el avellanado para tubería automotriz y de uso industrial. Pero es caro a comparación del avellanador comercial.



*Figura 102. Dados para avellanador [29].*

Las fugas que se presentaron en el sistema hidráulico fueron por el tipo de avellanado que pedía el cilindro maestro, y las uniones. Se muestran los tipos de avellanado siguientes.



*Figura 103. Dados para avellanador [29].*

Regularmente el Single flare es común utilizarlo en tubería de gas, y es un avellanado sencillo. Este avellanado se puede hacer con el avellanador común.



*Figura 104. Avellanado single flare [18].*



*Figura 105. Avellanado single flare [18].*



El Bubble flare es un avellanado que se realiza con un dado especial y el avellanador comercial, este tipo de avellanado es para conectar al cilindro maestro, ya que es cónico la entrada de la bomba.



*Figura 106. Avellanado bubble flare [18].*



*Figura 107. Tuerca de acero 3/16 con avellanado bubble flare [31].*

El Double flare es un avellanado que se realiza con un dado especial y el avellanador comercial, este tipo de avellanado es para conectar las demás conexiones en la tubería hidráulica, es el más común para la industria automotriz.



*Figura 108. Tuerca de acero 3/16 con avellanado bubble flare [31].*



*Figura 109. Tuerca de acero 3/16 con avellanado bubble flare [31].*

Al instalar toda la tubería hidráulica y conectarla desde las bombas hasta los calipers, las primeras veces se tenía fuga de líquido, pero cuando se realizaron los tipos de avellanado correctos y la aplicación de silicón sobre el cilindro maestro y los depósitos de líquido se solucionó todo.



*Figura 110. Tuerca de acero 3/16 con avellanado bubble flare [31].*

## 9. Conclusiones

De acuerdo con los objetivos establecidos en el proyecto se diseñó y simuló la flecha trasera del vehículo. El desempeño de la flecha trasera en el vehículo fue adecuado, ya que este no presentó ninguna falla estructural. El único problema que se presentó en la competencia Baja SAE México 2017 fue que se salieron las tres cuñas de la unión entre la flecha trasera y la horquilla, se recomienda si se sigue con el mismo sistema, proporcionar un cordón de soldadura entrante la horquilla y las cuñas de la flecha trasera, también llevar cuñas de repuesto.

Se diseñó todo el sistema de frenos hidráulico, en la cual los neumáticos nos permitieron obtener un buen resultado en las pruebas de Mud bath y Rock crawl ya que el área de agarre de las llantas era mayor, pero también nos dio desventaja en las pruebas de Acceleration, Suspension, Maneuverability, Hill climb y Endurance, por lo tanto se recomienda cambiar el juego de neumático y rines para obtener un mejor desempeño en la mayoría de las pruebas. Lo primordial disminuir el peso en lo posible para las ruedas y rines. Las mazas presentaron un buen comportamiento en todas las pruebas. Los soportes de caliper que se diseñaron no presentaron ninguna falla, se recomienda hacer las placas en una sola pieza, por tiempo y presupuesto no pudimos hacerlo, por lo que se unieron dos placas que se diseñaron por medio de soldadura. Los porta discos y soporte de bombas no presentaron fallas. Los cilindros maestros presentaron fallas de fugas, por lo que se vio obligado a poner conectores milimétricos que permitieron disminuir las fugas, por problemas de interpretación del reglamento conectamos los depósitos por medio de unas mangueras a los cilindros maestros y también este fue uno de los motivos porque se generaron fugas, pero en el Tech inspection observamos que los depósitos pueden ir directamente en los cilindros maestros y así evitar fugas. Se pueden poner líneas flexibles de moto, pero estas deben especificar en la factura que son para líquido de frenos. En el pre Tech inspection los jueces nos recomendaron por seguridad que los tornillos que sujetan los caliper fueran fresados en la cabeza, para luego amarrarlos a una parte fija de la maza, por falta de herramienta no lo hicimos, pero se recomienda que lo hagan.

Se integró el sistema de masas no suspendidas en el vehículo Baja SAE 2017.

El sistema de freno hidráulico se evaluó y fue 100 % efectivo, cumpliendo con la prueba de frenado en la competencia Baja SAE México 2017.

## 10. Referencias bibliográficas

- [1] Society of Automotive Engineers, n.d, <http://www.bajasaemexico.com/home>.
- [2] Arcea Silva, J. D., Carmona Medina, J., Martinez Sandoval, I.A., Morales Lopez, H. E. y Olín Ramírez, K. M., 2012. “Rediseño y construcción de un prototipo de automóvil monoplaza tipo BAJA SAE” Ph.D. tesis, Universidad Autónoma Metropolitana.
- [3] Blando Navarro Jorge Tomas, 1975. “Sistema de frenos, calculos y metodos de prueba para vehiculos automotores” Ph.D. tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería.
- [4] Wulf Post, Gunther Schmidt, Bernhard Kant. (2013). *Sistema de freno convencionales y electronicos*. Alemania: Editorial Bosch.
- [5] Herbert E. Ellinger, Richard B. Hathaway. (1993). Manual de reparación de sistemas de frenos, suspensión y dirección automotrices. México: Prentice Hall.
- [6] Society of Automotive Engineers (SAE) Baja SAE México. Rules 2017 [http://bajasae.net/content/2017\\_BAJA\\_Rules\\_1\\_3\\_2107.pdf](http://bajasae.net/content/2017_BAJA_Rules_1_3_2107.pdf)
- [7] CASCAJOSA Manuel, Ingeniería de vehículos, Sistemas y Cálculos. 2da. Edición. Editorial Alfaomega. Cap. XIII.

- [8] Dobac. Sistema de frenos hidráulicos.  
<https://dobac.com/capac/Sistema%20de%20Frenos%20Hidráulicos.pdf>
- [9] Christian M. (2011). El funcionamiento del caliper. Bolido.  
<https://www.bolido.com/2011/03/el-funcionamiento-del-caliper-de-freno/>
- [10] CROUSE H. William. Transmisión y caja de cambios del automóvil, descripción, funcionamiento y conservación. 1ra. Edición castellana, 4ta. Edición americana. Publicaciones marcombo, S.A. Cap. 20
- [11] Group Eina Digital. (2016). Junta homocinética: ¿Qué es y para qué sirve? Mecánicos”El blog del taller de reparación del automóvil”.  
<http://www.bolgmecanicos.com/2016/11/junta-homocinetica-que-es-para-que-sirve.html>
- [12] Dirección de transporte CONAE. Manual: Llantas y neumaticos – selección, estructura, clasificación y códigos. Mecánico Automotriz. Pasión por los fierros.  
<https://www.mecanicoautomotriz.org/1755-manual-llantas-neumaticos-seleccion-estructura-clasificacion-codigos-cuidados>
- [13] CASCAJOSA Manuel, Ingeniería de vehículos, Sistemas y Cálculos. 2da. Edición. Editorial Alfaomega. Cap. XIV.
- [14] Mecánica Automotriz. Manual: Frenos de servicio, neumáticos y llantas – componentes y funcionamiento. Mecánico Automotriz. Pasión por los fierros.  
<https://www.mecanicoautomotriz.org/1242-manual-frenos-servicio-neumaticos-llantas-componentes-funcionamiento>
- [15] Mecánica Automotriz. Manual: Sistema de frenos y neumáticos-estructura, componentes y funciones. Mecánico Automotriz. Pasión por los fierros.  
<https://www.mecanicoautomotriz.org/1692-manual-sistemas-frenos-neumaticos-estructura-componentes-funciones>
- [16] Mecánica Automotriz. Manual de neumáticos, llantas y ruedas de disco-estructura. Modelos y tipos. Mecánico Automotriz. Pasión por los fierros.

<https://www.mecanicoautomotriz.org/1074-manual-neumaticos-ruedas-disco-estructura-modelos-tipos>

- [17] Spalding Fasteners. M10 X 1MM MALE BRAKE NUTS FULL OR PART THREAD, LONG OR SHORT, FOR 3/16" PIPE. <https://www.spaldingfasteners.co.uk/m10-x-1mm-male-brake-nuts-full-or-part-thread-long-or-short-for-3-16-pipe/>
- [18] Federal Hill Trading Company. FEDHILL. How to find out what flare is on your brake line. <http://store.fedhillusa.com/flare.aspx>
- [19] Advance Auto Parts. Dorman. Autograde Compression Fitting-Union-3/16 In. <https://shop.advanceautoparts.com/p/dorman-autograde-compression-fitting-union-3-16-in.-785-302/22143811-P>
- [20] Motorradzubehör Hornig GmbH. HORNIG. Línea para freno para BMW R1150RT ABS. <https://www.hornig.es/BMW-R-1100-1150-RT/Piezas-de-recambio/Lnea-para-freno.html>
- [21] JTR-RACING. JTR-RACING “Solo tú pones el límite”. Banjo sistema de frenos. <http://www.jtr-racing.com/v2/index.php/producto/banjo/>
- [22] Grupo Siebla. Harley Davidson Siebla Málaga. Sensor de freno trasero. <https://h-dsieblamalaga.com/es/varios/93605302-sensor-freno-trasero.html>
- [23] Bardahl. Líquido de Frenos. Bardahl Líquido para Frenos, DOT-3. <http://www.bardahl.com.mx/liquido-de-frenos/>
- [24] RICHARD G. Budynas, J. Keith Nisbett. Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. 8va. Edición. Editorial Mc Graw Hill. (México D.F. 2008, P. 274, 279-288, 356, 361-364, 1022).
- [25] Llantipros. Tipos de banda de rodamiento. Tipos de banda. <https://llantipros.com.mx/blog/tipos-de-banda-de-rodamiento/>
- [26] Alejandro. (28 de enero de 2012). Junta homocinética. Teseo Motor. <http://www.teseomotor.com/junta-homocinetica/>

- [27] Renner's Corner. FUEL LINE. RC-9369-4. <http://www.rennerscorner.com/fuel-line.html>
- [28] Universidad Iberoamericana Ciudad de México. Taller de diseño industrial. Avellanador de tubo. [http://www.dis.uia.mx/taller\\_industrial/blog/?grid\\_products=avellanador-de-tubo](http://www.dis.uia.mx/taller_industrial/blog/?grid_products=avellanador-de-tubo)
- [29] Amazon Inc. Or. OTC 6502 Master Brake Flaring Tool Kit. <https://www.amazon.com/OTC-6502-Master-Brake-Flaring/dp/B0075XHDHI>
- [30] Rick's Free Auto Repair Advice. Brake hose replacement cost. <http://ricksfreeautorepairadvice.com/brake-hose-replacement-cost/>
- [31] Some XenForo functionality crafted by ThemeHouse. Ih8mud.com. Question about brake line fittings, cutting and flaring. <https://forum.ih8mud.com/threads/question-about-brake-line-fittings-cutting-and-flaring.779567/>

## 11. Apéndice “A” (Simulación de la flecha de transmisión).

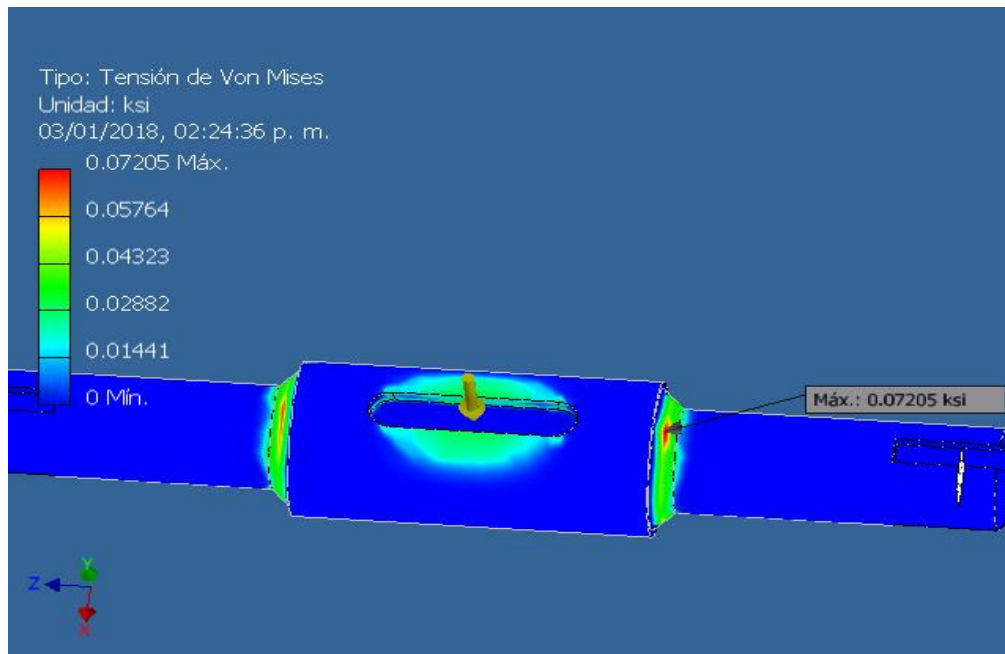


Figura 111. Tensión de Von Mises.

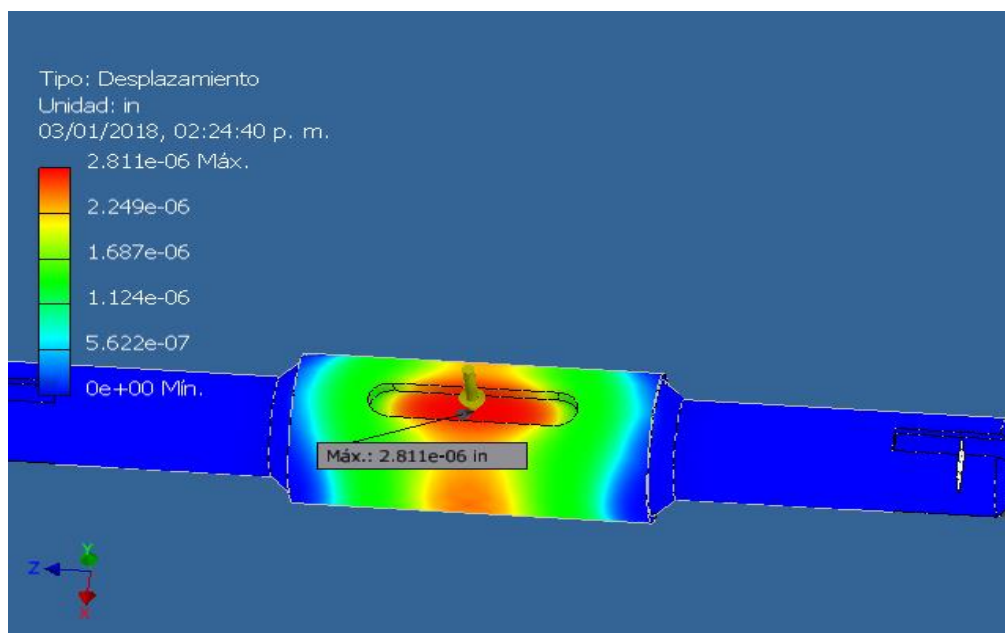


Figura 112. Desplazamiento.



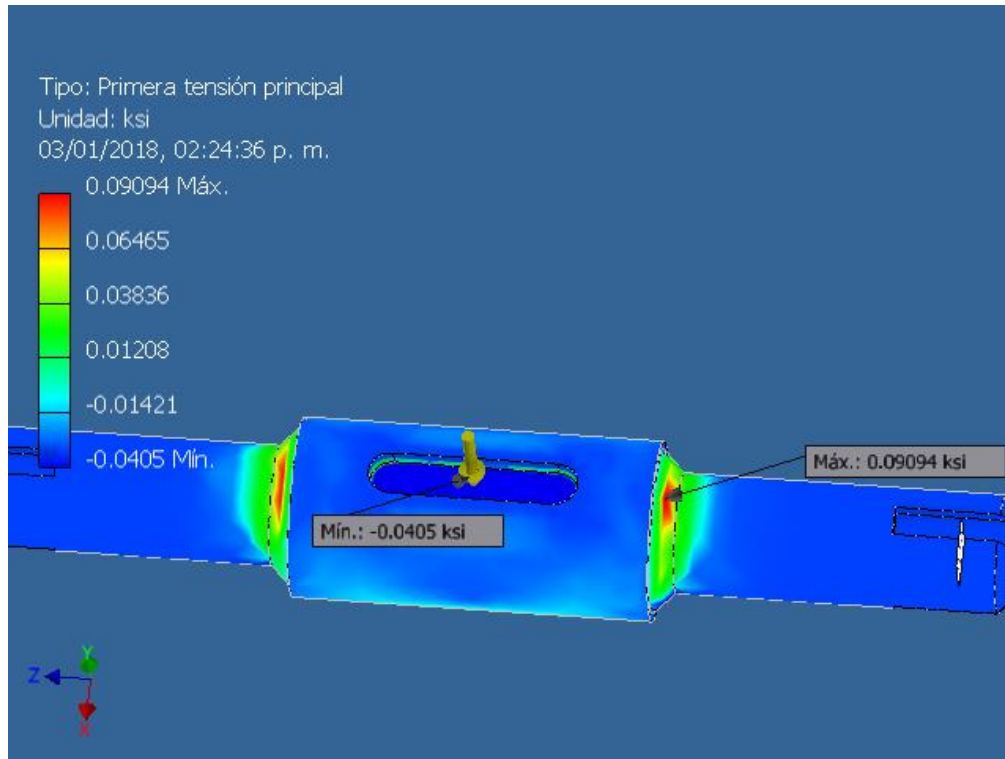


Figura 113. Primera tensión principal.

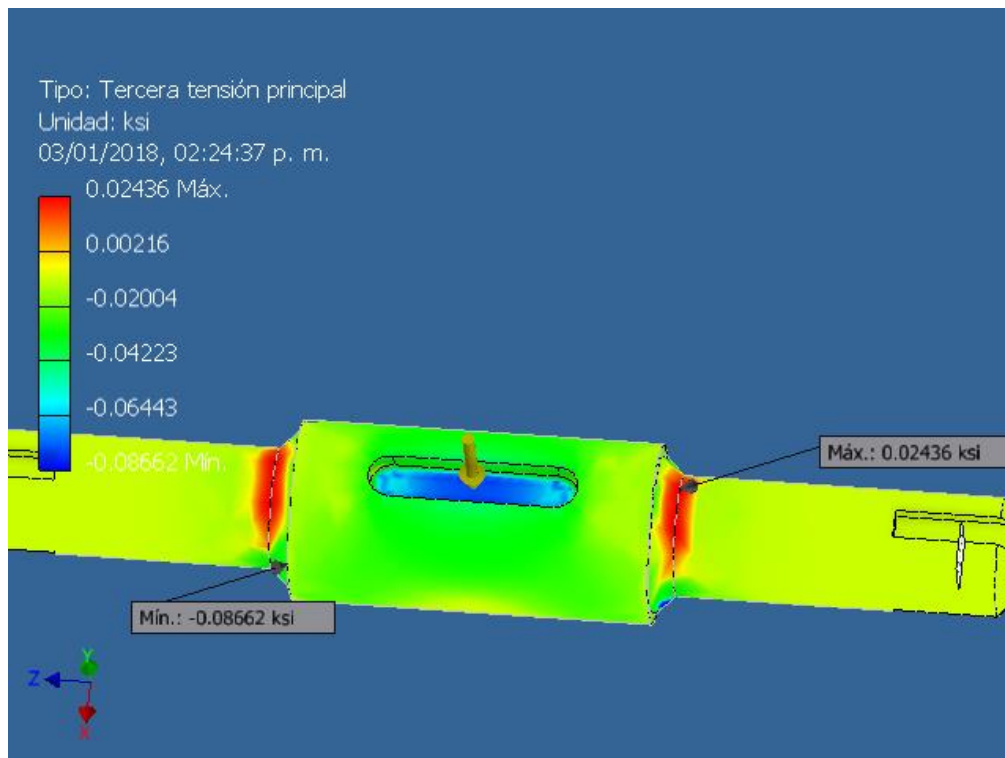


Figura 114. Tercera tensión principal.

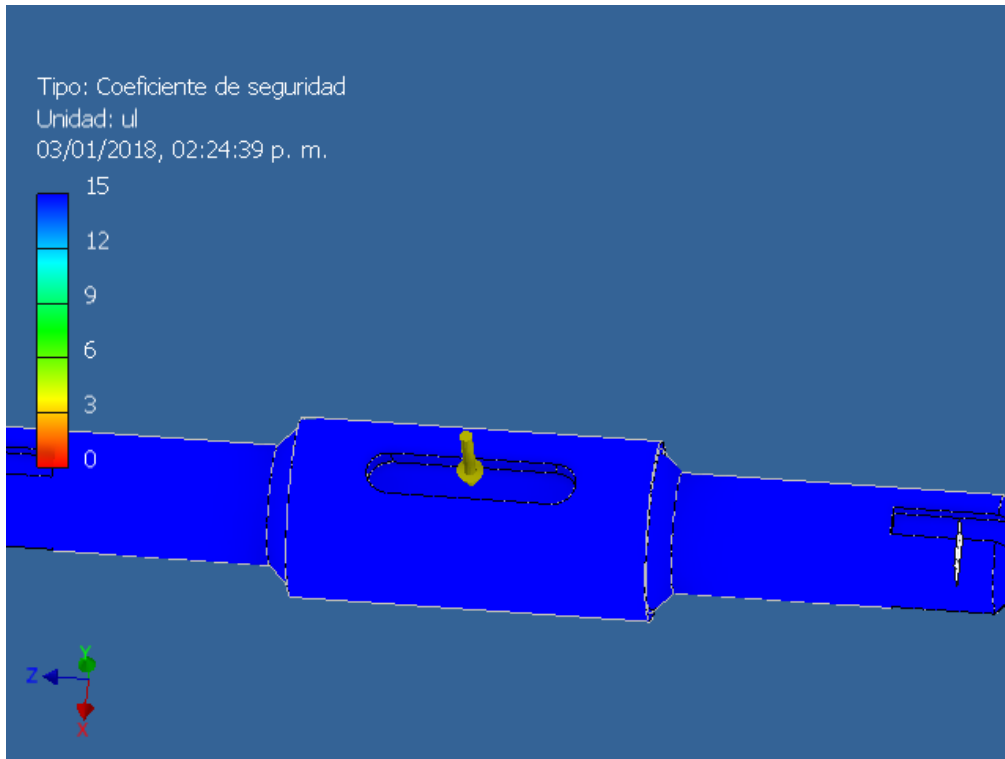


Figura 115. Tercera tensión principal.

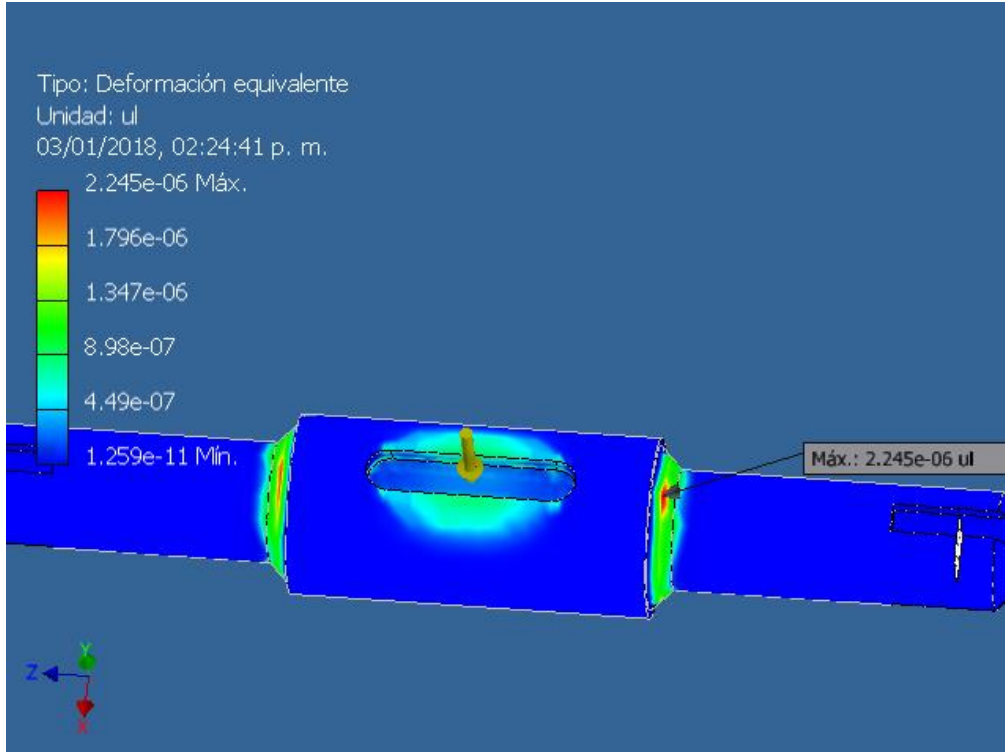
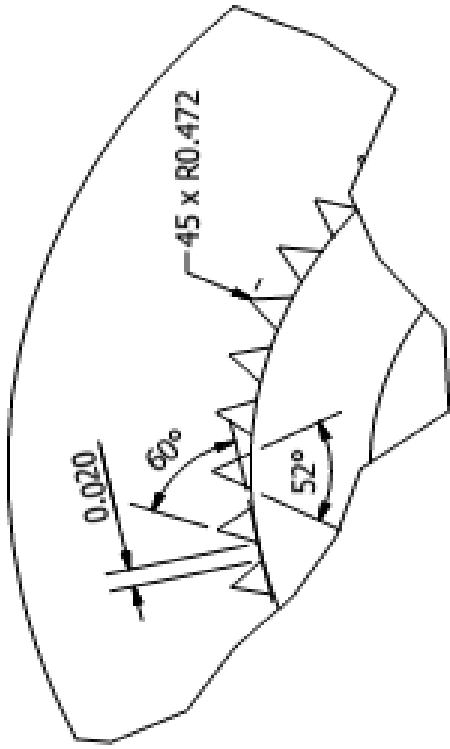
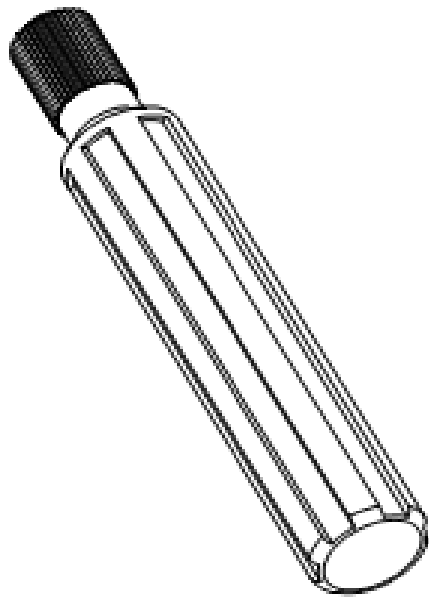


Figura 116. Deformación equivalente.

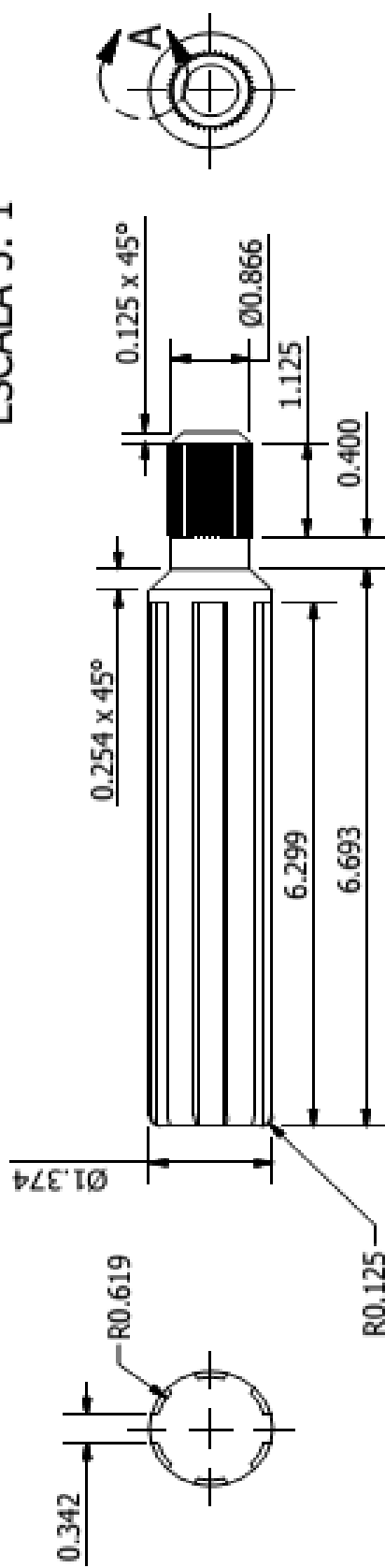
12. Apéndice “B” (Cronograma de actividades de la competencia).



13. Apéndice “C” (Dibujos de definición).



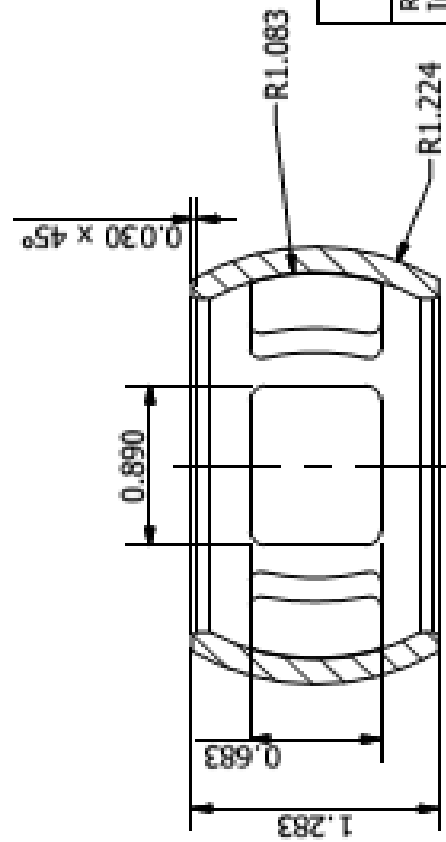
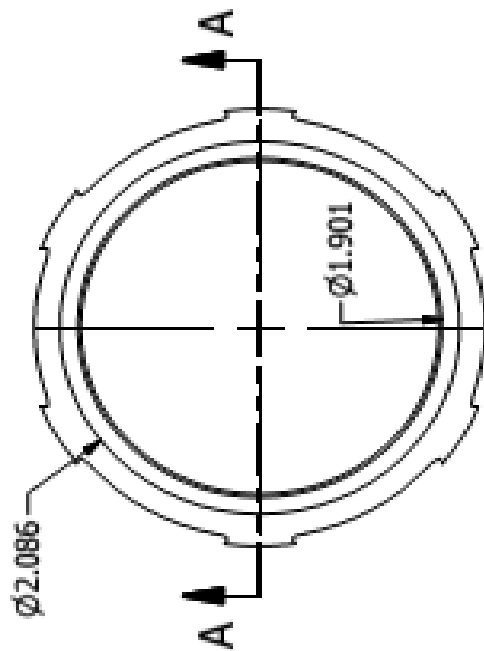
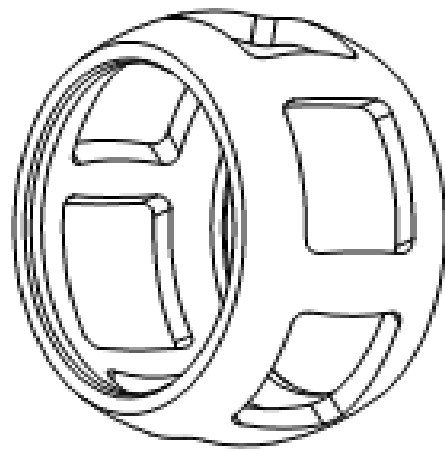
DETALLE A  
ESCALA 5: 1



Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco


Revisó: Ing. Romy Pérez Moreno	Dibujó: Franco Marroquin Fernando
Fecha: 29/12/2017	Lemos Samboni Jorge Ivan Rivera Rodriguez Rodrigo
Acotación: Pulgadas	Descripción: Eje estriado
Escala: 1:2	Dibujo No. 1

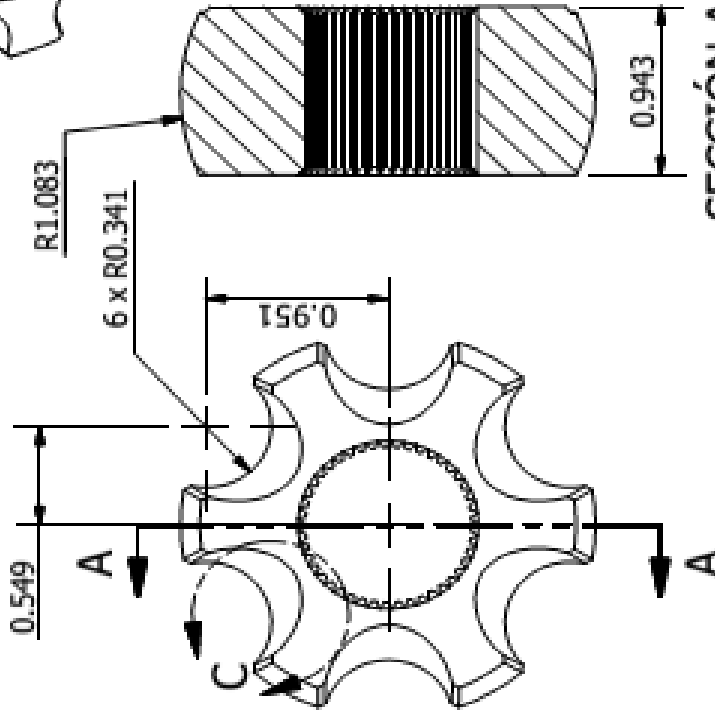
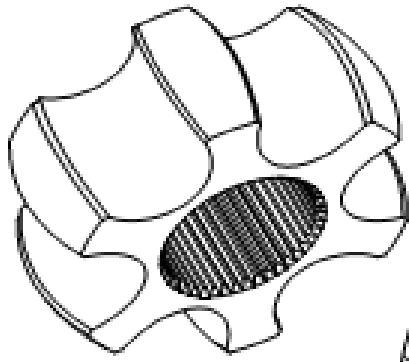




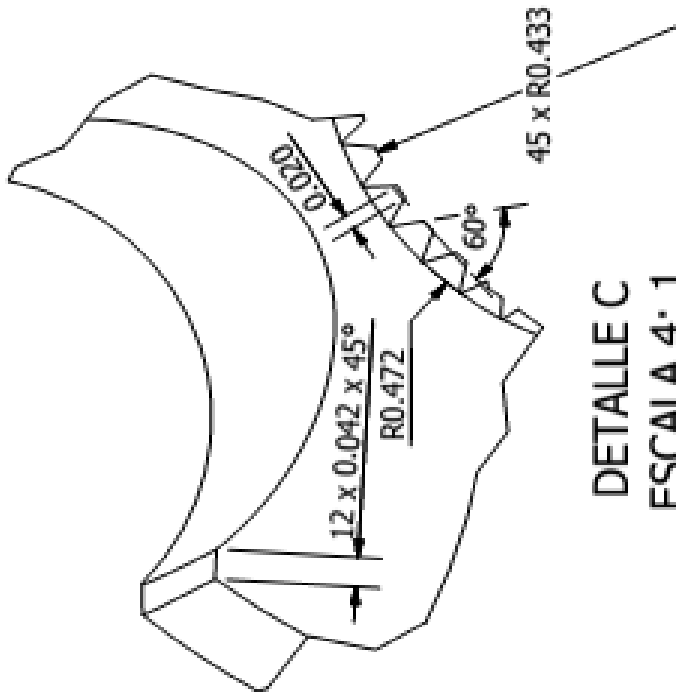
Sección A-A  
ESCALA 1:1

Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco

Revisó: Ing. Romy Pérez Moreno	Dibujó: Franco Marroquin Fernando Lemos Samboni Jorge Ivan Rivera Rodríguez Rodrigo
Fecha: 29/12/2017	Descripción: Jaula de ensamble
Acotación: Pulgadas	
	Escala: 1:1
	Dibujo No. 3



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1: 1



DETALLE C  
ESCALA 4: 1

Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco

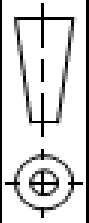
Revisó:  
Ing. Romy Pérez Moreno

Dibujó:  
Franco Marroquin Fernando  
Lemos Samboni Jorge Ivan  
Rivera Rodriguez Rodrigo

Fecha:  
29/12/2017

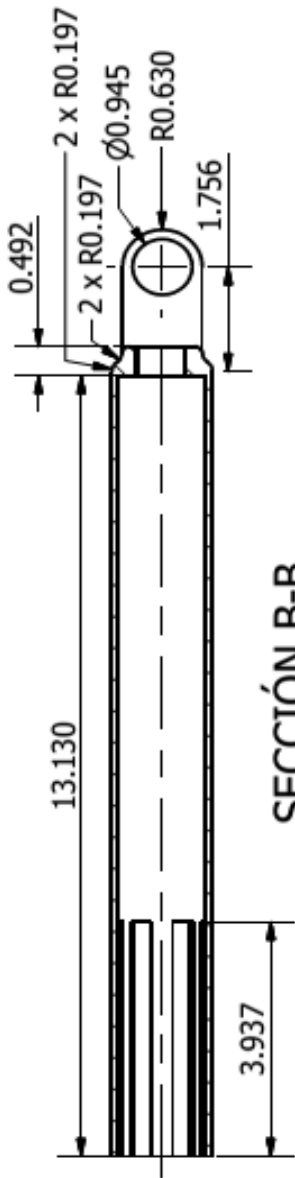
Descripción:  
Núcleo

Anotación:  
Pulgadas

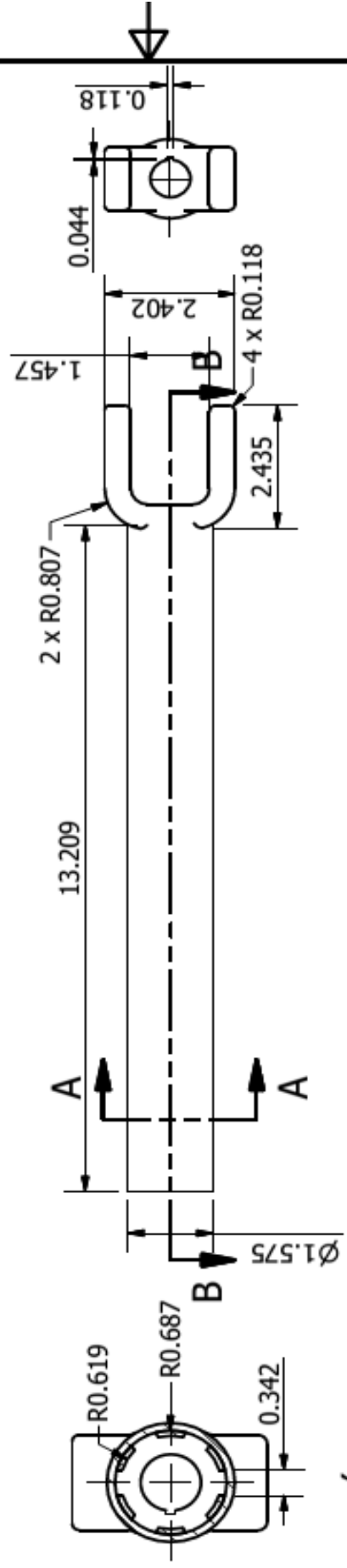


Escala:  
1:2


Dibujo No. 4



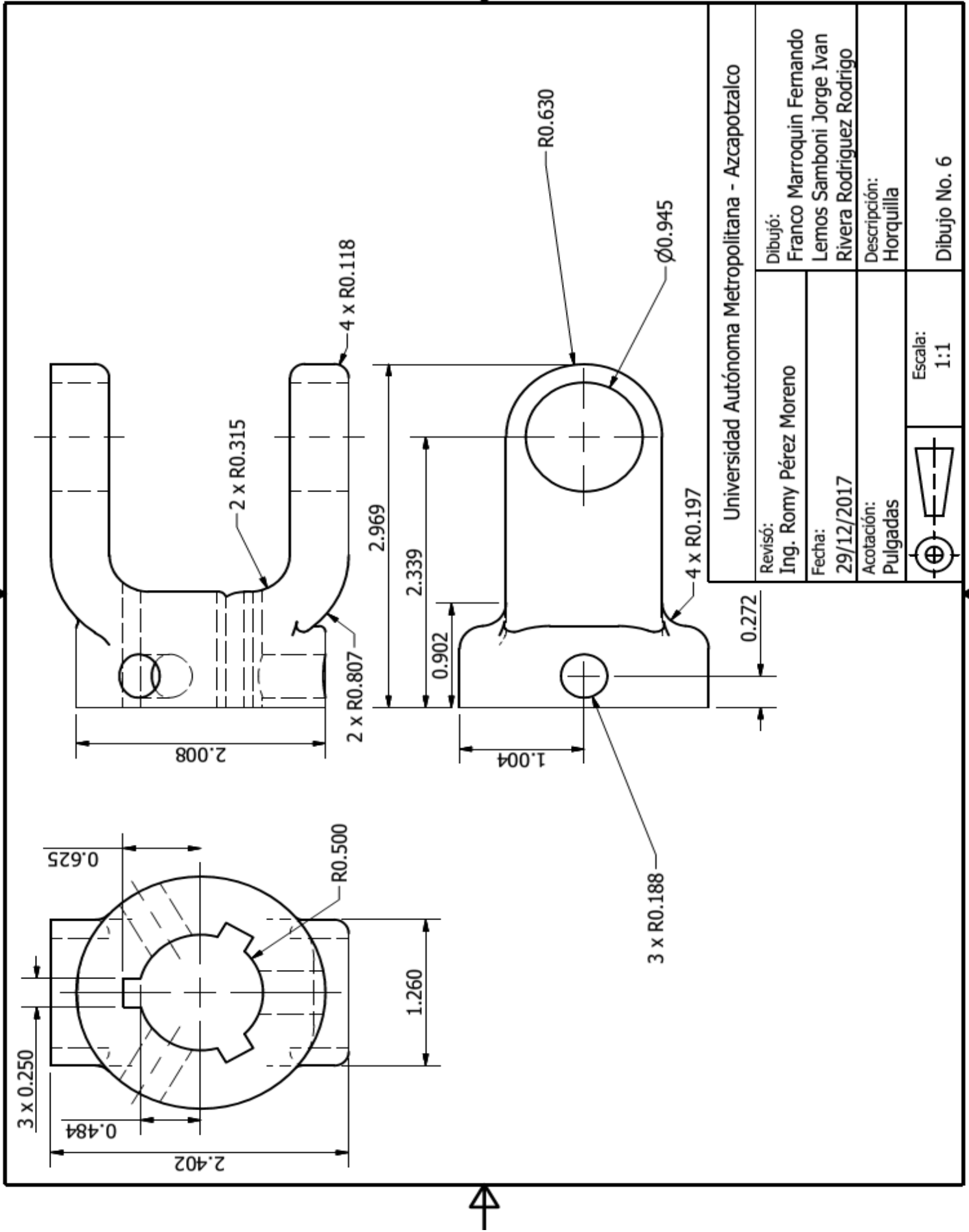
SECCIÓN B-B  
ESCALA 1 : 3



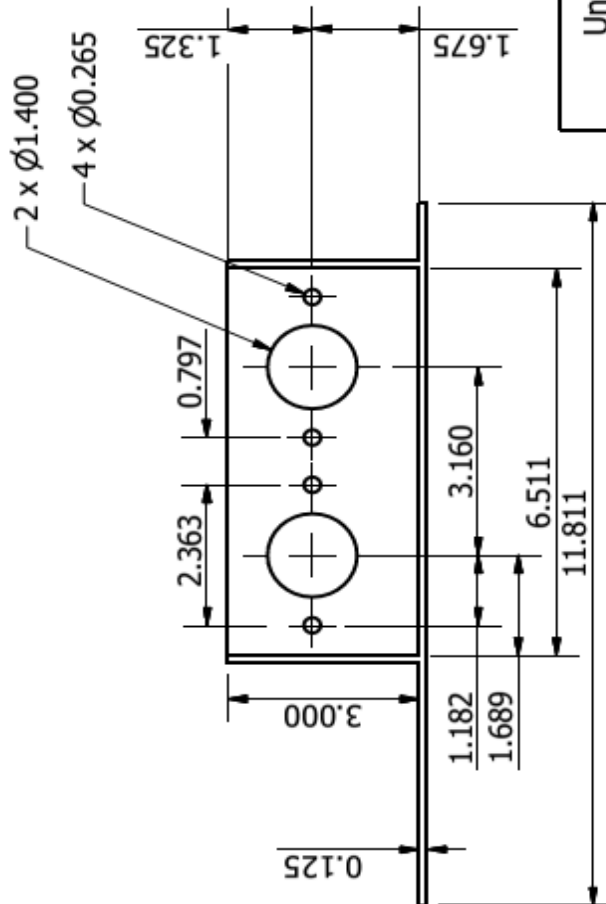
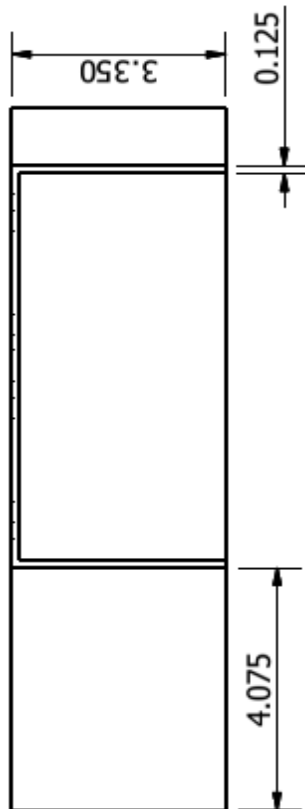
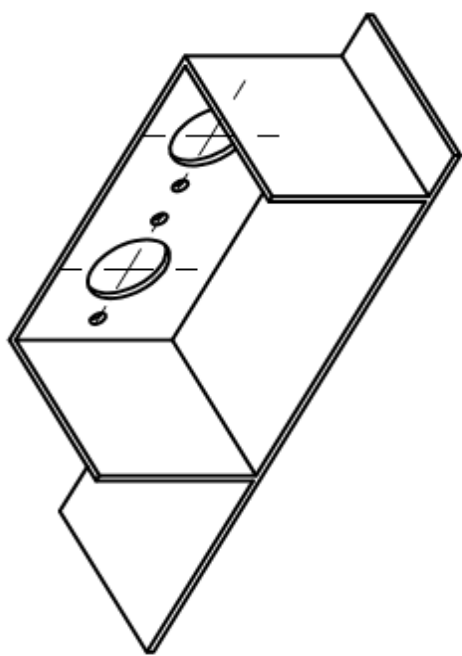
SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 2

Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco	
Revisó: Ing. Romy Pérez Moreno	Dibujó: Franco Marroquin Fernando
Fecha: 29/12/2017	Lemos Samboni Jorge Ivan
Acotación: Pulgadas	Rivera Rodriguez Rodrigo
Descripción: Árbol de transmisión	
	Escala: 1:3
Dibujo No. 5	

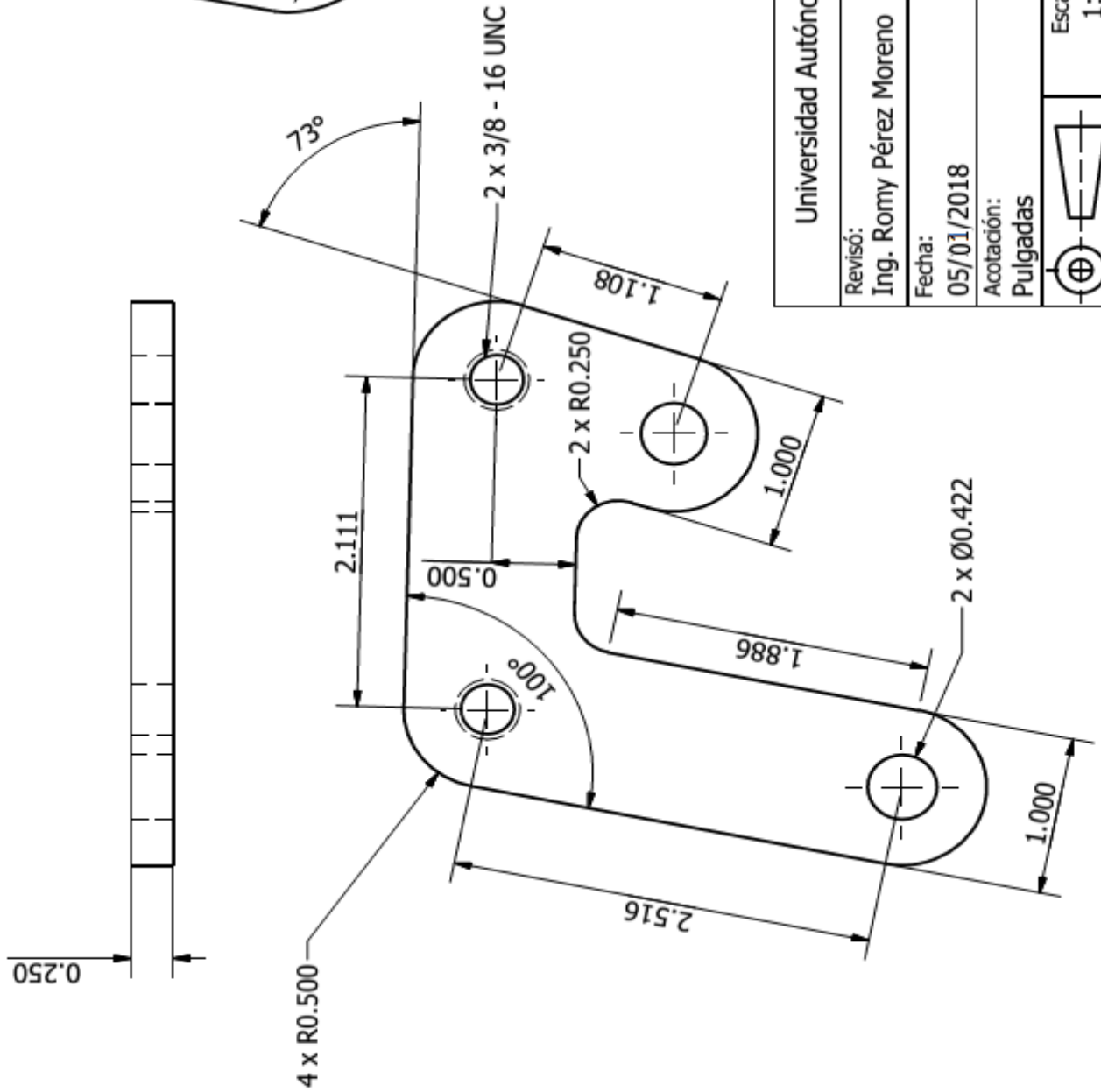
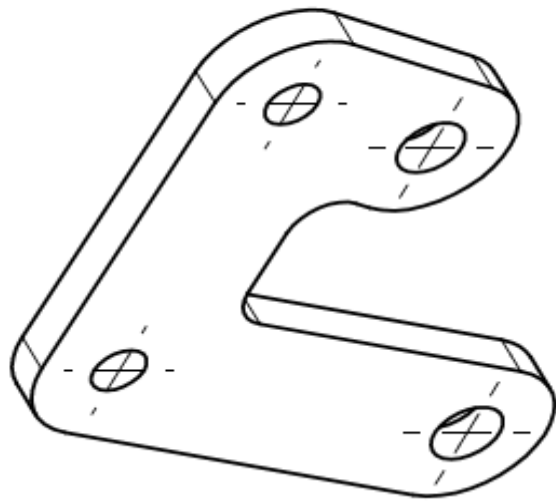




Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco	
Revisó: Ing. Romy Pérez Moreno	Dibujó: Franco Marroquin Fernando
Fecha: 29/12/2017	Lemos Samboni Jorge Ivan
Acotación: Pulgadas	Rivera Rodriguez Rodrigo
Descripción: Horquilla	
	Escala: 1:1
Dibujo No. 6	

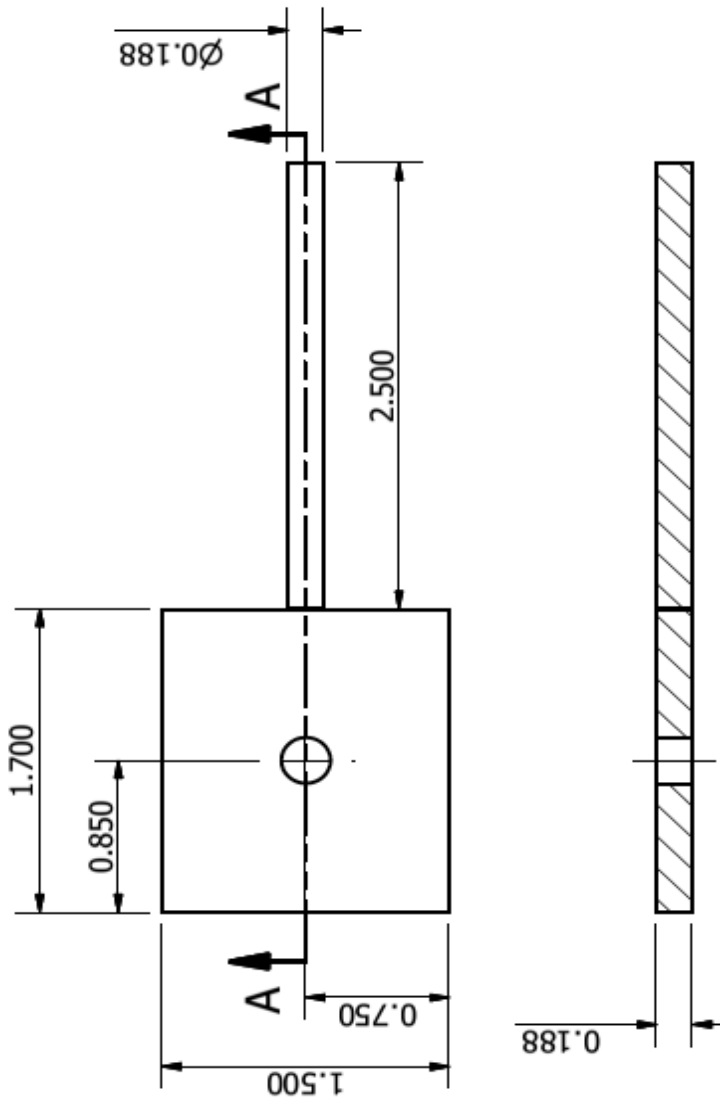
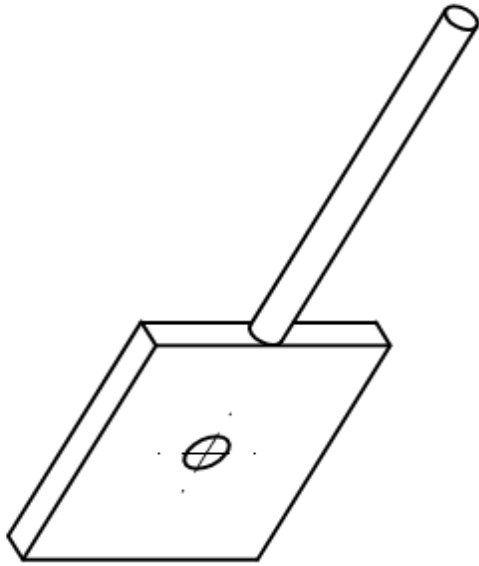


Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco	
Revisó: Ing. Romy Pérez Moreno	Dibujó: Franco Marroquin Fernando Lemos Samboni Jorge Ivan Rivera Rodriguez Rodrigo
Fecha: 31/12/2017	Descripción: Base de cilindros maestros
Acotación: Pulgadas	Escala: 1:3




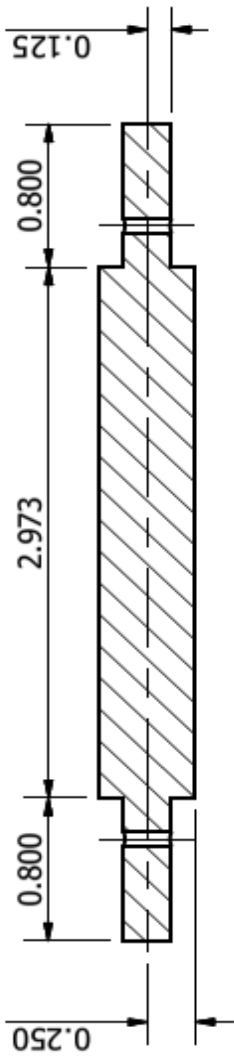
Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco

Revisó: Ing. Romy Pérez Moreno	Dibujó: Franco Marroquin Fernando
Fecha: 05/01/2018	Lemos Samboni Jorge Ivan
Acotación: Pulgadas	Rivera Rodriguez Rodrigo
	Descripción: Placa de caliper delantero
	Escala: 1:1
	Dibujo No. 8

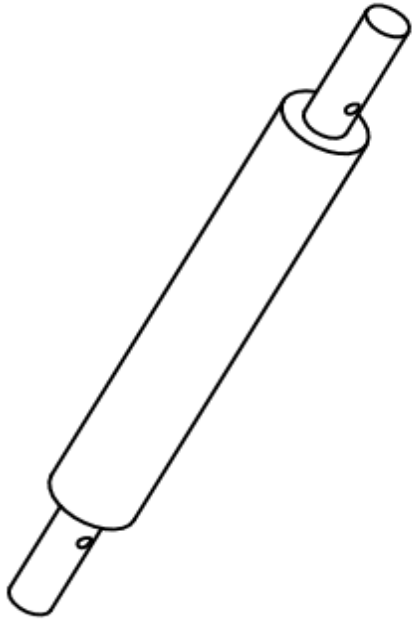
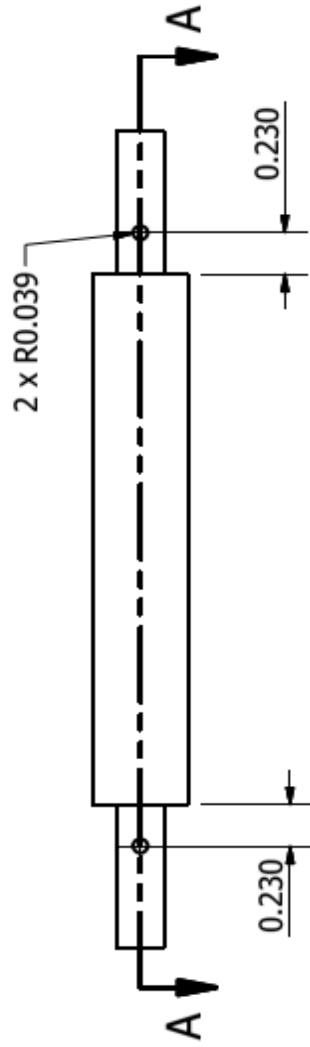


SECCIÓN A-A

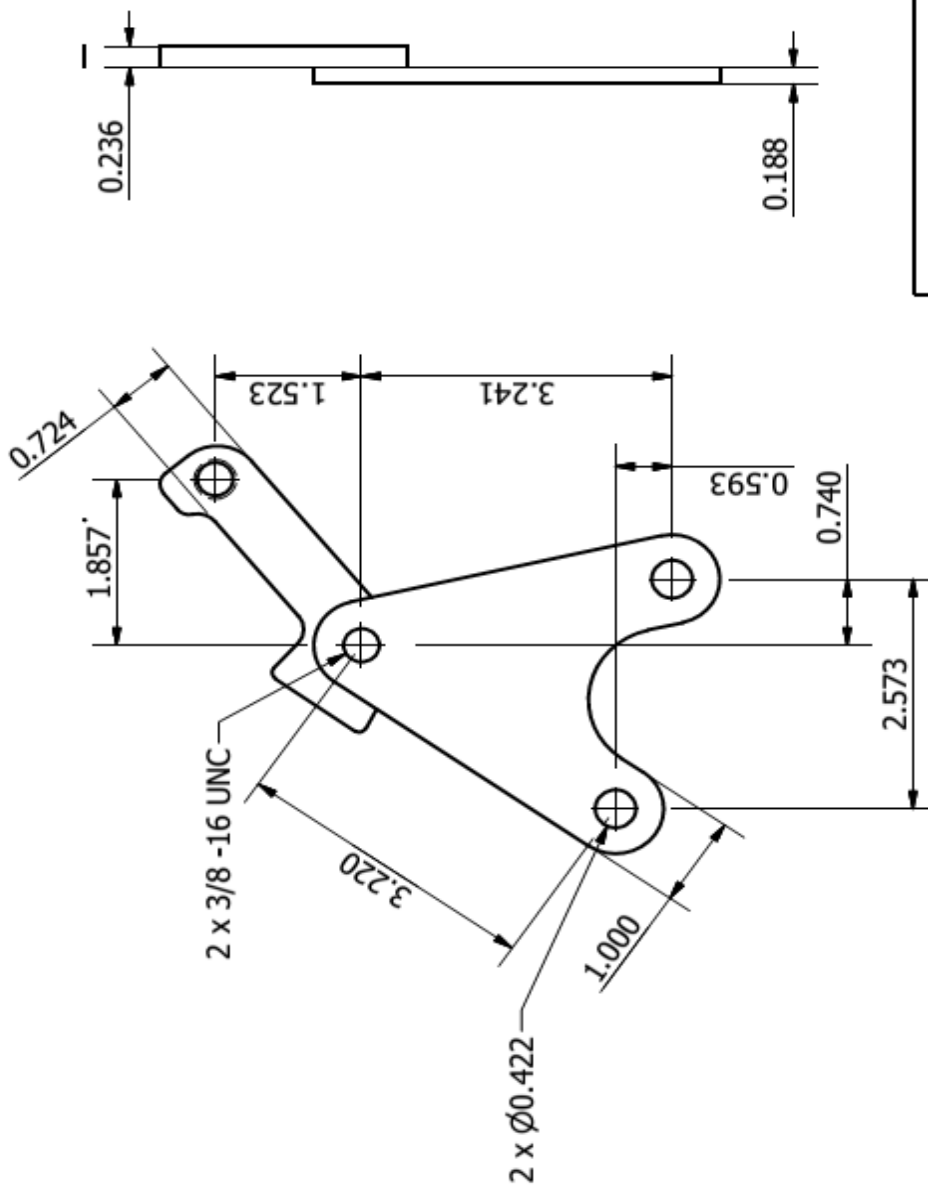
Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco	
Revisó: Ing. Romy Pérez Moreno	Dibujó: Franco Marroquin Fernando Lemos Samboni Jorge Ivan Rivera Rodriguez Rodrigo
Fecha: 05/01/2018	Descripción: Vástago
Acotación: Pulgadas	Escala: 1:1
	Dibujo No. 9



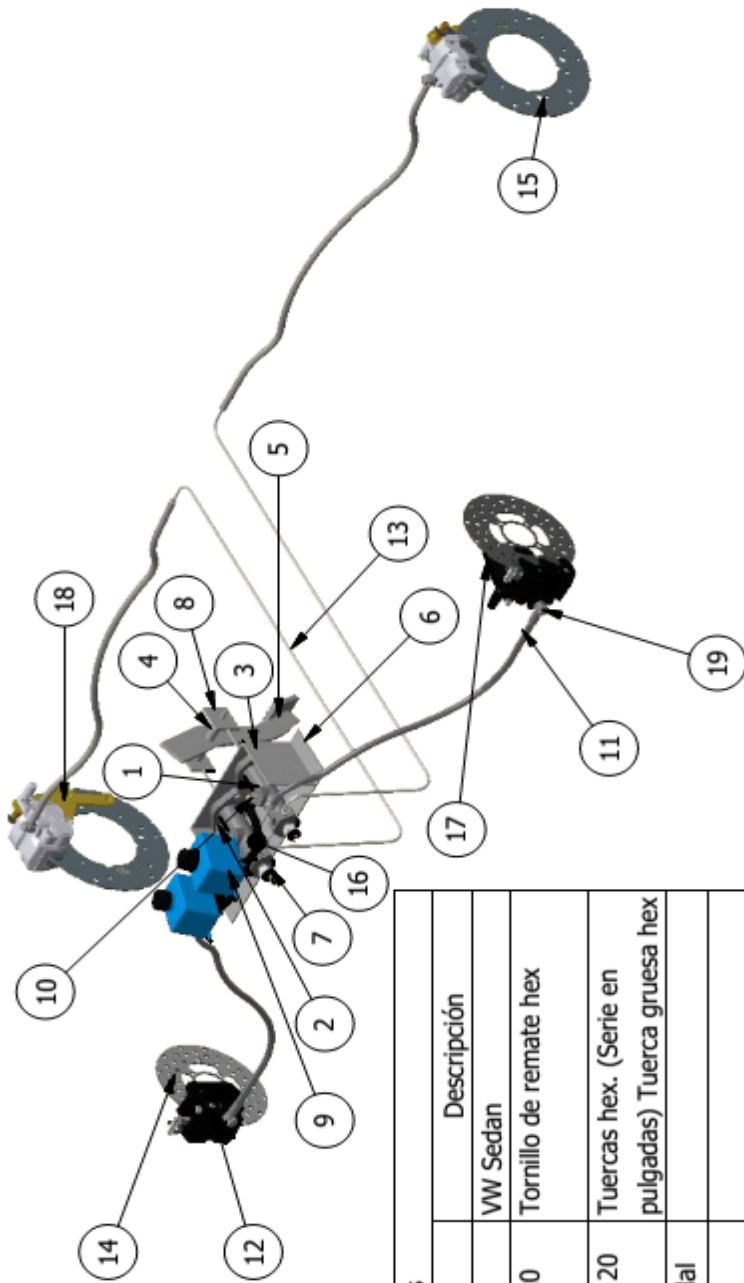
SECCIÓN A-A



Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco	
Revisó: Ing. Romy Pérez Moreno	Dibujó: Franco Marroquin Fernando Lemos Samboni Jorge Ivan Rivera Rodriguez Rodrigo
Fecha: 05/01/2018	Descripción: Eje de ajuste del pedal
Acotación: Pulgadas	Escala: 1:1
Dibujo No. 10	



Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco	
Revisó: Ing. Romy Pérez Moreno	Dibujó: Franco Marroquin Fernando Lemos Samboni Jorge Ivan Rivera Rodríguez Rodrigo
Fecha: 05/01/2018	Descripción: Placa de caliper trasero
Acotación: Pulgadas	Escala: 1:1
Dibujo No. 11	



Lista de partes			
Número	Cantidad	Nombre	Descripción
1	2	Cilindro maestro	VW Sedan
2	4	ANSI B18.2.1 - 1/4-20 UNC - 1	Tornillo de remate hex
3	4	ANSI B18.2.2 - 1/4 - 20	Tuercas hex. (Serie en pulgadas) Tuerca gruesa hex
4	1	Eje de ajuste del pedal	
5	1	Pedal	
6	1	Base de cilindro maestro	
7	2	Sensor	VW Sedan
8	2	Vástago	
9	2	Depósito	VW Sedan
10	2	Conector de manguera de depósito a cilindro maestro	
11	4	Línea de freno flexible	
12	4	Cáliper	Italika DS 150
13	2	Línea de freno rígida	Acero zincado 3/16
14	2	Disco delantero	Yamaha Warrior 350
15	2	Disco trasero	Italika ATV 250
16	2	Manguera depósito - cilindro maestro	
17	2	Placa de cáliper delantero	
18	2	Placa de cáliper delantero	
19	4	Tornillo conector manguera - caliper	

Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco

Revisó:  
Ing. Romy Pérez Moreno

Dibujó:  
Franco Marroquin Fernando  
Lemos Samboni Jorge Ivan  
Rivera Rodríguez Rodrigo

Fecha:  
05/01/2018

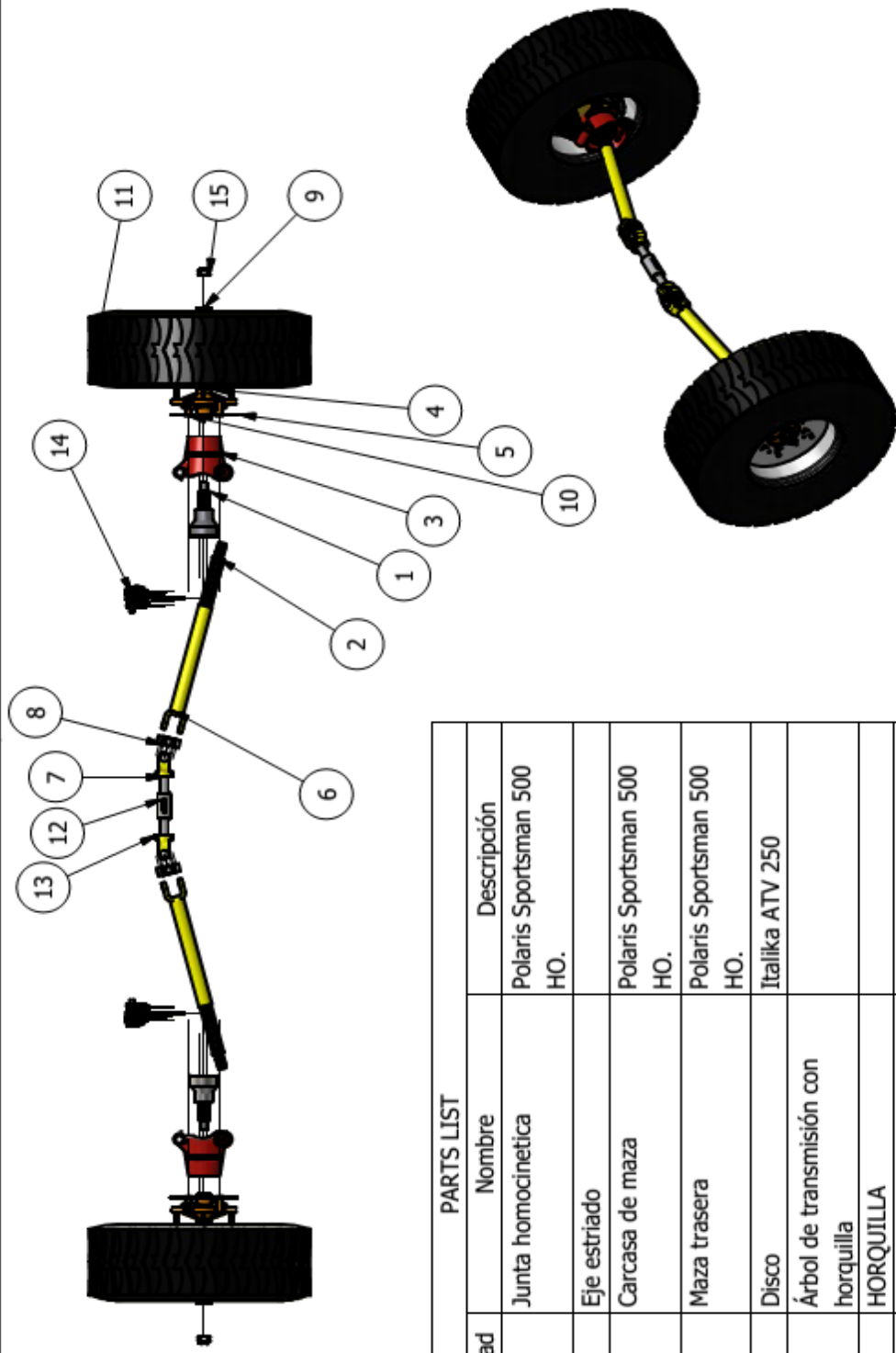
Acotación:  
Pulgadas

Descripción:  
Ensamble del sistema de frenos



Escala:  
1:10

Dibujo No. 12



PARTS LIST			
Número	Cantidad	Nombre	Descripción
1	2	Junta homocinética	Polaris Sportsman 500 HO.
2	1	Eje estriado	
3	1	Carcasa de maza	Polaris Sportsman 500 HO.
4	1	Maza trasera	Polaris Sportsman 500 HO.
5	1	Disco	Italika ATV 250
6	1	Árbol de transmisión con horquilla	
7	1	HORQUILLA	
8	1	CRUCETA	AUTOPAR
9	1	Rondana Maza	
10	8	DIN 7991 - M8x25	Tornillos de cabeza avellanada con hueco hexagonal para el disco
11	1	Ensamble rin-lanta	22x10x12
12	4	Eje	
13	4	ANSI B18.3 - 3/8-16 UNC - 0.5	Opresor de flecha
14	4	Ensamble de placa y caliper trasero	
15	1	DIN 935 T1 - M20 x 1.5	Slotted Hex Nut

Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco

Revisó:  
Ing. Romy Pérez Moreno

Dibujó:  
Franco Marroquin Fernando  
Lemos Samboni Jorge Ivan  
Rivera Rodríguez Rodrigo

Fecha:  
05/01/2018

Descripción:  
Ensamble de línea de transmisión

Acotación:  
Pulgadas



Escala:  
1:20

Dibujo No. 13



## 14. Entregables comprometidos en la propuesta

### 14.1. Constancia de participación en la competencia Baja SAE 2017.



Figura 117. Constancia de participación en la competencia Baja SAE México 2017. FERNANDO FRANCO MARROQUIN.



Figura 118. Constancia de participación en la competencia Baja SAE México 2017. JORGE IVAN LEMOS SAMBONI.



Figura 119. Constancia de participación en la competencia Baja SAE México 2017.  
RODRIGO RIVERA RODRIGUEZ.

#### 14.2. Estampa necesaria para la participación del vehículo en las pruebas dinámicas realizadas por Baja SAE México 2017.



Figura 120. Engine Check, se calibran todos los motores de los vehículos a 3600 r.p.m.



*Figura 121. PASSED TECH, un grupo de jurados inspecciona el vehículo, evaluando que este cumpla con los requisitos establecidos por las reglas de Baja SAE 2017.*



*Figura 122. PASSED BRAKE, estampa que permite realizar las pruebas dinámicas.*