



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIEROS EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

**TEMA:**

**“ADAPTACIÓN DE UN MOTOR A INYECCIÓN ELECTRÓNICA, CAJA  
Y TRASMISIÓN AL PEUGEOT 604 BUGGY DE LA UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DEL NORTE”**

**AUTORES: ARCINIEGA MESA WIDER MAURICIO**

**VILLARREAL CORAL RICHARD DANIEL**

**DIRECTOR: ING. CARLOS MAFLA, MSC.**

**IBARRA – ECUADOR**

**2016**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

#### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

#### A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital determina la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

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

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1002979738
APELLIDOS Y NOMBRES:	ARCINIEGA MESA WIDER MAURICIO
DIRECCIÓN:	BARRIO SAN MIGUEL DE SAN ROQUE CALLE: 1 DE AGOSTO Y GARCIA MORENO
E-MAIL:	<a href="mailto:ma_gatostrok@hotmail.com">ma_gatostrok@hotmail.com</a>
TELÉFONO FIJO	06-3011423
TELÉFONO MÓVIL:	0967212615
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“ADAPTACIÓN DE UN MOTOR A INYECCIÓN ELECTRÓNICA, CAJA Y TRASMISIÓN AL PEUGEOT 604 BUGGY DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”
AUTOR:	ARCINIEGA MESA WIDER MAURICIO
FECHA:	NOVIEMBRE DEL 2016
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
DIRECTOR:	ING. CARLOS MAFLA MSC.

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

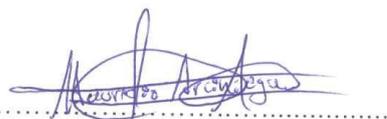
<b>DATOS DE CONTACTO</b>	
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1003696091
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	VILLARREAL CORAL RICHARD DANIEL
<b>DIRECCIÓN:</b>	SAN JOSÉ DE CHORLAVI
<b>E-MAIL:</b>	<a href="mailto:danielchavita@hotmail.com">danielchavita@hotmail.com</a>
<b>TELÉFONO FIJO</b>	2632012
<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0980561608
<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	“ADAPTACIÓN DE UN MOTOR A INYECCIÓN ELECTRÓNICA, CAJA Y TRASMISIÓN AL PEUGEOT 604 BUGGY DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”
<b>AUTOR:</b>	VILLARREAL CORAL RICHARD DANIEL
<b>FECHA:</b>	NOVIEMBRE DEL 2016
<b>PROGRAMA:</b>	PREGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA</b>	INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
<b>DIRECTOR:</b>	ING. CARLOS MAFLA MSC.

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

Nosotros, Arciniega Mesa Wider Mauricio, con cédula de identidad Nro. 1002979738 y Villarreal Coral Richard Daniel, con cédula de identidad Nro. 1003696091, en calidad de autores y titulares de los derechos Patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en la defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.



Firma

Nombre: Arciniega Mesa Wider Mauricio

Cédula: 1002979738



Firma

Nombre: Villarreal Coral Richard Daniel

Cédula: 1003696091



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

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

Nosotros, Arciniega Mesa Wider Mauricio, con cédula de identidad Nro. 1002979738 y Villarreal Coral Richard Daniel, con cédula de identidad Nro. 1003696091, manifestamos nuestra voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador artículos 4, 5 y 6, en calidad de autores de la obra o trabajo de grado denominado: **“ADAPTACIÓN DE UN MOTOR A INYECCIÓN ELECTRÓNICA, CAJA Y TRASMISIÓN AL PEUGEOT 604 BUGGY DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”** que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros en Mantenimiento Automotriz en la Universidad Técnica del Norte quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autores reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento de realizar la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma

Nombre: Arciniega Mesa Wider Mauricio

Cédula: 1002979738

Firma

Nombre: Villarreal Coral Richard Daniel

Cédula: 1003696091



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**ACEPTACIÓN DEL DIRECTORIO**

En mi calidad de Director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

**CERTIFICO:**

Que una vez analizado el plan de trabajo de grado cuyo título es **“ADAPTACIÓN DE UN MOTOR A INYECCIÓN ELECTRÓNICA, CAJA Y TRASMISIÓN AL PEUGEOT 604 BUGGY DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”**, presentado por los señores: Arciniega Mesa Wider Mauricio, con número de cédula 1002979738 y Villarreal Coral Richard Daniel, con número de cédula 1003696091 damos fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación privada y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe

.....  
Ing. Mafla Yépez Carlos Msc.  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

#### DEDICATORIA

A Dios por guiarme por buen camino y darme fuerzas para seguir adelante logrando mis objetivos y metas.

A mi madre Hilda Mesa por su paciencia y apoyo incondicional, por sus valores los que me ha permitido ser una persona de bien, pero sobre todo por su amor y cariño en todo momento.

A mi padre Mauricio Arciniega, que más que un padre es un amigo y mi ejemplo a seguir por su perseverancia y constancia que lo caracteriza, por sus sabios consejos en todos los aspectos de la vida a quien debo mucho mi preparación académica.

A mis hermanas aunque en la mayoría de las veces parece que estamos en una batalla, pero en todo momento me brindan su apoyo y cariño les quiero con todo mi corazón.

A mi familia que ha estado conmigo en los buenos y malos momentos brindándome su apoyo y deseándome lo mejor.

Al amor de mi vida Verónica Jácome que con su amor y ternura, ha logrado borrar y superar todas las dificultades y problemas que se me han presentado, logrando siempre sacarme una sonrisa en los momentos más difíciles, te amo.

*Arciniega Mauricio*



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

#### DEDICATORIA

A Dios por darme la sabiduría y permitirme llegar hasta estas instancias con ganas de triunfar, por ayudarme a cumplir todos mis objetivos planteados durante el transcurso de mis estudios brindándome su infinito amor y bondad.

A mi madre Mery quien fue ese pilar fundamental en mi vida dándome todo su apoyo incondicional, motivándome día a día a seguir luchando por cumplir mis sueños siempre guiándome por el camino del bien con sus innumerables consejos y su amor de madre.

A mi padre Gabriel quien me ha enseñado a luchar siempre sin importar los golpes que da la vida, que la perseverancia y el trabajo duro siempre superan todos los obstáculos siempre acompañado de Dios.

A mi novia Denís quien ha sido por mucho tiempo esa persona con quien conversar y aliviar los problemas además de compartir momentos felices, quien ha llenado mi vida por completo de felicidad y buenos momentos.

A mi abuelita Aurita quien ha sido mi madre desde toda la vida apoyándome y brindándome su amor infinito y su apoyo incondicional ayudándome en todo momento sin importar las circunstancias.

A mi hermana y mi cuñado quienes han sabido brindarme su amistad, su apoyo y compartir sus enseñanzas ayudándome a ser mejor persona cada día.

*Villarreal Daniel*



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

#### AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por brindarnos protección y guiarnos a lo largo de nuestra carrera, por ser la fortaleza en los momentos de debilidad y por regalarnos una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A la Universidad Técnica Del Norte por darnos la oportunidad de estudiar y llegar a ser profesionales.

Nuestro respeto y admiración al director de tesis Ing. Carlos Mafla, MSC y al Ing. Ignacio Benavides, MSC por haber confiado en nosotros, por el apoyo, paciencia, consejos y saber dirigir con sabiduría la elaboración de la tesis y sus acertadas correcciones.

A nuestros profesores que durante toda la carrera nos enseñaron e instruyeron lo mejor posible para ser excelentes en el ámbito profesional, personal y humano.

*Richard Daniel V.*

*Wider Mauricio A.*

## RESUMEN

En la actualidad los vehículos con motor a carburador consumen una gran cantidad de combustible y emiten grandes cantidades de emisiones de gases, los motores a inyección electrónica presentan mejores ventajas, por lo cual la investigación realizada para la ejecución del trabajo de grado tiene como principal objetivo la adaptación de un motor a inyección electrónica, caja y transmisión al vehículo Peugeot 604 Buggy, consiguiendo mejorar las prestaciones del vehículo, en base al peso del nuevo prototipo seleccionando el motor que mejor se adapte a los requerimientos que buscamos los cuales son: Potencia, seguridad, eficiencia, con la ayuda del software Matlab fue calculado el consumo de combustible y las emisiones de gases contaminantes, posteriormente ejecutando la simulación de los sensores y solenoides en el software Livewire para verificar los parámetros de funcionamiento y la adaptación de la gestión electrónica, además del diseño de los componentes del motor utilizando el software Solidworks, logrando la simulación del ensamblado y funcionamiento del mismo y el diseño del mecanismo de la palanca selectora de marchas para su construcción y adaptación, reemplazando la caja manual por una caja automática con convertidor de par mejorando la estética y el confort en la conducción del vehículo, efectuado adaptaciones generales de los componentes que trabajan conjuntamente con la gestión del motor logrando un óptimo desempeño general, esto hace del nuevo vehículo Buggy Ford un prototipo único con características similares a los vehículos modernos que circulan y se comercializan actualmente.

## ABSTRACT

At present the vehicles with engine carburetor consume a lot of fuel and emit a large amounts gas emissions, electronic injection engines have better advantages, therefore the investigation for the work of degree has as main objective, adapt an electronic injection engine, gearbox and transmission to the vehicle Peugeot 604 Buggy, getting improve vehicle performance, based on the weight of the new prototype, selecting the engine that best suits the requirements we need, which are: power, safety and efficiency, with help of "MATLAB" software was calculated the fuel consumption and emissions of pollutant gases, then running the simulation of the sensors and solenoids in the "LIVEWIRE" software checking the operating parameters and adapting the electronic management besides the designed engine components using "SOLIDWORKS" software achieving simulation of assembly and operation thereof and design of the mechanism of the gear selector lever for construction and adaptation, replacing the manual box by an automatic gearbox with converter par improving the aesthetics and comfort in driving the vehicle, making general adjustments to the components that work in conjunction with the engine management system achieving optimal overall performance, this makes the new vehicle ford buggy a unique prototype with similar characteristics to modern vehicles that driving and are currently marketed.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN .....	II
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	V
ACEPTACIÓN DEL DIRECTORIO .....	VI
DEDICATORIA .....	VII
DEDICATORIA .....	VIII
AGRADECIMIENTO .....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT .....	XI
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XXII
ÍNDICE DE ABREVIATURAS .....	XXIV
INTRODUCCIÓN.....	XXVI
CAPÍTULO I.....	1
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
CAPÍTULO II.....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA.....	4
2.2. FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR A INYECCIÓN ELECTRÓNICA CUATRO TIEMPOS CICLO OTTO.....	5
2.2.1. ADMISIÓN.....	5
2.2.2. COMPRESIÓN.....	5
2.2.3. EXPLOSIÓN.....	5
2.2.4. ESCAPE.....	5

2.3. ELEMENTOS PRINCIPALES DEL MOTOR A INYECCIÓN ELECTRÓNICA A GASOLINA. ....	6
2.3.1. LA CULATA. ....	6
2.3.2. VÁLVULAS. ....	6
2.3.3. ÁRBOL DE LEVAS. ....	7
2.3.4. EL BLOQUE DE CILINDROS. ....	7
2.3.5. PISTONES.....	8
2.3.6. LA BIELA. ....	8
2.3.7. EL CIGÜEÑAL. ....	9
2.3.8. SEGMENTOS DE FUEGO, COMPRESIÓN Y LUBRICACIÓN. ....	9
2.3.9. EL VOLANTE DE INERCIA.....	10
2.3.10. COLECTORES DE ADMISIÓN Y ESCAPE. ....	10
2.3.11. CORREA DE DISTRIBUCIÓN. ....	11
2.3.12. CÁRTER. ....	11
2.4. CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA. ....	12
2.4.1. CILINDRADA. ....	12
2.4.2. RELACIÓN DE COMPRESIÓN. ....	14
2.4.3. PAR MOTOR. ....	14
2.5. INYECCIÓN ELECTRÓNICA.....	15
2.5.1. SENSORES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA. ....	15
2.5.2. SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE ECT.....	16
2.5.3. SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE ADMISIÓN IAT. ....	16
2.5.4. SENSOR DE OXÍGENO. ....	17
2.5.5. SENSOR DE PRESIÓN EN EL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN MAP.....	18
2.5.6. SENSOR DE MASA Y FLUJO DE AIRE MAF.....	18
2.5.7. SENSOR DE POSICIÓN DE CIGÜEÑAL CKP. ....	18
2.5.8. SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS CMP.....	19
2.5.9. SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA TPS.....	20

2.5.10. SENSOR DE DETONACIÓN KS.....	20
2.6 ACTUADORES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA. ....	21
2.6.1. VÁLVULA DE CONTROL DE AIRE DE MÍNIMA IAC. ....	21
2.6.2 INYECTORES.....	21
2.7 TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA.....	22
2.7.1. CAJA DE CAMBIOS AUTOMÁTICA EPICICLOIDAL CON CONVERTIDOR DE PAR. ....	22
2.7.2. TREN DE ENGRANAJES PLANETARIOS SENCILLO (TREN EPICICLOIDAL). 23	
2.7.3. CONTROL ELECTROHIDRÁULICO DE LA CAJA DE CAMBIOS.....	24
2.7.4. GESTIÓN ELECTRÓNICA DEL CAMBIO EGS. ....	25
2.8. LUBRICACIÓN. ....	27
2.8.1. VISCOSIDAD.....	28
2.8.2. ÍNDICE DE VISCOSIDAD I.V.....	28
2.8.3. UNTUOSIDAD. ....	28
2.8.4. PUNTO DE FLUIDEZ Y CONGELACIÓN. ....	28
2.8.5. PUNTO DE INFLAMACIÓN. ....	29
2.8.6. ACIDEZ.....	29
2.8.7. CLASIFICACIÓN API.....	29
2.8.8. CLASIFICACIÓN SAE. ....	30
2.8.9. TIPOS DE LUBRICANTES. ....	31
2.8.10. TIPOS DE LUBRICACIÓN EN EL MOTOR.....	32
CAPÍTULO III.....	33
3. MARCO METODOLÓGICO. ....	33
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	33
3.1.1. BIBLIOGRÁFICA. ....	33
3.1.2. TECNOLÓGICA.....	33
3.2. MÉTODOS.....	33
3.3. TÉCNICAS.....	34

CAPÍTULO IV .....	35
4. ADAPTACIÓN DEL MOTOR CAJA Y TRANSMISIÓN AL VEHÍCULO BUGGY.....	35
4.1. RECEPCIÓN DEL VEHÍCULO PEUGEOT BUGGY.....	35
4.1.1. ESTADO DEL MOTOR A CARBURADOR.....	36
4.1.2. ESTADO DE LA CAJA MANUAL. ....	37
4.2. DESMONTAJE DEL MOTOR, CAJA Y TRANSMISIÓN DEL VEHÍCULO PEUGEOT BUGGY.....	37
4.2.1 DESMONTAJE DEL MOTOR V6 A CARBURADOR DEL VEHÍCULO PEUGEOT BUGGY.....	37
4.2.2. DESMONTAJE DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN.....	38
4.3. POSIBLES MOTORES PARA LA ADAPTACIÓN EN EL VEHÍCULO PEUGEOT BUGGY.....	38
4.3.1 CÁLCULOS PARA IDENTIFICAR EL TIPO DE MOTOR. ....	40
4.4 ADQUISICIÓN DEL VEHÍCULO FORD EXPLORER. ....	42
4.4.1 CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR FORD 4.0L V6 A INYECCIÓN ELECTRÓNICA. .....	43
4.4.2. DESMONTAJE DE LA CARROCERÍA.....	43
4.4.3. DESMONTAJE DE LA ADMISIÓN.....	44
4.4.4. DESMONTAJE DE LOS TAPA VÁLVULAS. ....	45
4.4.5. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y CULATAS. ....	47
4.4.6. CÁRTER, CIGÜEÑAL Y PISTONES.....	48
4.4.7. DESMONTAJE DE LA CAJA AUTOMÁTICA 5R55E. ....	48
4.4.8. DESMONTAJE DEL CABLEADO. ....	49
4.5. REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MOTOR Y TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA.	51
4.5.1. MOTOR. ....	51
4.5.2. DISTRIBUCIÓN. ....	52
4.5.3. ACEITES Y FLUIDOS.....	52
4.5.4. REVISIÓN CAJA AUTOMÁTICA 5R55E.....	52

4.5.5. REVISIÓN DE LA TRANSMISIÓN.....	53
4.6. DISEÑO, ENSAMBLAJE Y SIMULACIÓN DEL MOTOR V6 4.0L FORD EXPLORER EN EL SOFTWARE SOLIDWORKS 2016 .....	53
4.6.1. DISEÑO DEL CIGÜEÑAL. ....	54
4.6.2. DISEÑO DE LA BIELA.....	55
4.6.3. DISEÑO DEL PISTÓN.....	56
4.6.4. DISEÑO DEL BLOQUE DE CILINDROS. ....	57
4.6.5. DISEÑO DE LAS CULATAS. ....	58
4.6.6. DISEÑO DEL ÁRBOL DE LEVAS.....	59
4.6.7. DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN.....	60
4.6.8. ENSAMBLE Y SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR V6 EN EL SOFTWARE SOLIDWORKS 2016.....	62
4.6.9. ENSAMBLE DE LA CAJA 5R55E AL MOTOR.....	63
4.6.10. DISEÑO DE BASES DEL MOTOR. ....	63
4.6.11. ENSAMBLAJE DEL MOTOR V6 Y CAJA AUTOMÁTICA 5R55E AL CHASIS DEL NUEVO PROTOTIPO.....	64
4.6.12. DISEÑO Y ADAPTACIÓN DE LA PALANCA SELECTORA DE MARCHAS. ....	65
4.7. ENSAMBLAJE DEL MOTOR Y TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA. ....	66
4.7.1. PREPARACIÓN Y LIMPIEZA DE LAS PIEZAS. ....	66
4.7.2. ENSAMBLAJE DEL CIGÜEÑAL. ....	66
4.7.3. ENSAMBLAJE DE LOS PISTONES. ....	67
4.7.4. ENSAMBLAJE DEL ÁRBOL BALANCEADOR.....	67
4.7.5. ENSAMBLAJE DEL KIT DE DISTRIBUCIÓN.....	68
4.7.6. ASENTAMIENTO DE LAS CULATAS.....	68
4.7.7. ENSAMBLAJE DE LOS ÁRBOLES DE LEVAS. ....	69
4.7.8. ENSAMBLAJE DEL COLECTOR DE ADMISIÓN E INYECTORES. ....	69
4.7.9. ENSAMBLAJE DE LA BOMBA DE AGUA, BOMBONA, POLEAS Y BANDA. ....	69
4.7.10. ENSAMBLAJE DE LA CAJA AUTOMÁTICA 5R55E. ....	70

4.8. MONTAJE DEL MOTOR Y TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA AL CHASIS DEL VEHÍCULO BUGGY FORD.....	71
4.8.1. MONTAJE DEL MOTOR.....	71
4.8.2. MOTEJE DE LA CAJA AUTOMÁTICA 5R55E. ....	71
4.8.3. ADAPTACIÓN DE COMPONENTES. ....	72
4.9. COMPROBACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LOS SENSORES. ....	77
4.9.1. SENSOR DE FLUJO DE AIRE MAF. ....	78
4.9.2. SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE ADMISIÓN IAT. ....	79
4.9.3. SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA TPS.....	81
4.9.4. SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS CMP.....	82
4.9.5. SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL CKP. ....	84
4.9.6. SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR ECT.....	85
4.9.7. SENSOR DE OXÍGENO. ....	87
4.9.8. VÁLVULA DE CONTROL DEL AIRE DE RALENTÍ IAC.....	88
4.10. CONSUMO TEÓRICO DE COMBUSTIBLE.....	90
4.10.1. CONSUMO REAL DE COMBUSTIBLE DEL BUGGY FORD. ....	91
CAPÍTULO V .....	95
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	95
5.1 CONCLUSIONES.....	95
5.2. RECOMENDACIONES.....	95
BIBLIOGRAFÍA.....	96
ANEXOS.....	99
ANEXO 1: GUÍA PRÁCTICA DE SENSORES Y ACTUADORES. ....	99
ANEXO 2: PROGRAMACIÓN DEL CONSUMO DEL VEHÍCULO BUGGY .....	104

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> Motor V6 de combustión interna a gasolina.....	4
<b>FIGURA 2:</b> Culata del motor V6 a gasolina. ....	6
<b>FIGURA 3:</b> Válvulas de admisión y escape. ....	6
<b>FIGURA 4:</b> Árbol de levas del motor V6. ....	7
<b>FIGURA 5:</b> Bloque del motor V6.....	7
<b>FIGURA 6:</b> Pistón del Motor V6.....	8
<b>FIGURA 7:</b> Biela del motor. ....	8
<b>FIGURA 8:</b> Cigüeñal.....	9
<b>FIGURA 9:</b> Segmentos de fuego, compresión y lubricación. ....	9
<b>FIGURA 10:</b> Volante de inercia del motor.....	10
<b>FIGURA 11:</b> Colectores de admisión y escape.....	10
<b>FIGURA 12:</b> Correa de distribución. ....	11
<b>FIGURA 13:</b> Cáster.....	11
<b>FIGURA 14:</b> Características del motor de combustión interna.....	12
<b>FIGURA 15:</b> Carrera (s) y diámetro del cilindro (D).....	12
<b>FIGURA 16:</b> Caja Automática.....	22
<b>FIGURA 17:</b> Entrada y salida de señales de la gestión electrónica. ....	26
<b>FIGURA 18:</b> Vehículo Buggy.....	35
<b>FIGURA 19:</b> Motor a carburador V6.....	36
<b>FIGURA 20:</b> Caja de cambios manual.....	37
<b>FIGURA 21:</b> Desmontaje del motor a carburador. ....	38
<b>FIGURA 22:</b> Desmontaje del sistema de transmisión. ....	38
<b>FIGURA 23:</b> Desmontaje de la carrocería. ....	44
<b>FIGURA 24:</b> Desmontaje de la carrocería. ....	44
<b>FIGURA 25:</b> Admisión superior. ....	45

<b>FIGURA 26:</b> Admisión Inferior. ....	45
<b>FIGURA 27:</b> Desmontaje de tapa válvulas. ....	45
<b>FIGURA 28:</b> Desmontaje de tapa válvulas. ....	46
<b>FIGURA 29:</b> Desmontaje del sistema de inyección de combustible.....	46
<b>FIGURA 30:</b> Desmontaje del motor eléctrico de arranque. ....	46
<b>FIGURA 31:</b> Desmontaje del sistema de distribución. ....	47
<b>FIGURA 32:</b> Desmontaje del sistema de distribución. ....	47
<b>FIGURA 33:</b> Desmontaje de los árboles de levas y balancines. ....	48
<b>FIGURA 34:</b> Desmontaje completo del motor. ....	48
<b>FIGURA 35:</b> Caja Automática 5RW55. ....	49
<b>FIGURA 36:</b> Filtros de la caja Automática. ....	49
<b>FIGURA 37:</b> Componentes electrónicos del motor 4.0L.....	50
<b>FIGURA 38:</b> Desmontaje del cableado del vehículo. ....	51
<b>FIGURA 39:</b> Caja automática 5R55E.....	53
<b>FIGURA 40:</b> Material de fabricación del cigüeñal. ....	54
<b>FIGURA 41:</b> Diseño del cigüeñal. ....	54
<b>FIGURA 42:</b> Material de fabricación de la biela. ....	55
<b>FIGURA 43:</b> Diseño de la biela.....	55
<b>FIGURA 44:</b> Material de fabricación del pistón. ....	56
<b>FIGURA 45:</b> Diseño del pistón.....	56
<b>FIGURA 46:</b> Material de fabricación del bloque de cilindros. ....	57
<b>FIGURA 47:</b> Diseño del bloque de cilindros.....	57
<b>FIGURA 48:</b> Material de fabricación de las culatas.....	58
<b>FIGURA 49:</b> Diseño de las culatas. ....	58
<b>FIGURA 50:</b> Material de fabricación del árbol de levas.....	59
<b>FIGURA 51:</b> Diseño del árbol de levas. ....	59
<b>FIGURA 52:</b> Material de fabricación de la distribución.....	60

<b>FIGURA 53:</b> Diseño de la distribución. ....	62
<b>FIGURA 54:</b> Ensamble del motor V6. ....	62
<b>FIGURA 55:</b> Ensamblaje del motor a la caja automática 5R55E.....	63
<b>FIGURA 56:</b> Material de fabricación de las bases del motor. ....	63
<b>FIGURA 57:</b> Diseño de las bases del motor. ....	64
<b>FIGURA 58:</b> Ensamblaje del motor, caja automática en el chasis del prototipo. ....	64
<b>FIGURA 59:</b> Diseño y adaptación de la palanca selectora de marchas. ....	65
<b>FIGURA 60:</b> Prototipo Buggy Ford. ....	65
<b>FIGURA 61:</b> Componentes del motor Ford Explorer 4.0L.....	66
<b>FIGURA 62:</b> Distribución motor Ford Explorer 4.0L. ....	67
<b>FIGURA 63:</b> Distribución motor Ford Explorer 4.0L. ....	68
<b>FIGURA 64:</b> Culata motor Ford Explorer 4.0L. ....	68
<b>FIGURA 65:</b> Árbol de levas del motor Ford Explorer 4.0L. ....	69
<b>FIGURA 66:</b> Montaje del motor Ford Explorer 4.0L. ....	71
<b>FIGURA 67:</b> Montaje de la caja automática 5R55E.....	71
<b>FIGURA 68:</b> Adaptación del radiador. ....	72
<b>FIGURA 69:</b> Adaptación de la batería. ....	73
<b>FIGURA 70:</b> Adaptación de los cables de batería.....	73
<b>FIGURA 71:</b> Adaptación de la unidad electrónica de control ECU.....	73
<b>FIGURA 72:</b> Adaptación de la centralita de control de la caja automática. ....	74
<b>FIGURA 73:</b> Adaptación de la interfaz de comunicación. ....	74
<b>FIGURA 74:</b> Adaptación de la caja de relés y fusibles.....	74
<b>FIGURA 75:</b> Adaptación de la caja de fusibles. ....	75
<b>FIGURA 76:</b> Adaptación del filtro cónico de aire.....	75
<b>FIGURA 77:</b> Adaptación del conector OBD2. ....	75
<b>FIGURA 78:</b> Adaptación de la palanca selectora de marchas. ....	76
<b>FIGURA 79:</b> Diagrama de sensor MAF.....	79

<b>FIGURA 80:</b> Diagrama de sensor IAT. ....	80
<b>FIGURA 81:</b> Diagrama de sensor TPS. ....	82
<b>FIGURA 82:</b> Diagrama de sensor CMP. ....	83
<b>FIGURA 83:</b> Diagrama de sensor CKP. ....	85
<b>FIGURA 84:</b> Diagrama de sensor ECT. ....	86
<b>FIGURA 85:</b> Diagrama de sensor de oxígeno. ....	88
<b>FIGURA 86:</b> Diagrama de la válvula IAC. ....	89
<b>FIGURA 87:</b> Consumo de combustible del vehículo Ford Explorer. ....	91
<b>FIGURA 88:</b> Consumo de combustible urbano Buggy Ford. ....	92
<b>FIGURA 89:</b> Consumo de combustible extraurbano Buggy Ford. ....	93
<b>FIGURA 90:</b> Consumo de combustible 4x4 Buggy Ford. ....	94

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Características del sensor ECT. ....	16
TABLA 2: Características del sensor IAT. ....	17
TABLA 3: Características del sensor O2 de 1 cable. ....	17
TABLA 4: Características del sensor O2 de 3 cables. ....	17
TABLA 5: Características del sensor O2 de 4 cables. ....	17
TABLA 6: Características del sensor MAP 3 cables. ....	18
TABLA 7: Características del sensor MAF 5 cables. ....	18
TABLA 8: Características del sensor CKP 3 cables. ....	19
TABLA 9. Características del sensor CMP 3 cables. ....	20
TABLA 10: Características del sensor TPS 3 cables. ....	20
TABLA 11: Características del sensor de detonación 2 cables (KS). ....	20
TABLA 12: <b>Características de la válvula IAC 2 cables.</b> ....	21
TABLA 13: <b>Características de los inyectores 2 cables.</b> ....	21
TABLA 14: Selección de marchas. ....	25
TABLA 15: Sensores de la caja automática. ....	26
TABLA 16: Clasificación API. ....	29
TABLA 17. Viscosidad SAE. ....	30
TABLA 18: Clasificación ATF para lubricantes de transmisiones automáticas. ....	31
TABLA 19: Especificación del Vehículo Peugeot 604 Buggy. ....	35
TABLA 20: Nissan Patrol Y 60 motor 4.2 L. ....	39
TABLA 21: Jeep Cherokee Motor 4.0 L. ....	39
TABLA 22: Isuzu Trooper Motor 3.5 L. ....	39
TABLA 23: Ford Explorer Motor 4.0 L. ....	39
TABLA 24: Decisión para la elección del vehículo. ....	42
TABLA 25: Características del motor Ford 4.0 L V6 a inyección electrónica. ....	43

<b>TABLA 26:</b> Elementos del kit de distribución.....	52
<b>TABLA 27:</b> Distribución.....	60
<b>TABLA 28:</b> Pasos que se siguió para una correcta calibración del motor.....	70
<b>TABLA 29:</b> Mecanismo de la palanca selectora de marchas.....	76
<b>TABLA 30:</b> Programación MATLAB. ....	104

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

**PMS:** Punto muerto superior.

**PMI:** Punto muerto inferior.

**CV:** Cilindrada unitaria.

**Vu:** Volumen unitario.

**D:** Diámetro del cilindro.

**C:** Carrera desplazamiento del pistón.

**Vt:** Cilindrada total.

**n:** Números de cilindros del motor.

**Rc:** Relación de compresión.

**Vc:** Volumen de la cámara de compresión.

**M:** Par motor o torque.

**F:** Es la fuerza.

**R:** Es el radio de giro.

**w:** Velocidad angular.

**n:** Son la revoluciones por minuto del giro del motor.

**9,55:** Constante para obtener la potencia en Watts (w).

**ECU:** Unidad de control electrónica.

**API:** Instituto Americano del Petróleo.

**SAE:** Sociedad de Ingenieros Automotrices.

**cSt:** Centistoke unidad de medida de la viscosidad del aceite.

**G:** Peso neto del vehículo.

**Ga:** Peso propio del vehículo.

**Gr:** Capacidad de carga.

**m:** Cantidad de pasajeros.

**P1:** Peso por pasajero.

**P2:** Peso de equipaje por pasajero.

**v:** Velocidad máxima.

**d:** Diámetro de las ruedas del vehículo.

**r:** Radio de los neumáticos.

**CR:** Coeficiente de rodadura del vehículo.

**DR:** Distancia que recorren los neumáticos.

**T:** Torque necesario para mover las ruedas.

**G:** Peso total del vehículo.

**Pr:** Potencia requerida.

**DIS:** Sistema de encendido sin distribuidor.

**EGS:** Centralita de control de la caja automática.

**OBD2:** Sistema de diagnóstico a bordo del vehículo.

**Vs:** Voltaje de señal del sensor.

**Vr:** Voltaje de referencia o de alimentación del sensor.

**Rv:** Resistencia variable.

**Rf:** Resistencia fija

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado tiene como objetivo principal la adaptación de un motor a inyección electrónica y sistema de transmisión automática 4x4, adquiriendo conocimiento sobre el funcionamiento de las mismas por medio de la práctica, consiguiendo de esta manera brindar un vehículo más actualizado y con mejores prestaciones que se asemeje a los modelos que se encuentran actualmente en el mercado.

Se analiza el problema a fondo y sus partes como: Antecedentes, formulación del problema y su planteamiento, se explica detalladamente la delimitación de tiempo y espacio, los objetivos a los cuales está direccionado tanto general como específicos terminando con una justificación del porqué de la elaboración del proyecto.

Se detalla el funcionamiento de un motor de combustión interna de cuatro tiempos con sus respectivas partes y su funcionamiento, también se explica acerca de los tipos de motores como son: Alargados, cuadrados y súper cuadrados y las diferencias entre estos, se abarca los elementos de gestión electrónica como son sensores, actuadores, solenoides y módulo de control debido a la implementación de una caja automática, se detalla su funcionamiento por medio de electroválvulas, su gestión electrónica y módulo de control además de las partes que la conforman.

Se explica el marco metodológico el cual muestra las técnicas y métodos de investigación aplicados para el desarrollo del proyecto ayudando al cumplimiento de los objetivos planteados al momento de la ejecución del proyecto.

Se detalla paso a paso el diseño y la construcción del nuevo prototipo, el cual se conforma de cuatro partes principales, en la primera parte se explica el estado de recepción del vehículo Peugeot 604 Buggy, la comprobación de funcionamiento y el despiece total del mismo, en la segunda parte se detalla la adquisición del nuevo vehículo Ford Explorer, la extracción del motor y la caja automática,

además de la gestión electrónica para la adaptación en el nuevo prototipo, en la tercera parte se explica las reparaciones generales que se realizaron en los nuevos sistemas, para finalizar con la cuarta parte se procede a ensamblar y adaptar todos los componentes al nuevo prototipo Buggy Ford.

# CAPÍTULO I

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

Actualmente, la Universidad Técnica del Norte cuenta con un vehículo Peugeot 604 Buggy diseñado por los estudiantes de niveles anteriores a partir de un vehículo estándar, modificado su carrocería y componentes como el motor a carburador, caja, transmisión, los cuales se procederá a sustituir con un motor a inyección electrónica, caja y transmisión.

El vehículo se encuentra en mal estado, posee partes desactualizadas como el motor a carburador, el cual emite una gran cantidad de contaminantes, no cuenta con las características de un vehículo arenero y los sistemas auxiliares del vehículo se encuentran deteriorados.

### 1.2 Planteamiento del Problema

En los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, existen vehículos que necesitan modificaciones para mejorar su funcionamiento y optimizar su uso como material didáctico.

Por ende surge la necesidad de actualizar la tecnología del vehículo Peugeot 604 Buggy, implementando un motor a inyección electrónica, caja y transmisión que cumpla con la función de material didáctico, el principal problema radica en identificar que motor es apto para mejorar los parámetros de funcionamiento del vehículo Peugeot 604 Buggy, como adaptar los componentes mencionados y saber qué tipo de pruebas se debe realizar para comprobar si el vehículo es óptimo en su funcionamiento.

### 1.3 Formulación del Problema

¿Cómo adaptar un motor a inyección electrónica, caja y transmisión al vehículo Peugeot 604 Buggy con las últimas tendencias automotrices?

## **1.4 Delimitación Temporal y Espacial**

Este proyecto se llevará a cabo desde el mes de septiembre hasta el mes de julio en los talleres de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

Adaptar un motor a inyección electrónica, caja y transmisión al vehículo Peugeot 604 Buggy de la Universidad Técnica del Norte.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

1. Realizar un estudio sobre la adaptación de un motor a inyección electrónica, caja y transmisión al vehículo Peugeot 604 Buggy de la Universidad Técnica del Norte.
2. Investigar sobre los componentes más idóneos para el vehículo Peugeot 604 Buggy.
3. Adaptar el motor a inyección electrónica, caja, transmisión en el vehículo Peugeot 604 Buggy.
4. Efectuar pruebas sobre el consumo de combustible del motor que se va adaptar.

## **1.6 Justificación**

Actualmente los vehículos a carburador ya no son comercializados por las grandes cadenas automotrices, debido al incremento notable de vehículos con sistemas a inyección electrónica.

El desempeño general del vehículo Peugeot 604 Buggy mejorará, analizando las características idóneas del motor y así lograr disminuir el consumo de combustible manteniendo la relación estequiométrica entre aire y combustible, disminuyendo las emisiones contaminantes al medio ambiente.

El vehículo será más eficiente ya que tendrá componentes actualizados, como un motor a inyección electrónica y transmisión automática, para que los estudiantes puedan realizar las distintas prácticas, así ayudar a comprender de mejor manera el funcionamiento de los componentes.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO.

#### 2.1 MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA.

El motor de combustión interna es llamado de esta forma porque realiza la combustión en el interior de la cámara la cual transforma la energía química del combustible gasolina en energía mecánica, que genera una fuerza que vence la inercia logrando el desplazamiento del automóvil.

La ignición es posible por la mezcla de aire y gasolina que tiene incidencia en el interior de la cámara de combustión generando un aumento de presión y temperatura, que produce una explosión la cual impulsa el pistón, que es el elemento móvil que transmite la fuerza lineal ejercida a la biela que interactúa con el cigüeñal transformándolo en movimiento circular por lo cual se obtendrá un par motor o torque (Nicolas, 2012).



**FIGURA 1:** Motor V6 de combustión interna a gasolina.

**Fuente:** (Pizarra, 2012).

## **2.2. FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR A INYECCIÓN ELECTRÓNICA CUATRO TIEMPOS CICLO OTTO.**

En este tipo de motores el ingreso de la mezcla aire-combustible es controlada mediante la unidad de control ECU, así logra mantener la mezcla estequiométrica ideal para una excelente combustión, el motor Otto se caracteriza debido a que realiza un ciclo en cuatro tiempos o dos vueltas completas del cigüeñal 720°: Admisión, compresión, explosión y escape.

### **2.2.1. ADMISIÓN.**

El pistón desciende desde el PMS al PMI en donde el cigüeñal gira 180°. Al estar abierta la válvula de admisión y cerrada la válvula de escape, la mezcla aire – gasolina es succionada por el pistón llenando el cilindro.

### **2.2.2. COMPRESIÓN.**

El pistón asciende del PMI al PMS, en donde la válvula de admisión se encuentra cerrada al igual que la válvula de escape, comprimiendo la mezcla carburada por consiguiente obteniendo 180° de giro del cigüeñal.

### **2.2.3. EXPLOSIÓN.**

Luego de terminar la fase de compresión una chispa generada por una bujía salta al centro del cilindro proporcionando la ignición de la mezcla carburada que ha sido anteriormente comprimida en la cámara, en este ciclo el pistón se desplaza del PMS al PMI con gran fuerza haciendo girar al cigüeñal otros 180 ° al igual que en el tiempo de compresión las válvulas de admisión y de escape permanecen cerradas.

### **2.2.4. ESCAPE.**

El pistón ubicado en el PMI se desplaza impulsando todos los gases resultantes de la combustión hacia el PMS, en este ciclo la válvula de admisión permanece cerrada y la válvula de escape abierta, permitiendo así la salida de los gases, terminado el ciclo con 180° de giro del cigüeñal completando así dos giros del cigüeñal 720°, cuatro tiempos del ciclo Otto.

## 2.3. ELEMENTOS PRINCIPALES DEL MOTOR A INYECCIÓN ELECTRÓNICA A GASOLINA.

### 2.3.1. LA CULATA.

Generalmente fabricada de hierro fundido y aluminio, ubicada en la parte superior del bloque de cilindros, su función es sellar la parte superior de los cilindros y evitar fallos de compresión o la salida de gases de combustión. La culata tiene dos conductos internos los cuales están conectados directamente al múltiple de admisión y escape respectivamente.



**FIGURA 2:** Culata del motor V6 a gasolina.  
**Fuente:** (Mecánica, 2011).

### 2.3.2. VÁLVULAS.

Son elementos móviles ubicados en la culata del motor, fabricadas en acero de alta calidad y aleaciones que soportan elevadas presiones y temperaturas, su función es de controlar el ingreso y la salida de los gases de admisión y escape a la cámara de combustión.



**FIGURA 3:** Válvulas de admisión y escape.  
**Fuente:** (Clasicos, 2014).

### 2.3.3. ÁRBOL DE LEVAS.

Controla el movimiento de las válvulas tanto de apertura y de cierre permitiendo el ingreso y salida de los gases, situado en la culata y fabricado por medio de procesos de forja y cementado.

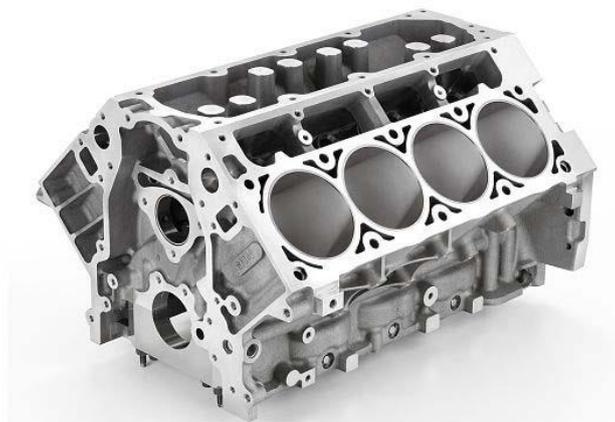


**FIGURA 4:** Árbol de levas del motor V6.

**Fuente:** (Motores, 2013).

### 2.3.4. EL BLOQUE DE CILINDROS.

Es el elemento de mayor tamaño en un motor, se fabrica generalmente de hierro o aluminio, en este se alojan los cilindros y los soportes en los cuales se apoya el cigüeñal, posee cavidades por todo el cuerpo que permiten la circulación del agua y del aceite los cuales son los encargados de disminuir la temperatura del motor.



**FIGURA 5:** Bloque del motor V6.

**Fuente:** (Cruz, 2013).

### 2.3.5. PISTONES.

Fabricados generalmente a base de aluminio con aleaciones de magnesio y silicio, poseen un movimiento rectilíneo alternativo, en el interior del cilindro se compone básicamente de tres partes principales; la cabeza del pistón que soporta altas presiones, temperaturas y el impulso generado por la combustión, los segmentos de fuego, compresión y lubricación los cuales mantienen la presión en la cámara y aseguran una retención de gases además sirve como disipador de calor y ayuda a la lubricación, el bulón une a la biela con el pistón, permitiendo el movimiento entre estos, la falda sirve como guía para el movimiento dentro del cilindro.



**FIGURA 6:** Pistón del Motor V6.  
**Fuente:** (Sosa Caballero , 2012).

### 2.3.6. LA BIELA.

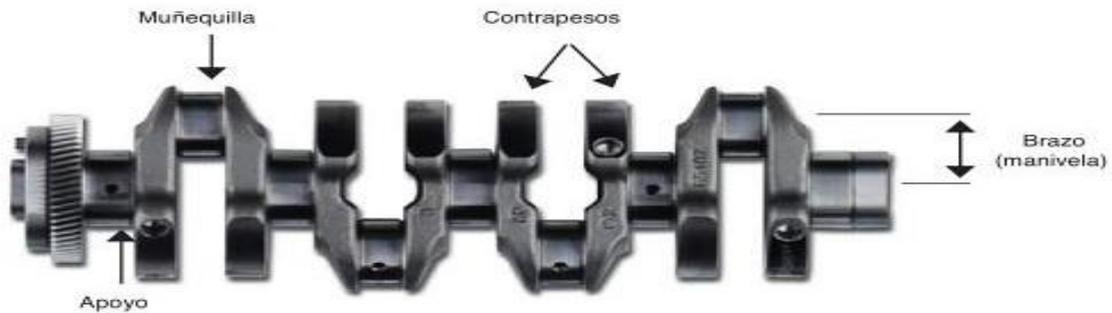
Es la encargada de transmitir el movimiento generado por la combustión hasta el cigüeñal, está normalmente fabricada de acero, aluminio o titanio ya que está sometida a esfuerzos de compresión o tracción.



**FIGURA 7:** Biela del motor.  
**Fuente:** (Motors, 2010).

### 2.3.7. EL CIGÜEÑAL.

Es la pieza más importante dentro del motor, ya que transforma la energía que recibe de la combustión en energía mecánica mediante un movimiento rotativo.



**FIGURA 8:** Cigüeñal.

**Fuente:** (González Calleja, 2015).

### 2.3.8. SEGMENTOS DE FUEGO, COMPRESIÓN Y LUBRICACIÓN.

Ubicados en la parte superior del pistón cumplen con funciones indispensables de conseguir que en la cámara exista un cierre hermético, ayudan a disipar el calor generado en la combustión y ayudan en la lubricación retirando el exceso de aceite que se encuentra en las paredes del cilindro.



**FIGURA 9:** Segmentos de fuego, compresión y lubricación.

**Fuente:** (Amanda, El interior de un motor partes móviles , 2015).

### 2.3.9. EL VOLANTE DE INERCIA.

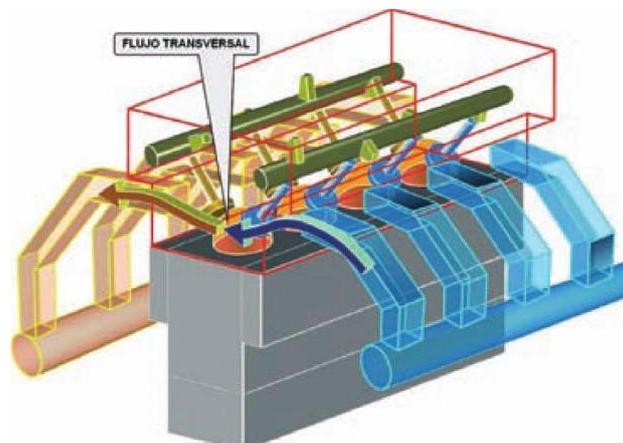
Es una rueda, por lo general fabricada de acero está situada en uno de los extremos del cigüeñal, mantiene la inercia y conjuntamente con la fuerza que ejercen los contrapesos del cigüeñal, hacen que el pistón ascienda nuevamente después de haber descendido por la explosión de la mezcla, el tamaño del volante de inercia está relacionado directamente con la cilindrada, la longitud del cigüeñal y el número de cilindros que posea el motor.



**FIGURA 10:** Volante de inercia del motor.  
**Fuente:** (Amanda, El interior de un motor partes móviles , 2015).

### 2.3.10. COLECTORES DE ADMISIÓN Y ESCAPE.

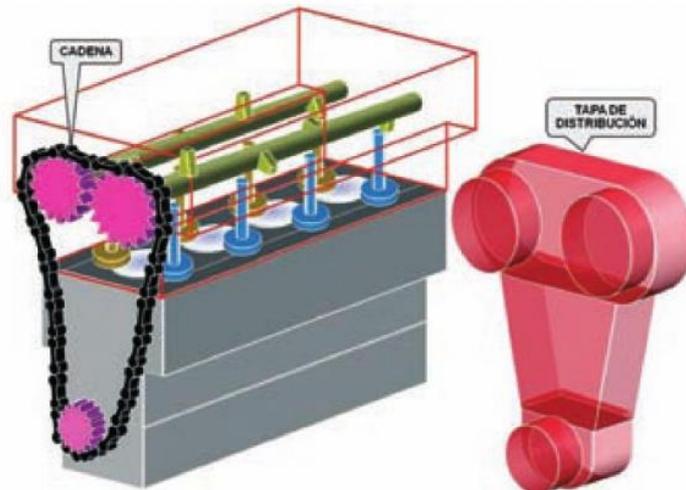
Son conductos en forma de tuberías los cuales se encargan de recolectar el aire en la admisión que ingresa a la cámara de combustión y los gases de escape resultantes de la combustión hacia el exterior.



**FIGURA 11:** Colectores de admisión y escape.  
**Fuente:** (Astudillo, Tecnología del automóvil, 2010).

### 2.3.11. CORREA DE DISTRIBUCIÓN.

Elemento importante que une el cigüeñal con el árbol de levas y en vehículos 4x4 también el eje balanceador, sin esta correa no se podría obtener el movimiento perfectamente sincronizado entre estos elementos, su fabricación generalmente es de fibra de vidrio o a base de acero laminado recubierto de caucho sintético lo que hace de este elemento resistente al desgaste.



**FIGURA 12:** Correa de distribución.

**Fuente:** (Astudillo, Tecnología del automóvil, 2010).

### 2.3.12. CÁRTER.

Sella la parte inferior del motor, sirve de recipiente cuando el motor está apagado y el aceite cae por la ley de gravedad, y al momento del arranque el aceite es impulsado por medio de la bomba hacia los componentes del motor.

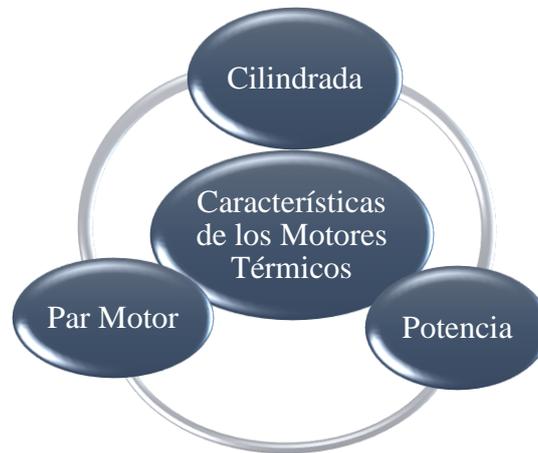


**FIGURA 13:** Cárter.

**Fuente:** (Flórez, 2010).

## 2.4. CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.

Las principales características de trabajo del motor a combustión interna son la cilindrada, el par motor la potencia sin dejar de lado al consumo de combustible estas en trabajan en conjunto para obtener el mayor rendimiento posible al motor de combustión.

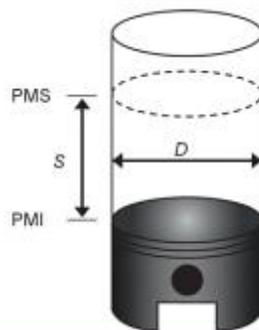


**FIGURA 14:** Características del motor de combustión interna.

**Fuente:** (Arciniega Mauricio, 2016).

### 2.4.1. CILINDRADA.

Las dos dimensiones principales del cilindro en un motor son el diámetro interno del cilindro y la carrera que recorre el pistón entre el PMS y el PMI.



**FIGURA 15:** Carrera (s) y diámetro del cilindro (D).

**Fuente:** (González Calleja, 2012).

Es el producto de la cilindrada unitaria (**CV**), por el número de los cilindros. La potencia del motor está directamente relacionada con la cilindrada mientras mayor sea, mayor será la cantidad de gases que ingresen en los cilindros provocando explosiones más fuertes en cada uno de los cilindros.

$$Vu = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot C$$

Dónde:

**Vu:** Volumen unitario ( $m^3$ )

**D:** Diámetro del cilindro (m)

**C:** Carrera desplazamiento (m)

Una vez calculado el volumen unitario del cilindro se puede realizar el cálculo de la cilindrada total del motor.

$$Vt = Vu \cdot N$$

Dónde:

**Vt:** Es cilindrada total ( $m^3$ )

**N:** Números de cilindros del motor

**Vu:** Volumen unitario ( $m^3$ )

**Motores alargados.-** En los motores alargados la carrera del pistón es mayor que el diámetro del cilindro.

**Motores cuadrados.-** En este tipo de motores la carrera del pistón y el diámetro cilindro tienen las mismas dimensiones, obteniendo un mayor número de revoluciones en comparación con los motores alargados, debido a que su relación entre la carrera y el diámetro es 1:1.

**Motores supercuadrados.-** En este tipo de motores la carrera es menor al diámetro del cilindro, por lo tanto las revoluciones aumentan considerablemente debido que la distancia entre el PMS y el PMI es menor, este tipo de motores es utilizado en vehículos deportivos muy revolucionados.

#### 2.4.2. RELACIÓN DE COMPRESIÓN.

Es la relación que se tiene entre el volumen del cilindro, cuando el pistón está ubicado en el PMI y asciende al PMS comprimiendo la mezcla, por lo tanto la relación de compresión es el volumen ocupado por los gases cuando el pistón se encuentra en el PMS y se calcula mediante la fórmula:

$$Rc = \frac{Vu + Vc}{Vc}$$

Dónde

**Vu:** Volumen unitario ( $m^3$ )

**Rc:** Relación de compresión

**Vc:** Volumen de la cámara de compresión ( $cm^3$ )

Cabe recalcar que si se aumenta el volumen del cilindro, aumentará la relación de compresión, al contrario, si aumenta el volumen de la cámara, disminuirá la relación de compresión.

#### 2.4.3. PAR MOTOR.

La energía de la explosión en la combustión genera una fuerza que empuja al pistón induciendo el movimiento del motor, esta fuerza hace descender el pistón, movimiento que mediante la biela se traduce en giro en el cigüeñal (Orovio Astudillo, Tecnología del Automóvil, 2010).

$$M = F \cdot r$$

Dónde:

**F:** Es la fuerza (kg)

**R:** Es el radio de giro (m)

#### 2.4.4. Potencia.

Trabajo desarrollado en una unidad de tiempo específico, donde el combustible que ingresa al interior del cilindro tiene energía química y en la etapa de combustión se transforma en energía calorífica, de la cual se utiliza solamente un porcentaje y será trabajo mecánico que es el producto de la fuerza aplicada al pistón por efecto de la explosión de la mezcla en la combustión, la potencia se

desarrolla mientras ocurre el desplazamiento de la carga por lo tanto, si un trabajo ocurre a mayor velocidad consecuentemente tendrá mayor potencia.

La potencia según el sistema internacional de unidades se mide en Watts (W), se da multiplicando el par motor por la velocidad angular, en este caso para obtener la potencia se expresa de la siguiente forma:

$$P = M \cdot w = \frac{M \cdot n}{60/2 \cdot \pi}$$

$$P = \frac{M \cdot n}{9,55}$$

Dónde:

**M:** Par motor (Nm)

**w:** Velocidad angular (rad/s)

**n:** Son las revoluciones por minuto del giro del motor (RPM)

**9,55:** Constante para obtener la potencia en Watts (W), esta constante es resultante de:  $60/2\pi$ .

## **2.5. INYECCIÓN ELECTRÓNICA.**

El sistema de inyección electrónica se basa en la medición de ciertos parámetros, como la cantidad o densidad de aire  $0.987 \text{ kg/m}^3$  que ingresa al motor, la presión atmosférica  $77,55 \text{ kPa}$ , ciudad de Ibarra, la temperatura del motor, la cantidad de aceleración que imprime el conductor y otras importantes señales o parámetros a medirse (Efrén, 2006).

### **2.5.1. SENSORES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA.**

Estos sensores también son llamados sondas o transmisores los cuales cumplen con la función de leer una magnitud o variables físicas, químicas, climáticas y electromagnéticas como temperatura, revoluciones del motor, posición del pedal, densidad, flujo del aire, golpeteos y concentración de oxígeno en los gases de escape, por lo cual estos sensores deben poseer gran calidad y fiabilidad garantizando su óptimo funcionamiento en condiciones y esfuerzos como:

**Mecánicos.-** Vibraciones, presiones, golpes, deformaciones, dilataciones térmicas.

**Químicos.-** Humedad, ácidos (ácidos de la batería, gases de escape), salinidad.

**Climáticos.-** Cambio brusco de la temperatura, abrasión, polvo, suciedad

**Electromagnéticos.-** Radiaciones causadas por otros circuitos, por ejemplo por bobinas o sobretensiones.

### 2.5.2. SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE ECT.

Detecta la temperatura del refrigerante que circula en el motor, mediante una resistencia tipo NTC la cual tiene un coeficiente de temperatura negativo, esto significa que la resistencia del sensor irá disminuyendo con los incrementos de la temperatura del refrigerante del motor, generalmente está ubicado junto al termostato, en este punto alcanza la temperatura máxima del refrigerante en el motor.

**TABLA 1:** Características del sensor ECT.

Cables	Estado	Valor Típico
1	Tierra	0 - 1 Voltios
2	Señal	5 Voltios
1y2	Resistencia	7600 $\Omega$ a 60°C 3840 $\Omega$ a 80°C

Fuente: (Autodata)

### 2.5.3. SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE ADMISIÓN IAT.

Informa a la ECU el valor exacto de la temperatura del aire que ingresa a los cilindros, trabajando conjuntamente con el sensor MAF entregando datos concisos de la densidad de aire medido en el colector de admisión, así la ECU dosifica la mezcla estequiométrica de aire/combustible tratando de acercarse a 14,7:1 mezcla ideal que deberá ser inyectada en el cilindro en cualquier régimen del motor.

**TABLA 2:** Características del sensor IAT.

Cables	Estado	Valor Típico
1	Tierra	0 -1 Voltios
2	Señal	5 Voltios
1y2	Resistencia	7600 $\Omega$ a 60°C 3840 $\Omega$ a 80°C

Fuente: (Autodata)

**2.5.4. SENSOR DE OXÍGENO.**

Más conocido como sonda lambda determina la cantidad de iones de oxígeno existente en los gases de escape, envía señales de voltaje entre 0 y 1 Voltios, cuando existe una cantidad elevada de oxígeno en los gases de escape se considera como mezcla rica y cuando existe baja cantidad de oxígeno en los gases de escape como mezcla pobre dependiendo de estos valores, la ECU determina los tiempos exactos de apertura de los inyectores logrando optimizar la cantidad de combustible inyectado.

**TABLA 3:** Características del sensor O2 de 1 cable.

Cables	Estado	Valor Típico
1	Señal	0.1 - 9 Voltios
1	Resistencia	3 $\Omega$ -30 $\Omega$

Fuente: (Autodata)

**TABLA 4:** Características del sensor O2 de 3 cables.

Cables	Estado	Valor Típico
1	Tierra	0.1 - 1 Voltios
2	Señal	0.1 - 9 voltios
3	Alimentación	12 Voltios
1y2	Resistencia	3 $\Omega$ -30 $\Omega$

Fuente: (Autodata)

**TABLA 5:** Características del sensor O2 de 4 cables.

Cables	Estado	Valor Típico
1	Tierra	0.1 - 1 Voltios
2	Señal	0.1 - 9 voltios
3	Alimentación	12 Voltios
4	Tierra	0.1 - 1 Voltios
1y2	Resistencia	3 $\Omega$ -30 $\Omega$

Fuente: (Autodata)

### 2.5.5. SENSOR DE PRESIÓN EN EL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN MAP.

Mide la presión absoluta dentro del múltiple de admisión y genera una señal eléctrica proporcional a la presión atmosférica existente, la ECU determina el caudal inyectado y el avance de inyección.

**TABLA 6:** Características del sensor MAP 3 cables.

Cables	Estado	Valor Típico
1	Tierra	0.1 - 1 Voltios
2	Señal	0.5 - 2.1 Voltios
3	Alimentación	5 Voltios
1y2	Resistencia	600 $\Omega$ -1100 $\Omega$

Fuente: (Autodata)

### 2.5.6. SENSOR DE MASA Y FLUJO DE AIRE MAF.

Mide la cantidad de aire que ingresa al motor enviando una señal de voltaje a la ECU para determinar la cantidad de combustible a inyectar y lograr una mezcla estequiométrica 14,7:1 mezcla ideal, ubicado en el ducto de admisión entre el filtro de aire y el cuerpo de aceleración en donde se puede medir el flujo de aire de entrada.

**TABLA 7:** Características del sensor MAF 5 cables.

Cables	Estado	Valor Típico
1	Alimentación del sensor MAF	5 ó 12 Voltios
2	Tierra	0.1 - 1 Voltios
3	Señal del sensor MAF	0.6 - 4.5 Voltios
4	Alimentación del sensor IAT	5 Voltios
5	Tierra	0.1 - 1 Voltios
1y3	Resistencia	650 $\Omega$ - 1050 $\Omega$

Fuente: (Autodata)

### 2.5.7. SENSOR DE POSICIÓN DE CIGÜEÑAL CKP.

Determina la posición del cigüeñal, su ángulo y las RPM del motor enviando esta información a la ECU, la cual ubicará la posición del pistón en el cilindro para que la chispa e inyección de combustible sea sincronizada en el momento que el pistón se encuentre en la carrera de compresión, si el motor sobrepasa el límite de revoluciones, el sensor envía una señal a la ECU la cual corta la inyección de

combustible a los cilindros disminuyendo las revoluciones del motor, existen tres tipos de sensores CKP los cuales son:

**Sensor Captador Inductivo.**- Es un detector magnético que genera señal alterna la cual es enviada a la ECU, ubicado en el volante de inercia, está constituido por una bobina sobre un imán permanente, el campo magnético es modificado con el paso de los dientes del volante de inercia, por lo cual muchas ruedas son diseñadas sin un diente, por lo que existe un espacio de flujo magnético mínimo para identificar el cilindro número 1.

**Sensor de efecto hall.**- El funcionamiento de este sensor es como de un imán fijo ya que al pasar por un núcleo forma una tensión de salida la cual es leída por la ECU, el principio de funcionamiento de este sensor en algunos aspectos es muy similar al de una bobina la cual crea un campo magnético.

**Sensor óptico.**- Mediante un diodo led genera una luz que es captada por una fotorresistencia separada por un entre hierro dentado, la luz que genera el led se traslada por cada orificio enviando una señal digital.

**TABLA 8:** Características del sensor CKP 3 cables.

Cables	Estado	Valor Típico
1	Tierra	0.1 - 1 Voltios
2	Resistencia	300 $\Omega$ - 800 $\Omega$
3	Alimentación	5 ó 12 Voltios

Fuente: (Autodata)

### 2.5.8. SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS CMP.

Captura la posición del árbol de levas, el ángulo en el que se encuentra y envía una señal a la ECU del momento exacto de cuando generar la inyección, en algunos casos también controla el momento que salta la chispa de encendido y saber la variación de apertura valvular en la que se encuentra.

Existen tres tipos de sensores como los que se expuso en el sensor CKP los cuales son: Sensor captador inductivo, sensor de efecto hall y sensor óptico los cuales tienen el mismo principio de funcionamiento que los anteriormente mencionados, ubicados generalmente al extremo del árbol de levas.

**TABLA 9.** Características del sensor CMP 3 cables.

Cables	Estado	Valor Típico
1	Tierra	0.1 - 1 Voltios
2	Resistencia	200 $\Omega$ - 900 $\Omega$
3	Alimentación	5 ó 12 Voltios

Fuente: (Autodata)

**2.5.9. SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA TPS.**

Es un potenciómetro, que detecta el ángulo de apertura y cierre de la mariposa, enviando una señal eléctrica a la ECU, que recibe información de la aceleración o desaceleración que ejerce el conductor sobre el pedal, así la ECU realiza el cálculo del combustible requerido por el motor.

**TABLA 10:** Características del sensor TPS 3 cables.

Cables	Estado	Valor Típico
1	Tierra	0.1 - 1 Voltios
2	Señal	0.5 - 4.6 Voltios
3	Alimentación	5 Voltios
1y2	Resistencia	340 $\Omega$ - 1500 $\Omega$

Fuente: (Autodata)

**2.5.10. SENSOR DE DETONACIÓN KS.**

Actúa en la fase de pre-encendido detectando el ruido provocado por el faldeo del pistón, golpeando contra las paredes del cilindro (cascabeleo del motor), envía una señal en forma de ciclos a determinada frecuencia a la ECU, la cual procesa y atrasa la chispa de encendido cada vez que existe este golpeteo, se ubica en el centro del bloque de cilindros del motor.

**TABLA 11:** Características del sensor de detonación 2 cables (KS).

Cables	Estado	Valor Típico
1	Tierra	0.1 - 1 Voltios
2	Señal	5 KHz – 15 KHz
1y2	Resistencia	4000 $\Omega$

Fuente: (Autodata)

## 2.6 ACTUADORES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA.

Al contrario de los sensores los actuadores tienen la capacidad de transformar magnitudes eléctricas en magnitudes físicas, por intermedio de estos la ECU ajusta las condiciones óptimas para el trabajo del motor.

### 2.6.1. VÁLVULA DE CONTROL DE AIRE DE MÍNIMA IAC.

Controla el paso de aire al motor cuando este se encuentre en ralentí, en este instante la mariposa permanece totalmente cerrada por lo que existe una entrada de aire secundaria al motor, en medio se encuentra un tornillo que regula el paso de aire propulsado mediante un motor paso a paso el cual es controlado por la ECU, ubicado generalmente cerca del sensor TPS.

TABLA 12: Características de la válvula IAC 2 cables.

Cables	Estado	Valor Típico
1	Tierra	0.1 - 1 Voltios
1 y 2	Resistencia	6 $\Omega$ - 13 $\Omega$
2	Señal	11 - 14 Voltios

Fuente: (Autodata)

### 2.6.2 INYECTORES.

Regula la cantidad exacta de combustible por medio de atomizaciones, estas son activadas mediante impulsos o pulsaciones eléctricas que son controladas por la ECU, estos actuadores se encuentran ubicados en el múltiple de admisión.

TABLA 13: Características de los inyectores 2 cables.

Cables	Estado	Valor Típico
1	Tierra	0.1 - 1 Voltios
1 y 2	Resistencia	7 - 16 Ohmios
2	Señal	11 - 14 voltios

Fuente: (Autodata)

## 2.7 TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

“la caja o transmisión automática es el mecanismo de cambio de velocidades que realiza el paso entre las diversas relaciones hacia adelante, tanto como para subir o bajar de marcha, aceleración o desaceleración, sin precisar intervención del conductor, es decir, hace los cambios de forma automática” (Orovio Astudillo, Tecnología del Automóvil, 2010).



**FIGURA 16:** Caja Automática.

**Fuente:** (Tecnología, 2014).

### 2.7.1. CAJA DE CAMBIOS AUTOMÁTICA EPICICLOIDAL CON CONVERTIDOR DE PAR.

Conformado por un grupo de piñones que forman un tren epicicloidal, a los cuales transmite el movimiento generado por el motor y a su vez el movimiento es transmitido a un convertidor de par compuesto por dos turbinas ubicadas en un compartimiento estanco repleto de lubricante, el aceite es el encargado de transmitir la potencia y reducir la fricción.

Todo el funcionamiento que realizan las marchas es comandada por la centralita electrónica de la caja automática la cual distribuye la presión que proporciona movimiento a los elementos.

### **2.7.2. TREN DE ENGRANAJES PLANETARIOS SENCILLO (TREN EPICICLOIDAL).**

Es el elemento que regula las RPM y el par de giro según la necesidad, mediante sistemas de mandos hidráulicos o electrónicos que activan embragues y frenos los cuales controlan los diferentes movimientos de los engranajes.

#### ***Funcionamiento del tren de engranajes de planetarios sencillo tren epicicloidal.***

- Planetario central
- Satélites
- Porta satélites
- Corona de dentado interior

Este conjunto de engranajes puede conseguir cuatro relaciones de marcha:

En la primera marcha adelante, similar a la primera de la caja manual, la potencia del motor llega al planetario central, la corona de dentado interior no puede girar, en consecuencia esta alta relación pasa del planetario central a los satélites y de aquí al porta satélites y al eje secundario de la caja de cambios.

Para pasar a una marcha más elevada la potencia del motor se transmite a la corona de dentado interior, en este caso no gira el planetario central y la marcha más alta se consigue a través de los satélites y porta satélites.

Para conseguir la marcha aún más elevada, la potencia del motor es transmitida a la corona de dentado interior y al planetario central y todos los elementos están engranados y giran a la misma velocidad, esto conlleva que el eje secundario gire a través del porta satélites a la misma velocidad que el primario a la misma relación 1:1.

En la marcha atrás la potencia del motor pasa al planetario central, el porta satélites se bloquea, los satélites invierten en el giro del planetario central, como el piñón loco del cambio manual y la corona transmite este giro inverso.

### 2.7.3. CONTROL ELECTROHIDRÁULICO DE LA CAJA DE CAMBIOS.

Este sistema controla las presiones óptimas de aceite y las distribuye según las órdenes de la computadora central, la cual se encarga de accionar los siguientes elementos de la transmisión automática.

**Válvulas electromecánicas de mando.-** Transmiten la presión de aceite o de bloquearla, está constituida por un muelle que asciende cuando la bobina recibe choques eléctricos así dejar pasar la presión de aceite, en este punto la válvula se encuentra abierta cuando deja de llegar corriente hacia la bobina, esta cede permitiendo volver al muelle hacia su lugar de reposo de esta manera corta la presión del aceite.

**Válvulas electromecánicas de regulación.-** Son pequeñas y controladas electrónicamente, su modo de trabajo es de ajustar y mantener las presiones, existen dos tipos: De curva ascendente, al aumentar la corriente disminuye la presión, y de curva descendente, cuando la corriente disminuye la presión permanece estable.

**Correderas de mando y regulación.-** La presión de la bomba llega a la corredera de mando después de ser limitada por una válvula reguladora, pero no puede seguir su camino porque el émbolo impide, al recibir una presión de mando, el émbolo se desplaza a la izquierda dejando pasar presión de la bomba para accionar el elemento correspondiente, la presión de salida es proporcional a la presión de mando recibida.

Cuando desaparece la presión de mando el muelle desplaza hacia la posición de retorno al émbolo, cortando el paso de la presión de la bomba y abriendo el circuito de retorno, cayendo la presión del aceite que regresa al cárter.

**Corredera selectora de marchas.-** da las posiciones fijas para las posiciones de la palanca P, R, D, N, activa las funciones de la palanca de mando que es controlada por el conductor del vehículo, transmite las señales mediante una varilla o un cable bowden en el caso de que sea mecánica y de ser electromecánica las señales se transmiten mediante un servomotor que generalmente son las palancas que van junto al volante.

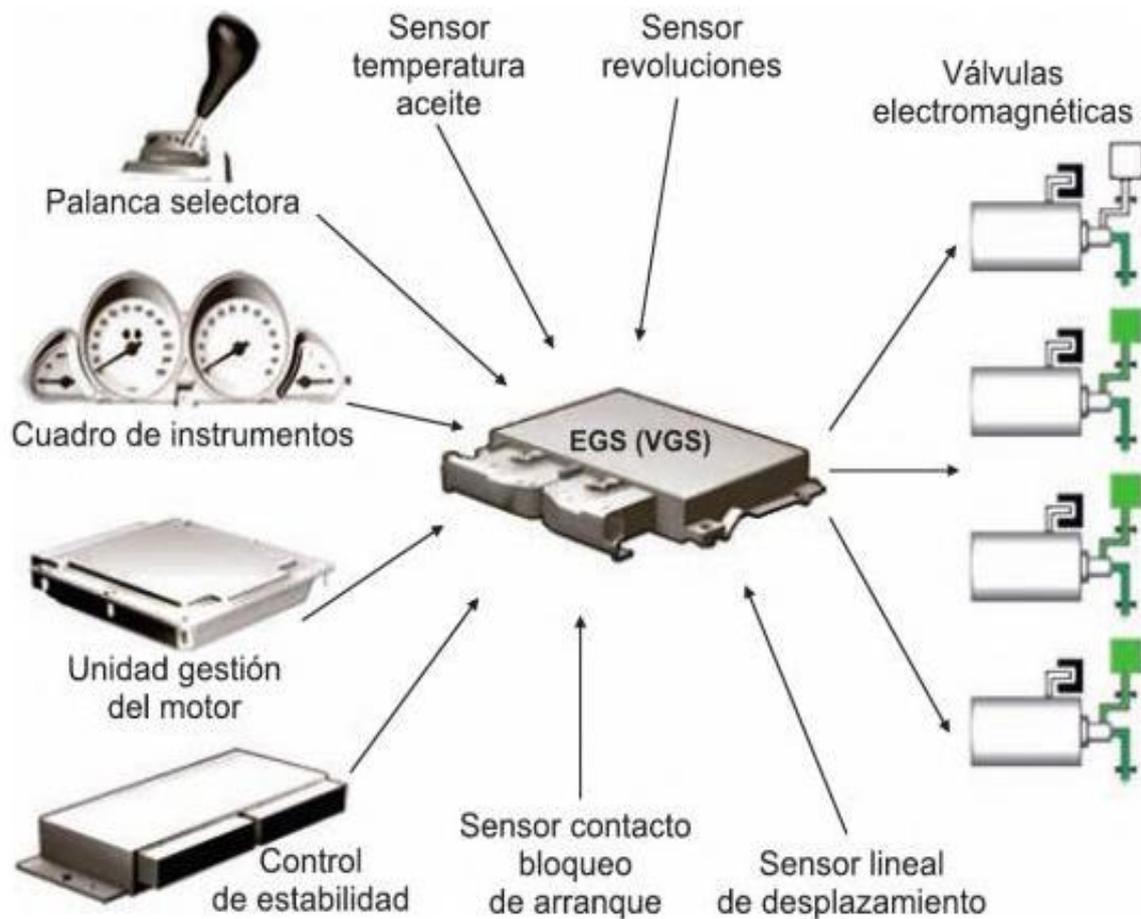
**TABLA 14:** Selección de marchas.

POSICIÓN	DESCRIPCIÓN
"P" Parqueo	Ruedas delanteras bloqueadas, engranaje de parking engranado al árbol intermedio, aquí todos los embragues se encuentran inactivos.
"R" Reversa	Marcha atrás, el selector de marcha atrás esta engranado con el engranaje de marcha atrás del árbol intermedio y 4º embrague accionado.
"N" Neutral	Todos los embragues inactivos.
"D4" Drive (cambio de primera a cuarta velocidad )	Conducción normal empieza con el vehículo estacionado empieza con 1ª a 2ª a 3ª hasta 4ª dependiendo de la velocidad del vehículo y en desaceleración también se hace de manera secuencial en sentido contrario cuando se desciende.
De 1ra a 4ta en modo secuencial o deportivo	El modo de cambio deportivo o secuencial cambia entre 1ra y 4ta con la palanca de cambios tal y como en una caja manual, cambia automáticamente de marcha de 4ta a 3ra para conseguir más potencia al subir una pendiente o para freno de motor.
"D3" Drive (de 1ra a 3ra velocidad)	Se utiliza para realizar rápidas aceleraciones en autopistas o en carreteras que tienen una geografía muy irregular.
"2" Segunda	Permanece en segunda marcha y no se puede subir o bajar marchas se utiliza como freno de motor al descender en superficies resbaladizas.
"1" Primera	Permanece en primera macha, no se puede subir o bajar se usa únicamente para freno de motor.

**Fuente:** (Eduardo Águeda Casado J. M., Sistemas de transmisión de fuerzas y trenes de rodajes, 2012).

#### 2.7.4. GESTIÓN ELECTRÓNICA DEL CAMBIO EGS.

Todas las cajas de cambios automáticas son gestionadas por una ECU secundaria más conocida como centralita electrónica de mando, puede estar ubicada en diferentes lugares como lo son: el habitáculo del vehículo o el compartimiento del motor, en la mayoría de los casos en cajas modernas situado al interior de la caja.



**FIGURA 17:** Entrada y salida de señales de la gestión electrónica.

**Fuente:** (Casado, 2012).

Su principal función es recibir y procesar las señales que son enviadas por los diferentes sensores de la caja, las principales señales de entrada que recibe la centralita de control se detalla en el la siguiente tabla (Casado, 2012).

**TABLA 15:** Sensores de la caja automática.

Sensor de revoluciones del motor	Puede ser inductivo o magnético, informan a la centralita de los cambios de revoluciones en la caja de cambios que serían las RPM de la turbina de la porta satélites y las RPM de salida.
Sensor de temperatura	Mide la temperatura de la caja, puede encontrarse en la misma centralita o sumergido en el colector de aceite, en función de la temperatura regula la presión. Mayor temperatura, menor viscosidad y mayor presión. Menor temperatura, menor fluidez y menor presión.
Sensor de contacto del bloqueo del arranque	Permite realizar la señal de arranque cuando la palanca de mando se encuentra en las posiciones P y N

Sensor lineal de desplazamiento	Identifica y registra la posición de la corredera selectora de marcha
Palanca selectora	Informa a la centralita la posición que el conductor da a la palanca de control
Centralita de gestión del motor	Informa la carga del motor, la posición del acelerador y la forma en la que accionado puede ser brusca o deportiva también puede ser suave o progresiva.
Centralita de estabilidad	Informa el número de revoluciones que tienen las ruedas y cuando es accionado el pedal de freno
Señales de salida de la centralita de control	Las señales de salida de la centralita se dirigen principalmente a las diferentes válvulas electromagnéticas que sirven para accionar frenos y embragues.

**Fuente:** (Eduardo Águeda Casado J. M., Sistema de transmisión de fuerzas y rodajes, 2012)

Los sensores existentes en la caja automática pueden ser del tipo inductivo, magnético, físico, químico los cuales pueden medir diferentes datos de funcionamiento como: Temperatura, presión, revoluciones, ángulos que son transformados en señales de voltaje o frecuencia dirigidos a la centralita de control que junto a la ECU se encargan de accionar válvulas electromagnéticas que sirven para accionar frenos y embragues para el funcionamiento de la caja automática.

## 2.8. LUBRICACIÓN.

Disminuye el contacto entre piezas móviles y fijas, reduciendo el desgaste, rozamiento y calentamiento de la superficie, el sistema de lubricación debe cumplir con las siguientes funciones:

- Disminuir el rozamiento
- Refrigerar
- Mantener la estanquidad
- Eliminar impurezas
- Proteger contra la corrosión

### **2.8.1. VISCOSIDAD.**

Es el grado de fluidez que tiene un aceite a determinadas temperaturas, si el aceite posee una viscosidad menor la película lubricante no soportará las cargas que se generan al momento del rozamiento de las piezas, por contrario si la viscosidad es muy alta el lubricante no será capaz de llegar a zonas en las cuales el espacio es mínimo, además necesitaría de mayor fuerza para ser impulsado hacia los componentes del motor.

**Viscosidad dinámica.-** Al moverse un fluido, en él genera una tensión de corte, la cual se define como la fuerza que necesita una superficie para deslizarse sobre otra, en donde la magnitud depende de la viscosidad del fluido, se mide en  $\text{Kg/m} \cdot \text{s}$ .

**Viscosidad cinemática.-** Es el resultado de dividir la viscosidad dinámica por la densidad del aceite, utilizando un viscosímetro se logra medir el tiempo que tarde un aceite en deslizarse por un tubo calibrado de estrechamiento, se mide en  $\text{m}^2/\text{s}$ .

### **2.8.2. ÍNDICE DE VISCOSIDAD I.V.**

Mediante una prueba de temperatura a  $30^\circ\text{C}$  y  $99^\circ\text{C}$ , se establece una escala de 0 a 100 en la cual los aceites más cercanos al número más alto son los más estables, en el campo automotriz se deben utilizar aceites con más de 85, actualmente con la ayuda de aditivos logran índices de viscosidad mayores a 100 los cuales no son afectados por acción de la temperatura.

### **2.8.3. UNTUOSIDAD.**

Es la capacidad que tienen los aceites para adherirse a las superficies a lubricar, sin esto al momento de apagar el vehículo todo el aceite del motor descendería al cárter por lo cual en un arranque en frío el motor sufriría grandes desgastes.

### **2.8.4. PUNTO DE FLUIDEZ Y CONGELACIÓN.**

Es el que indica la temperatura mínima en la que el aceite circula por los conductos de refrigeración del motor, antes de llegar al punto de congelación.

### 2.8.5. PUNTO DE INFLAMACIÓN.

Característica importante en los motores de combustión interna en los que el aceite requiere puntos de inflamación superiores a 215°C.

### 2.8.6. ACIDEZ.

Es la cantidad de ácidos que se encuentran en el aceite la cual no debe ser mayor del 0,25%, debido que una cantidad mayor es perjudicial para las superficies en la que actúa el lubricante, disminuyendo las propiedades del aceite.

### 2.8.7. CLASIFICACIÓN API.

El Instituto Americano del Petróleo API, clasifica el aceite utilizando dos letras del alfabeto, en las cuales la primera indica para qué tipo de motor está diseñado el aceite y la segunda indica la calidad, a mayor rango alfabético mejora su composición protegiendo de mejor manera el motor.

**TABLA 16:** Clasificación API.

Clasificación API	Tipo de motor	Descripción
SJ Año 1997	Motores a gasolina	Se introdujo un controlador de residuos de carbón, tiene una mejor fluidez a bajas temperaturas, mejor protección a altas revoluciones, usados en motores a carburador
SL Año 2001	Motores a gasolina	Tiene resistencia antioxidante, propiedades que mejoran el arranque en frío, reduce el desgaste por que mejora el rendimiento del combustible.
SM Año 2010	Motores a gasolina	Se utiliza hasta motores menores al año 2010 posee aditivos anti desgaste y anticorrosión además de mejorar a fórmula para el arranque en frío.
SN Vigente	Motores a gasolina	Se utiliza en motores a partir del año 2010, proporciona mejor protección de los pistones frente a la formación de depósitos a elevadas temperaturas, además brindan una mejor economía de combustible.

**Fuente:** (Eliseo López Buitrago, 2010).

La clasificación API de aceites para motores a gasolina es identificada mediante la letra S ya que para los motores a diésel se identifica con la letra C.

### 2.8.8. CLASIFICACIÓN SAE.

La sociedad de ingenieros automotrices SAE ha creado un sistema de valores en aceites para motores, engranajes, que indica la viscosidad de los aceites a distintas temperaturas.

La “W” significa Winter – Invierno, como ejemplo se tiene el número 15W es la facilidad con la que el aceite puede ser bombeado a temperaturas bajas, a menor número de “W”, mejores serán sus propiedades de baja viscosidad y se logrará un mejor arranque del motor a bajas temperaturas.

El segundo número 40, indica el grado de viscosidad real del aceite a la temperatura de funcionamiento del motor, trabaja como un grado SAE 40 el cual hace referencia a la viscosidad del aceite que protege a las partes del motor en el tiempo de funcionamiento, a números mayores mejor desempeño del aceite a altas temperaturas.

**TABLA 17.** Viscosidad SAE.

Viscosidad SAE	Viscosidad Mínima cSt a 100°C	Viscosidad Máxima cSt a 100°C
20	5.6	9.3
30	9.3	12.5
40	12.5	16.3
50	16.3	21,9
5W30	9.3	12.5
10W30	12.5	16.3
20W50	16.3	21.9

**Fuente:** (Elizagárate, Los lubricantes para la automoción, 2010).

En la tabla se puede observar los valores con la que fluye el lubricante a diferentes viscosidades, los cuales se miden en centistokes.

**TABLA 18:** Clasificación ATF para lubricantes de transmisiones automáticas.

Dexron®VI	Fue desarrollado en el año 2005 por GM, posee menor viscosidad que el Dexron®III y pasó de ser un aceite mineral a sintético
Mercon®5	Fue desarrollado por Ford en el año 1997 mejorando con esto la fluidez en frío y con una fórmula resistente a la oxidación.
Mercon®LV (baja viscosidad)	Debido al constante desarrollo de vehículos con un alto rendimiento se desarrolló un aceite acorde a las necesidades de los componentes.
Atf+3, Atf+4	Diseñados para cajas automáticas de Chrysler, Jeep y Cherokee que poseen un coeficiente de fricción más suave.
ATF 5	Fue desarrollado a partir del año 2002, diseñado para cajas automáticas de nuevos modelos de Chrysler.

**Fuente:** (Elizagárate, Los Lubricantes para la Automoción , 2010).

Aceites para cajas automáticas de distintas marcas según la especificación del fabricante y según el tipo de caja.

#### **2.8.9. TIPOS DE LUBRICANTES.**

**Minerales.-** Provenientes de la destilación del petróleo, formados mediante tres tipos de hidrocarburos: Parafínicos, nafténico y aromáticos, los compuestos parafínicos tienen mayor porcentaje 70%, los cuales poseen buenas cualidades de lubricantes, el resto de compuestos brindan estabilidad del aceite a elevadas temperaturas.

**Semisintéticos.-** Es el resultado de la unión de dos aceites, elaborados a base de aceite mineral en torno de un 70% a 80% y por un sintético en un 30% a 20% que mejora las propiedades del aceite.

**Sintético.-** Estos aceites se formulan en laboratorios a partir de ingredientes naturales, fragmentando las moléculas y luego construyéndolas, eliminando partes de las moléculas que no poseen buenas cualidades lubricantes y son sustituidas para mejorar sus características (Calleja, 2015).

#### **2.8.10. TIPOS DE LUBRICACIÓN EN EL MOTOR.**

***Lubricación forzada por cárter seco.***- Cuenta con un depósito exterior el cual almacena el aceite dejando en el cárter una mínima cantidad que mejora las características dinámicas del vehículo ya que el aceite no se mueve libremente al momento de dar curvas rápidas o frenadas bruscas, es por eso que este sistema es utilizado en vehículos de carreras y deportivos.

***Lubricación forzada por cárter húmedo.***- A diferencia de la lubricación por cárter seco todo el aceite que circula en el motor reposa en el cárter, en donde una bomba de aceite accionada por el cigüeñal controla la presión dependiendo del régimen del motor a mayor régimen más presión se tendrá en el sistema.

***Lubricación por salpicadura.***- Impulsa el aceite desde el cárter por medio del hundimiento parcial de las cabezas de las bielas o por medio de unas cucharillas unidas al cigüeñal, es una lubricación limitada por la mínima cantidad de aceite que llega a las partes superiores.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO.

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Es tecnológica y bibliográfica las cuales hacen referencia a los conocimientos empleados en la adaptación de un motor a inyección electrónica, caja y transmisión del vehículo Peugeot 604 Buggy.

##### 3.1.1. BIBLIOGRÁFICA.

Es bibliográfica ya que para su desarrollo se buscará fuentes confiables de información como lo son el internet, libros, tesis y revistas actuales del mundo automotriz.

##### 3.1.2. TECNOLÓGICA.

Es tecnológica porque mediante el estudio y el análisis del vehículo Peugeot 604 Buggy, se implementará un motor a inyección electrónica, caja y transmisión, los cuales se sustituirán en un motor a carburador, este cambio radica en mejorar las prestaciones del vehículo con los sistemas anteriormente mencionados ya que en la actualidad los motores a carburador ya no se comercializan en el mercado automotriz, adaptando el motor a inyección electrónica técnicamente, logrando restablecer en forma óptima el vehículo y a su vez evitando la pérdida de un vehículo arenero único en la Universidad Técnica del Norte.

#### 3.2. MÉTODOS.

***Analítico sintético.***- Ayuda a sintetizar toda la información teórica que se obtendrá para el desarrollo de este proyecto, como la información de las características del vehículo, los cálculos adecuados que deben realizarse para elegir un motor óptimo, además procesar la información del motor sobre su rendimiento, la adaptación del motor a inyección electrónica, caja, transmisión y sistema electrónico.

**Adaptación.-** Del motor a inyección electrónica y caja automática al chasis del nuevo prototipo para reducir el consumo de combustible y las emisiones de CO<sub>2</sub> y obtener mejor rendimiento de potencia.

**Optimización.-** Los sistemas optimizados son: Motor a inyección electrónica 4.0 L/V6, sistema de transmisión automática 5R55E, sistema de selección de marchas con mecanismo biela-manivela.

### 3.3. TÉCNICAS.

**Análisis de mecanismos.-** Analiza el mecanismo biela-manivela de selección de marchas para ser adaptado a la caja automática 5R55W estudiando los ángulos de funcionamiento en cada marcha del vehículo.

**Elaboración de planos.-** Mediante el software Solidworks elaborar planos A3 (ISO) de los elementos móviles y fijos de motor y caja, consiguiendo la simulación y posteriormente el ensamblaje en el prototipo Buggy Ford.

**Mediciones.-** Obtención de datos con la ayuda de instrumentos de medición como calibrador pie de rey, flexómetro y multímetro los cuales sirvieron para la elaboración de planos y guía técnica sobre la gestión electrónica.

**Simulación.-** Mediante el software Solidworks simular el ensamblaje de los elementos que conforman el motor realizando la simulación y funcionamiento del mismo además de la adaptación del motor y caja al chasis del prototipo Buggy Ford.

## CAPÍTULO IV

### 4. ADAPTACIÓN DEL MOTOR CAJA Y TRANSMISIÓN AL VEHÍCULO BUGGY.

#### 4.1. RECEPCIÓN DEL VEHÍCULO PEUGEOT BUGGY.

Para el desarrollo del proyecto de trabajo de grado, se utiliza el vehículo Peugeot 604 Buggy de los talleres de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz en la Universidad Técnica del Norte, dicho vehículo cuenta con un motor a carburador obsoleto, por lo cual no funciona, además su caja de cambios manual con su respectiva transmisión y sus componentes están en mal estado.

**TABLA 19:** Especificación del Vehículo Peugeot 604 Buggy.

<b>Modelo</b>	Buggy
<b>Fabricante</b>	Peugeot
<b>Año</b>	1986.
<b>Motor</b>	V6
<b>Transmisión</b>	Manual 4x2
<b>Sistema combustible</b>	Carburador
<b>Suspensión</b>	Ruedas delanteras McPherson Ruedas Posteriores eje rígido
<b>Peso Total</b>	1450 kg

**Fuente:** (Morillo Aldas John Anderson, 2012).



**FIGURA 18:** Vehículo Buggy.

#### 4.1.1. ESTADO DEL MOTOR A CARBURADOR.

El motor V6 a carburador esta en pésimo estado de funcionamiento, por lo cual no enciende el vehículo, además de esto algunas partes del motor faltan tales como:

- Motor de arranque
- Cables de bujías
- Alternador
- Bujías
- Bobina

No se puede constatar el funcionamiento del motor, ya que el vehículo no enciende, el motor está sujeto a la carrocería mediante una base y la otra está totalmente destruida, al igual que una cañería de sistema de frenos y del sistema hidráulico de la dirección está rota.

Retirar la bujía del cilindro la cual cuenta con una oxidación del 80% y con residuos de aceite, concluyendo que las partes internas del motor padecen un estado similar.



**FIGURA 19.** Motor a carburador V6.

#### **4.1.2. ESTADO DE LA CAJA MANUAL.**

Así como en el motor, en la caja de transmisión manual del vehículo Peugeot 604 Buggy, no fue posible constatar el estado de funcionamiento con el motor encendido debido a las partes faltantes del mismo que impiden que el vehículo se ponga en marcha, sin encenderlo, con la manipulación de la palanca de mando apreciando al momento de canjear con el vehículo apagado que la caja se traba, y no existe aceite en la misma.



**FIGURA 20:** Caja de cambios manual.

#### **4.2. DESMONTAJE DEL MOTOR, CAJA Y TRANSMISIÓN DEL VEHÍCULO PEUGEOT BUGGY.**

Desmontar todos los elementos del tren motriz del vehículo buggy para posteriormente verificar y su estado por medio de pruebas y observaciones generales para así entender de manera específica como se encuentra el prototipo a modificar.

##### **4.2.1 DESMONTAJE DEL MOTOR V6 A CARBURADOR DEL VEHÍCULO PEUGEOT BUGGY.**

Luego de una inspección visual para encontrar la mejor manera de retirar el motor de la carrocería del vehículo Peugeot 604 Buggy, proceder a desconectar los cables de alimentación de la batería, retirar el sistema hidráulico acoplado a un costado del motor, separar la alimentación de combustible, también desconectar las cañerías del sistema de frenos los cuales impiden la extracción libre del motor, posteriormente desacoplar el sistema de transmisión.

Al retirar los pernos de sujeción del motor hacia la carrocería se observó que está sujeto por una sola base y con un solo perno, para la extracción es necesario sujetarlo con cadenas y levantarlo desde la carrocería con la ayuda de un tecele.



**FIGURA 21:** Desmontaje del motor a carburador.

#### **4.2.2. DESMONTAJE DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN.**

Una vez retirado el motor, el vehículo fue ingresado a una ranfla para facilitar la extracción de la caja de cambios manual, iniciando con el desmontaje del árbol de transmisión, mediante un caballete hidráulico se extrajo el puente de sujeción de la caja para posteriormente retirarla.



**FIGURA 22:** Desmontaje del sistema de transmisión.

#### **4.3. POSIBLES MOTORES PARA LA ADAPTACIÓN EN EL VEHÍCULO PEUGEOT BUGGY.**

Los posibles motores a reemplazar en el vehículo buggy cuentan con características similares las cuales permitan optimizar al prototipo de la mejor manera posible brindando comodidad al momento de la conducción.

**TABLA 20:** Nissan Patrol Y 60 motor 4.2 L.

<b>Marca</b>	Nissan
<b>Modelo</b>	Patrol Y60
<b>Número de cilindros</b>	L6/OHV- 160Hp
<b>Cilindrada</b>	4169cc
<b>Relación de Compresión</b>	8,5:1

**Fuente:** (Nissan)

**TABLA 21:** Jeep Cherokee Motor 4.0 L.

<b>Marca</b>	Jeep
<b>Modelo</b>	Cherokee
<b>Número de cilindros</b>	L6/OHV- 189Hp
<b>Cilindrada</b>	3960cc
<b>Relación de Compresión</b>	8,8:1

**Fuente:** (Jeep)

**TABLA 22:** Isuzu Trooper Motor 3.5 L.

<b>Marca</b>	Isuzu
<b>Modelo</b>	Trooper
<b>Número de cilindros</b>	V6/OHC- 211Hp
<b>Cilindrada</b>	3944cc
<b>Relación de Compresión</b>	9,1:1

**Fuente:** (Isuzu)

**TABLA 23:** Ford Explorer Motor 4.0 L.

<b>Marca</b>	Ford
<b>Modelo</b>	Explorer
<b>Número de cilindros</b>	V6/OHC160 Hp
<b>Cilindrada</b>	4011cc
<b>Relación de Compresión</b>	9,7:1

**Fuente:** (Ford)

#### 4.3.1 CÁLCULOS PARA IDENTIFICAR EL TIPO DE MOTOR.

##### ***Cálculo del peso neto del vehículo.***

$$G = G_a + G_r + m(P_1 + P_2)$$

**Dónde:**

**G**= peso (kg)

**G<sub>a</sub>** = peso propio del vehículo (1025 kg)

**G<sub>r</sub>** = capacidad de carga (50kg)

**m** = cantidad de pasajeros (4)

**P<sub>1</sub>** = peso por pasajero (75kg)

**P<sub>2</sub>** = peso de equipaje por pasajero (10kg)

$$G = 1025kg + 50kg + 4(75kg + 10kg)$$

$$G = 1075kg + 4(85kg)$$

$$G = 1415kg$$

##### ***Cálculo de la velocidad angular de los neumáticos.***

**Dónde:**

**n**= revoluciones del motor (6000rpm)

**v**= velocidad máxima (160km/h)

**d**= diámetro de las ruedas del vehículo (0.7m)

**r**= radio de los neumáticos (0.35m)

**CR**= coeficiente de rodadura del vehículo (0.30) (arena)

**G**= peso 1415kg

Distancia que recorren los neumáticos.

$$Dr = \pi * D$$

$$Dr = 1,88m$$

$$160km = 160000m \quad - \quad 1h = 60 \text{ min}$$

$$Vuletas = \frac{160000m}{1.88m} = \text{vuletas } 85106$$

Para recorrer 160km se necesita 85106 vueltas de los neumáticos en una hora, transformando a vueltas por minuto se tiene:

$$\text{vuletas rpm} = \frac{85106}{60min} = 1418rpm$$

**Torque necesario para mover las ruedas.**

**Dónde:**

**T=** Torque necesario para mover las ruedas (kg-m)

**G=** Peso 1415 (kg)

**r=** Radio de los neumáticos 0.35m

**CR=** Coeficiente de rodadura del vehículo 0.30 (arena)

$$T = G * r * CR$$

$$T = 1415kg * 0.35m * 0.30$$

$$T = 148,57kgm$$

**Cálculo de la potencia necesaria.**

$$P = \frac{\text{vueltas rpm de las ruedas} * T}{60}$$

$$P = \frac{1418rpm * 148,57kg}{60}$$

$$P = 3511,20 \text{ kgm/s}$$

Considerando que el motor posee un rendimiento del 30%, y una constante en la cual 1 HP equivale a 75 kgfm/s se obtuvo:

$$P = \frac{3511.20kgm/s}{0.30}$$

$$P = 11704 \text{ kgm/s}$$

**Potencia requerida.**

$$Pr = \frac{11704 \text{ kgm/s}}{75kgm/s}$$

$$Pr = 156 \text{ HP}$$

**TABLA 24:** Decisión para la elección del vehículo.

<b>Modelo</b>	<b>Motor a inyección</b>	<b>Transmisión automática</b>	<b>Cilindrada 4000 cc</b>	<b>Frenos de Disco 4 ruedas</b>	<b>TOTAL</b>
Nissan Patrol	X		X	X	3
Jeep Cherokee	X		X	X	3
Isuzu Trooper	X		X		2
Ford Explorer	X	X	X	X	4

Una vez realizados los cálculos para identificar el tipo de motor que brinda las prestaciones requeridas para alcanzar el trabajo óptimo del vehículo y una velocidad máxima de 160 km/h a 6000 RPM se necesita un motor que genere 156 hp, en la tabla de decisiones para proceder a elegir el vehículo que cuente con el mayor número de características requeridas para la ejecución del proyecto,

En este caso el vehículo Ford Explorer es el elegido por ser el único en tener un sistema de transmisión automático y además cumple con los requerimientos del motor.

#### **4.4 ADQUISICIÓN DEL VEHÍCULO FORD EXPLORER.**

Para la realización del proyecto, optando por adquisición de un vehículo Ford Explorer con motor V6 a inyección electrónica, con transmisión automática con convertidor de par, los cuales serán adaptados al vehículo Buggy, tomando como referencia los cálculos de potencia realizados anteriormente en los cuales los hp requeridos son 156 hp, por lo que se adquirió este vehículo ya que las características de potencia son similares.

#### 4.4.1 CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR FORD 4.0L V6 A INYECCIÓN ELECTRÓNICA.

TABLA 25: Características del motor Ford 4.0 L V6 a inyección electrónica.

<b>Marca</b>	Ford
<b>Modelo</b>	Explorer
<b>Motor</b>	4.0L V6/160 hp
<b>Transmisión</b>	Automática 4x4
<b>Sistema de combustible</b>	Inyección Multipunto
<b>Distribución</b>	OHC
<b>Cilindrada real</b>	4.011 L
<b>Diámetro de Cilindro</b>	100mm
<b>Carrera del cilindro</b>	84mm
<b>Sistema de encendido</b>	DIS
<b>Relación de compresión</b>	9,7:1
<b>Orden de encendido</b>	1-4-2-5-3-6

Fuente: (Ford)

#### 4.4.2. DESMONTAJE DE LA CARROCERÍA.

Una vez adquirido el vehículo, desmontar completamente la carrocería, para retirar todo el conjunto del motor, caja automática y transmisión acoplados al chasis del vehículo, esta es la manera más conveniente en el desmontaje, debido a que el chasis será modificado.

Para desacoplar la carrocería desconectar la ECU que estaba fija a la misma, luego desconectar y retirar la batería al igual que el conjunto de filtro de aire, desacoplar el perno de sujeción de la dirección y todos los pernos de las bases que fijan la cabina del vehículo al chasis.



**FIGURA 23:** Desmontaje de la carrocería.



**FIGURA 24:** Desmontaje de la carrocería.

#### **4.4.3. DESMONTAJE DE LA ADMISIÓN.**

Una vez desmontada la carrocería proceder a desconectar todos los sensores y solenoides existentes en el motor, también la interfaz entre el motor y la caja automática, luego desmontar la admisión superior e inferior, retirando todos los vacíos acoplados al motor, los pernos de sujeción de la admisión fueron extraídos para retirar el cuerpo de admisión, cables de bujía y bobina que se encontraba fija al motor.



**FIGURA 25:** Admisión superior.



**FIGURA 26:** Admisión Inferior.

#### **4.4.4. DESMONTAJE DE LOS TAPA VÁLVULAS.**

Retirar los pernos de las tapa válvulas, sin ninguna complicación se puede observar físicamente los árboles de levas, comprobando que las cadenas de distribución y piñones tienen un excesivo desgaste.



**FIGURA 27:** Desmontaje de tapa válvulas.



**FIGURA 28:** Desmontaje de tapa válvulas.

Retirar posteriormente el cableado de los inyectores así como los rieles de inyección, los conductos de ingreso y retorno de combustible además de los seis inyectores del motor.



**FIGURA 29:** Desmontaje del sistema de inyección de combustible.

Antes de iniciar con el desmontaje de todo el sistema de encendido se verifica el estado de las conexiones constatando el funcionamiento de: Cables de bujías, bobina, alternador, motor de arranque.



**FIGURA 30:** Desmontaje del motor eléctrico de arranque.

#### 4.4.5. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y CULATAS.

Una vez retiradas las tapas válvulas desconectar la manguera del refrigerante, la bomba de agua, pernos y caja del termostato, la polea del ventilador, el tubo del indicador de aceite también extraer al igual que el colector de escapes, posteriormente las cadenas de distribución, la polea del cigüeñal y la tapa de distribución.



**FIGURA 31:** Desmontaje del sistema de distribución.

A continuación desmontar las culatas y el motor del chasis extrayendo los pernos de sujeción de las bases del motor y de la caja automática, acoplados mediante cuatro pernos del convertidor de par de la caja automática hacia el volante de inercia del motor, posteriormente los piñones de la distribución, las cadenas con sus guías, los templadores hidráulicos tanto del lado frontal como posterior.



**FIGURA 32:** Desmontaje del sistema de distribución.

Consecutivamente retirar los árboles de levas de las culatas con la ayuda de herramientas de sujeción colocadas en los extremos, facilitando la extracción de los -cojinetes y balancines, los cuales están en perfectas condiciones.



**FIGURA 33:** Desmontaje de los árboles de levas y balancines.

#### **4.4.6. CÁRTER, CIGÜEÑAL Y PISTONES.**

Desmontar el volante de inercia del motor, los pernos de sujeción del cárter retirando la tapa que lo sella por la parte inferior, extraer y desacoplar el filtro para lograr retirar los pernos de bancada del cigüeñal y de biela consiguiendo desmontar el cigüeñal y los pistones.



**FIGURA 34:** Desmontaje completo del motor.

#### **4.4.7. DESMONTAJE DE LA CAJA AUTOMÁTICA 5R55E.**

Desmontar el cable que va desde el volante del conductor hacia las marchas selectoras de la caja automática, la interfaz entre el motor y sus sensores, retirando los pernos de sujeción entre la caja y el árbol de transmisión, a continuación se extrae los pernos que fijan el puente de sujeción al chasis.



**FIGURA 35:** Caja Automática 5RW55.

Posteriormente retirar el cárter de la caja para extraer el aceite, el cual ya ha perdido sus propiedades, retirar los pernos que sujetan el filtro de aceite, desacoplándolo conjuntamente con el filtro de metales que se encuentra sujeto por cuatro pernos.



**FIGURA 36:** Filtros de la caja Automática.

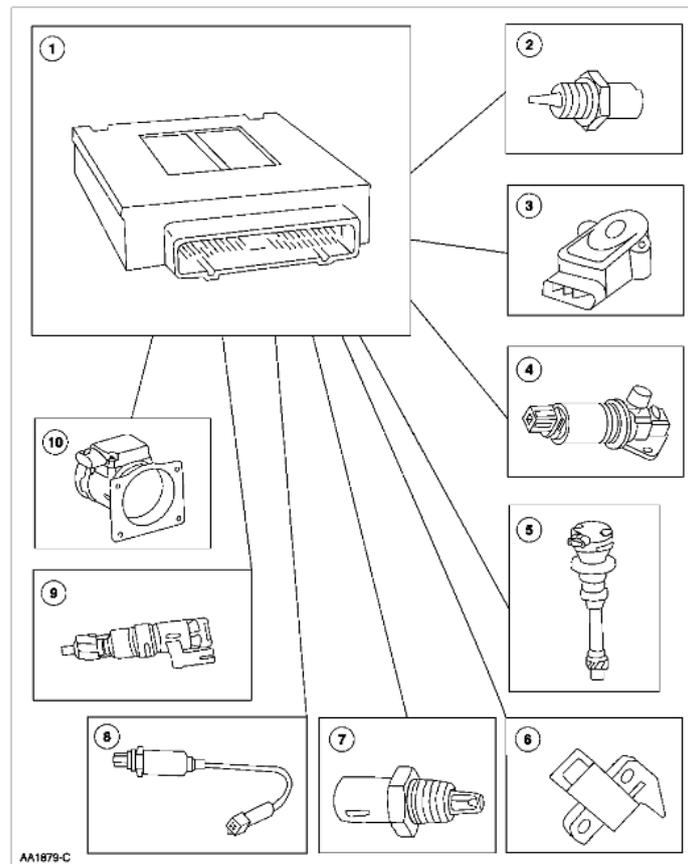
#### **4.4.8. DESMONTAJE DEL CABLEADO.**

##### ***Controles electrónicos del motor.***

- Módulo de control ECU.
- Sensor de posición del acelerador sensor TPS.

- Válvula de control de aire de ralentí válvula IAC.
- Sensor de temperatura del refrigerante del motor sensor ECT.
- Sensor de árbol de levas de posición sensor CMP.
- Sincronizador de árbol de levas.
- Sensor de posición del cigüeñal sensor CKP.
- Sensor de masa de flujo de aire sensor MAF.
- Sensor de temperatura del aire de admisión IAT.
- Sensor de oxígeno O2.

La función que cumplen los controles electrónicos del motor es de controlar y ajustar su sincronización, sistema de encendido, control de emisiones, el avance de encendido, y mezcla de aire/combustible basándose en la entrada del motor y otros sensores del sistema de control.



**FIGURA 37:** Componentes electrónicos del motor 4.0L.  
Fuente: (Ford)

Retirar los asientos de la cabina, luego el tapizado del piso como también el tablero principal del vehículo, donde están la mayoría de componentes, que iban desde la ECU hacia los diferentes sistemas del vehículo como sensores, actuadores, cajas de fusibles, sistema eléctrico del motor y caja automática del vehículo.



**FIGURA 38:** Desmontaje del cableado del vehículo.

#### **4.5. REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MOTOR Y TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA.**

Como segundo paso luego de la extracción de los componentes como son motor y caja se procede a realizar la inspección visual y se ser requerido desarmado total del elemento para así verificar su estado y proceder con la reparaciones pertinentes para lograr el óptimo funcionamiento al momento de adaptarlos al nuevo prototipo.

##### **4.5.1. MOTOR.**

Luego de revisar el motor se encontró las siguientes fallas:

- Pernos de sujeción de la bomba de agua en mal estado lo que podría ocasionar posibles fugas.
- Pernos de la bombona en males estado y faltantes.
- Banda en mal estado.
- Pernos faltantes en el cárter del motor.
- Empaques de todo el motor en mal estado.

Luego de verificar estas fallas adquirir los pernos faltantes de todos los elementos mencionados anteriormente, además de una nueva banda de accesorios, finalizando con la adquisición del juego de empaques completo del motor.

#### 4.5.2. DISTRIBUCIÓN.

Debido que muchos componentes de la distribución tanto frontal como posterior estaban en mal estado, se adquirió el kit completo con sus respectivos empaques para cambiar todos los elementos por nuevos al momento del ensamblado.

**TABLA 26:** Elementos del kit de distribución.

Piezas	Frontal	Posterior
Cadenas de la distribución	Desgastadas	Buen estado
Templadores hidráulicos de la cadena	En mal estado	Buen estado
Piñones sujetos al árbol de levas	El piño frontal roto	Buen estado
Guiadores de la cadena	Desgastado	Buen estado
Piñones del cigüeñal	Mal estado	Mal estado
Piñón del árbol equilibrado	Mal estado	
Piñón del árbol balanceador	Mal estado	Mal estado

#### 4.5.3. ACEITES Y FLUIDOS.

En el momento de retirar los fluidos no se encuentra ninguna anomalía ni restos de limalla, por lo que se concluye que los elementos internos del motor están en un buen estado, también se constata que todos los fluidos como el refrigerante freezotone, líquido hidráulico dextron III y líquido de frenos DOT 4 están a su nivel, luego adquirir el aceite del motor Kendall SAE 20W50, API SN aceite hidráulico, líquido de frenos y refrigerante para cambiarlos todos al momento del armado de nuestro motor.

#### 4.5.4. REVISIÓN CAJA AUTOMÁTICA 5R55E.

Aflojar los pernos de 12mm de cabeza del perno que mantienen fijo el cárter a la caja para luego retirarlo completamente debido que no posee un tapón para la extracción del aceite, utilizar un contenedor de aceite para verificar si existe

alguna anomalía, con lo que se constata que se encuentra en buen estado por lo que no fue necesario realizar todo el despiece de la misma.



**FIGURA 39:** Caja automática 5R55E.

#### **4.5.5. REVISIÓN DE LA TRANSMISIÓN.**

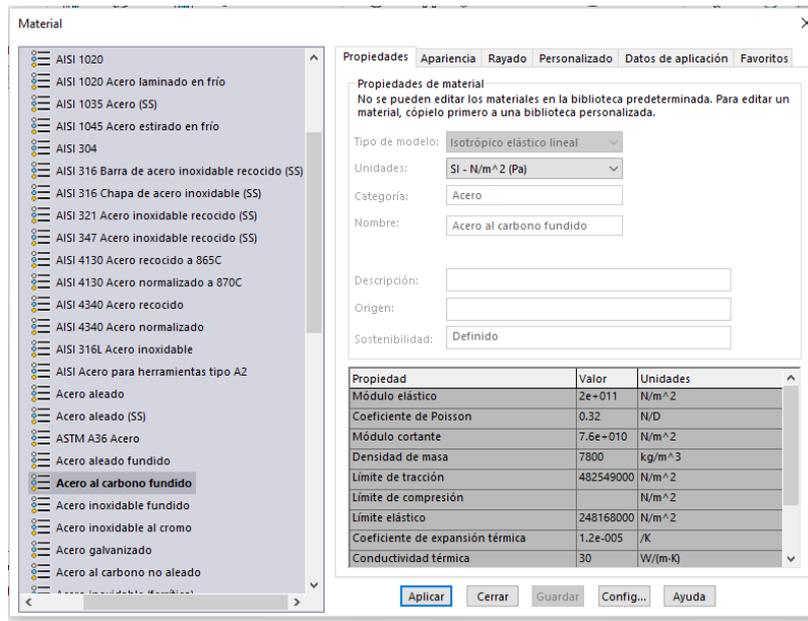
Para la verificación del estado de los niveles de aceite del transfer de la doble, diferencial delantero y posterior es necesario subir al vehículo a una ranfla facilitando la comprobación, los cuales se encuentran en el nivel especificado por el fabricante.

#### **4.6. DISEÑO, ENSAMBLAJE Y SIMULACIÓN DEL MOTOR V6 4.0L FORD EXPLORER EN EL SOFTWARE SOLIDWORKS 2016**

Con la ayuda de este software proceder al diseño del motor a inyección electrónica para luego simular su ensamblaje y funcionamiento final, además de permitir ensamblar conjuntamente con la carrocería modificada del nuevo prototipo, con esto lograr constatar que los habitáculos de la nueva carrocería tienen el espacio suficiente para adaptar los elementos motrices y accesorios.

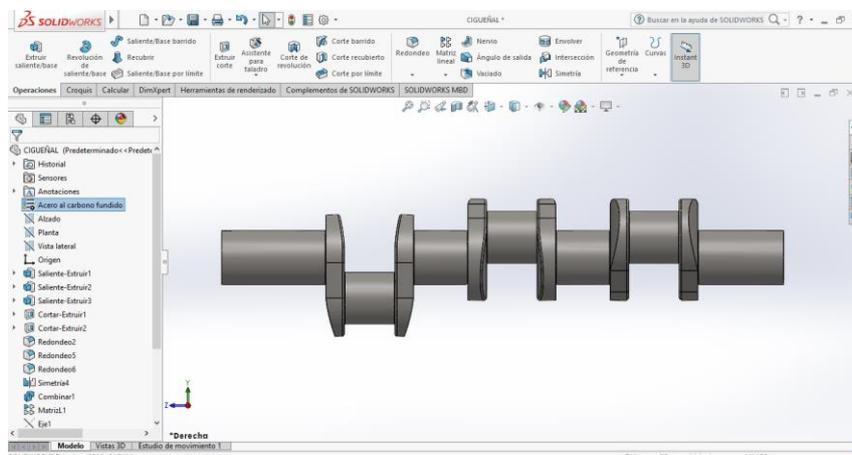
#### 4.6.1. DISEÑO DEL CIGÜEÑAL.

En la fabricación del cigüeñal se utiliza acero al carbono fundido debido que este material es uno de los más utilizados en la fabricación de motores Ford y con la ayuda de la base de datos del programa se obtiene todas las propiedades del material.



**FIGURA 40:** Material de fabricación del cigüeñal.  
**Fuente:** (SOLIDWORKS, 2016)

Realizar el diseño del cigüeñal basándose en las medidas reales obtenidas del mismo en el momento del despiece con la ayuda de un calibrador y un flexómetro, además del tipo de material de fabricación mencionado anteriormente se realiza el diseño del eje, contrapesos y muñequillas del cigüeñal.



**FIGURA 41:** Diseño del cigüeñal.  
**Fuente:** (SOLIDWORKS, 2016).

#### 4.6.2. DISEÑO DE LA BIELA.

En la fabricación de la biela se utiliza acero al carbono aleado con níquel y cromo, generalmente es fabricada por el proceso de forja debido que se encuentra sometida a grandes esfuerzos.

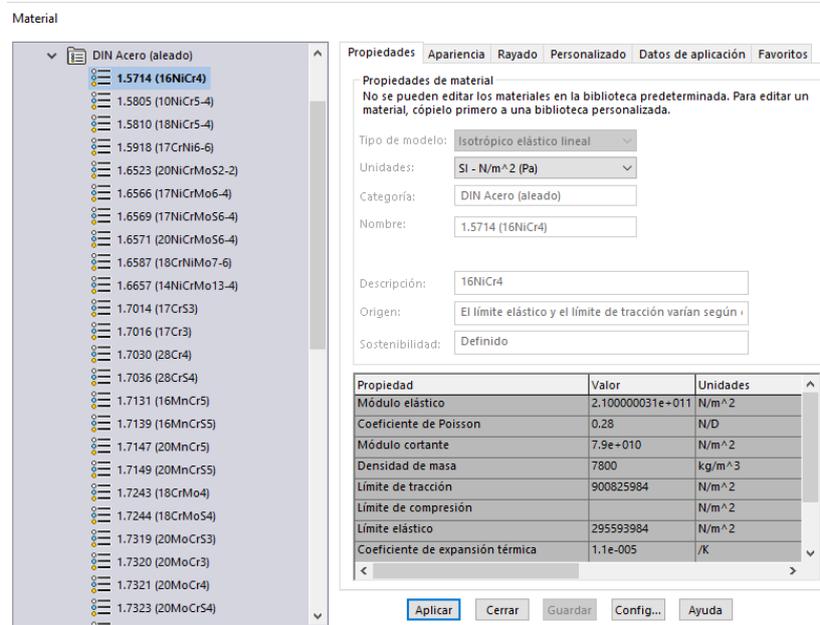


FIGURA 42: Material de fabricación de la biela.

Fuente: (SOLIDWORKS, 2016).

La biela se diseña utilizando las medidas de sus partes como son: Cabeza la cual forma el diámetro más grande de la biela, el cuerpo en forma de T y el pie de biela obtenidas en el despiece, luego de identificar el tipo de material se realiza el diseño del elemento.

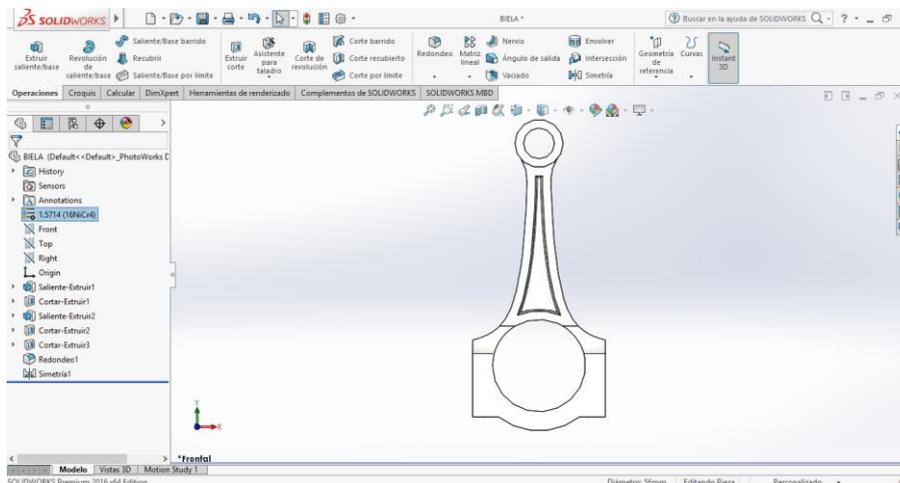
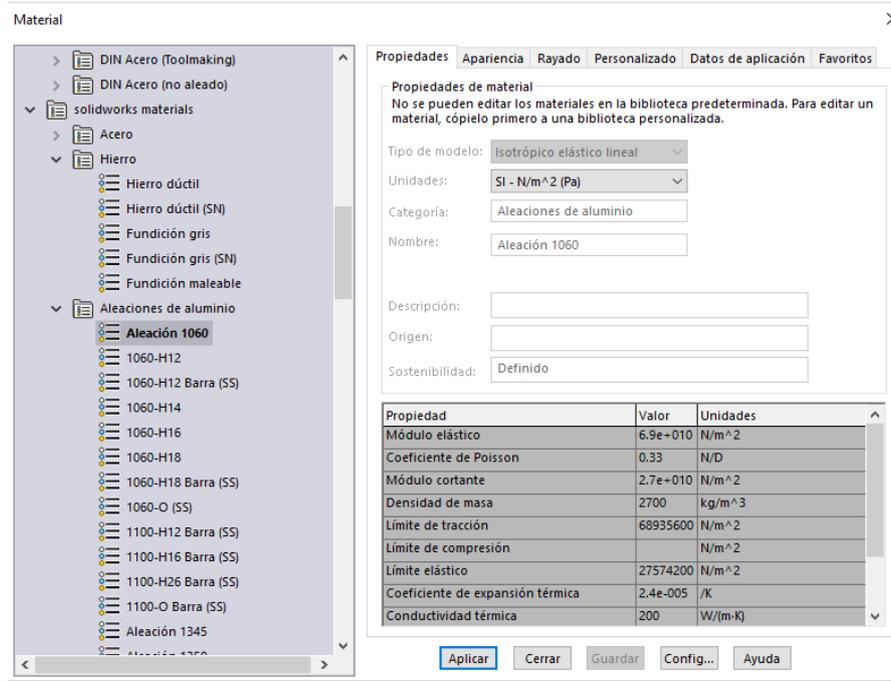


FIGURA 43: Diseño de la biela.

Fuente: (SOLIDWORKS, 2016).

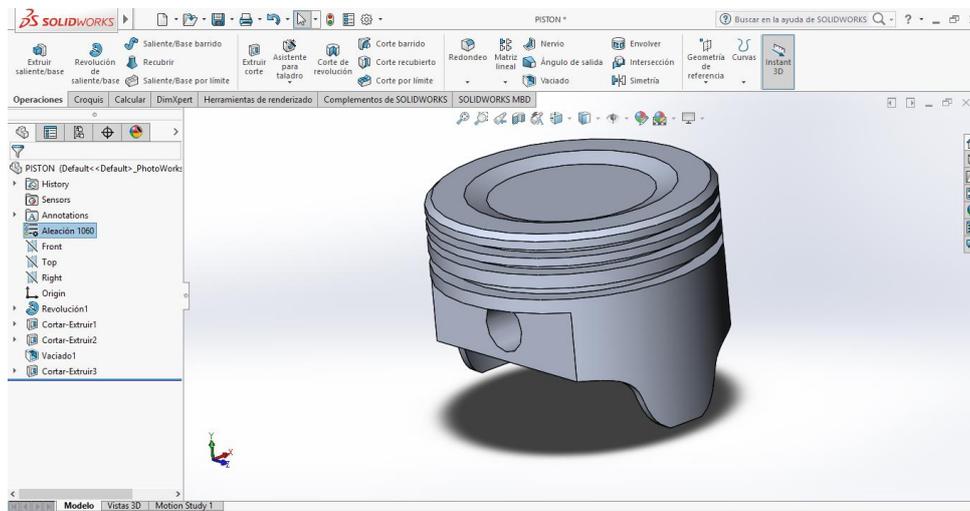
### 4.6.3. DISEÑO DEL PISTÓN.

En la fabricación del pistón utilizar aleación de aluminio 1060 que proporciona una alta conductividad térmica que genera una elevada resistencia a la corrosión y altas presiones.



**FIGURA 44:** Material de fabricación del pistón.  
**Fuente:** (SOLIDWORKS, 2016).

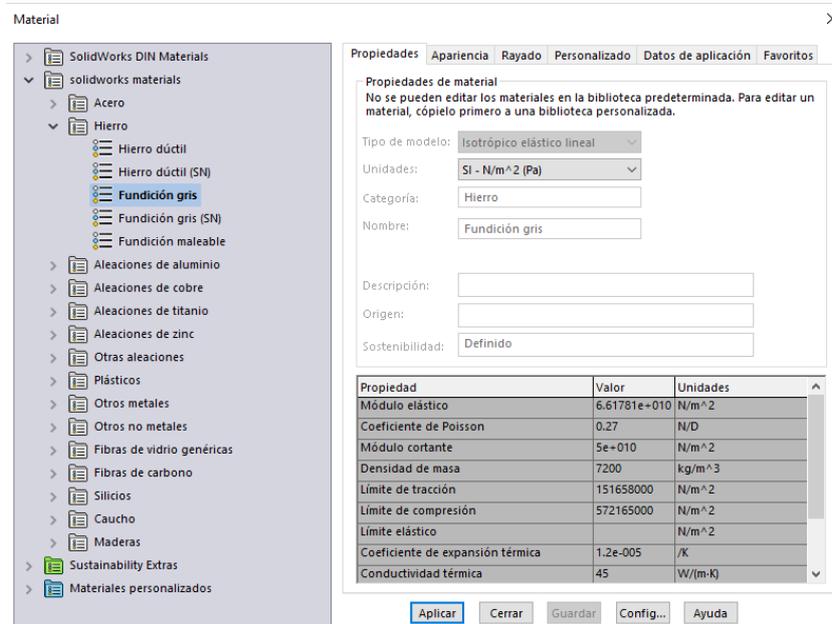
Para el diseño del pistón se toman medidas del diámetro de la cabeza, la distancia de separación y profundidad de los segmentos, finalizando con el diámetro del bulón y las medidas del perfil del pistón con la ayuda de un calibrador.



**FIGURA 45:** Diseño del pistón.  
**Fuente:** (SOLIDWORKS, 2016).

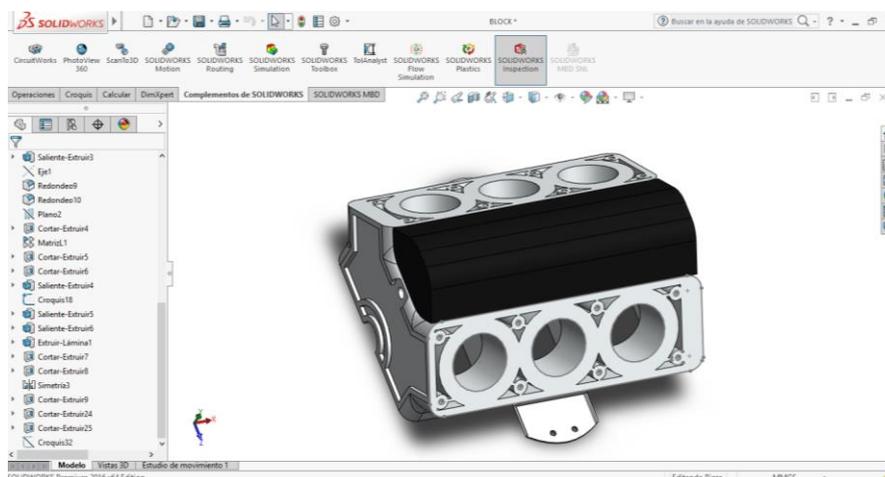
#### 4.6.4. DISEÑO DEL BLOQUE DE CILINDROS.

La fabricación del bloque de cilindros es mediante hierro fundido conocido como fundición gris con aleaciones de carbono del 2% al 4%, manganeso del 1% y silicio entre 3% a 4%.



**FIGURA 46:** Material de fabricación del bloque de cilindros.  
Fuente: (SOLIDWORKS, 2016).

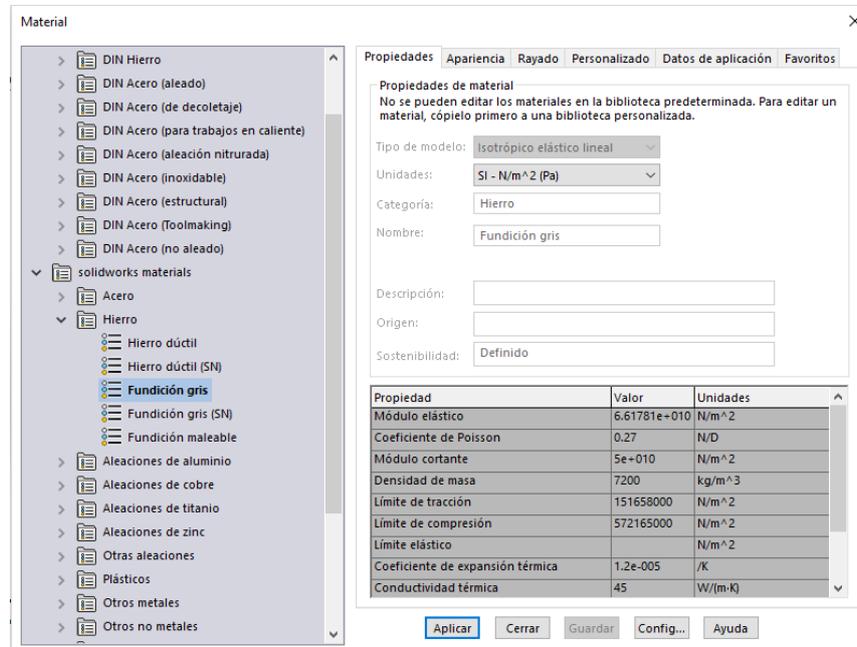
En el diseño del bloque de cilindros se toman medidas del diámetro y carrera del pistón, además del ángulo entre las bases de las culatas del motor V6, las distancias de las bases de las culatas, la longitud del bloque de cilindros frontal y vertical para lo cual es necesario la ayuda de un flexómetro, un calibrador y un graduador de 360°.



**FIGURA 47:** Diseño del bloque de cilindros.  
Fuente: (SOLIDWORKS, 2016).

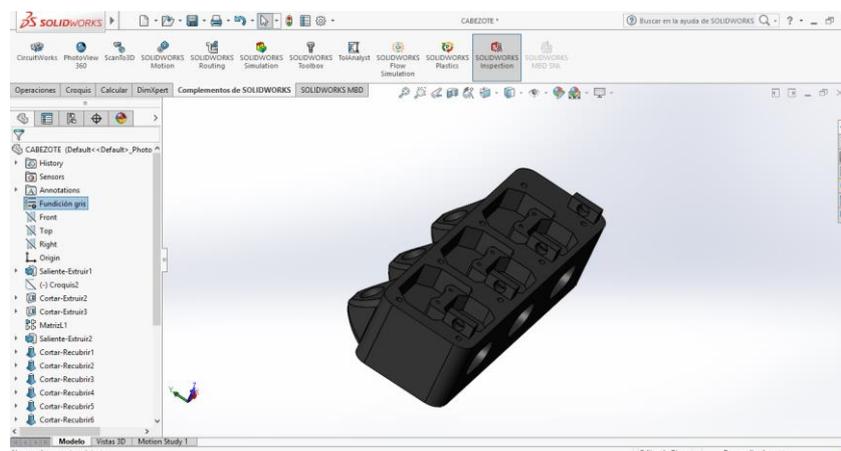
#### 4.6.5. DISEÑO DE LAS CULATAS.

La fabricación de las culatas se realiza mediante hierro fundido conocido como fundición gris con aleaciones de carbono del 2% al 4%, manganeso del 1% y silicio entre 3% a 4%.



**FIGURA 48:** Material de fabricación de las culatas.  
**Fuente:** (SOLIDWORKS, 2016).

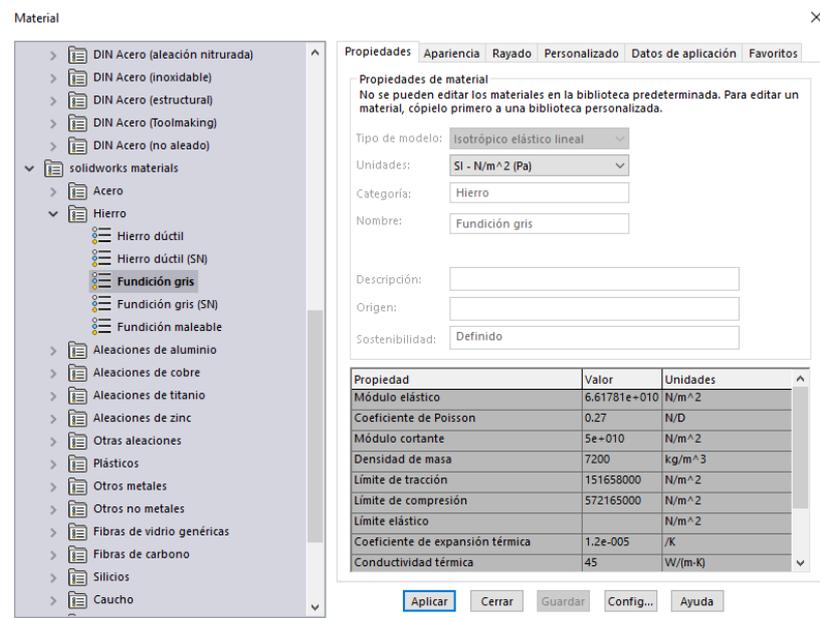
Para la realización del diseño de las culatas tomar las medidas de las bases del bloque de cilindros, es necesario el diámetro de los cilindros, los conductos de admisión y escape y las dimensiones del perfil de la culata obtenidas en el despiece con la ayuda de un calibrador y un flexómetro, además de los materiales de fabricación.



**FIGURA 49:** Diseño de las culatas.  
**Fuente:** (SOLIDWORKS, 2016).

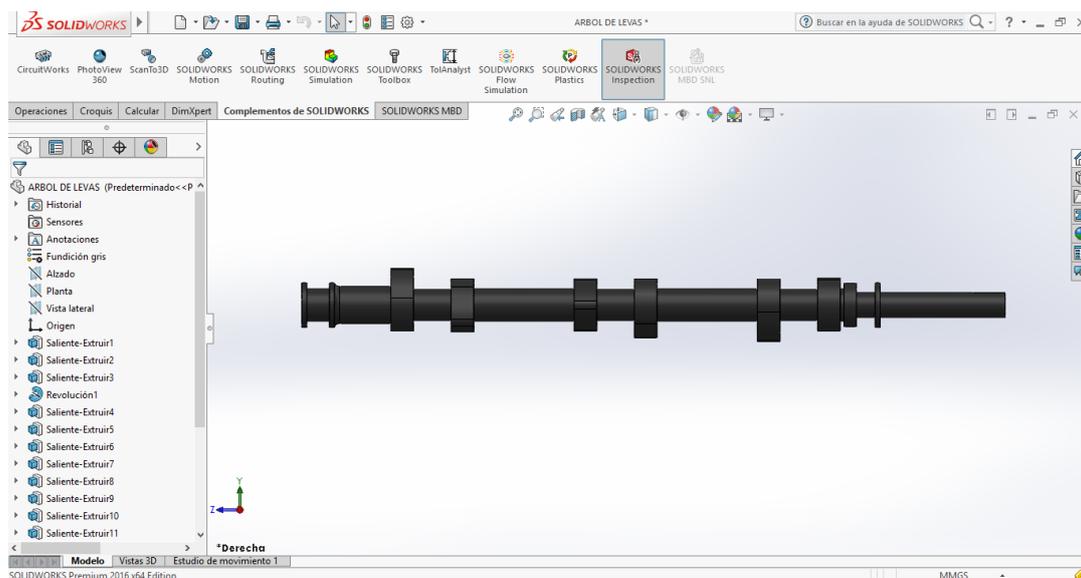
#### 4.6.6. DISEÑO DEL ÁRBOL DE LEVAS.

La fabricación del árbol de levas la realiza mediante hierro fundido conocido como fundición gris con aleaciones de carbono del 2% al 4%, manganeso del 1% y silicio entre 3% a 4%.



**FIGURA 50:** Material de fabricación del árbol de levas.  
**Fuente:** (SOLIDWORKS, 2016).

Para el diseño del árbol de levas, obtener los materiales de fabricación, las medidas del diámetro del eje, la distancia total del mismo, el espesor y altura de la leva y las distancias entre ellas.



**FIGURA 51:** Diseño del árbol de levas.  
**Fuente:** (SOLIDWORKS, 2016).

#### 4.6.7. DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN.

En la fabricación de los piñones y de las cadenas de distribución se utiliza acero de medio carbono, según las especificaciones de SAE como carbono 1035 debido que necesitan propiedades mecánicas más elevadas por los esfuerzos generados en la distribución.

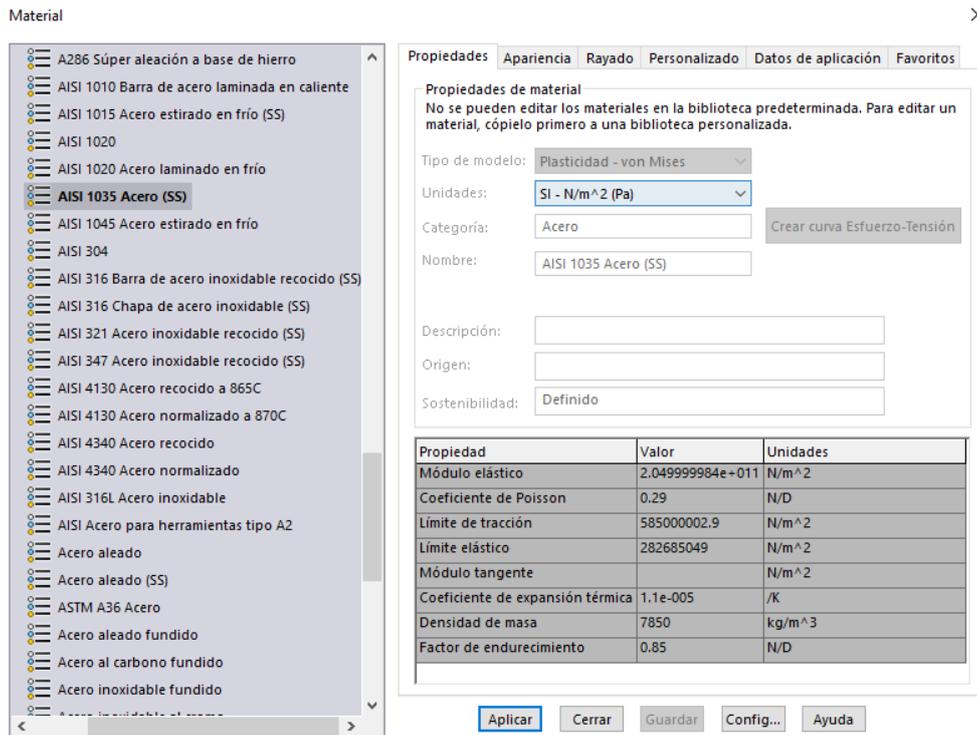
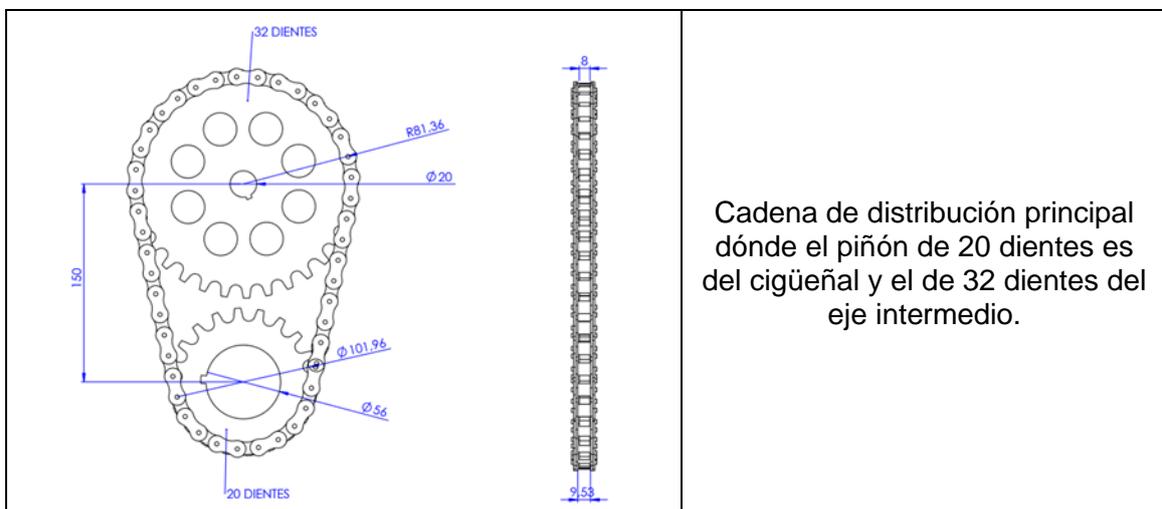


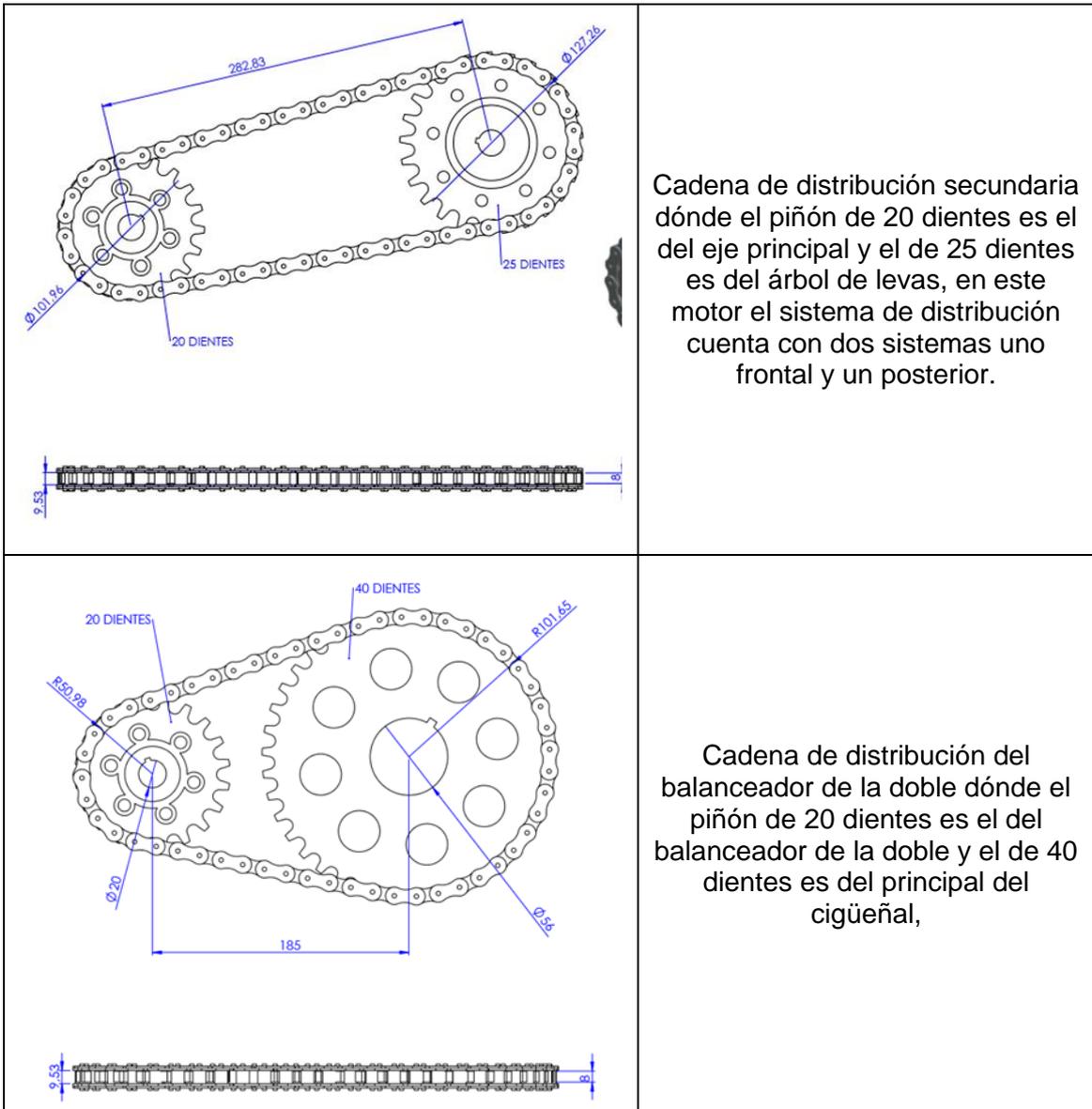
FIGURA 52: Material de fabricación de la distribución.

Fuente: (SOLIDWORKS, 2016).

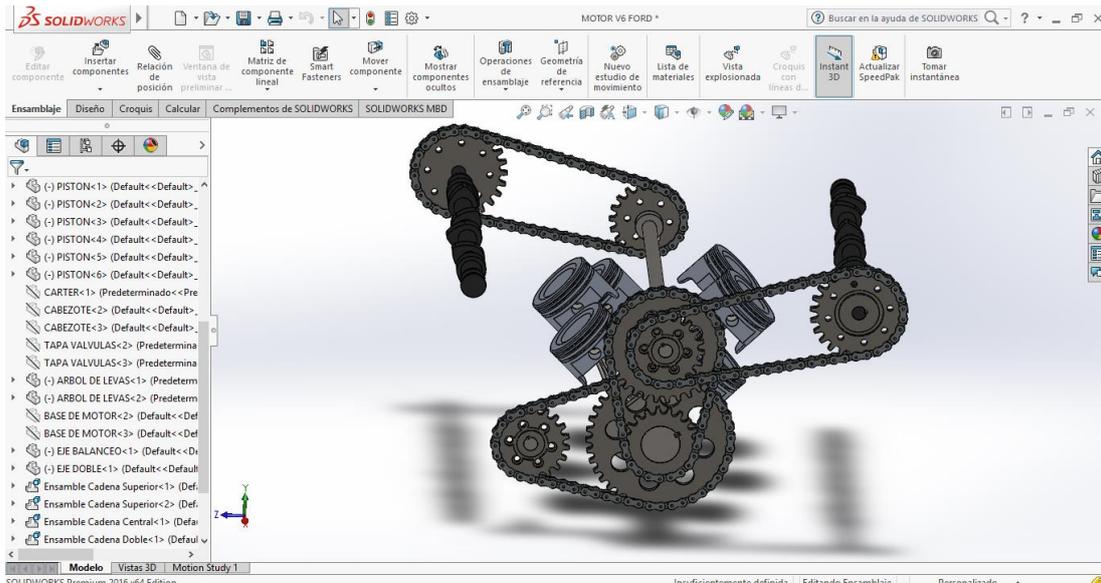
TABLA 27: Distribución.



Cadena de distribución principal donde el piñón de 20 dientes es del cigüeñal y el de 32 dientes del eje intermedio.



En la tabla 27 se muestran los datos de número de dientes y diámetros de cada piñón, además del ancho de los eslabones de las cadenas del sistema de distribución, con las dimensiones de las cadenas y las medidas de los diámetros y dientes de los piñones, se diseña la distribución principal y secundaria, luego se procede a diseñar la distribución que conecta al eje balaceador debido que el vehículo consta con transmisión 4x4, finalizando con el ensamble total de la distribución.

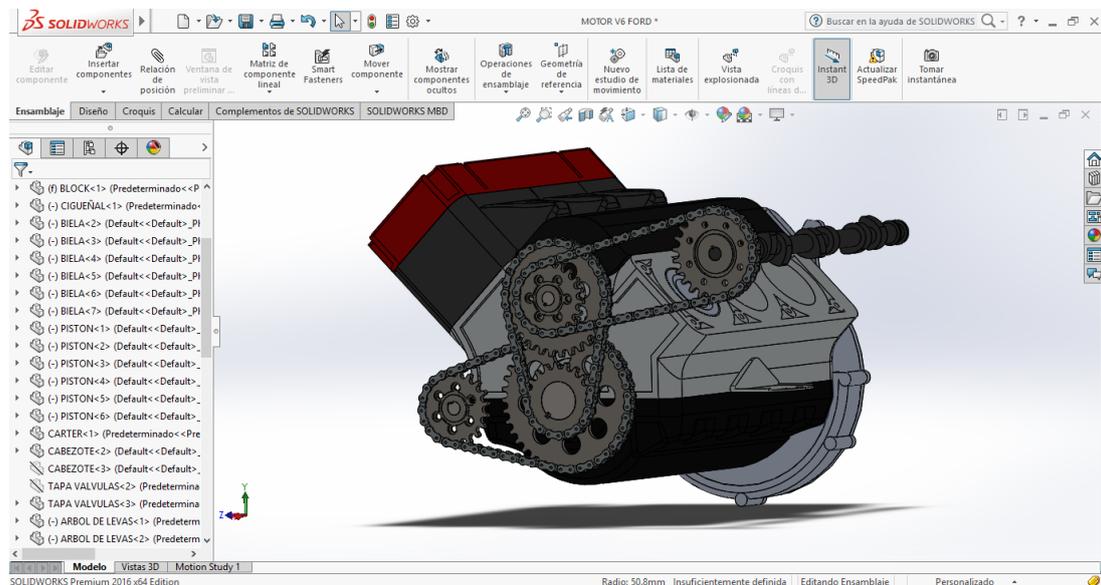


**FIGURA 53:** Diseño de la distribución.

Fuente: (SOLIDWORKS, 2016).

#### 4.6.8. ENSAMBLE Y SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR V6 EN EL SOFTWARE SOLIDWORKS 2016.

Luego de diseñar todos los elementos móviles y fijos del motor realizar el ensamblaje de cada una de ellos, mediante el programa Solidworks se simula el funcionamiento de todas las partes del motor.



**FIGURA 54:** Ensamble del motor V6.

Fuente: (SOLIDWORKS, 2016).

#### 4.6.9. ENSAMBLAJE DE LA CAJA 5R55E AL MOTOR.

Simular el ensamblaje de la caja automática 5R55E al motor Ford V6 complementando con el conjunto motor y caja automática que serán ensamblados al chasis del nuevo prototipo.

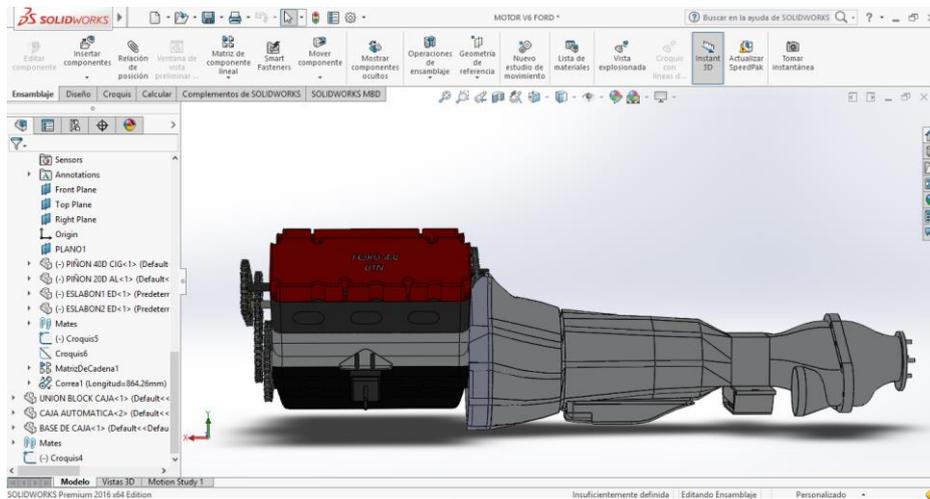


FIGURA 55: Ensamblaje del motor a la caja automática 5R55E.  
Fuente: (SOLIDWORKS, 2016).

#### 4.6.10. DISEÑO DE BASES DEL MOTOR.

En la fabricación de las bases de sujeción del motor al chasis se selecciona como material hierro fundido debido al peso del motor y caucho para evitar las vibraciones.

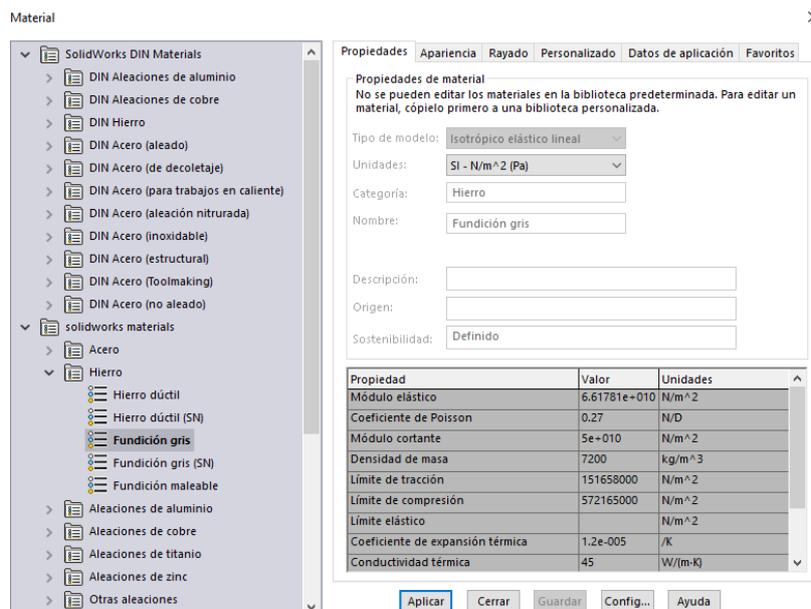


FIGURA 56. Material de fabricación de las bases del motor.  
Fuente: (SOLIDWORKS, 2016).

En el diseño y construcción de las bases del motor usar los materiales anteriormente mencionados, se toma como referencia el ancho del chasis y bloque de cilindros del motor.

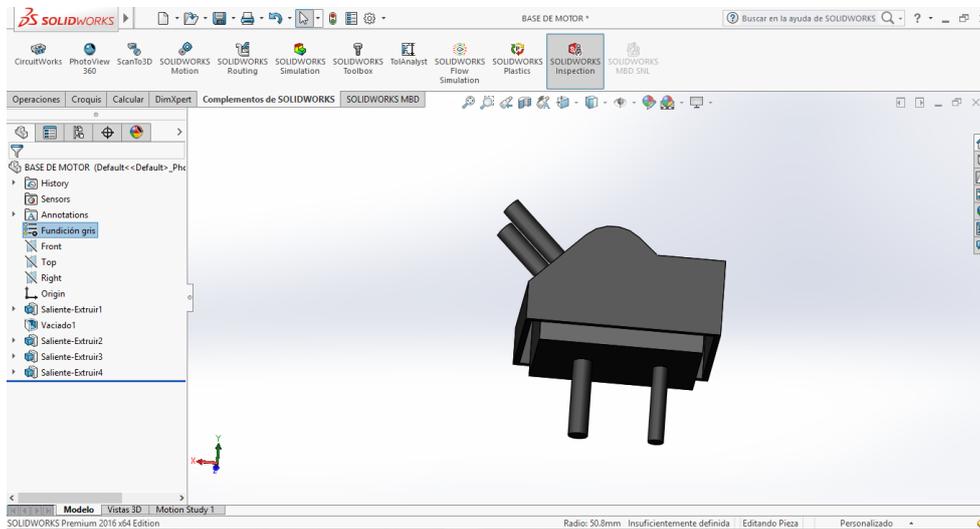


FIGURA 57: Diseño de las bases del motor.

Fuente: (SOLIDWORKS, 2016).

#### 4.6.11. ENSAMBLAJE DEL MOTOR V6 Y CAJA AUTOMÁTICA 5R55E AL CHASIS DEL NUEVO PROTOTIPO.

Proceder a colocar el conjunto de motor y caja al chasis por medio de las bases de sujeción demostrando que todos los sistemas ensamblan perfectamente con las nuevas dimensiones del prototipo.

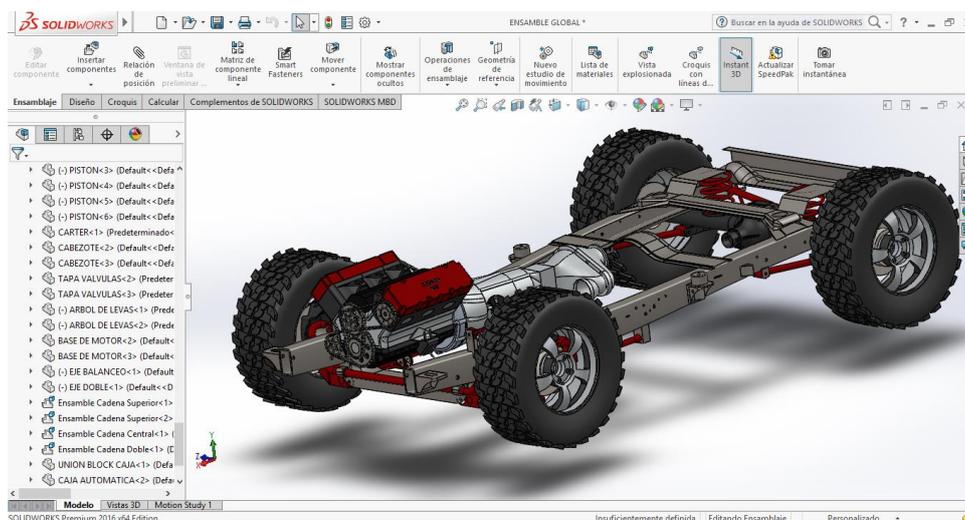


FIGURA 58: Ensamblaje del motor, caja automática en el chasis del prototipo.

Fuente: (SOLIDWORKS, 2016).

#### 4.6.12. DISEÑO Y ADAPTACIÓN DE LA PALANCA SELECTORA DE MARCHAS.

Para mejorar la maniobrabilidad, confort y estética, se opta por diseñar un mecanismo biela-manivela para adaptar la palanca al piso ya que originalmente en el vehículo Ford Explorer este sistema viene incorporado en el volante de conducción.

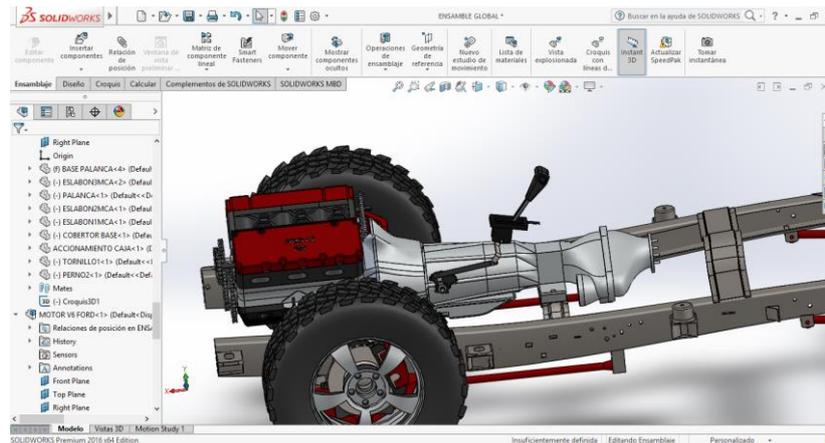


FIGURA 59: Diseño y adaptación de la palanca selectora de marchas.

Fuente: (SOLIDWORKS, 2016).

Luego de realizar todo el ensamble del tren motriz identificar si la nueva carrocería cuenta con un habitáculo con espacio suficiente para abarcar el motor y la caja automática sin tener que realizar modificaciones adicionales para generar espacio extra, concluyendo que el nuevo prototipo tiene una perfecta sincronía entre el tren motriz, suspensión y carrocería.

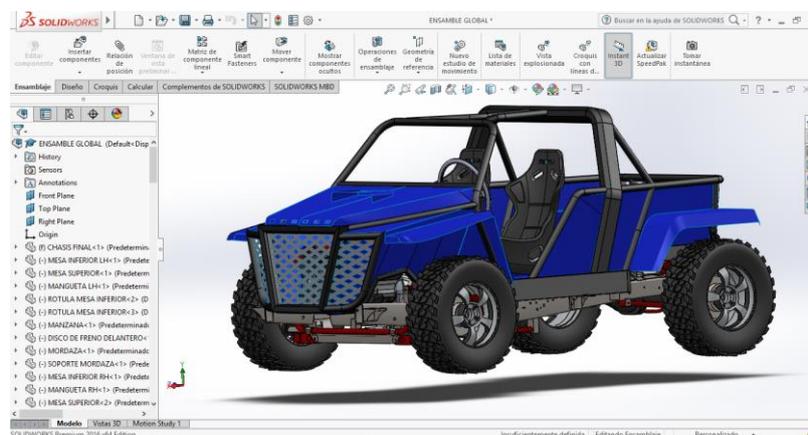


FIGURA 60: Prototipo Buggy Ford.

Fuente: (SOLIDWORKS, 2016).

## **4.7. ENSAMBLAJE DEL MOTOR Y TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA.**

Luego de realizar el diseño y simulación del ensamblado además de constatar que las medidas del motor y la caja concuerdan con la nueva carrocería proceder al ensamblaje real del motor siguiendo los pasos indicados en el manual de la Ford Explorer.

### **4.7.1. PREPARACIÓN Y LIMPIEZA DE LAS PIEZAS.**

Revisar las fallas del motor y reemplazar con piezas nuevas, antes de iniciar el ensamblado del motor limpiar todas las superficies metálicas con un disolvente líquido, luego todas las superficies de sellado con un cepillo metálico, para que el motor tenga un cierre hermético y no tenga fugas posteriormente, revisar todos los canales del refrigerante y aceite en busca de posibles taponamientos que no afecten al óptimo funcionamiento del motor.



**FIGURA 61:** Componentes del motor Ford Explorer 4.0L.

### **4.7.2. ENSAMBLAJE DEL CIGÜEÑAL.**

Lubricar todos los cojinetes con aceite SAE 20W50, instalar el cigüeñal aplicando silicona en la tapa del cojinete principal sabiendo que esta deberá ser colocada hasta con un máximo de 4 minutos después de aplicar el sellante, así este no perderá sus propiedades.

Colocar los cojinetes principales del cigüeñal para instalar las tapas de los cojinetes con sus respectivos pernos los cuales serán ajustados con un torquímetro a 20 Nm como lo indica en manual del vehículo Ford Explorer.

#### **4.7.3. ENSAMBLAJE DE LOS PISTONES.**

Realizar el montaje del cigüeñal y proceder a colocar los pistones utilizando aceite SAE 20W50 para lubricar los pistones y los segmentos de fuego, compresión y lubricación los cuales deberán ser ubicados de forma correcta, colocar los cojinetes de biela, al momento de insertar los pistones en el bloque de cilindros usar un prensador de segmentos, insertar los pistones con la flecha marcada en cada uno de ellos dirigida hacia la parte delantera del bloque de cilindros, por último ajustar los pernos de bancada de biela con un torque que no exceda los 20 Nm, posteriormente ajustar todas las tuercas de las bielas en dos etapas, en la primera ajustar todas las tuercas con un torque de 20 Nm, para posteriormente dar un giro de 90°.

#### **4.7.4. ENSAMBLAJE DEL ÁRBOL BALANCEADOR.**

Debido que el vehículo cuenta con transmisión 4x4, instalar el árbol balanceador ubicado en la parte inferior del motor y ensamblarlo conjuntamente con la cadena y la rueda dentada del cigüeñal, girar el cigüeñal hasta encontrar la posición correcta, por último alinear las marcas de la distribución e insertar el pasador y dejar el eje en su lugar.



**FIGURA 62:** Distribución motor Ford Explorer 4.0L.

#### 4.7.5. ENSAMBLAJE DEL KIT DE DISTRIBUCIÓN.

Insertar el kit de distribución del motor, para esto instalar el piñón del eje intermedio de la cadena, luego colocar el perno e instalar la guía de la cadena ajustándola a un torque de 19 Nm, instalar el templador de la cadena ajustando su perno a 10 Nm, por último ajustar el perno que sostiene al piñón de la parte superior conjuntamente con la cadena, con la ayuda de una herramienta de sujeción colocado en la parte posterior ajustar el perno frontal con un torque de 45 Nm más un giro de 90°.



FIGURA 63: Distribución motor Ford Explorer 4.0L.

#### 4.7.6. ASENTAMIENTO DE LAS CULATAS.

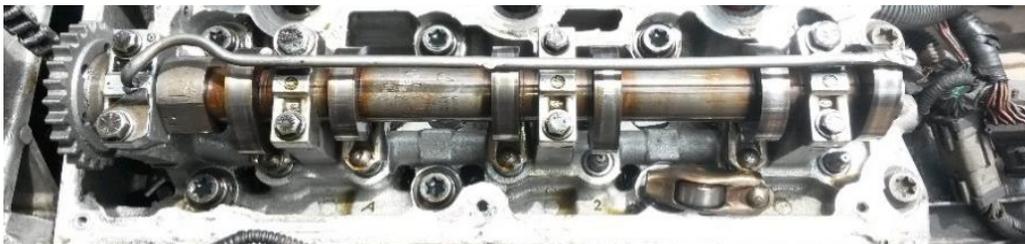
Lavar las culatas para luego montarlas en el bloque de cilindros del motor, colocar las culatas y los balancines ajustando los pernos de 12mm de cabeza del perno de la siguiente manera, iniciar con los pernos centrales formando una X a un torque de 35 Nm y los pernos de 8mm de cabeza del perno a 30 Nm, para luego realizar dos torques angulares de 90° repitiendo la secuencia del inicio, este último paso se debe repetir dos veces, por recomendación del manual del vehículo.



FIGURA 64: Culata motor Ford Explorer 4.0L.

#### **4.7.7. ENSAMBLAJE DE LOS ÁRBOLES DE LEVAS.**

Instalar el engrane del árbol de levas izquierdo que se encuentra en la parte delantera del motor, así mismo colocar el engrane del árbol de levas derecho ubicado en la parte posterior, luego ajustar los pernos con un torque de 85 Nm, girar el árbol de levas con una llave de pico hasta que quede en una posición en la cual la primer leva quede su lado más salido horizontal a la culata, este paso se realiza para evitar un posible contacto valvular, luego instalar los tensores hidráulicos de la cadena ajustándolos con un torque de 60 Nm.



**FIGURA 65:** Árbol de levas del motor Ford Explorer 4.0L.

#### **4.7.8. ENSAMBLAJE DEL COLECTOR DE ADMISIÓN E INYECTORES.**

Instalar el colector de admisión inferior, para esto colocar los cables de los inyectores y algunos sensores como el ECT, MAF, IAT, CMP y el CKP, por la parte inferior, así en el momento de ensamblar el colector de admisión superior estos no dificulten su conexión, sujetar el colector de admisión inferior con sus respectivos pernos y proceder a colocar los inyectores que deberán ser lavados anteriormente por un proceso de ultrasonido y los rieles de combustible tanto de ingreso como de retorno, por último montar el colector de admisión superior con sus respectivos pernos.

#### **4.7.9. ENSAMBLAJE DE LA BOMBA DE AGUA, BOMBONA, POLEAS Y BANDA.**

Ensamblar los elementos internos del motor y proceder a instalar los tapa válvulas con sus respectivos empaques, utilizando silicona gris para tener un sellado hermético, luego colocar los elementos exteriores del motor como la bomba de agua en donde con ayuda de un machuelo se abrió nueva rosca para colocar los pernos faltantes para no tener ninguna fuga de agua, instalar la bombona de aceite hidráulico y las poleas para luego colocar la banda de accesorios.

**TABLA 28:** Pasos que se siguió para una correcta calibración del motor.

1.-Ubicar el cilindro número uno del motor en el PMS
2.-Alinear la marca del engranaje de eje de equilibrado o balanceador con la marca que se encuentra en el monoblock (4x4 full)
3.-Colocar el engrane del cigüeñal y la cadena que va hasta el eje balanceador tomando en cuenta que los eslabones marcados estén bien alineados.
4.-Colocar los templadores de la cadena, revisando que estos estén tensando la cadena que va desde el engrane del cigüeñal hasta el engrande del eje balanceador.
5.-Insertar el engrane del eje intermedio, la cadena y el tornillo sin apretarlo
6.-Colocar la guía y el templador de la cadena principal que va desde el eje intermedio al eje del cigüeñal
7.-Ajustar los pernos de los engranes del eje intermedio tanto delantero como posterior con una fuerza de 20Nm, posteriormente se trabó el engrane para ajustar 90° extra los dos pernos esto se realiza por recomendación del manual.
8.- Colocar las dos culatas sobre el monoblock, ajustando los pernos de 12mm (cabeza del perno) a una fuerza de 35 Nm siguiendo el orden de ajuste en X empezando por los pernos del medio hacia afuera, se ajustó los pernos de 8mm (cabeza del perno) a una fuerza de 30 Nm.
9.- Colocar los tornillos de los engranes del árbol de levas sin ajustar, se giró el árbol de levas para verificar que gire libremente y no tenga roce.
10.- Colocar los tornillos del porta guías y del tensor del conjunto de distribución que va desde el árbol de levas al eje intermedio
11.- Girar el cigüeñal hasta colocar nuevamente el pistón número uno en el PMS
12.- Trabar el engrane del cigüeñal y el del árbol de levas
13.- Colocar y ajustó el templador hidráulico de la distribución trasera con una fuerza de 60 Nm
14.- Colocar y ajustó el templador hidráulico de la transmisión delantera o principal con una fuerza de 60 Nm

**Fuente:** (Ford)

#### **4.7.10. ENSAMBLAJE DE LA CAJA AUTOMÁTICA 5R55E.**

Realizar la limpieza completa de la caja, reemplazar el filtro de aceite que se encuentra sujeto con un perno de 13mm de cabeza del perno con un torque de 9 Nm y el filtro de metales con cuatro pernos de 12mm de cabeza del perno a un torque de 12 Nm, colocar el empaque y asentar el cárter con pernos de 12mm de cabeza del perno a un torque de 14 Nm.

## **4.8. MONTAJE DEL MOTOR Y TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA AL CHASIS DEL VEHÍCULO BUGGY FORD.**

### **4.8.1. MONTAJE DEL MOTOR.**

Una vez armado el motor y suspendido el compresor del aire acondicionado, utilizando un tecele colocar el motor sobre las bases fijadas al chasis con tres pernos de 19 mm de cabeza del perno, por medio de dos bujes de caucho en cada base y dos pernos de 21 mm de cabeza del perno sujetar el motor al chasis.



**FIGURA 66:** Montaje del motor Ford Explorer 4.0L.

### **4.8.2. MOTEJE DE LA CAJA AUTOMÁTICA 5R55E.**

Con la ayuda de un tecele montar la caja sobre el puente fijo al chasis, el cual cuenta con dos bases, luego acoplar la caja al motor centrando el eje principal con el cigüeñal del motor, al mismo tiempo que el convertidor de par se une al volante de inercia por medio de cuatro pernos de 14 mm de cabeza del perno los cuales se ajustan por la apertura que existe al no estar acoplado aún el motor de arranque.



**FIGURA 67:** Montaje de la caja automática 5R55E.

#### 4.8.3. ADAPTACIÓN DE COMPONENTES.

Debido a la modificación de toda la carrocería, fue necesario adaptar los diferentes componentes que actúan conjuntamente con el motor sin perder la estética del vehículo Buggy.

**Radiador.-** Construir una base en el la parte frontal del chasis, en donde se ubica el radiador a una distancia de 0,10m al ventilador que es la recomendada para que actúe, en el momento que el motor este a una temperatura de 80°C a 90°C, iniciando el paso de aire hacia el motor ayudando en la refrigeración.

Adaptar el reservorio en la parte derecha de la carrocería, junto a la batería, se conecta la manguera que va desde el reservorio hacia el ingreso de refrigerante junto a la tapa del radiador, también instalar las dos mangueras de ingreso y retorno del refrigerante al motor, conectar las cañerías de refrigeración del aceite de la caja automática.



FIGURA 68: Adaptación del radiador.

**Batería.-** Acoplar la base en la parte derecha superior del habitáculo del motor, mediante tres pernos de 0.13m de cabeza del perno que fija la base de la batería a la carrocería.



**FIGURA 69:** Adaptación de la batería.

**Cables de batería.-** Debido que la posición de la batería cambió, se acoplo cables de mayor longitud, se vio oportuna la instalación de un cortador de corriente que nos permita unir los cables y además cortar el paso de corriente por seguridad desde el interior del habitáculo de la carrocería.



**FIGURA 70:** Adaptación de los cables de batería.

**Unidad de control electrónica ECU.-** Fijar mediante dos pernos de 0.13m de cabeza del perno por medio de un puente de sujeción en el interior del habitáculo de la carrocería, frente al asiento del copiloto, recubriéndola con tol negro de 1<sup>1/16</sup> mm como medida de seguridad.



**FIGURA 71:** Adaptación de la unidad electrónica de control ECU.

**Centralita de control de la caja automática EGS.-** Ubicarla dentro del habitáculo de la carrocería, por medio de correas de sujeción, situada junto a la ECU, ya que estas son los mandos principales para la gestión electrónica del vehículo.



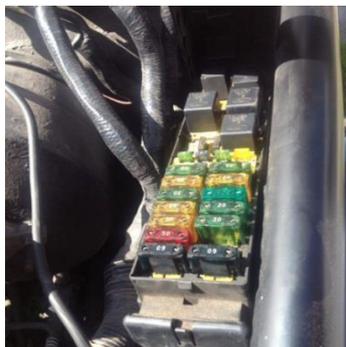
**FIGURA 72:** Adaptación de la centralita de control de la caja automática.

**Interfaces de comunicación.-** Instalar en la parte izquierda superior del habitáculo del motor, consta de tres interfaces de comunicación que se encargan de enlazar todos los sistemas eléctricos y electrónicos del vehículo.



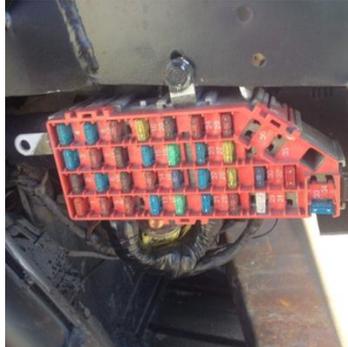
**FIGURA 73:** Adaptación de la interfaz de comunicación.

**Caja de relés y fusibles.-** Ubicar en la parte superior izquierda del habitáculo del motor, junto a la interfaz de comunicación ya que trabajan conjuntamente para una excelente gestión del motor y vehículo.



**FIGURA 74:** Adaptación de la caja de relés y fusibles.

**Caja de Fusibles.-** Situar en la parte izquierda a la altura del volante para facilitar la revisión en caso de alguna avería y se recubre con una tapa metálica, para evitar contacto con agentes externos.



**FIGURA 75:** Adaptación de la caja de fusibles.

**Adaptación del filtro de aire cónico.-** El filtro normal del vehículo Ford Explorer se reemplaza por un filtro cónico, debido a la falta de espacio en el habitáculo del motor, se adapta una platina sujeta a la carrocería y al ingreso de aire del colector de admisión donde se ubicó el filtro cónico.



**FIGURA 76:** Adaptación del filtro cónico de aire.

**Adaptación del conector OBD2.-** Adaptar en el habitáculo del vehículo, en la parte inferior del volante para la inmediata visualización y facilidad al momento de realizar un diagnóstico.



**FIGURA 77:** Adaptación del conector OBD2.

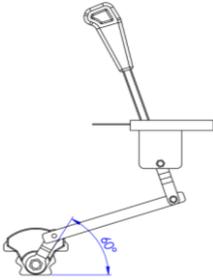
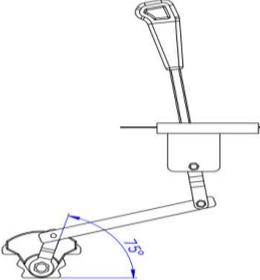
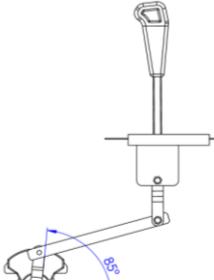
**Adaptación y funcionamiento de la palanca selectora de marchas.-** Proceder a adaptar la palanca y comprobar su funcionamiento de las distintas marchas del vehículo mediante la medición de ángulos del nuevo mecanismo verificando la maniobrabilidad y confort en la conducción.

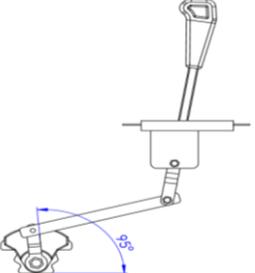
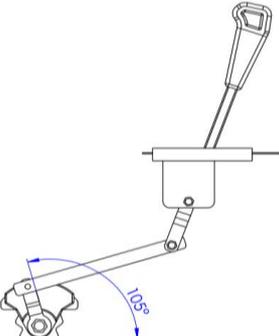
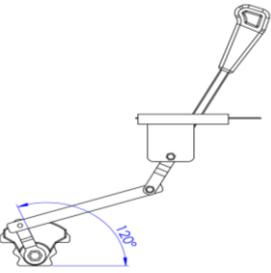


**FIGURA 78:** Adaptación de la palanca selectora de marchas.

**Fuente:** (SOLIDWORKS, 2016).

**TABLA 29:** Mecanismo de la palanca selectora de marchas.

Posición	Mecanismo	Descripción
“P” Parqueo		El mecanismo de adaptación de la palanca selectora de marchas se encuentra en la posición de parqueo, en un ángulo de 60° respecto al mando de selección de la caja.
“R” Retro		Al seleccionar la posición retro de la palanca selectora de marchas, el mecanismo recorre 15° respecto a la posición de parqueo encontrándose en un ángulo de 75° respecto al mando de selección de la caja.
“N” Neutro		Al seleccionar la posición de neutro de la palanca selectora de marchas, el mecanismo recorre 25° respecto a la posición de parqueo encontrándose en un ángulo de 85° respecto al mando de selección de la caja.

"D" Drive		Al seleccionar la posición de drive de la palanca selectora de marchas, el mecanismo recorre 35° respecto a la posición de parqueo encontrándose en un ángulo de 95° respecto al mando de selección de la caja.
"2" Segunda		Al seleccionar la posición de segunda de la palanca selectora de marchas, el mecanismo recorre 45° respecto a la posición de parqueo encontrándose en un ángulo de 105° respecto al mando de selección de la caja.
"1" Primera		Al seleccionar la posición de primera de la palanca selectora de marchas, el mecanismo recorre 60° respecto a la posición de parqueo encontrándose en un ángulo de 120° respecto al mando de selección de la caja.

El mecanismo y la variación de los ángulos respecto a la posición fija de la caja adaptada en todas las selecciones de marcha, obteniendo confort en la conducción.

#### 4.9. COMPROBACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LOS SENSORES.

Para la comprobación del funcionamiento de los sensores se utiliza un multímetro, con el cual se obtiene los siguientes valores, además para la realización de los diagramas en el programa Livewire proceder a utilizar la siguiente fórmula para calcular la resistencia fija.

$$V_s = \left( \frac{(V_r)(R_v)}{(R_v) + (R_f)} \right)$$

Dónde:

**V<sub>s</sub>** = Voltaje de señal del sensor (v).

**V<sub>r</sub>** = Voltaje de referencia o de alimentación del sensor (v).

**Rv** = Resistencia variable ( $\Omega$ ).

**Rf** = Resistencia fija ( $\Omega$ ).

#### 4.9.1. SENSOR DE FLUJO DE AIRE MAF.

El sensor de flujo de aire MAF consta de cuatro cables los cuales son:

1. Cable de color rojo, el cual es de alimentación del sensor.
2. Cable de color negro, el cual es de tierra o masa del sensor.
3. Cable de color tomate con línea azul, el cual es de tierra o masa del sensor.
4. Cable de color verde con línea roja, el cual es de señal del sensor.

Proceder a poner el vehículo en contacto, posteriormente entre el cable 1 y 2 se obtiene una medición de 12,10V la cual es señal de alimentación del sensor, a continuación encender el vehículo, Realizar la medición entre el cable 2 y 4 con lo cual se obtiene una medición de resistencia en ohmios y voltaje de señal a diferentes RPM del motor, con lo que se obtiene los siguientes datos:

- En ralentí se obtiene 0,8V y resistencia de 1050  $\Omega$
- El motor a 2000 RPM se obtiene 1,3V y una resistencia de 765  $\Omega$
- El motor a 3000 RPM se obtiene 1,7V y una resistencia de 700  $\Omega$
- El motor a 4000 RPM se obtiene 2,2V y una resistencia de 650  $\Omega$

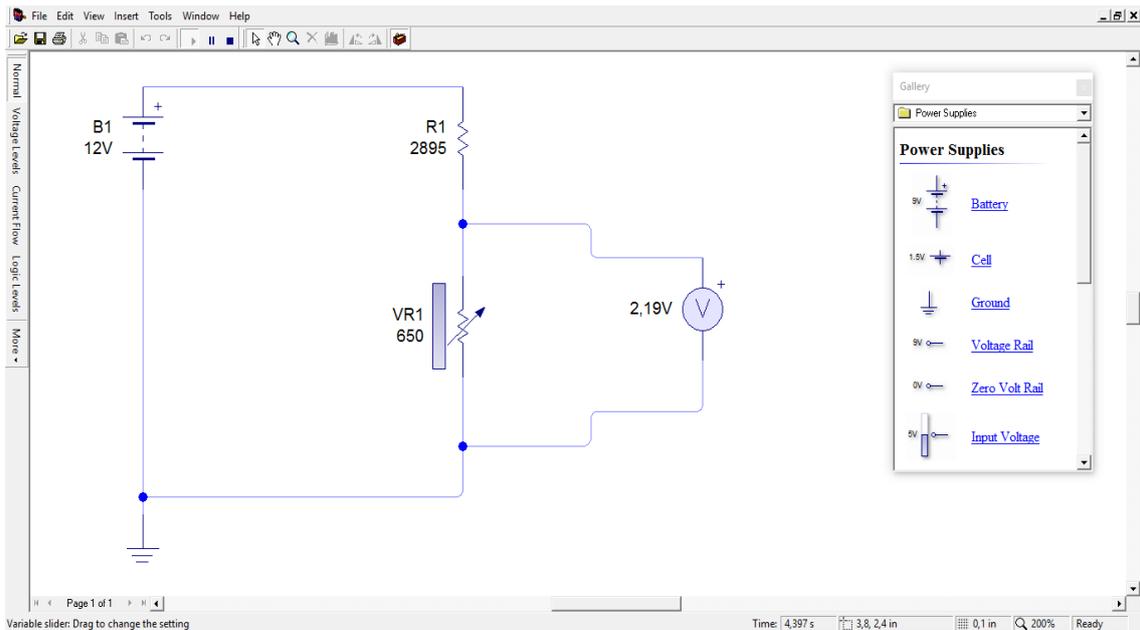
Cálculo de la resistencia fija:

$$V_s = \left( \frac{(V_r)(R_v)}{(R_v) + (R_f)} \right)$$

$$R_f = \left( \frac{(V_r)(R_v)}{(V_s)} \right) - (R_v)$$

$$R_f = \left( \frac{(12V)(650\Omega)}{(2,2V)} \right) - (650\Omega)$$

$$\mathbf{R_f = 2895 \Omega}$$



**FIGURA 79:** Diagrama de sensor MAF.  
Fuente: (Concepts).

#### 4.9.2. SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE ADMISIÓN IAT.

El sensor de temperatura del aire de admisión IAT consta de dos cables los cuales son:

1. Cable de color crema, el cual es de tierra o masa.
2. Cable de color habano con línea roja, el cual es de alimentación y de señal del sensor.

Proceder a poner el vehículo en contacto, en el cable 1 se obtiene una medición de 0,1V lo cual este dato recibido es de tierra o masa, con el vehículo en contacto realizar el mismo procedimiento pero en esta ocasión en el cable 2 del sensor con lo que se obtuvo 5V el cual es de alimentación, este procedimiento en el mismo cable pero con el motor encendido, obteniendo un voltaje que varía, por lo cual este dato recibido es de señal, en conclusión el cable 2 actúa como alimentación y señal.

Ya encendido el vehículo realizar la medición entre el cable 1 y 2 con lo cual se obtiene una medición de resistencia en ohmios y voltaje de señal a diferentes RPM del motor, con lo que se obtiene los siguientes datos:

- El motor a 80°C se obtiene 2,23V y una resistencia de 2930 Ω.
- El motor a 90°C se obtiene 1,71V y una resistencia de 3840 Ω.

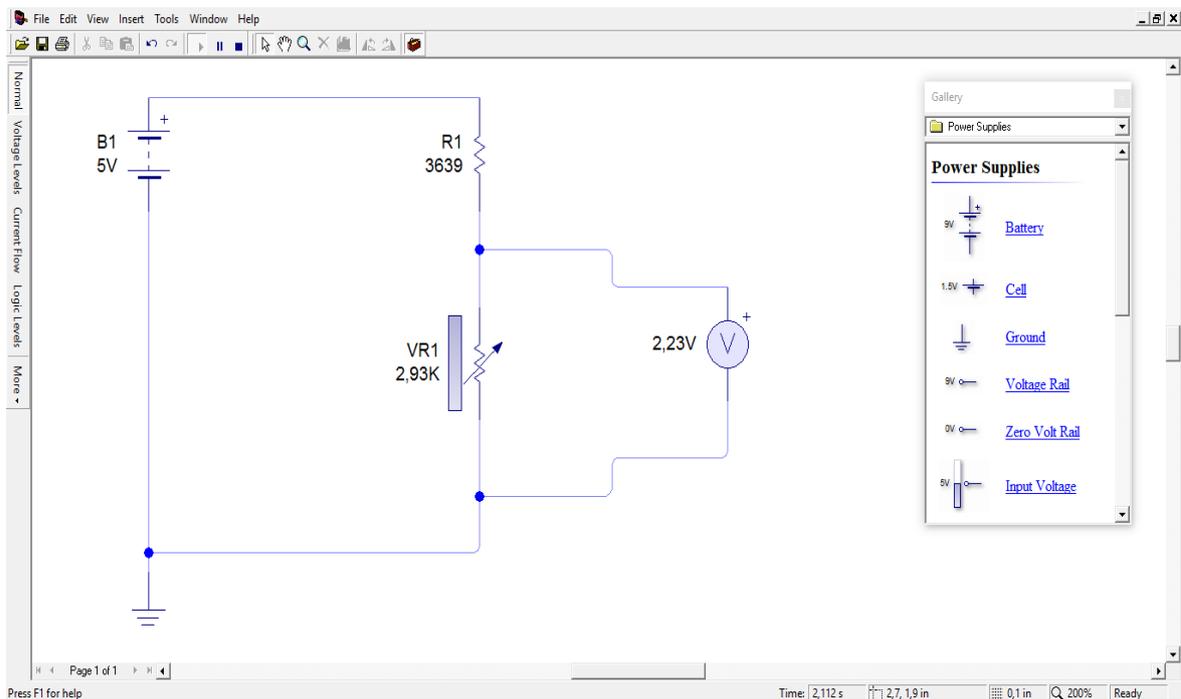
Cálculo de la resistencia fija:

$$V_s = \left( \frac{(V_r)(R_v)}{(R_v) + (R_f)} \right)$$

$$R_f = \left( \frac{(V_r)(R_v)}{(V_s)} \right) - (R_v)$$

$$R_f = \left( \frac{(5V)(2930\Omega)}{(2,23V)} \right) - (2930\Omega)$$

$$\mathbf{R_f = 3639 \Omega}$$



**FIGURA 80:** Diagrama de sensor IAT.

**Fuente:** (Concepts).

### 4.9.3. SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA TPS.

El sensor de posición de la mariposa TPS consta de 3 cables los cuales son:

1. Cable de color crema con línea roja, el cual es de tierra o masa.
2. Cable de color verde con línea blanca, el cual es de señal.
3. Cable de color plomo con línea blanca, el cual es de alimentación,

Con el vehículo en contacto en el cable 1 se obtiene una medición de 0,1V lo cual este dato recibido es de tierra o masa, realizar el mismo procedimiento antes indicado pero en esta ocasión en el cable 2 con lo que se obtiene un voltaje que varía al abrir y cerrar el cuerpo de la mariposa concluyendo que este cable es de señal.

Mientras que en el cable 3 se obtiene una medición de 5V que es de alimentación, posteriormente encendido el vehículo proceder a realizar la medición de voltaje y resistencia en ohmios entre el cable 1 y 2 con lo cual se obtiene los siguientes datos:

- Mariposa abierta se obtiene 4,7V y una resistencia de 345 Ω.
- Mariposa cerrada se obtiene 0,8V y una resistencia de 1509 Ω.

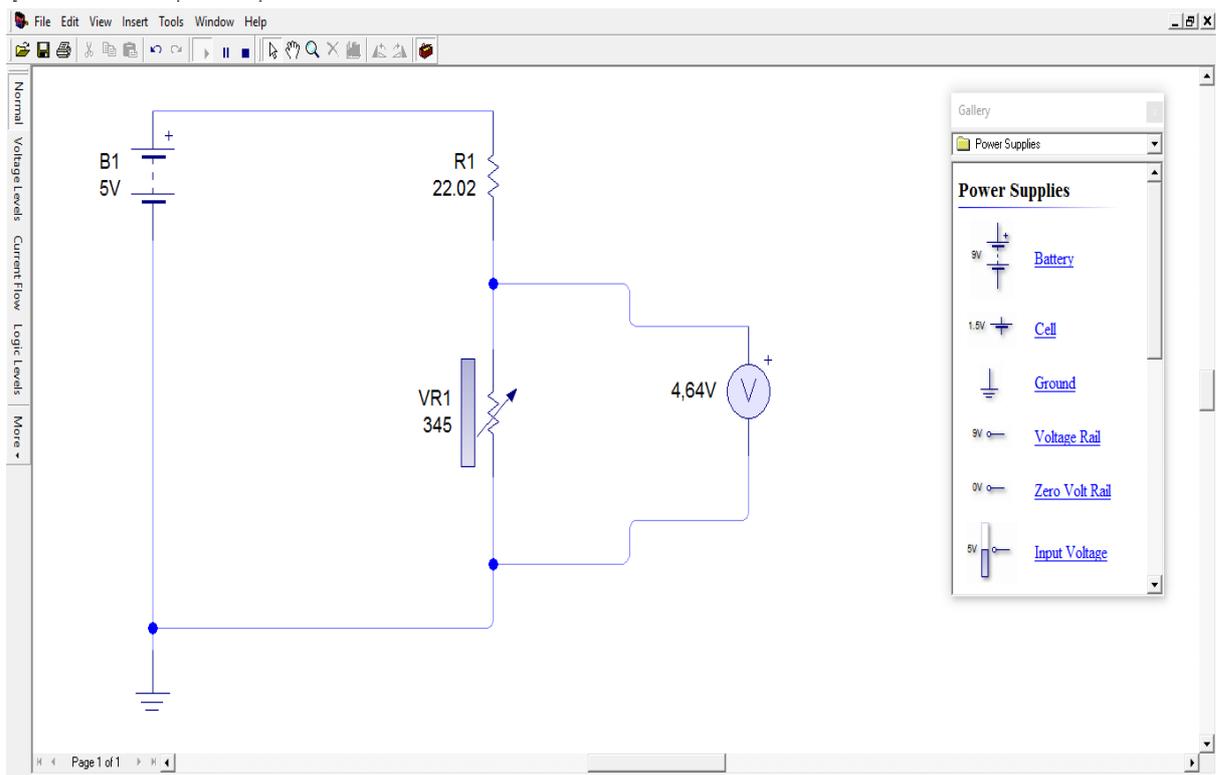
Cálculo de la resistencia fija:

$$V_s = \left( \frac{(V_r)(R_v)}{(R_v) + (R_f)} \right)$$

$$R_f = \left( \frac{(V_r)(R_v)}{(V_s)} \right) - (R_v)$$

$$R_f = \left( \frac{(5V)(345\Omega)}{(4,7V)} \right) - (345\Omega)$$

$$\mathbf{R_f = 22,02 \Omega}$$



**FIGURA 81:** Diagrama de sensor TPS.  
**Fuente:** (Concepts).

#### 4.9.4. SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS CMP.

El sensor de posición del árbol de levas CMP consta de 2 cables los cuales son:

1. Cable de color azul con línea tomate, el cual es de tierra.
2. Cable de color crema con línea roja, el cual es de alimentación y de señal.

Con el vehículo en contacto en el cable 1 se obtiene una medición de 0,1V lo cual este dato recibido es de tierra o masa, además el valor del cable 2 con lo que se obtiene 5V el cual es de alimentación, este procedimiento en el mismo cable pero con el motor encendido, obteniendo un voltaje que varía este dato recibido es de señal, en conclusión el cable 2 actúa como alimentación y señal.

A continuación realizar la comprobación del sensor con el vehículo encendido, se procedió con la medición de voltaje y resistencia en ohmios entre el cable 1 y 2 con lo cual se obtiene los siguientes datos:

- El motor a 2000 RPM se obtiene 0,13 V y una resistencia de 380 Ω.
- El motor a 3000 RPM se obtiene 0,25 V y una resistencia de 210 Ω.

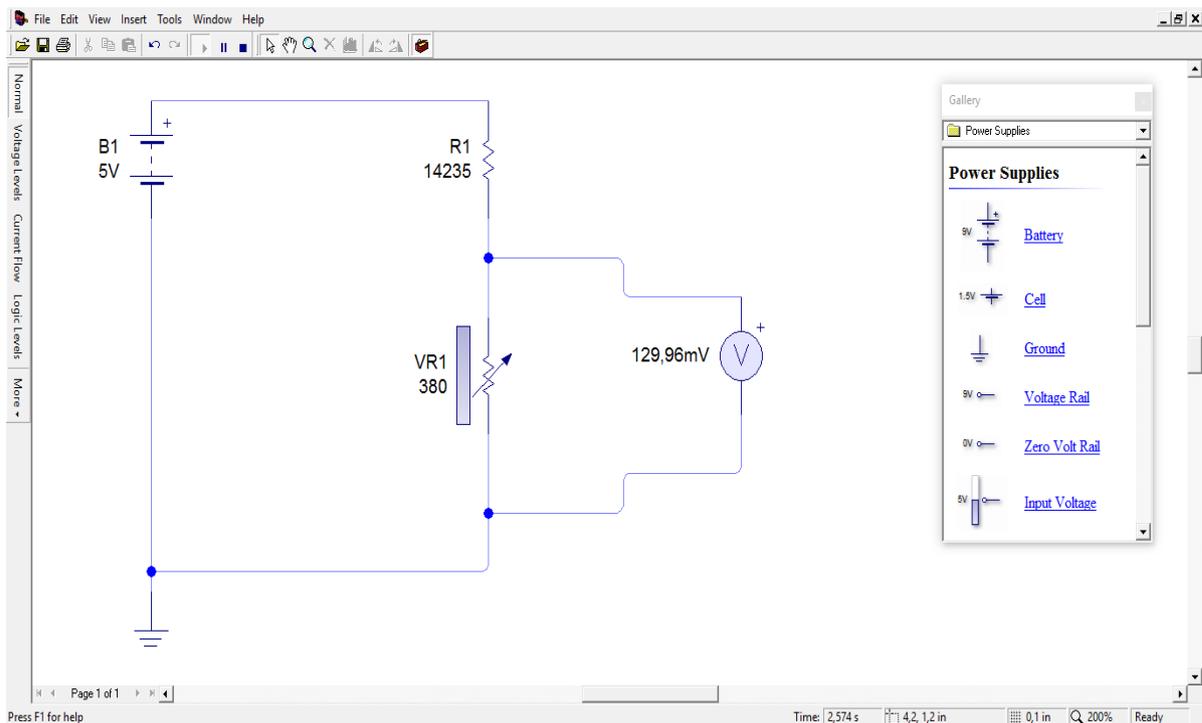
Cálculo de la resistencia fija:

$$V_s = \left( \frac{(V_r)(R_v)}{(R_v) + (R_f)} \right)$$

$$R_f = \left( \frac{(V_r)(R_v)}{(V_s)} \right) - (R_v)$$

$$R_f = \left( \frac{(5V)(380\Omega)}{(0,13V)} \right) - (380\Omega)$$

$$R_f = 14.231 \text{ K}\Omega$$



**FIGURA 82:** Diagrama de sensor CMP.  
Fuente: (Concepts).

#### 4.9.5. SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL CKP.

El sensor de posición del cigüeñal CKP consta de 2 cables los cuales son:

1. Cable de color amarillo, el cual es de tierra o masa.
2. Cable de color azul, el cual es de alimentación y de señal.

Proceder a poner el vehículo en contacto, obteniendo en el cable 1 una medición de 0,1V lo cual este dato recibido es de tierra o masa, también el valor del cable 2 con un dato de 5V el cual es de alimentación, este procedimiento en el mismo cable pero con el motor encendido, obteniendo un voltaje que varía este dato recibido es de señal, en conclusión el cable 2 del sensor actúa como alimentación y señal.

Realizar la comprobación del sensor con el vehículo encendido y obtener la medición de voltaje y resistencia en ohmios entre el cable 1 y 2 obteniendo los siguientes valores:

- El motor a 1000 RPM se obtiene 1,54 V y resistencia de 500 Ω.

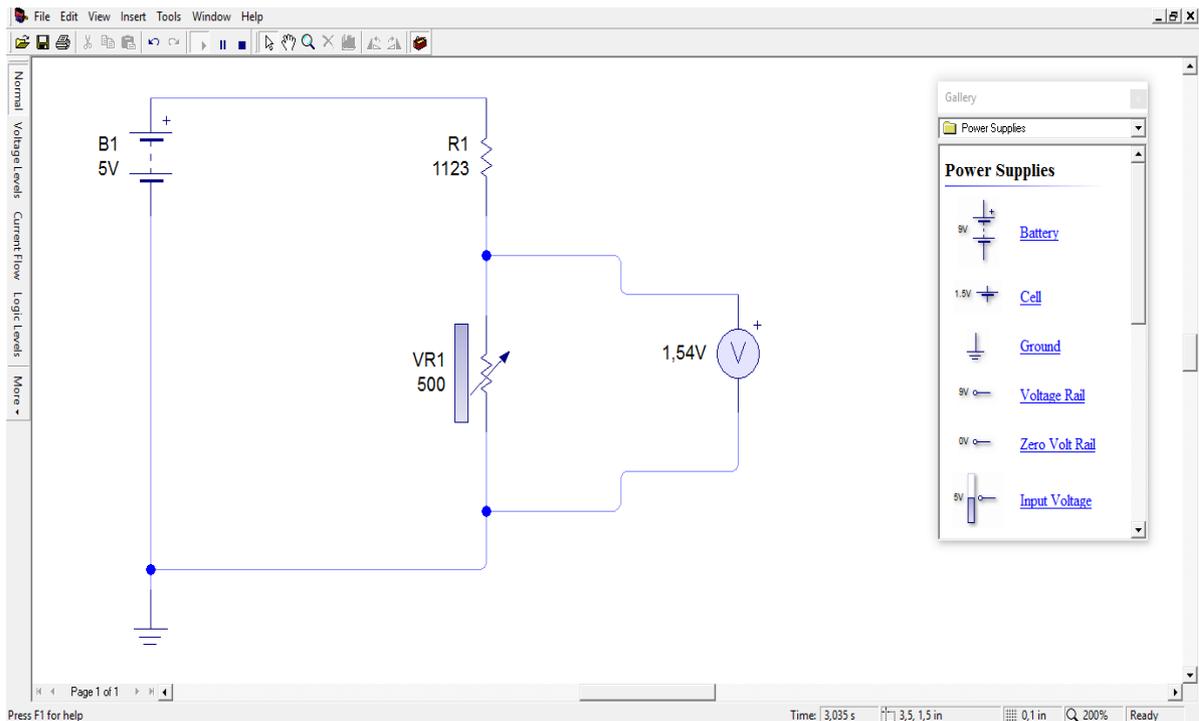
Cálculo de la resistencia fija:

$$V_s = \left( \frac{(v_r)(R_v)}{(R_v) + (R_f)} \right)$$

$$R_f = \left( \frac{(V_r)(R_v)}{(V_s)} \right) - (R_v)$$

$$R_f = \left( \frac{(5V)(500\Omega)}{(1,54V)} \right) - (500\Omega)$$

$$\mathbf{R_f = 1123 \Omega}$$



**FIGURA 83:** Diagrama de sensor CKP.  
**Fuente:** (Concepts).

#### 4.9.6. SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR ECT.

El sensor del refrigerante del motor ECT consta de 2 cables los cuales son:

1. Cable de color verde, el cual es de tierra o masa.
2. Cable de color crema, el cual es de alimentación y señal.

Con el vehículo en contacto, en el cable 1 se obtiene una medición de 0,1 V lo cual este dato recibido es de tierra o masa, además se obtiene el valor del cable 2 con un dato de 5V el cual es de alimentación, este procedimiento en el mismo cable pero con el motor encendido, obteniendo un voltaje que varía, este dato recibido es de señal, en conclusión el cable 2 del sensor actúa como alimentación y señal.

Realizar la comprobación del sensor con el vehículo encendido y obtener la medición de voltaje y resistencia en ohmios entre el cable 1 y 2 obteniendo los siguientes datos:

- El motor a 60°C se obtiene 0,85 V y una resistencia de 7600 Ω.
- El motor a 90°C se obtiene 1,70 V y una resistencia de 3840 Ω.

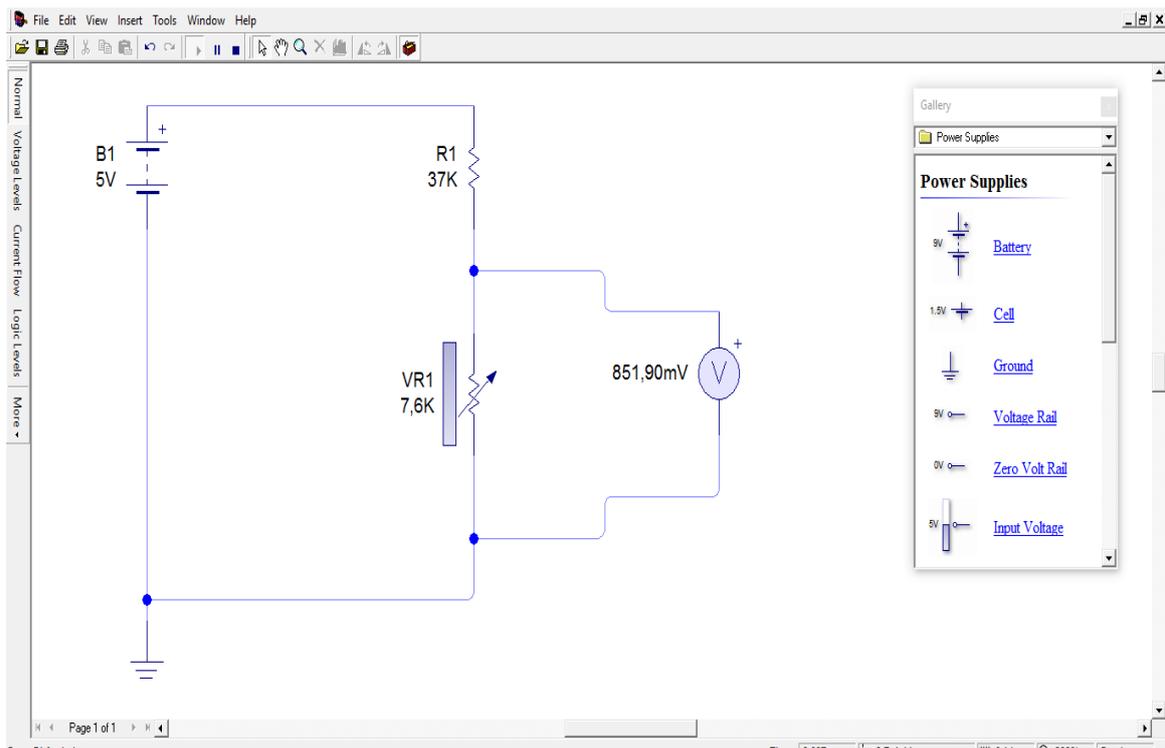
Cálculo de la resistencia fija:

$$V_s = \left( \frac{(V_r)(R_v)}{(R_v) + (R_f)} \right)$$

$$R_f = \left( \frac{(V_r)(R_v)}{(V_s)} \right) - (R_v)$$

$$R_f = \left( \frac{(5V)(7600\Omega)}{(0,85V)} \right) - (7600\Omega)$$

$$R_f = 37.105 \text{ K}\Omega$$



**FIGURA 84:** Diagrama de sensor ECT.  
Fuente: (Concepts).

#### 4.9.7. SENSOR DE OXÍGENO.

El sensor de oxígeno del motor consta de 2 cables los cuales son:

1. Cable de color negro, el cual es de tierra o masa.
2. Cable de color blanco, el cual es de alimentación y señal.

Con el vehículo en contacto, en el cable 1 se obtiene una medición de 0,1V lo cual este dato recibido es de tierra o masa, el valor del cable 2 con un dato de 12V el cual es de alimentación, este procedimiento en el mismo cable pero con el motor encendido, obteniendo un voltaje que varía, en 1V siendo este dato recibido de señal, en conclusión el cable 2 del sensor actúa como alimentación y señal.

Realizar la comprobación del sensor con el vehículo encendido y obtener la medición de voltaje y resistencia en ohmios entre el cable 1 y 2 obteniendo los siguientes datos:

- El motor a 60°C se obtiene una resistencia de 26 Ω y 0.53 V.
- El motor a 90°C se obtiene una resistencia de 12 Ω y 0.74 V.

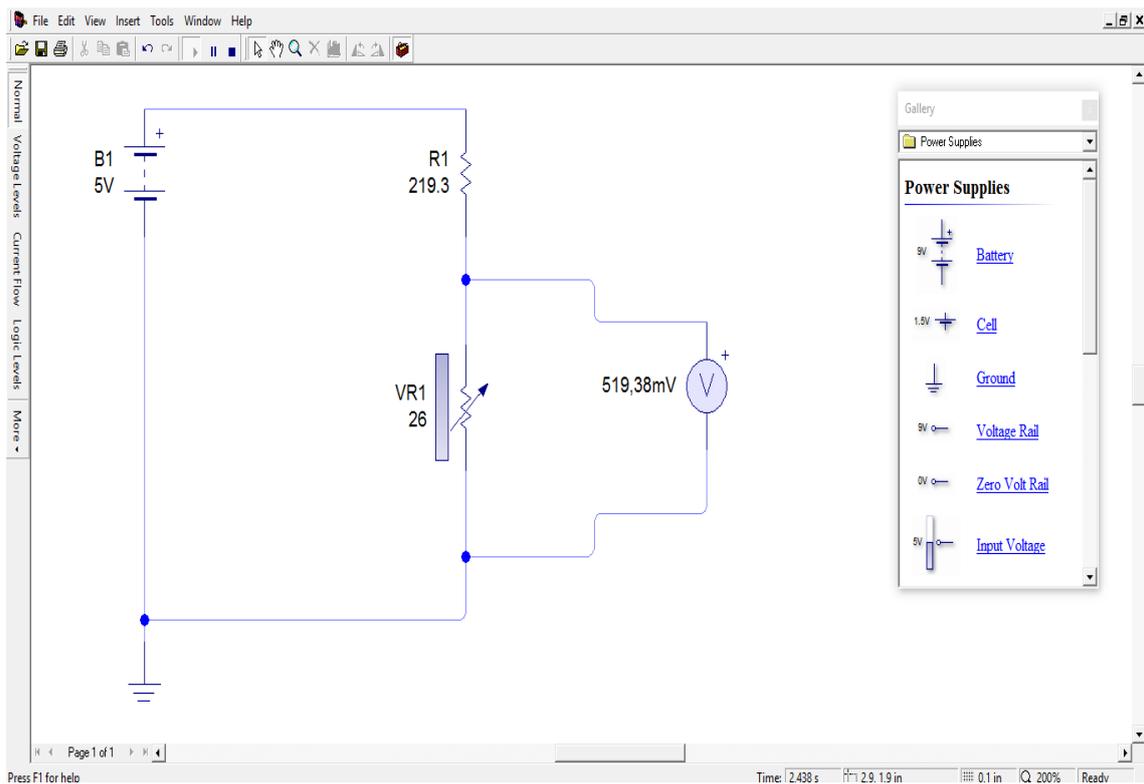
Cálculo de la resistencia fija:

$$V_s = \left( \frac{(V_r)(R_v)}{(R_v) + (R_f)} \right)$$

$$R_f = \left( \frac{(V_r)(R_v)}{(V_s)} \right) - (R_v)$$

$$R_f = \left( \frac{(5V)(26\Omega)}{(0,53V)} \right) - (26\Omega)$$

$$\mathbf{R_f = 219,28 \Omega}$$



**FIGURA 85:** Diagrama de sensor de oxígeno.  
**Fuente:** (Concepts).

#### 4.9.8. VÁLVULA DE CONTROL DEL AIRE DE RALENTÍ IAC.

La válvula de control del aire de ralentí consta de 2 cables los cuales son:

1. Cable de color blanco, el cual es de tierra o masa.
2. Cable de color rojo, el cual es de alimentación y señal.

Proceder a poner el vehículo en contacto, en el cable 1 se obtiene una medición de 0,1V lo cual este dato recibido es de tierra o masa, el valor del cable 2 con un dato de 12V el cual es de alimentación, este procedimiento en el mismo cable pero con el motor encendido, obteniendo un voltaje que varía, de 11V a 14V, siendo este dato recibido de señal, en conclusión el cable 2 del sensor actúa como alimentación y señal.

Realizar la comprobación del sensor con el vehículo encendido y obtener la medición de voltaje y resistencia en ohmios entre el cable 1 y 2 obteniendo los siguientes datos:

➤ El motor en ralentí se obtiene una resistencia de  $13 \Omega$  y  $0,265 V$ .

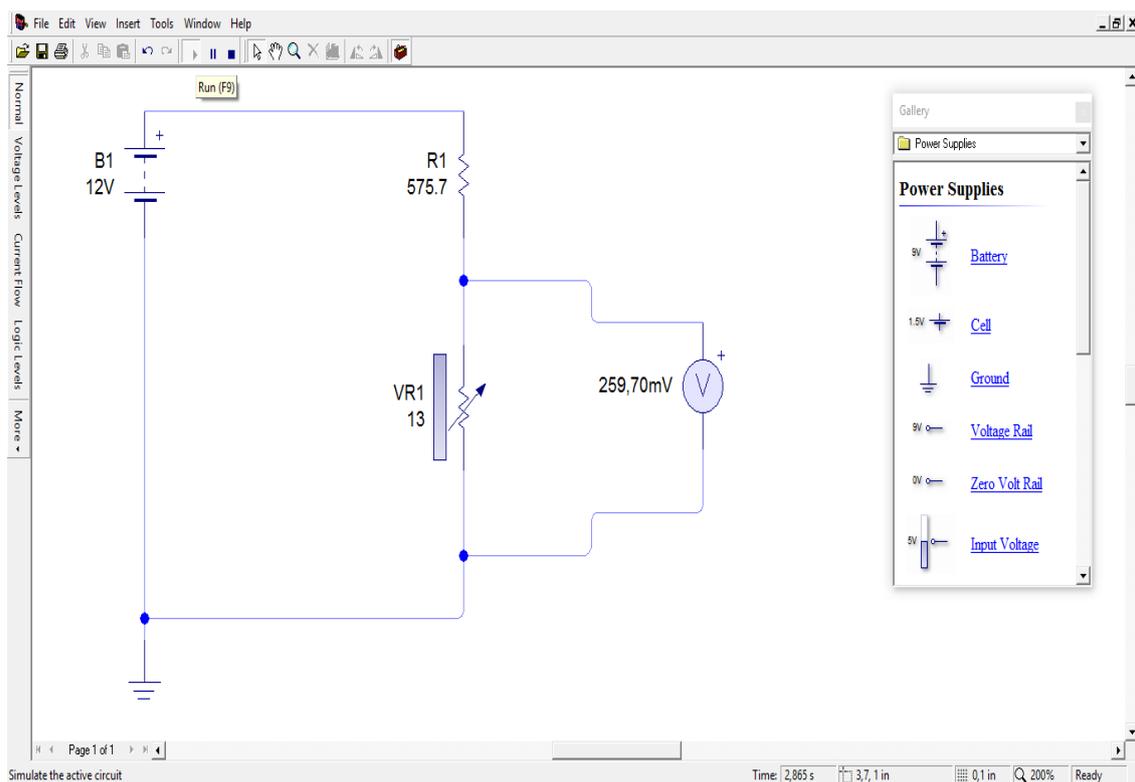
Cálculo de la resistencia fija:

$$V_s = \left( \frac{(V_r)(R_v)}{(R_v) + (R_f)} \right)$$

$$R_f = \left( \frac{(V_r)(R_v)}{(V_s)} \right) - (R_v)$$

$$R_f = \left( \frac{(12V)(13\Omega)}{(0,265 V)} \right) - (13\Omega)$$

$$R_f = 575,7 \Omega$$



**FIGURA 86:** Diagrama de la válvula IAC.  
**Fuente:** (Concepts).

#### 4.10. CONSUMO TEÓRICO DE COMBUSTIBLE.

Para el cálculo teórico de combustible del vehículo Buggy Ford, utilizar el programa Matlab 2015, basándose en los datos de consumo de combustible del manual del vehículo Ford Explorer.

El consumo urbano del vehículo Ford Buggy 4.0L es de 17 litros/100 km.

Dónde:

Por cada 17 litros de combustible recorre 100 kilómetros, y por cada litro 5.88 kilómetros.

17 litros  $\longrightarrow$  100 km

1 litro  $\longrightarrow$  5.88 km

- **Emisión de CO<sub>2</sub>.**

Por cada litro de combustible quemado se genera 2380 gramos de CO<sub>2</sub> la cual es una constante.

1 litro  $\longrightarrow$  2,38 kg CO<sub>2</sub> (2380 g CO<sub>2</sub> constante)

Si se tiene que:

Por cada 100 kilómetros recorridos consume 17 litros de combustible.

17 litros  $\longrightarrow$  100 km

Entonces por cada 0,17 litros de combustible el vehículo se desplazará 1 km obteniendo un valor de 40460 g CO<sub>2</sub> a una velocidad constante de 50 km/h.

- **Cálculo de la media de consumo.**

$$\text{media de consumo} = a * e^{(b*s)} \text{ litros/100km}$$

Dónde:

$$a = 2,366$$

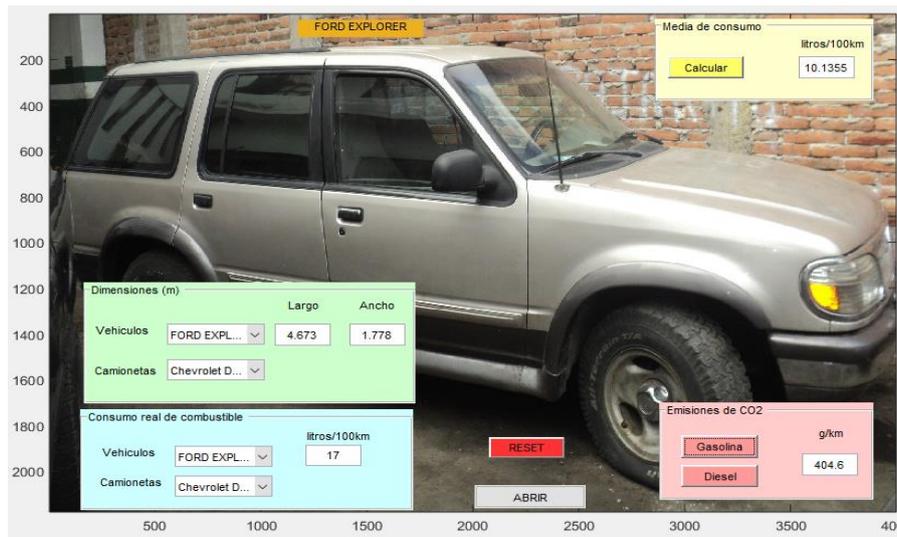
$$e = 2,7183 \text{ (constante de Euler)}$$

$$b = 0,1751$$

$$s = \text{largo} * \text{ancho (m)} = (4.673 * 1.778) = 8.308 \text{ m}$$

$$\text{media de consumo} = 2.366 * 2.7183^{(0.1751 * 8.308)} \text{ litros/100km}$$

*media de consumo = 10.127 litros/100km*



**FIGURA 87:** Consumo de combustible del vehículo Ford Explorer.  
**Fuente:** (Moler, 2013).

#### 4.10.1. CONSUMO REAL DE COMBUSTIBLE DEL BUGGY FORD.

- Colocar el odómetro en 0 para identificar el número de kilómetros recorridos.
- Llenar el tanque de combustible.
- Recorrer una distancia de 30 km.
- Llenar nuevamente el tanque de combustible anotando el número de galones que el vehículo consumió en el recorrido 1.42 galones  $\rightarrow$  5.4 litros.
- **Cálculo de la media de consumo.**

$$media\ de\ consumo = a * e^{(b*s)}\ litros/100km$$

Dónde:

$$a = 2,366$$

$$e = 2,7183\ (constante\ de\ Euler)$$

$$b = 0,1751$$

$$s = largo * ancho\ (m) = (3.650 * 1.778) = 6.489\ m$$

$$media\ de\ consumo = 2.366 * 2.7183^{(0.1751 * 6.489)}\ litros/100km$$

$$media\ de\ consumo = 7.368\ litros/100km$$

**Cálculo del consumo urbano centro de ciudad asumiendo un recorrido de 100 km.**

Dónde:

1 galón = 3.78 litros

*Consumo urbano 15.2 litros en 100 km*

$$\text{Consumo urbano} \frac{15.2 \text{ litros} * 30 \text{ km}}{100 \text{ km}} = 4.56 \text{ litros en 30 km}$$

*Consumo de 1.20 galones en 30 km.*

• **Emisión de CO<sub>2</sub>.**

Por cada litro de combustible quemado se genera 2380 gramos de CO<sub>2</sub> la cual es una constante.

1 litro  $\longrightarrow$  2,38 kg CO<sub>2</sub> (2380 g CO<sub>2</sub> constante)

Si tenemos que

15.2 litros  $\longrightarrow$  100 km

Entonces por cada 0,152 litros de combustible el vehículo se desplazará 1 km, obteniendo un valor de 36176 g CO<sub>2</sub> a una velocidad constante de 50 km/h.



**FIGURA 88:** Consumo de combustible urbano Buggy Ford.

**Fuente:** (Moler, 2013).

**Cálculo del consumo extraurbano panamericana asumiendo un recorrido de 100 km.-** realizar los mismos pasos detallados anteriormente, obteniendo los siguientes resultados.

*Consumo extraurbano 10 litros en 100 km*

$$\text{Consumo extraurbano } \frac{10 \text{ litros} * 30 \text{ km}}{100 \text{ km}} = 3 \text{ litros en 30 km}$$

Consumo de 0.79 galones en 30 km.

*Emisión de CO<sub>2</sub>.*

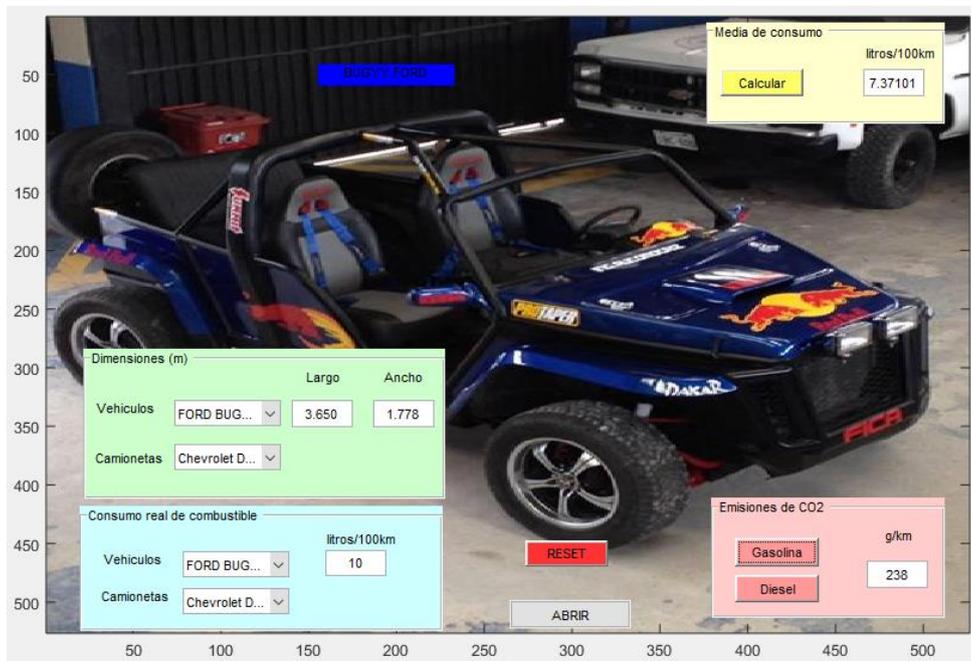
Por cada litro de combustible quemado se genera 2380 gramos de CO<sub>2</sub> la cual es una constante.

1 litro  $\longrightarrow$  2,38 kg CO<sub>2</sub> (2380 g CO<sub>2</sub> constante)

Si tenemos que:

10 litros  $\longrightarrow$  100 km

Entonces por cada 0,10 litros de combustible el vehículo se desplazará 1 km, obteniendo un valor de 23800 g CO<sub>2</sub> a una velocidad constante de 60km/h.



**FIGURA 89:** Consumo de combustible extraurbano Buggy Ford.

**Fuente:** (Moler, 2013).

**Cálculo del consumo 4x4 asumiendo un recorrido de 100 km.**- Se procede a realizar los mismos pasos detallados anteriormente accionando la doble (4x4), obteniendo los siguientes resultados

Consumo extraurbano 17,5 litros en 100 km

$$\text{Consumo extraurbano } \frac{17,5 \text{ litros} * 20 \text{ km}}{100 \text{ km}} = 3.5 \text{ litros en 20 km}$$

Consumo de 0.92 galones en 20 km.

### Emisión de CO<sub>2</sub>

Por cada litro de combustible quemado se genera 2380 gramos de CO<sub>2</sub> la cual es una constante.

1 litro  $\longrightarrow$  2,38 kg CO<sub>2</sub> (2380 g CO<sub>2</sub> constante)

Si se tiene que:

17.5 litros  $\longrightarrow$  100 km

Entonces por cada 0,175 litros de combustible el vehículo se desplazará 1 km, obteniendo un valor de 41650 g CO<sub>2</sub> a distintas velocidades de conducción.



**FIGURA 90:** Consumo de combustible 4x4 Buggy Ford.

**Fuente:** (Moler, 2013).

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES.

- Con la adaptación del motor 4.0L al prototipo Buggy Ford, mediante el software Matlab se calculó la reducción de media de consumo de combustible de 10.127 litros a 7.368 litros y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> del 22.85% por cada 100 km recorridos, esto se debe a la reducción de la longitud y peso del vehículo.
- Con la adaptación del motor 4.0 L a inyección electrónica al prototipo fue necesario una potencia máxima de 156 HP para mover un peso de 1455 kg.
- Se obtuvo los parámetros reales de la gestión electrónica, posteriormente con la ayuda del programa Livewire se simuló el funcionamiento de los sensores y actuadores obteniendo el diagrama electrónico del prototipo.

#### 5.2. RECOMENDACIONES.

- Ante los resultados satisfactorios en las pruebas de funcionamiento, consumo y emisiones, se recomienda el uso de este proyecto el cual permita a los practicantes obtener resultados reales comprobando así el consumo y reducción de emisiones de co<sub>2</sub> entre el sistema a inyección implementado y el sistema a carburador.
- Los datos obtenidos con la ayuda de un multímetro automotriz de la gestión electrónica del nuevo prototipo son los óptimos para su correcto funcionamiento por lo cual cada vez que se use el prototipo para prácticas o mediciones, nos sirva como medio de comprobación o verificación la guía de prácticas de sensores y actuadores reflejados en el anexo 1 del presente proyecto.
- Luego de realizar los cálculos para identificar el motor más idóneo, en el cual se obtuvo la potencia de 156 HP para lograr mover el peso del prototipo que es de 1455 kg a una velocidad de 100km se sugiere realizar el mismo procedimiento para el cálculo de la potencia antes de construir futuros prototipos evitando así sobredimensionamientos innecesarios.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso Perez , J. M. (2009). *Técnicas del automóvil motores* (11 ed.). Paraninfo SA.
- Amanda. (4 de Marzo de 2015). *2a Parte El interior de un motor: Elementos móviles*. Obtenido de Cuidamostucoche.com:  
<http://cuidamostucoche.com/blog/2015/03/04/el-interior-de-un-motor/>
- Amanda. (04 de Marzo de 2015). *El interior de un motor partes móviles* . Obtenido de cuidamostucoche: <http://cuidamostucoche.com/blog/2015/03/04/el-interior-de-un-motor/>
- Arciniega Mauricio, V. D. (2016). *Características de los motores* . Ibarra.
- Astudillo, M. O. (2010). *Tecnología del automóvil*. Madrid: Paraninfo.
- Astudillo, M. O. (2010). *Tecnología del automóvil*. Madrid: Paraninfo.
- Autodata. (s.f.). Autodata Versión 3.51. Francia.
- Autos, S. (S.F.). *Válvulas* . Obtenido de Solo Autos:  
<http://mundosoloautos.com.mx/valvulas/>
- Calleja, D. G. (2015). *Mantenimiento de sistemas de refrigeración y lubricación de los motores térmicos*. España: Paraninfo S.A.
- Casado, E. Á. (2012). *Sistemas de transmisión de fuerza y trenes de rodaje*. Madrid: Paraninfo.
- Clasicos, F. (29 de Diciembre de 2014). *Que es y Como funciona la cadena o correa de distribución*. Obtenido de Fierros Clasicos :  
<http://www.fierrosclasicos.com/que-es-y-como-funciona-la-cadena-o-correa-de-distribucion/>
- Concepts, N. W. (s.f.). Livewire Laboratorio electrónico virtual.
- Cruz. (29 de Octubre de 2013). *Motores con Cilindros en V*. Obtenido de Cuidamos tu coche : <https://cuidamostucoche.com/wiki/Motores+con+cilindros+en+V>
- E-Auto. (S.F.). *Cigüeñal*. Obtenido de E-Auto: <http://e-auto.com.mx/enew/index.php/85-boletines-tecnicos/6393-ajuste-de-motor-07-cigueenal>

- Eduardo Águeda Casado, J. M. (2012). *Sistema de transmisión de fuerzas y rodajes*. Madrid, España: Paraninfo.
- Eduardo Águeda Casado, J. M. (2012). *Sistema de transmisión de fuerzas y trenes de rodajes*. Madrid, España: Paraninfo.
- Eduardo Águeda Casado, J. M. (2012). *Sistemas de transmisión de fuerzas y trenes de rodajes*. Madrid: Paraninfo.
- Edwin, N. (2012). *Miller Manual de Reparación de Automóviles* (2012 ed.). Barcelona, España: Juan Carlos Oliveros Fortich.
- Efrén, C. S. (2006). *SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA* (1ª Edición ed.). Quito: América.
- Eliseo López Buitrago, V. B. (2010). *Motores térmicos y sus sistemas auxiliares*. Editex.
- Elizagárate, C. (2010). *Los lubricantes para la automoción* (Séptima Edición ed.). Depósito Legal M-21067-1998.
- Elizagárate, C. (2010). *Los Lubricantes para la Automoción* .
- Flórez, J. A. (2010). *Motores alternativos de combustión interna*. Barcelona: UPC.
- Ford. (s.f.). *Manual del vehículo Ford Explorer*.
- González Calleja, D. (2015). *Mantenimiento de motores térmico de dos y cuatro tiempos*. Madrid, España: Paraninfo SA, 1ª Edición.
- González Calleja, D. (2012). *Motores Termicos y sus sistemas auxiliares*. Madrid, España: Paraninfo SA.
- Isuzu. (s.f.). *Manual del vehículo Isuzu Trooper*.
- Jeep. (s.f.). *Manual del vehículo jeep cherokee* .
- Martínez Ruiz, H., & Ávila Reyes, E. (2010). *Metodología de la Investigación*. México D.F: CENGAGE Learning.
- Mecánica, A. a. (2011). *Estructura del motor de explosión*. Obtenido de Aficionados a la Mecánica: <http://www.aficionadosalamecanica.net/motor-estructura.htm>
- Moler, C. (2013). *Software Matlab*. España.

Morillo Aldas John Anderson, T. Y. (2012). *REPARACIÓN Y MONTAJE DE UN MOTOR V6 Y SISTEMA DE TRANSMISIÓN DEL AUTOMÓVIL PEUGEOT 604 EN UN VEHÍCULO TIPO BUGGY*. Ibarra.

Motores, M. y. (2013). *El árbol de levas, el verdadero cerebro del motor*. Obtenido de Mecánica y Motores: <http://www.mecanicaymotores.com/el-arbol-de-levas-el-verdadero-cerebro-de-un-motor.html>

Motors, L. (2010). *BIELA MOTOR EMPILHADEIRA*. Obtenido de Lion Motors: <http://www.lionmotors.com.br/biela-motor-empilhadeira-mitsubishi-3-0-v6-12v-6g72.html>

Nicolas, R. (2012). *MILLER Manual de Reparación de Automóviles* (2012 ed.). Barcelona, España: Juan Carlos Oliveros Fortich.

Nissan. (s.f.). *Manual del vehículo Nissan Patrol*.

Orovio Astudillo, M. (2010). *Tecnología del Automóvil* (Primera edición ed.). Madrid: Paraninfo.

Orovio Astudillo, M. (2010). *Tecnología del Automóvil*. Madrid: Paraninfo.

Pizarra, A. (2012). *Coches para los que entienden*. Obtenido de Porque todos tenemos el derecho a emocionarnos al volante: <http://emocionalvolante.blogspot.com/2010/09/general-motors-planea-vender-coches.html>

SOLIDWORKS. (18 de Marzo de 2016). CAD. EE.UU.

Sosa Caballero , R. (9 de Junio de 2012). *El pistón pieza clave para la potencia* . Obtenido de El sol de Santa Cruz: [http://elsol.com.bo/index.php?c=&articulo=El-piston,-pieza-clave-para-la-potencia&cat=369&pla=3&id\\_articulo=38001](http://elsol.com.bo/index.php?c=&articulo=El-piston,-pieza-clave-para-la-potencia&cat=369&pla=3&id_articulo=38001)

Tecnología, A. (11 de Diciembre de 2014). *Transmisión Automática* . Obtenido de Memo Libra: <http://memolira.com/tecnologia/transmision-automatizada-como-funcionan/>

## ANEXOS

### ANEXO 1: GUÍA PRÁCTICA DE SENSORES Y ACTUADORES.

<b>Sensor de flujo de aire MAF</b>	
Cable 1 color rojo	Alimentación
Cable 2 color negro	Tierra o masa
Cable 3 color tomate con línea azul	Tierra o masa
Cable 4 color verde con línea roja	Señal del sensor
Ubicación	Junto al filtro de aire
<b>PROCEDIMIENTO</b>	
Poner el vehículo en contacto, posteriormente entre el cable 1 y 2 medir voltaje de 12,10V el cual es señal de alimentación del sensor, a continuación proceder a encender el vehículo y realizar la medición entre el cable 2 y 4 que dará una medición de resistencia en ohmios y voltaje de señal a diferentes RPM del motor, obteniendo datos en los siguientes rangos:	
<b>MEDICIONES</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ En ralentí 0,8 V resistencia de 1050 <math>\Omega</math></li><li>➤ El motor a 2000 RPM 1,3 V resistencia de 765 <math>\Omega</math></li><li>➤ El motor a 3000 RPM 1,7 V resistencia de 700 <math>\Omega</math></li><li>➤ El motor a 4000 RPM 2,2 V resistencia de 650 <math>\Omega</math></li><li>➤ Resistencia fija 2895 <math>\Omega</math></li></ul>	
<b>Sensor de temperatura del aire de admisión IAT.</b>	
Cable 1 color rojo	Tierra o masa
Cable 2 color habano con línea roja	Alimentación y señal del sensor
Ubicación	Junto al sensor MAF
<b>PROCEDIMIENTO</b>	
Poner el vehículo en contacto, posteriormente en el cable 1 medir 0,1V lo cual este dato recibido es de tierra o masa, con el vehículo en contacto realizar el mismo procedimiento antes indicado pero en esta ocasión en el cable 2 del sensor con lo que se tendrá 5 V el cual es de alimentación, este procedimiento realizar en el mismo cable pero con el motor encendido, obteniendo un voltaje que varía por lo cual este dato recibido es de señal, en conclusión el cable 2 actúa como alimentación y señal.	

<b>MEDICIONES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El motor a 80°C 2,23 V resistencia de 2930 Ω.</li> <li>➤ El motor a 90°C 1,71 V resistencia de 3840 Ω.</li> <li>➤ Resistencia fija 3639 Ω</li> </ul>	
<b>Sensor de posición de la mariposa TPS.</b>	
Cable 1 color crema con línea roja	Tierra o masa.
Cable 2 color verde con línea blanca	Señal
Cable 3 color plomo con línea blanca	Alimentación
Ubicación	Junto al cuerpo de aceleración
<b>PROCEDIMIENTO</b>	
<p>Poner el vehículo en contacto, posteriormente en el cable 1 se obtendrá una medición de 0,1V este dato recibido es de tierra o masa, con el vehículo en contacto se debe realizar el mismo procedimiento antes indicado pero en esta ocasión en el cable 2 con lo que se obtendrá un voltaje que varía al abrir y cerrar el cuerpo de la mariposa concluyendo que este cable es de señal.</p> <p>Mientras que en el cable 3 se tendrá una medición de 5 V el cual es de alimentación, posteriormente encendido el vehículo proceder a realizar la medición de voltaje y resistencia en ohmios entre el cable 1 y 2 en donde se obtendrá los siguientes datos:</p>	
<b>MEDICIONES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mariposa abierta se obtuvo 4,7 V y una resistencia de 345 Ω.</li> <li>➤ Mariposa cerrada se obtuvo 0,8 V y una resistencia de 1509 Ω.</li> <li>➤ Resistencia fija 22,02 Ω</li> </ul>	
<b>Sensor de posición del árbol de levas CMP.</b>	
Cable 1 color azul	Tierra
Cable 2 color crema con línea roja	Alimentación y señal
Ubicación	En la parte superior del tapa válvulas derecho
<b>PROCEDIMIENTO</b>	

Poner el vehículo en contacto, posteriormente en el cable 1 se obtendrá una medición de 0,1V lo cual este dato recibido es de tierra o masa, con el vehículo en contacto se tendrá el valor del cable 2 el cual tendrá un rango de 5 V el cual es de alimentación, este procedimiento realizarlo en el mismo cable pero con el motor encendido, obteniendo un voltaje que varía por lo cual este dato recibido es de señal, en conclusión el cable 2 actúa como alimentación y señal.

A continuación realizar la comprobación del sensor con el vehículo encendido, proceder a realizar la medición de voltaje y resistencia en ohmios entre el cable 1 y 2 con lo cual se obtuvo los siguientes datos:

#### MEDICIONES

- El motor a 2000 RPM se obtuvo 0,13 V y una resistencia de 380  $\Omega$ .
- El motor a 3000 RPM se obtuvo 0,25 V y una resistencia de 210  $\Omega$ .
- Resistencia fija 14.231 K $\Omega$

#### Sensor de posición del cigüeñal CKP.

Cable 1 color amarillo	Tierra o masa
Cable 2 color azul	Alimentación y señal
Ubicación	Se encuentra en la parte inferior de las poleas de distribución.

#### PROCEDIMIENTO

Proceder a poner el vehículo en contacto, se obtendrá en el cable 1 una medición de 0,1V lo cual este dato recibido es de tierra o masa, con el vehículo en contacto se tendrá el valor del cable 2 con un dato de 5V el cual es de alimentación, este procedimiento se realizó en el mismo cable pero con el motor encendido, obteniendo un voltaje que varía por lo cual este dato recibido es de señal, en conclusión el cable 2 del sensor actúa como alimentación y señal.

Realizar la comprobación del sensor con el vehículo encendido, teniendo la medición de voltaje y resistencia en ohmios entre el cable 1 y 2 con los siguientes valores:

#### MEDICIONES

- El motor a 1000 RPM se obtuvo 1,54 V y resistencia de 500  $\Omega$ .
- Resistencia fija 1123  $\Omega$

<b>Sensor de temperatura del refrigerante del motor ECT.</b>	
Cable 1 color verde	Tierra o masa
Cable 2 color crema	Alimentación y señal
Ubicación	Se encuentra en la parte superior del termostato, en este motor al ser V6 se tiene dos sensores
<b>PROCEDIMIENTO</b>	
<p>Poner el vehículo en contacto, posteriormente en el cable 1 sacar una medición de 0,1V lo cual este dato recibido es de tierra o masa, con el vehículo en contacto el valor del cable 2 con un dato en un rango de 5V el cual es de alimentación, realizar este procedimiento en el mismo cable pero con el motor encendido, obteniendo un voltaje que varía por lo cual este dato recibido es de señal, en conclusión el cable 2 del sensor actúa como alimentación y señal.</p> <p>Realizar la comprobación del sensor con el vehículo encendido, y obtener la medición de voltaje y resistencia en ohmios entre el cable 1 y 2 obteniendo los siguientes datos:</p>	
<b>MEDICIONES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El motor a 60°C se obtuvo 0,85 V y una resistencia de 7600 Ω.</li> <li>➤ El motor a 90°C se obtuvo 1,70 V y una resistencia de 3840 Ω.</li> <li>➤ Resistencia fija 37.105 KΩ</li> </ul>	
<b>Sensor de oxígeno O<sub>2</sub></b>	
Cable 1 color negro	Tierra o masa
Cable 2 color blanco	Alimentación y señal
Ubicación	Se encuentran ubicados después del múltiple de escape en los conductos de escape

### PROCEDIMIENTO

Proceder a poner el vehículo en contacto, posteriormente en el cable 1 se obtiene una medición de 0,1V lo cual este dato recibido es de tierra o masa, con el vehículo en contacto se obtiene el valor del cable 2 con un dato de 12V el cual es de alimentación, se realizó este procedimiento en el mismo cable pero con el motor encendido, obteniendo un voltaje que varía, en 1V por lo cual este dato recibido es de señal, en conclusión el cable 2 del sensor actúa como alimentación y señal.

Realizar la comprobación del sensor con el vehículo encendido, y se debe obtener la medición de voltaje y resistencia en ohmios entre el cable 1 y 2 obteniendo los siguientes datos:

### MEDICIONES

- El motor a 60°C se obtuvo una resistencia de 26  $\Omega$  y 0.53 V.
- El motor a 90°C se obtuvo una resistencia de 12  $\Omega$  y 0.74 V.
- Resistencia fija 219,28  $\Omega$

### Válvula de control del aire de ralentí IAC.

Cable 1 color blanco	Tierra o masa
Cable 2 color rojo	Alimentación y señal
Ubicación	Se encuentra ubicado en la admisión superior

### PROCEDIMIENTO

Proceder a poner el vehículo en contacto, posteriormente en el cable 1 se debe obtener una medición de 0,1V lo cual este dato recibido es de tierra o masa, con el vehículo en contacto obtener el valor del cable 2 con un dato de 12V el cual es de alimentación, realizar este procedimiento en el mismo cable pero con el motor encendido, obteniendo un voltaje que varía, de 11V a 14V, por lo cual este dato recibido es de señal, en conclusión el cable 2 del sensor actúa como alimentación y señal.

Realizar la comprobación del sensor con el vehículo encendido, y obtener la medición de voltaje y resistencia en ohmios entre el cable 1 y 2 obteniendo los siguientes datos:

### MEDICIONES

- El motor en ralentí se obtuvo una resistencia de 13  $\Omega$  y 0,265 V.
- Resistencia fija 575,7  $\Omega$

## ANEXO 2: PROGRAMACIÓN DEL CONSUMO DEL VEHÍCULO BUGGY

TABLA 30: Programación MATLAB.

```
function varargout = untitled2(varargin)
% UNTITLED2 MATLAB code for untitled2.fig
%   UNTITLED2, by itself, creates a new UNTITLED2 or raises the existing
%   singleton*.
%
%   H = UNTITLED2 returns the handle to a new UNTITLED2 or the handle to
%   the existing singleton*.
%
%   UNTITLED2('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%   function named CALLBACK in UNTITLED2.M with the given input arguments.
%
%   UNTITLED2('Property','Value',...) creates a new UNTITLED2 or raises the
%   existing singleton*. Starting from the left, property value pairs are
%   applied to the GUI before untitled2_OpeningFcn gets called. An
%   unrecognized property name or invalid value makes property application
%   stop. All inputs are passed to untitled2_OpeningFcn via varargin.
%
%   *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows only one
%   instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES
% Edit the above text to modify the response to help untitled2
% Last Modified by GUIDE v2.5 28-Jun-2016 14:53:26
% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',    mfilename, ...
                  'gui_Singleton', gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @untitled2_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn', @untitled2_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn', [], ...
                  'gui_Callback', []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT
% --- Executes just before untitled2 is made visible.
function untitled2_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
```

```

% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject handle to figure
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin command line arguments to untitled2 (see VARARGIN)
% Choose default command line output for untitled2
handles.output = hObject;
% Update handles structure
guidata(hObject, handles);
% UIWAIT makes untitled2 wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = untitled2_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject handle to figure
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;
% --- Executes on selection change in popupmenu1.
function popupmenu1_Callback(hObject, eventdata, handles)
v=get(handles.popupmenu1,'Value');
switch v
case 1
set(handles.edit1,'String','4.399');
set(handles.edit2,'String','1.735');
case 2
set(handles.edit1,'String','4.399');
set(handles.edit2,'String','1.735');
case 3
set(handles.edit1,'String','4.673');
set(handles.edit2,'String','1.868');
case 4
set(handles.edit1,'String','4.510');
set(handles.edit2,'String','1.797');
case 5
set(handles.edit1,'String','4.399');
set(handles.edit2,'String','1.735');
case 6
set(handles.edit1,'String','4.039');
set(handles.edit2,'String','1.735');
case 7
set(handles.edit1,'String','3.650');
set(handles.edit2,'String','1.778');
case 8

```

```

set(handles.edit1,'String','3.650');
set(handles.edit2,'String','1.778');
case 9
set(handles.edit1,'String','3.650');
set(handles.edit2,'String','1.778');
case 10
set(handles.edit1,'String','4.673');
set(handles.edit2,'String','1.778');
end
guidata(hObject,handles);
% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns popupmenu1 contents as cell
array
% contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from popupmenu1
% --- Executes during object creation, after setting all properties.

function popupmenu1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to popupmenu1 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit1 as text
% str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit1 as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit2 as text

```

```

%   str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit2 as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject   handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles   empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%   See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
% --- Executes on selection change in popupmenu2.
function popupmenu2_Callback(hObject, eventdata, handles)
x=get(handles.popupmenu2,'Value');
switch x
    case 1
        set(handles.edit1,'String','5.030');
        set(handles.edit2,'String','1.525');
    case 2
        set(handles.edit1,'String','5.351');
        set(handles.edit2,'String','1.850');
    case 3
        set(handles.edit1,'String','4.925');
        set(handles.edit2,'String','1.690');
    case 4
        set(handles.edit1,'String','5.075');
        set(handles.edit2,'String','1.805');
    case 5
        set(handles.edit1,'String','5.000');
        set(handles.edit2,'String','1.520');
    case 6
        set(handles.edit1,'String','5.260');
        set(handles.edit2,'String','1.835');
    case 7
        set(handles.edit1,'String','5.260');
        set(handles.edit2,'String','1.835');
end
guidata(hObject,handles);
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function popupmenu2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject   handle to popupmenu2 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles   empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%   See ISPC and COMPUTER.

```

```

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
a=2.366;
e=2.7183;
b=0.1751;
c=str2double(get(handles.edit1,'String'));
d=str2double(get(handles.edit2,'String'));
s=c*d;
media=a*e^(b*s);
set(handles.edit3,'String',media);
guidata(hObject,handles);
function edit3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit3 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit3 as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%         See ISPC and COMPUTER.

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
f=2.75;
g=str2double(get(handles.edit5,'String'));
h=g/100;
i=h*f*1000;
set(handles.edit4,'String',i);
guidata(hObject,handles);
% --- Executes on button press in pushbutton3.
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
m=2.38;

```

```

n=str2double(get(handles.edit5,'String'));
respuesta=n/100;
consumo=respuesta*m*1000;
set(handles.edit4,'String',consumo);
guidata(hObject,handles);
function edit4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject   handle to edit4 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles   structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit4 as text
%       str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit4 as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject   handle to edit4 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles   empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
% --- Executes on selection change in popupmenu3.
function popupmenu3_Callback(hObject, eventdata, handles)
w=get(handles.popupmenu3,'Value');
switch w
    case 1
        set(handles.edit5,'String','8.69');
    case 2
        set(handles.edit5,'String','10');
    case 3
        set(handles.edit5,'String','13.33');
    case 4
        set(handles.edit5,'String','6.21');
    case 5
        set(handles.edit5,'String','9.3');
    case 6
        set(handles.edit5,'String','8.88');
    case 7
        set(handles.edit5,'String','17.5');
    case 8
        set(handles.edit5,'String','10');
    case 9
        set(handles.edit5,'String','15.2');
    case 10
        set(handles.edit5,'String','17');

```

```

end
guidata(hObject,handles)
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function popupmenu3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%    See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
% --- Executes on selection change in popupmenu4.
function popupmenu4_Callback(hObject, eventdata, handles)
z=get(handles.popupmenu4,'Value');
switch z
    case 1
        set(handles.edit5,'String','8.4');
    case 2
        set(handles.edit5,'String','9.52');
    case 3
        set(handles.edit5,'String','11.36');
    case 4
        set(handles.edit5,'String','8.9');
    case 5
        set(handles.edit5,'String','9.52');
    case 6
        set(handles.edit5,'String','8.9');
    case 7
        set(handles.edit5,'String','10.81');
    case 8
        set(handles.edit5,'String','7.29');
    case 9
        set(handles.edit5,'String','12.69');
    case 10
        set(handles.edit5,'String','7.71');
end
guidata(hObject,handles);
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function popupmenu4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%    See ISPC and COMPUTER.

```

```

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit5_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit5 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit5 as text
%    str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit5 as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit5_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit5 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%    See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit6_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit6 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit6 as text
%    str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit6 as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit6_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit6 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%    See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
% --- Executes on button press in pushbutton4.
function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)
o=str2double(get(handles.edit5,'String'));
p=str2double(get(handles.edit3,'String'));
q=(o-p)*100;
r=q/p;
set(handles.edit6,'String',r);
guidata(hObject,handles);

```

```

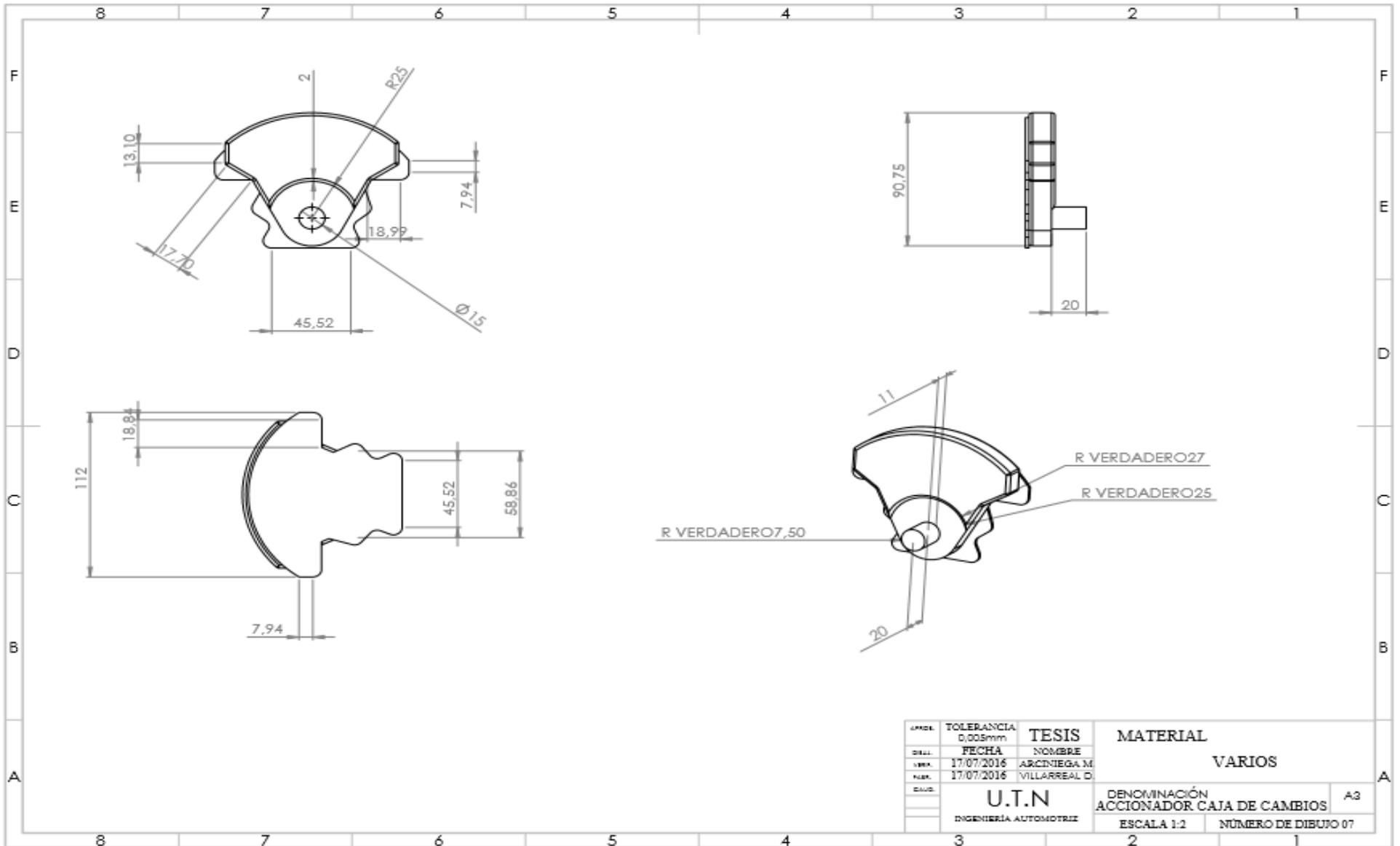
% --- Executes on button press in pushbutton5.
function pushbutton5_Callback(hObject, eventdata, handles)
t=str2double(get(handles.edit6,'String'));
if (t<5)&(t>=0)
    set(handles.text24,'String','D');
elseif (t>(-5))&(t<=0)
    set(handles.text24,'String','D');
end
if (t<=15)&(t>=5)
    set(handles.text25,'String','E');
end
if (t<=25)&(t>15)
    set(handles.text26,'String','F');
end
if (t>25)
    set(handles.text27,'String','G');
end
if (t>=(-15))&(t<=(-5))
    set(handles.text23,'String','C');
end
if (t>=(-25))&(t<(-15))
    set(handles.text22,'String','B');
end
if (t<(-25))
    set(handles.text14,'String','A');
end
guidata(hObject,handles);
% --- Executes on button press in pushbutton6.
function pushbutton6_Callback(hObject, eventdata, handles)
ini=char("");
set(handles.edit1,'String',ini);
set(handles.edit2,'String',ini);
set(handles.edit3,'String',ini);
set(handles.edit4,'String',ini);
set(handles.edit5,'String',ini);
set(handles.edit6,'String',ini);
set(handles.text14,'String',ini);
set(handles.text22,'String',ini);
set(handles.text23,'String',ini);
set(handles.text24,'String',ini);
set(handles.text25,'String',ini);
set(handles.text26,'String',ini);
set(handles.text27,'String',ini);
guidata(hObject,handles);
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function axes2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

```

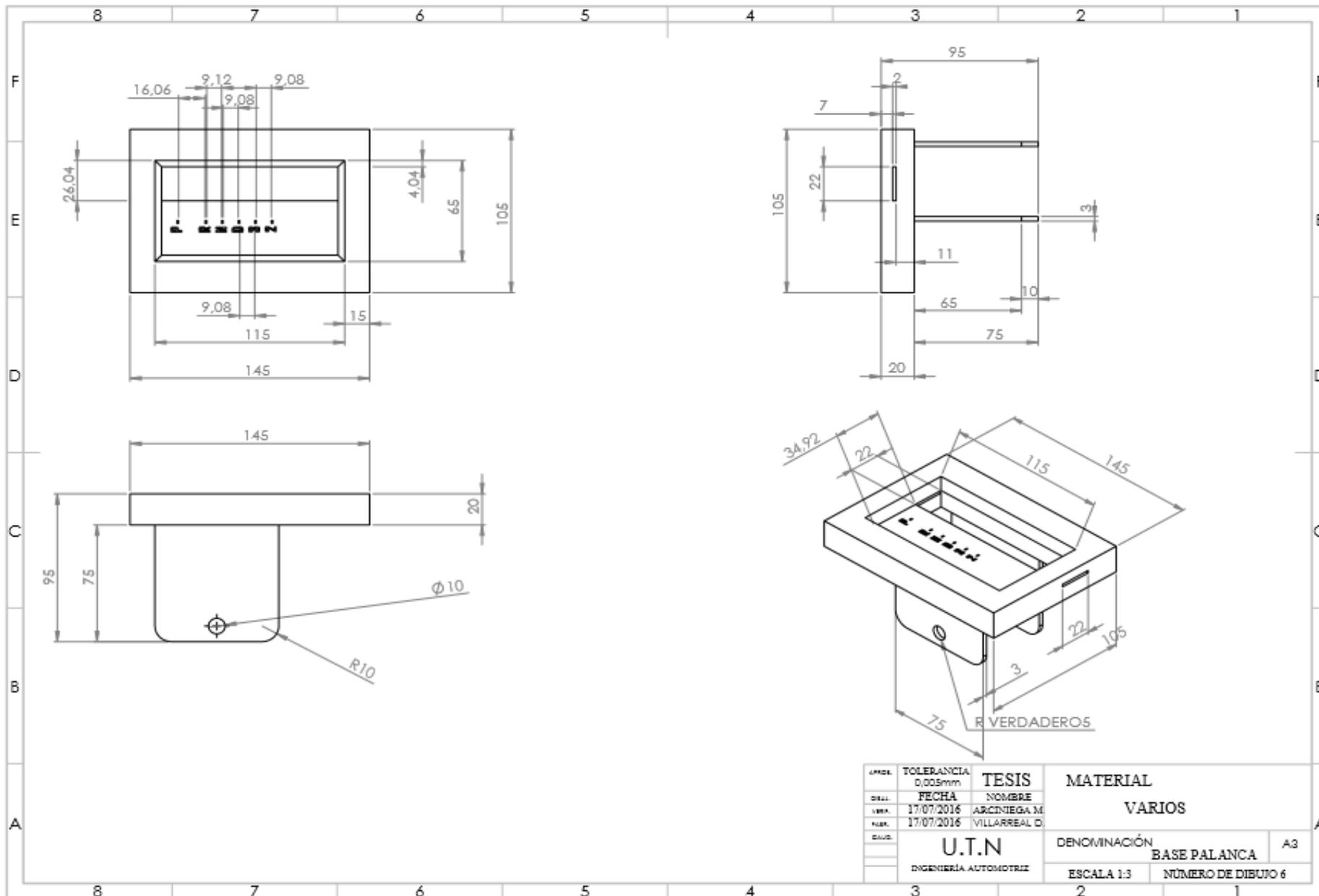
```
wx=imread('fondo2.jpg');
image(wx)
axis off
guidata(hObject,handles);
% --- Executes on button press in abrir.
function abrir_Callback(hObject, eventdata, handles)
[nombre dire]=uigetfile('*.jpg','Abrir');
if nombre == 0
    return
end
imagen=imread(fullfile(dire,nombre));
axes(handles.axes4)
image(imagen)
```

(Moler, 2013)

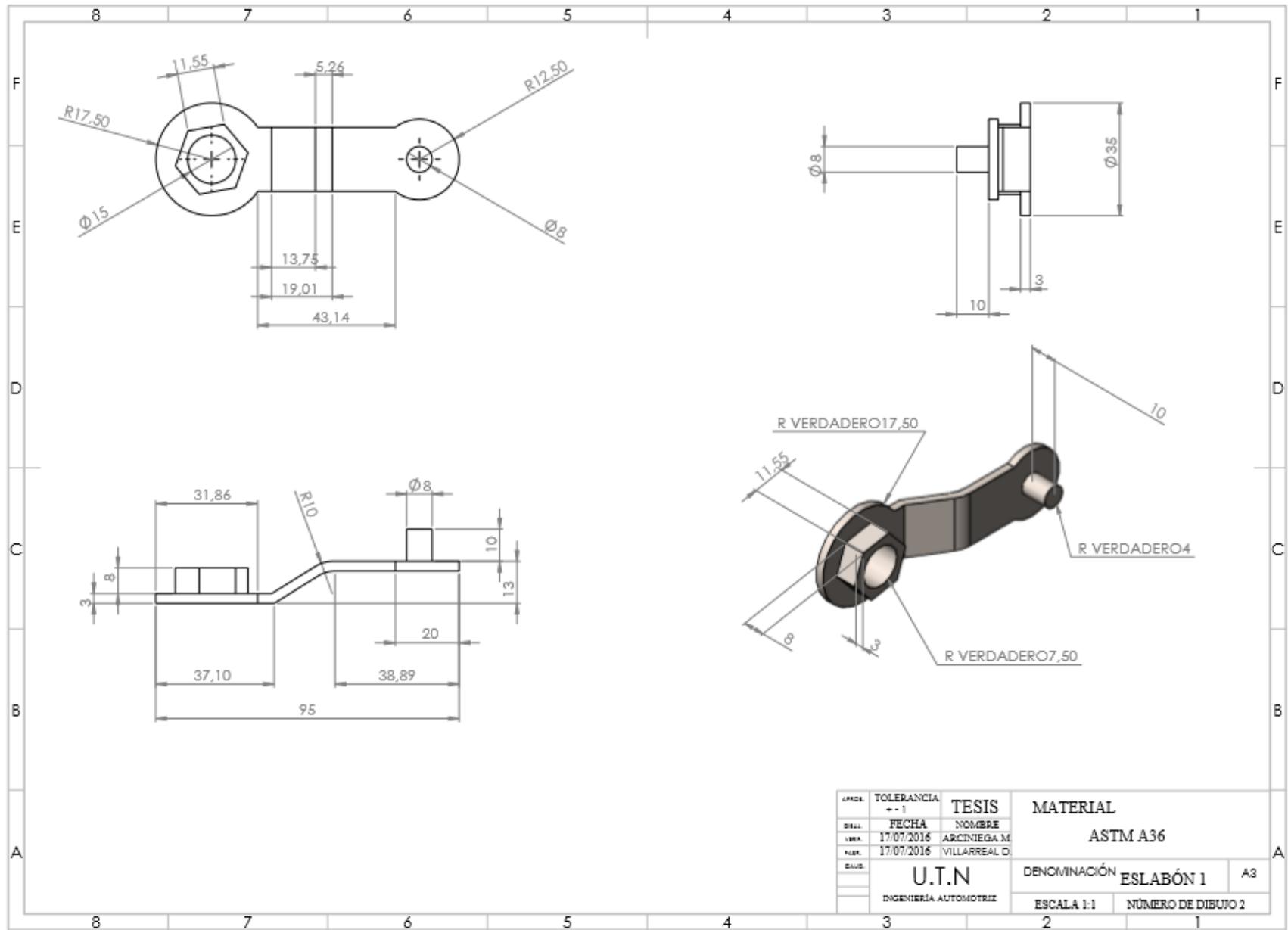
# ANEXO 3: PLANOS



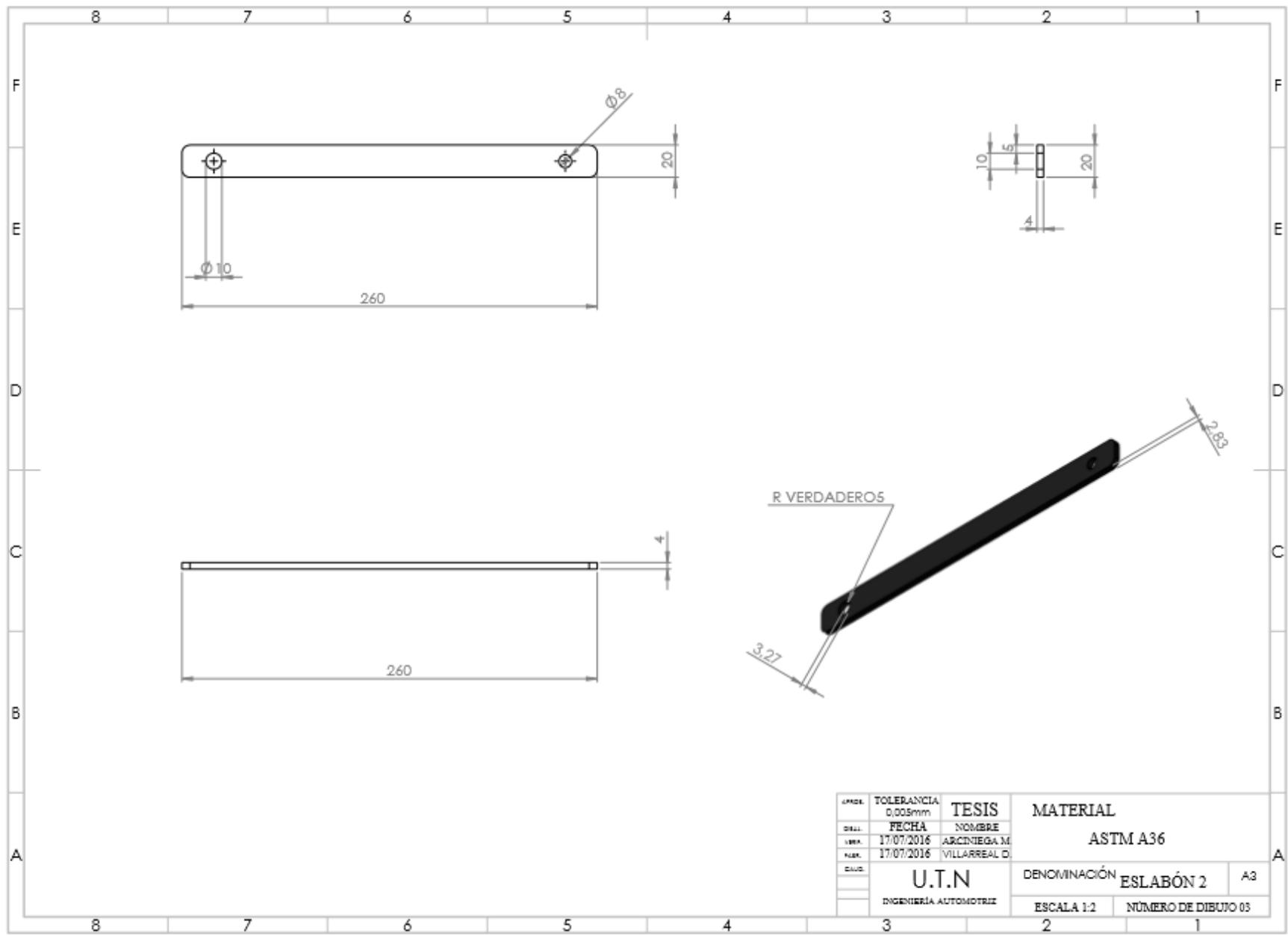
APROB.	TOLERANCIA 0,005mm	TESIS	MATERIAL
DISEÑ.	FECHA	NOMBRE	VARIOS
VER.	17/07/2016	ARCINIEGA M	
NEL.	17/07/2016	VILLARREAL D	
CAJ.	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ		DENOMINACIÓN ACCIONADOR CAJA DE CAMBIOS
			ESCALA 1:2
			A3



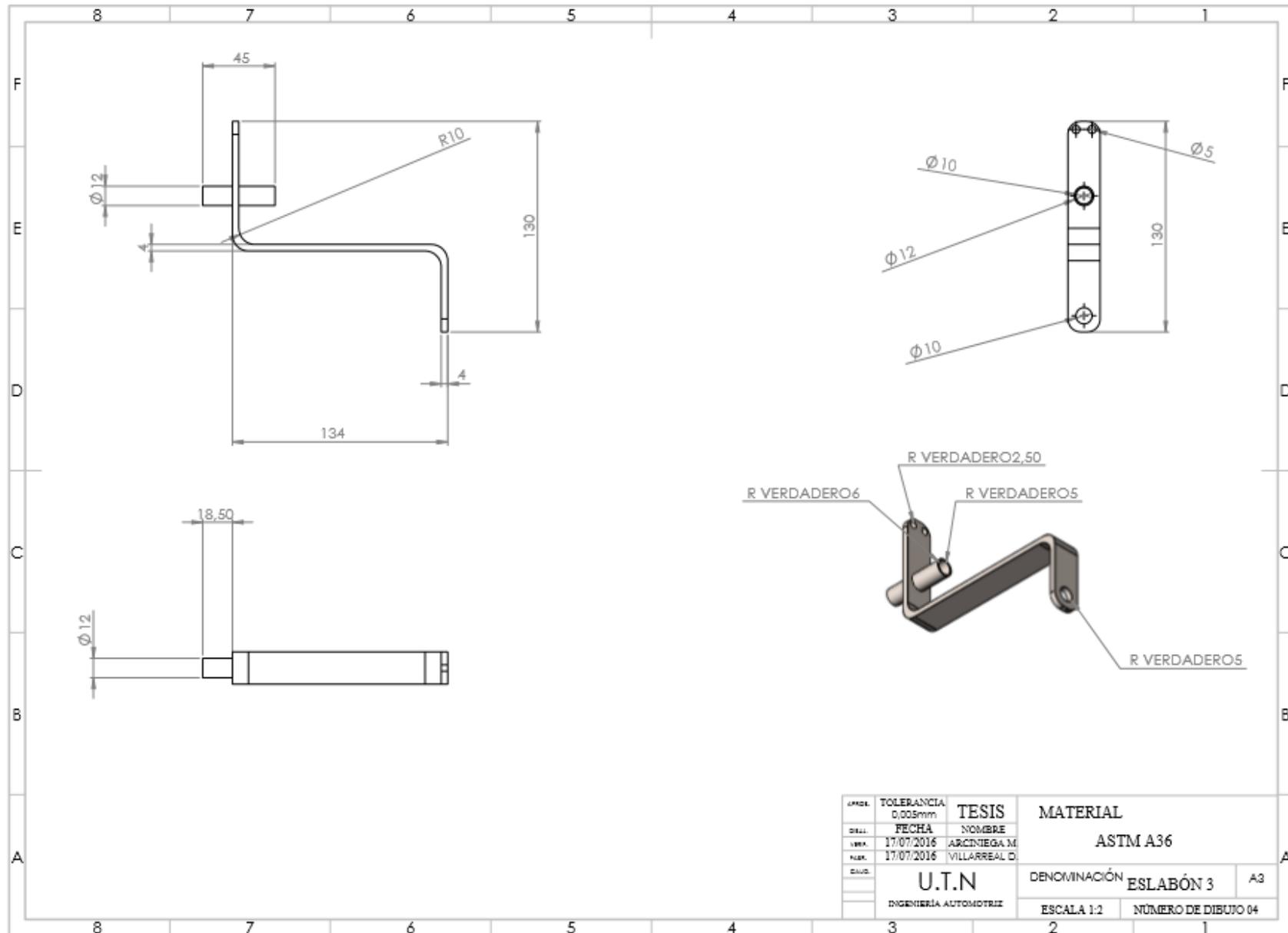
APROB.	TOLERANCIA 0,005mm	TESIS	MATERIAL
DISEÑ.	FECHA	NOMBRE	VARIOS
VERB.	17/07/2016	ARCINIEGA M	
ELAB.	17/07/2016	VILLARREAL D	
DAVID			
<b>U.T.N</b>		DENOMINACIÓN	A3
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ		BASE PALANCA	
		ESCALA 1:3	NÚMERO DE DIBUJO 6

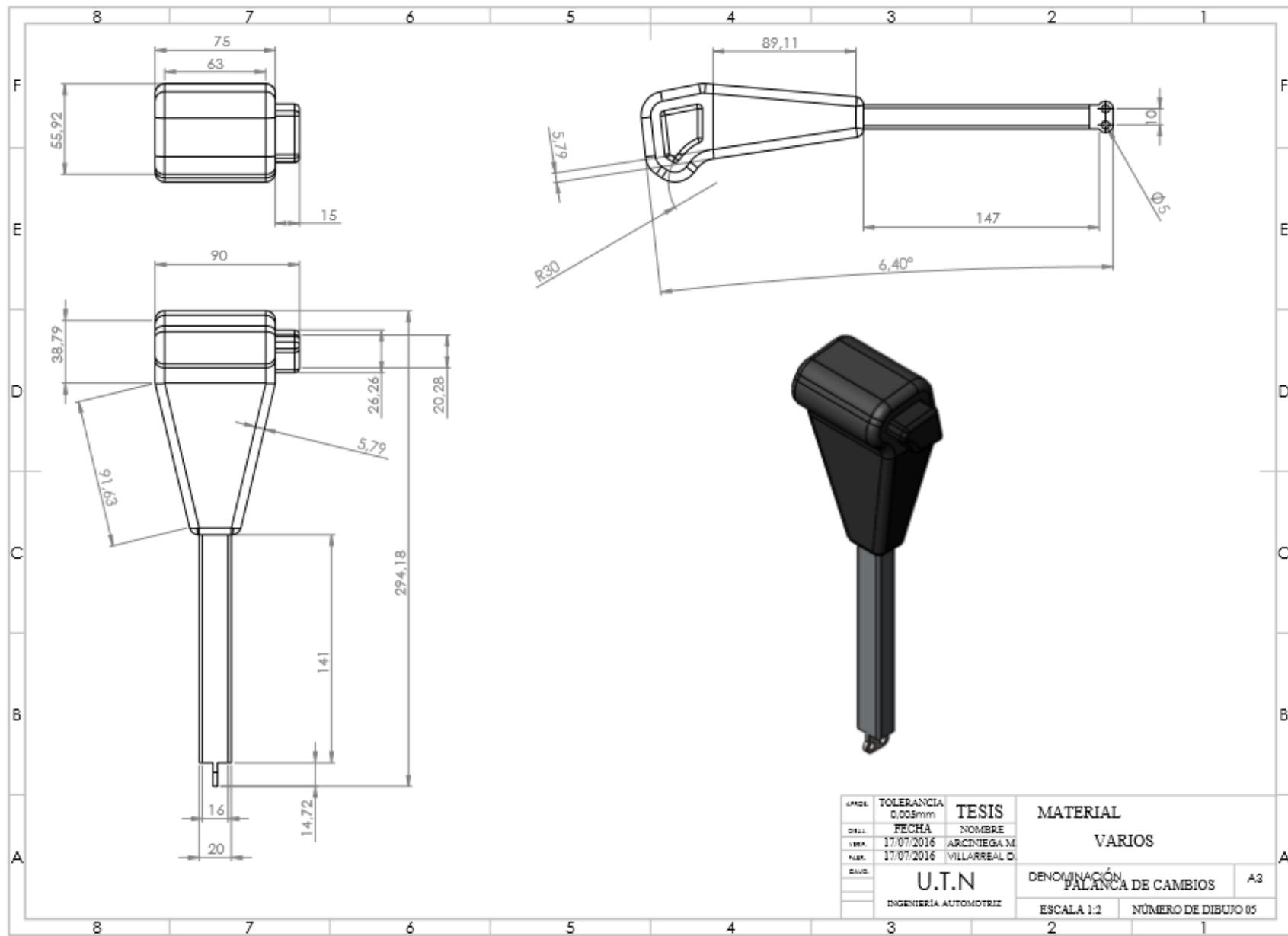


APROB.	TOLERANCIA ± 0.1	TESIS	MATERIAL
DISEÑ.	FECHA	NOMBRE	ASTM A36
VER.	17/07/2016	ARCINIEGA M	
ELAB.	17/07/2016	VILLARREAL D	
CAJ.	U.T.N		DENOMINACIÓN
	INGENIERÍA AUTOMOTRIZ		ESLABÓN 1
		ESCALA 1:1	NÚMERO DE DIBUJO 2

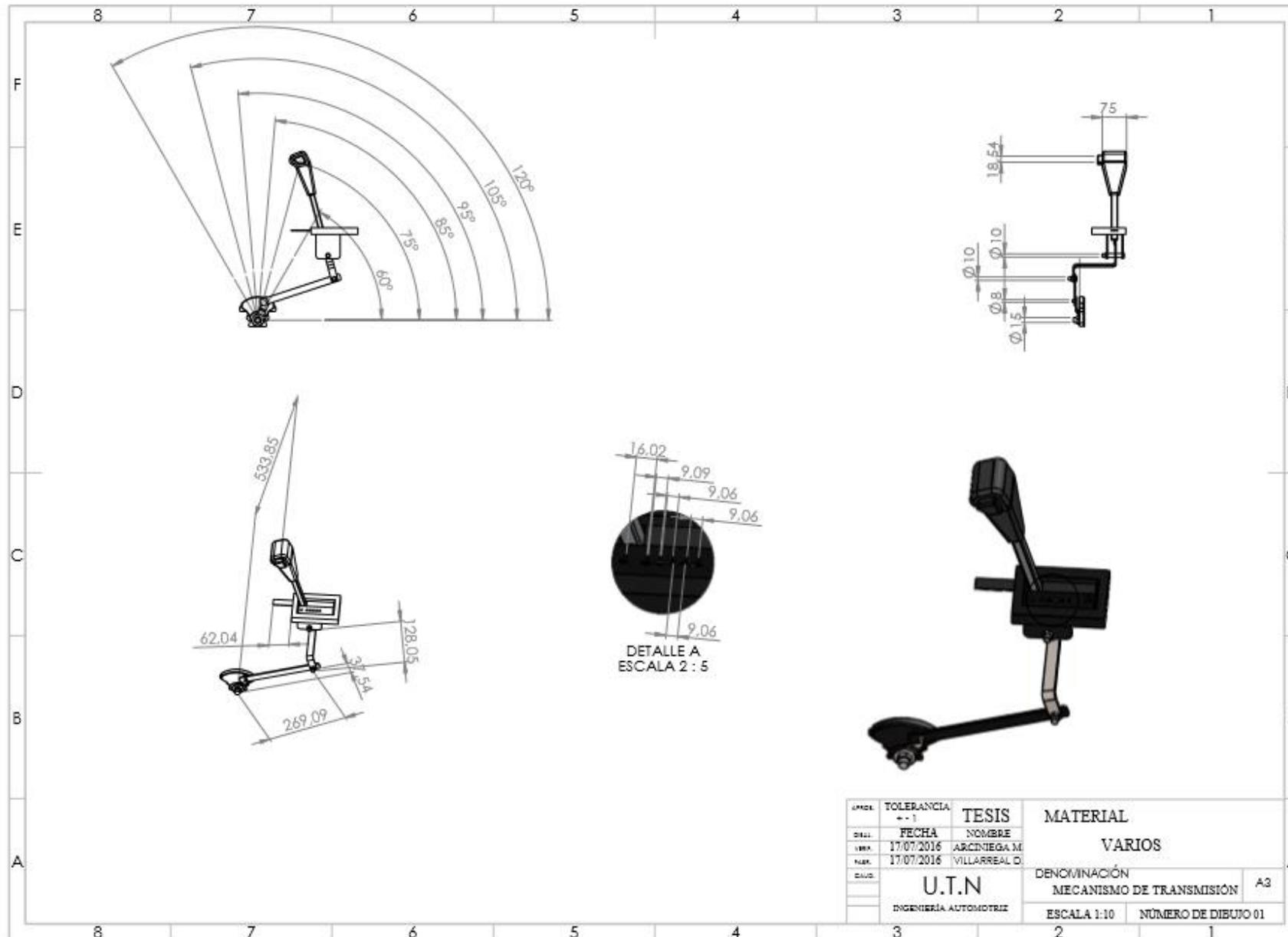


APDL	TOLERANCIA 0,003mm	TESIS	MATERIAL
DISEÑ.	FECHA	NOMBRE	ASTM A36
VERIF.	17/07/2016	ARCINIEGA M	
ELAB.	17/07/2016	VILLARREAL D	
CAJ.	U.T.N		DENOMINACIÓN
			ESLABÓN 2
	INGENIERÍA AUTOMOTRIZ		A3
		ESCALA 1:2	NÚMERO DE DIBUJO 03



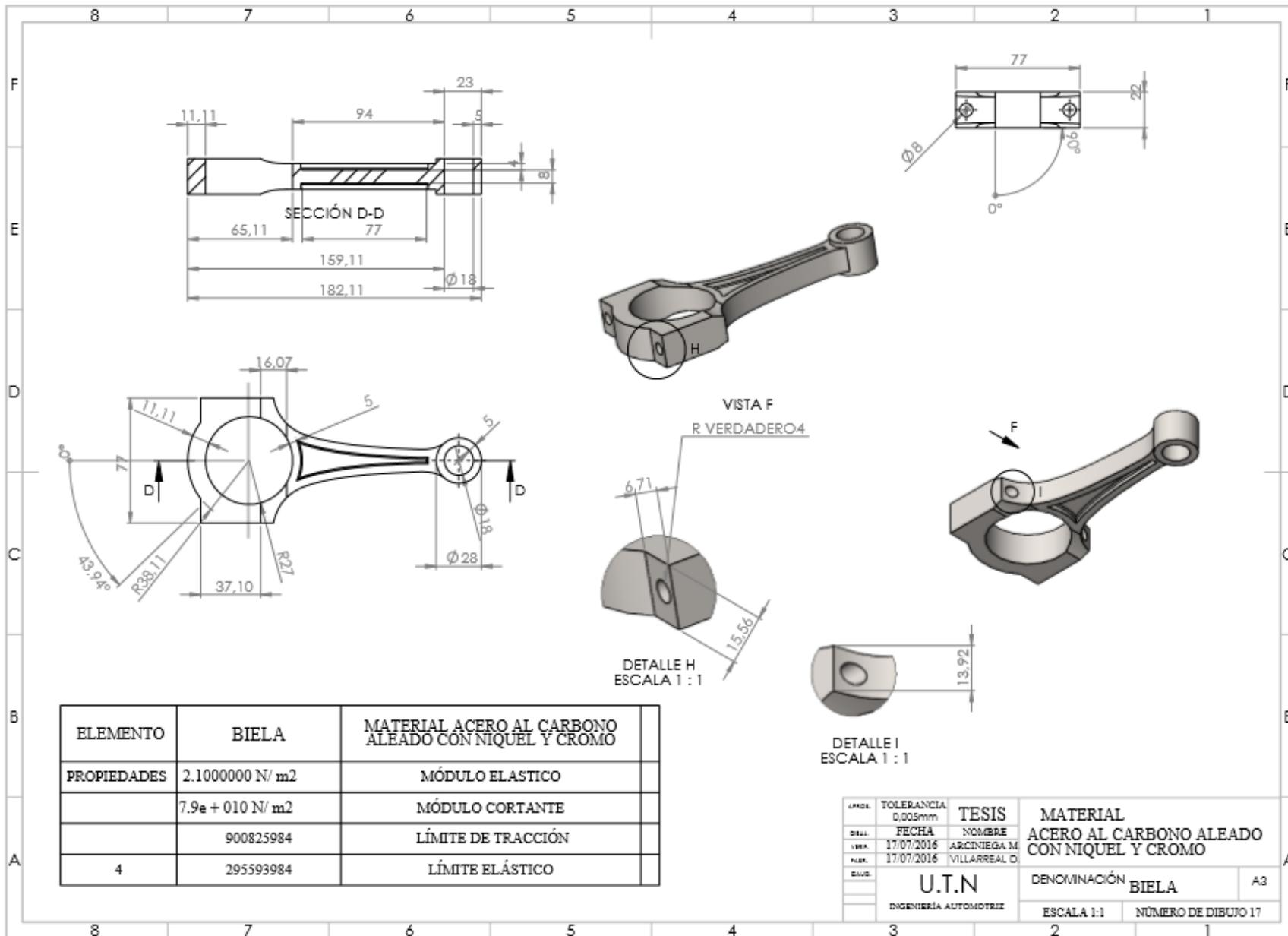


APROB.	TOLERANCIA 0,005mm	TESIS	MATERIAL
DISE.	FECHA	NOMBRE	VARIOS
VER.	17/07/2016	ARCINIEGA M.	
ELAB.	17/07/2016	VILLARREAL D.	
CLAS.	U.T.N		DENOMINACIÓN
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ		PALANCA DE CAMBIOS A3
		ESCALA 1:2	NÚMERO DE DIBUJO 05



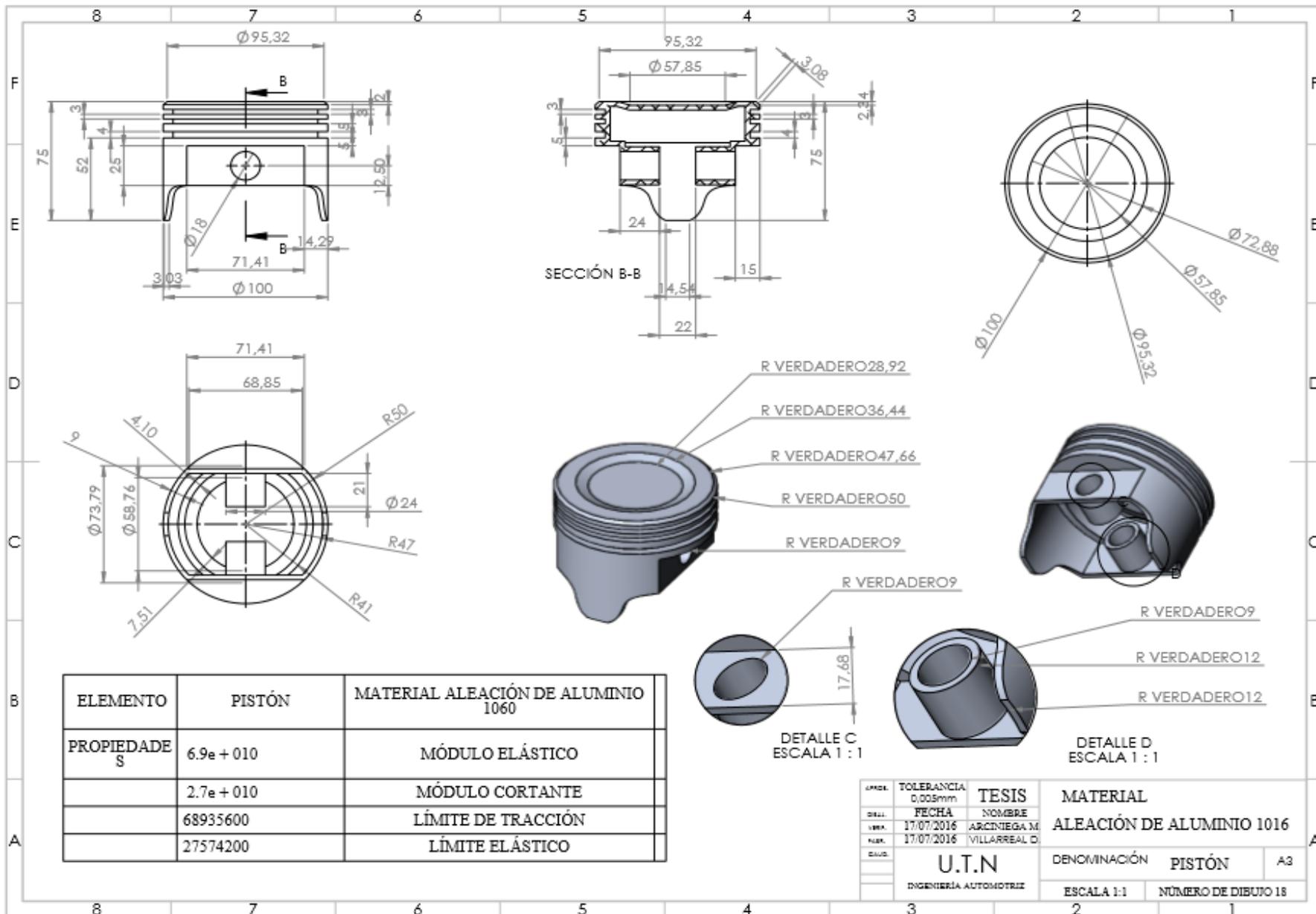
APRO:	TOLERANCIA ± 1	TESIS	MATERIAL
DISE:	FECHA	NOMBRE	VARIOS
FECH:	17/07/2016	ARCINIEGA M	
NOMB:	17/07/2016	VILLARREAL D	
CAUS:	U.T.N		DENOMINACIÓN
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ		MECANISMO DE TRANSMISION A3
		ESCALA 1:10	NÚMERO DE DIBUJO 01





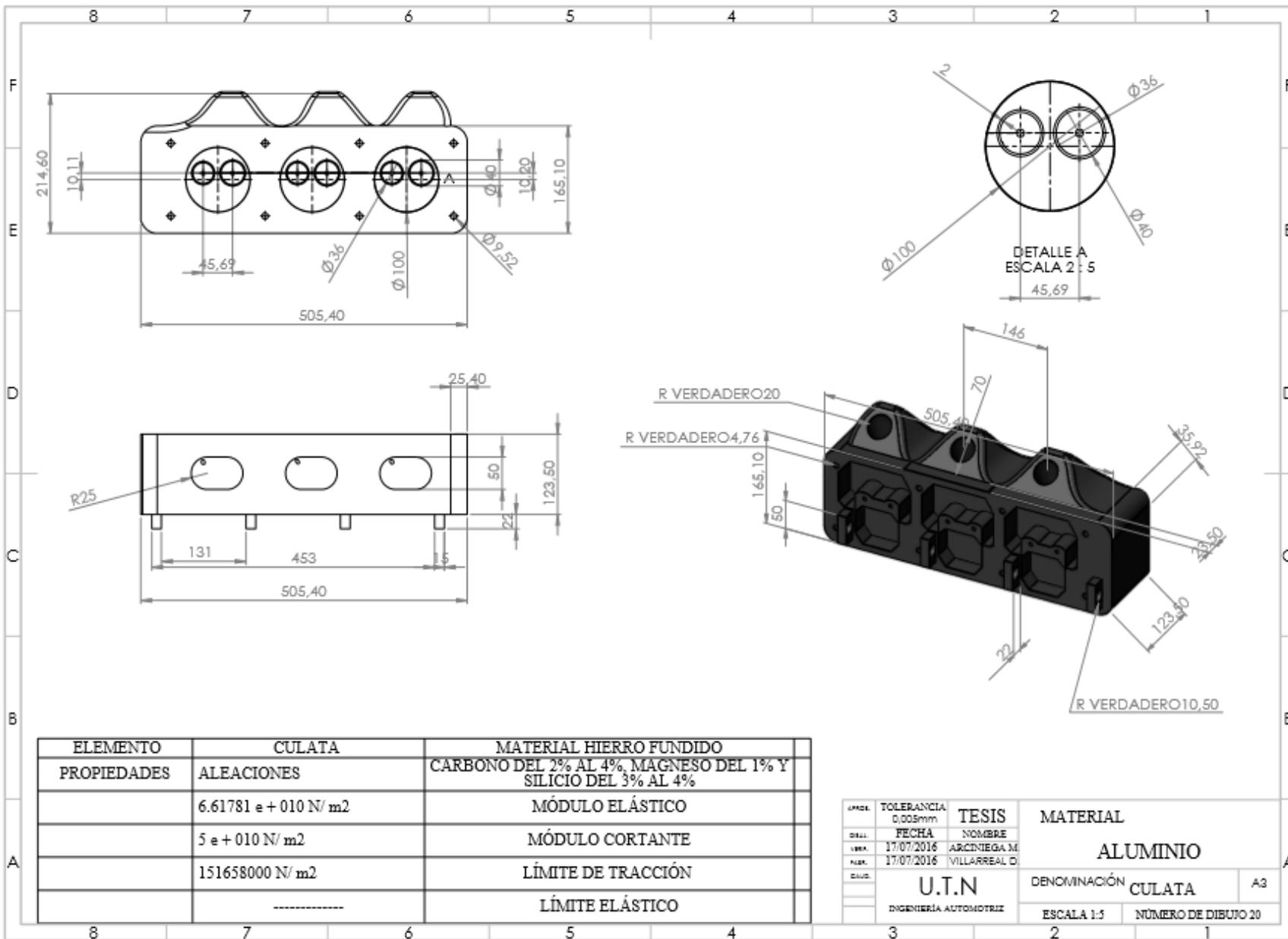
ELEMENTO	BIELA	MATERIAL ACERO AL CARBONO ALEADO CON NIQUEL Y CROMO
PROPIEDADES	2.1000000 N/ m2	MÓDULO ELASTICO
	7.9e + 010 N/ m2	MÓDULO CORTANTE
	900825984	LÍMITE DE TRACCIÓN
4	295593984	LÍMITE ELÁSTICO

APROB.	TOLERANCIA 0,005mm	TESIS	MATERIAL ACERO AL CARBONO ALEADO CON NIQUEL Y CROMO
DISEÑ.	FECHA	NOMBRE	
REVIS.	17/07/2016	ARCINIEGA M	
ELAB.	17/07/2016	VILLARREAL D	
CAUD.			
	U.T.N		DENOMINACIÓN BIELA A3
	INGENIERÍA AUTOMOTRIZ		ESCALA 1:1 NÚMERO DE DIBUJO 17



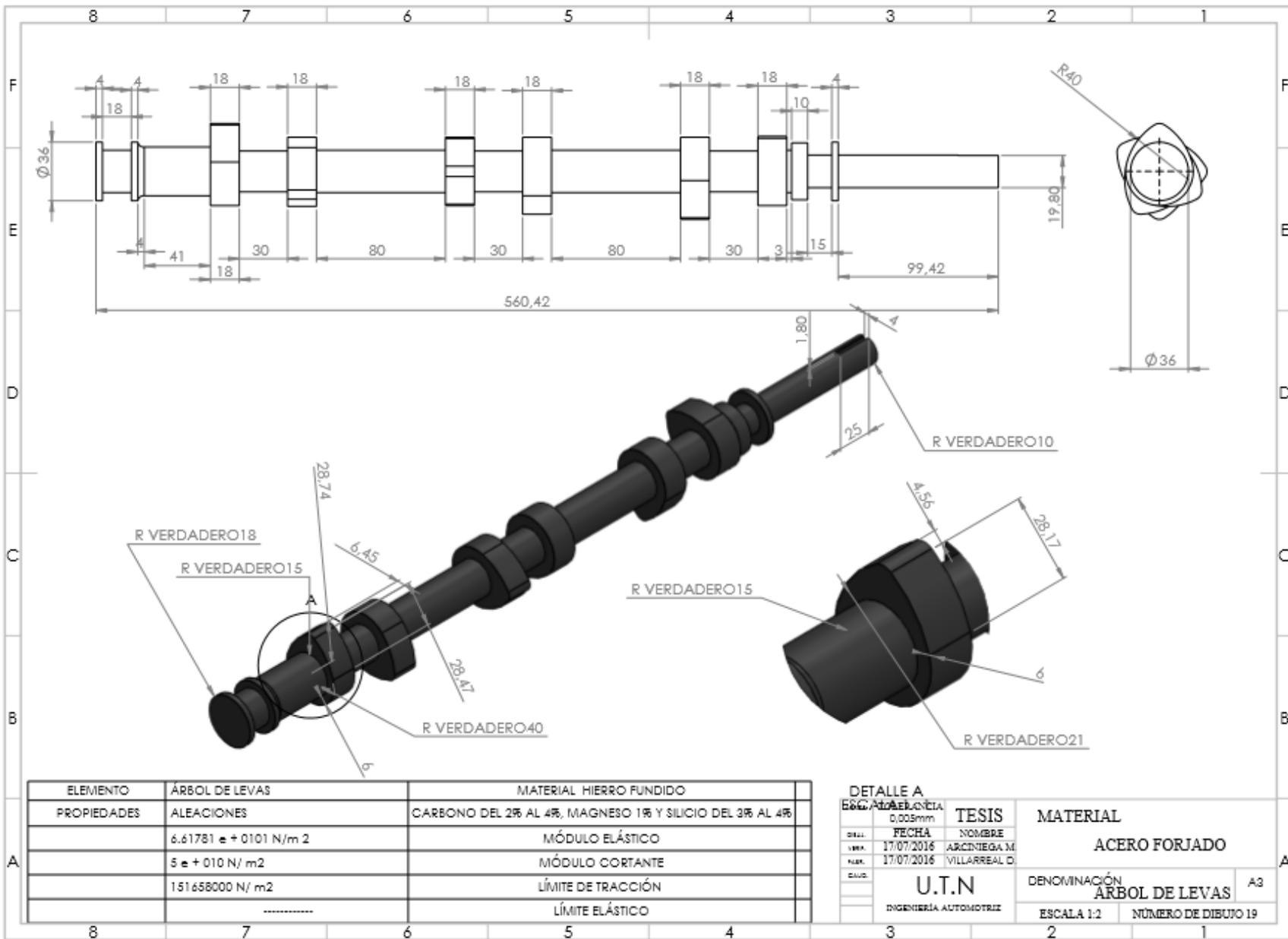
ELEMENTO	PISTÓN	MATERIAL ALEACIÓN DE ALUMINIO 1060
PROPIEDADES	6.9e + 010	MÓDULO ELÁSTICO
	2.7e + 010	MÓDULO CORTANTE
	68935600	LÍMITE DE TRACCIÓN
	27574200	LÍMITE ELÁSTICO

APROB.	TOLERANCIA 0,005mm	TESIS	MATERIAL
DISEÑ.	FECHA	NOMBRE	ALEACIÓN DE ALUMINIO 1016
LIBR.	17/07/2016	ARCINIEGA M	
PLAB.	17/07/2016	VILLARREAL D	
ELAB.	U.T.N		DENOMINACIÓN
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ		PISTÓN
			A3
			ESCALA 1:1
			NÚMERO DE DIBUJO 18



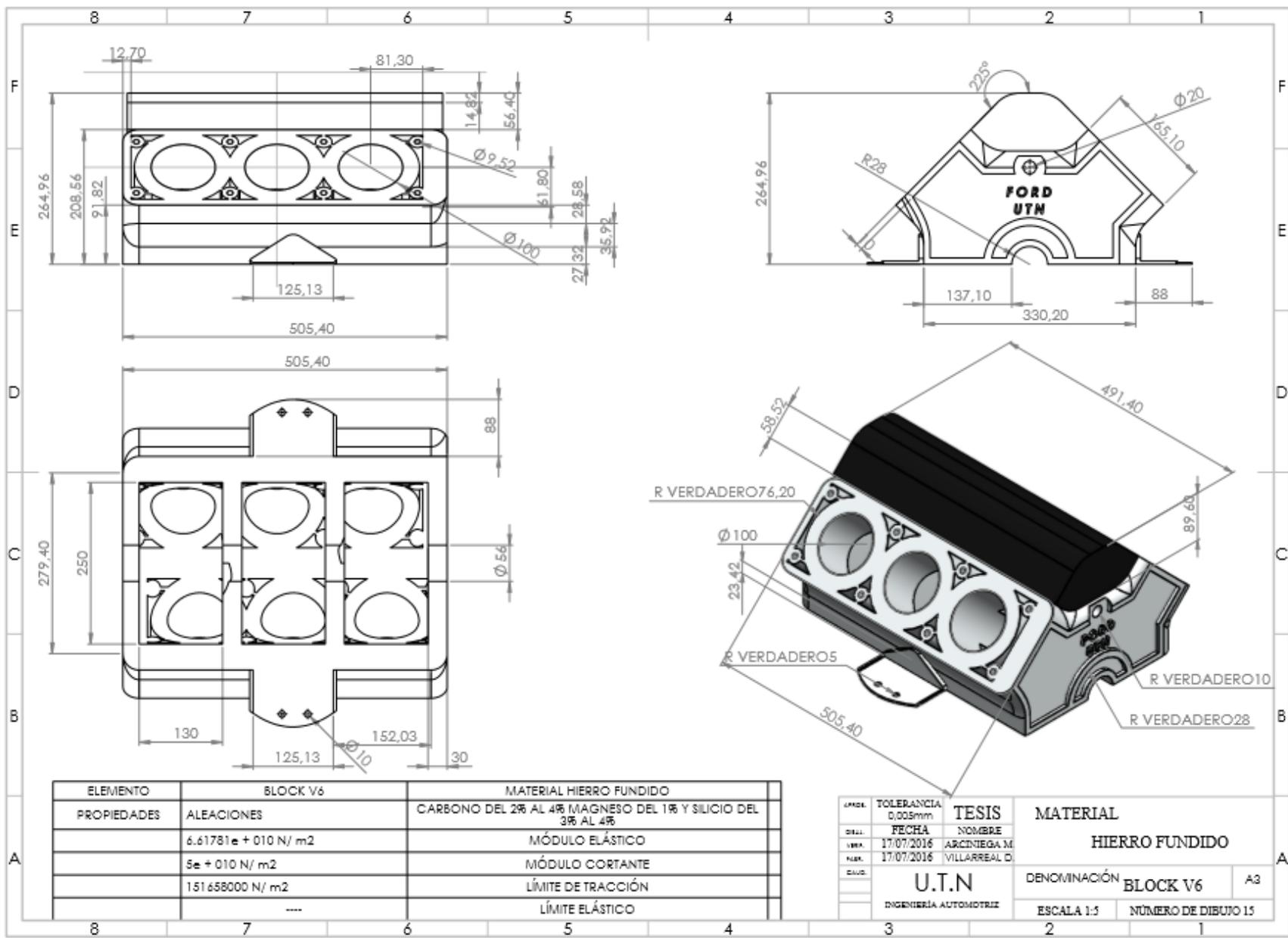
ELEMENTO	CULATA	MATERIAL HIERRO FUNDIDO
PROPIEDADES	ALEACIONES	CARBONO DEL 2% AL 4%, MAGNESIO DEL 1% Y SILICIO DEL 3% AL 4%
	6.61781 e + 010 N/ m2	MÓDULO ELÁSTICO
	5 e + 010 N/ m2	MÓDULO CORTANTE
	151658000 N/ m2	LÍMITE DE TRACCIÓN
	-----	LÍMITE ELÁSTICO

APROB.	TOLERANCIA	TESIS	MATERIAL
	0,005mm	NOMBRE	ALUMINIO
DISE. <td>FECHA</td> <td>ARCINIEGA M</td> <td>DENOMINACIÓN</td>	FECHA	ARCINIEGA M	DENOMINACIÓN
VER. <td>17/07/2016</td> <td>VILLARREAL D</td> <td>CULATA</td>	17/07/2016	VILLARREAL D	CULATA
ELAB. <td>17/07/2016</td> <td></td> <td>ESCALA 1:5</td>	17/07/2016		ESCALA 1:5
			NÚMERO DE DIBUJO 20



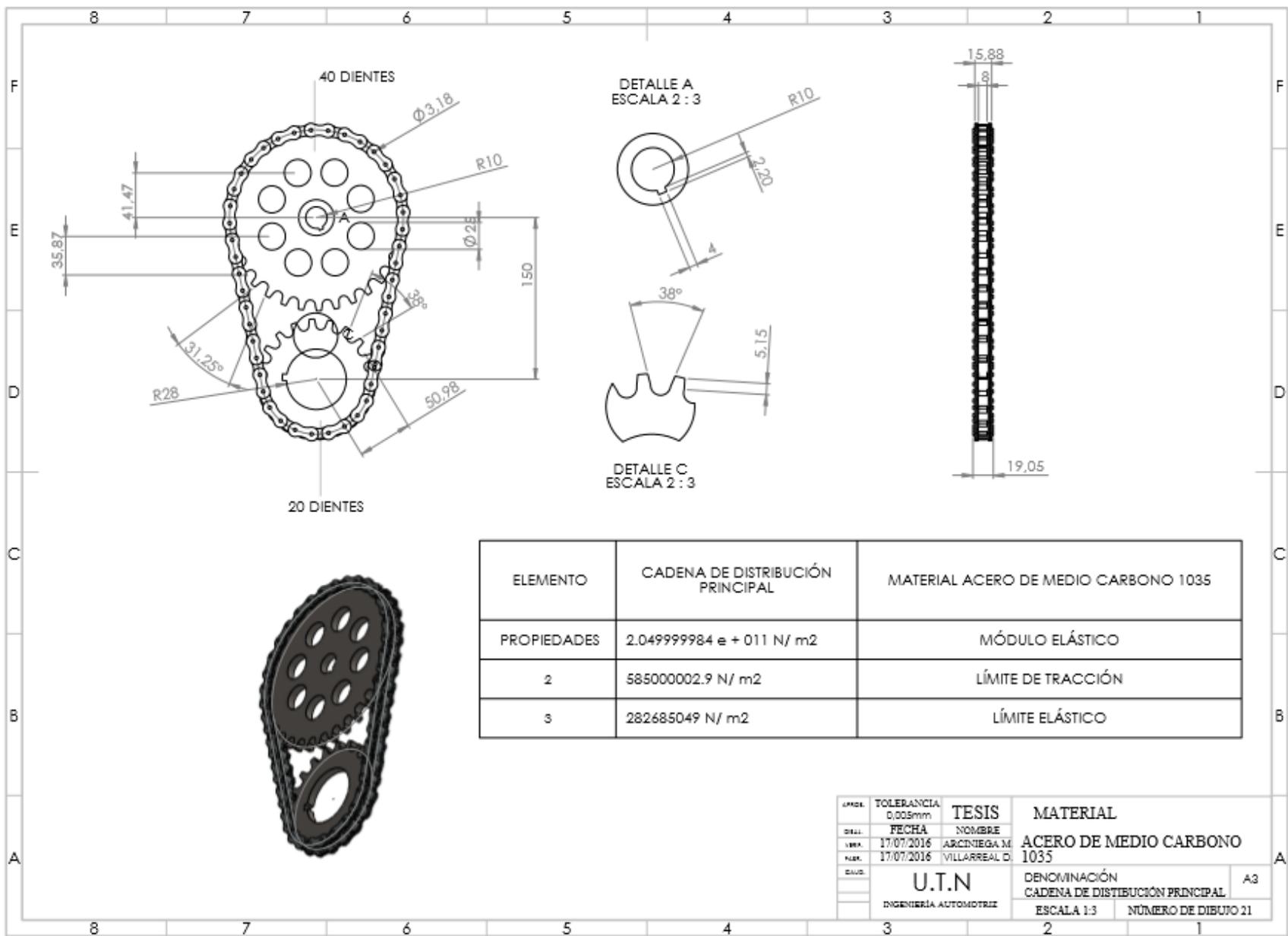
ELEMENTO	ÁRBOL DE LEVAS	MATERIAL HIERRO FUNDIDO
PROPIEDADES	ALEACIONES	CARBONO DEL 2% AL 4%, MAGNESIO 1% Y SILICIO DEL 3% AL 4%
	6.61781 e + 0101 N/m <sup>2</sup>	MÓDULO ELÁSTICO
	5 e + 010 N/ m <sup>2</sup>	MÓDULO CORTANTE
	151658000 N/ m <sup>2</sup>	LÍMITE DE TRACCIÓN
	.....	LÍMITE ELÁSTICO

DETALLE A		MATERIAL	
ESCALA	0,005mm	TESIS	ACERO FORJADO
FECHA	17/07/2016	NOMBRE	
LIBRA	17/07/2016	ARCINIEGA M	
PAIS	17/07/2016	VILLARREAL D	
DIAS			
U.T.N		DENOMINACIÓN	
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ		ÁRBOL DE LEVAS	
		ESCALA 1:2	NÚMERO DE DIBUJO 19



ELEMENTO	BLOCK V6	MATERIAL HIERRO FUNDIDO
PROPIEDADES	ALEACIONES	CARBONO DEL 2% AL 4% MAGNESIO DEL 1% Y SILICIO DEL 3% AL 4%
	6.61781e + 010 N/ m2	MÓDULO ELÁSTICO
	5e + 010 N/ m2	MÓDULO CORTANTE
	151658000 N/ m2	LÍMITE DE TRACCIÓN
	---	LÍMITE ELÁSTICO

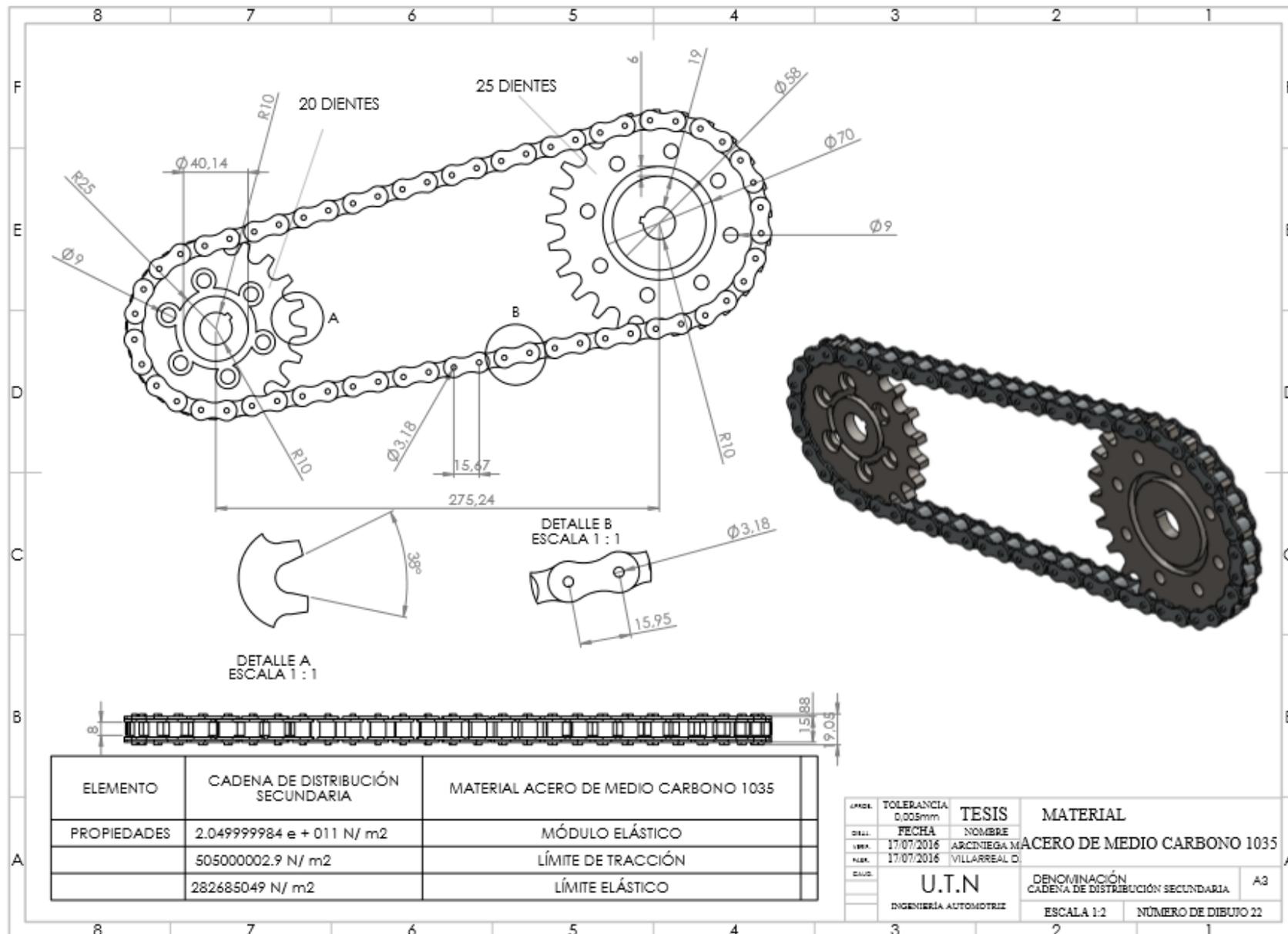
APRO.	TOLERANCIA 0,005mm	TESIS	MATERIAL
DISE.	FECHA	NOMBRE	HIERRO FUNDIDO
VERA.	17/07/2016	ARCONEGA M	
PLA.	17/07/2016	VILLARREAL D	
CAJ.			
	U.T.N	DENOMINACIÓN	BLOCK V6
	INGENIERÍA AUTOMOTRIZ	ESCALA 1:5	NÚMERO DE DIBUJO 15
			A3



ELEMENTO	CADENA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL	MATERIAL ACERO DE MEDIO CARBONO 1035
PROPIEDADES	2.049999984 e + 011 N/ m2	MÓDULO ELÁSTICO
2	585000002.9 N/ m2	LÍMITE DE TRACCIÓN
3	282685049 N/ m2	LÍMITE ELÁSTICO

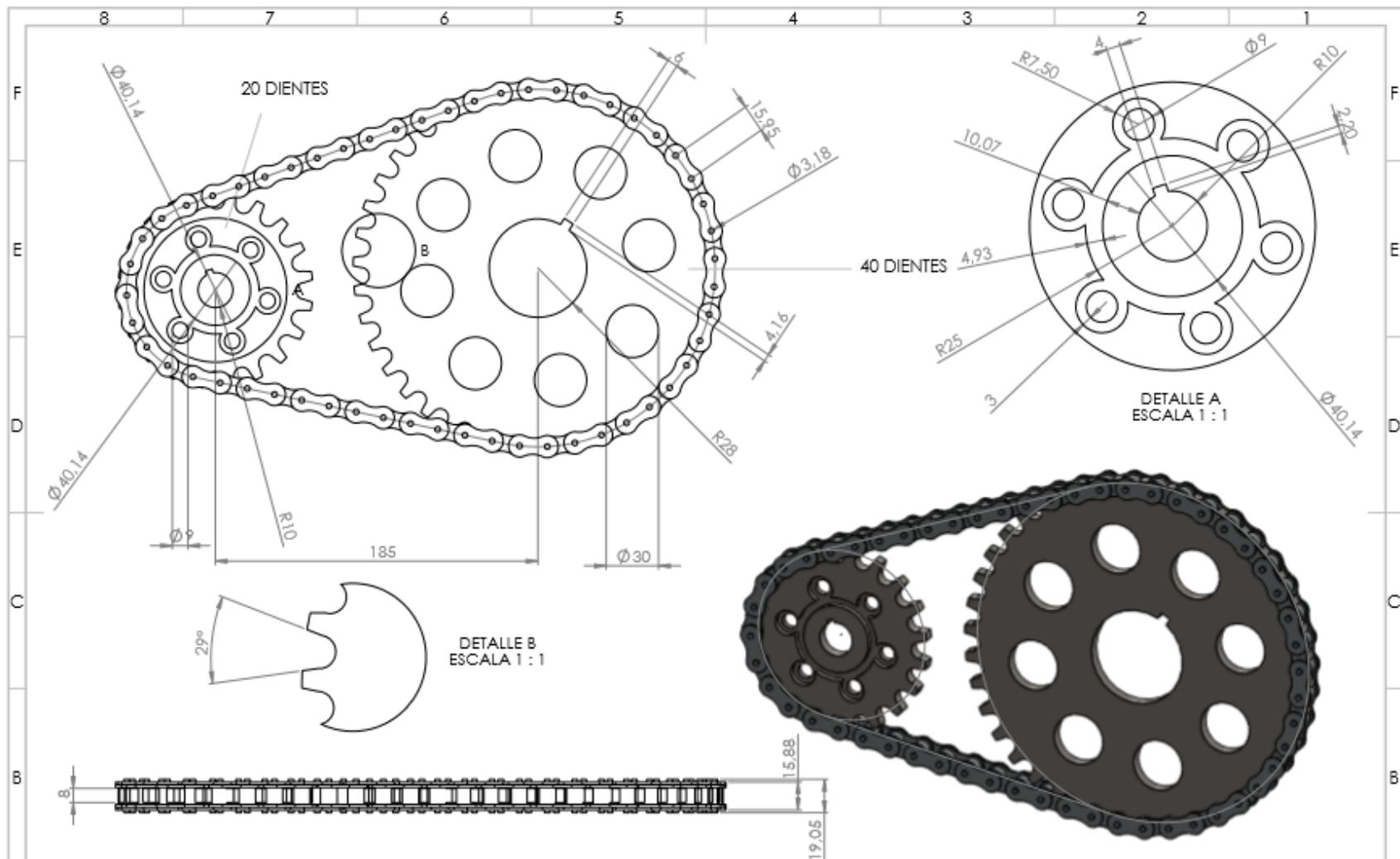
ESCALA	TOLERANCIA 0,005mm	TESIS	MATERIAL
DISEÑO	FECHA	NOMBRE	ACERO DE MEDIO CARBONO 1035
VERIFICADO	17/07/2016	ARCINIEGA M	
APROBADO	17/07/2016	VILLARREAL D	
ELABORADO	U.T.N		DENOMINACIÓN
	INGENIERÍA AUTOMOTRIZ		CADENA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL
			ESCALA 1:3
			NÚMERO DE DIBUJO 21

A3



ELEMENTO	CADENA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA	MATERIAL ACERO DE MEDIO CARBONO 1035
PROPIEDADES	2.049999984 e + 011 N/ m2	MÓDULO ELÁSTICO
	505000002.9 N/ m2	LÍMITE DE TRACCIÓN
	282685049 N/ m2	LÍMITE ELÁSTICO

APDL	TOLERANCIA 0,005mm	TESIS	MATERIAL
DELL	FECHA	NOMBRE	
LEVA	17/07/2016	ARCINIEGA M	ACERO DE MEDIO CARBONO 1035
PLA	17/07/2016	VILLARREAL D	
BLVD	U.T.N		DENOMINACIÓN CADENA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ		A3
	ESCALA 1:2	NÚMERO DE DIBUJO 22	



ELEMENTO	CADENA DE DISTRIBUCIÓN DEL EJE BALANCEADOR	MATERIAL ACERO DE MEDIO CARBONO 1035
PROPIEDADES	2-049999984 e + 011N/ m2	MÓDULO ELÁSTICO
	5850000002.9 N/ m2	LÍMITE DE TRACCIÓN
	282685049	LÍMITE ELÁSTICO

APROB.	TOLERANCIA 0,005mm	TESIS	MATERIAL
DESA.	FECHA	NOMBRE	ACERO DE MEDIO CARBONO 1035
VER.	17/07/2016	ARCINIEGA M	
ELAB.	17/07/2016	VILLARREAL D	
U.T.N		DENOMINACIÓN	A3
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ		CADENA DE DISTRIBUCIÓN EJE BALANCEADOR	
		ESCALA 1:2	NÚMERO DE DIBUJO 23

