

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	VERSIÓN: 2.1 ELABORACIÓN: vi.20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN 01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN: mi.21/04/2021 Página 1 de 22
Código: FOR.FO31.02 FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	



“FABRICACIÓN DE COMPONENTES MECÁNICOS MEDIANTE FILAMENTOS ORGÁNICOS (PLA) E INORGÁNICOS (ABS) EN LA IMPRESIÓN 3D”

CARRERA

IMPRESIÓN OFFSET Y ACABADOS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE

MELANIE GEOVANNA LESCANO ESPINOSA

RODRIGO DUEÑAS LIMA

NOMBRE DEL TUTOR

ING. JUAN CARLOS FUERTES

PERÍODO LECTIVO

DICIEMBRE - ABRIL

Quito-Ecuador

2022


 Juan Carlos Fuertes
 09-03-2022

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
Código: FOR.FO31.02	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN: mi,21/04/2021
FORMATO	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 2 de 25

Índice de contenido

1. Título del proyecto.....	5
2. Planteamiento del problema.....	5
3. Planteamiento de objetivos:	5
3.1. General.....	5
3.2. Específicos.....	6
4. Justificación.....	6
5. Alcance	7
6. Marco teórico	8
6.1. Fundamentos teóricos.....	9
6.1.1 Ingeniería inversa	9
6.1.2 La impresión 3D.....	9
6.1.3 Filamento PLA (ácido poliláctico).....	10
6.1.4 Filamento ABS (acrilonitrilo butadieno estireno).....	11
6.2. Metodología experimental	11
6.2.1. Ley de Fick	12
6.2.2. La ley de BOUGUER-LAMBERT-BEER.....	12
6.2.3 Porosidad.....	13
6.2.4. Descripción de los equipos	14
6.2.4.1 Descripción de los programas que se utilizan para la Impresora 3D.....	15
6.2.5. Descripción de los materiales.....	16
6.3. Resultados	18
6.4. Análisis	19
7. Tipo de investigación planteada	19
7.1. Investigación exploratoria.....	19
7.2. Investigación experimental.....	19
7.3. Ingeniería Invertida.....	20
8. Métodos de investigación utilizados.....	20
8.1. Método exploratorio.....	20
8.2. Método experimental.....	20
8.3. Método de Ingeniería Invertida.....	20
9. Cronograma	21
10. Fuentes de información	21

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi_20/04/2018
	PROCESO: 01 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN: mi_21/04/2021
Código: FORFO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 3 de 25
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

11. Recursos	22
11.1 Materiales	22
11.2 Equipo	23
12. Glosario de términos	23

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi.20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN mi.21/04/2021
Código: FOR.FO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 4 de 22
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

Índice de ecuaciones

Ecuación 1: Ley de Fick	12
Ecuación 2: La ley de BOUGUER-LAMBERT-BEER	13
Ecuación 3: Porosidad.....	13
Ecuación 4: Resultado con el porcentaje experimental de porosidad	13

Índice de tabla

Tabla 1: Parámetros Ender-3 3D Printer	15
Tabla 2: Propiedades físicas y químicas del ácido poliláctico PLA	16
Tabla 3: Propiedades físicas y químicas Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)	16
Tabla 4: Resultados de los filamentos PLA y ABS	17
Tabla 5: Cronograma de la investigación	20
Tabla 6: Materiales.....	21
Tabla 7: Equipos para la investigación	21

Índice de figura

Figura 1: Esquema para la determinación de la porosidad experimental de las matrices	13
Figura 2: Ender-3 3D Printer.....	14

	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021
Código: FOR.FO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 5 de 25
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

1. Título del proyecto

Fabricación de componentes mecánicos mediante filamentos orgánicos (PLA) e inorgánicos (ABS) en la impresión 3D.

2. Planteamiento del problema

La carrera "impresión offset y acabados" se enfoca en formar profesionales en la impresión offset y terminados gráficos, preparando y ajustando los elementos propios de estos procesos y las materias primas necesarias, según la productividad y calidad establecidas, cumpliendo la normativa aplicable de prevención de riesgos laborales y medioambiente.

En el transcurso de la carrera ha tenido factores externos los cuales no se han podido establecer de manera continua como la formación dual más si embargó mediante la investigación desarrollada de forma autodidáctica se ha identificado el método de impresión en 3D.

La impresión en 3D es la investigación sobre las razones y las consecuencias que se centrado en la ingeniería inversa dando como objetivo el aprendizaje, el manejo y el saber diferenciar un filamento entre otro, pero debido que hay poco presupuesto para explorar las experiencias subjetivas de los jóvenes.

3. Planteamiento de objetivos:

Los objetivos que nos planteamos es de fabricar un componente del sistema mecánico de entintado demostrando la eficacia que tiene el filamento PLA (ácido poliláctico) a comparación del filamento ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) mediante la ingeniería inversa con la aplicación de la impresión 3D utilizando una ficha de investigación indicando cada avance que ha tenido este proyecto para cumplirse acabo.

3.1. General

Desarrollar material didáctico del componente mecánico de entintado de la máquina GTO 52 por medio de la ingeniería inversa con la aplicación de la impresión 3D demostrando la eficacia que tiene el filamento PLA (ácido poliláctico) a comparación del filamento ABS (acrilonitrilo butadieno estireno).

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN: mi,21/04/2021
Código: FORFO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 6 de 25
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

3.2. Específicos

- Analizar el sistema de impresión 3D mediante demostraciones bibliográficas de esta técnica utilizando la máquina para que de esta manera se brinde los conocimientos al taller.
- Elaborar el componente mecánico del entintado mediante extrusión y según el diseño experimental, que contemple el material PLA y diferentes proporciones de mezcla de los componentes de PLA/ABS así como las variables que otorguen un diámetro constante para su uso como filamento en la impresión 3D.
- Demostrar mediante el uso de la impresión 3D y los filamentos, definiendo las variables que den un material con mejores propiedades para la aplicación, como diferentes geometrías de impresión, composiciones definiendo la eficacia que tiene el filamento PLA (ácido poliláctico) a comparación ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) mediante una ficha de investigación indicando cada avance que ha tenido este proyecto para cumplirse acabo.

4. Justificación

El presente proyecto de investigación propone a la carrera de "Impresión offset y acabados" un análisis de los filamentos PLA (ácido poliláctico) y ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) para demostrar la eficacia que tienen, puesto que con estos materiales será más fácil adquirir el conocimiento de esta nueva técnica de impresión 3D.

El objetivo de la investigación consiste en diseñar componentes mecánicos de entintado de la maquina GTO 52 mediante la ingeniería inversa para un aprendizaje más interactivo. Para ello se realiza un análisis de la maquinaria, sus los procesos de funcionamiento y las reacción que tiene cada filamento cuando se realizan las piezas o partes mecánicas.

La información obtenida permitió caracterizar la enseñanza y el manejo de la impresora 3D. Se diseñó uno pieza mecánica con la finalidad de analizar el

 ISU CENTRAL TÉCNICO <small>INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO</small>	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi.20/04/2018
Código: FOR.FO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 7 de 22
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

sus los procesos de funcionamiento y las reacción que tiene cada filamento cuando se realizan las piezas o partes mecánicas.

La información obtenida permitió caracterizar la enseñanza y el manejo de la impresora 3D. Se diseñó una pieza mecánica con la finalidad de analizar el comportamiento de los filamentos PLA y ABS de esta manera demostrando como actúa además de ver si reacción al formar se la pieza.

5. Alcance

Las tecnologías de fabricación aditiva permiten la fabricación de matrices personalizadas directamente a una necesidad específica, mediante el uso de un programa, como INVENTOR o SOLIDWORKS, que importa diseños ya establecidos a un formato 3D, empleando una gama de materiales tales como polímeros o cerámicos.

El desarrollo más actual de la fabricación de matrices porosas poliméricas, por el diseño y exactitud, se basa en la manufactura aditiva, usando la impresión 3D, donde métodos como solid freeform fabrication (SFF) y rapid prototyping (RP) ayudan a controlar de manera más adecuada las dimensiones geométricas de la pieza.

El PLA posee entre sus propiedades fisicoquímicas una adecuada biocompatibilidad y biodegradabilidad, además, se procesa fácilmente para producir piezas moldeadas, películas o fibras (Extrusion, 2017). Debido a estas propiedades, el PLA tiene una amplia gama de aplicaciones industriales.

El ABS es un polímero termoplástico bastante común en la industria, conocido principalmente por su buena resistencia a las bajas temperaturas y su peso liviano. El material tiene buena rigidez, alta resistencia al impacto y ligereza, al tiempo que es muy asequible. Ha sido también, un material popular durante los últimos años en el mercado de la impresión por deposición fundida. (Contreras, 3Dnatives, 2019).

Los filamentos PLA/ABS con diferentes tamaños de poro y porcentajes de mezcla. Suele ser más fácil utilizar una impresora 3D con el filamento PLA, ya

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi.20/04/2018
Código: FOR.FO31.02	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN: mi.21/04/2021
FORMATO	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 8 de 22
PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		

que se funde a una temperatura menor y no suele deformarse a diferencia que el ABS.

La investigación se ha estructurado en cuatro fases: Fundamentos teóricos, metodología experimental, resultados y análisis.

En el Fase I, fundamentos teóricos, se resumirán los conceptos teóricos sobre la ingeniería de inversa y sus diversas aplicaciones y avances, donde también se discutirá acerca de las matrices poliméricas porosas (Scaffolds) y las principales tecnologías para su obtención, como la impresión 3D y muchas de sus aplicaciones; además de los materiales que se usan y sus propiedades.

En el Fase II, metodología experimental, se desarrollará el procedimiento experimental para la obtención de los métodos para su caracterización, su degradación hidrolítica y acelerada, además de la determinación de los propiedades para nuestra aplicación, como diferentes geometrías de impresión, composiciones de los filamentos PLA/ABS entre otras.

En Fase III, resultados, se presentarán los resultados de la caracterización de los filamentos y aditivos, así como los resultados del estudio los filamentos PLA/ABS su degradación hidrolítica y acelerada. Se concluye esta fase con las curvas de liberación controlada como resultado de la evaluación componente mecánico de entintado en función de la concentración de una solución.

En Fase IV, análisis, se indica la eficacia que tiene el filamento PLA (ácido poliláctico) a comparación ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) mediante una ficha de investigación indicando cada avance que ha tenido este proyecto para cumplirse acabo.

6. Marco teórico

La impresión 3D es una técnica de impresión que se consiste en formar una pieza o parte de un componente geometrías de impresión, tomando esto en cuenta realice una investigación de los filamentos PLA y ABS, su eficacia sirvan como soportes o andamio, para la almacenar estructuras sólidas, repara

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
Código: FORFO31.02	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021
FORMATO	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 9 de 25
PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		

inversa. Muchas complicaciones y problemas como los altos costos, baja eficiencia y largos tiempos de fabricación se han asociado con esta tecnología, y por lo tanto, la progresión y la aplicación a gran escala ha sido limitada, este desarrollo, además busca que estas estructuras puedan liberar de manera controlada y constante para así mejorar de modo relevante la actual administración ante algún problema determinado.

6.1. Fundamentos teóricos

Los conceptos teóricos sobre la ingeniería de inversa y sus diversas aplicaciones y avances, donde también se discutirá acerca de las matrices poliméricas porosas (Scaffolds) y las principales tecnologías para su obtención, como la impresión 3D y muchas de sus aplicaciones; además de los materiales que se usan y sus propiedades.

6.1.1 Ingeniería inversa

La ingeniería inversa es el proceso de determinar las propiedades de un objeto físico mediante un análisis exhaustivo de su estructura, función y funcionamiento. Se toman medidas geométricas de toda la superficie de un objeto, ya sea manualmente o por medio de diversas técnicas de medición 3D, para producir una representación digital 3D del objeto. (Alarcon, 2021)

La ingeniería inversa permite a los fabricantes comprender cómo diseñar una pieza para iteraciones, cambios o mejoras. (Thompson, 16)

6.1.2 La impresión 3D

Los plásticos y las aleaciones de metal son los materiales más usados para impresión 3D, pero se puede utilizar casi cualquier cosa, desde hormigón hasta tejido vivo.

La impresión 3D es un conjunto de tecnologías de construcción por suma capaz de generar un objeto tridimensional (x,y,z) por medio de la superposición de capas continuas de un definido material. Por consiguiente, hablamos de un proceso en el cual se genera un objeto físico en 3 magnitudes por medio de un objeto o modelos digital para la una impresora 3D que puede utilizar diferentes

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
Código: FOR.FO31.02	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021
FORMATO	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 10 de 22
	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

La impresión 3D es un conjunto de tecnologías de construcción por suma capaz de generar un objeto tridimensional (x,y,z) por medio de la superposición de capas continuas de un definido material. Por consiguiente, hablamos de un proceso en el cual se genera un objeto físico en 3 magnitudes por medio de un objeto o modelos digital para la una impresora 3D que puede utilizar diferentes tecnologías y materiales para ir superponiendo capas hasta generar una copia perfecta. (Guevarra, 2022)

6.1.2.1 Cómo funciona

La impresión 3D requiere del uso de un software y el correspondiente hardware de la máquina o impresora y los materiales utilizados para la propia impresión y que todos ellos trabajen de forma conjunta. El propio proceso de impresión consiste en crear objetos en tres dimensiones a partir de la superposición de capas de abajo hacia arriba.

6.1.3 Filamento PLA (ácido poliláctico)

Es un término ácido no biodegradable, rígido, suave de alta resistencia y duro.

Aunque es un material muy interesante debido a sus propiedades no es el mejor para trabajar con el sobre todo por su alta temperatura de manipulación.

El ácido poliláctico (PLA) es un polímero biodegradable derivado del ácido láctico que se fabrica desde recursos renovables al 100%, como son el maíz, la remolacha, el trigo y otros productos ricos en almidón. El PLA es en su forma regular un polímero incoloro, resistente a la humedad y a la grasa. Tiene propiedades de barrera del sabor y del olor semejantes al plástico de polietileno tereftalato (PET), utilizado como envase para bebidas no alcohólicas y para los demás productos alimenticios. (Thompson, 16)

6.1.3.1 Características del filamento de PLA en la impresión 3D

El filamento PLA, conocido como ácido poliláctico, es un termoplástico hecho de maíz o caña de azúcar y se usa ampliamente en todas las impresoras 3D basadas en FDM del mercado. Es uno de los tipos más populares de filamento impreso en 3D y es un material muy fácil de usar porque es un termoplástico soluble en agua que actúa como material portador, se puede lavar con agua y

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021
Código: FOR.FO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 11 de 25
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

6.1.4 Filamento ABS (acrilonitrilo butadieno estireno)

El filamento ABS es acrilonitrilo butadieno estireno es un polímero termoplástico común ampliamente utilizado en el moldeo por inyección de impresoras 3D. Es un plástico a base de aceite de alta resistencia y buena tenacidad, pero no tan ecológico como el PLA debido a la composición de la resina a base de aceite. Tiene un punto de fusión más alto y una vida útil más larga que el PLA, y tiene la ventaja de utilizar una temperatura de transición más alta. El filamento ABS es la primera opción para piezas como juguetes, cascos, tuberías, placas de automóviles, que son materiales y artículos que pueden soportar temperaturas de hasta 100 grados centígrados, para garantizar que los artículos impresos se adhieran al sustrato y sean más resistentes, flexibles y fuertes PLA Los artículos hechos de fibra PLA son más duraderos. (Butadiene, 2021)

6.1.4.1. Características del filamento de ABS en la impresión 3D

El ABS tiene características interesantes para muchas industrias que quieren imprimir en 3D partes funcionales o prototipos. Aunque es más complejo de imprimir que el PLA, el ABS todavía es el material querido de los expertos de la impresión 3D gracias a su alta resistencia a los impactos y la temperatura (entre -20°C y 80°C).

El filamento de ABS tiene una temperatura de fusión de cerca de 200°C ; se propone que la temperatura del extrusor de la impresora 3D se encuentre entre 230 y 260°C . Es un plástico que se contrae en contacto con el viento, ocasionando un fenómeno de aislamiento (o deformación) de la pieza y por consiguiente su desprendimiento de la bandeja de impresión. Al final, es preferible una impresora 3D de cámara cerrada ya que el plástico ABS emite partículas que tienen la posibilidad de ser peligrosas para el cliente. (Extrusion, 2017)

6.2. Metodología experimental

Se desarrollará el procedimiento experimental para la obtención de los métodos para su caracterización, su degradación hidrolítica y acelerada, además de la

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi.20/04/2018
Código: FOR.FO31.02	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN: mi.21/04/2021
FORMATO	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 12 de 25
PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		

determinación de las propiedades para nuestra aplicación, como diferentes geometrías de impresión, composiciones de PLA/ABS entre otras.

6.2.1. Ley de Fick

Para el uso de las matrices poliméricas porosas, se emplean métodos de liberación por difusión, determinados por la United States Pharmacopeia (USP).

El modelo matemático:

$$\frac{M_t}{M_0} = Q = K_H t^{1/2}$$

Ecuación 1: Ley de Fick
(Fick, 1729)

Donde M_t es la concentración del fármaco en el tiempo, M_0 es la concentración en un tiempo muy largo (Se asumirá 100% en nuestro caso), K_H es la constante de velocidad que determinaremos en este medio, y t el tiempo en horas.

6.2.2. La ley de BOUGUER-LAMBERT-BEER

Es una ley empírica que relaciona la intensidad espectral transmitida por una disolución que contiene a la especie absorbente B con la intensidad espectral incidente.

1. El número de materiales de absorción en su trayectoria, lo cual se denomina concentración.
2. Las distancia del trayecto óptico es la distancia que la luz debe atravesar a través de las muestra.
3. Las probabilidades que hay de que el fotón de esa amplitud particular de onda pueda absorberse por el material. Esto es la absorbencia o también coeficiente de extinción.

$$A = \varepsilon * d * c$$

Ecuación 2: La ley de BOUGUER-LAMBERT-BEER
(Bouguer-Lambert-Beer, 1852)

Donde, **A**=Absorbancia, **ε** =Coeficiente molar de extinción, **d**=Recorrido (en cm)
c=Concentración molar.

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	VERSIÓN: 2.1 ELABORACIÓN: v.20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN: m.21/04/2021
Código: FOR.FO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 13 de 22
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

$$A = \epsilon * d * c$$

Ecuación 2: La ley de BOUGUER-LAMBERT-BEER
(Bouguer-Lambert-Beer, 1852)

Donde, **A**=Absorbancia, **ε**=Coeficiente molar de extinción, **d**=Recorrido (en cm)
c=Concentración molar.

6.2.3 Porosidad

El porcentaje teórico de porosidad de volumen (% volumen teórico) Se calculó para la geometría de cada andamio usando el diseño de la pieza inicial, para lo cual se tuvo los siguientes parámetros en la ecuación 3 % volumen teórico

$$\%Volumen\ teóri = \left(1 - \left(\frac{\phi^2}{4} \right) * \pi * Nc * \frac{Nl}{wh} \right) * 100$$

Ecuación 3: Porosidad
(Ley de la Porosidad, 2004)

Donde ϕ es el diámetro del filamento, w el ancho y h el alto de la pieza impresa, Nc representa el número de filamentos por capa y Nl el número de capas por andamio, representados estos parámetros

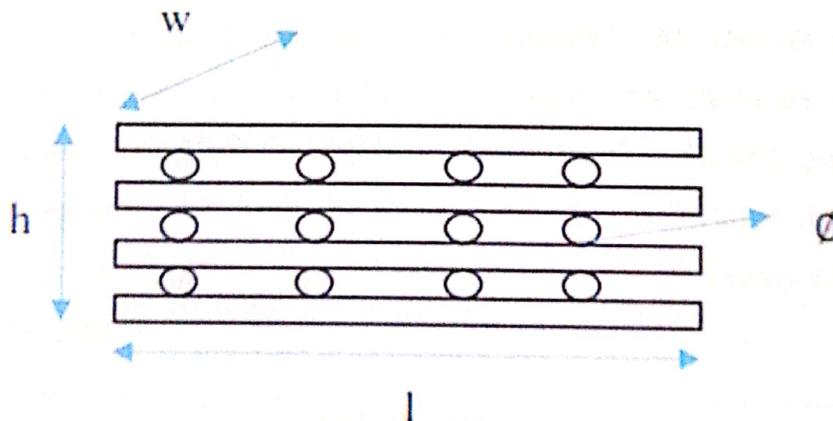


Figura 1: Esquema para la determinación de la porosidad experimental de las matrices
(<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio.com>)

Se comparará este resultado con el porcentaje experimental de porosidad *p_{experimental}*,

$$P_{experimental} = \left(1 - \frac{P_{matriz\ polimérica}}{P_{PPLA}} \right) * 100$$

Ecuación 4: Resultado con el porcentaje experimental de porosidad
(Ley de los Resultado con el porcentaje experimental de porosidad, 2005)

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
Código: FOR.FO31.02	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021
FORMATO	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 14 de 25
	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

6.2.4. Descripción de los equipos

La impresora 3D Ender-3 de Creality es ahora una de las mejores impresoras FDM es conocida por su rendimiento y versatilidad. Incluso es una impresora 3D FDM barata, sus características pueden ser comparables a muchas impresoras de gama alta. (Sitemap, 2021)



Figura 2: Ender-3 3D Printer
(Melanie Lescano, 2022)

La impresora 3D Creality Ender-3 tiene muchas características, lo que la convierte en una de las máquinas más populares del mercado. Tiene un volumen de construcción de 220 x 220 x 250 mm, una placa de construcción calentada similar a BuildTak, un modo de recuperación de energía y un canal de filamento estrecho, lo que facilita el uso de materiales flexibles para imprimir. Estas características son difíciles encontrar en impresoras más caras. (JinXiuHongDu, 2021)

Parámetros	
Tecnología de modelado:	FDM
Tamaño de impresión:	220x220x250 mm
Tamaño de la máquina:	440x440x465mm
Velocidad de impresión:	180 mm / s
Material Filamento:	1,75 mm PLA, TPU, ABS/
Modo de trabajo:	PC /Tarjeta SD
Formato de archivo:	STL, OBJ, código G

Peso neto:	8KG
Fuente de alimentación:	100-265v 50-60hz
Voltaje salida:	24V 15A 270
Espesor de la capa:	0,1-0,4 mm
Diámetro de la boquilla:	0,4 mm
Precisión de impresión :	± 0,1 mm
Toberas de temperatura:	255 °C
La temperatura de plataforma:	110 °C

Tabla 1: Parámetros Ender-3 3D Printer
(Melanie Lescano, 2022)

6.2.4.1 Descripción de los programas que se utilizan para la Impresora 3D

Cabe destacar que la impresora Creality Ender 3 es compatible con todos los programas de modelado 3D existentes, siempre y cuando este permita exportar el documento en archivo nativo de 3D tales como (STL, OBJ y PLY) estos siendo los más comunes dentro de la impresión 3D.

Fusión 360

Descripción
Esta potencia de CAD tiene todas las características que pueda necesitar para realizar modelos detallados, piezas y más.

Imágenes

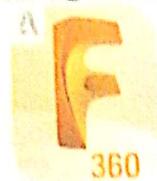


Figura 3: Fusion 360
(<https://www.google.com/imgres?imgurl>)



Figura 4: Fusion 360
(<https://www.google.com/imgres?imgurl>)

Beneficios

Ventajas de su uso

- Recibe actualizaciones constantes
- Desarrollado por Autodesk
- Fácil de aprender y viene con muchos tutoriales.

Desventajas de su uso:

- El precio

Descripción

Esta herramienta es muy fácil de utilizar, se actualiza de forma frecuente y tiene bastantes características importantes para el modelado 3D.

Imágenes



Figura 5: Ultimaker Cura
(<https://www.google.com/imgres?imgurl>)

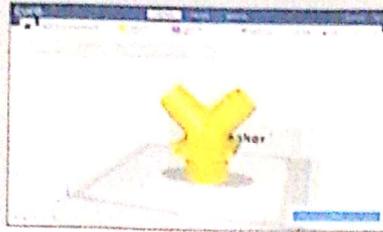
Beneficios

Ventajas de su uso:

- Es gratis
- De código abierto
- Las actualizaciones periódicas mejoran constantemente las funciones y la experiencia de impresión.

Desventajas de su

ISU CENTRAL TÉCNICO Código: FOR.FO31.02	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	VERSIÓN: 2.1 ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN 01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN: ml,21/04/2021
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	



USO:

- No tiene tantas funciones como los programas pagos

**KISSlicer
Imágenes**

Descripción

Esta es otra herramienta de programa que puede ser extremadamente útil para cualquier persona con una impresora 3D. Este tiene todas las características básicas que necesitaría para obtener buenos resultados en el modelado 3D.

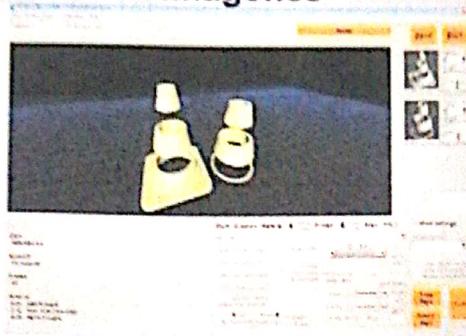


Figura 6: KISSlicer v1.5
(<https://www.google.com/imgres?imgurl>)

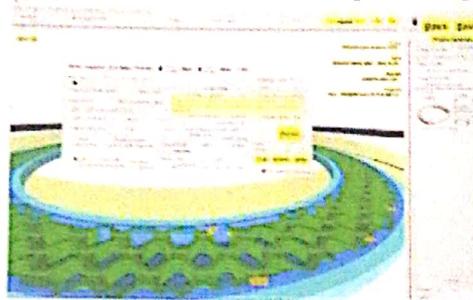


Figura 7: KISSlicer
(<https://www.google.com/imgres?imgurl>)

Beneficios

Ventajas de su uso:

- Interfaz simple
- Tiene una versión gratuita

Desventajas de su uso:

- Muchas características están bloqueadas por la versión de pago

Figura 8: Programas que se utilizan para la impresora Creality Ender 3
(Rodrigo Dueñas, 2022)

6.2.5. Descripción de los materiales

6.2.5.1. Ácido poliláctico (PLA)

Para la elaboración del componente mecánico de entintado, se utilizó el filamento PLA, el cual se adquirió de la fábrica NatureWorks (USA) con un grado comercial de 4043D, el cual tiene una densidad de 1,24 g/cm³ como un peso molecular medio de 74000 Da. Este se compró en línea en la tienda Revolve 3D USA proporcionado en bolsas con contenido de 2 libras. Se usó además, para la impresión, filamentos de PLA NatureWorks 4043D. Sea para la granza así como para el filamento, se tienen las siguientes propiedades resumidas.

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021
Código: FOR.FO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 17 de 25
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

Propiedades físicas		Método ASTM
Densidad Específica (g/cc)	1.24	D792
MFI (g/10min)	6	D1238
MFI (g/10min)	4.0	D5225
Color	Verde	-
Temperatura de fusión Tm (°C)	145-160	D3418
Temperatura de cristalización Tc (°C)	55-60	D3418
Propiedades mecánicas		
Resistencia a la tracción psi (Mpa)	8700 (60)	D882
Resistencia de tracción a la rotura psi(Mpa)	7700 (53)	D882
Módulo de tensión, psi (Mpa)	5240000(3.6)	D882
Alargamiento de tracción, %	6	D882
Energía de impacto con entalladura ft-lb/in (J/m)	0.3 (16)	D256
Esfuerzo de flexión psi (Mpa)	12000 (83)	D790
Módulo de flexión psi (Mpa)	550000 (3.8)	D790

Tabla 2: Propiedades físicas y químicas del ácido poliláctico PLA (Melanie Lescano, 2022)

6.2.5.2 Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)

Para la elaboración del componente mecánico de entintado, se utilizó el filamento ABS, el cual se adquirió de la fábrica NatureWorks (USA) con un grado comercial de 4043D, el cual tiene una densidad de 1.0-1.05g/cm³ como un peso molecular medio de 2300 Da. Este se compró en línea en la tienda Revolve 3D USA proporcionado en bolsas con contenido de 2 libras. Se usó además, para la impresión, filamentos de ABS. Sea para la grana así como para el filamento, se tienen las siguientes propiedades resumidas. (QuimiNet, 2022)

Propiedades físicas		Método ASTM
Densidad Específica (g/cm ³)	1.0-1.05	D792
Fuerza tensil	40-50 Mpa	D1238
Fuerza al impacto (Notched Impact Strength)	10-20 Kj/m ²	D5225
Color	Brillo	-
Coefficiente de expansión térmica	70-90 x10 ⁻⁶	D3418

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	VERSIÓN: 2.1 ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN: mi,21/04/2021
Código: FORFO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

Temperatura de uso máximo (Max Cont Use Temp)	80-95 °C	D3418
Propiedades mecánicas		
Resistencia a la radiación	Aceptable	D882
Resistencia a los ultravioletas	Baja	D882
Resistencia a la tracción (MPa)	41-45	D882
Alargamiento de tracción, %	6	D882
Resistencia al impacto Izod (J/m ⁻¹)	200-400	D256
Absorción de agua en 24 horas (%)	0.3-0.7	D790
Módulo de flexión psi (Mpa)	2300	D790

Tabla 3: Propiedades físicas y químicas Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)
(Melanie Lescano, 2022)

6.3. Resultados

Se presentarán los resultados de la caracterización de los filamentos y aditivos, así como los resultados del estudio los filamentos PLA/ABS su degradación hidrolítica y acelerada. Se concluye esta fase con las curvas de liberación controlada como resultado de la evaluación componente mecánico de entintado en función de la concentración de una solución.

	Filamentos	
	PLA (Ácido poliláctico)	ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno)
Temperatura de la cama caliente	20-60 °C Opcional	80-110 °C Obligatorio
Transición vítrea	57 °C	104 °C
Temperatura de fusión	150/160 °C	N/A
	180-230 °C	210-250 °C
Manipulación	Más fácil imprimir	Más complicado imprimir
Resistencia	Menor resistencia al calor	Mayor resistencia al calor
Durabilidad	Menor durabilidad	Mayor durabilidad
Biodegradable	Biodegradable	No biodegradable
Humos	Pocos humos	Humos malos e intensos
Atascamiento	Posibilidad de atasco en la boquilla	Nunca se atasca la boquilla

Tabla 4: Resultados de los filamentos PLA y ABS

(Melanie Lescano, 2022)

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO		VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN		ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN		ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021
Código: FOR.FO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Página 19 de 25
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		

La ventaja del PLA es que no emite gases nocivos y se presenta en una gama más amplia de colores, aunque los filamentos ABS se pueden encontrar en una gran variedad de tonalidades. El propio ABS emite gases nocivos, por lo que para evitar su concentración debemos tener mucho cuidado si utilizamos muchas impresoras en un espacio reducido y sin ventilación. (Torrelaguna, 2018)

6.4. Análisis

La eficacia que tiene el filamento PLA (ácido poliláctico) a comparación ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) mediante una ficha de investigación indicando cada avance que ha tenido este proyecto para cumplirse acabo.

Lo mejor es utilizar filamento ABS. Por otro lado, si queremos crear un modelo que no tenga que lidiar con procesos posteriores, podemos usar filamento PLA. Además, si nuestra pieza se enfrenta a altas temperaturas, tendremos que utilizar filamento ABS porque como explicamos, el PLA se deformará a altas temperaturas. Por lo tanto, antes de comenzar a usar su impresora 3D, considere la diferencia entre los dos filamentos y obtenga las piezas que desea. (Zapata, 2017)

7. Tipo de investigación planteada

7.1. Investigación exploratoria

Se utilizó la investigación exploratoria para la realización de la hipótesis del proyecto de investigación llevando acabo el análisis de los filamentos PLA y ABS con la finalidad de ver su reacción, su comportamiento en el momento que se realiza la formación una pieza las de componente mecánico de entintado mostrando la diferencia de cada filamento y como actúa en un diseño determinado.

7.2. Investigación experimental

En la investigación experimental se puso a prueba la hipótesis de la investigación exploratoria imprimiendo las mismas piezas de componente mecánico de entintado pero con los diferentes filamentos PLA/ABS y demostrar que diferencia de comportamiento tiene cada uno, tomando nota de su reacción

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: v.20/04/2018
Código: FOR.FO31.02	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN mi.21/04/2021
FORMATO	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 20 de 25
	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

en una ficha de investigación determinando su nivel de eficacia y sobre todo demostrando si cumplen con la aplicación requerida desde el principio de formar componente mecánico de entintado.

7.3. Ingeniería Invertida

La ingeniería invertida se puso en práctica al terminar de diseñar de los componente mecánico del sistema de entintado llevando a cabo el objetivo inicial el de comparar la eficacia de cada de los filamentos PLA y ABS demostrando cómo funciona la réplica como aprendizaje para los estudiante.

8. Métodos de investigación utilizados

Los métodos de investigación fueron los siguientes:

8.1. Método exploratorio

Se aplicó el problema de la investigación de los filamentos PLA y ABS con el propósito de destacar los aspectos que diferencian a estos, cuáles son sus características principales, pros y contras, composición de cada uno de estos filamento y lo común que son en el mercado ecuatoriano además de indagar acerca de su valor promedio en el mismo.

8.2. Método experimental

Con todo lo que hemos experimentando transferimos el diseño a la máquina de 3D para ver cómo se forman los componentes del sistema de entintado con los filamentos PLA/ABS anotando cada uno de sus avances en una ficha de investigación, la cual contenga los resultados alcanzados por cada filamento, duración de impresión, temperatura óptima para la deposición del material, comportamiento ante ciertas pruebas como durabilidad, resistencia y flexibilidad.

8.3. Método de Ingeniería Invertida

En este proceso se identifica las propiedades de un objeto físico mediante la realización de un análisis exhaustivo de su estructura, funciones, operaciones y si este cumple nuestro objetivo principal el cual es la fabricación de la batería de entintado con el fin de crear material didáctico, para un aprendizaje adecuado de futuras generaciones de estudiantes de Impresión Offset y

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
Código: FOR.FO31.02	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021
FORMATO	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 21 de 25
PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		

Acabados ,para ello se realiza un análisis de la máquina y filamento con el propósito de realizar un material de altas prestaciones y calidad.

9. Cronograma

Proyecto de Investigación												
	Enero				Febrero				Marzo			
	Semanas				Semanas				Semanas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tema de la investigación	X	X										
Planteamiento del problema		X	X									
Objetivos			X									
Antecedentes			X	X								
Justificación				X	X							
Alcance					X	X						
Marco teórico					X	X	X	X				
Fases de desarrollo						X	X	X	X			
Tipo de investigación								X	X			
Métodos de investigación									X	X		
Cronograma									X	X		
Fuentes de información										X		

Tabla 5: Cronograma de la investigación
(Melanie Lescano, 2022)

10. Fuentes de información

- Alarcon, L. (27 de Abril de 2021). *Creaform3d*. Obtenido de <https://www.creaform3d.com/blog/es/que-es-ingenieria-inversa/>
- Avérous. (11 de Marzo de 2021). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_polil%C3%A1ctico
- Butadiene, A. (10 de Octubre de 2021). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Acrilonitrilo_butadieno_estireno
- Coba, K. (Noviembre de 2018). *Wikipedia*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/STL>
- Contreras, L. (6 de Junio de 2019). *3Dnatives*. Obtenido de <https://www.3dnatives.com/es/filamento-de-abs-impresion-3d-06062019/#!>
- Contreras, L. (19 de Agosto de 2019). *3Dnatives 2022*. Obtenido de <https://www.3dnatives.com/es/guia-filamento-pla-en-la-impresion-3d-190820192/#!>
- Espinosa, F. (Septiembre de 2019). *Wikipedia*. Obtenido de https://en.wikipedia.org/wiki/Wavefront_.obj_file
- Extrusion. (2017). Standard Test Method for Melt Flow Rates of Thermoplastics. ASTM_D1238-13.

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO		VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN		ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
PROCESO: 03 TITULACIÓN		ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021	
Código: FORFO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Página 22 de 25
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		

File. (Marzo de 2021). Obtenido de <https://www.file-extension.info/es/format/ply>

Guevarra, G. (11 de Enero de 2022). *Autodesk Inc.* Obtenido de <https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/3d-printing>

JinXiuHongDu, E. d. (2021). *Crealty*. Obtenido de <https://www.crealty.com/es/goods-detail/ender-3-3d-printer>

Lescano, C. (Enero de 2022). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_asistido_por_computadora

Mosquera, L. (2021). *CREAFORM*. Obtenido de <https://www.creaform3d.com/blog/es/que-es-ingenieria-inversa/>

QuimiNet. (12 de Enero de 2022). *Copyright © 2000 - 2022*. Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/acrilonitrilo-butadieno-estireno-abs-descripcion-propiedades-y-aplicaciones-4433.htm>

Sitemap. (22 de Noviembre de 2021). *Of3lia Technologies*. Obtenido de <https://of3lia.com/creality-ender-3/>

Thompson, R. (2020 de Junio de 16). *Material de la semana*. Obtenido de <https://www.fad.cat/materfad/es/news/5651/filament-dacid-polilactic>

Torrelaguna. (2018). *Mástoner*. Obtenido de <https://mastoner.com/blog/diferencia-entre-filamento-pla-y-abs/>

Zapata, D. F. (2017). *“DESARROLLO DE MATRICES POROSAS DE ÁCIDO POLILÁCTICO (PLA) Y*. Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/10047/QUIJAN_O_JOSE_ACIDO_POLILACTICO_IMPRESION_3D_QUITOSANO_USNICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

11. Recursos

11.1 Materiales

Cantidad	Descripción	Precio
2	Lápices Faber Castell	\$ 0.80
2	Cuaderno	\$ 1.60
3	Esferos	\$ 1.60
1	Computador 46 horas en un cyber	\$ 27.60
1	GB internet mes de plan movistar	\$ 5.00
1	Estilete	\$ 0.90
9	Impresiones B/N papel bond	\$ 0.50
2	Impresiones F/C papel couché 200g A4	\$ 1.50
1	Impresión de proyecto	\$ 1.75
1	Filamento PLA	\$ 84
1	Filamento ABS	\$ 72

Tabla 6: Materiales
(Melanie Lescano, 2022)

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021
Código: FOR.FO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 23 de 25
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

11.2 Equipo

Cantidad	Descripción	Precio
2	Computadoras	\$ 1200
1	Impresora	\$ 750
1	Celular	\$ 165
1	Cámara	\$ 350
1	Impresora 3D	\$ 700

Tabla 7: Equipos para la investigación
(Melanie Lescano, 2022)

12. Glosario de términos

ABS	Es un plástico que se utiliza habitualmente como material en la impresión 3D. Se funde a una temperatura (240°C), principalmente es duro y rígido). Como puntos negativos podemos decir que no es biodegradable
Base de impresión	Superficie lisa y nivelada que se utiliza como punto de inicio para las impresiones, depositando la primera capa de filamento sobre ella.
Boquilla o nozzle	Punta de metal por la que sale el metal derretido, el diámetro del agujero que la recorre generalmente de 0.4 mm delimita el grosor del hilo de filamento que se deposita
CAD	El diseño asistido por computadora habitualmente conocido como CAD por sus siglas en inglés computer-aided design, es el uso de computadores para ayudar en la creación, modificación, análisis u optimización de un diseño. (Lescano, 2022)
Cama caliente	Es una superficie que se puede incorporar a la base de impresión y se caracteriza por permitir que calentemos la base a la temperatura que consideremos oportuna. Esta técnica permite minimizar los problemas de warping al reducir la diferencia de temperatura entre el material ya depositado y el material que sale por la boquilla.
Correa	Generalmente de caucho, se utiliza para transferir los giros de los motores (mediante poleas) a los ejes y piezas móviles.
Brim	Técnica utilizada para evitar el warping. Consiste en añadir superficies planas y delgadas unidas al perímetro de nuestro diseño en aquellas zonas problemáticas mejorando la adherencia a la base.

Boquilla (Sale el material)	Una grande ofrece más velocidad de impresión y más adhesión pero es menos precisa.
Extrusor	Es el componente de las impresoras FDM que se encarga de tirar del filamento para hacerlo avanzar hacia el HOTEND. Se compone de engranajes y un motor de pasos que regula la velocidad con la que el filamento se desplaza.
Fdm	Es una técnica de impresión que consiste en depositar diferentes capas planas de material fundido superpuestas entre si para conseguir un objeto con volumen
Filamento	Es el material que utilizan las impresoras FDM para poder crear objetos en tres dimensiones. Se suele suministrar en bobinas que las impresoras van desenrollando a medida que lo necesitan.
Fotón	Es la partícula elemental responsable de las manifestaciones cuánticas del fenómeno electromagnético.
Hotend o fusor	Es la parte que calienta el filamento hasta su punto de fusión. Habitualmente entre 200°C y 300°C.
Impresora 3D	Son aquellas impresoras que se basan los desplazamientos del cabezal y de la base de impresión en los ejes cartesianos (x-y-z).
Motor de paso	Es un tipo de motor de poca potencia que se caracteriza por poder hacer giros de pocos grados con pausas entre los mismos. Así tenemos un control total de las piezas desplazadas por ellos.
OBJ	Es un formato de archivo de definición de geometría desarrollado por primera vez por Wavefront Technologies para su paquete de animación Advanced Visualizer. El formato de archivo está abierto y ha sido adoptado por otros proveedores de aplicaciones de gráficos 3D. (Espinosa, 2019)
PLA	Plástico utilizado para la impresión FDM biodegradable (ya que está compuesto con derivados del maíz). Por contra, presenta menos rigidez que el plástico ABS.
PLY	Es un formato de archivo de imagen 3D. El estándar PLY (Polygon File Format o Stanford Triangle Format) se desarrolló en la Universidad de Stanford. Fue creado como un

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021
Código: FORFO31.02	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 25 de 25
FORMATO	PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

	medio para almacenar datos 3D simples recolectados usando un dispositivo de escaneo 3D. (File, 2021)
Ramps	Generalmente se denomina así al conjunto de electrónica necesaria para el control de todos los procesos que realiza la impresora 3D.
STL	Es un formato de archivo informático de diseño asistido por computadora que define geometría de objetos 3D, excluyendo información como color, texturas o propiedades físicas que sí incluyen otros formatos CAD. (Coba, 2018)
WARPING	Es uno de los peores problemas que nos podemos encontrar cuando imprimimos nuestros objetos. Al depositar el material caliente que sale por la boquilla sobre el material que ya se había depositado en la capa anterior tenemos un objeto con superficies a diferentes temperaturas Al enfriarse la capa superior se contrae más que la capa inferior que ya se había enfriado previamente. Esta diferencia de tensiones hace que los objetos se despeguen de la base de impresión y adopten una forma cóncava

Tabla 8: Glosario de Términos de la impresión 3D
<https://www.hwlibre.com/impresion-3d-glosario/>

	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	VERSIÓN: 2.1 ELABORACIÓN: vi,20/04/2018 ÚLTIMA REVISIÓN: mi,21/04/2021
	Código: FOR.FO31.03 FORMATO	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN ESTUDIO DE PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Página 1 de 4

CARRERA: IMPRESIÓN OFFSET Y ACABADOS

FECHA DE PRESENTACIÓN: 28 Febrero 2022

DÍA MES AÑO

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO: -LESCANO ESPINOSA MELANIE GEOVANNA
 -DUEÑAS LIMA RODRIGO

APELLIDOS NOMBRES

TITULO DEL PROYECTO: Fabricación de componentes mecánicos mediante filamentos orgánicos (PLA) e inorgánicos (ABS) en la impresión 3D

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	CUMPLE	NO CUMPLE
• OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• ANÁLISIS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• DELIMITACIÓN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• FORMULACIÓN DEL PROBLEMA CIENTÍFICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• FORMULACIÓN PREGUNTAS/AFIRMACIÓN DE INVESTIGACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:

GENERALES:

REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DEL PROYECTO:

Desarrollar material didáctico del componente mecánico de entintado de la máquina GTO 52 por medio de la ingeniería inversa con la aplicación de la impresión 3D demostrando la eficacia que tiene el filamento PLA (ácido poliláctico) a comparación del filamento ABS (acrilonitrilo butadieno estireno).

SI NO

ESPECÍFICOS:

GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO:

SI NO

	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	VERSIÓN: 2.1 ELABORACIÓN: vi,20/04/2018 ÚLTIMA REVISIÓN: mi,21/04/2021
	Código: FOR.FO31.03 01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	ESTUDIO DE PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
FORMATO	Página 2 de 4	

JUSTIFICACIÓN:	CUMPLE	NO CUMPLE
IMPORTANCIA Y ACTUALIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BENEFICIARIOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FACTIBILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ALCANCE:	CUMPLE	NO CUMPLE
ESTA DEFINIDO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MARCO TEÓRICO:	SI	NO
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DESCRIBE EL PROYECTO A REALIZAR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TEMARIO TENTATIVO:	CUMPLE	NO CUMPLE
ANTECEDENTES, FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ANÁLISIS Y SOLUCIONES PARA EL PROYECTO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
APLICACIÓN DE SOLUCIONES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TIPO DE INVESTIGACIÓN PLANTEADA

OBSERVACIONES : Las investigaciones que se utilizan son la exploratoria para investigar más del tema de los filamentos ABS/PLA, la investigación experimental consiste en poner a prueba los filamentos ABS/PLA y por último la ingeniería inversa utilizando un material didáctico e interactivo.

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN UTILIZADOS:

OBSERVACIONES : Los métodos de investigación fueron los siguientes: método exploratorio, método experimental y método de ingeniería invertida

CRONOGRAMA :

	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	VERSIÓN: 2.1 ELABORACIÓN: vi,20/04/2018 ÚLTIMA REVISIÓN: mi,21/04/2021
	Código: FOR.FO31.03 FORMATO	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN ESTUDIO DE PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto de Investigación												
	Enero				Febrero				Marzo			
	Semanas				Semanas				Semanas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tema de la investigación	x	x										
Planteamiento del problema		x	x									
Objetivos			x									
Antecedentes			x	x								
Justificación				x	x							
Alcance					x	x						
Marco teórico					x	x	x	x				
Fases de desarrollo						x	x	x	x			
Tipo de investigación								x	x			
Métodos de investigación									x	x		
Cronograma									x	x		
Fuentes de información										x		

OBSERVACIONES : El presente proyecto de investigación propone a la carrera de "Impresión offset y acabados" un análisis de los filamentos PLA (ácido poliláctico) y ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) para demostrar la eficacia que tienen, puesto que con estos materiales será más fácil adquirir el conocimiento de esta nueva técnica de impresión 3D.

FUENTES DE INFORMACIÓN: Las fuentes de la información fueron realizadas de múltiples páginas web y tesis que nos ayudaron a tener un mejor entendimiento de los comportamiento de los filamentos PLA/ABS mediante la impresión en 3D.

RECURSOS:	CUMPLE	NO CUMPLE
HUMANOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ECONÓMICOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATERIALES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PERFIL DE PROYECTO DE GRADO

Aceptado

Negado

el diseño de investigación por las

	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	VERSIÓN: 2.1 ELABORACIÓN: vi,20/04/2018 ÚLTIMA REVISIÓN: mi,21/04/2021
	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Página 4 de 4
Código: FOR.FO31.03	FORMATO ESTUDIO DE PERFIL DE PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	

siguientes razones:

- a) Analizamos el sistema de impresión 3D mediante demostraciones bibliográficas de esta técnica utilizando la máquina para que de esta manera se brinde los conocimientos al taller.
- b) Elaboramos el componente mecánico del entintado mediante extrusión y según el diseño experimental, que contemple el material PLA y diferentes proporciones de mezcla de los componentes de PLA/ABS así como las variables que otorguen un diámetro constante para su uso como filamento en la impresión 3D.
- c) Demostramos mediante el uso de la impresión 3D y los filamentos, definiendo las variables que den un material con mejores propiedades para la aplicación, como diferentes geometrías de impresión, composiciones definiendo la eficacia que tiene el filamento PLA (ácido poliláctico) a comparación ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) mediante una ficha de investigación indicando cada avance que ha tenido este proyecto para cumplirse acabo.

ESTUDIO REALIZADO POR EL ASESOR:

NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR: -Ing. Juan Carlos Fuertes



28 02 2022
 DÍA MES AÑO
FECHA DE ENTREGA DE INFORME

