



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**TEMA: “DISEÑO Y ENSAMBLE DE UNA IMPRESORA 3D POR INYECCIÓN DE
FILAMENTO DE BAJO COSTO”**

AUTORES:

GUZMÁN ANRANGO DANY VINICIO

VALENZUELA MAILA WELINTON ALFREDO

DIRECTOR:

ING. JORGE LUIS MELO OBANDO, MSc.

IBARRA, 2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004612915		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Guzmán Anrango Dany Vinicio		
DIRECCIÓN:	San Pablo de Lago-Otavalo-Imbabura		
EMAIL:	dvguzmana@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	06-2918601	TELÉFONO MÓVIL:	0999585977

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño y ensamble de una impresora 3D por inyección de filamento de bajo costo
AUTOR (ES):	Guzman Anrango Dany Vinicio y Valenzuela Maila Welinton Alfredo
FECHA: DD/MM/AAAA	12/10/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Jorge Melo MSc

2. CONSTANCIAS

Los autores **Guzman Anrango Dany Vinicio y Valenzuela Maila Welinton Alfredo** 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 son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 12 días del mes de octubre de 2023

EL AUTOR:

Nombre: Guzman Anrango Dany Vinicio



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003829122		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Valenzuela Maila Welinton Alfredo		
DIRECCIÓN:	Ibarra, Rio Yasuní 1-62 y Rio Tahuando		
EMAIL:	wavalenzuelam@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	06 2604 664	TELÉFONO MÓVIL:	0960053288

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño y ensamble de una impresora 3d por inyección de filamento de bajo costo
AUTORES:	Guzmán Anrango Dany Vinicio y Valenzuela Maila Welinton Alfredo
FECHA: DD/MM/AAAA	12/10/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Jorge Melo MSc

2. CONSTANCIAS

Los autores **Guzmán Anrango Dany Vinicio** y **Valenzuela Maila Welinton Alfredo** 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 son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 12 días del mes de octubre de 2023

EL AUTOR:



 Nombre: Valenzuela Maila Welinton Alfredo

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

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

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es “DISEÑO Y ENSAMBLE DE UNA IMPRESORA 3D POR INYECCIÓN DE FILAMENTO DE BAJO COSTO” presentado por el señor: Guzmán Anrango Dany Vinicio con número de cédula 1004612915, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 12 días de mes de octubre del 2023.

Atentamente



Ing. Jorge Melo MSc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

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

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es “DISEÑO Y ENSAMBLE DE UNA IMPRESORA 3D POR INYECCIÓN DE FILAMENTO DE BAJO COSTO” presentado por el señor: Valenzuela Maila Welinton Alfredo con número de cédula 1003829122, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 12 días de mes de octubre del 2023.

Atentamente



Ing. Jorge Melo MSc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, dedico a Dios, la fuente de toda luz, amor y sabiduría. Agradezco por las bendiciones que has derramado en mi vida, por tu guía constante y tu amor. Que tu presencia siga iluminando mi camino y fortaleciendo mi espíritu. Te pido que me concedas la sabiduría y la fortaleza para enfrentar los desafíos que la vida me presente. Amén

A mi amada madre Inés Anrango, quien ha sido la fuente inagotable de amor, apoyo y sabiduría en cada paso de mi vida. Tu sacrificio, cariño y orientación han sido mi guía constante, y en este camino de la vida, dedico cada logro y cada alegría a ti. Eres mi inspiración y mi razón de ser. Gracias por ser la persona extraordinaria que eres. Te amo más allá de las palabras.

Dedico este logro a mis hermanos Anderson Guzmán, Rigoberto Guzmán y Fabian Guzmán, quienes han sido fundamentales en mi trayecto universitario. Nuestra unión ha sido un regalo inestimable, enfrentando desafíos y celebrando triunfos juntos. Su apoyo inquebrantable y amor incondicional son un tributo a nuestra fortaleza como hermanos y al vínculo eterno que compartimos. Los quiero profundamente

Quiero agradecer a Universidad Técnica del Norte por proporcionar los recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación. Los servicios de la biblioteca, el acceso a bases de datos y el apoyo técnico fueron esenciales para el éxito de este proyecto.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis docentes Jorge Melo y Paul Hernández por su apoyo inquebrantable, paciencia y guía constante en este viaje. Su dedicación ha sido fundamental para mi crecimiento y desarrollo. ¡Gracias!"

Dany Guzmán A.

AGRADECIMIENTO

La vida se encargó de poner en mi camino personas, situaciones y experiencias por las cuales uno cada día quiera superarse cumpliendo los objetivos planteados es por ello que agradezco en primer lugar, a Dios por darme la sabiduría de cada día continuar con el objetivo planteado sin desmayar, agradezco a mis padres Salomé Maila y Ramiro Valenzuela por su amor y apoyo incondicional durante toda mi carrera universitaria.

A mis hermanos Byron Valenzuela y Danny Valenzuela que fueron un pilar fundamental durante la formación académica ya que con sus consejos y experiencias de vida apoyaron incondicionalmente en mi formación.

Un agradecimiento para todas las personas que estuvieron conmigo y nunca dejaron desmayar las ganas de culminar mi carrera. Y de forma especial a una persona que siempre estuvo conmigo independientemente de la situación y condiciones, apoyó siempre mi sueño de mil y un formas gestionando la culminación de la ingeniería.

De manera especial a la Universidad Técnica del Norte, mi alma mater que dio formación académica y formación profesional para hoy por hoy ser un profesional de la República del Ecuador

A los docentes de la carrera de Ingeniería Automotriz por aportar con su conocimiento para mi formación de manera especial a mi tutor Jorge Melo y Paul Hernández por siempre dar paso a nuestro trabajo de grado y de manera especial a la Ing. Margarita por siempre darme la mano en mi vida estudiantil.

Welinton A. Valenzuela

DEDICATORIA

El trabajo de grado está dedicado a mi querida madre y hermanos, quienes han sido mi fuente constante de inspiración y apoyo a lo largo de este arduo viaje académico. Su amor y aliento han sido mi ancla en los momentos difíciles, Agradezco a todos aquellos que creyeron en mí cuando a veces yo dudaba de mí mismo. Este logro es también suyo. Finalmente, dedico esta tesis a mi propia determinación y perseverancia. Que esta obra sea un testimonio de que, con esfuerzo y pasión, los sueños pueden hacerse realidad para convertirme en un gran profesional y una buena persona.

¡Gracias a todos por ser parte de este camino!

Dany Guzmán A.

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado es dedicado a mis padres y personas que con su apoyo y aliento diario aportaron con su granito de arena para conseguir lo que estoy logrando, como no dedicar a las personas que me acompañaron en mi formación académica y hoy por diferentes situaciones ya no están entre nosotros y a todas las personas de mi gran familia, quienes, con sus consejos, han logrado inculcarme el camino del bien, para convertirme en un profesional de bien y una buena persona

Welinton A. Valenzuela

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPITULO I.....	1
1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 ALCANCE.....	3
CAPITULO II	4
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Modelado	4
2.2 Manufactura	4
2.2.1. Manufactura sustractiva	5
2.2.2Manufactura Aditiva	5
2.3 Impresión 3D	6
2.4 Tipos de impresoras	7
2.4.1 Impresora Cartesiana	7
2.4.2. Impresora Delta.....	7
2.4.3 Impresora de Resina.....	8
2.5 Filamento	9
2.5.1 Filamento ABS.....	9
2.5.2 Filamento Pla	10
2.5.3 Filamento Petg	11
2.5.4 Filamento de madera.....	11
2.5.5 Filamento de carbón.....	12
2.6 Extrusión.....	14
2.6.1 Extrusión directa	14
2.6.2 Extrusión bowden	15

2.7 Resina.....	15
2.8 Simulación (software de laminado)	16
2.9 Materiales usados en la sección automotriz.....	16
CAPITULO III.....	18
3. MATERIALES Y METODOS	18
3.1 Diseño CAD.....	18
3.2 Estructura	18
3.3 Ejes.....	19
3.3.1 Eje x	19
3.3.2 Eje y	20
3.3.3 Eje z	20
3.3.1 Extrusor.....	21
3.4 Motor.....	21
3.5 Soportes.....	22
3.5.1 Soporte 1	22
3.5.2 Soporte 2	22
3.5.3 Soporte 3	23
3.5.4 Soporte 4	23
3.5.5. Soporte 5	24
3.6 Cama y sus componentes	24
3.6.1 Vidrio	24
3.6.2 Parte superior	25
3.6.3 Parte de inferior.....	25
3.6.4 Reemplazo de resorte	26
3.7 Poleas	26
3.8 Barras de tracción	27
3.9 Panel de control.....	27
3.10 Fijador superior	28
3.11 Fijador de varilla de riel de tornillo	28
3.12 Varilla de riel de tornillo.....	29
3.13 Correas	29
3.14 Otros componentes.....	30

3.14.1 Placa de control.....	30
3.14.2 Fin de carrera	30
3.14.3 Sensor de filamento electrónico.....	31
3.14.4 Fuente de alimentación	31
3.14.5 Ventilador	32
3.15 Micrómetro	32
3.16 Balanza analítica	33
3.17 Método	33
3.18 Características generales de la impresora cr-6 max	36
CAPITULO IV	41
4. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	41
4.1 Ensamble general	41
4.2 Pruebas	42
4.3 Análisis de Masa	48
4.4 Impresión prototipo motor mono cilindro.....	51
CAPÍTULO V	52
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
5.1 CONCLUSIONES	52
5.2 RECOMENDACIONES.....	53
BIBLIOGRAFIA.....	54
ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA NÚMERO	PÁG.
Figura 2.1 software Solid Word.....	4
Figura 2.2 Manufactura sustractiva de diagrama esquemático del sistema de micro fresado asistido por láser de CO2.	5
Figura 2.3 Manufactura aditiva mediante el Proceso FDM para materiales compuestos: (a) sin refuerzo.	6
Figura 2.4 Impresora cartesiana.....	7
Figura 2.5 Impresora delta	8
Figura 2.6 Impresora de resina From fl.....	8
Figura 2.7 Impresión directa.....	14
Figura 2.8 Impresión por bowden.....	15
Figura2.9 Software de laminado, Cura	16
Figura 2.10 diagrama de los porcentajes de los principales materiales y aleaciones que son empleados en los componentes o piezas de un vehículo	17
Figura 3.1 CAD Perfil base.....	19
Figura 3.2 CAD Perfil eje X	19
Figura 3.1 CAD Perfil eje Y	20
Figura 3.2 CAD Perfil eje Z.....	20
Figura 3.3 CAD Extrusor	21
Figura 3.4 CAD Motor.....	21
Figura 3.5 CAD Soporte 1	22
Figura 3.6 CAD Soporte 2	22
Figura 3.7 CAD Soporte 3	23
Figura 3.8 CAD Soporte 4	23
Figura 3.9 CAD Soporte 5	24
Figura 3.10 CAD Vidrio de la cama	24
Figura 3.11 CAD Parte superior de la cama	25
Figura 3.12 CAD Parte inferior de la cama	25
Figura 3.13 CAD Reemplazo de resorte de la cama.....	26
Figura 3.14 CAD Poleas	26
Figura 3.15 CAD Barra de tracción	27

Figura 3.16 CAD Panel de control.....	27
Figura 3.17 CAD Fijador superior	28
Figura 3.18 CAD Fijador de varilla de riel de tornillo.	28
Figura 3.19 CAD Varilla de riel de tornillo	29
Figura 3.20 Correas Fuente.....	29
Figura 3.21 Placa de control	30
Figura 3.22 Fin de carrera.....	30
Figura 3.23 Sensor de filamento	31
Figura 3.24 Fuente de alimentación.....	31
Figura 3.25 Ventilador	32
Figura 3.28 Micrómetro	32
Figura 3.29 Ventilador	33
Figura 3.30 Flujo grama del diseño y ensamble de la impresora 3D.....	35
Figura 3.31 Flujograma de la metodología de impresión	36
Figura 3.32 FDM	36
Figura 4.1 Ensamble general.....	41
Figura 4.2 Laminador en cura.....	42
Figura 4.3 Plano CAD.....	43
Figura 4.4 Lamido en cura	44
Figura 4.5 Plano CAD.....	45
Figura 4.6 Plano CAD.....	46
Figura 4.7 Plano CAD.....	47
Figura 4.8 Consumo de material por laminador	48
Figura 4.9 Engrane para manufactura	49
Figura 4.10 Balanzas analíticas.....	50
Figura 4.11 Prototipo motor mono cilíndrico	51

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA NÚMERO	PÁG.
Tabla 2.1 Propiedades mecánicas del ABS.....	9
Tabla 2.2 Propiedades mecánicas del PLA.....	10
Tabla 2.3 Propiedades mecánicas del PETG	11
Tabla 2.4 Propiedades mecánicas del Filamento de madera.....	12
Tabla 2.5 Propiedades mecánicas del Filamento de carbón	13
Tabla 3.1 Parámetros básicos de la impresora	37
Tabla 3.2 partes de la impresora creality	38
Tabla 3.3 Herramientas utilizadas en el montaje de la impresora	39
Tabla 3.4 Temperatura el funcionamiento del filamento.....	40
Tabla 4.4 Consumo de material	50

RESUMEN

La impresión 3D es un proceso de manufactura aditiva que permite la creación de objetos mediante la superposición iterativa de los materiales necesarios hasta completar el producto final. Esta técnica es compatible con diferentes materiales, siendo los plásticos los más comunes, seguidos de los metales y en cierta medida de los polvos. La impresión 3D es una técnica que se ha expandido a diferentes áreas del conocimiento, como la medicina, ingeniería, gastronomía, entre otras, gracias a su gran precisión y velocidad en la fabricación de piezas en plástico que sirve para generar modelos a escala o prototipos capaces de dar funcionalidad a las necesidades del usuario. Esta aplicabilidad ha promovido el desarrollo de variados diseños de impresoras 3D que permiten mejorar la calidad del acabado de las piezas, así como su precisión al momento de depositar plásticos, estos un mucho aspecto más es tomado en cuenta al momento de elegir una impresora 3D, es por ello que para este trabajo de grado la máquina que más satisfacía las necesidades de la carrera de ingeniería automotriz es la Impresora cartesiana. La impresión 3D es una técnica que permite crear prototipos rápidos para conseguir piezas que se ajustan a un proyecto de robótica, con piezas más precisas y con geometrías imposibles de fabricar con tecnologías tradicionales. Además, la impresión 3D es una técnica que permite la creación de piezas con las propiedades mecánicas, características funcionales o aspectos deseados. El presente trabajo muestra el diseño y ensamble de una impresora 3D tipo cartesiana, además de todos sus componentes que dan funcionalidad a su movimiento. Una vez ensamblada la maquina se realiza la optimización de esta, tomando en cuenta los parámetros de impresión y la tolerancia de la impresora.

ABSTRACT

3D printing is an additive manufacturing process that allows the creation of objects by iteratively layering the necessary materials until the final product is complete. This technique is compatible with different materials, with plastics being the most common, followed by metals and to some extent powders. 3D printing is a technique that has expanded to different areas of knowledge, such as medicine, engineering, gastronomy, among others, thanks to its high precision and speed in the manufacture of plastic parts that serve to generate scale models or prototypes capable of providing functionality to the user's needs. This applicability has promoted the development of various designs of 3D printers that allow to improve the quality of the finishing of the pieces, as well as its precision when depositing plastics, these a lot more aspect is taken into account when choosing a 3D printer, that is why for this degree work the machine that most satisfied the needs of the automotive engineering career is the cartesian printer printing is a technique that allows the creation of rapid prototypes to obtain parts that fit a robotics project, with more precise parts and with geometries impossible to manufacture with traditional technologies. In addition, 3D printing is a technique that allows the creation of parts with the desired mechanical properties, functional characteristics or aspects. This work shows the design and assembly of a Cartesian 3D printer, as well as all its components that give functionality to its movement. Once the machine is assembled, it is optimized, taking into account the printing parameters and the printer tolerance.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la impresión 3D es una de las soluciones más viables para la reproducción de autopartes del automóvil la calidad de las piezas ha tenido un correcto funcionamiento al ponerse a prueba en distintos prototipos los cuales se han realizado para distintos tipos de vehículos en este siglo XXI.

Para nuestro país, dicha tecnología nos brindaría una mayor eficiencia a la hora de realizar cambios mejorando la eficiencia y la calidad del cambio de autopartes en los distintos tipos de automóviles disponibles en nuestro territorio, llegando a mejorar la infraestructura automotriz en nuestro país.

Gracias al avance tecnología que el planeta está sufriendo la manera óptima para poder realizar el cambio o reparación de piezas específicas mediante la impresión capa por capa gracias a la gama de filamentos que existen para poder satisfacer con las necesidades del usuario y tener una pieza acorde a su funcionamiento.

Con la investigación se contribuirá con una maquina la cual sería un comienzo para la impresión de auto partes en la universidad técnica del norte permitiendo aportar con el respectivo conocimiento y funciona de la maquina dentro de la universidad, además de aportar distintas herramientas que contribuyan con las diferentes técnicas las cuales serán favorables a estudiantes y docentes de la universidad obteniendo una revolución de nuevos métodos de enseñanza y entendimiento de la impresora 3d.

CAPITULO I

1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES

La impresión 3D llegó al mundo para cambiar la forma de adquirir piezas o maquetas volumétricas a partir de diseños creados por ordenadores para la solución de problemáticas en industrias de la salud, ingeniería e industria alimenticia. En la industria de la ingeniería en las cuales podemos replicar todo tipo de objetos, modelos por vaciado y piezas complejas. Esto se lleva a cabo mediante la inyección de polímeros para la creación de objetos según el usuario lo necesite. En la década de los 1990s, las primeras impresiones en 3 dimensiones para fabricación de piezas solidas usando resina y luz UV dentro del proyecto presentado al centro nacional de investigación francesa tubo una respuesta negativa por una aparente falta de aplicación en las áreas planteadas, las primeras piezas 3D creadas capa por capa con imperfecciones fueron logradas solo por la noche (Enero and Com 2018).

A través de los tiempos la impresión 3D ha llegado al mundo para revolucionar distintos ámbitos e industrias las cuales están ligadas a la impresión 3d, un ejemplo sería la industria de la medicina la cual cuenta con la impresión de órganos mediante la inyección de células madre, la creación de prótesis e implantes además de que se pueden imprimir medicamentos con dosis más exactas según el paciente lo necesite, industrias como la espacial en la cual se debe tener prestas herramientas o piezas que así lo necesiten fuera de la atmosfera, la industria alimenticia con la impresión de pasteles y alimento, la industria de la arquitectura que en la actualidad ya existen hogares impresos por impresoras 3D (Ortega Rivas and Carbonell Carrera 201AD) y la industria de la automoción en la cual se quiere llevar a cabo una impresión de autopartes con un proceso más rápido y

eficiente, la impresión 3D es un proceso de manufactura distinto a los tradicionales en los cuales en vez de quitar material desde un sólido, la manufactura aquí es diferente en la cual consiste en la adición de material con la posibilidad de adquirir partes reduciendo costos de material , transporte, logística y diseño en la adquisición de autopartes necesarias (Hr-v et al. 2023).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y ensamblar una Impresora 3D de bajo costo de volumen máximo 64000CC. que utilice polímeros PLA, PETG, ABS, TPU, PVB y MADERA (PLA con fibras de madera) para la creación de piezas y autopartes.

1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Diseñar los componentes y sistemas que conforman la impresora 3D con un software CAD para garantizar su correcto ensamble de estos.
- Analizar la metodología de extrusión de la impresora 3D y con ello realizar una comparación entre los métodos de impresión posibles en máquinas de impresión 3D.
- Evaluar los modos de impresión entre bowden y extrusión directa, con ayuda de un análisis de consumo de material y peso de las piezas y autopartes creadas con balanzas digitales.
- Optimizar la máquina mediante la implementación de extrusión directa para tener una impresión de mejor calidad en piezas y autopartes creadas.

- Verificar el comportamiento de la máquina con la impresión de los diferentes materiales a utilizar para generar un registro de las configuraciones necesarias para su correcta impresión.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La investigación tiene como fin estudiar la metodología de impresión 3D en una impresora de bajo costo, realizar un gran aporte en cuanto a información se refiere, con el fin de establecer un aprovechamiento de materiales de impresión 3D, razón por la cual la optimización de la máquina es un proceso que se llevará a cabo mediante la impresión por extrusión directa, montando una máquina que satisfaga la reproducción de piezas y creación de autopartes.

La investigación se realiza para aportar a la comunidad universitaria de ingeniería automotriz con una máquina de impresión 3D que tiene como fin la creación y reproducción de autopartes automotrices mediante la metodología de impresión capa por capa. Asimismo, el propósito es aportar con un registro de configuraciones y detalles del uso de los materiales a usarse para la reproducción de autopartes automotrices, brindando información a la comunidad universitaria sobre los parámetros en los cuales debe funcionar la máquina ya mencionada.

1.4 ALCANCE

El proyecto tiene como alcance la implementación de una maquina 3D mediante el proceso aditivo capa por capa para la obtención de piezas plásticas. Además, ofrecer propuestas didácticas para los estudiantes y docentes de la universidad técnica del norte, llevando a cabo la revolución e innovación de nuevos métodos de aprendizaje y entendimiento de los conceptos de la impresión 3D.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Modelado

Según (L. S. A. D. Á. J. P. J. Vargas, 2019b, p. 92)“El modelado 3D es una evolución en desarrollo de elementos tridimensionales, referidos matemáticamente, mediante un software especial entre estos están Solid Word, auto Cad, Autodesk inventor etc. Para obtener como trabajo final un producto en 3D”.

Este es un arte digital el cual ha ido evolucionando a través del tiempo hasta la actualidad, básicamente consiste, en proceso de producción de un idea o imagen, la cual tendría la capacidad de modificarla, alterarla y reformularla, por medio de un Hagware apropiado, en misión de necesidades en el futuro (Vargas, 2019a, p. 92,93).

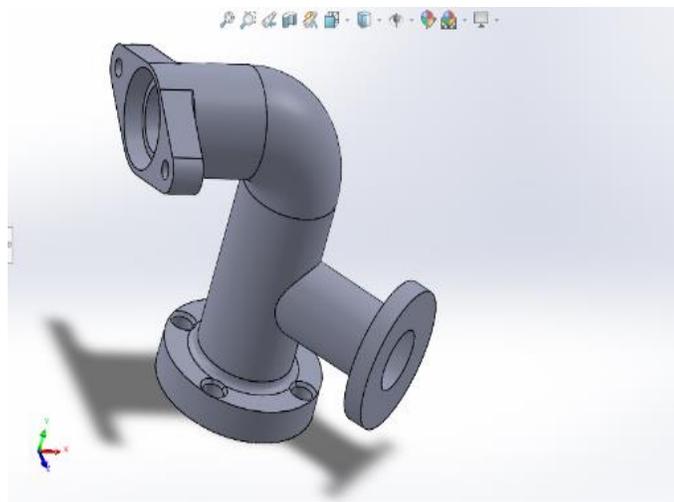


Figura 2.1 software Solid Word
Fuente: (Autoría Propia)

2.2 Manufactura

La manufactura se señala que es derivada de la palabra en latim manus(mano) y factus (hacer); las cuales se complementa en la unión de las dos palabras como hecho a mano. Describe como el

proceso de transformar la materia prima en productos finales para el consumidor (Dibujes & Chinchuña, 2023, p. 7).

La producción implica llevar a cabo procesos físicos y químicos que permiten cambiar la forma y composición de un objeto con el propósito de obtener una pieza específica. Además, incluye el ensamblaje de diferentes piezas para alcanzar ese objetivo (Dibujes & Chinchuña, 2023, p 7).

2.2.1. Manufactura sustractiva

Consiste en la forma tradicional es el removimiento de un sólido, Según (Vintimilla, 2020, p. 2) nos manifiesta que el finde es de “lograr la figura deseada en el producto final. Para esto se reutiliza distintas herramientas y máquinas de cortadura el cual puede poseer de uno a varios filos, sustrayendo enormes cantidades de viruta”.

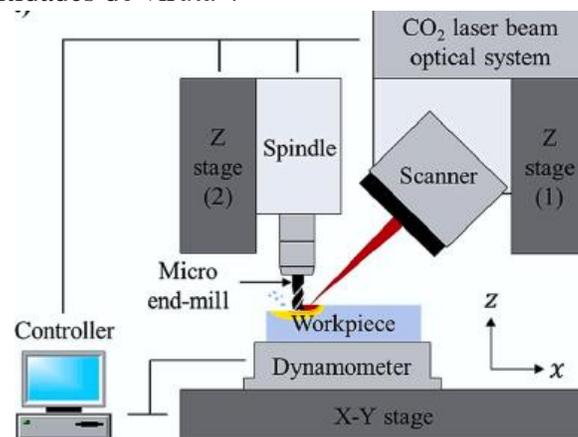


Figura 2.2 Manufactura sustractiva de diagrama esquemático del sistema de micro fresado asistido por láser de CO2.

Fuente:(Hong & Yingying, 2023)

2.2.2Manufactura Aditiva

El proceso de la fabricación aditiva comienza con la invención de un archivo 3d mediante un software CAD. Luego, este archivo lleva todas las configuraciones realizadas en el programa de diseño, la impresora es la encargada de añadir material capa por capa hasta formar la pieza fin (Rainer, 2016, p. 98).

La ventaja de este proceso es que cada unidad producida tiene el mismo costo, lo que hace que sea asequible producir una o varias unidades. Además, no se necesita invertir en herramientas ni hacer cambios en la maquinaria para producir objetos con formas y diseños complejos.

La fabricación aditiva es una tecnología en constante evolución que permite una mayor diversidad de materiales y tamaños de impresión, así como una mayor precisión y velocidad de impresión.

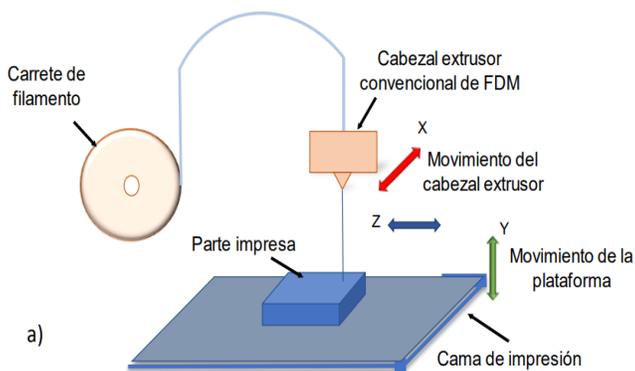


Figura 2.3 Manufactura aditiva mediante el Proceso FDM para materiales compuestos: (a) sin refuerzo.

Fuente:(León & Díaz, 2020)

2.3 Impresión 3D

La impresión 3D comprende un conjunto de tecnologías de un alto grado de automatización y flexibilidad. La cual nos permite la obtención de piezas sólidas a partir de modelos o prototipos virtuales los cuales son creados con casi cualquier software CAD siendo estos de bajo consumo energético y contaminación (Almeida & Cruz, 2015, p. 9).

La impresión 3D está al alcance de cualquier persona que desee fabricar objetos cuando quiera o lo necesite. Es un proceso de fabricación para personas creativas los cuales deseen materializar sus ideas, ofreciendo la posibilidad de la reproducción y distribución de sus creaciones. Esta también es útil para realizar piezas las cuales en la actualidad han dejado de producirse por viejas a esto nos

referimos las partes de algún vehículo o máquina antigua que sus repuestos han sido discontinuados (Díaz, 2018, p. 3).

2.4 Tipos de impresoras

2.4.1 Impresora Cartesiana

Impresoras cartesianas cuentan con una cama de impresión móvil, la cual se desplaza en tres ejes: x, y, z. Cada uno de estos ejes se mueve en un único plano, esto quiere decir, de izquierda a derecha en el eje (x), adelante hacia atrás en el eje (y) o de atrás hacia adelante en el eje (z), mientras el cabezal de impresión construye la pieza. (Iñiguez, 2017, p. 3).

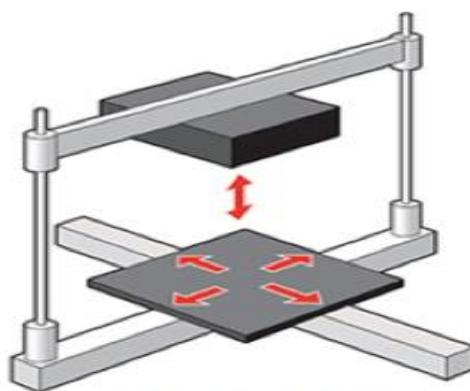


Figura 2.4 Impresora cartesiana

Fuente: (Iñiguez, 2017)

2.4.2. Impresora Delta

En esta impresora tipo delta la cama de impresión se mantiene fija, el extrusor es suspendido, mientras el cabezal de impresión construye la pieza desplazándose en todos los ejes gracias a sus brazos articulados. Los cuales se deslizan de arriba hacia abajo en el eje z, esta impresora es sostenida por una igual cantidad de ejes verticales dispuestos a una configuración triangular (Iñiguez, 2017, p. 3).

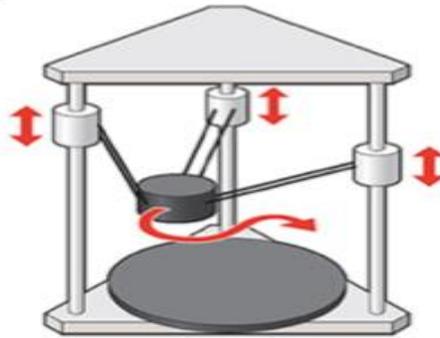


Figura 2.5 Impresora delta
Fuente: (Iñiguez, 2017)

2.4.3 Impresora de Resina

Es una impresora de tecnología láser utilizada para crear piezas a partir de resinas líquidas o materiales pulverizados, como termoplásticos. La clave en la impresión de este tipo radica en el material utilizado, que consiste en un fotopolímero con una sustancia viscosa. Además, la luz desempeña un papel fundamental al transformar el estado sólido del material en un estado líquido. Esta tecnología se destaca por ser más precisa y rápida en comparación con las impresoras cartesianas y delta, aunque también es más costosa (Villena, 2021).

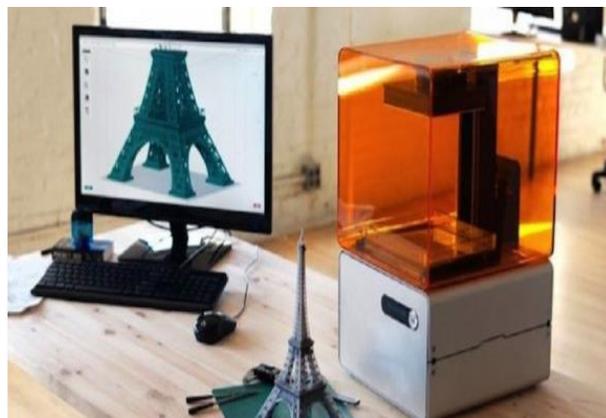


Figura 2.6 Impresora de resina From fl
Fuente: (Almeida & Cruz, 2015)

2.5 Filamento

Es la materia prima que se utiliza en el proceso de impresión 3D, el cual es utilizado para distintas aplicaciones geométricas a través del material fundido. Los materiales aplicados en este proceso tienen diferentes propiedades mecánicas dependiendo con el tipo de material que se va trabajar.

Según (Palacios, 2017, p. 13) “Actualmente la impresión 3D está en evolución, su aplicación está presente en distintos campos como la medicina, la alimentación, construcción etc. y así de a poco el uso de esta tecnología va más allá de la aplicación industrial”.

2.5.1 Filamento ABS

El ABS tiene un proceso y fabricación el cual es más completo que los plásticos que se utilizan comúnmente en la vida diaria, “Este material presenta una buena condición de resistencia que el PLA. Además, es resistente a desarrollos químicos y nos permite los procesos de mecanizado, cortes, perforaciones y son resistentes a temperaturas altas. Para iniciar con el procesamiento de una impresión se debe realizar previo el calentamiento de la cama en 60°C para piezas pequeñas Y 80 °C para piezas grandes, la extrusión del filamento ABS es a una mayor temperatura que el del PLA a unos 235 °C”(Villegas, 2021, p. 13). En la **tabla 2.1** se refleja las propiedades que posee el filamento ABS.

Tabla 2.1 Propiedades mecánicas del ABS

Propiedades	Valor
Densidad	1.04 g/cm ³
Temperatura de fusión	220-240°C
Alargamiento a la rotura	20%
Conductividad Térmica	0.17 W/mK

Módulo de tracción	60Mpa
Resistencia a la tracción	32Mpa
Temperatura de transición	55-60°C
Print temperatura	220-240°C

Fuente: (Ñauta & Vergara, 2017)

2.5.2 Filamento Pla

Es el filamento más utilizado en la actualidad para la impresión 3D. Es un material el cual proviene de origen natural por ende su principal materia prima es el grano de maíz además es biodegradables. Una de sus principales características es que este material es reciclable por lo cual tiene una mejor facilidad de impresión, tiene un punto de extracción bajo de 180°C a 220°C facilitándonos la impresión (Palacios, 2017, p. 13).

Las desventajas de este filamento son la resistencia térmica, mecánica son bajas este material se ablanda a 60°C y es más frágil que otros filamentos. Teniendo en cuenta que el filamento PLA no es apto para el trabajo de cortes y perforaciones además debemos mantenerle en vacíos o en zonas secas. En la **tabla 2.2** se refleja las propiedades que posee el filamento PLA.

Tabla 2.2 Propiedades mecánicas del PLA

Propiedades	Valor
Densidad	1.24 g/cm ³
Temperatura de fusión	145-160°C
Alargamiento a la rotura	100-160%
Conductividad Térmica	0.25 W/mK
Módulo de tracción	3,31-3,86Mpa

Resistencia a la tracción	110-145Mpa
Temperatura de transición	55-60°C
Print temperature	170-185°C

Fuente: (Ñauta & Vergara, 2017)

2.5.3 Filamento Petg

Es un poliéster el cual se utiliza como un sustituto de algodón y como material para envasar alimentos y bebidas además es un filamento el cual podemos reciclar.

El petg es un material el cual tiene una apariencia trans lucida en cualquiera de sus colores fabricados, estos son resistentes al impactó desgaste y corrosión. La temperatura de impresión es de 210°C a 255°C de la misma manera la plataforma a una temperatura de 55°C. (Palacios, 2017, p. 14).

Tabla 2.3 Propiedades mecánicas del PETG

Propiedades	Valor
Densidad	1.27_129 g/cm3
Temperatura de fusión	230- 2 50°C
Alargamiento a la rotura	5-15 %
Conductividad Térmica	0,15-0,30 W/mK
Módulo de tracción	1,000-2,5000MPa
Resistencia a la tracción	30-60MPa
Temperatura de transición	-40ª-30°C

Fuente:(Ñauta & Vergara, 2017)

2.5.4 Filamento de madera

La impresión 3D con filamentos de madera une lo moderno con lo natural al mezclar plástico con desechos de madera como es la viruta o el aserrín. Con esto, se pueden hacer cosas que se ven y

sienten como madera de verdad. Es perfecta para crear cosas estéticas prácticas, dando una forma especial de hacer tus diseños sentirse cálidos y auténticos.

La introducción de un innovador filamento de madera, compuesto en un 40% por material reciclado, revolucionó la impresión doméstica. Hasta ese momento, esta técnica se basaba exclusivamente en el uso de plástico. Aunque el objetivo inicial era solucionar problemas de impresión, se generaron dos resultados notables: la disminución del consumo de plástico en la impresión (40%) y un cambio significativo en la apariencia de los objetos impresos, que se convierte en un aspecto central de esta investigación (Frugone, 2017, p. 25). En la **tabla 2.4** se refleja las propiedades que posee el filamento de madera.

Tabla 2.4 Propiedades mecánicas del Filamento de madera

Propiedades	Filamento de carbón
Densidad	1,15 (g/cm ³)
Temperatura de fusión	160-220°C
Alargamiento a la rotura	5%
Conductividad Térmica	0,05-0,2 W/m·K
Módulo de tracción	1,000-2,500MPa
Resistencia a la tracción	46 MPa
Temperatura de transición	50- 70°C.

Fuente: (Frugone, 2017)

2.5.5 Filamento de carbón

Las fibras de carbono según (Zuluaga, 2017, p. 6) “han emergido como un componente esencial en la impresión 3D de materiales avanzados. La combinación de su excepcional resistencia, rigidez y peso ligero las convierte en una opción ideal para reforzar las piezas impresas en 3D”.

Mediante la aplicación de la técnica de deposición por extrusión fundida (FDM, por sus siglas en inglés) u otras técnicas de impresión, se está trabajando en la expansión de las posibilidades de uso de filamentos de fibra de carbono. Estos filamentos están siendo incorporados en matrices poliméricas con el objetivo de mejorar las propiedades mecánicas y la durabilidad de los componentes resultantes, al mismo tiempo que se optimiza la relación entre resistencia y peso. La combinación entre las fibras de carbono y la tecnología de impresión 3D abre nuevas perspectivas para la producción de piezas de alta performance en diversas áreas industriales y tecnológicas. No obstante, es necesario un ajuste cuidadoso de los parámetros de impresión, dado que estos polímeros demandan extrusores capaces de operar a aproximadamente 400°C, junto con sistemas que cuenten con cámaras calientes y superficies de construcción adecuadas (Patiño, 2022, p. 8). En la **tabla 2.5** se refleja las propiedades que posee el filamento de carbón.

Tabla 2.5 Propiedades mecánicas del Filamento de carbón

Propiedades	Filamento de carbón
Densidad	1,7-2,0 (g/cm ³)
Temperatura de fusión	300-400°C
Alargamiento a la rotura	1-2%
Conductividad Térmica	1.5 - 10 W/m·K
Módulo de tracción	230 - 550 GPa
Resistencia a la tracción	1500-7000 MPa
Temperatura de transición	200- 300°C.

Fuente: (Patiño, 2022)

2.6 Extrusión

Según (Solórzano & Toral, 2022, p. 15) nos dice que “La extrusión se la realiza mediante maquinas extrusoras, las cuales en el mercado contamos con varios modelos. Entre las más utilizadas está el de simple usillo el cual tiene la función de forzar el paso del material fundido hasta la llegada de una boquilla”.

La cual se basa en la transformación de un material el cual es fundido por medio de resistencia eléctricas, atravesando la boquilla, esto permitiendo la creación de un nueva pieza o producto. Con una respectiva sección transversal y su longitud que no se establece hasta saber cuál sería el uso del producto impreso (Solórzano & Toral, 2022, p. 15).

2.6.1 Extrusión directa

La extrusión directa se basas en que el hot end es el encargado de fundir el material plástico este está montado en el mismo extrusor. El material (plástico) por ende cruza un poco volumen entre el extrusor y el hot end. Asi permitiendo el control exacto sobre el filamento extruido dándonos como resultado una pieza de buena calidad (Rodríguez, 2014, p. 22).

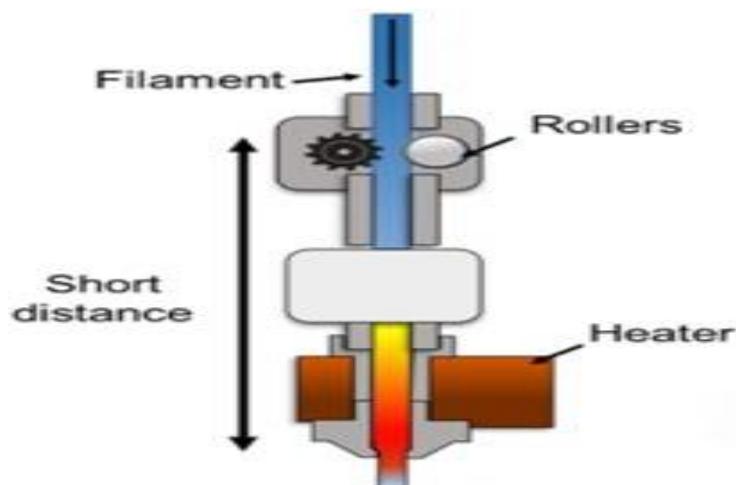


Figura 2.7 Impresión directa
Fuente: (Moetazedian & Setiadi, 2021, p. 2)

2.6.2 Extrusión bowden

La Extrusión mediante bowden se trabaja por medio del alejamiento del hot end; la cual usualmente suele estar ubicada sobre la estructura de la máquina de impresión, Estático. Esto quiere decir que el material ira con guía, desde el extrusor hasta el hot end a través de un tubo de filamento estable, llamado bowden (Rodríguez, 2014, p. 23).

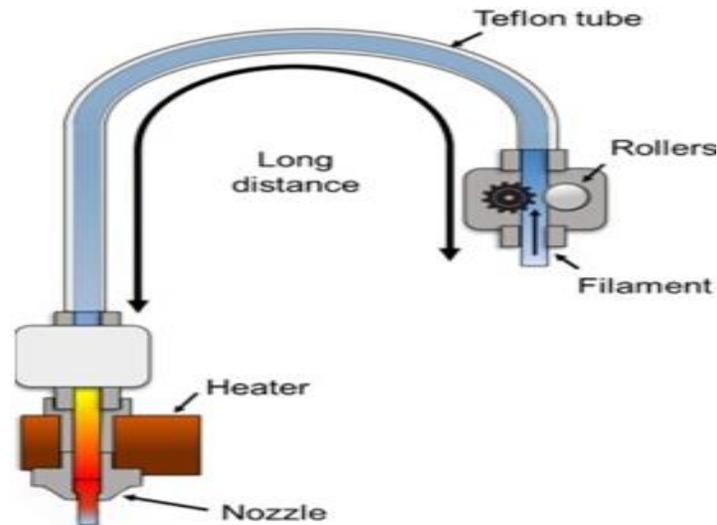


Figura 2.8 Impresión por bowden

Fuente: (Moetazedian & Setiadi, 2021, p. 2)

2.7 Resina

La resina es comúnmente usada en la manufactura aditiva, en particular en la impresión 3D, donde un láser solidifica la resina líquida en capas sucesivas para producir piezas con detalle precisos y acabados de alta calidad. Además, la resina ofrece una amplia gama de propiedades mecánicas y ópticas, lo que hace un material adecuado para diversas aplicaciones en ingeniería, medicina, joyería y arquitectura (Almeida & Cruz, 2015, p. 20). Es importante destacar que el manejo y el curado de la resina requiere precauciones y habilidades para obtener resultados óptimos.

2.8 Simulación (software de laminado)

El software de laminado se utiliza para convertir estas capas en instrucciones para la impresora 3D, y también permite configurar las propiedades de la pieza y la orientación de las capas para optimizar la calidad y eficiencia.

Además, el software de simulación puede utilizar para prever la calidad de la pieza final y detectar posibles errores en el proceso de fabricación. La elección del software de laminado es crucial para garantizar la precisión y calidad de la pieza, por lo que es importante elegir el software adecuado para cada proyecto (Bravo, 2020, p. 16).

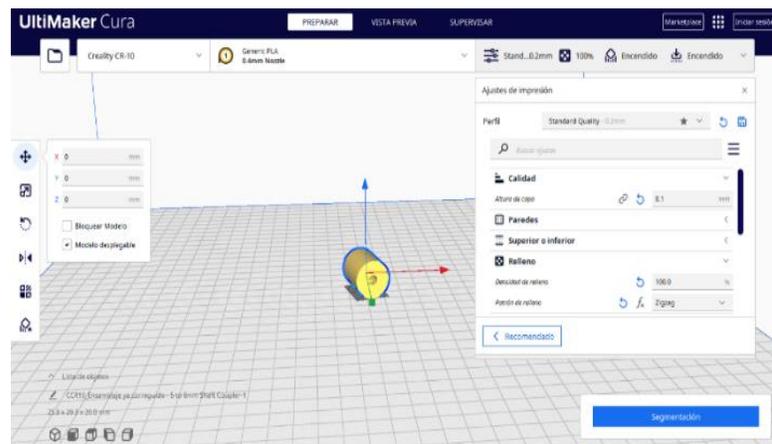


Figura2.9 Software de laminado, Cura

Fuente: (Autoría propia)

2.9 Materiales usados en la sección automotriz

Un poco más de la mitad de los materiales utilizados en la producción de vehículos modernos son de hierro fundido y acero, llegando a presentar el 55% del volumen total. Los plásticos ocupan aproximadamente el 11%, mientras que las aleaciones de aluminio están en tercer lugar con un 9%. El caucho y el vidrio se sitúan en el 7% y el 3% respectivamente. Por otro lado, las aleaciones no ferrosas, como magnesio, titanio, cobre, zinc, representan menos del 1%. Además, otros materiales

como lacas. Pinturas, cables eléctricos y materiales de revestimiento, entre otros, también ocupan menos del 1% (Dibujes & Chinchuña, 2023, p. 24).



Figura 2.10 diagrama de los porcentajes de los principales materiales y aleaciones que son empleados en los componentes o piezas de un vehículo

Fuente: (Dibujes & Chinchuña, 2023).

CAPITULO III

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Diseño CAD

La creación del diseño y ensamblé de la impresora 3D se llevó a cabo utilizando el programa de software Solid Works, por lo cual esta impresora consta de los siguientes sistemas.

Estructura

Extrusor y fusor

Ejes

Motor

Extrusor

Soportes

Cama y sus componentes

Panel de control

Otros componentes

3.2 Estructura

El chasis de la maquina también conocido como la estructura de la impresora 3D, tiene como objetivo principal proporcionar una rigidez a esta máquina de manufactura 3d.

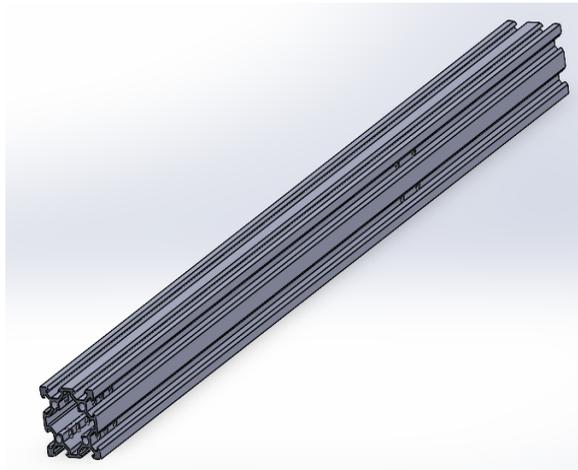


Figura 3.1 CAD Perfil base

Fuente: (Autoría propia)

Este perfil es la base en la máquina, en la cual se alojan los demás perfiles, además de algunos componentes de la impresora. Su medida es de 40mm x 40mm y su longitud se basa en dos distintas medidas: la primera es de 600 mm y la segunda es de 440 mm.

3.3 Ejes

3.3.1 Eje x

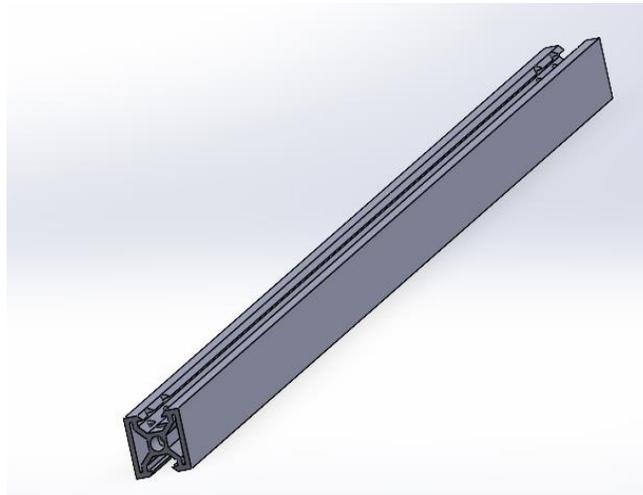


Figura 3.2 CAD Perfil eje X

Fuente: (Autoría propia)

Este perfil es el que conforma la dirección x en la impresión 3D su medida es de 20 x 20 mm y su longitud es 420mm.

3.3.2 Eje y



Figura 3.3 CAD Perfil eje Y
Fuente: (Autoría propia)

Este perfil constituye la base sobre la que descansa la cama; sus dimensiones son de 60mm la parte más ancha y 20 mm, Además presenta una longitud de 680mm.

3.3.3 Eje z

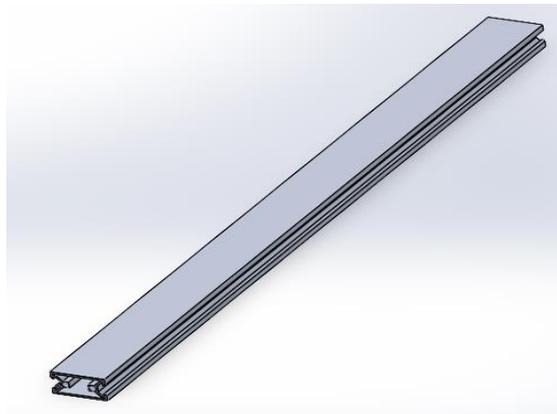


Figura 3.4 CAD Perfil eje Z
Fuente: (Autoría propia)

Este perfil es el que conforma la dirección z en la impresión 3D su medida es de 20 x 60 mm y su longitud es 500mm, este ensamblado con el eje X trabajando en conjunto para obtener la altura de la pieza.

3.3.1 Extrusor

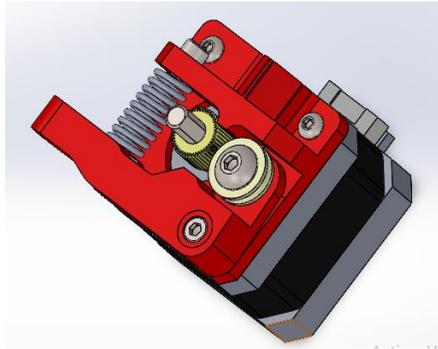


Figura 3.5 CAD Extrusor

Fuente: (Autoría propia)

Es el encargado de fundir y depositar el material al realizar una impresión capa por capa. El cual da una buena calidad y precisión de la apariencia final de las piezas impresas.

3.4 Motor

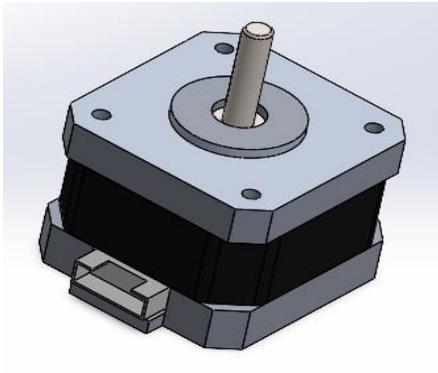


Figura 3.6 CAD Motor

Fuente: (Autoría propia)

Tenemos 4 motores paso a paso, los cuales son los que permiten generar los distintos movimientos en las distintas direcciones (X, Y, Z).

3.5 Soportes

3.5.1 Soporte 1

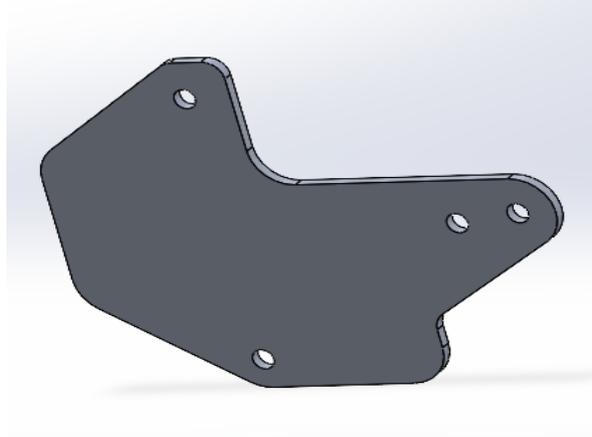


Figura 3.7 CAD Soporte 1
Fuente: (Autoría propia)

Es el encargado de soportar uno de los cuatro motores el cual está en la parte izquierda junto al soporte del motor que conforma al extrusor, esto para mejorar la transmisión de movimiento además de la tensión de la correa.

3.5.2 Soporte 2

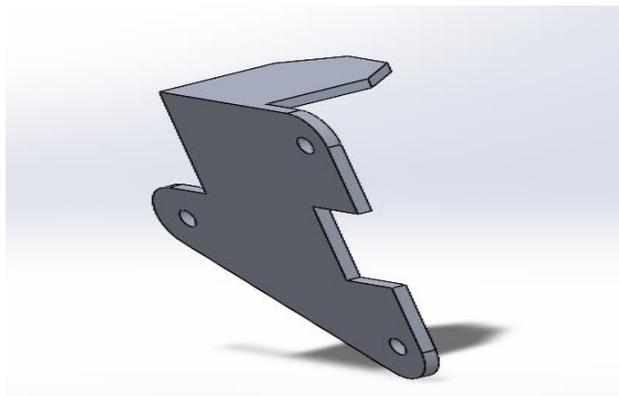


Figura 3.8 CAD Soporte 2
Fuente: (Autoría propia)

Es el encargado de soportar el motor el cual compone al extrusor, Está colocado en la parte izquierda del motor cerca al filamento.

3.5.3 Soporte 3

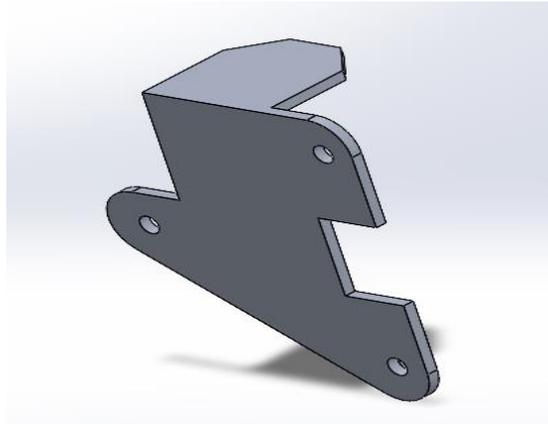


Figura 3.9 CAD Soporte 3

Fuente: (Autoría propia)

Es el encargado de soportar el perfil del eje X, de igual manera trabaja en conjunto con el soporte 4 para llevar acabo el movimiento y desplazamiento en los ejes X y Z de los movimientos a la hora de imprimir.

3.5.4 Soporte 4

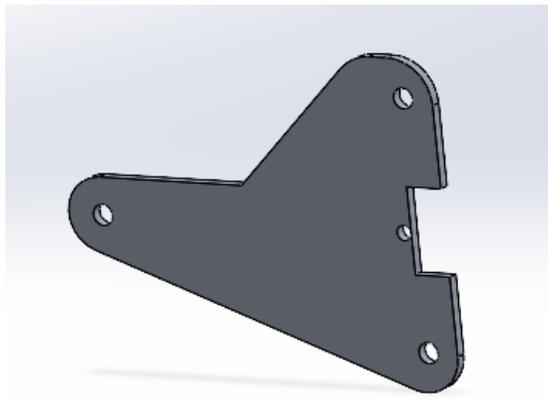


Figura 3.10 CAD Soporte 4

Fuente: (Autoría propia)

Es el encargado de soportar el perfil del eje X al igual que el soporte 1 y 5 además es parte del sistema de movimiento el cual soporta las ruedas que se desplazan en el eje X y Z.

3.5.5. Soporte 5

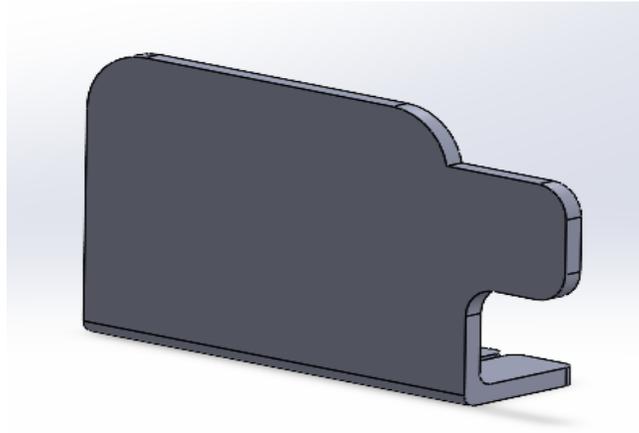


Figura 3.11 CAD Soporte 5

Fuente: (Autoría propia)

Es el encargado de soportar el fusor el cual se encuentra de la parte izquierda y colocada en el perfil del eje X.

3.6 Cama y sus componentes

3.6.1 Vidrio

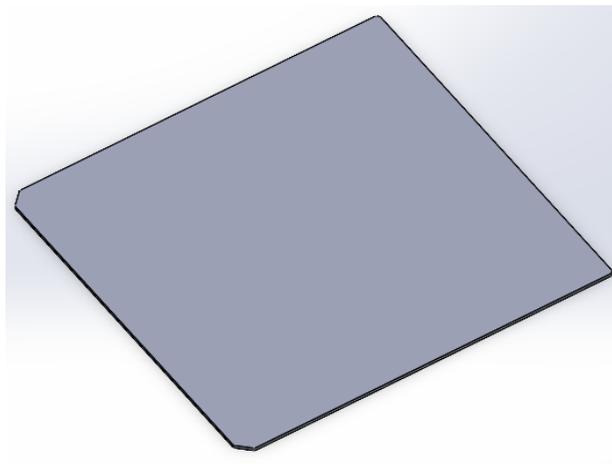


Figura 3.12 CAD Vidrio de la cama

Fuente: (Autoría propia)

Es la base en la cual la impresora coloca la primera capa para la elaboración de la pieza este es de material de vidrio con fines específicos.

3.6.2 Parte superior

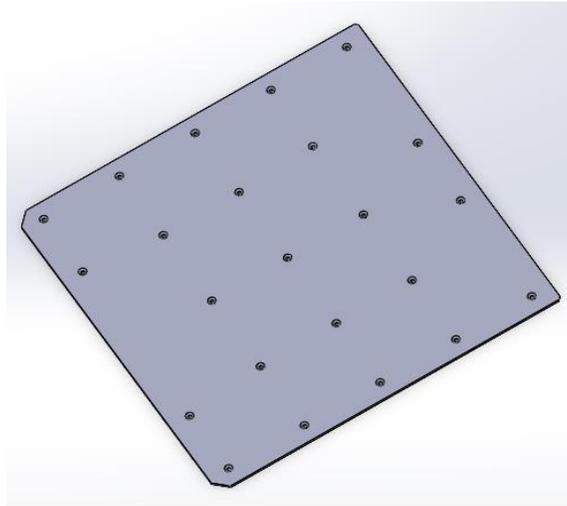


Figura 3.13 CAD Parte superior de la cama
Fuente: (Autoría propia)

Esta parte superior de la cama la cual es utilizada como la base donde se aloja el vidrio además se desplaza en el eje Y trabaja en conjunto con los perfiles de esta dirección.

3.6.3 Parte de inferior

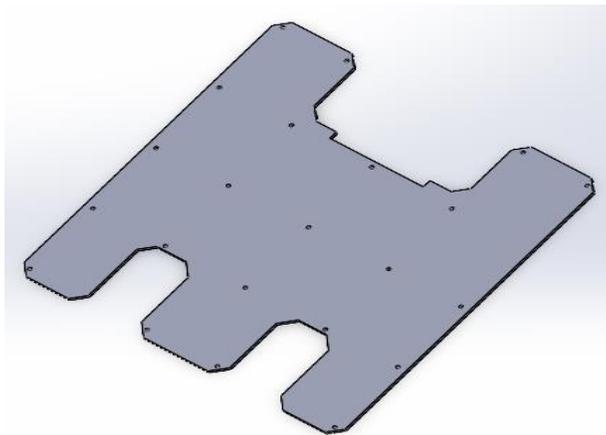


Figura 3.14 CAD Parte inferior de la cama
Fuente: (Autoría propia)

Esta parte es ensambla con la parte superior que, conformando la cama de la impresión, también trabaja en conjunto con el perfil del eje Y para dar desplazamiento para la creación de la pieza impresa 3D.

3.6.4 Reemplazo de resorte

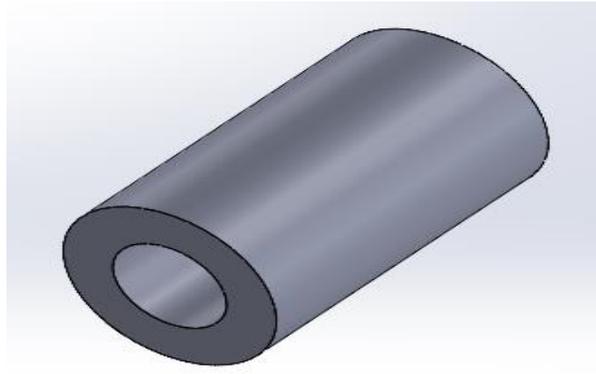


Figura 3.15 CAD Reemplazo de resorte de la cama
Fuente: (Autoría propia)

Esta pieza esta entre la parte superior y la inferior de la cama la cual soporta la carga de la parte superior y cumple con la fijación por medio de pernos de estos dos elementos.

3.7 Poleas

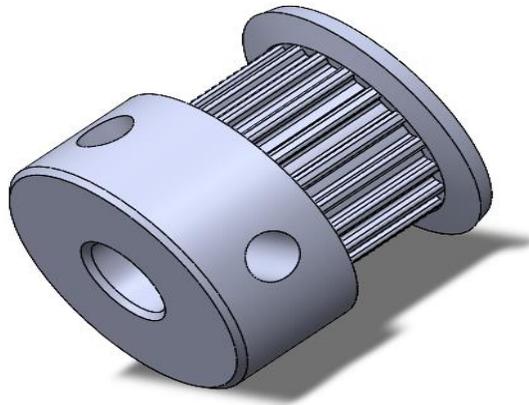


Figura 3.16 CAD Poleas
Fuente: (Autoría propia)

Este componente se le instala en los ejes de los motores y se ajustan a las correas para permitir el desplazamiento vertical y horizontal.

3.8 Barras de tracción

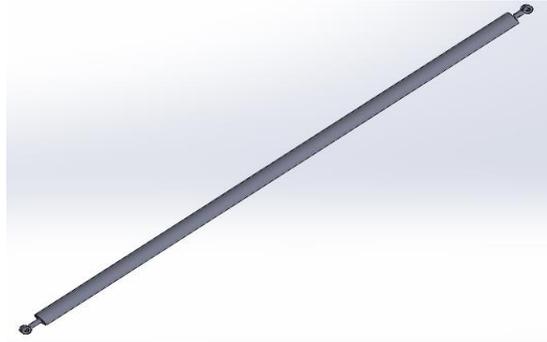


Figura 3.17 CAD Barra de tracción
Fuente: (Autoría propia)

Esta pieza es la encargada de mantener la rigidez y una mayor estabilidad de la impresora al estar sometida a movimientos.

3.9 Panel de control

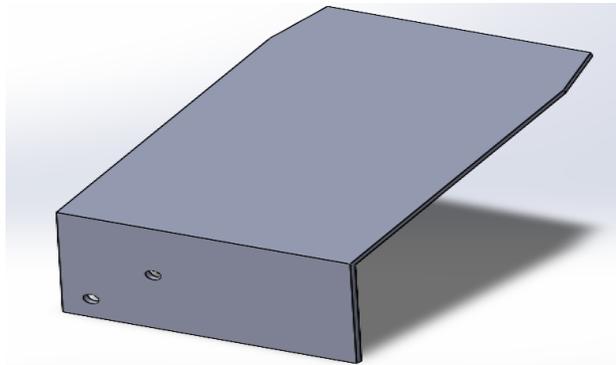


Figura 3.18 CAD Panel de control
Fuente: (Autoría propia)

La función de este panel es ayudar a interactuar maquina usuario la cual controla distintos sistemas de la impresora.

3.10 Fijador superior

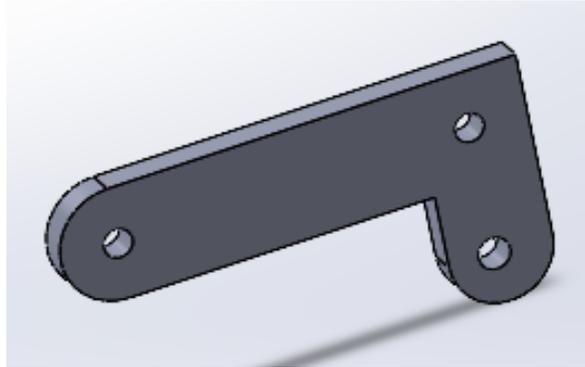


Figura 3.19 CAD Fijador superior

Fuente: (Autoría propia)

Este está ubicado en la parte de arriba junto con la barra de tracción trabajan para mantener una estabilidad en las vibraciones de la impresora.

3.11 Fijador de varilla de riel de tornillo

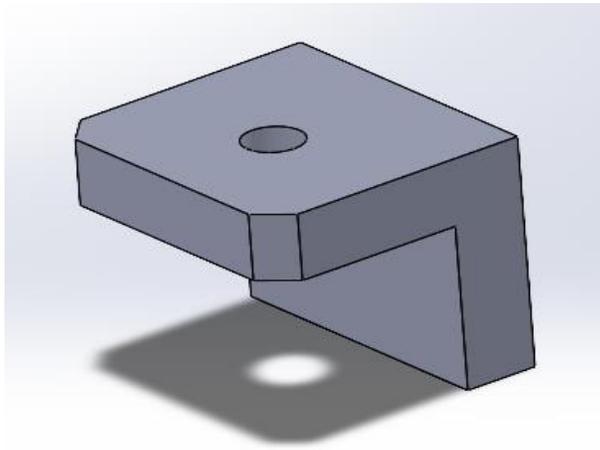


Figura 3.20 CAD Fijador de varilla de riel de tornillo.

Fuente: (Autoría propia)

Es la encargada de mantener estable para que la varilla funcione adecuadamente a la hora que se realice el movimiento de la impresión en el eje Z.

3.12 Varilla de riel de tornillo

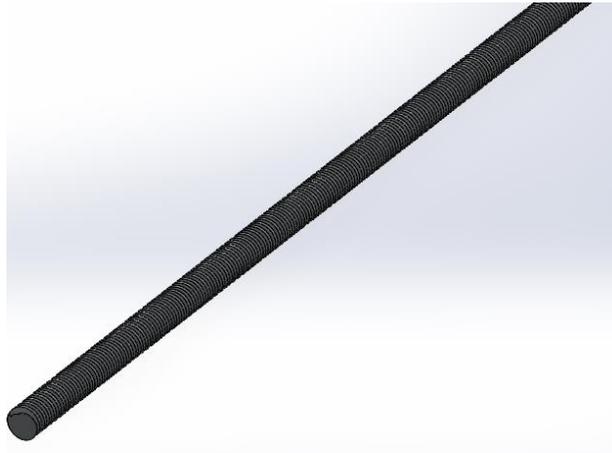


Figura 3.21 CAD Varilla de riel de tornillo
Fuente: (Autoría propia)

La función principal de la varilla es permitir el movimiento suave y preciso del eje Z, Trabaja junto con los motores.

3.13 Correas



Figura 3.22 Correas Fuente
Fuente: (Autoría propia)

Estas correas están colocadas alrededor de las poleas a Su vez están acopladas a los motores los cuales son encargados de dar movimiento a este sistema, el material de estas correas es de plástico.

3.14 Otros componentes

3.14.1 Placa de control



Figura 3.23 Placa de control
Fuente: (Autoría propia)

Es un desarrollador electrónico de código abierto el cual es programable por cualquier persona y se utiliza en distintas aplicaciones. En este caso se utiliza para que la maquina o impresora pueda opera.

3.14.2 Fin de carrera



Figura 3.24 Fin de carrera
Fuente: (Autoría propia)

Este es un sensor, el cual su principal función es de determinar cuál es el tamaño máximo al cual fue configurada la impresión 3D.

3.14.3 Sensor de filamento electrónico

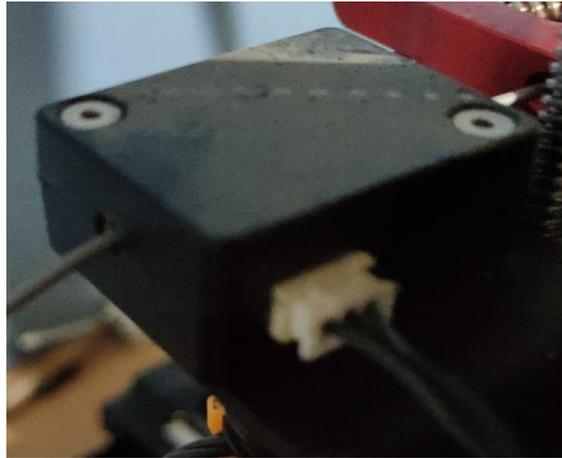


Figura 3.25 Sensor de filamento
Fuente: (Autoría propia)

El sensor de filamento garantizará que la impresión se pare en caso de que el filamento se termine o se rompa. Utiliza una especie de "ojo" que vigila cómo avanza el filamento, lo que evita cualquier problema al detectar si se quiebra o se acaba.

3.14.4 Fuente de alimentación



Figura 3.26 Fuente de alimentación
Fuente: (Autoría propia)

Una fuente de alimentación es como una "fuente de energía" para tus dispositivos electrónicos. Piensa en tu computadora, teléfono móvil o electrodomésticos; todos ellos necesitan electricidad para funcionar. La fuente de alimentación toma la electricidad que viene de la pared y la transforma en el tipo de energía que estos dispositivos requieren para trabajar de manera correcta.

3.14.5 Ventilador



Figura 3.27 Ventilador
Fuente: (Autoría propia)

La función específica de este ventilador es enfriar el filamento a la vez que sale de la punta del hotend.

3.15 Micrómetro



Figura 3.28 Micrómetro
Fuente: (Autoría propia)

También conocido como calibrador de tornillo micrométrico, es un dispositivo que se utiliza para medir con precisión componentes en ingeniería mecánica y mecanizado, así como en la mayoría

de los oficios mecánicos, utilizado para realizar las pruebas de medición en los ensayos de círculos y cuadrados

3.16 Balanza analítica



Figura 3.29 Ventilador
Fuente: (Autoría propia)

Son dispositivos capaces de medir la masa utilizada en piezas con una medición de alta precisión libres de corrientes de aire, dispositivo electrónico que requiere un mantenimiento estricto para obtener resultados precisos.

3.17 Método

Mediante el diseño y ensamble de una impresora 3D, se procederá a investigar en el mercado los diferentes tipos de impresoras 3D tomando en cuenta los factores que más satisfacen a la carrera de ingeniería automotriz de la facultad FICA. Precizando el bajo costo de esta herramienta por lo cual la primera fase de factores a satisfacer son tomar en cuenta el volumen de impresión, forma de impresión, materiales con los cuales se puede poner a funcionar la maquina dependiendo de uso

y función de la pieza final (material final de la pieza) y tipos de impresión, para los cual con ayuda del tutor e investigando las necesidades con las que cuenta nuestra carrera.

Una vez analizado las necesidades y funciones que va a tomar la máquina, se tomara en cuenta el funcionamiento de la impresora y volumen de impresión 400x400x400 mm por inyección de filamento y que sea versátil para el manejo de todo el personal, además se verificara el comportamiento de los diferentes materiales con los que se pondrá a prueba y se analizara el comportamiento al momento de presentar el proceso de manufactura de la pieza final para esto la impresora que satisfacer todas estas necesidades es la impresora Cartesiana 3D.

Posteriormente se procederá a realizar el diseño CAD de la maquina ya seleccionada y procederemos al ensamble para poner en marcha el modelado por deposición fundida con los diferentes materiales previstos tomando en cuenta las características de cada uno y su forma de impresión.

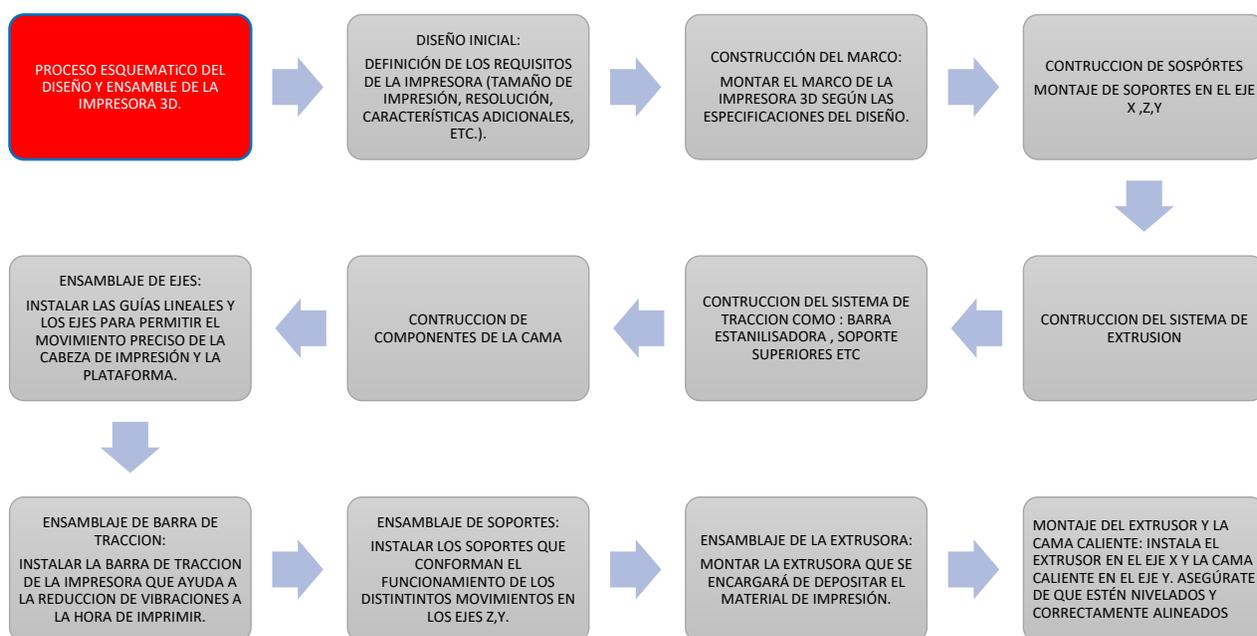


Figura 3.30 Flujo grama del diseño y ensamble de la impresora 3D
Fuente: (Autoría propia)

En la siguiente sección se presenta la secuencia o pasos a seguir de la metodología en base al diseño y ensamble de una impresora 3D, para la puesta en marcha de la maquina seleccionada. Por lo cual se describirá cada una de las fases llegando a la manufactura final.

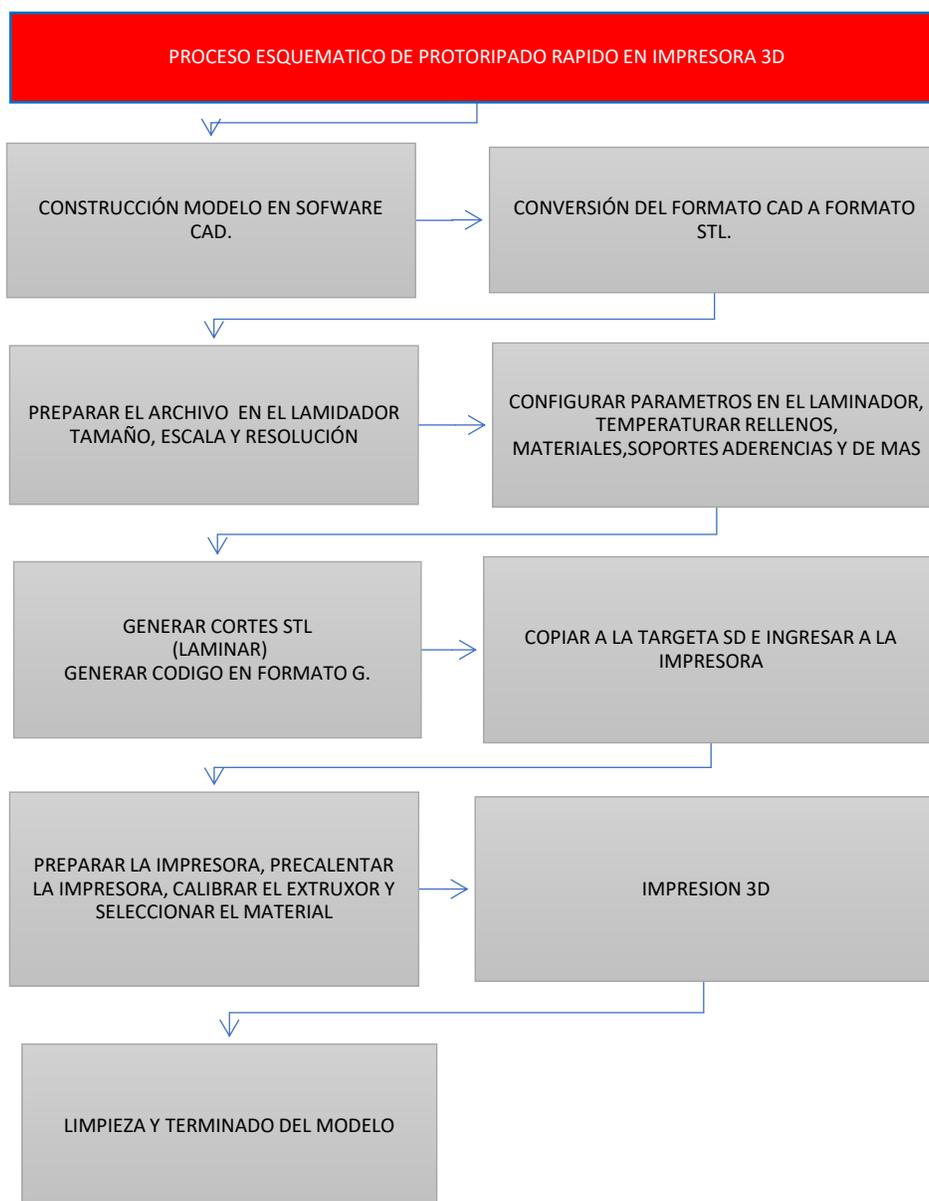


Figura 3.31 Flujograma de la metodología de impresión
Fuente: (Autoría propia)

3.18 Características generales de la impresora

El proceso de modelado FDM es una tecnología que utiliza la metodología de la adición de material capa por capa, utilizando materiales tales como polímeros. Para la construcción de piezas, Este tipo de prototipado inyectando material 1°C antes de llegar al punto de fusión eso hace que se solidifique de manera fugaz sobre su capa inferior.

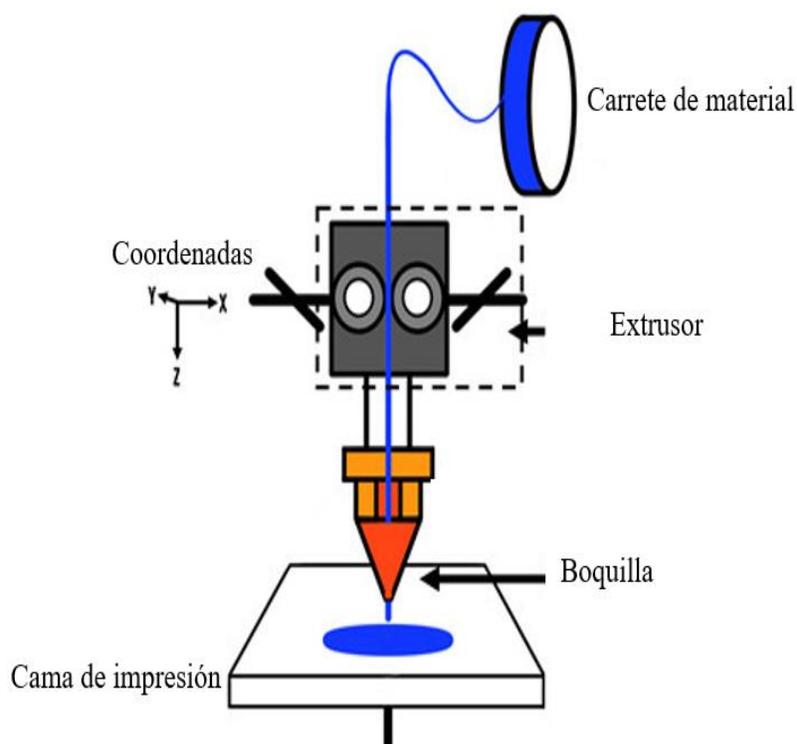


Figura 3.32 FDM
Fuente: (Cavallo Christian, 2020)

Los parámetros generales de la impresora 3D podemos observar en el manual de usuario de la máquina. El cual presenta las características y parámetros básicos como se puede apreciar en la **tabla 3.1**.

Tabla 3.1 Parámetros básicos de la impresora

Parámetros Básicos	
Tamaño de impresión	400 x 400 x 400 mm.
Tecnología de modelado	FDM
Numero de boquillas	1
Grosor de corte	0.1mm-0.4mm
Diámetro de la boquilla	Estándar 0.4 mm
Precisión	± 0.1 mm
Filamento o material	1.75 mm PLA/TPU/PETG/ABS/
Formato de archivos	STL/OBJ/AMF
Transferencia de archivos	Tarjeta de almacenamiento USB
Software de laminación	Cura/Creality Slicer/Simplify3D
Fuente de alimentación	Entrada AC100-240v 50/60Hz Salida 24V
Potencia	500W
Temperatura de la cama	$\leq 90^{\circ}\text{C}$
Temperatura de boquilla	$\leq 260^{\circ}\text{C}$
Reanudación de impresión	Si
Sensor de final de filamento	Si
Doble eje Z	Si
Nivelación automática	Si
Idiomas	Ingles/chino
Sistemas operativos compatibles	Windows XP/7/8/10 MAC/Linux

Velocidad de impresión	80-100mm/s
-------------------------------	------------

Fuente:(Manual_CR-6 Max, n.d.)

La generación del diseño CAD de la máquina como es su diseño y creación de planos esta realizado con la ayuda del software SolidWorks en el generamos el diseño digital y está dividido en diferentes partes como podemos apreciar en la tabla 3.2.

Tabla 3.2 partes de la impresora

Lista de Partes	
Parte	Numero de partes
Base o Cama de impresión	1
Marco o estructura	1
Display o panel de control	1
Cable de poder	1
Bastidor o rack de filamento	1
Carrete de filamento	1
Filamento	1
Varillas de tracción o soporte	4
Pernos Sems M5x45	4
Pernos de cabeza redonda hexagonal M5x12	2
Pernos de cabeza redonda hexagonal M5x20	2
Pernos de cabeza redonda hexagonal M5x10	2
Perno roscado M6	2
Perno de unión M6	4

Tuerca hexagonal M6	4
Accesorio roscado	1

Fuente:(Manual_CR-6 Max, n.d.)

En conjunto con el listado de partes y ensamblado da como resultado la impresora 3D, con un volumen de impresión de 400x400x400 mm con un total de 64000cc. Una maquina con prestaciones funcionales para la carrera de ingeniería automotriz

Tabla 3.3 Herramientas utilizadas en el montaje de la impresora

Lista de Herramientas	
Espátula	1
Llave inglesa	1
Lave de copa	1
Limpiador de boquilla	1
Juego de llaves allen – hexagonales	1
Tarjeta de memoria y lector de tarjeta	1
Seguro de conexión rápida	2
Soporte de liberación rápida	2
Boquillas	2

Fuente:(Manual_CR-6 Max, n.d.)

Para determinar la temperatura tanto de la boquilla como la de la cama de impresión, todo dependerá del filamento con el que se va a imprimir las piezas como se puede apreciar en otro punto a tomar es el modelado en un software CAD y convertidas a formato STL. Para posterior generar el código g. que ingresaremos a la impresora.

Tabla 3.4 Temperatura del funcionamiento del filamento

Temperatura de operación de filamentos				
Material	Temperatura de Boquilla °C		Temperatura de Cama °C	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
PLA	200	220	50	70
PETG	215	240	60	85
TPU	210	240	0	60
ABS	220	250	70	90
PVB	200	220	50	70

Fuente: (Autoría propia)

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 Ensamble general

El ensamblaje de la impresora 3D fue un proceso meticuloso que involucró varios pasos esenciales. Comenzó organizando un espacio de trabajo adecuado y verificando los componentes según las instrucciones del fabricante. La lectura detallada del manual fue crucial para entender los pasos y precauciones. Luego, procedió a montar el marco y los motores, asegurándose de la alineación de los ejes. Posteriormente, instaló el extrusor y la cama caliente, ajustándolos correctamente. Finalmente, el cableado y la electrónica se ensamblaron siguiendo el diagrama proporcionado.

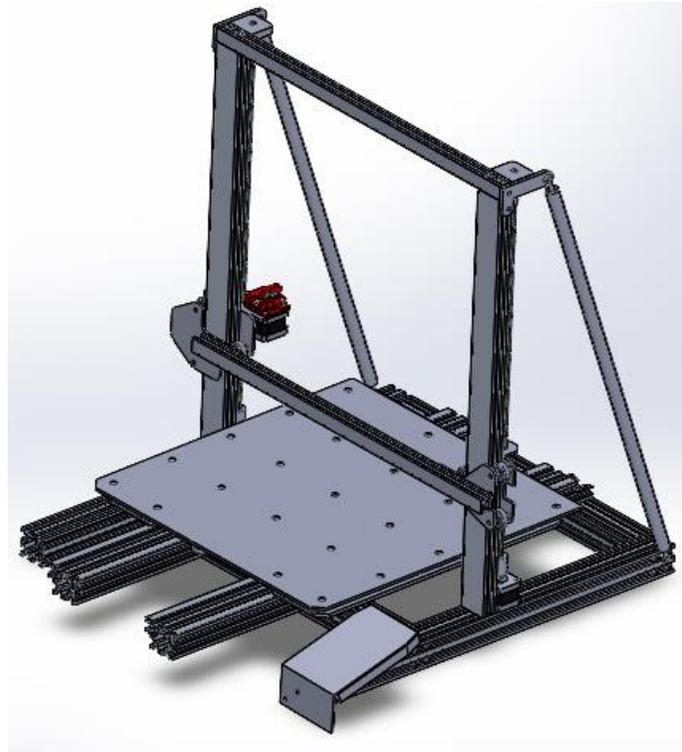


Figura 4.1 Ensamble general

Fuente: (Autoría propia)

4.2 Pruebas

Para el análisis metrológico y evaluar la precisión de la impresión 3D, se desarrollaron prototipos simples que permitieron observar ángulos, circunferencias y dimensiones como cilindros y cuadrados. De esta manera, se pudo obtener la tolerancia de impresión de la impresora 3D.

Se diseñó 3 diferentes piezas las cuales son 2 cilindros y 1 cubos con dimensiones establecidas en software CAD, se fabricó 5 reproducciones de cada uno. adicionalmente un engranaje con dimensiones establecidas para calcular su masa

Nomenclatura: PLA-FC: material de la pieza y composición (PLA o PETG) - (FC: Fibra de carbono, FM: Fibra de madera).

CS o SL: Letra inicial es el tipo de pieza (C: Circulo – S: Cuadrado) la segunda letra es el tamaño (S: pequeña – L: grande)

01: refiere al número de ensayo

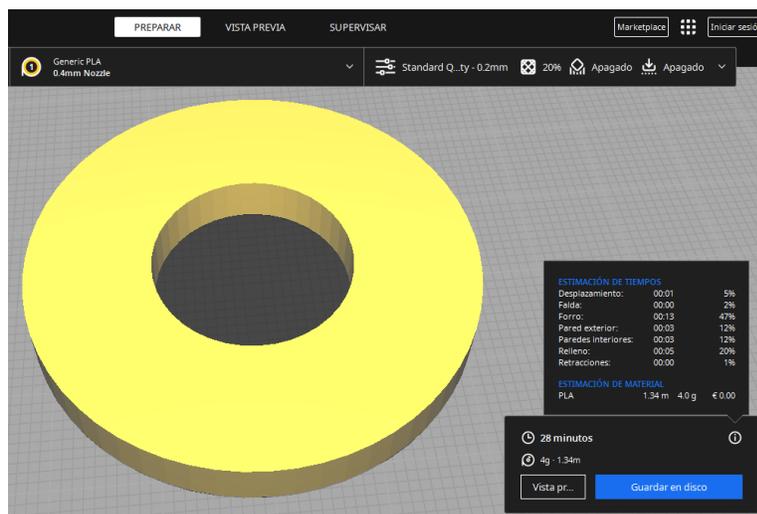


Figura 4.2 Laminador en cura

Fuente: (Autoría propia)

En la **figura 4.2** podemos observar que cada prueba manufacturada se demora un aproximado de 28 minutos con medidas establecidas para poder ser medidas en el análisis métrico, comparando y verificando entre la impresión y las medidas del software

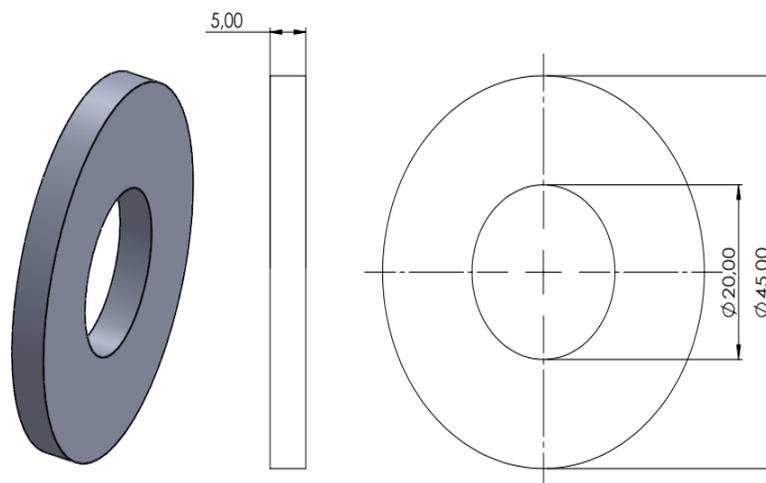


Figura 4.3 Plano CAD
Fuente: (Autoría propia)

Para en análisis metrológico, se imprimió piezas simples como son las circunferencias **figura 4.3** para obtener la comparación de medidas, entre las medidas obtenidas de la pieza impresa y las medidas dadas en el software CAD. Que son el diámetro interior, exterior y su altura.

Tabla 4.1 Ensayos de círculos pequeños

Código	Material	Dimisiones		
		Diámetro Exterior(D)	Diámetro Interior(d)	Altura(h)
PLA-FC-CS-01	PLA FIBRA DE CARBONO	45,01	19,85	4,89
PLA-FC-CS-02		44,98	19,97	4,96
PLA-FC-CS-03		44,92	19,98	4,84
PLA-FC-CS-04		45,03	19,89	4,89
PLA-FC-CS-05		45,03	19,95	4,85
PETG-CS-01	PETG NEGRO	45,09	19,95	4,95
PETG-CS-02		44,92	19,87	4,87

PETG-CS-03		45,07	20,05	4,85
PETG-CS-04		44,96	20,01	4,87
PETG-CS-05		44,95	19,87	4,95
PLA-CS-01	PLA ROJO	44,92	20,04	4,92
PLA-CS-02		45,02	19,97	4,84
PLA-CS-03		44,96	19,86	4,79
PLA-CS-04		45,01	19,91	4,84
PLA-CS-05		44,97	19,98	4,9
PLA-FM-CS-01	PLA FIBRA DE MADERA	44,98	20,03	4,84
PLA-FM-CS-02		45,03	20,05	4,93
PLA-FM-CS-03		45,07	20,07	4,87
PLA-FM-CS-04		45,01	20,01	4,95
PLA-FM-CS-05		45,03	19,98	4,92
	promedio	44,998	19,965	4,886

Como podemos observar en la tabla vemos el comportamiento de la maquina con diferentes materiales imprimiendo el mismo prototipo al hacer una comparación general de las diferentes medidas con las establecidas por software verificamos que la tolerancia establecida en su manual es la verídica y en diferentes casos hasta disminuye.

Ensayo círculos grandes

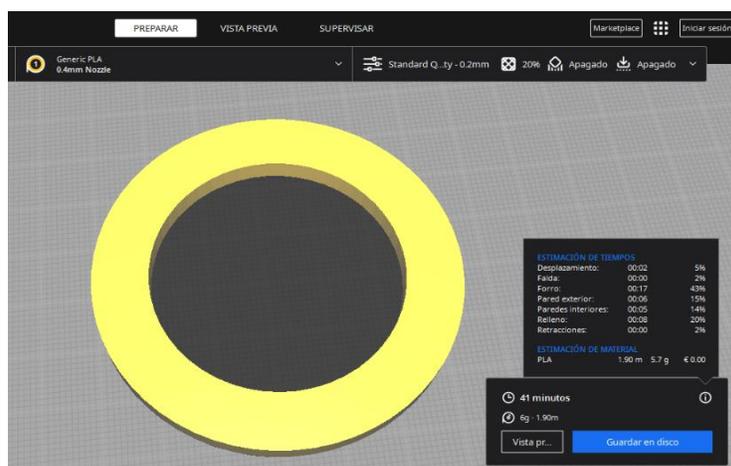


Figura 4.4 Lamido en cura

Fuente: (Autoría propia)

En la figura 4.4 podemos observar que cada prueba manufacturada se demora un aproximado de 41 minutos con medidas establecidas para poder ser medidas en el análisis métrico, comparando y verificando entre la impresión y las medidas del software. Con la ayuda de los micrómetros

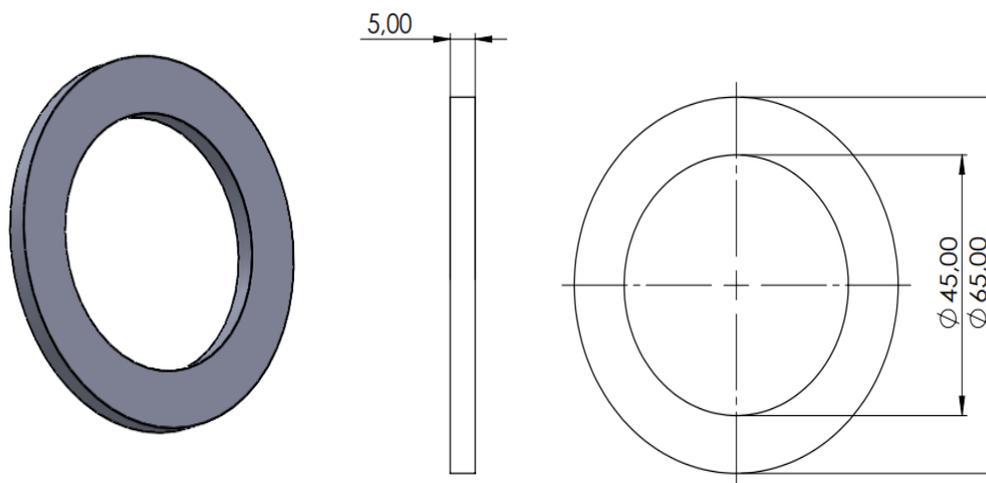


Figura 4.5 Plano CAD
Fuente: (Autoría propia)

Para en análisis metrológico, se imprimió piezas simples como son las circunferencias **figura 4.5** para obtener la comparación de medidas, entre las medidas obtenidas de la pieza impresa y las medidas dadas en el software CAD. Que son el diámetro interior, exterior y su altura

Tabla 4.2 Ensayos de círculos Grandes

Código	Material	dimensiones		
		Diámetro Exterior (D)	Diámetro Interior (d)	Altura(h)
PLA-FC-CL-01	PLA FIBRA DE CARBONO	64,83	49,19	4,86
PLA-FC-CL-02		65,13	45,11	4,93
PLA-FC-CL-03		64,99	44,17	4,91
PLA-FC-CL-04		64,99	44,22	4,92
PLA-FC-CL-05		65,07	44,23	4,79
PETG-CL-01	PETG NEGRO	64,87	44,92	4,87
PETG-CL-02		65,06	45,01	4,81

PETG-CL-03		65,19	44,56	4,83
PETG-CL-04		65,07	44,66	4,9
PETG-CL-05		65,06	44,84	4,74
PLA-CL-01	PLA ROJO	64,73	44,87	4,85
PLA-CL-02		65,13	44,94	4,87
PLA-CL-03		64,89	44,79	4,78
PLA-CL-04		65,15	45,06	4,73
PLA-CL-05		64,97	44,55	4,77
PLA-FM-CL-01	PLA FIBRA DE MADERA	65,05	45,06	4,74
PLA-FM-CL-02		64,87	44,94	4,81
PLA-FM-CL-03		65,08	44,97	4,93
PLA-FM-CL-04		65,01	45,01	4,87
PLA-FM-CL-05		64,96	45,07	4,89
	promedio	65,005	45,009	4,840

Como podemos observar en la tabla vemos el comportamiento de la maquina con diferentes materiales imprimiendo el prototipo varias veces con una proporción de mayor tamaño, al hacer una comparación general de las diferentes medidas con las establecidas por software verificamos que la tolerancia establecida en su manual es la verídica.

Ensayo de cuadrados

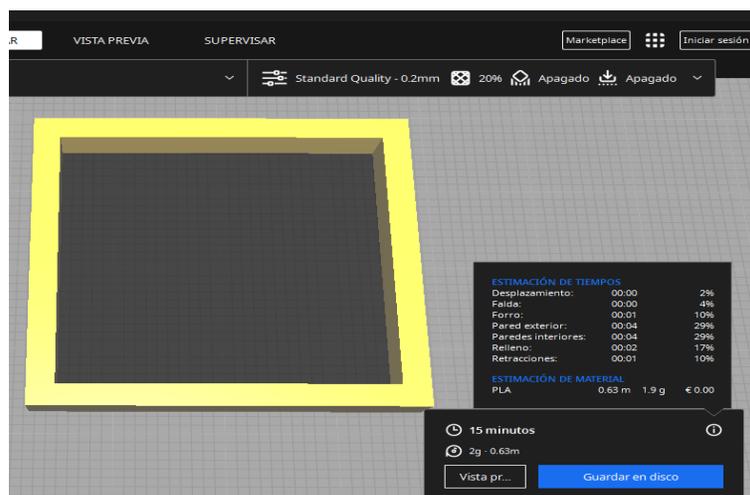


Figura 4.6 Plano CAD
Fuente: (Autoría propia)

En la **figura 4.6** podemos observar que cada prueba manufacturada se demora un aproximado de 15 minutos con medidas establecidas para poder ser medidas en el análisis métrico, comparando y verificando entre la impresión y las medidas del software. Con la ayuda de los micrómetros

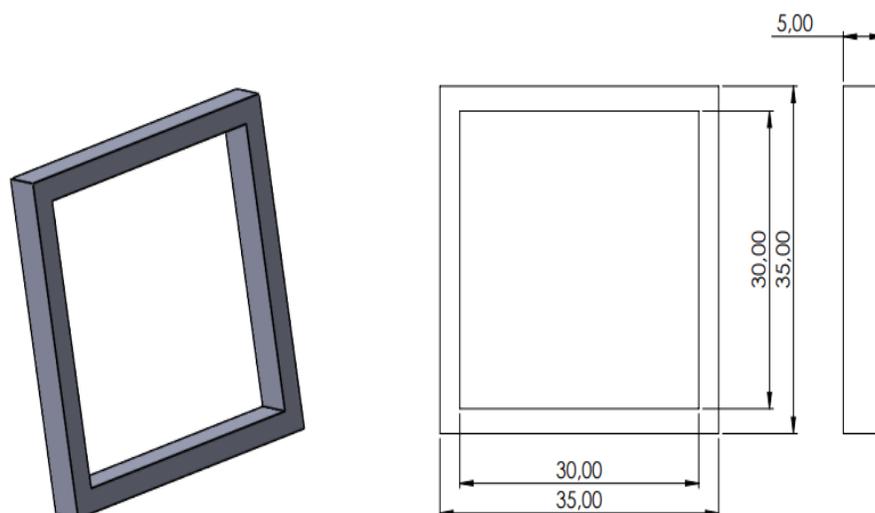


Figura 4.7 Plano CAD
Fuente: (Autoría propia)

Para en análisis metrológico, se imprimió piezas simples como son los cuadrados **figura 4.7** para obtener la comparación de medidas, entre las medidas obtenidas de la pieza impresa y las medidas dadas en el software CAD. Que son el largo exterior, interior y su altura

Tabla 4.3 Ensayos de Cuadrados

Código	Material	Dimensiones		
		Largo E (L)	Largo I(A)	Altura (h)
PLA-FC-SS-01	PLA FIBRA DE CARBONO	35,03	29,88	4,86
PLA-FC-SS-02		35,10	29,91	4,84
PLA-FC-SS-03		35,03	29,86	4,87
PLA-FC-SS-04		35,07	29,94	4,86
PLA-FC-SS-05		35,04	29,89	4,79
PETG-SS-01	PETG NEGRO	35,12	29,82	4,94
PETG-SS-02		34,99	29,98	4,86
PETG-SS-03		35,04	29,94	4,90

PETG-SS-04		35,02	29,90	4,90
PETG-SS-05		35,03	29,95	4,97
PLA-SS-01	PLA ROJO	35,01	29,92	4,90
PLA-SS-02		35,04	29,91	4,82
PLA-SS-03		35,03	29,90	4,90
PLA-SS-04		35,06	29,91	4,79
PLA-SS-05		35,03	29,93	4,98
PLA-FM-SS-01		PLA FIBRA DE MADERA	35,05	30,01
PLA-FM-SS-02	35,03		29,98	4,93
PLA-FM-SS-03	35,04		29,99	4,92
PLA-FM-SS-04	34,99		29,97	4,89
PLA-FM-SS-05	35,04		30,03	4,9
	promedio	35,040	29,931	4,885

Como podemos observar en la tabla vemos el comportamiento de la maquina con diferentes materiales imprimiendo el prototipo (cuadrado pequeño) ya observando posibles ángulos de impresión, al hacer una comparación general de las diferentes medidas con las establecidas por software verificamos que la tolerancia establecida en su manual es la verídica.

4.3 Análisis de Masa

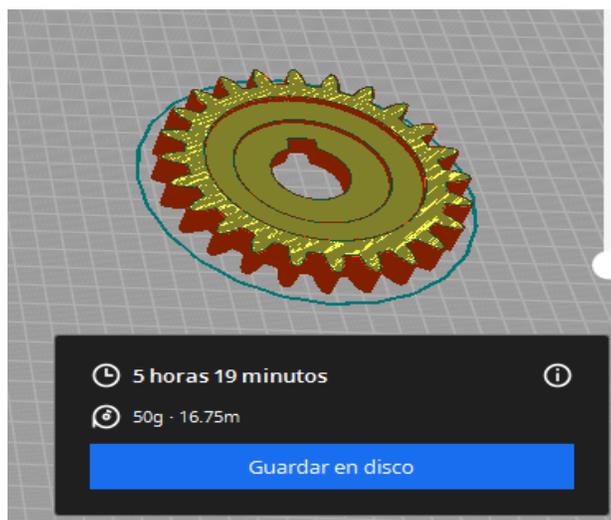


Figura 4.8 Consumo de material por laminador

Fuente (Autoría propia)

El proceso de manufactura de cada engrane tarde un aproximado de 5 horas y 19 minutos por la complejidad naturaleza y dimensiones de la pieza como podemos observar en la figura 4.8, Esto tiende a variar según el material a utilizar para el proceso de manufactura.

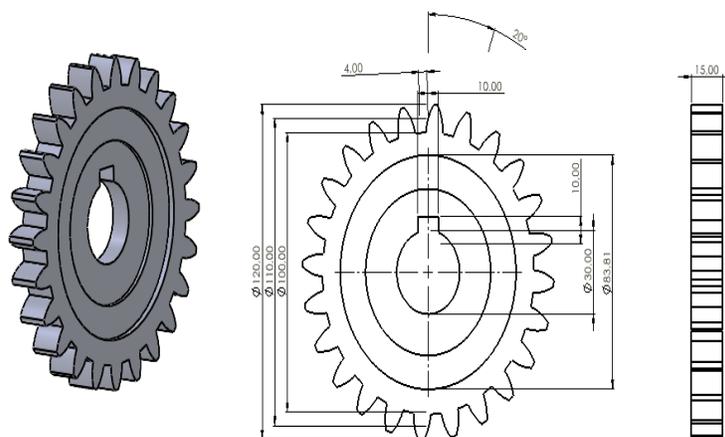


Figura 4.9 Engrane para manufactura

Fuente (Autoría propia)

El engranaje diseñado la para imprimir y hacer el proceso de medir la masa de material consta de dimensiones establecidas, consta de 24 dientes y un espesor de 15mm como se observa en la figura 4.9. Con una masa de 50g calculado por el laminador Cura.

Para el análisis másico o consumo de material en masas tenemos que considerar el peso del material al adquirirlo esto quiere decir que debemos tener en cuenta que se lo adquiera por kilos el rollo (1Kg c/u). el software de laminación o laminador estima un consumo tomando en cuenta los



parámetros de impresión, soportes y demás esto hace que nosotros tengamos en cuenta el aproximado consumo de material, sin olvidar el tipo de material y su composición esto refiere a las fibras.

Figura 4.10 Balanzas analíticas

Fuente (Autoría propia)

En las figuras 4.9 podemos observar la medición de masa en las balanzas analíticas obteniendo como resultados. La PLA de fibra de carbono tiene como masa 49.71g es decir 0.29g menos de lo calculado por el laminador. Así como el resultado con PLA normal fue de 46,37g por tanto observamos q son 3.63g menos de material obtenido por software de computadora. Con el PETG obtuvimos 50.98g, 0,98g de material sobrante. Así como con la fibra de madera 48.91g, 1.09g de material faltante. Es así que podemos decir que el material con que mejor comportamiento tiene, tanto en tiempo de impresión, calidad de impresión y masa de material consumido es con el PETG ya que podemos observar en las pruebas obtenidas una versatilidad y un comportamiento optimo del material.

Tabla 4.4 Consumo de material

CONSUMO DE MATERIAL	
MATERIAL	PESO (g)
LAMIDADOR (CURA)	50
PLA FIBRA DE CARBONO	49,713
PETG NEGRO	50,982
PLA ROJO	46,376
PLA FIBRA DE MADERA	48,913

Fuente: (Autoría propia)

La comparación del consumo de material real con el emitido por el laminador no está lejos de la realidad ya que como podemos ver el software por computadora calcula un estimado de material

por consumir que son 50g de material, pero al evaluar en el consumo en las balanzas analíticas podemos ver el consumo real que no dispersa mucho del estimado, depende mucho de la composición de material, si está constituido por algún otro elemento por el cual este conformado y además del su estado ya que se puede humedecer o resecar, estos ensayos fueron realizados en perfectas condiciones del material (nuevos).

4.4 Impresión prototipo motor mono cilindro



Figura 4.11 Prototipo motor mono cilíndrico

Fuente (Autoría propia)

El prototipo final obtenido por adición de material en impresora 3D del motor mono cilindro esta realizado en diferentes tipos de materiales como son: Chasis realizados en PLA fibra de carbono, cabezote pisto y cigüeñal construido en PLA normal de diferentes colores y el material utilizado para la biela y la polea es PETG negro. El prototipo final tiene como tiempo de impresión un aproximado de 2horas y 37 minutos por impresión de corrido, pero al imprimir por separados el tiempo de impresión puede varias y alterar demasiado según el operario demore en cambiar de material y laminar las partes a procesar dando como resultado un aproximado de 4 horas y 27 minutos según la manufactura los requiera y con un operario eficiente.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El uso del software CAD es fundamental en el proceso de diseño de una impresora 3D. Este tipo de software nos permite crear modelos digitales precisos de los componentes y sistemas de la impresora 3D antes de su fabricación física, reduciendo costos de producción. Esto garantiza un diseño preciso y la capacidad de realizar modificaciones antes de la manufactura.

La Impresora cartesiana tiene la capacidad de ser ensamblada con mucha facilidad, además cuenta con un HOT END bimetálico el mismo que nos permite imprimir una gran variedad de materiales disponible en el mercado ecuatoriano incluyendo materiales flexibles (TPU) Y materiales con aleaciones o fibras (PLA FIBRA de carbono y PLA Wood - Madera)

La impresora cartesiana es adecuada para imprimir materiales como el ABS o el PETG los cuales deben ser fundidos a temperatura superiores a las de materiales estándares, es por ello por lo que la implementación de un sistema de extrusión directa no es necesario ya que el sistema que cuesta la máquina es de buena calidad y tiene buenas prestaciones, además se realizaron pruebas con los materiales antes mencionados, obteniendo resultados favorables y la impresora no presentó ningún inconveniente con los mismos.

El método de extrusión directa es superior al método de extrusión bowden pero en este caso al ser una impresora 3D de gran magnitud, la implementación de este sistema en la misma podría ocasionar vibraciones o a su vez daños en la estructura puesto que el peso que tendría que soportar el eje X y los motores del eje Z sería superiores

Tras las pruebas realizadas con los distintos materiales, se concluye que existe un error de hasta 2% entre los valores proporcionados por el laminador y las piezas reales obtenidas, referentes al consumo de material y masa de la pieza a fabricar con los valores reales obtenidos y analizados en la balanza analítica existe una tolerancia de consumo de material de 3% según el material utilizado, los materiales con los que mejores resultados son PETG y PLA.

5.2 RECOMENDACIONES

La impresora 3D al ser de grandes magnitudes puede perder pasos con facilidad, es por ello que se recomienda utilizar una velocidad no superior a los 60mm/s e inferior en los perímetros externos para reducir tiempos de impresión y obtener piezas de alta calidad

Se recomienda verificar el uniforme calentamiento de la cama de impresión antes de comenzar a imprimir piezas de gran tamaño, ya que de caso contrario la impresión presentará problemas de warping (mala adherencia de la primera capa de impresión) además usar una velocidad de impresión de 20mm/s en la primera capa garantizaría la correcta adherencia de la pieza a la placa de impresión.

Usar materiales de calidad aumentará la vida útil de nuestra impresora 3D y evitará taponos de boquilla en el HOT END debido a que los materiales alternos presentan impurezas o variaciones de diámetro para la cual está diseñado el hot end de la impresora.

Se recomienda montar la impresora en una superficie robusta para obtener piezas sin aglomeración de material, esta superficie le proporcionaría a la misma estabilidad y rigidez debido a que al ser una impresora de grandes magnitudes tiende a vibrar y hacer movimientos bruscos.

BIBLIOGRAFIA

- almeida, l., & cruz, w. (2015). departamento de ciencias de la energía y mecánica carrera de ingeniería mecánica tesis previo a la obtención del título de ingeniero mecánico tema: diseño y construcción de un equipo de impresión 3d con resina fotosensible uv para elaborar prototipos de piezas por medio del proceso dlp.
- bravo, i. (2020). optimización topológica del soporte de las puertas de un motor de avión para su fabricación por manufactura aditiva.
- rainer, c. m. r. h. á. (2016). manufactura aditiva additive manufacturing. in n° (vol. 43).
- diaz, f. (2018). universidad nacional autonoma de mexico facultad de estudios superiores cuautitlán. <http://reprap.org/wiki/introducci%3%b3nalaimpresi%3%b3n3d>
- dibujes, & chinchuña. (2023). universidad técnica del norte.
- frugone, m. (2017). universidad de chile facultad de arquitectura y urbanismo departamento de diseño manufactura aditiva fdm con filamento de madera como recurso para el diseño y fabricación de productos propuesta para la optimización de la percepción expresiva y emocional de objetos impresos a través de la forma y procesos de acabado.
- ñíguez. (2017). implementación de un algoritmo de conversión cartesiana y segmentación de vectores para.
- león, j., & díaz, j. (2020). daño en partes de manufactura aditiva reforzadas por fibras continuas. revista uis ingenierías, 19(2), 161–175. <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n2-2020018>
- hong, l., & yingying, z. (2023). additive, subtractive and formative manufacturing of glass-based functional micro/nanostructures: a comprehensive review. in materials and design (vol. 233). elsevier ltd. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2023.112285>
- manual_cr-6 max. (n.d.). assemble the 3d printer use the 3d printer load filament start printing content 目錄. www.cxsw3d.com
- moetazedian, a., & setiadi, a. (2021). convex (continuously varied extrusion): a new scale of design for additive manufacturing. additive manufacturing, 37. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2020.101576>
- ñauta, a., & vergara, m. (2017). universidad politécnica salesiana unidad de posgrados.
- palacios. (2017). trabajo final de máster.
- patiño, g. (2022). universidad politécnica salesiana sede guayaquil carrera de ingeniería automotriz “estudio y caracterización de propiedades mecánicas de piezas compuestas de fibras carbono y nylon producidas mediante impresión 3d.”
- rodríguez. (2014). implementación de triple extrusor sobre impresora 3d de bajo coste.

solórzano, & toral. (2022). certificado de responsabilidad y autoría autor' autoría del trabajo de titulaci' on titulaci' on.

vargas. (2019a). proceedings_ingenieria_ti_10 modelaado. 92–93.

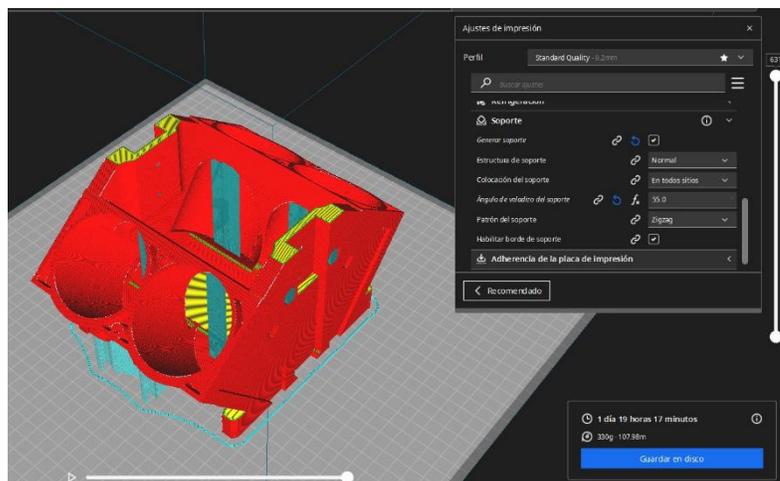
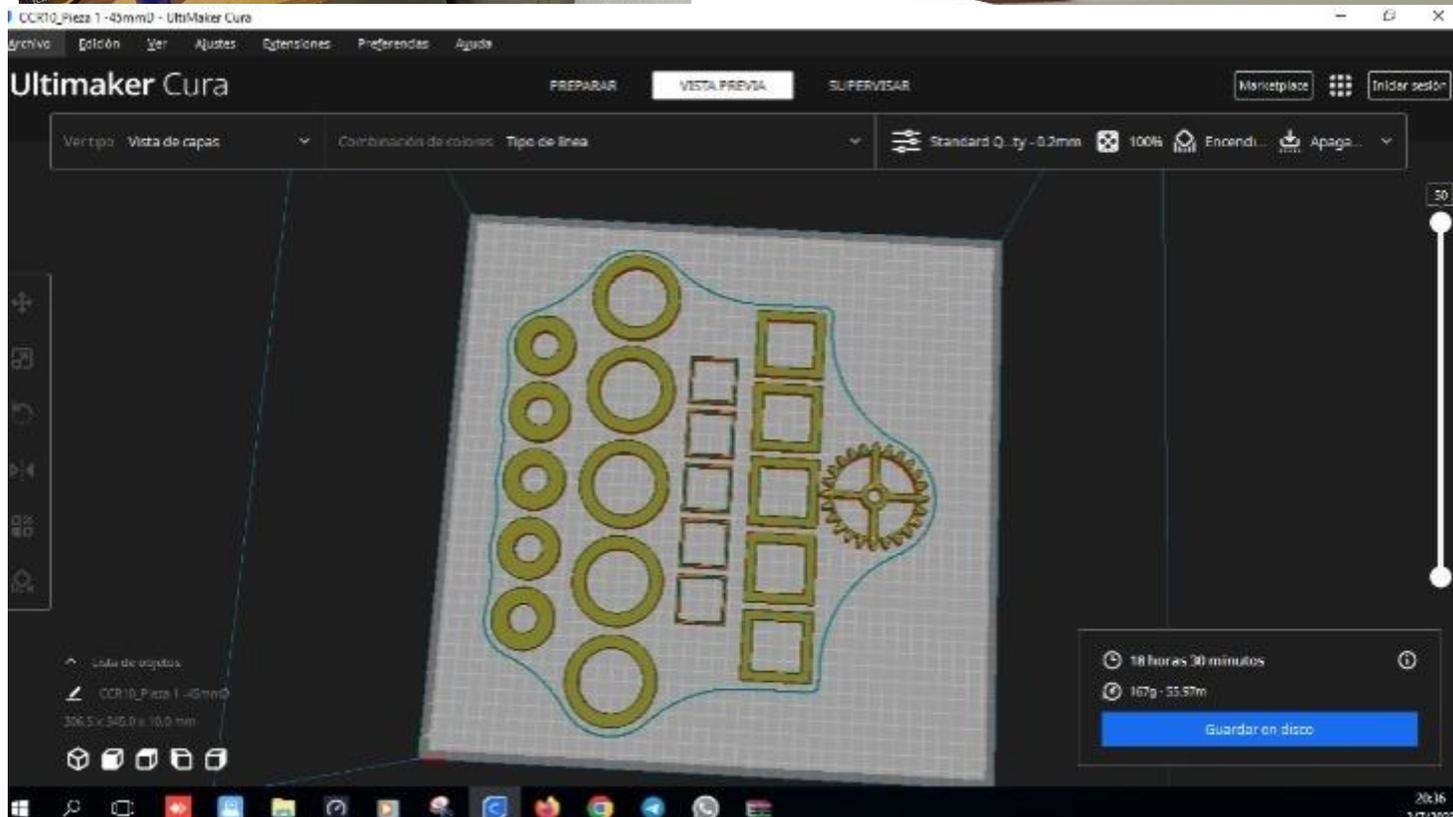
villegas. (2021). trabajo final de máster.

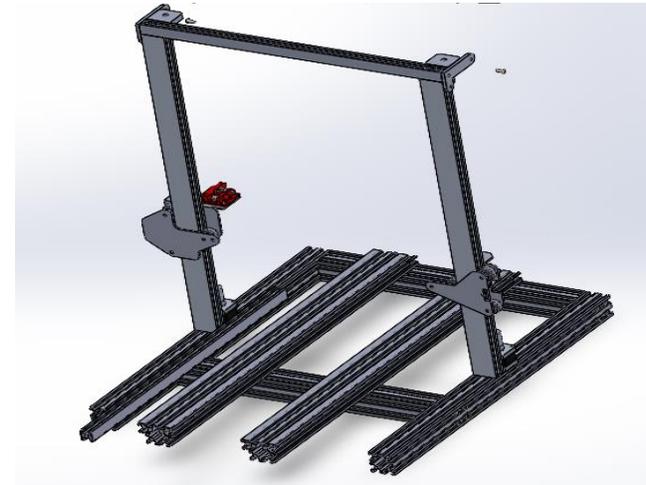
villena, l. (2021). impresora 3d de resina por estereolitografía.

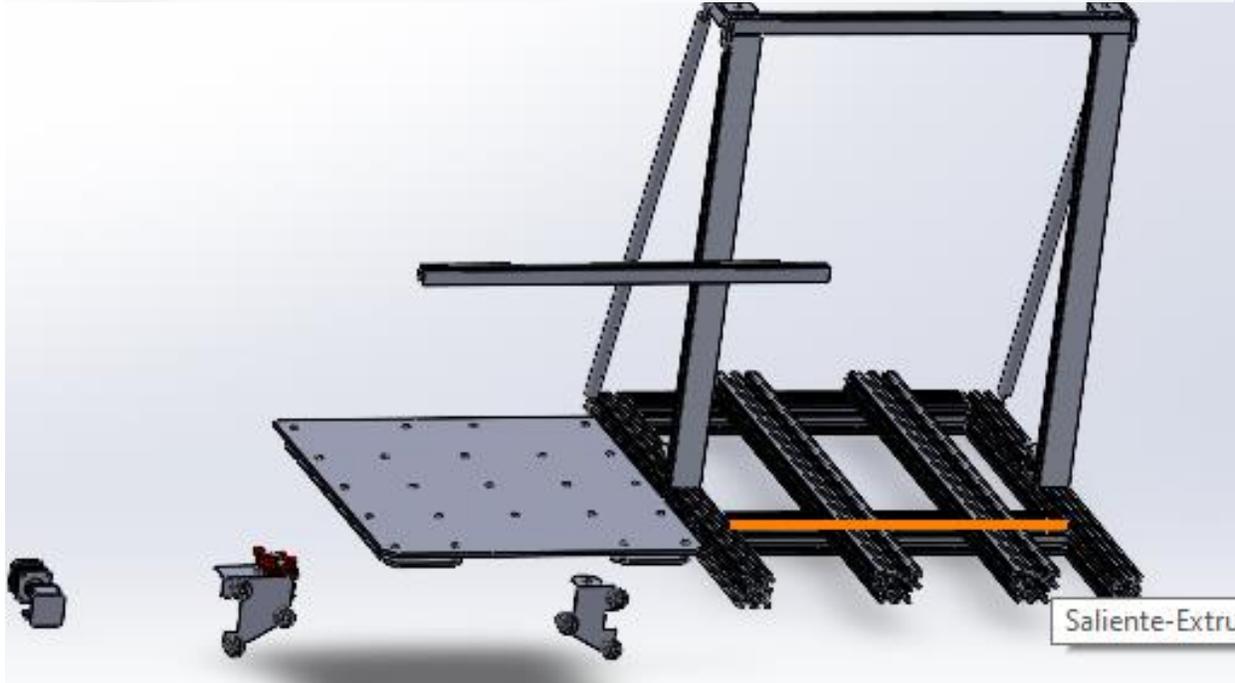
vintimilla. (2020). escuela superior politécnica del litoral.

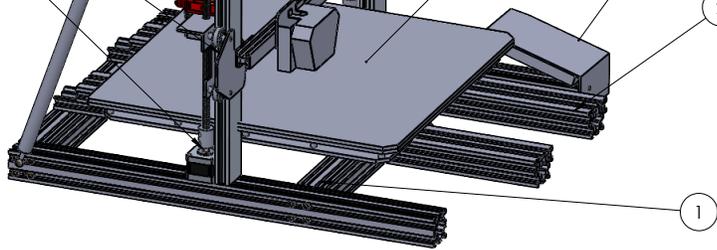
zuluaga, d. (2017). fabricación del tenedor delantero de un vehículo de tracción humana (vth) mediante el uso de la impresión 3d en fibra de carbono.

ANEXOS









3	4	Cama de impresión
4	1	Estructura perfil Z
5	1	Estructura perfil X superior
6	3	Fijador superior
7	7	Cojuntop de soporte X de lado izquierdo
8	5	Cojuntop de soporte X de lado derecho
9	3	Estructura perfil X inferior
10	4	Fijador de varilla de rielde tornillo
11	6	Extrusor
12	1	Motor paso a paso eje Z
13	2	Entrada digital

	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	29/8/23	Guzmán.D Valenzuela.W	
Comprobado			
Escala	ENSAMBLE IMPRESORA CRX-6MAX 3D		1/27
1:5			Material
			Tolerancia + - 0.5

C
B
A

8 7 6 5 4 3 2 1

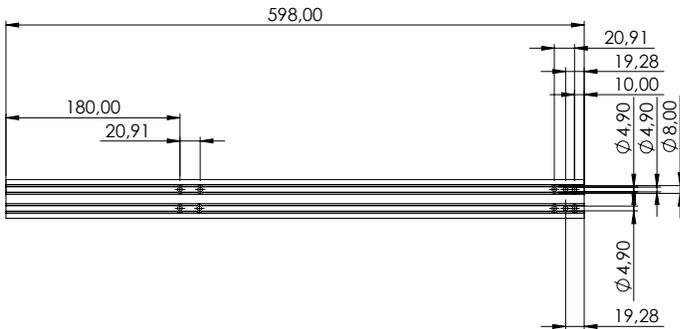
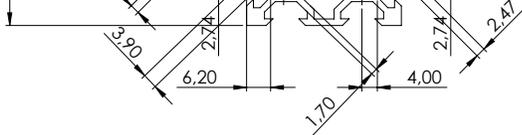


LISTA DE PARTES		
NUMERO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	3	Base estructura
2	2	Tornillo
3	2	Estructura perfil eje Y
4	3	Parte inferior de la cama
5	4	Reemplaso de resorte
6	4	Tornillo
7	3	Parte superior de la cama
8	1	Vidrio
9		

	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	9/03/23	Guzmán.D Valenzuela.W	
Comprobado			
Escala	CAMA PRUSA		2/27
1:4			Material
			Tolerancia

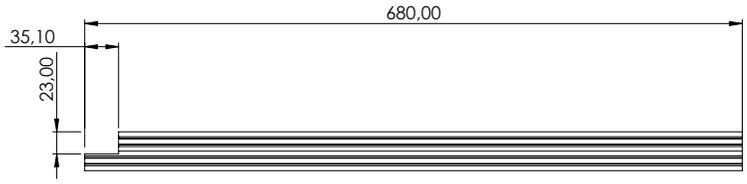
C
B
A

8 7 6 5 4 3 2



	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	16/6/23	Guzman.D Valenzuela.W	
Comprobada			
Escala 1:3	ESTRUCTURA PERFIL BASE		3/27
			Material Aluminio
			Tolerancia +/- 0.5mm

8 7 6 5 4 3 2



	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	15/6/23	Guzmán.D Valenzuela.W	
Comprobado			
Escala	ESTRUCTURA PERFIL EJE Y		4/27
1:3			Material:Aluminio
			Tolerancia :+- 0.5mm

C

B

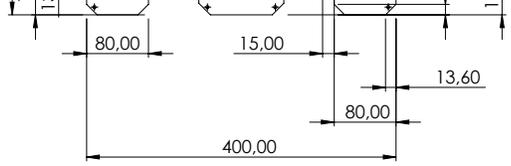
A

8 7 6 5 4 3 2

C

B

A



	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	1/7/23	Guzman.D Valenzuela.W	
Comprobado			
Escala	CAMA PARTE INFERIOR		5/27
1:5			Material :Aluminio
			Tolerancia :+- 0.1mm

C

B

A

8

7

6

5

4

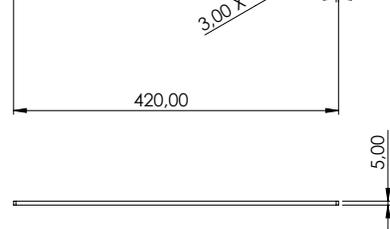
3

2

C

B

A



C

B

A

C

B

A

8

7

6

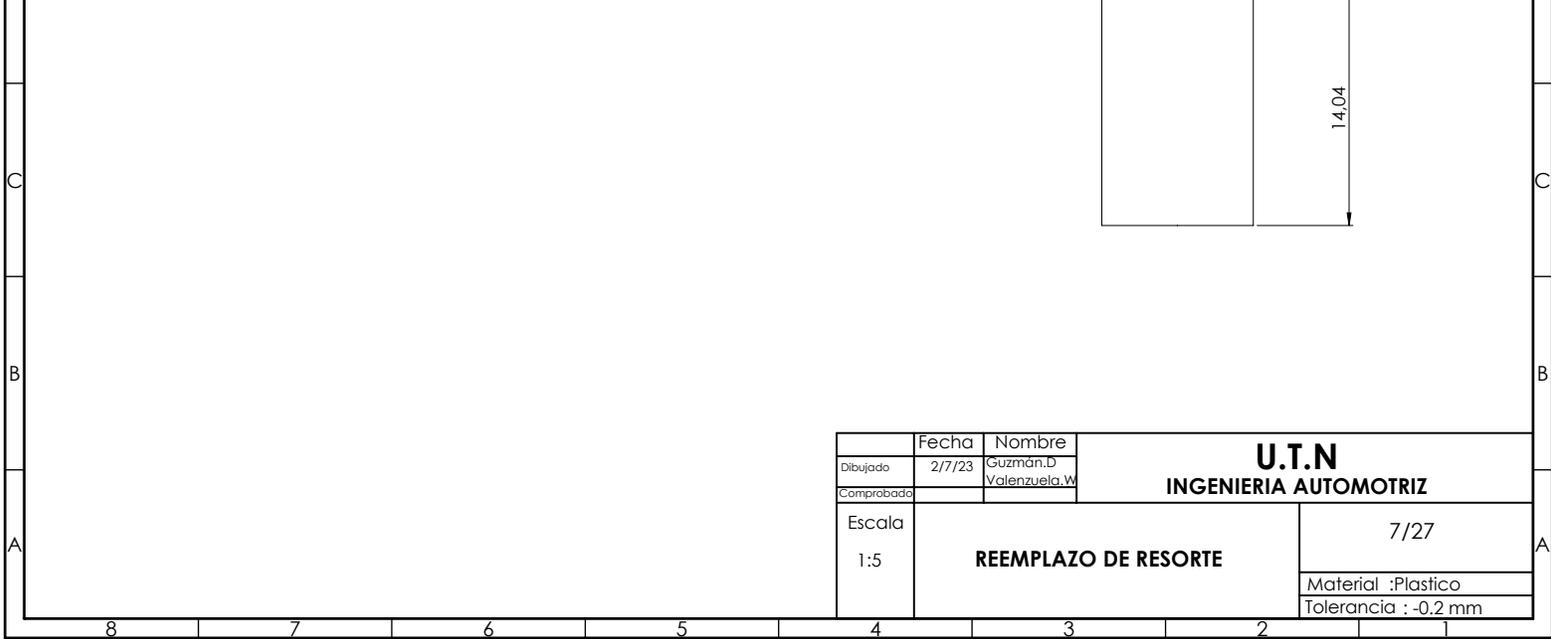
5

4

3

2

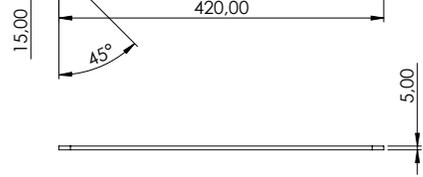
	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	1/7/23	Guzmán.D Valenzuela.W	
Comprobada			
Escala 1:5	PARTE DE MEDIA DE LA CAMA		6/27
			Material :Aluminio
			Tolerancia : +/- 0.1mm



14.04

	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	2/7/23	Guzmán.D	
Comprobado		Valenzuela.W	
Escala	REEMPLAZO DE RESORTE		7/27
1:5			Material :Plastico
			Tolerancia : -0.2 mm

Guzmán.D



C

B

A

8

7

6

5

4

3

2

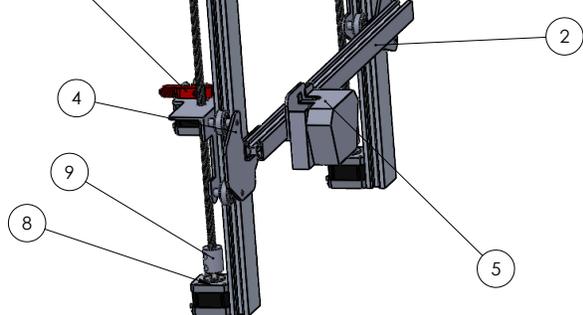
1

C

B

A

	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ	
Dibujado	2/7/23	Guzmán.D Valenzuela.W		
Comprobada			VIDRIO DE CAMA	
Escala	1:5			
			8/27	
			Material : Vidrio	
			Tolerancia : +/- 0.1mm	



1	4	Estructura perfil eje Z
2	4	Estructura perfil eje X
3	4	Conjunto soportes lado derecho eje X
4	4	Conjunto soportes lado izquierdo eje X
5	3	Soporte y chapa metalica del ventilador
6	3	Fijador superior
7	2	Fijador de varilla de riel de tornillo
8	2	Motor velocidad del eje de varilla
9	3	Acoplador de eje
10	4	Varilla de riel de tornillo
11	8	Extrusor

	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	5/7/23	Guzmán.D	
Comprobado			
Escala	MARCO DE PORTICO		9/27
1:4			Material
			Tolerancia

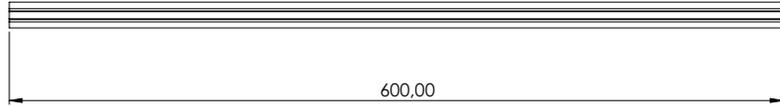
C
B
A

8 7 6 5 4 3 2 1

C

B

A



C

B

A

	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	29/6/23	Guzman.D Valenzuela.W	
Comprobada			
Escala 1:2	ESTRUCTURA PERFIL EJE Z		10/27
			Material :Aluminio Tolerancia : +/- 0.1mm

8

7

6

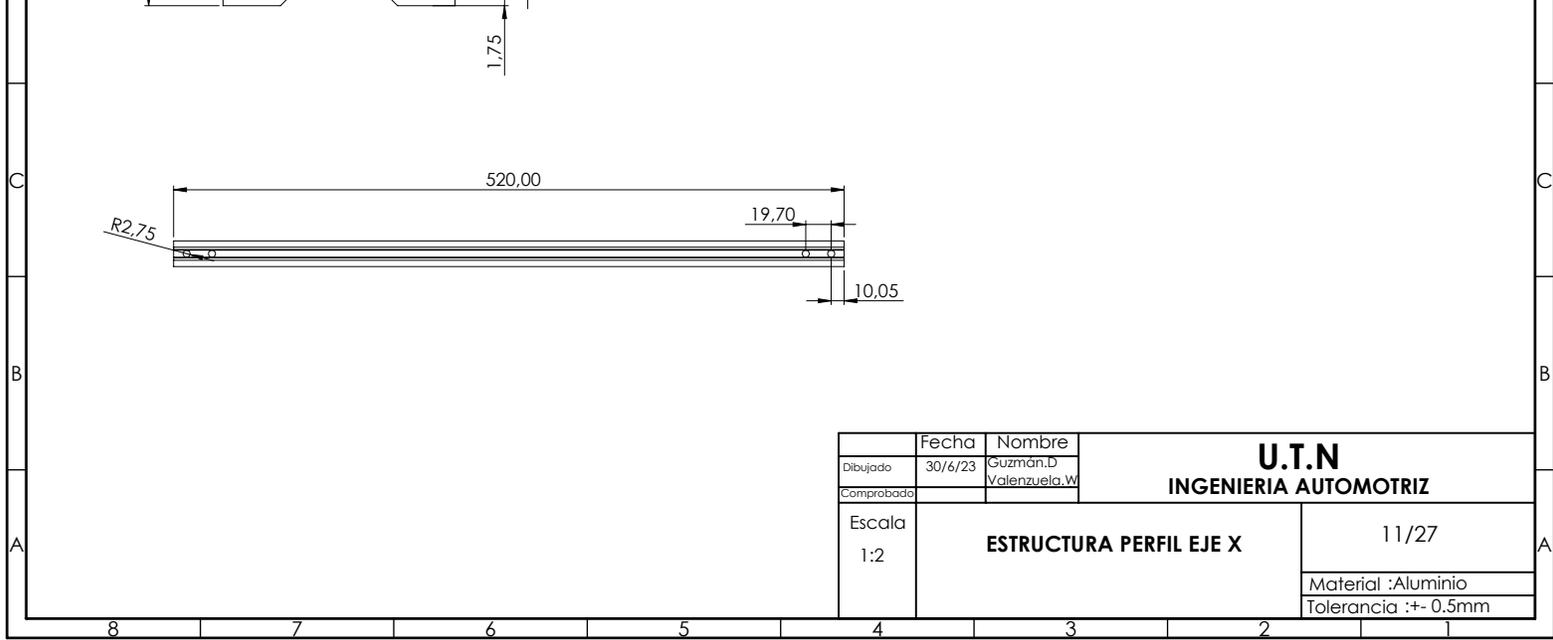
5

4

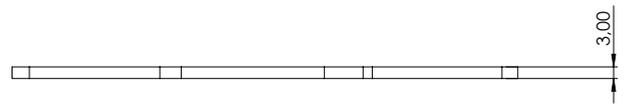
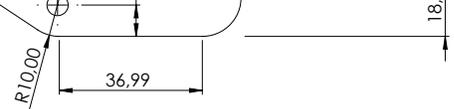
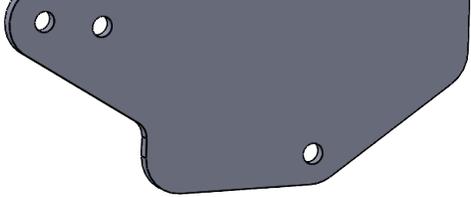
3

2

1



	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	30/6/23	Guzmán.D Valenzuela.W	
Comprobada			
Escala	ESTRUCTURA PERFIL EJE X		11/27
1:2			Material :Aluminio
			Tolerancia :+/- 0.5mm



C

B

A

C

B

A

8

7

6

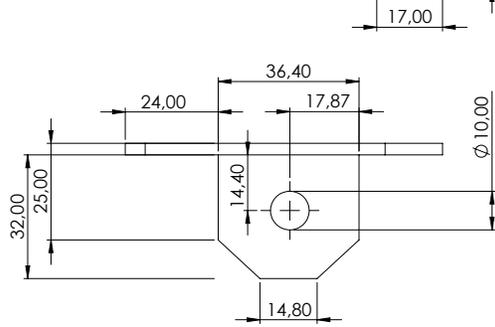
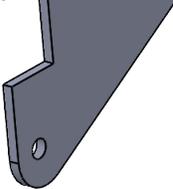
5

4

3

2

	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ	
Dibujado	31/8/23	Guzmán.D Valenzuela.W		
Comprobado			Soporte 1	12/27
Escala	1:1			Material :Aluminio
				Tolerancia +/- 0.1mm



	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	31/8/23	Guzmán.D Valenzuela.W	
Comprobada			
Escala	SOPOPORTE 2		13/27
1:1			Material :Aluminio
			Tolerancia : +/- 0.1mm

C

B

A

8

7

6

5

4

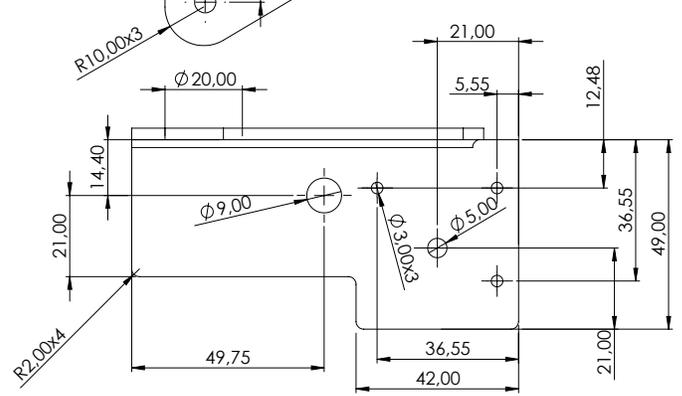
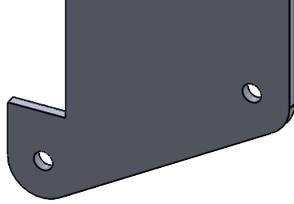
3

2

C

B

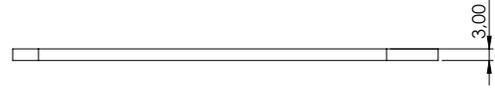
A



	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	31/8/23	Guzmán.D Valenzuela.W	
Comprobada			
Escala	SOPORTE 3		14/27
1:1			Material :Aluminio
			Tolerancia :+/- 0.1mm

Guzmán.D

10.00x2



	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	31/8/23		
Comprobada			
Escala	Soporte 4		15/27
1:1			Material :Aluminio
			Tolerancia: +/- 0.1mm

C

B

A

8

7

6

5

4

3

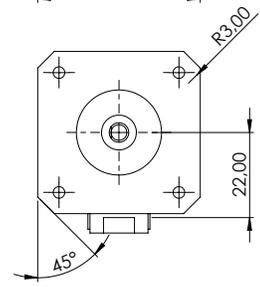
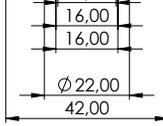
2

C

B

A

42,00



	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	31/8/23	Guzmán.D Valenzuela.W	
Comprobada			16/27
Escala	MOTOR		Material
1:1			Tolerancia

C

B

A

8

7

6

5

4

3

2

1

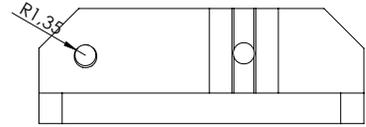
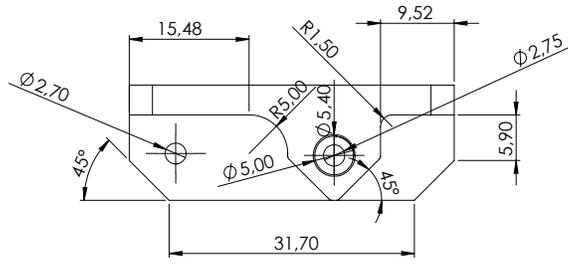
C

B

A

3,95

Vista lateral izquierda



	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	9/1/23	Guzmán.D Valenzuela.W	
Comprobada			
Escala	BLOQUE PRINCIPAL		17/27
2:1			Material : Aluminio Tolerancia : +- 0,1mm

8

7

6

5

4

3

2

C

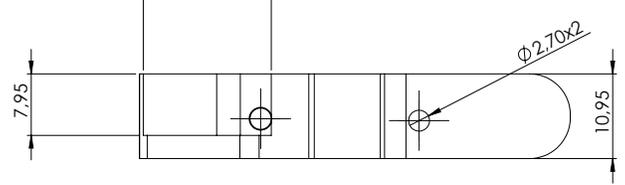
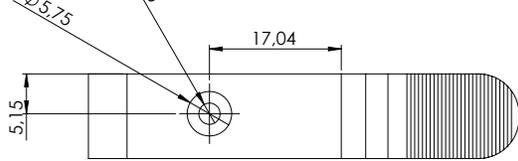
B

A

C

B

A



Vista inferior

	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	9/1/23	Guzmán.D Valenzuela.W	
Comprobado			
Escala 2:1	BRAZO DE EXTRUSOR		18/27
			Material : Aluminio
			Tolerancia $\pm 0.1\text{mm}$

8

7

6

5

4

3

2

C

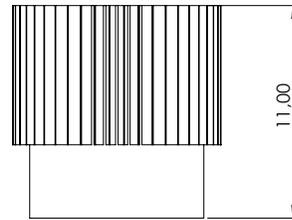
B

A

C

B

A



	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	9/1/23	Guzmán.D Valenzuela.W	
Comprobada			
Escala	ENGRANAJE IMPULSOR		19/27
5:1			Material
			Tolerancia: +/- 0.1mm

C

B

A

8

7

6

5

4

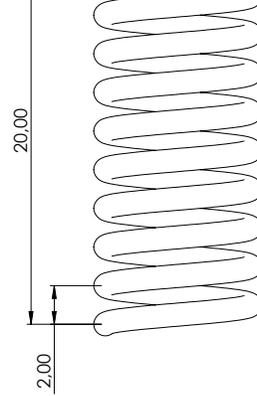
3

2

C

B

A



	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	9/1/23	Guzmán.D Valenzuela.W	
Comprobado			
Escala	EXTRUSORA		20/27
5:1			Material
			Tolerancia : +/- 0.1mm

C

B

A

8

7

6

5

4

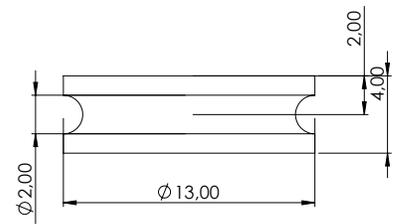
3

2

C

B

A



	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	09/1/23	Guzman.D Valenzuela.W	
Comprobado			
Escala	RODAMIENTO LOCO		21/27
5:1			Material
			Tolerancia: $\pm 0.1\text{mm}$

C

B

A

8

7

6

5

4

3

2

C

B

A

C

B

A

C

B

A

8

7

6

5

4

3

2

1

	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	9/1/23	Guzmán.D Valenzuela.W	
Comprobado			
Escala	VARILLA DE RIEL DE TORNILLO		22/27
1:5			Material
			Tolerancia

620,44

16,57

	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	9/1/23	Guzmán.D Valenzuela.W	
Comprobado			
Escala	BARRA DE TRACCIÓN		23/27
1:4			Material :Aluminio
			Tolerancia : +- 0.02mm

8

7

6

5

4

3

2

C

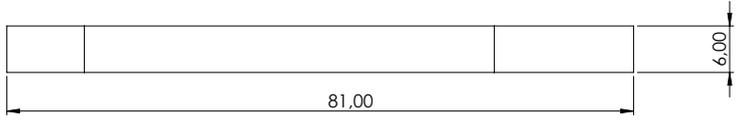
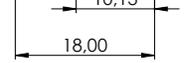
B

A

C

B

A

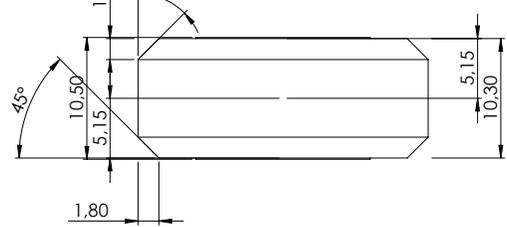


	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	9/1/23	Guzman.D Valenzuela.W	
Comprobado			
Escala	FIJADOR SUPERIOR DE VARILLA		24/27
2:1			Material : Aluminio Tolerancia : +/- 0.2mm

C
B
A

8 7 6 5 4 3 2

C
B
A



	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	9/1/23	Guzman.D Valenzuela.W	
Comprobado			
Escala 3:1	RUEDAS		25/27
			Material
			Tolerancia

8

7

6

5

4

3

2

1

C

B

A

C

B

A

8.30

C

B

A

C

B

A

8

7

6

5

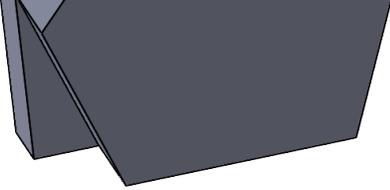
4

3

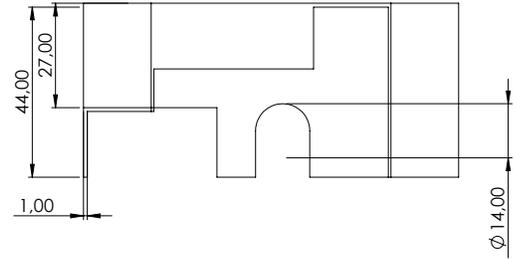
2

1

	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ	
Dibujado	9/3/23	Guzmán.D Valenzuela.W		
Comprobado			26/27	
Escala	5:1			
			Material :Aluminio	
			Tolerancia	



62,00



	Fecha	Nombre	U.T.N INGENIERIA AUTOMOTRIZ
Dibujado	9/03/23	Guzman.D Valenzuela.W	
Comprobado			
Escala	CHAPA DE VENTILADOR		27/27
			Material Aluminio
			Tolerancia

C

B

A

C

B

A

8

7

6

5

4

3

2

1

NOMBRE DEL TRABAJO

Tesis_Guzmán_Valenzuela.pdf

AUTOR

Guzmán Valenzuela

RECUENTO DE PALABRAS

14020 Words

RECUENTO DE CARACTERES

78180 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

103 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.5MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 11, 2023 4:42 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 11, 2023 4:43 PM GMT-5**● 9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● Excluir del Reporte de Similitud

- Fuentes excluidas manualmente
- Bloques de texto excluidos manualmente

