



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE UN VEHÍCULO A ESCALA PARA
LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS BÁSICOS EN INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

Trabajo de titulación previo a la obtención
del título de Ingeniero Mecánico Automotriz

AUTORES: JUAN CARLOS VERGARA CALLE

CRISTIAN LEONARDO ZHUMI BALAREZO

TUTOR: ING. JORGE ESTEBAN FAJARDO MERCHÁN, MSc.

Cuenca - Ecuador

2022

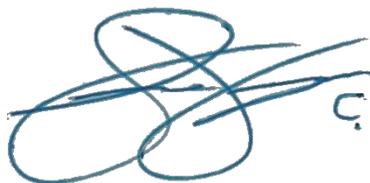
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Juan Carlos Vergara Calle con documento de identificación N° 0105597470 y Cristian Leonardo Zhumi Balarezo con documento de identificación N° 0105311633; manifestamos que:

Somos autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 20 de abril del 2022

Atentamente,



Juan Carlos Vergara Calle

0105597470



Cristian Leonardo Zhumi Balarezo

0105311633

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Juan Carlos Vergara Calle con documento de identificación N° 0105597470 y Cristian Leonardo Zhumi Balarezo con documento de identificación N° 0105311633, manifestamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Diseño y construcción de un modelo de un vehículo a escala para la enseñanza de conceptos básicos en ingeniería automotriz”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 20 de abril del 2022

Atentamente,



Juan Carlos Vergara Calle

0105597470



Cristian Leonardo Zhumi Balarezo

0105311633

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jorge Esteban Fajardo Merchán con documento de identificación N° 0103496386, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE UN VEHÍCULO A ESCALA PARA LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS BÁSICOS EN INGENIERÍA AUTOMOTRIZ, realizado por Juan Carlos Vergara Calle con documento de identificación N° 0105597470 y por Cristian Leonardo Zhumi Balarezo con documento de identificación N° 0105311633, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico, que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 20 de abril del 2022

Atentamente,



Ing. Jorge Esteban Fajardo Merchán, MSc.

0103496386

DEDICATORIA

Este proyecto investigativo lo dedico a mis hermanos, a mi hija y principalmente a mis padres por su amor, trabajo y sacrificio para que pueda obtener uno de los anhelos más deseados. A todas las personas especiales que me acompañaron durante esta etapa, por ser ese apoyo adicional le daba alegría a la rutina de un estudiante.

Juan Carlos Vergara Calle

DEDICATORIA

Este proyecto investigativo quiero dedicarlo de manera especial a mis padres, a mis hermanas, a mis tíos y primos quienes creyeron en mí y me apoyaron de manera incondicional a pesar de todas las circunstancias a lo largo de estos años, me enseñaron el verdadero valor de la perseverancia.

Cristian Leonardo Zhumi Balarezo

AGRADECIMIENTO

Sobre todo, agradezco a mi familia por ser mi apoyo, mi guía y mi inspiración, por estar en todos los momentos, en especial por ser mi fortaleza en aquellos difíciles. Gracias por confiar y creer en mí, por los consejos y la educación que me han compartido.

Agradezco a nuestros docentes de la Universidad Politécnica Salesiana, por transmitir sus conocimientos generosamente, de manera especial, al ingeniero Jorge Fajardo Merchán tutor de nuestro proyecto de investigación, quien con su dirección y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Asimismo, quiero agradecer a todos los amigos, colegas y demás compañeros que hicieron parte de esta hermosa etapa gracias por toda la ayuda, colaboración y compañerismo brindado.

Juan Carlos Vergara Calle

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios y a la virgen que me brindaron la sabiduría y fortaleza en todo momento para poder alcanzar este sueño tan anhelado.

*Agradezco a mis padres **Jorge** y **María** quienes me apoyaron quienes me entregaron todo de sí para que yo pueda salir adelante.*

También agradezco a todos los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana quienes me compartieron sus conocimientos y de manera especial al Ing. Jorge Fajardo quien nos ha guiado en este proyecto de investigación.

Cristian Leonardo Zhumi Balarezo

RESUMEN

El presente proyecto: **“Diseño y construcción de un modelo de un vehículo a escala para la enseñanza de conceptos básicos en ingeniería automotriz”**, consiste en diseñar y construir un modelo de un vehículo a escala, mediante diseño y modelado en el software Fusion 360 e impresión 3D, para la enseñanza de conceptos básicos en ingeniería automotriz, se diseñarán diferentes elementos que componen el sistema de tracción del vehículo para poder realizar diferentes modificaciones en el mismo, así como también se diseñará un bastidor que se pueda realizar ciertas variaciones.

Dentro de los cambios diferenciamos los tipos de tracción, propulsión y tracción 4x4 según las necesidades evidenciando sus ventajas y desventajas, también se propone cambios en los tipos de neumáticos de acuerdo a su aplicación. De la misma manera se realiza cambios en la disposición del motor consiguiendo evidenciar como afecta la distribución de peso en el funcionamiento del vehículo, principalmente como influye sobre la adherencia y la tracción de los neumáticos.

Para el funcionamiento del prototipo contaremos con un motor dc que nos proporciona el movimiento de todo el tren motriz.

Estas modificaciones pretenden llamar la atención de los estudiantes fácilmente al momento de promocionar la carrera. Además, se elaborará una guía didáctica para el uso y manipulación de los modelos a escala.

Palabras claves: modelo, escala, diseño, impresión 3D.

ABSTRACT

The present project: "**Design and construction of a model of a scale vehicle for teaching basic concepts in automotive engineering**", consists of designing and building a model of a scale vehicle, through design and modeling in Fusion 360 software. 3D printing, for teaching basic concepts in automotive engineering.

Different elements that make up the traction system of the vehicle will be designed to be able to make different modifications in it, as well as a frame that can be made certain variations.

Within the changes we differentiate the types of traction, propulsion and traction 4x4 according to the needs evidencing their advantages and disadvantages, changes are also proposed in the types of tires according to their application. In the same way, weight distributions are made in different areas of the prototype chassis, in order to make the importance of each detail as these can affect the correct performance of a vehicle.

For the operation of the prototype, we will have a dc engine that provides us with the movement of the entire powertrain.

These modifications are intended to attract the attention of students easily when promoting the career. In addition, a didactic guide will be developed for the use and manipulation of scale models

Keywords: model, scale, design, 3D printing.

INDICE

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	VI
RESUMEN	IX
ABSTRACT	1
INTRODUCCIÓN	7
PROBLEMA.....	8
JUSTIFICACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
OBJETIVOS	10
METODOLOGÍA.....	11
GENERALIDADES	¡Error! Marcador no definido.
1.1 Enseñanza	12
1.1.1 La enseñanza entendida como instrucción.....	12
1.1.2 La enseñanza entendida como guía.....	12
1.1.3 Autonomía en el aprendizaje	13
1.1.4 Métodos comprensivos	14
1.2 La Ingeniería Automotriz.....	14
1.3 Conceptos Básicos de Ingeniería Automotriz.....	14
1.3.1 Tren motriz.....	14
1.3.2 Motor.....	16
1.3.3 Embrague	17
1.3.4 Transmisión.....	18
1.3.5 Diferencial.....	19

	3
1.3.5.1 Cálculo del diferencial	21
1.3.6 Neumáticos	22
1.3.7 Selección de la transmisión.....	24
1.4 La impresión 3D	24
1.4.1 Impresión 3D en el sector automotriz	25
1.4.2 Impresión 3D de plantillas y herramientas.....	26
1.4.3 Tecnologías de impresión 3D	27
1.4.4 Etapas previas a la impresión 3D.....	27
1.4.5 Lenguaje triangular estándar STL.....	28
1.4.6 Mallado STL	29
CAPÍTULO 2.....	31
2. Diseño de modelos a escala	31
2.1. Modelado Mediante Fusion 360	34
2.2 Diseño de los neumáticos.....	34
2.2.1 Alternativas de neumáticos	35
2.2.2 Conceptos a enseñar sobre neumáticos.....	36
2.3 Motor.....	37
2.3.1 Conceptos a enseñar sobre el motor.....	38
2.4.1 Diseño de la caja de cambios	38
2.4.1.1 Variantes del conjunto variador de relación de transmisión.....	39
2.4.2 Diseño de ejes de transmisión.....	42
2.4.3 Diseño Diferencial	44
2.4.3.1 Variantes del diferencial	44

2.4.4 Conceptos a enseñar sobre el diferencial	45
2.5 Diseño del bastidor	45
2.5.1 Variantes del bastidor	46
2.5.2 Conceptos a enseñar sobre el bastidor	47
CAPÍTULO 3.....	48
3.1 Selección de los neumáticos	48
3.2 Construcción de la caja	48
3.3 Construcción del árbol de transmisión.....	53
Fuente: Autor	53
3.4 Construcción del diferencial	54
3.5 Construcción del Bastidor.....	56
3.6 Ensamblaje de los modelos automotrices	57
CAPÍTULO 4.....	59
4 Guía didáctica	¡Error! Marcador no definido.
4.1 Ensamblaje del bastidor	59
4.2 Ensamblaje de la caja cambios	60
4.2.2 Variaciones en la caja de cambios	61
4.3 Ensamblaje de árbol de transmisión	63
4.3.1 Variantes del árbol de transmisión.....	64
4.4 Ensamblaje del diferencial y neumáticos.....	66
5 RESULTADOS.....	67
6 CONCLUSIONES	70
7 RECOMENDACIONES.....	71

8 BIBLIOGRAFÍA ¡Error! Marcador no definido.

9 ANEXOS 73

ÍNDICE DE FIGURAS

1 Motor y sistema de transmisión.....	¡Error! Marcador no definido.
2 Motor de combustión interna.....	¡Error! Marcador no definido.
3 Embrague de fricción.....	¡Error! Marcador no definido.
4 Caja de Velocidades.....	¡Error! Marcador no definido.
5 Diferencial.....	¡Error! Marcador no definido.
6 Motor con tracción posterior.....	¡Error! Marcador no definido.
7 Motor con tracción delantera.....	¡Error! Marcador no definido.
8 Características de un neumático.....	¡Error! Marcador no definido.
9 Strati, automóvil impreso en 3D.....	¡Error! Marcador no definido.
10 Cabina realizada mediante impresión 3D.....	¡Error! Marcador no definido.
11 Etapas de procesamiento de información para impresión 3D..	¡Error! Marcador no definido.
12 Comparación de un modelo 3D en formato CAD y STL.....	¡Error! Marcador no definido.
13 Modelo de rin de auto con mallado STL.....	¡Error! Marcador no definido.
14 Neumaticos.....	¡Error! Marcador no definido.
15 Servomotor Lego EV3.....	¡Error! Marcador no definido.
16 Diseño en Fusion 360 de la constitución básica del conjunto variador ...	¡Error! Marcador no definido.
17 Diseño en Fusion 360 de piñones desmultiplicadores de rpm..	¡Error! Marcador no definido.
18 Diseño en Fusion 360 de piñones multiplicadores de Par.....	¡Error! Marcador no definido.
19 Diseño en Fusion 360 de piñones multiplicadores de par.....	¡Error! Marcador no definido.
20 Diseño en Fusion 360 de piñones multiplicadores de par.....	¡Error! Marcador no definido.
21 Ensamblaje de la junta cardan.....	¡Error! Marcador no definido.
22 árbol de transmisión.....	¡Error! Marcador no definido.
23 Diseño del piñón de ataque.....	¡Error! Marcador no definido.
24 Diseño de la corona.....	¡Error! Marcador no definido.
25 Diseño del bastidor.....	¡Error! Marcador no definido.
26 Neumático de goma.....	¡Error! Marcador no definido.
27 Neumático de plástico.....	¡Error! Marcador no definido.
28 Elementos que conforman el grupo reductor de rpm.....	¡Error! Marcador no definido.
29 Grupo reductor de rpm ensamblado.....	¡Error! Marcador no definido.
30 Grupo multiplicador de par 1.....	¡Error! Marcador no definido.
31 Grupo multiplicador de par 2.....	¡Error! Marcador no definido.
32 Grupo multiplicador de par 3.....	¡Error! Marcador no definido.
33 Grupo multiplicador de par ensamblado.....	¡Error! Marcador no definido.
34 Elementos que conforman el árbol de transmisión.....	¡Error! Marcador no definido.
35 Árbol de transmisión.....	¡Error! Marcador no definido.
36 Elementos del diferencial básico.....	¡Error! Marcador no definido.

37 Diferencial básico	¡Error! Marcador no definido.
38 Elementos del diferencial.....	¡Error! Marcador no definido.
39 Diferencial.....	¡Error! Marcador no definido.
40 Elementos del Bastidor	¡Error! Marcador no definido.
41 Bastidor	¡Error! Marcador no definido.
42 Modelo automotriz 1	¡Error! Marcador no definido.
43 Modelo automotriz 2.....	¡Error! Marcador no definido.
44 Modelo con tracción en las cuatro ruedas.....	¡Error! Marcador no definido.
45 Acoples para el chasis	¡Error! Marcador no definido.
46 Ensamblaje del bastidor	¡Error! Marcador no definido.
47 Ensamblaje básico del conjunto variador	¡Error! Marcador no definido.
48 Elementos para el primer conjunto	¡Error! Marcador no definido.
49 Secuencia de ensamblaje para el primer conjunto	¡Error! Marcador no definido.
50 Elementos que constituyen el tercer conjunto	¡Error! Marcador no definido.
51 Secuencia de ensamblaje para el último conjunto	¡Error! Marcador no definido.
52 Elementos que conforman el segundo conjunto	¡Error! Marcador no definido.
53 Secuencia de ensamblaje para el segundo conjunto	¡Error! Marcador no definido.
54 Árbol de transmisión básico.....	¡Error! Marcador no definido.
55 Elementos para el primer árbol de transmisión.....	¡Error! Marcador no definido.
56 Secuencia de ensamblado para el árbol de transmisión	¡Error! Marcador no definido.
57 Elementos que componen el segundo árbol de transmisión	¡Error! Marcador no definido.
58 Secuencia de ensamblaje para el último árbol de transmisión.	¡Error! Marcador no definido.
59 Elementos que constituyen el diferencial simplificado	¡Error! Marcador no definido.
60 Ensamblaje del diferencial simplificado	¡Error! Marcador no definido.
61 Cuadro rígido del diferencial 4x4	¡Error! Marcador no definido.
62 Diferencial armado con su entrada y salidas.....	¡Error! Marcador no definido.
63 Gráfica pendiente máxima vs configuraciones	¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ponderación para el diseño de los modelos	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2 Tabla comparativa de los piñones de transmisión	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3 Tabla comparativa entre las combinaciones y la pendiente máxima;	¡Error! Marcador no definido.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis tiene como principal objetivo potenciar el método de promoción de la carrera, mediante la elaboración de un material didáctico, práctico y fácil de transportar. Material en el cual se podrán evidenciar conceptos básicos de la ingeniería automotriz de una manera sencilla y amigable con el público.

Para que este material cumpla con dichas características se va a emplear el diseño en software de diferentes piezas para conseguir diversas configuraciones de un mismo sistema y poder observar los múltiples resultados. Para la materialización del proyecto se emplea la impresión 3D ya que esta facilitará la fabricación de piezas o componentes de pequeño tamaño, pero con un buen acabado, de calidad y además a un precio asequible.

El uso de esta tecnología permitirá realizar cambios en los cuales se evidencia los efectos de la distribución de pesos por ejemplo si se configura el modelo a escala como un vehículo a tracción, propulsión o tracción integral, verificando así el funcionamiento, aplicaciones, pros y contras ante diferentes desafíos que se puedan presentar en una situación real.

Este trabajo muestra el comportamiento de la transmisión de un vehículo de acuerdo a la configuración que se dé a dicho sistema, estas configuraciones podrán ser comprobadas mediante procedimientos establecidos en una guía didáctica la cual conlleva una explicación detallada del ensamblado y la ejecución de cada modificación.

En el capítulo 1 se tratarán los temas teóricos referentes a la investigación de la enseñanza de la ingeniería a través de la impresión 3D aplicada en modelos automotrices a escala, mediante fuentes bibliográficas para conseguir una instrucción adecuada hacia los estudiantes.

2. PROBLEMA

2.1. Antecedentes

La carrera de Ingeniería Automotriz no posee prototipos didácticos a escala que permitan promover el interés de los estudiantes mediante la demostración de conceptos básicos aplicados en la ingeniería automotriz. Asimismo, la escasez de material que permita realizar modificaciones en diversos sistemas de manera simultánea, en base a diferentes necesidades y aumentar el interés de los estudiantes potenciando la promoción de la carrera. Al momento en la carrera no se dispone de material didáctico portátil que permita realizar la demostración de resultados procedentes de la aplicación de los conceptos de ingeniería cuando se realizan modificaciones en sistemas como el de suspensión y transmisión en conjunto. Por otra parte, la implementación de la impresión 3D en los proyectos automotrices no ha sido aprovechada al cien por ciento. Así pues, no se ha promocionado la carrera mediante proyectos innovadores de fácil manipulación que puedan ser transportados a otros establecimientos llegando así a más interesados.

2.2.Importancia

Es necesario implementar proyectos en los cuales se apliquen técnicas o métodos innovadores para que al momento de promover la carrera se consiga un mayor alcance y se despierte el interés de más personas aficionadas a los vehículos, a través de modificaciones y demostraciones sencillas que resulten entretenidas y de fácil comprensión. Asimismo, al contar con un material de fácil manejo y transportación se puede realizar una promoción más amplia llegando a instituciones de diferentes niveles, así también se puede realizar las demostraciones de manera virtual. Para analizar estos sistemas en conjunto se determinó que la opción más viable es la aplicación de nuevas tecnologías como es la impresión 3D mediante la cual se puede reproducir y ensamblar todo un sistema automotriz con el plus de poder accionarlo para evidenciar su funcionamiento, obteniendo así un material más didáctico y llamativo realizando la promoción de la carrera.

2.3.Alcance y delimitación

En primera instancia se espera tener un impacto en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz y posibles interesados en la misma. Además, se espera la participación del grupo docente y la colaboración de carreras afines e interesadas en la innovación de proyectos semejantes. Por otra parte, se busca promocionar a la Universidad Politécnica Salesiana como una entidad educativa a la vanguardia de las nuevas tecnologías y siempre en aras del beneficio de sus estudiantes. El proyecto se enfoca en llegar a las instituciones de la urbe.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General:

Diseñar y construir un modelo de un vehículo a escala, mediante diseño y modelado en software e impresión 3D, para la enseñanza de conceptos básicos en ingeniería automotriz.

3.2. Objetivos Específicos:

- Investigar la enseñanza de la ingeniería a través de la impresión 3D aplicada en modelos automotrices a escala, mediante fuentes bibliográficas para conseguir una instrucción adecuada hacia los estudiantes.
- Diseñar los modelos automotrices a escala, mediante el software Fusion 360 a fin de conseguir elementos funcionales.
- Construir modelos automotrices aplicando la impresión 3D con la finalidad de evidenciar los conceptos en la práctica.
- Elaborar una guía didáctica, estableciendo procesos de ensamblaje en cada una de las modificaciones para el manejo adecuado de los modelos automotrices.

METODOLOGÍA

Metodología Analítica. – El método analítico consiste en la desmembración de un todo, descomponiendo sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos, se pretende demostrar los conceptos de ingeniería entre diversas configuraciones de un mismo sistema, logrando obtener un producto de largo alcance que permita atraer más interesados a la carrera.

Metodología Experimental. – La metodología experimental permite controlar las variables más importantes como es la relación transmisión, tipo de neumáticos, tipo de tracción y distribución de pesos, logrando la corrección de los fallos producidos al no poder superar un obstáculo ya que está basado en una metodología científica la cual permite controlar factores que no permiten superar los desafíos.

Metodología Comparativa. – Como lo indica su nombre, con este método se pretende comparar las diferentes disposiciones de ensamblaje, tipos de neumáticos, tipo de tracción y sus resultados, para establecer sus similitudes y diferencias y de ello obtener conclusiones que definan la mejor opción para superar los desafíos.

4. CAPÍTULO I: LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA A TRAVÉS DE LA IMPRESIÓN 3D APLICADA EN MODELOS AUTOMOTRICES A ESCALA

4.1. La Enseñanza

¿Cómo debería estudiarse la enseñanza? ¿Por dónde se empieza? ¿En qué términos pueden formularse las preguntas? Lógicamente el tipo y número de respuestas a estas preguntas son muy diversas, pero de acuerdo al libro Handbook of Research on Teaching los especialistas en el tema limitan las respuestas a un pequeño repertorio de opciones. De esta manera algunos expertos parten del supuesto de que la tarea trata de relacionar, experimental o descriptivamente, las diferentes actitudes de los alumnos observadas por medición con las diferencias en la conducta observada en los enseñantes. (Wittrock, 1989)

4.1.1. La enseñanza entendida como instrucción

Resalta la participación del profesor como aquel que imparte el conocimiento o demuestra una práctica. Los alumnos aplican los procedimientos y conceptos en base a la acción del profesor, a través de la atención auditiva, la observación del maestro y el análisis personal. De esta manera se ve a la enseñanza como acción de la sociedad y al aprendizaje como proceso individual, con el fin de interiorizar además de los contenidos la forma de pensar, aplicables a nuevas situaciones, ampliando el potencial individual. (ENSEÑANZA, 2008)

4.1.2. La enseñanza entendida como guía

El docente imparte una guía de manera sistemática y metódica; los alumnos aprenden a través de la observación de acontecimientos físicos, la investigación activa, la resolución de problemas,

el análisis activo y el ingenio. Se considera así a la enseñanza como la estructura para que los alumnos edifiquen un nuevo conocimiento mediante acciones progresivas. Acepta dos versiones: la sociedad ayuda al aprendizaje individual y la acción da como resultado el aprendizaje. (ENSEÑANZA, 2008)

4.1.3. Autonomía en el aprendizaje

Una de las características principales de enseñar a emprender se enfoca a promover un aprendizaje autónomo. Para lograr que el alumno posea la capacidad de aprender por cuenta propia, al comienzo con la guía del docente y luego sin ella, sin embargo, siempre con las actividades, estímulos y tutorías propuestas por el docente para que consiga aprender conjuntamente con sus compañeros. El objetivo es que aprenda, durante toda su vida, a autogestionar su propio aprendizaje, para que pueda evitar y solucionar problemas, de manera que pueda tomar decisiones en cualquier entorno.

Para conseguir la autonomía de los alumnos no es suficiente con que se empapen de información; es indispensable el acompañamiento del docente, quien con actividades claras, concisas y coherentes indicará a los estudiantes cómo llevarlas a cabo tanto de manera individual como grupal. Además, anexar lo aprendido y enlazarlo con los conocimientos anteriores, a fin de generar el hábito de la prevención y, en la medida de lo necesario solucionar problemas. El docente debe estar siempre consciente que la tutoría y la motivación son fundamentales, para mantenerlas presentes en todas las actividades.

Con el propósito de lograr una mayor autonomía del estudiante, es necesario que el docente entregue la información mínima necesaria para que los estudiantes trabajen.

4.1.4. Métodos comprensivos

Comprendiendo cómo aprenden los alumnos, cuán importante es el aprendizaje autónomo y la colaboración en los trabajos en equipo, se deben considerar ciertos criterios al momento de la planificación. Es indispensable que los docentes, considerando las características de los estudiantes, establezcan qué método comprensivo se va a utilizar. (Benjamin, Araceli, & Emilio, 2012)

4.2. La Ingeniería Automotriz

Se deriva de la ingeniería mecánica, enfocándose en el diseño, desarrollo y fabricación de vehículos pesados, livianos y maquinaria. En su evolución ha ido adoptando y aplicando conceptos de la ingeniería eléctrica, electrónica de software y seguridad. Se encarga del diseño de piezas automotrices, así como el diagnóstico de mantenimiento mecánico y eléctrico de los vehículos contribuyendo al control de calidad y manejo de materiales.

4.3. Conceptos Básicos de Ingeniería Automotriz

4.3.1. Tren motriz

El tren motriz de un vehículo es el conjunto de elementos mediante los cuales se transforma la energía del combustible en trabajo y por consiguiente en movimiento del vehículo, a través de varias transformaciones termoquímicas de la energía proveniente del combustible.

Las prestaciones del vehículo se ven afectadas por los elementos que componen el tren motriz entre otros parámetros, de los cuales podemos destacar la pendiente máxima a superar y la carga máxima admisible.

Definido esto se puede establecer la potencia máxima del motor y por ende se pueden definir los elementos que conformarán el tren motriz.

Así un tren motriz debe proporcionar las siguientes características a un vehículo:

- Capacidad de arranque en pendiente.
- Capacidad de ascenso en pendiente.
- Velocidad máxima.
- Aceleración.
- Capacidad de carga.

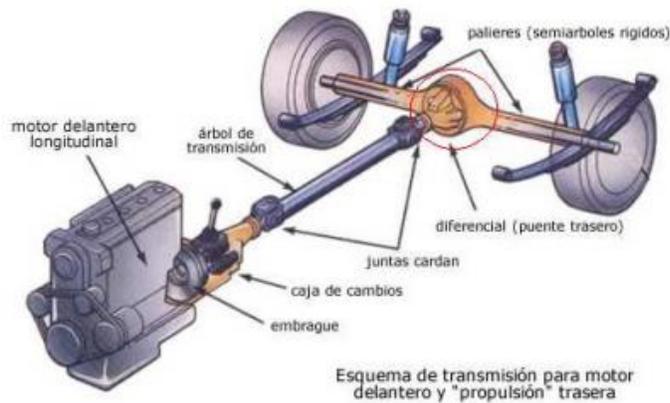
4.3.1.1 Componentes del tren motriz

Entre los componentes que conforman el tren motriz de un vehículo son:(SILVA ORTIZ, 2009)

- Motor
- Embrague
- Caja de velocidades
- Juntas cardan
- Árbol de transmisión
- Diferencial
- Ejes
- Ruedas

Figura 1

Motor y sistema de transmisión



Fuente: Samaniego Castro (2015)

4.3.2. Motor

Es la parte principal del sistema de transmisión de un automóvil, y es donde se genera toda esa potencia que posee un automóvil al moverse.

"En un motor de gasolina, las bujías encienden la mezcla de aire-combustible consistente de aire y gasolina, creando la combustión en el interior de los cilindros. La presión generada allí empuja al pistón hacia abajo. Este movimiento es convertido por el cigüeñal, al cual los pistones están conectados mediante las bielas en movimiento rotatorio. A fin de obtener fuerza continua desde el motor, es necesario extraer los gases innecesarios creados en los procesos de combustión y suministrar nueva mezcla de aire combustible dentro de los cilindros en una forma cíclica".

Figura 2

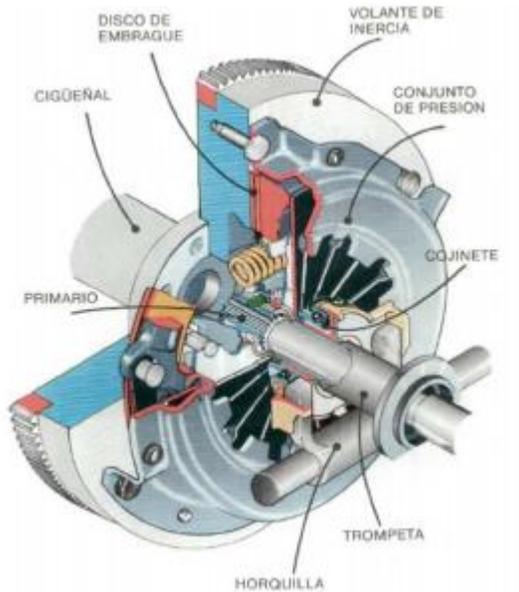
Motor de combustión interna



Fuente: SAMANIEGO CASTRO (2015)

4.3.3. Embrague

El embrague es el encargado de cortar o transmitir el giro del motor a la caja de cambios y de allí a las ruedas, con esto se consigue desplazar el vehículo a voluntad o mantener el motor encendido con el vehículo detenido, así como para realizar el cambio de velocidades en la caja de cambios. Las cualidades de un embrague son que sea progresivo y elástico para evitar tirones o cambios bruscos durante el desplazamiento del vehículo. (Silva Ortiz, 2009)

Figura 3*Embrague de fricción*

Fuente: Camarena Lillo (2011)

4.3.4. Transmisión

La caja de cambios se encarga de acoplar el motor y el sistema de transmisión con diferentes relaciones de engranajes. El resultado generalmente es la reducción de velocidad de giro e incremento del par en las ruedas (Silva Ortiz, 2009).

Figura 4

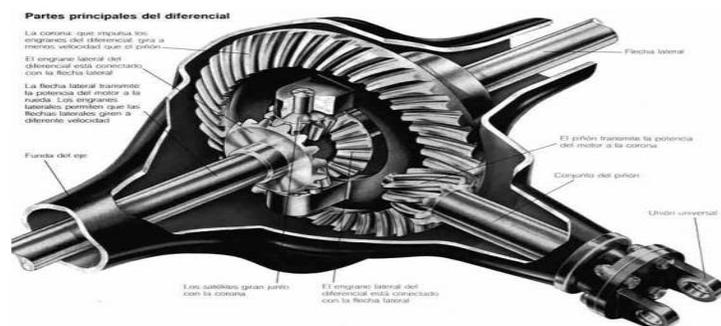
Caja de Velocidades



Fuente: Samaniego Castro (2015)

4.3.5. Diferencial

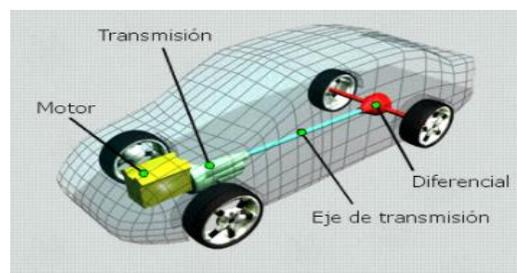
El diferencial es un elemento de gran importancia ya que es esencial para un correcto desenvolvimiento del automóvil. Sin el diferencial el vehículo se desestabilizaría al tomar una curva; pues permite que las ruedas tractoras giren a revoluciones diferentes, debido a que tienen que recorrer diferentes distancias al momento de tomar una curva.

Figura 5*Diferencial*

Fuente: Samaniego Castro (2009)

Proporcionando también el mismo par motor a ambas. Por ejemplo:

Motor y tracción trasera. En esta configuración el diferencial se encuentra en la parte posterior del vehículo. Desde una perspectiva mecánica está entre el árbol de transmisión principal y los semiárboles de transmisión de cada rueda tractora.

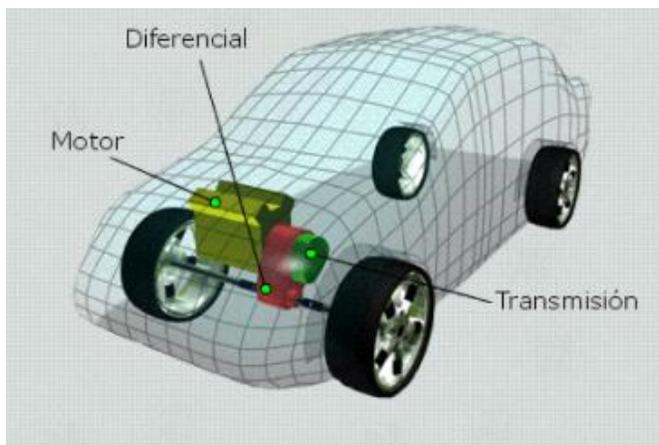
Figura 6*Motor con tracción posterior*

Fuente: Race Sim Online (2011)

Motor y tracción delantera. En este caso la caja de cambios y el diferencial conforman una misma pieza, por lo tanto, éste se localiza inmediatamente a continuación del secundario de la caja. (SILVA ORTIZ, 2009)

Figura 7

Motor con tracción delantera



Fuente: Race Sim Online (2011)

4.3.5.1. Cálculo del diferencial

1. Relación de paso del diferencial

$$\frac{n1}{n2} \quad (1)$$

Donde:

$n1$ = Número máximo de revoluciones del motor en rps.

$n2$ = Número de vueltas del neumático.

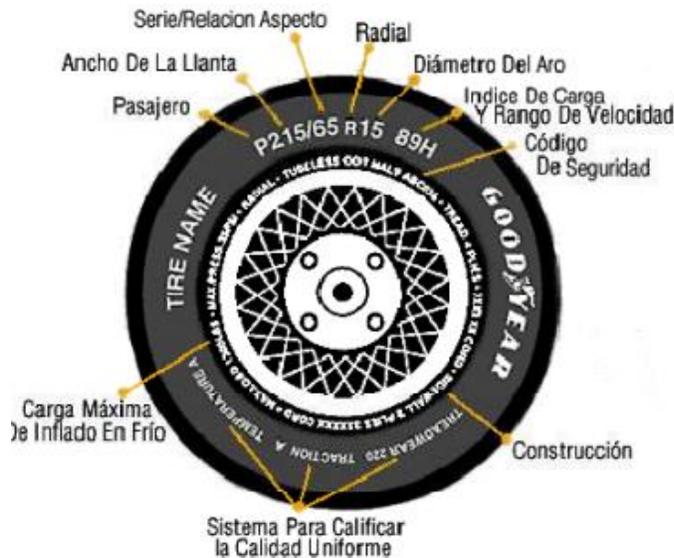
$$n_2 = \frac{\left(\text{velocidad máxima del vehículo en } \frac{m}{s} \right)}{\text{perímetro del neumático en (m)}} \quad (2)$$

4.3.6. Neumáticos

Los neumáticos son el único elemento del vehículo que está en contacto con el piso. Por ello son los encargados de proporcionar la adherencia en el empuje, en la frenada y en el deslizamiento lateral, la dirección de recorrido y la amortiguación de las imperfecciones de la carretera. Por lo tanto, son fundamentales en la seguridad, el comportamiento y la comodidad del vehículo (Silva Ortiz, 2009).

Figura 8

Características de un neumático



Fuente: Samaniego Castro (2009)

4.3.6.1. Selección del tren motriz de acuerdo a las necesidades

Para seleccionar un tren motriz adecuado que pueda superar las irregularidades al momento de estar en circulación se debe considerar que necesidades piensa satisfacer el vehículo, así un vehículo de ciudad necesitará una configuración diferente de su tren motriz, que la configuración de un 4x4 o un vehículo pesado, etc.

Por ejemplo, para un vehículo que estará destinado principalmente a recorridos sobre carreteras planas o autopistas, se tendrá que aplicar la ecuación de la velocidad que se encuentra en función del régimen del motor, del tamaño de las llantas, de las relaciones de la caja y del paso del diferencial (Silva Ortiz, 2009).

$$V = \frac{N * Pll * 60}{1000 * Rc * Rd * Re} \quad (3)$$

Donde:

V = Velocidad del vehículo [km/h].

N= régimen del motor [r.p.m.].

Pll = Perímetro de la llanta [m].

Rc= Relación de la velocidad de la caja.

Rd = Relación (paso) del diferencial.

Re= Relación de los ejes (Se considera 1 si no existe).

De esta ecuación podemos deducir que tanto Rc y Rd son fundamentales para poder conseguir alcanzar la velocidad máxima y además superar la pendiente máxima con una velocidad aceptable. La relación Rc y Rd será:

$$R_c * R_d = (N P_{ll} 60) / (1000 * V) \quad (4)$$

Donde:

R_c = Relación de la velocidad de la caja.

R_d = Relación (paso) del diferencial.

N = régimen del motor [r.p.m.].

P_{ll} = Perímetro de la llanta [m].

V = Velocidad del vehículo [km/h].

4.3.7. Selección de la transmisión

Los criterios a considerar al momento de seleccionar la transmisión son la potencia del motor y el torque; además hay que considerar que las pérdidas por fricción son despreciables (Silva, 2009).

4.4. La impresión 3D

Según la ASTM la impresión 3D es el proceso para fabricar objetos mediante deposición de un material usando un cabezal de impresión, boquilla u otra tecnología de impresión. Con esta tecnología se consigue simplificar de manera notable los procesos de producción, ya que en su proceso solo necesita detalles dimensionales básicos y conocimiento del funcionamiento del software y del equipo.

Siendo la impresión 3D un proceso será necesario definir los pasos a realizar para conseguir un resultado favorable, dichos pasos han sido definidos por varios autores, como por

ejemplo Gibson, Rosen y Stucker, quienes han establecido la secuencia de operación general de los procesos de Impresión 3D en los siguientes ocho pasos:(Pérez Buenrostro, 2017)

1. Modelo digital 3D.
2. Conversión del modelo a un lenguaje triangular estándar (STL).
3. Transferencia de archivo a programa de impresión 3D.
4. Establecer parámetros de construcción.
5. Construcción del modelo.
6. Extracción de la pieza.
7. Postproceso.
8. Aplicación.

4.4.1. Impresión 3D en el sector automotriz

Hoy en día es común encontrar piezas realizadas mediante impresión 3D en el sector automotriz, como prototipos de tablero de auto, diferentes modelos a escala y maquetas de automóviles. En la actualidad ha aumentado la variedad de piezas realizadas a través de la impresión 3D pudiendo encontrar salpicaderas para camiones, impresión de faros, focos traseros, etc.

Es tal la libertad que ofrece la impresión 3D que en 2014 se fabricó el primer vehículo impreso en 3D, creado por la compañía Local Motors con sede en Arizona, el coche fue impreso con un material sintético y reforzado con fibra de carbono, al cual posteriormente se le agregaron los elementos móviles.

Figura 9

Strati, automóvil impreso en 3D



Fuente: Plast (2014)

Otro caso de la aplicación de esta tecnología en el sector automotriz es la excavadora construida por el laboratorio nacional de Oak Ridge (ORNL), utilizando en su mayoría un polímero con fibra reforzada y acero al carbono. La figura 11 muestra la cabina de la excavadora la cual tomó solo 5 horas en ser construida (Pérez Buenrostro, 2017).

Figura 10

Cabina realizada mediante impresión 3D



Fuente: Industry (2017)

4.4.2. Impresión 3D de plantillas y herramientas

Las plantillas y herramientas son instrumentos que facilitan el proceso de ensamblaje para el conformado de un producto. Por lo general son personalizados ya que se diseñan en base a las necesidades de la aplicación, considerando que serán manipulados manualmente es importante la precisión geométrica, así como el peso, material y su ergonomía.

4.4.3. Tecnologías de impresión 3D

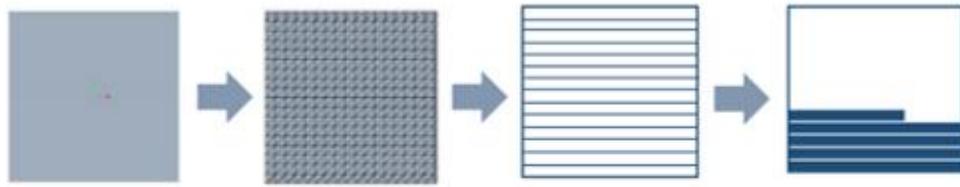
Existen diferentes tipos de tecnologías al momento de llevar a cabo la manufactura aditiva para la construcción de capas. En algunos casos se clasifican dichas tecnologías de acuerdo a la materia prima que se va a utilizar ya que los equipos pueden emplear: plástico, metales, materiales cerámicos, vidrio o incluso materiales compuestos. Así el concepto de tecnología que se utilice será diferente para cada aplicación.

4.4.4 Etapas previas a la impresión 3D

Para conseguir que un diseño digital se convierta en una pieza real de tres dimensiones es necesario pasar por una serie de etapas.

Figura 11

Etapas de procesamiento de información para impresión 3D



1. Modelo 3D 2. Mallado STL 3. Corte en capas 4. Construcción

Fuente: Pérez Buenrostro (2017)

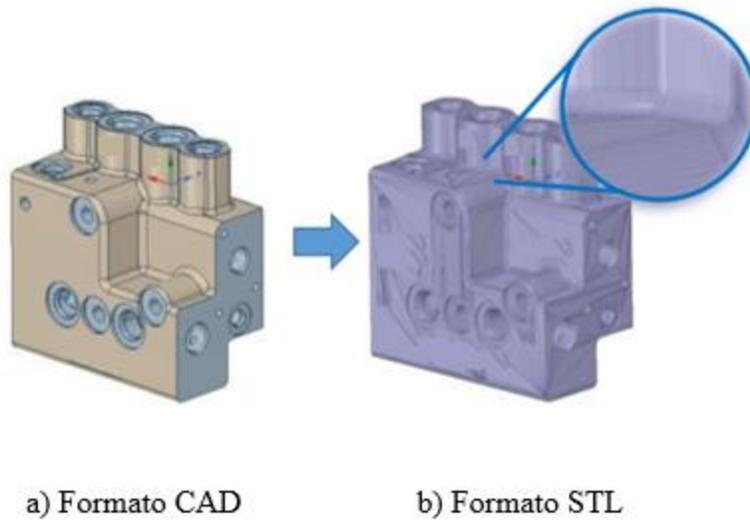
4.4.5 Lenguaje triangular estándar STL

La particularidad de este tipo de lenguaje es que solo contiene la superficie del modelo tridimensional, prescindiendo de cualquier otra característica del objeto ya sea color, textura o material. consiguiendo así reducir el peso computacional.

La figura #20 muestra dos formatos diferentes de un mismo archivo, por un lado, el tipo CAD, y por el otro el mismo modelo en STL (Pérez Buenrostro, 2017).

Figura 12

Comparación de un modelo 3D en formato CAD y STL



Fuente: Pérez Buenrostro (2017)

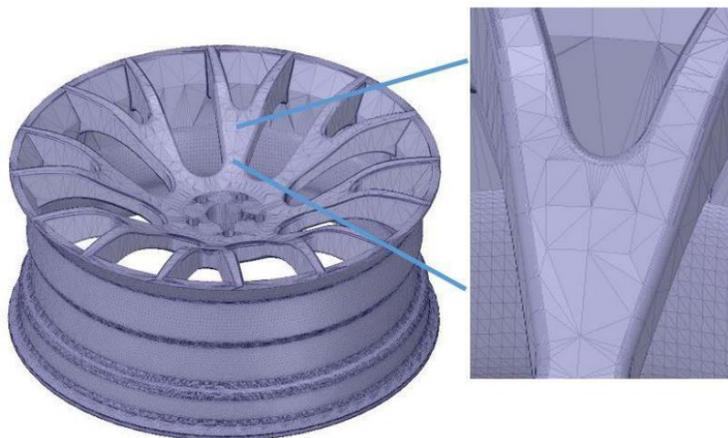
4.4.6 Mallado STL

El mallado STL es una aproximación de la geometría del modelo 3D, el cual crea una frontera de representación, de las caras del modelo, las cuales se cubren con figuras geométricas, específicamente con triángulos, utilizando un algoritmo de teselación.

La Figura #21 muestra el mallado STL de un modelo de rin, en la cual se observa la representación mediante triángulos a pesar de tener una geometría compleja.

Figura 13

Modelo de rin con mallado STL



Fuente: Pérez Buenrostro (2017)

5. CAPÍTULO II: DISEÑO DE LOS MODELOS AUTOMOTRICES A ESCALA

MEDIANTE EL SOFTWARE FUSION 360

5.1. Diseño de modelos a escala

Se definirá los modelos a diseñar mediante ponderación, considerando las características que permitan demostrar los conceptos que abarcan principalmente el conjunto perteneciente al tren motriz. Se establecerán las características generales de los modelos a diseñar de acuerdo al resultado obtenido en la tabla 1.

La tabla de ponderación que se ha creado da un puntaje de acuerdo a la comparación entre las opciones de cada sistema, el mismo que es multiplicado por las características más relevantes de cada uno. Para determinar el peso de dichas características se usa una escala del 1 al 10 siendo el 1 y el 10 la calificación más baja y más alta respectivamente. Mientras que para el peso de cada opción de los sistemas se ha usado una escala del 1, que es la calificación de menor peso, al 5 que es el de mayor peso.

Las características que se han considerado como las más indicadas para lograr el objetivo de conseguir un producto didáctico son:

- Fácil construcción. - Característica que implica que tan complejo es el ensamblaje de los vehículos al momento de demostrar los diferentes conceptos automotrices.
- Mejores prestaciones. - Considera que opción es la más viable para conseguir los mejores resultados de cada sistema.
- Mayor opción de cambios. - Hace referencia a cuantas variaciones permite realizar cada configuración de los sistemas.

- Mayor adaptabilidad. - Contempla que tan complejo puede ser adaptar un sistema con otro
- Productos sencillos y económicos. - Trata sobre la simplicidad de los elementos y el costo de su producción.

Tabla 1*Ponderación para el diseño de los modelos*

Ponderación para el diseño de los modelos automotrices						
Elementos		Alternativas				
Descripción	Peso	Fácil construcción	Mejores prestaciones	Mayor opción de cambios	Mayor adaptabilidad	Productos sencillos y económicos
Chasis rígido	3	10	7	3	3	9
Chasis desarmable	5	8	10	10	10	4
Transmisión multiplicadora de par	2	6	7	6	5	5
Transmisión desmultiplicador de par	5	6	9	8	7	5
Tracción a las 4 ruedas	5	5	10	8	9	6
Neumáticos de un solo labrado	1	8	5	5	3	9
Varios neumáticos con diferentes labrados	5	6	10	10	10	5
Total de puntos		151	235	206	202	146
Porcentaje alcanzado		43	67	58	57	41

Fuente: Construcción propia del autor

Así pues, para el chasis se considerará un diseño que contenga varios elementos con el fin de poder variar su ensamblaje para en la práctica poder modificar sus dimensiones y formas consiguiendo además cambiar la disposición en la distribución de pesos de los vehículos. Asimismo, durante el diseño de la transmisión se examinará cuáles son las mejores opciones para la disposición de sus elementos y de relación de transmisión para conseguir el par adecuado en las ruedas. En el diseño de estas últimas consideraremos principalmente el labrado y el tamaño del rin para conjuntamente con el par aplicado a las mismas se logre superar diferentes obstáculos.

5.2. Modelado Mediante Fusion 360

Se eligió el software Fusion 360 debido a que es necesario un formato específico para poder enviar un diseño a una impresora 3D, puesto que Fusio 360 nos permite guardar nuestros archivos en múltiples formatos como STL y OBJ cubriendo todas las necesidades de diseñadores industriales, combinando estética y funcionalidad.

Mediante este software conseguiremos libertad de diseño ya que Fusion 360 ofrece herramientas de diseño generativo para explotar múltiples resultados de fabricación que cumplen con las especificaciones de diseño que habremos definido.

5.3. Diseño de los neumáticos

Para elegir el tipo de neumático adecuado para nuestro proyecto hemos considerado los siguientes aspectos:

- Tipo de vehículo. Según el tipo de vehículo tendremos diferentes tamaños de neumáticos.

- El tipo de camino o superficie. Si tenemos una superficie agreste necesitaremos unos neumáticos con mayor labrado y por otro lado si la superficie es suave vamos a necesitar neumáticos con menor labrado.
- Agarre por adhesión. Mientras mayor sea la superficie de contacto mayor será la adhesión del neumático con la calzada.
- Tamaño del neumático. Entre los aspectos antes mencionados uno de los más importantes es el tamaño tanto de la cámara del neumático como el ancho de la banda de rodadura que mientras sea más ancha mayor será la superficie de contacto por lo que tendrá mejor adherencia al piso.

5.3.1. Alternativas de neumáticos

Como alternativas de neumáticos para que el proyecto tenemos 3:

- Neumático para mejorar el agarre en superficies agrestes con un labrado tipo 4x4.
- Neumático para superficies mixtas entre planas y pequeños obstáculos donde no se necesite un agarre fuerte.
- Neumático para superficies únicamente planas o de pista.

Figura 14*Neumáticos*

Fuente: Autor

5.3.2. Conceptos a enseñar sobre neumáticos

Los conceptos a enseñar sobre neumáticos tenemos la adherencia sobre cada tipo de calzada ya que los vehículos según su propósito están expuestos a diferentes tipos de caminos como, por ejemplo; asfalto, cemento, grava, tierra.

De igual manera vemos cómo afecta el tipo de labrado destinado a los diferentes caminos o superficies.

El ancho del neumático juega un papel fundamental al momento de determinar la adherencia al piso, de igual manera el alto del mismo mientras más alto sea tendrá mayor tracción en terrenos agrestes.

5.4. Motor

Para este proyecto el motor será la fuente que genere la energía mecánica y permita accionar los diferentes componentes, considerando que entre velocidad y torque necesitaremos principalmente torque ya que los modelos deben superar pruebas con obstáculos que demandarán una mayor tracción en las ruedas. Así pues se ha optado por un servomotor de la marca lego que si bien entrega altas rpm para nuestro cometido, se conseguirá una reducción y por ende elevar el par a través de un sistema de engranajes. El motor seleccionado posee las siguientes características:

- Retroalimentación taco métrica de un grado de precisión 160-170 RPM
- Rotación en movimiento de 20 N/cm
- Rotación estática de 40N/cm
- El software EV3 tiene Auto-ID

Figura 15

Servomotor Lego EV3



Fuente: Lego

5.4.1. Conceptos a enseñar sobre el motor

En cuanto al motor los principales conceptos que se explicarán con los modelos son referentes a la distribución de pesos y a las variaciones que sufren los vehículos respecto a las mismas. Con esto se realizarán demostraciones con el motor montado en la parte delantera, cuando este se encuentre en la mitad y cuando se posiciona en la parte posterior, analizando cómo varía la tracción y la configuración de todo el tren motriz a medida que este se encuentra más cerca o más lejos del tren motriz.

5.5. Diseño de la transmisión

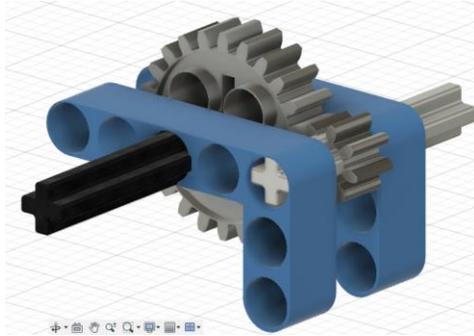
A continuación, se diseñarán los componentes del sistema de transmisión y se detallarán sus variantes y los conceptos que se enseñarán con ellas. Nos enfocaremos principalmente en la reducción de giro proveniente del motor para lo cual nos serviremos de un conjunto de engranajes que simularán la caja de cambios de un vehículo y de manera general se diseñarán los árboles de transmisión y el grupo de reducción final.

5.5.1. Diseño de la caja de cambios

En el diseño del conjunto variador de relación de transmisión se contempló 3 variantes mediante las cuales se demuestra las diferentes prestaciones que puede ofrecer un vehículo y que tipo de obstáculos puede superar, en las tres variantes la constitución de la caja de cambios básicamente se utilizarán dos piñones, el conductor que estará conectado al motor mediante un eje y el conducido que se conectara al diferencial mediante el árbol de transmisión, exceptuando la variante que brinda la tracción a las cuatro ruedas en la cual se añadirá un eje, un árbol de transmisión y un diferencial para conectarse con las ruedas delanteras.

Figura 16

Diseño en Fusion 360 de la constitución básica del conjunto variador



Fuente: Autor

5.5.1.1. Variantes del conjunto variador de relación de transmisión

Diseñaremos tres combinaciones de engranajes, de esta forma se cuenta con una combinación que multiplica las rpm provenientes del motor hacia las ruedas consiguiendo un aumento de velocidad, con esta variante se podrá observar que los obstáculos a superar no podrán ser de gran tamaño ya que existe una reducción del par en las ruedas, la relación de transmisión es de 0.83:1.

Figura 17

Diseño en Fusion 360 de piñones multiplicadores de rpm



Fuente: Autor

Asimismo, se tiene un conjunto variador de relación de transmisión con una relación de 5,4 :1 con la cual se podrá observar que los obstáculos a superar serán considerablemente mayores y, como es evidente, la velocidad del vehículo se reducirá.

Figura 18

Diseño en Fusion 360 de piñones multiplicadores de Par

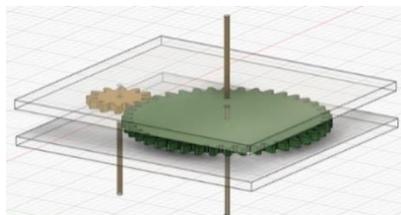


Fuente: Autor

Finalmente, para simular la caja de cambios tipo 4x4 se ha optado por una relación de 3:1 que, si bien es menor que la anterior, nos permitirá superar obstáculos mucho más complejos debido a que la tracción será distribuida a las 4 ruedas y no solamente a 2 y, de igual manera que la anterior se verá reducida la velocidad del vehículo.

Figura 19

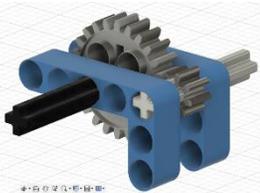
Diseño en Fusion 360 de piñones multiplicadores de par



Fuente: Autor

Tabla 2

Tabla comparativa de los piñones de transmisión

	Piñones multiplicadores de rpm	Piñones multiplicadores de Par	Multiplicadores de par
			
Número de dientes piñón conductor	8	8	8
Número de dientes piñón conducido	24	40	24
Relación de transmisión r/t	0,33:1	5:1	3:1
Ganancia de par o rpm	rpm	par	par
Salidas de trabajo	1	1	2

Fuente: Construcción propia del autor

5.5.1.2. Conceptos a enseñar sobre la caja de cambios

Mediante los engranajes que simulan la caja de cambios se consigue exponer conceptos como el de relación de transmisión mediante el cual se explica la variación de par y velocidad que se puede conseguir del giro del cigüeñal. Asimismo, se puede demostrar que con dicha variación se consigue satisfacer las necesidades según el tipo de vehículo y la superficie de contacto de los neumáticos.

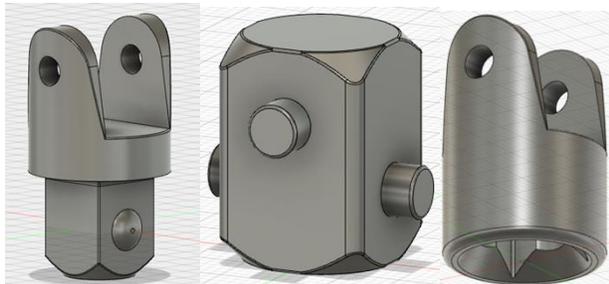
5.5.2. Diseño de ejes de transmisión

Para la transmisión de movimiento desde la caja de cambios hacia las ruedas se emplean dos juntas cardan y un árbol de transmisión. Así pues, continuaremos con el diseño de las juntas cardan.

Las cuales comparten el mismo diseño tanto para la conexión con la caja de cambios como para la conexión con el diferencial.

Figura 20

Diseño en Fusion 360 de los componentes de la junta cardan



Fuente: Autor

Figura 21

Ensamblaje de la junta cardan

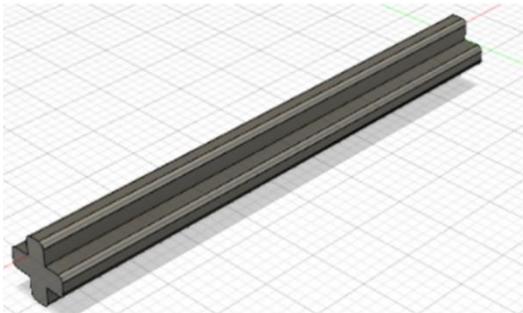


Fuente: Autor

El árbol de transmisión por lo general se encuentra construido de un tubo en nuestro caso para efectos de acoplamiento se lo diseñó como un perfil +, por otra parte, tendrá algunas variantes con el objetivo de adaptarse a las variaciones del chasis así, tendremos tres árboles de transmisión uno largo uno corto y una para transmitir la tracción a las ruedas delanteras al momento de usar la caja tipo 4x4.

Figura 22

Árbol de transmisión



Fuente: Autor

5.5.2.1. Conceptos a enseñar sobre el árbol de transmisión

El mecanismo del árbol de transmisión nos permitirá enseñar el funcionamiento de la junta cardan y como la misma puede transmitir el giro entre dos elementos que no se encuentran alineados.

5.5.3. Diseño Diferencial

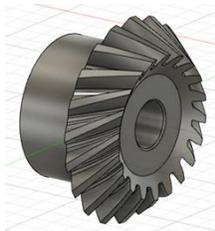
Se diseñará un grupo de reducción final para conseguir cambiar el giro proveniente del motor hacia las ruedas y también para conseguir una última desmultiplicación. El diseño del grupo diferencial consta de un piñón de ataque, un piñón corona y dos satélites.

5.5.3.1. Variantes del diferencial

En el caso del último mecanismo reductor tendremos dos variantes de diferencial una en la que contaremos únicamente con un piñón de ataque y una corona; elementos que nos servirán para demostrar cómo se consigue el cambio de giro longitudinal a transversal.

Figura 23

Diseño del piñón de ataque



Fuente: Autor

Figura 24*Diseño de la corona*

Fuente: Autor

La otra variante tendrá la configuración completa de una diferencial con lo que logra demostrar como el mecanismo permite que las ruedas motrices giren a distintas velocidades.

5.5.3. Conceptos a enseñar sobre el diferencial

Gracias al diferencial explicaremos cómo se produce el cambio de giro longitudinal proveniente del motor a transversal en las ruedas. Además, se puede mostrar el comportamiento del diferencial cuando una de las ruedas pierde adherencia.

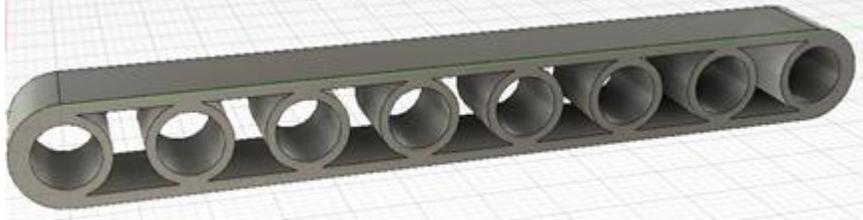
5.6. Diseño del bastidor

Para el diseño del bastidor debemos tener en cuenta ciertas consideraciones tales como:

Debe tener rigidez para evitar deformaciones o rupturas con las diferentes cargas que se le vayan aplicar en distintos puntos del mismo.

Tanto su fabricación y el material debe ser económicamente viable, mismo que se optó por la impresión 3D y su material plástico.

El bastidor posee puntos de anclaje a lo largo de su estructura puesto que sobre el mismo serán montados los demás componentes del vehículo.

Figura 25*Diseño del bastidor*

Fuente: Autor

5.6.1. Variantes del bastidor

En cuanto a las variantes en el bastidor tendremos la opción de cambiar la batalla del vehículo ya que disponemos de agujeros para las salidas de los ejes en diferentes distancias las cuales nos permiten mejorar la estabilidad del mismo en diferentes pendientes que el vehículo pueda experimentar.

Así mismo mediante los ejes de salida a las ruedas podemos cambiar el ancho de vía del mismo que nos ayuda a tener mejor estabilidad puesto que un vehículo con un ancho de vía muy pequeño y un alto considerable tiende a ser inestable considerando que nuestro prototipo carece de suspensión.

Al mismo tiempo que variamos la batalla del vehículo podemos jugar con la distribución de pesos sobre el mismo y verificar la eficacia de tracción o propulsión.

5.6.2. Conceptos a enseñar sobre el bastidor

El material del cual es diseñado el bastidor debe ser resistente sin que sufra mayores deformaciones el momento de que se le aplique diferentes cargas, así como también su estructura debe ser ligero de peso por lo que se ha diseñado una estructura con vacíos para optimizar el uso del material.

El bastidor debe ser construido con una estructura sencilla haciendo fácil y económico el diseño y su posterior construcción.

El peso del bastidor debe ser ligero puesto que un material pesado implica que los demás componentes deben ser robustos para que soporten mayor torque y se pueda movilizar el vehículo.

El bastidor debe tener buena resiliencia para soportar ciertos golpes y no sufrir deformaciones permanentes.

6. CAPÍTULO III: CONSTRUCCIÓN DE LOS MODELOS AUTOMOTRICES

6.1. Selección de los neumáticos

Debido a los materiales que conforman un neumático se optó por adquirir los mismos cada uno con diferentes características los mismos que tendrán un acople para poder intercambiarlos de manera interactiva y rápida.

Figura 26

Neumático de goma



Fuente: Autor

Figura 27

Neumático de plástico



Fuente: Autor

6.2. Construcción de la caja

Para la construcción y ensamblaje de la primera variante de la caja de cambios contamos con el piñón conductor y el piñón conducido. Además, tenemos dos ejes para comunicar la caja tanto con el motor como con el árbol de transmisión, así también poseemos dos piezas longitudinales con orificios para acoplar los piñones conjuntamente con los ejes y al mismo tiempo dar solidez y conseguir fijar la caja al chasis. De esta manera la construcción y ensamblaje se produce de la siguiente forma: asentamos los dos piñones sobre una de las piezas longitudinales y las fijamos mediante los ejes, luego para encerrar y dar mayor solidez a los piñones anteponemos otra pieza longitudinal quedando los piñones atrapados entre ambas piezas, posteriormente fijamos las piezas longitudinales al chasis mediante uniones y finalmente conectamos los ejes antes mencionados tanto al motor como al árbol de transmisión.

Figura 28

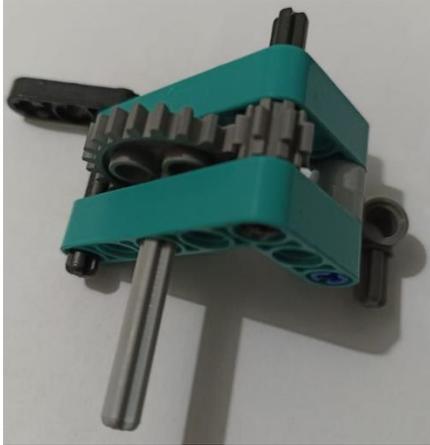
Elementos que conforman el grupo reductor de rpm



Fuente: Autor

Figura 29

Grupo reductor de rpm ensamblado

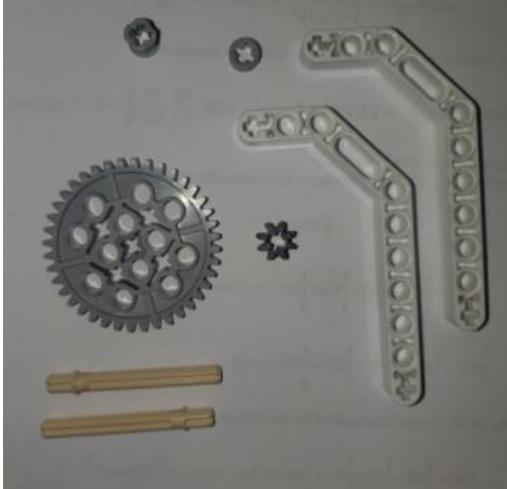


Fuente: Autor

En la segunda variante considerando las mismas características que permiten acoplar y comunicar los piñones se mantendrán los elementos en donde se instalan los piñones siendo estos los únicos que variarán en cuanto al número de dientes. El ensamblaje será similar al anterior obteniendo así dos piñones en medio de dos piezas longitudinales que se comunican tanto con el motor como con el diferencial mediante ejes y se fijan al chasis mediante uniones.

Figura 32

Grupo multiplicador de par



Fuente: Autor

Figura 33

Grupo multiplicador de par ensamblado



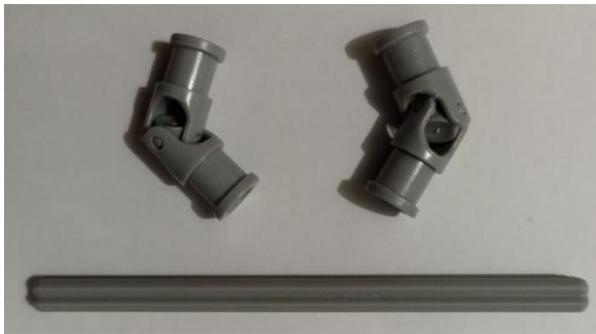
Fuente: Autor

6.3.Construcción del árbol de transmisión

Una vez obtenidos los ejes y las juntas cardán el ensamblaje de los mismos es muy sencillo, se trata simplemente de unir cada extremo del eje o árbol de transmisión a una junta cardan la misma que luego se acoplara tanto a la salida de la caja como al diferencial. La diferencia que observaremos en las variantes del árbol de transmisión es específicamente la longitud del eje principal.

Figura 34

Elementos que conforman el árbol de transmisión



Fuente: Autor

Figura 35

Árbol de transmisión



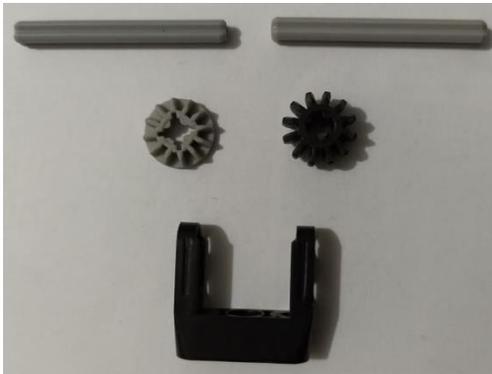
Fuente: Autor

6.4.Construcción del diferencial

Para la primera opción del diferencial acoplamos un eje al piñón de ataque el cual engrana con el piñón corona y los dos están acoplados en una pieza con forma de u para poder acoplar en cada lado el eje que comunica el movimiento a las ruedas.

Figura 36

Elementos del diferencial básico



Fuente: Autor

Figura 37

Diferencial básico

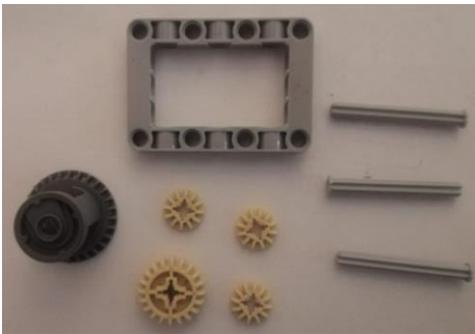


Fuente: Autor

La segunda opción posee una caja para portar los piñones satélites la misma que tiene integrado el piñón corona así pues en esta se acoplan los satélites y engrana el piñón de ataque que está conectado con un eje al árbol de transmisión, mientras que de cada satélite se acopla un eje para comunicarse con cada una de las ruedas.

Figura 38

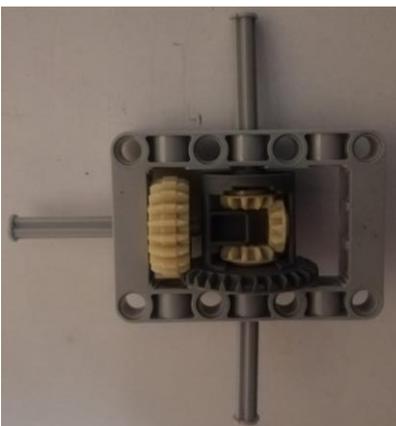
Elementos del diferencial



Fuente: Autor

Figura 39

Diferencial



Fuente: Autor

6.5.Construcción del Bastidor

Para la construcción del bastidor nos guiaremos de bloques antes diseñados con ciertos acoples que nos sirven para unir los bloques y de esta manera conseguimos diferentes longitudes en los bastidores de los prototipos.

Figura 40

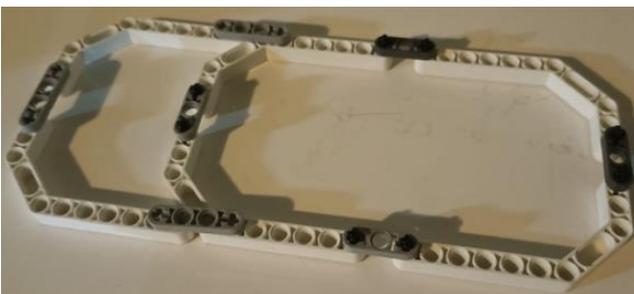
Elementos del Bastidor



Fuente: Autor

Figura 41

Bastidor



Fuente: Autor

6.6. Ensamblaje de los modelos automotrices

El primer modelo está constituido por el bastidor, el conjunto variador de transmisión multiplicador de par con una sola salida, una junta cardan y un diferencial básico. A esta configuración se la puede combinar con las tres variantes de neumáticos y además se puede variar la disposición de los demás elementos que conforman el tren motriz.

Figura 42

Modelo automotriz 1



Fuente: Autor

En el segundo modelo contamos con el bastidor, el conjunto variador de transmisión que menor multiplicación de par ofrece, una junta cardan y un diferencial básico. De igual forma se pueden adaptar los tres tipos de neumáticos y variar la disposición de los elementos.

Figura 43

Modelo automotriz 2



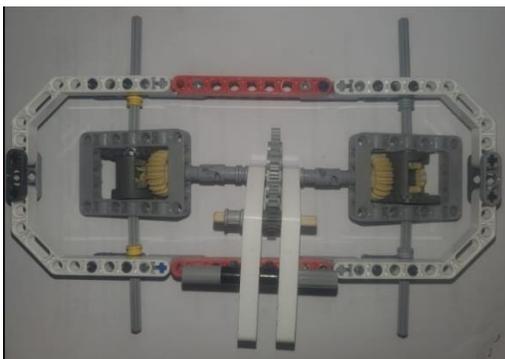
Fuente: Autor

En el tercer modelo contamos con el bastidor relativamente más grande que los anteriores y se debe a que este vehículo es 4x4, el conjunto de su transmisión desmultiplica su velocidad al mínimo.

Este bastidor está equipado con 2 diferenciales, uno en cada eje y de la misma manera que en los modelos anteriores se puede modificar su batalla.

Figura 44

Modelo con tracción en las cuatro ruedas



Fuente: Autor

7. CAPÍTULO IV: GUÍA DIDÁCTICA PARA EL CORRECTO USO DE LOS MODELOS

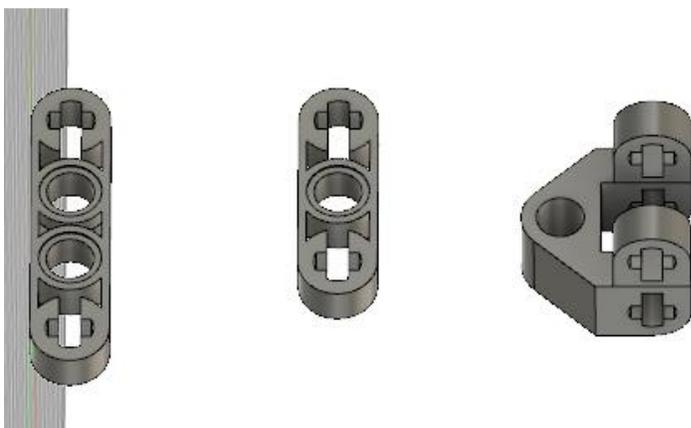
En la presente guía se definirán cuáles son los elementos que conforman cada uno de los diferentes sistemas automotrices, además de establecer cuál es el proceso de ensamblaje de cada uno de ellos. Así mismo se recomendarán ciertos cambios o modificaciones que se pueden realizar en los modelos con el fin de evidenciar cómo influyen dichas modificaciones en el funcionamiento de un vehículo.

7.1. Ensamblaje del bastidor

Para realizar el ensamblaje del chasis tenemos acoples que nos permiten realizar variaciones en el mismo, de tal manera que se pueda modificar su ancho como también su largo de una manera fácil y rápida.

Figura 45

Acoples para el chasis



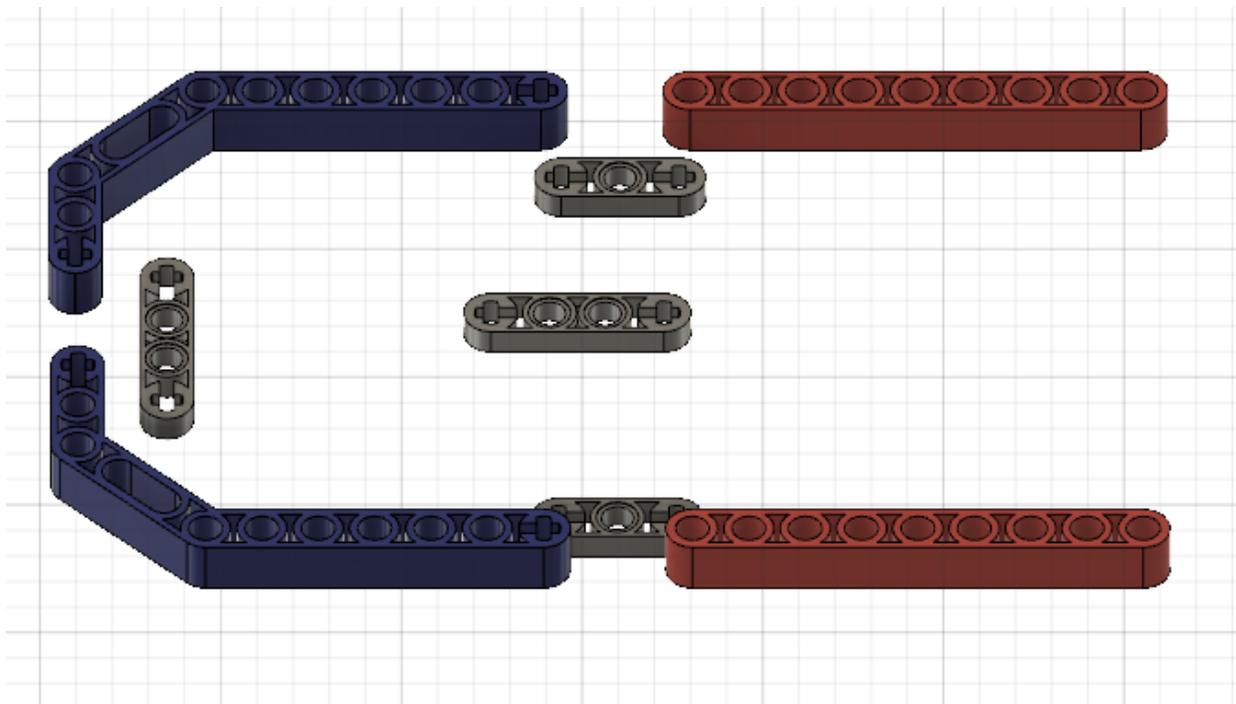
Fuente: Autor

7.1.1. Posibles variaciones en el bastidor

Para el ensamblaje del bastidor usaremos las piezas que se muestran a continuación pudiendo variar su ancho como su largo según la necesidad.

Figura 46

Ensamblaje del bastidor



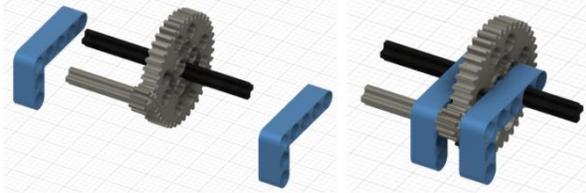
Fuente: Autor

7.2. Ensamblaje de la caja cambios

En las tres variantes el proceso de armado será básicamente el mismo puesto que los elementos de soporte y los ejes de movimiento tienen las mismas características, siendo únicamente los piñones los que varían además de un eje más largo en el caso del conjunto con dos salidas de movimiento. Así el ensamblado de los conjuntos comienza con una pieza para el soporte de los demás elementos en la cual se fijan los ejes seguidos de cada piñón y posteriormente se aseguran con otra pieza de soporte, hay que considerar, para la adaptación del motor que el piñón más pequeño siempre será el piñón conductor.

Figura 47

Ensamblaje básico del conjunto variador



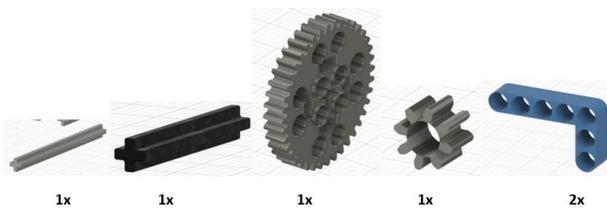
Fuente: Autor

7.2.2. Variaciones en la caja de cambios

En la primera combinación utilizaremos un eje de 28mm de largo, uno de 39mm, un piñón de 40 dientes, otro de 8 dientes y dos soportes para dichos elementos.

Figura 48

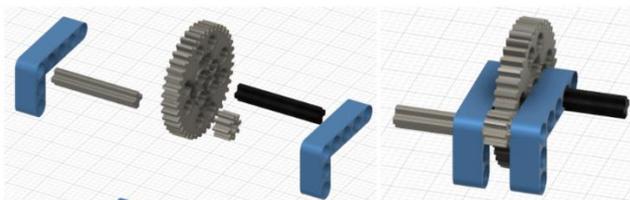
Elementos para el primer conjunto



Fuente: Autor

Figura 49

Secuencia de ensamblaje para el primer conjunto

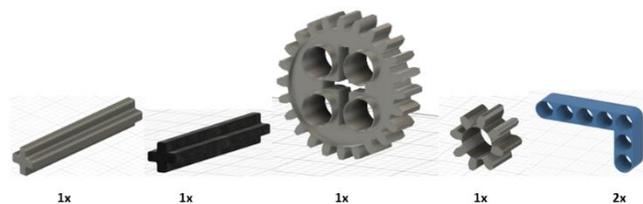


Fuente: Autor

Para la segunda variante utilizaremos un eje de 28 mm, uno de 39 mm, un piñón de 24 dientes y otro de 8 dientes, además de los soportes del conjunto.

Figura 50

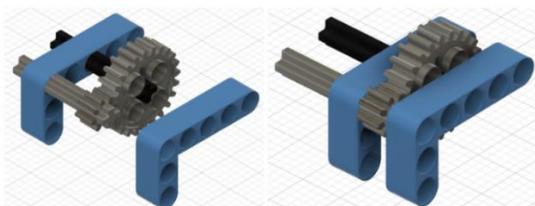
Elementos que constituyen el tercer conjunto



Fuente: Autor

Figura 51

Secuencia de ensamblaje para el último conjunto

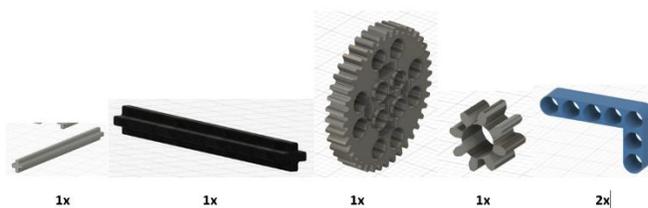


Fuente: Autor

En la última variante el único elemento que se cambiará con respecto a la primera será el eje de salida de movimiento para conseguir transmitir el movimiento a las cuatro ruedas, así para este caso utilizaremos un eje de 48 mm de largo, mientras que los demás componentes se mantendrán.

Figura 52

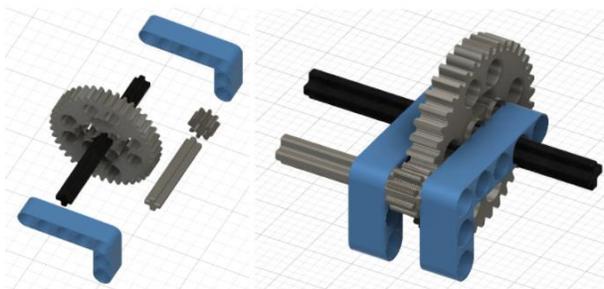
Elementos que conforman el segundo conjunto



Fuente: Autor

Figura 53

Secuencia de ensamblaje para el segundo conjunto



Fuente: Autor

7.3. Ensamblaje de árbol de transmisión

El conjunto que conforma el árbol de transmisión es relativamente simple ya que se compone de un eje y una junta cardan. Así para su ensamblaje bastará con acoplar estos dos elementos, y posteriormente se fijarán al conjunto variador de relación de transmisión y al diferencial.

Figura 54

Árbol de transmisión básico



Fuente: Autor

7.3.1. Variantes del árbol de transmisión

En la primera disposición del árbol de transmisión observamos la clásica composición del mismo, así pues, tomaremos dos juntas cardán las cuales se acoplan al eje en sus extremos y posteriormente podrán comunicarse con el conjunto variador y con el diferencial.

Figura 55

Elementos para el primer árbol de transmisión



Fuente: Autor

Figura 56

Secuencia de ensamblado para el árbol de transmisión



Fuente: Autor

Para la segunda variante utilizaremos únicamente una junta cardán la cual conectará de forma directa el eje del conjunto variador y el eje del diferencial.

Figura 57

Elementos que componen el segundo árbol de transmisión



Fuente: Autor

Figura 58

Secuencia de ensamblaje para el último árbol de transmisión



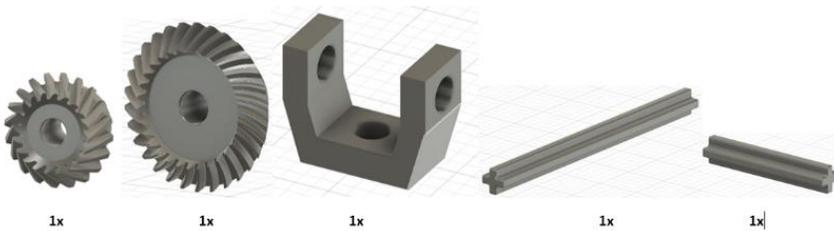
Fuente: Autor

7.4. Ensamblaje del diferencial y neumáticos

Para la versión simplificada del diferencial usaremos un elemento para soportar los elementos un eje para el piñón conductor y otro más largo para la salida de movimiento, además por supuesto del piñón de ataque y el piñón corona.

Figura 59

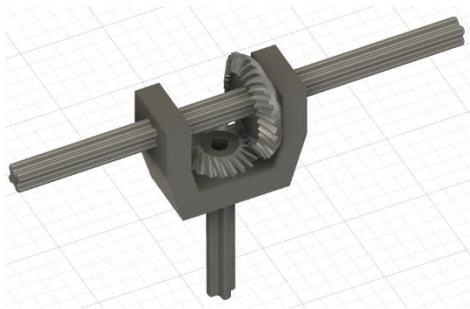
Elementos que constituyen el diferencial simplificado



Fuente: Autor

Figura 60

Ensamblaje del diferencial simplificado

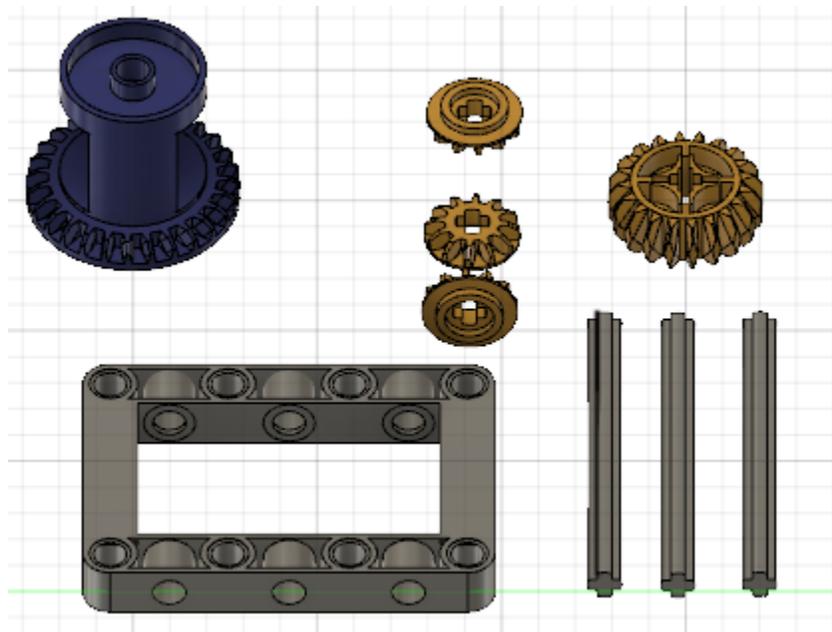


Fuente: Autor

Para la versión de un diferencial completo usaremos un cuadro rígido que soporta todos los elementos del diferencial tales como el piñón de ataque, los satélites y paliers que conducen el movimiento hacia las ruedas.

Figura 61

Cuadro rígido del diferencial 4x4

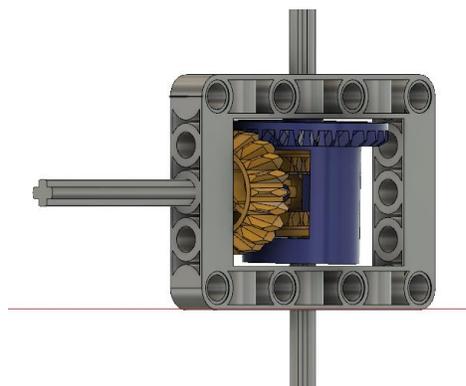


Fuente: Autor

Así mismo tenemos los piñones que van realizar el cambio de dirección del giro del eje.

Figura 62

Diferencial armado con su entrada y salidas



Fuente: Autor

8. RESULTADOS

Los resultados de este proyecto demuestran cómo funciona el tren de fuerza motriz de un vehículo permitiendo analizar el comportamiento mecánico y los conceptos automotrices que se aplica en cada uno de sus componentes además los cambios que sufre tras modificar uno de ellos; sin embargo, el principal resultado de este proyecto es poder transmitir de manera didáctica lo que es y se hace en ingeniería automotriz puesto que el resultado físico resulta amigable y sencillo facilitando la comunicación de los conceptos automotrices.

Por otra parte, desde el punto de vista técnico arroja buenos resultados, de manera general el resultado es un producto sólido resistente y de fácil manipulación, de la misma manera su funcionamiento permite superar diversas situaciones para las cuales el usuario podrá probar diversas modificaciones.

A continuación, se muestran algunos resultados que se pueden obtener al momento de utilizar los modelos automotrices. Por ejemplo, podemos probar cual es la pendiente máxima que pueden superar, así en una sola prueba se consigue observar la aplicación de diferentes conceptos automotrices como son la adherencia, el par, la relación de transmisión, la distribución de pesos entre otros.

En la siguiente tabla se muestran las diferentes pendientes que pueden superar los modelos dependiendo de las combinaciones con las que se configure. En esta tabla se encuentran denominados como CVRT al conjunto variador de relación de transmisión.

Tabla 3

Tabla comparativa entre las combinaciones y la pendiente máxima

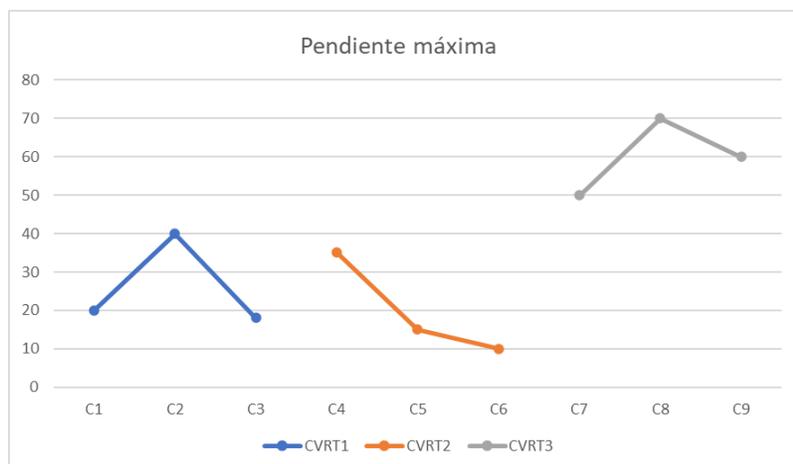
Prueba de pendiente máxima									
	Combinación								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
CVRT 1	X	X		X					
CVRT 2			X		X	X			
CVRT 3							X	X	X
Neumáticos 1					X	X			
Neumáticos 2			X	X					X
Neumáticos 3	X	X					X	X	
Propulsión		X	X		X				
Tracción	X			X		X			
Diferencial 1	X	X				X			
Diferencial 2			X	X			X	X	
4X4								X	X
Pendiente máxima °	20	40	35	18	15	10	50	70	60

Fuente: Construcción propia del autor

En la siguiente imagen se observa como varía el valor de la pendiente máxima de acuerdo a la adherencia, a la relación de transmisión, la distribución de pesos y las ruedas motrices.

Figura 63

Gráfica pendiente máxima vs configuraciones



Fuente: Autor

El resultado práctico de ser versátil y sencillo permite que, con estas combinaciones, aunque no las únicas, los modelos puedan superar obstáculos de diferentes tamaños de acuerdo a la configuración del modelo, así como también permite modificar el bastidor y los neumáticos. De esta manera las pruebas a las que se puede someter el proyecto quedan en la creatividad del usuario.

9. CONCLUSIONES

El presente trabajo permitió evidenciar cómo influyen sobre la marcha de un vehículo conceptos como los de relación de transmisión, la adherencia de los neumáticos, el ancho de vía, la distribución de pesos, la tracción parcial o completa, entre otros conceptos afines al conjunto automotriz conocido como tren motriz. Variaciones mediante las cuales se pudo conocer en primera instancia las limitaciones que presenta el vehículo y cómo puede superar las mismas aplicando los conceptos antes mencionados.

Es muy importante la utilización de software como es el fusion 360 para el diseño y modelado de los diferentes componentes que conforman la estructura de este trabajo.

Así también pudimos conocer y aprender el modelado e impresión 3D resultando ser una herramienta muy práctica y amigable al momento de crear elementos, siendo tal vez la única observación en contra el tiempo que lleva en imprimir los elementos.

Mediante la guía didáctica se pretende dar a conocer cada una de las partes de este prototipo para su correcto manejo puesto que este material va a ser usado por jóvenes o niños que no conocen los conceptos automotrices.

10. RECOMENDACIONES

Al momento de utilizar los modelos automotrices es recomendable partir siempre del modelo básico del chasis, con el fin de agilizar el armado y el cambio de los elementos.

Es importante revisar el número de elementos que conforman los kits para cada modelo, al inicio y al terminar las demostraciones.

Se pueden realizar modificaciones en los archivos .stl en caso de requerir una forma especial sobre todo en la estructura del chasis.

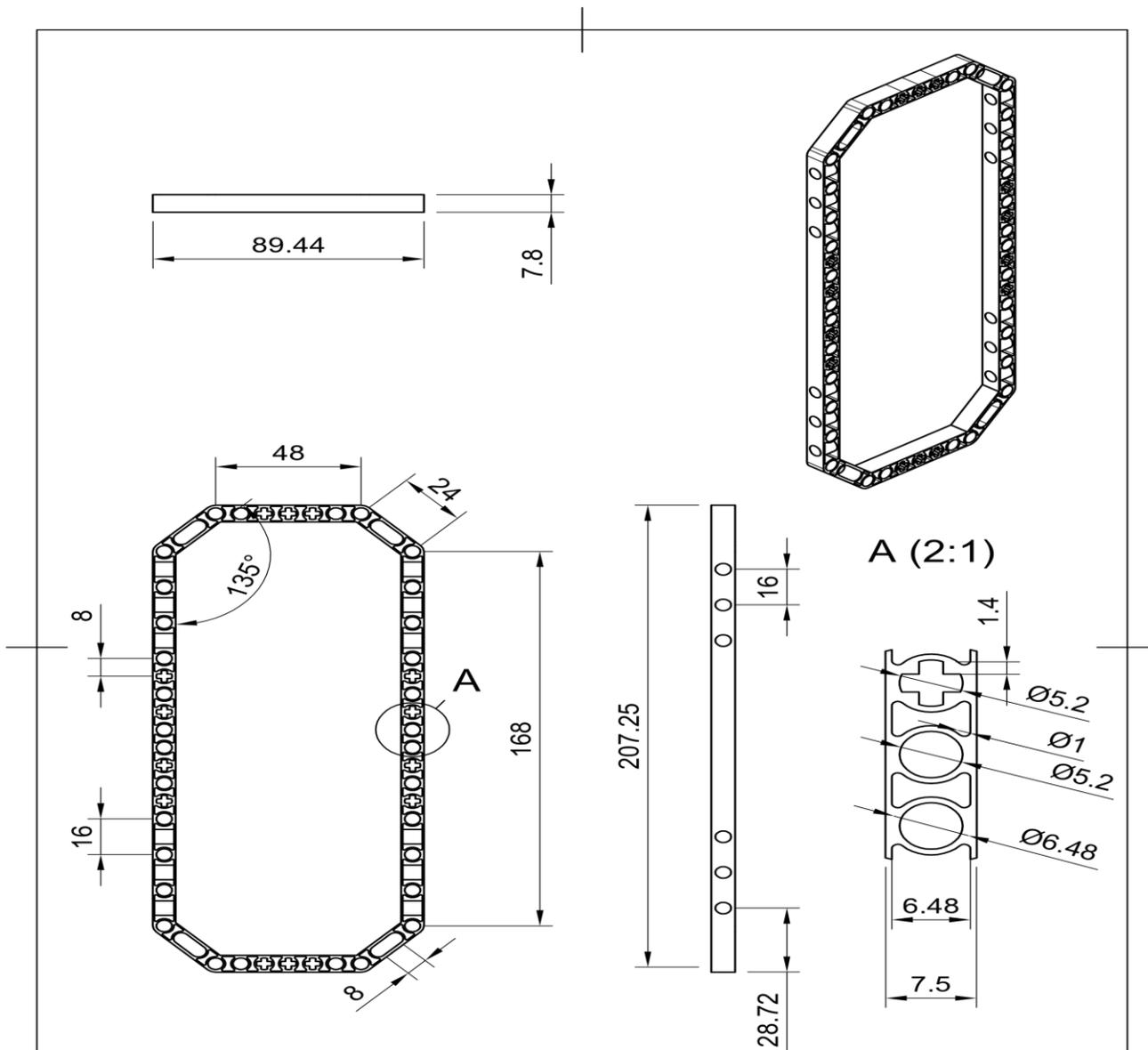
Si se van a reproducir los elementos mediante impresión 3D es fundamental revisar el formato del archivo el cual debe ser transformado a un formato .gcode que fue el que usamos en nuestro caso, asimismo para obtener una mayor calidad en cuanto al acabado de las piezas se recomienda imprimir a una velocidad no mayor a 50mm/s y con una boquilla de extrusión 0.4mm.

11. BIBLIOGRAFÍA

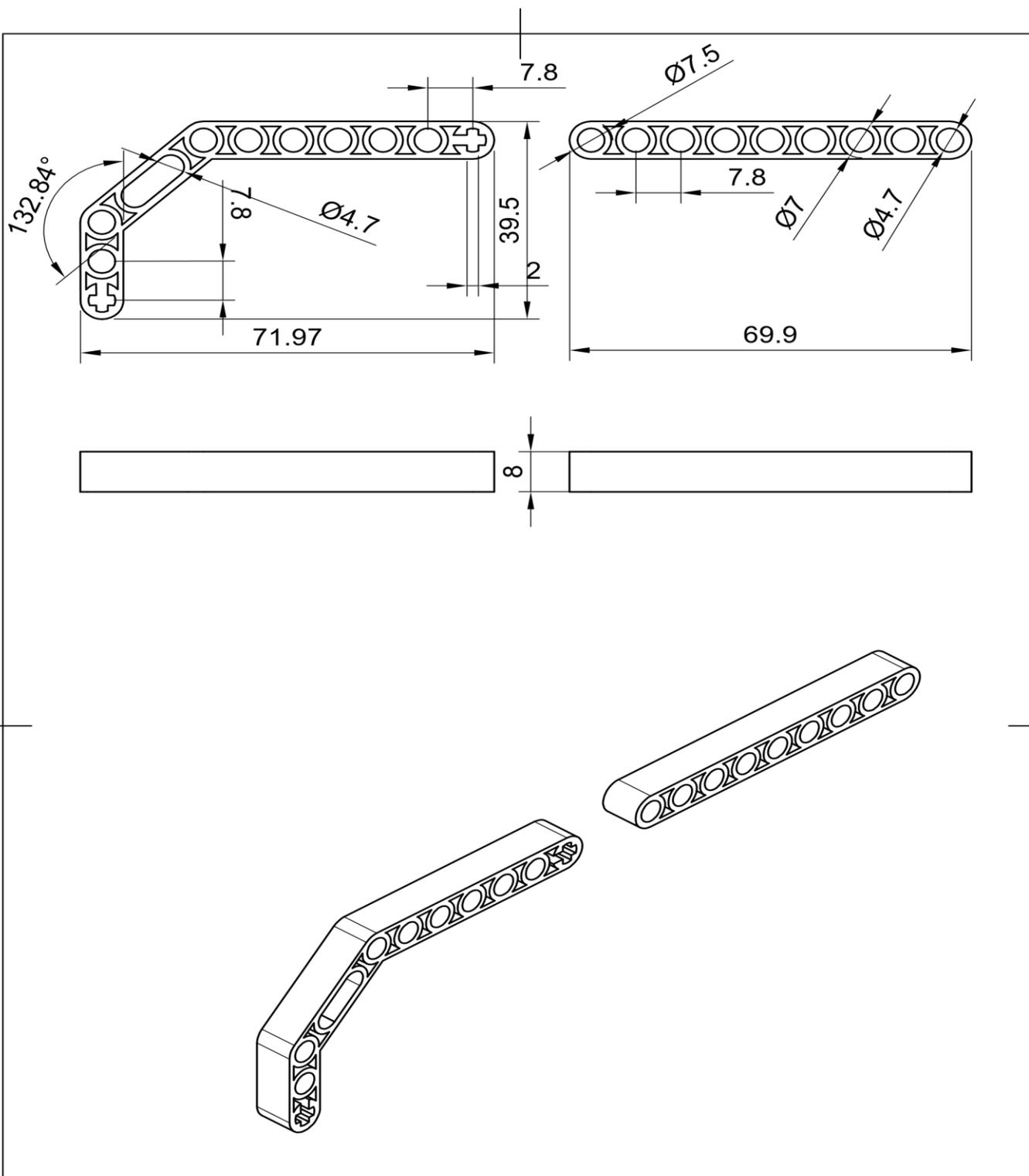
- Benjamin, R. S., Araceli, M. I., & Emilio, C. G. (2012). Elaboración de un prototipo didactico para el desarrollo de competencias en jóvenes de bachillerato. *Innovación Educativa*.
- Camarena Lillo, F. (s.f.). *DISEÑO DEL EMBRAGUE DE UN VEHÍCULO*. Obtenido de <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/13717>
- ENSEÑANZA, M. D. (2008). *Maria Davini*. Buenos Aires: Santillana.
- Industry, P. (16 de mayo de 2017). *Project A&E the 3D printed excavator showcased in Las Vegas - 3D Printing Industry*. Obtenido de [3dprintingindustry.com: https://3dprintingindustry.com/news/project-ame-3d-printed-excavatorshowcased-las-vegas-107482/](https://3dprintingindustry.com/news/project-ame-3d-printed-excavatorshowcased-las-vegas-107482/). [Accesado: 16-Mayo-2017]
- Perez Buenrostro, C. A. (Septiembre de 2017). *UANL*. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/17832/1/1080251206.pdf>
- Pérez Buenrostro, C. A. (17 de diciembre de 2019). *eprints.uanl.mx*. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/17832>
- Plast, R. (2014). *Carbon fibre car demonstrates potential of 3D printing* (Vol. 58).
- SAMANIEGO CASTRO., R. (2009). *ANÁLISIS DE FUERZAS DEL TREN MOTRIZ EN VEHÍCULOS PESADOS*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18690/1/UPS-CT008744.pdf>
- SILVA ORTIZ, Á. V. (7 de JULIO de 2009). *SPOCH*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/271/3/15T00422.pdf>
- Wittrock, M. C. (1989). *Handbook of Research on Teaching*. Nueva York: Paidós Educador.

12. ANEXOS

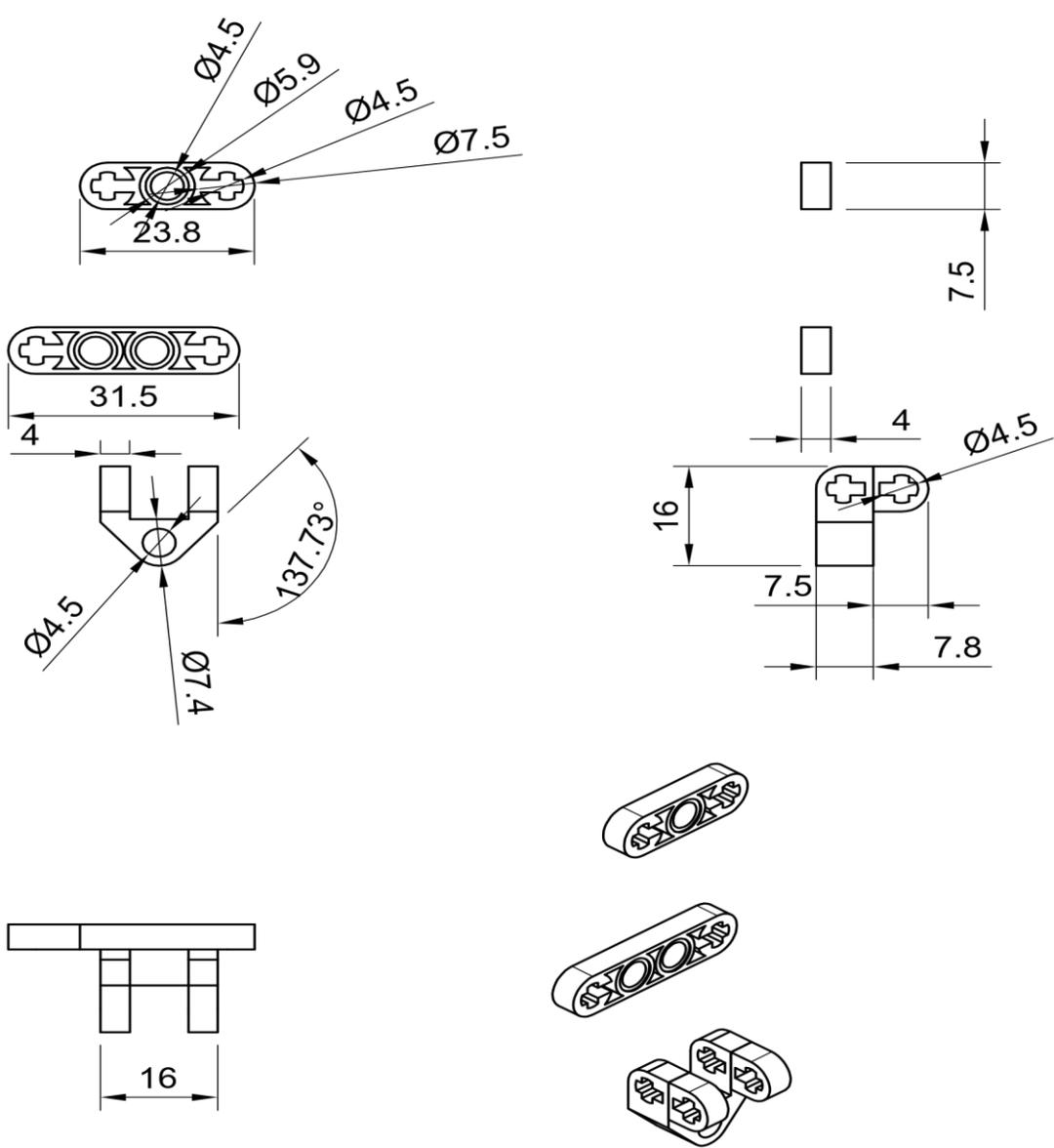
En los próximos tres planos observaremos los planos de los elementos que componen el bastidor.



Dept. Ing. Automotriz	Technical reference Impresión 3D	Created by Vergara & Zhumi enero 2022	Approved by Ing. Jorge Fajardo M. Febrero 2022
		Document type Planos para impresión 3D	Document status Aprobado
		Title Bastidor	DWG No. 2
Rev. 1	Date of issue marzo 2022	Sheet 1/1	

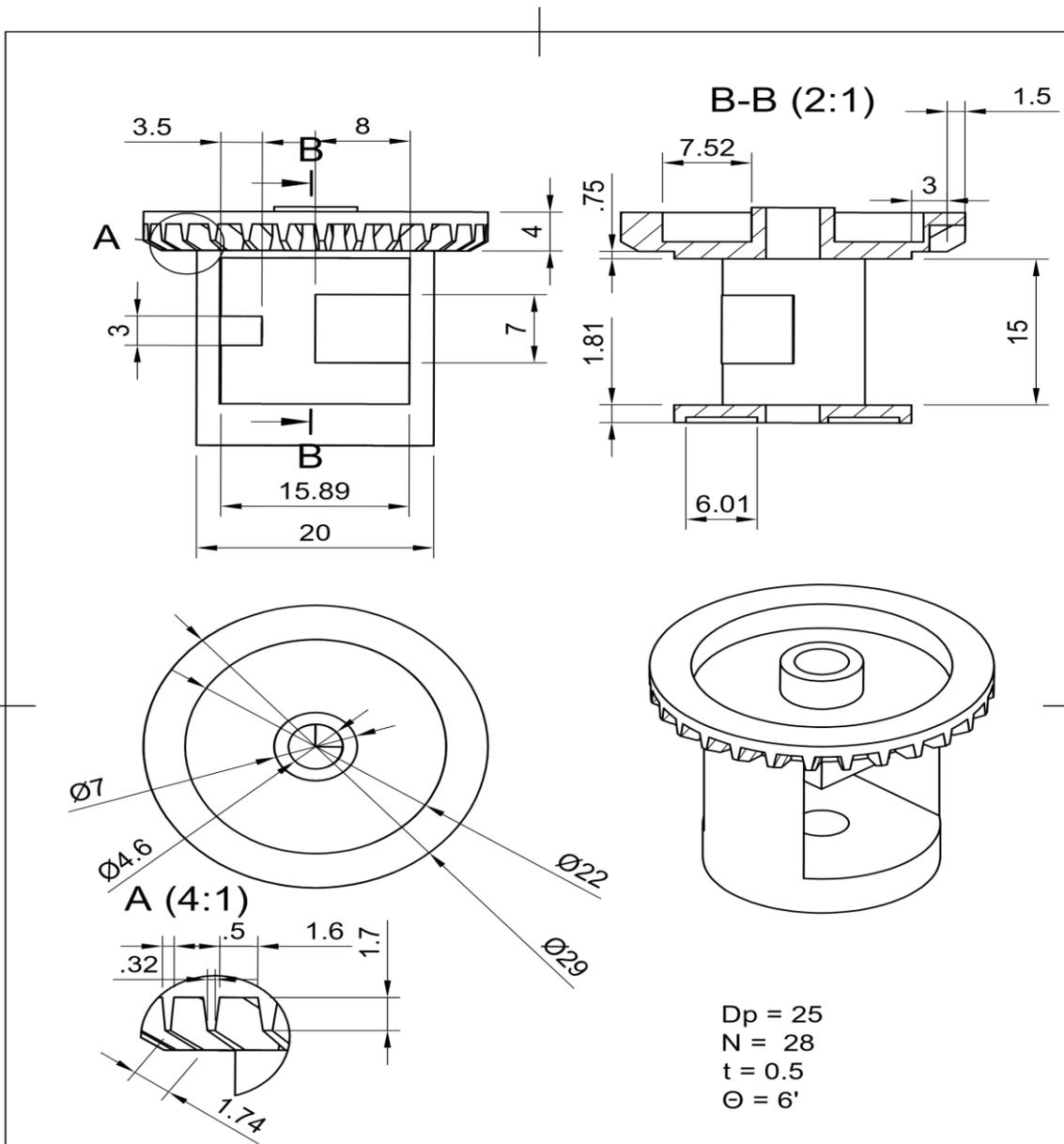


Dept. Ing. Automotriz	Technical reference Impresión 3D	Created by CRISTIAN ZHUMI enero 2022	Approved by Ing. Jorge Fajardo Febrero 2022
		Document type Planos para impresión 3D	Document status Aprobado
		Title Bastidor	DWG No. 10
		Rev. 1	Date of issue Marzo 2022
		Sheet 1/1	

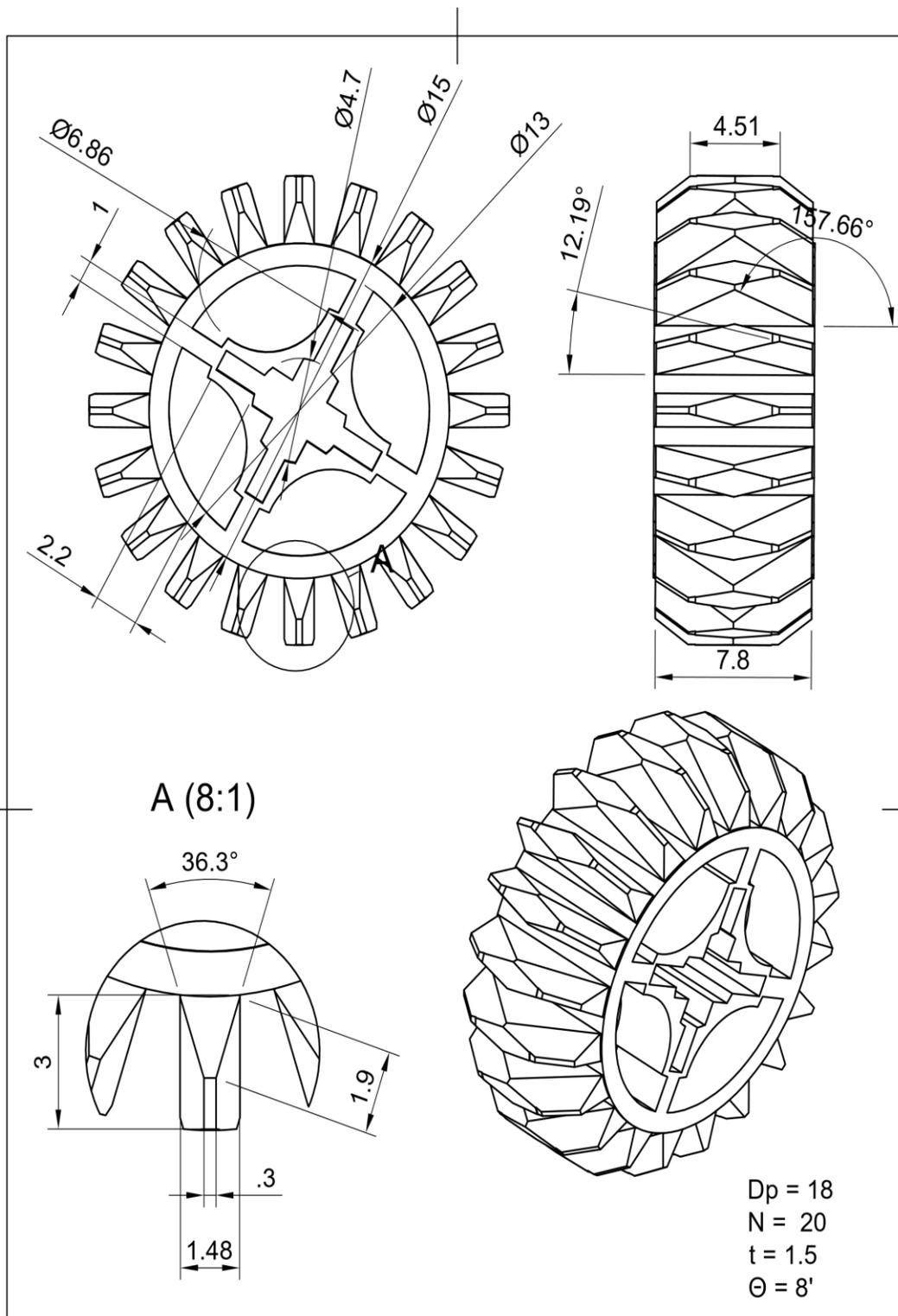


Dept. Ing. Automotriz	Technical reference Impresión 3D	Created by Vergara & Zhumi enero 2022	Approved by Ing. Jorge Fajardo M. Febrero 2022
		Document type Planos para impresión 3D	Document status Aprobado
		Title Uniones Chasis	DWG No. 6
		Rev. 1	Date of issue Marzo 2022
		Sheet 1/1	

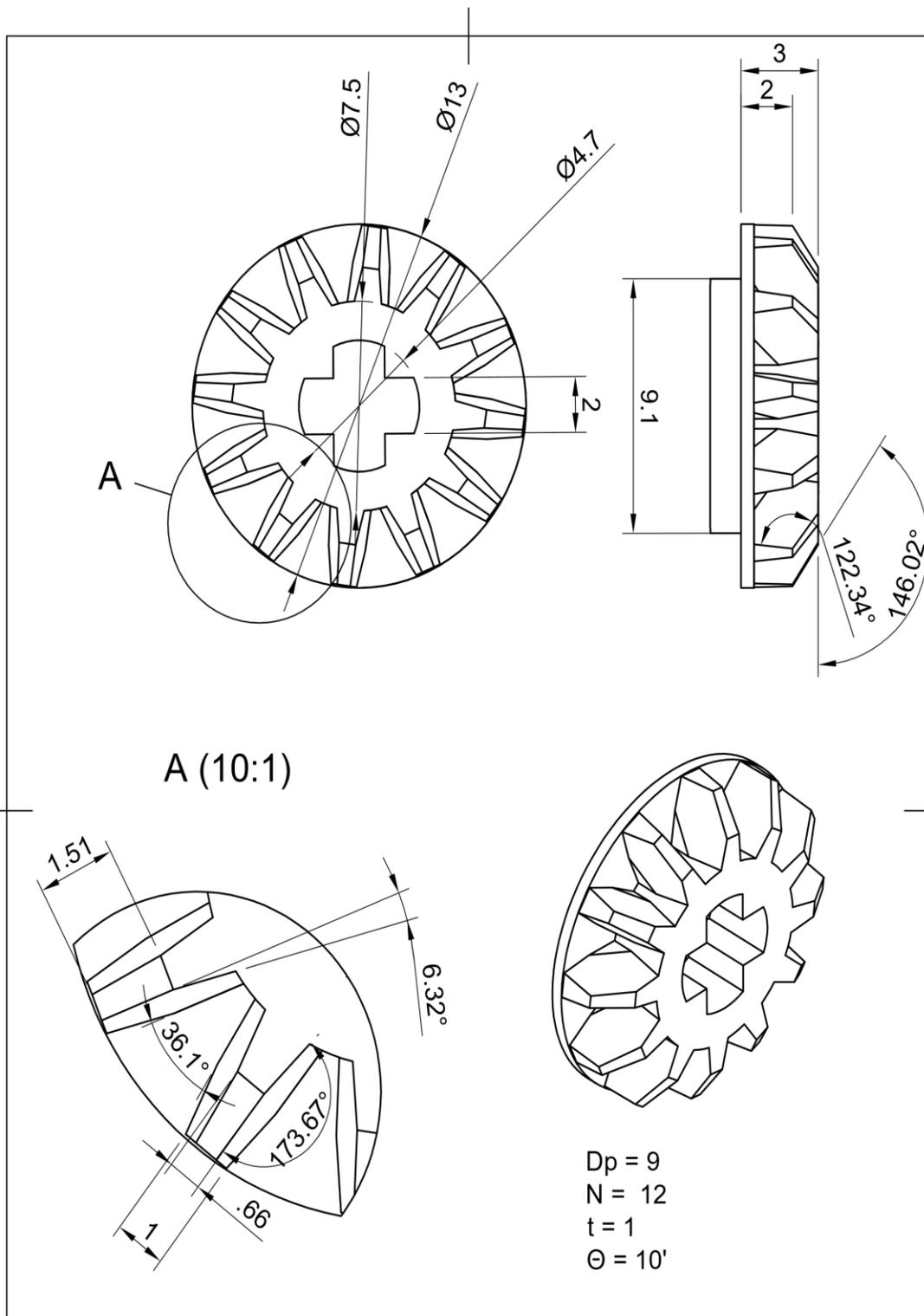
Asimismo, se presentan los planos de los elementos que componen el diferencial.



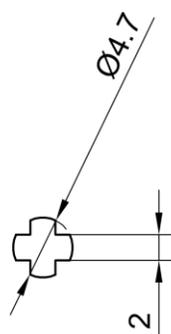
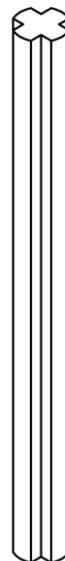
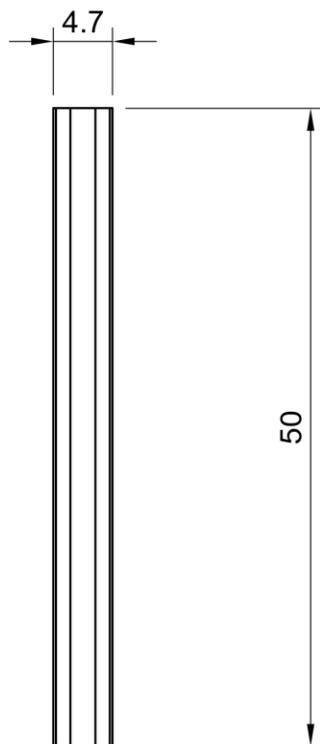
Dept. Ing. Automotriz	Technical reference Impresión 3D	Created by Vergara & Zhumi enero 2022	Approved by Ing. Jorge Fajardo M. Febrero 2022
		Document type Planos para impresión 3D	Document status Aprobado
		Title Corona Diferencial	DWG No. 7
Rev. 1	Date of issue Marzo 2022	Sheet 1/1	



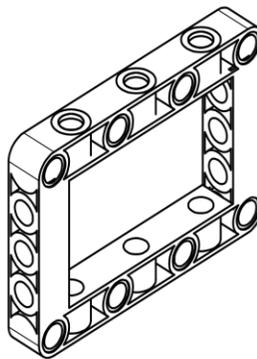
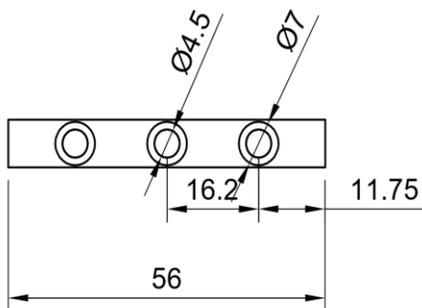
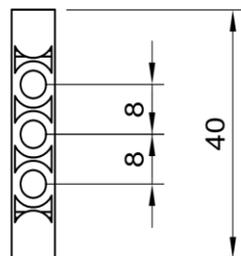
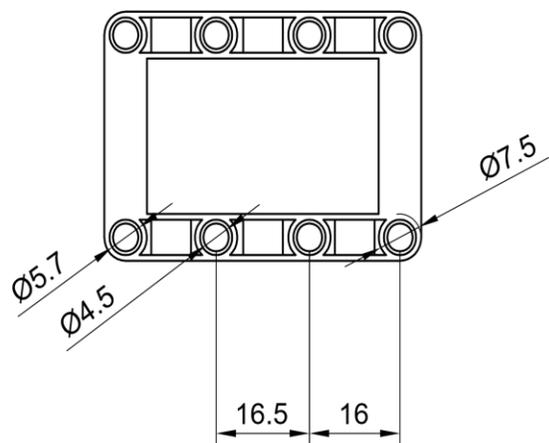
Dept. Ing. Automotriz	Technical reference Impresión 3D	Created by Vergara & Zhumi enero 2022	Approved by Ing. Jorge Fajardo M. Febrero 2022
		Document type Planos para impresión 3D	Document status Aprobado
		Title Piñon de ataque Diferencial	DWG No. 8
		Rev. 1	Date of issue Marzo 2022
			Sheet 1/1



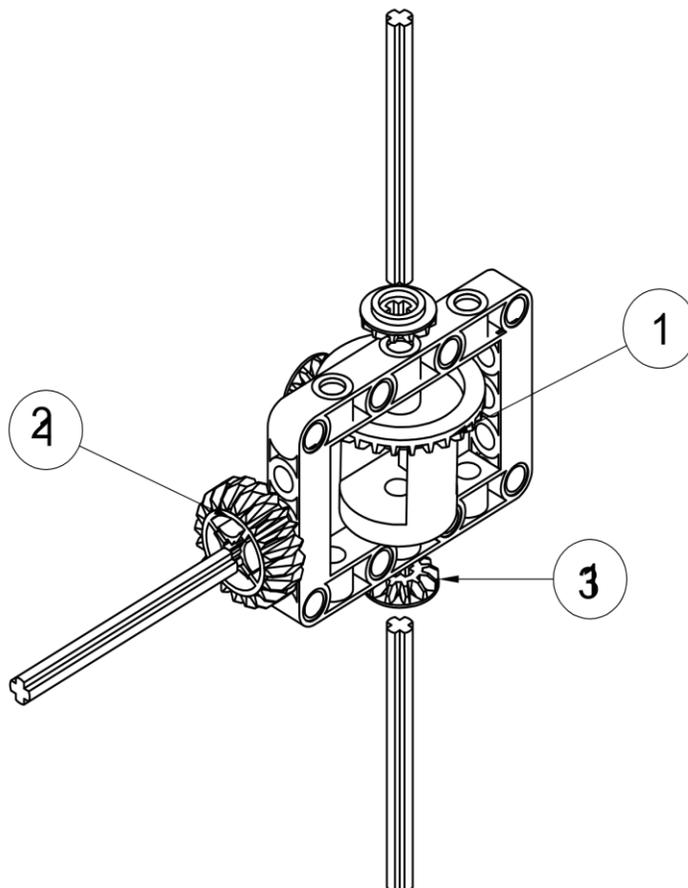
Dept. Ing. Automotriz	Technical reference Impresión 3D	Created by Vergara & Zhumi enero 2022	Approved by Ing. Jorge Fajardo M. Febrero 2022
		Document type Planos para impresión 3D	Document status Aprobado
		Title Planetario Diferencial	DWG No. 7
		Rev. 1	Date of issue Marzo 2022
			Sheet 1/1



Dept. Ing. Automotriz	Technical reference Impresión 3D	Created by Vergara & Zhumi Enero 2022	Approved by Ing. Jorge Fajardo M. Febrero 2022
		Document type Planos para impresión 3D	Document status Aprobado
		Title Eje	DWG No. 9
		Rev. 1	Date of issue Marzo 2022
		Sheet 1/1	



Dept. Ing.Automotriz	Technical reference Impresión 3D	Created by Vergara & Zhumi 21/01/2022	Approved by Ing. Jorge Fajardo M. Febrero 2022
		Document type Planos para impresión 3D	Document status Aprobado
		Title Cuadro diferencial	DWG No. 4
	Rev. 1	Date of issue Marzo 2022	Sheet 1/1

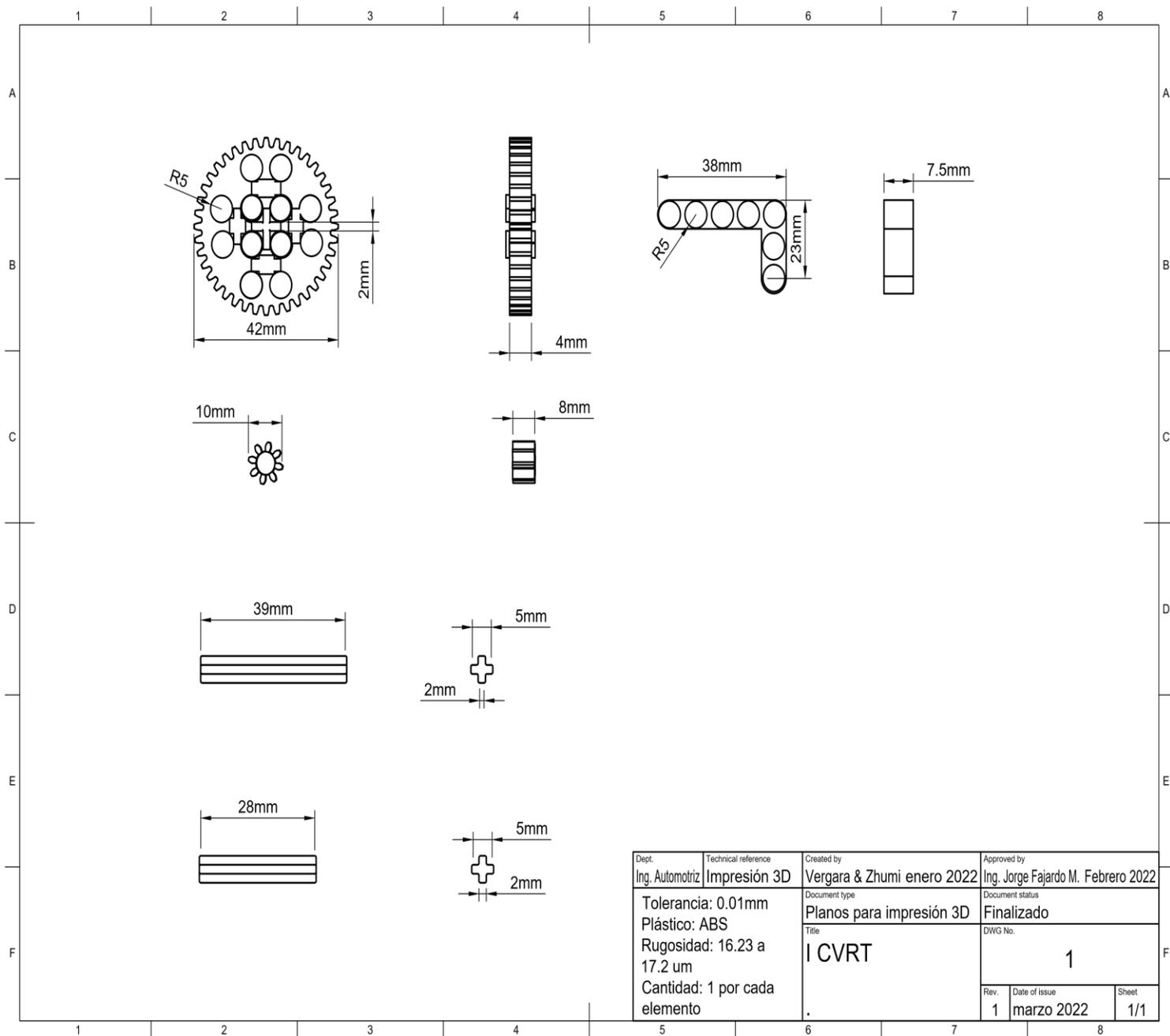


Lista de piezas

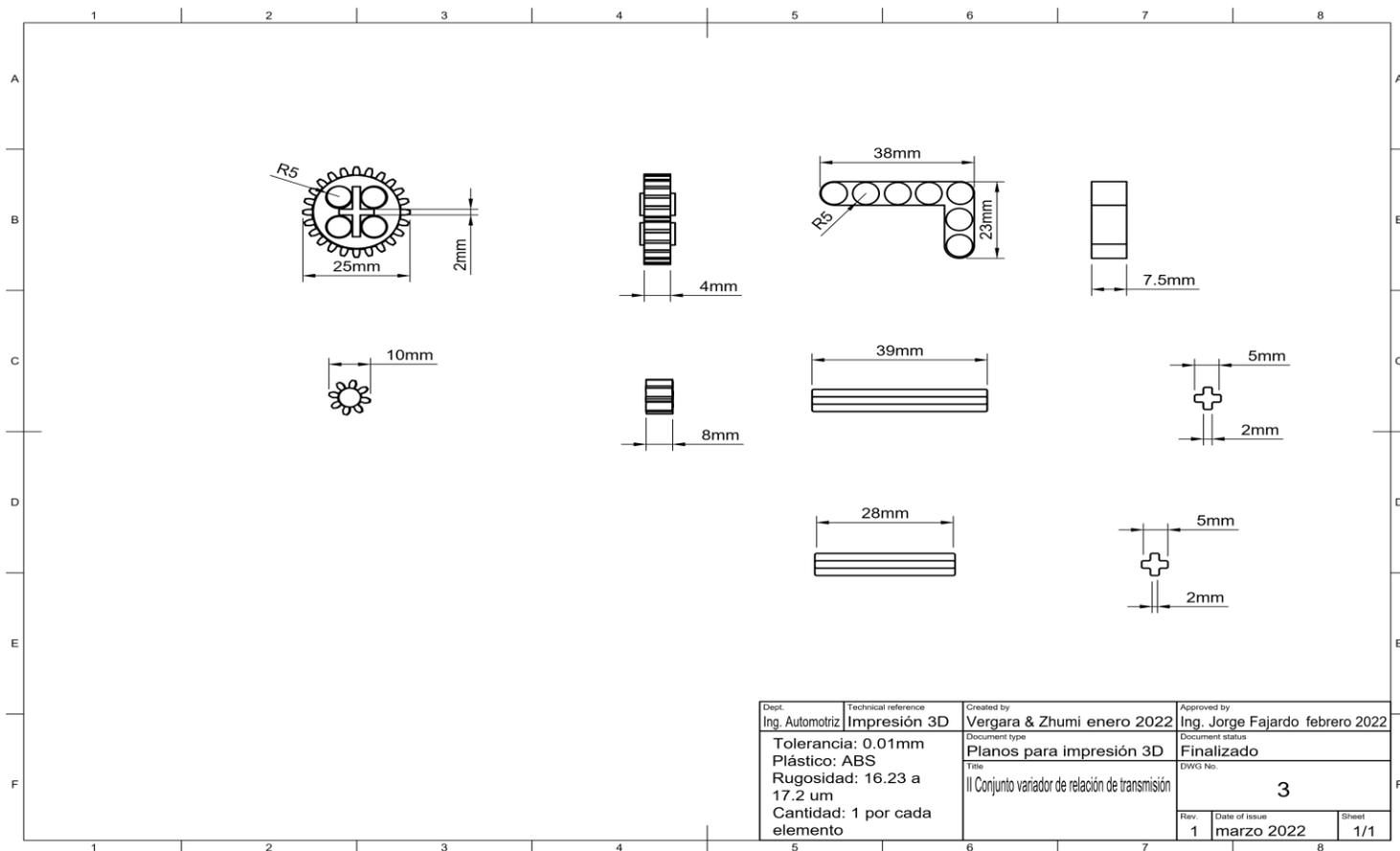
Elemento	ctd	pieza	descripción	material
Corona	1	3	Diferencial	PLA
Piñon	1	4	Diferencial	PLA
Planetario	3	5	Diferencial	PLA

Dept. Ing. Atomotriz	Technical reference Impresión 3D	Created by Vergara & Zhumi enero 2022	Approved by Ing. Jorge Fajardo M. Febrero 2022
		Document type Planos para impresión 3D	Document status Aprobado
		Title Diferencial Conjunto	DWG No. 3
Rev. 1	Date of issue Marzo 2022	Sheet 1/1	

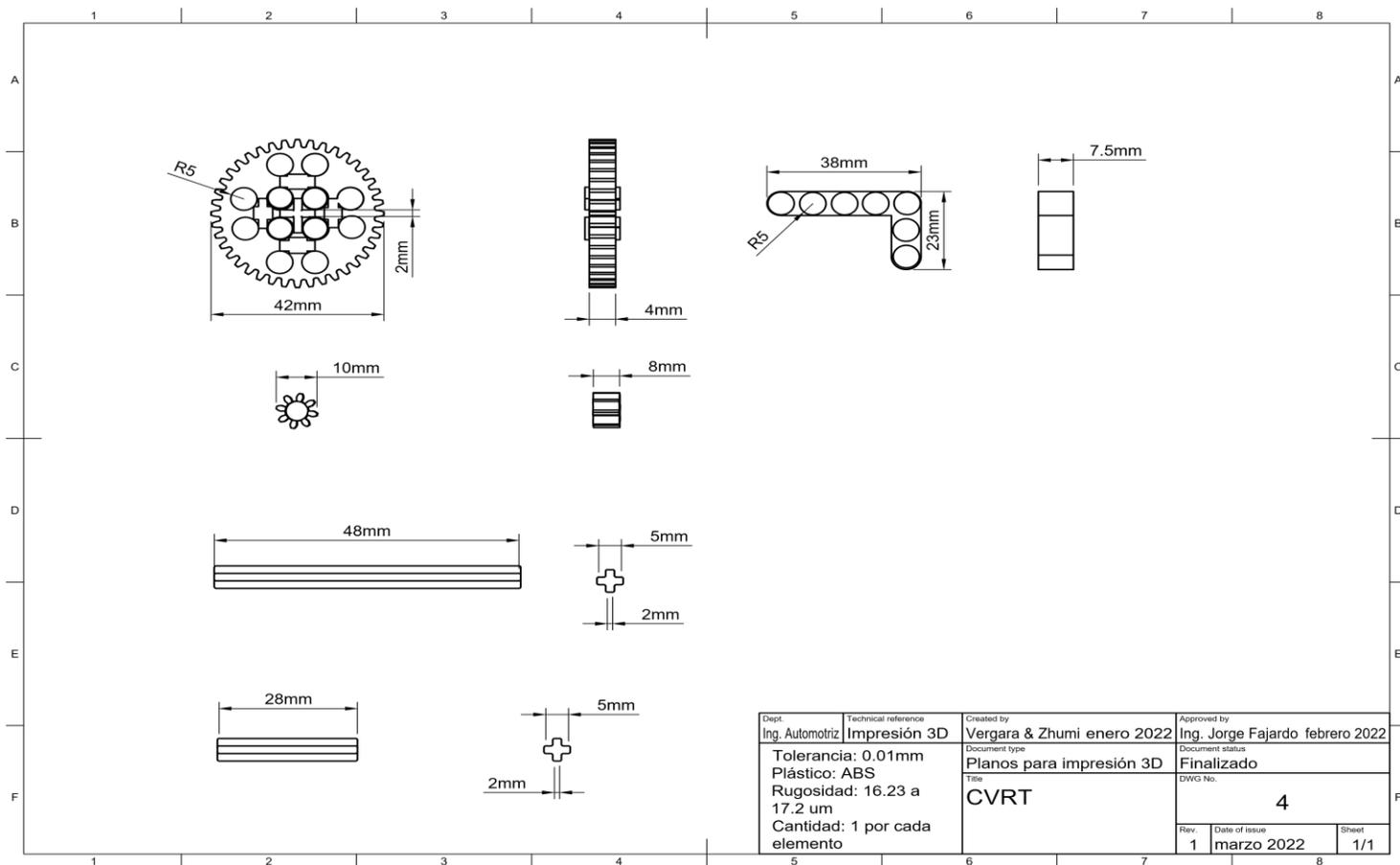
En la siguiente imagen se observan los planos para cada uno de los elementos que conforman el primer conjunto variador de relación de transmisión (CVRT).



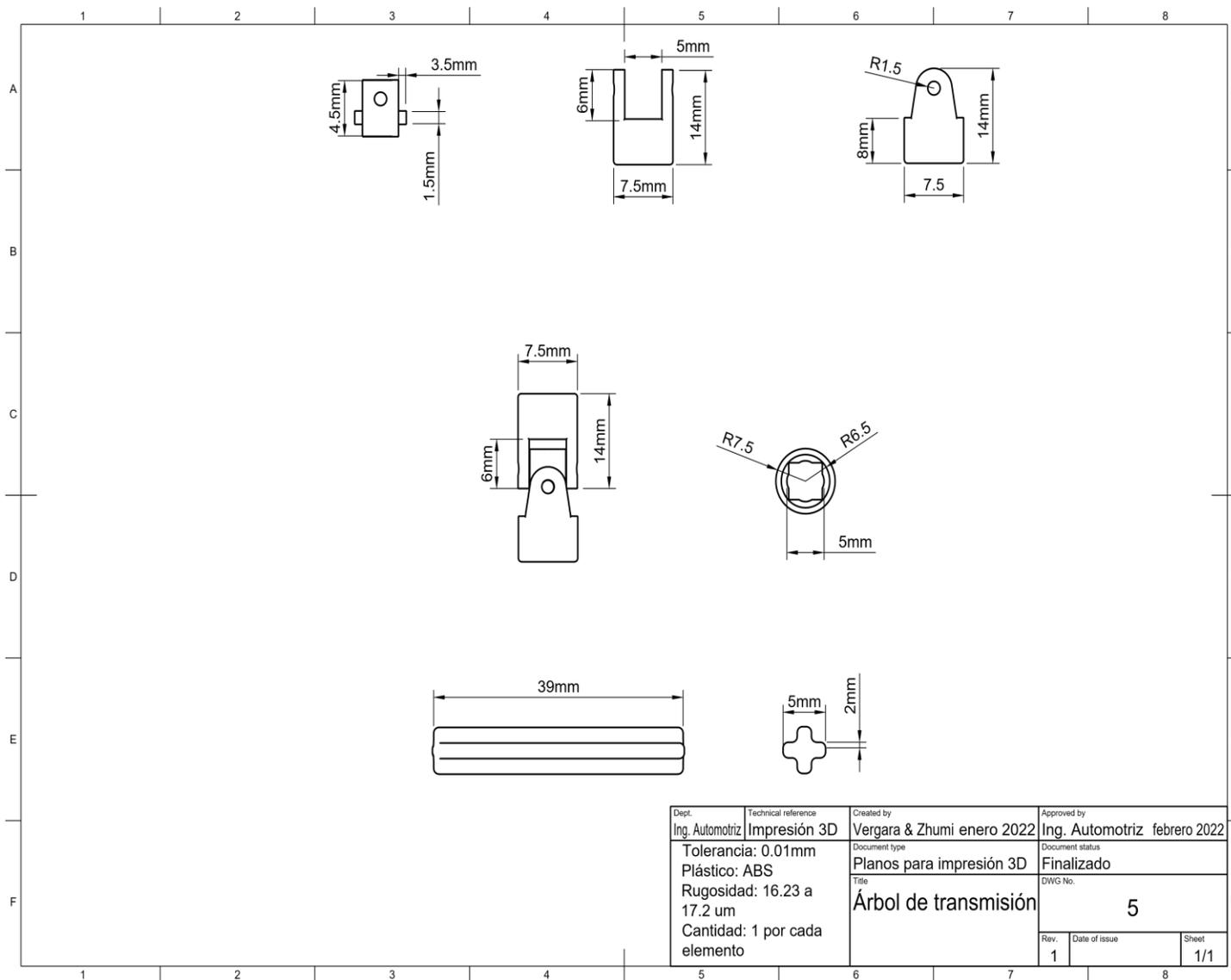
En los planos de la imagen de abajo podemos notar que los principales cambios del conjunto variador se encuentran en los piñones.



Para la última variante observamos que los planos de sus elementos difieren del primero únicamente en uno de sus ejes.



El árbol de transmisión se compone de dos elementos, sin embargo, la junta cardan se puede descomponer en 3 partes, a continuación observamos todos estos componentes.



El siguiente plano muestra los elementos que conforman el diferencial simplificado.

