

PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE FILAMENTO PET CON BOTELLAS
RECICLABLES EN LA UNIVERSIDAD DE AMÉRICA PARA IMPRESORAS 3D

JUAN SEBASTIAN HOLGUIN CHAUX
YORKGENSEN NICOLÁS MONTES TORRES

Proyecto integral de Grado para optar el título de
INGENIERO INDUSTRIAL

Director:

DIANA MARÍA PRIETO SANABRIA
Ingeniera Industrial

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
BOGOTA D.C.

2024

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del director del Programa

Jurado 1

Jurado 2

Bogotá D.C., enero de 2024

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García-Peña

Consejero Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García Peña

Vicerrectora Académica

Dra. María Fernanda Vega de Mendoza

Vicerrectora de Investigaciones y Extensión

Dra. Susan Margarita Benavides Trujillo

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretario General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decano Facultad de Ingeniería

Dra. Naliny Patricia Guerra Prieto

Director Departamento de Industrial

Dra. Mónica Yinette Suárez Serrano

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

DEDICATORIA

Este proyecto se lo queremos dedicar a nuestros padres que son parte fundamental para nuestras vidas, y familiares que hicieron parte del proceso recorrido y que brindaron todo el apoyo necesario para poder seguir día a día con las labores dándonos la energía y reconociendo nuestras aptitudes para poder lograr esta meta.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Descripción	11
2. PREGUNTA PROBLEMA	17
3.1. Objetivo General	18
3.2. Objetivos Específicos	18
4. ANTECEDENTES	19
5. JUSTIFICACIÓN	22
6. MARCO REFERENCIAL	27
6.1. Marco conceptual	27
6.1..1. <i>Reciclaje</i>	27
6.1..2. <i>Residuos</i>	28
6.1..3. <i>Gestión de residuos sólidos</i>	28
6.2. Marco Teórico	29
6.2..1. <i>Reciclaje:</i>	29
6.2..2. <i>Tipos de Residuos:</i>	30
6.2..3. <i>Separación en la fuente:</i>	31
6.2..4. <i>Gestión de Residuos Sólidos:</i>	31
6.2..5. <i>Reciclaje de plásticos</i>	32
6.2..6. <i>PET</i>	32
6.2..7. <i>Rugosidad</i>	33
6.3. Marco Histórico	34
6.4. Marco Normativo	36

7.	DISEÑO METODOLÓGICO	42
7.1.	Tipo de investigación	42
7.2.	Fuentes y técnicas de información	42
7.3.	Fases	42
7.3..1.	<i>Fase Exploratoria</i>	42
7.3..2.	<i>Fase descriptiva</i>	43
7.3..3.	<i>Fase diseño</i>	43
8.	PLAN DE VIABILIDAD FINANCIERA	45
9.	RESULTADOS	51
10.	CONCLUSIONES	54
	BIBLIOGRAFÍA	56
	ANEXOS	61

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Porcentaje respuestas foro económico mundial	20
Figura 2. Característica extrusor FELFIL EVO	21
Figura 3. Definiciones Reciclaje	27
Figura 4. Definiciones Residuos	28
Figura 5. Definiciones Gestión de residuos sólidos	28
Figura 6. Temperatura de materiales plásticos reciclables	33
Figura 7. Características rugosidad Ra y Rz	34
Figura 8. Resolución No. 2184 de 2019	37
Figura 9. Resolución 1407 de 2018	37
Figura 10. Decreto 2811 de 1974 (Artículo 12)	38
Figura 11. Ley 09 de 1979	39
Figura 12. Ley 253 de 1996	40
Figura 13. Presupuesto estimado del prototipo.	45
Figura 14. Diseño del prototipo	50
Figura 15. Diseño carcasa termostato	50
Figura 16. Primeras muestras de cortes en botellas PET	51
Figura 17. Muestras de cortes en botellas PET	52
Figura 18. Muestras de cortes en botellas PET	52
Figura 19. Propiedades de calidad del PET	53
Figura 20. Canecas Universidad América Cafetería piso 7	53
Figura 21. Canecas tipo organicos Universidad América Cafetería piso 7	53
Figura 22. Canecas tipo no aprovechable Universidad América Cafetería piso 7	5363

Figura 23. Canecas Universidad América Cafetería piso 7	63
Figura 24. Canecas Universidad América entrada Quinta de Bolívar	64
Figura 25. Canecas Universidad América frente a fotocopiadora	64
Figura 26. Canecas Universidad América Cafetería quinto piso	65
Figura 27. Canecas tipo organico Universidad América Cafetería quinto piso	65
Figura 28. Canecas Universidad América Salones piso 7	66
Figura 29. Prototipo materiales reciclados 1	66
Figura 30. Prototipo materiales reciclados 2	67
Figura 31. Prototipo materiales reciclados 3	67
Figura 32. Prototipo materiales reciclados 4	68

RESUMEN

Este proyecto tiene como fin un impacto significativo para la fundación universidad de América, enfocado a la gestión de residuos comunes. La Universidad de América se ha enfocado en simplificar la separación de residuos, incluyendo papel, cartón y plástico. Se ha observado cómo este enfoque ha transformado la operación de reciclar y el conocimiento de los individuos con la reutilización de los desechos, enfocado en este trabajo en las botellas PET desechadas en este entorno.

El proyecto se concentra en la fabricación de filamento para impresoras 3D, utilizando botellas PET recicladas. Este enfoque no solo se orienta hacia la producción del filamento, sino también hacia la reducción del desperdicio de botellas PET. A medida que el reciclaje crece de manera significativa, se produce un impacto positivo en el medio ambiente. Se aborda la problemática enfocada en la conciencia ciudadana en relación con el reciclaje y la separación de residuos, de igual manera que se simplifica el proceso para los ciudadanos. Esto contribuye a la protección del medio ambiente y el progreso de la implementación del reciclaje de residuos, incluyendo plástico, papel y cartón, evitando la exposición de estos residuos en el entorno natural.

PALABRAS CLAVE:

- Filamento
- Reciclaje
- Botellas PET
- Residuos

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción

Se plantean las problemáticas sobre el mal uso de los sistemas de separación correcta de los desechos en los contenedores de la universidad tomando como referencia el problema, la justificación y la metodología para lograr los objetivos citando fuentes bibliográficas.

Colombia cuenta con cierta falta de cultura a la hora de reciclar, de igual forma es de presenciar fácilmente en las calles de la ciudad, basuras tales como: plásticos, cartón, papeles y demás tipo de residuos, esto trae como consecuencia un impacto negativo en la gestión ambiental, que se evidencia en el medio ambiente por la alta contaminación. Se estima que en Bogotá tan solo entre el 14% y el 15% de las 6.300 toneladas de desechos que se producen diarios, son aprovechados.[1]

Situados en áreas comunes de la universidad de América en donde los residuos se ven más propensos a ser desechados en contenedores, se plantea el desarrollo del proyecto como base primordial para impulsar la continuidad de la idea fundamental.

La universidad actualmente dispone de un sistema de separación de residuos de canecas y bolsas diferenciadas por colores (anexo 2), distribuidas por toda la universidad en diferentes puntos de áreas comunes; Como se ha mencionado anteriormente, el sistema de separación no es efectivo, se puede percibir que en contenedores de residuos orgánicos, hay plásticos y otros desechos que no pertenecen a la clasificación de esta caneca y su color, situación que se repite en la mayoría los contenedores de la universidad.

El plan de separación por colores que maneja hoy en día la universidad para controlar la clasificación de los residuos no es claro, los partícipes de arrojar las basuras a las canecas no conocen ni diferencian las canecas en donde deben ir las diferentes clases de residuos pese a que las canecas tienen colores definidos y un letrero o leyenda con los residuos que deben ir en cada una; es de evidenciar el desconocimiento y poca acogida del sistema que se presenta en los pasillos de la universidad.

Según el estudio y el análisis realizado en la Universidad de América, junto con la persona encargada de infraestructura y sostenibilidad ambiental, se logra identificar el total de canecas que se manejan dentro de la universidad, en total son 192 canecas ubicadas en los sectores en dónde más se arrojan residuos. De acuerdo con los datos recolectados, se identificó que los residuos se recolectan de acuerdo al código de colores y se llevan al shut de basura, se logra identificar que actualmente la comunidad universitaria no realiza la segregación de forma correcta, es decir que, la mayor parte de residuos de las canecas se van al relleno sanitario sin ser separadas adecuadamente. La recolección interna se realiza diariamente y la recolección externa los recoge aproximadamente 2 veces por semana, ese es el control y el proceso que se lleva a cabo tanto interna, cómo externamente en la universidad.

BC noticias menciona que la contaminación de los océanos por plástico es el resultado de la negligencia humana en la gestión de envases. Para abordar este problema, es fundamental disponer adecuadamente de los envases y promover su reciclaje. Esto implica comprar productos envasados en botellas hechas con material reciclado (PET) que sean reciclables, apoyando a las marcas responsables. Además, es esencial presionar por la implementación de regulaciones gubernamentales que hagan cumplir el reciclaje. [2]

El reciclaje de plásticos tiene como objetivo reducir su impacto ambiental y disminuir el gasto de energía necesario para fabricar nuevos productos a base de plástico reciclado. Para facilitar este proceso, se deben enfocar en reciclar los envases plásticos marcados con números del 1 al 6 dentro del símbolo internacional de reciclaje, el círculo de Möbius. [2]

La solución a la contaminación de los océanos por plástico radica en la gestión responsable de envases, la promoción de prácticas sostenibles y la implementación efectiva de regulaciones, tanto a nivel individual como gubernamental e industrial. [3]

Un estudio realizado en América Latina presentado por la ONU en el año 2018 publicado por "United Nations Environment Programme", menciona que en grandes proporciones la basura en Latinoamérica y el Caribe culmina en botaderos o en espacios abiertos y cerrados, específicamente un tercio de los residuos, afectando directamente

gran parte de los recursos ambientales y salud de las personas que habitan cerca a los mismos. Este mismo estudio refleja que el equivalente de 170 millones de personas genera al día 145.000 toneladas de desperdicios, lo que genera grandes acumulaciones de residuos en botaderos, aumentando el daño ambiental, gases de efecto invernadero y afectando en grandes proporciones el turismo [4]

En Colombia existe muy bajo interés en el sector empresarial y el sector público enfocado a la separación de residuos sólidos, desvirtuando el gran alcance económico y cultural que ofrece esta gestión debido a su origen informal [5]

“Trash Hack Educación para el desarrollo sostenible a través de la acción” presentado por la UNESCO identifica que anualmente se generan 2.01 millones de toneladas de residuos sólidos, en donde su mayor porcentaje se representa en los residuos orgánicos aprovechables (44%), madera, caucho y diferentes tipos de residuos (18%), seguidos del papel y cartón (17%), plástico (12%), y vidrio y metales (9%). [6].

Según un artículo publicado por el medio de noticias digitales de Manizales BC noticias, en Colombia, el sector plástico es una industria que produce alrededor de 1.2 millones de toneladas de plástico al año y genera ventas estimadas en aproximadamente \$17 billones, que incluyen la materia prima y los productos terminados. De estos productos terminados, los envases y empaques representan el 56% de la producción, mientras que los mezcladores, pitillos, platos, cubiertos y productos similares conforman aproximadamente el 3%. Este dato resalta la relevancia del sector plástico en Colombia y su influencia en la producción de envases y productos desechables en el país.[3]

El reciclaje con mayor fuerza de aprovechamiento se identifica en los orgánicos, sin embargo, este no es el que más daño genera al medio ambiente, aun así presentan un consumo aproximado de 250 kilómetros cúbicos de agua al año, de igual manera, los recursos que más agua utilizan al año son los agrícolas, de esta misma forma el consumo de agua del hombre alcanza el 70% de toda el agua dulce. también se menciona la forma convencional de actuar de las empresas, con una economía lineal que se compone de tomar, usar y tirar, esta forma convencional se basa en una economía circular compuesta en un inicio por la recolección de materias primas, el diseño del producto, la fabricación de la producción, la distribución, el consumo, la reparación y reutilización del producto,

recolección de los desperdicios residuales del producto y materiales reciclados y recuperados, y así empezar de nuevo con el ciclo, esto se compone acerca de la reutilización y separación de los residuos en la fuente [6].

En el programa para el medio ambiente (ONU) se menciona que actualmente se generan desperdicios suficientes logrando un incremento de un 25% en el año 2050. Esto quiere decir que a larga escala se pueden producir más de 671.000 toneladas diarias en desperdicios para 2050, esto con respecto a las 541.000 toneladas diarias que se generaron en el 2014. Las causas de la producción de desperdicios normalmente se deben al incremento mundial de habitantes, por tanto, el tema financiero y cultural se ven afectados por el cambio. Los habitantes se encuentran fijados solamente a consumir y botar sin importar en qué lugar se encuentren. [4]

El estudio realizado por el foro económico mundial [7], se enfoca en conocer las principales causas de las falencias en reciclaje a nivel mundial, en donde se evidencia que el 45% de las respuestas de las personas encuestadas en Latinoamérica y el caribe se enfocan en la falta de programas que permiten el reciclaje, el 14% de las respuestas dicen no confiar en los programas de reciclaje, el 26% de los individuos encuestados en Latinoamérica y el caribe menciona no saber cómo participar en los programas de reciclaje, por esta misma razón el principal problema identificado a causa de la falla de implementación de programas de reciclaje. Mencionan también que el 5% expresan no tener importancia alguna por el reciclaje, en Latinoamérica y el caribe el 5% de las respuestas expresa lo mismo, mientras que el 60% de los encuestados en Latinoamérica y el caribe manifiestan que es de extrema importancia el reciclaje. En este estudio se plantean las posibilidades de generar planes para el mejoramiento al reciclaje, muchas personas no realizan el debido proceso por falta de programas o porque no les interesa, este estudio permite buscar nuevas estrategias para ayudar a las personas a interesarse más por la complicación que está presentando el planeta, con programas más dinámicos, como el de la separación por colores como se está haciendo actualmente. [7]

El aumento del consumo desaforado y poco consciente genera abundancia de residuos, lo que al mismo tiempo limita los espacios cada vez más de los botaderos, generando desbordamientos, mayores medidas de contaminación y problemas de salud

de las personas habitantes a los alrededores de estos, de igual manera eso incrementa la desaparición de los espacios naturales; a mayor consumo, mayor pérdida de recursos naturales, prediciendo de esta manera la escasez de alguno de los mismos en diferentes partes de la ciudad, del país y del planeta. El daño natural que se fomenta gracias a la quema de los residuos que deben ser incinerados tan pronto acaba su vida útil, generando cenizas y gases que incrementan la contaminación, es un buen ejemplo para dar continuidad a la minimización de residuos. [8]

Los desperdicios que se van generando al paso del tiempo producen 1600 millones de toneladas de Dióxido de Carbono, debido a esto, se afecta drásticamente el clima, ya que hay una gran polución en el planeta y causa una gran contaminación en el suelo; esto produce una pérdida de la fauna y la flora, como bien se sabe, los seres vivos y todos los habitantes, plantas, y todo lo que existe hace parte de una conexión, que como unidad genera dependencia entre todos para la supervivencia, significa que hay una gran pérdida de esta diversidad por culpa de la contaminación y del no saber reciclar ni reutilizar los desperdicios, ya que estos tardan un buen tiempo en lograr el proceso de descomposición. [6]

Según los datos de las Naciones Unidas, el mundo puede ser mejor si se evalúa el impacto que ha generado la contaminación en el planeta, cada decisión que la población toma es un riesgo para todo el mundo. Según esto, no existen los desperdicios, ¿por qué? porque todo lo que nos rodea se puede reciclar, o se puede reusar; pero durante generaciones solamente se piensa en consumir y botar, así que por eso existen los desperdicios que acaban en los botaderos o en los sitios donde hay agua limpia (mares, ríos, entre otros), el cambio en el clima también es una consecuencia de botar desperdicios y contaminar el medio ambiente. [9]

Recientemente, el reciclaje de plástico ha surgido como un tema crucial en relación de la protección del medio ambiente y la gestión de desechos. Aunque los materiales poliméricos se emplean en diversos aspectos de la vida diaria y la industria, su uso generalizado ha generado el problema de la acumulación de residuos plásticos. Después de ser retirados de la circulación, estos materiales se convierten en desechos persistentes y perjudiciales. La reutilización de materiales poliméricos se presenta como

una oportunidad para darles un segundo propósito, facilitando la utilización efectiva de desechos para la creación de productos consumibles. [10]

2. PREGUNTA PROBLEMA

¿Cómo modelar un prototipo sostenible de reciclaje de botellas PET en la Universidad de América para la producir filamento de impresión 3D, considerando aspectos técnicos, económicos y ambientales, con el objetivo de fomentar la conciencia ambiental y promover prácticas de reciclaje dentro de la comunidad universitaria?

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Modelar un prototipo sostenible para el reciclaje de botellas PET desechadas en la Universidad América, con el propósito de producir filamento para impresoras 3D.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar tipos de prototipos para producción de filamento por medio de botellas PET.
- Idear un método de reciclaje de botellas PET para la producción de filamento para impresoras 3D.
- Identificar los requisitos esenciales para modelar un prototipo sostenible para producir filamento a base de botellas PET.
- Caracterizar el prototipo a través de una ficha técnica y guía de uso.

4. ANTECEDENTES

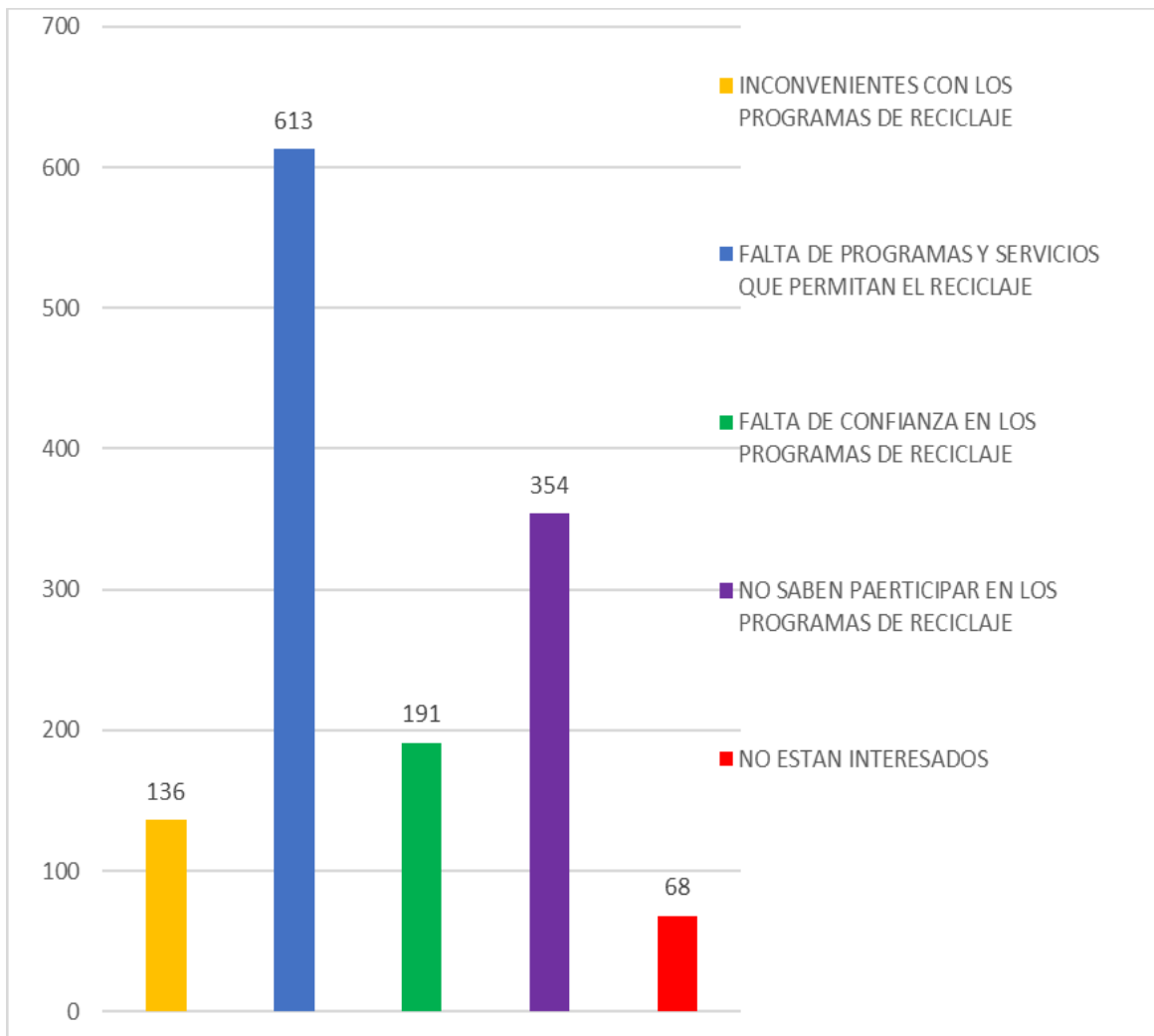
. El artículo de la revista “Revista de plásticos modernos: Ciencia y tecnología de polímeros”, se orienta en la revisión de la producción de filamentos destinados a impresoras 3D a partir de polímeros reciclados como una alternativa al enfoque convencional de recopilación selectiva centralizada de plásticos. Se explora la viabilidad del reciclaje de materiales termoplásticos básicos y se estudia el impacto de la transformación en sus propiedades físico-químicas y mecánicas. Así mismo, se examinan los filamentos disponibles en el mercado, elaborados a partir de materiales reciclados, y se evalúan los dispositivos que permiten la fabricación de filamentos para impresión 3D a partir de residuos plásticos. [10]

El mercado de la impresión 3D se encuentra en un estado de crecimiento continuo. Los filamentos utilizados en impresión 3D pueden elaborarse a partir de diversos materiales termoplásticos, incluyendo aquellos provenientes del reciclaje. [10]

Existen diferentes métodos de reciclaje, sin embargo en Colombia no son efectivos los sistemas para emplear esto, según se evidencia en el estudio realizado por World Economic Forum, se contempla que mundialmente la principal falla por la que las personas no reciclan es la falta de programas y servicios para permitir el reciclaje; de igual forma, se muestra en el estudio, que de los pocos programas, los individuos encuestados no saben cómo participar en los mismos; el estudio en Latinoamérica y el caribe se le realizó a 1363 personas, las respuestas de este cuestionario se pueden evidenciar en la figura 1.[7]

Figura 1.

Porcentaje respuestas foro económico mundial



Nota. La grafica muestra el porcentaje de respuestas del estudio del foro económico mundial. Tomado de . S. Snell., World Economic Forum, SAP, Qualtrics. 2020. Toward a more Sustainable World A global study of public opinion [En línea]. Disponible: https://www3.weforum.org/docs/WEF_More_Sustainable_World.pdf [Acceso: 26 de marzo de 2022]

Uno de los diseños que mas se destaca en la producción de filamentos es el Felfil EVO. Este dispositivo es un extrusor de filamentos plásticos que se utiliza especialmente en la impresión 3D. Su funcionamiento no es complicado, ya que se basa en un tornillo que transporta el material plástico por la camisa calefactora del extrusor hasta la boquilla. La boquilla se calienta mediante resistencias térmicas incorporadas en el dispositivo.

En cuanto a las especificaciones técnicas del Felfil EVO, el dispositivo tiene un rango de temperatura de trabajo de hasta 250 grados Celsius, una velocidad de extrusión de 150 gramos por hora y una capacidad de almacenamiento de 250 gramos de material. Este dispositivo, fue concebido por tres estudiantes italianos en el Politécnico di Torino en 2016. [11]

Figura 2.

Característica extrusor FELFIL EVO

Technical Data		
Overview	Temperature max.	250°C (300°C on requests)
	Heaters	3x40W cartridges
	Compatible materials	PLA, ABS, HIPS, PETG, PA(6,12), PMMA, HDPE, LDPE, TPU, TPE, PVA
Output	RPM Range	0-9
	Filament diameter range	0,5 - 3mm
	Nozzle extruder	1,75mm- 2,85 interchangeable
Energy	Consumption average	80 W
	Consumption max.	180 W
	Voltage	110 - 230 V
Capacity	Hopper volume	1 liter
Size & Weight	Dimensions	350 x 180 x 108 mm
	Weight	5 kg

Nota. La figura muestra las características del extrusor FELFIL EVO Tomado de Felfil Evo technical data [En línea]. Disponible: <https://felfil.com/felfilevo-filament-extruder/?v=5ea34fa833a1> [Acceso: 03 de noviembre de 2023]

5. JUSTIFICACIÓN

En las calles y lugares muy concurridos se ve la baja eficacia de los procesos de separación de residuos, hasta ahora, puesto que, según lo expuesto en el estudio realizado por World Economic Forum, se deduce que la sociedad quiere reciclar, pero no sabe cómo.[4].El documento de la Unesco Trash hack educación para el desarrollo sostenible a través de la acción narra de forma didáctica y comparativa el daño causado al ambiente por el poco uso del reciclaje y el elevado consumo de recursos naturales. [3]

El problema de la gran cantidad de plástico generado por los envases de un solo uso en la industria alimentaria en Colombia, la falta de alternativas para reciclar o innovar en materiales biodegradables, demanda un análisis exhaustivo a nivel nacional. Esto implica evaluar la situación legal, la investigación en las industrias alimentarias y las universidades relacionadas con nuevos materiales biodegradables y estrategias de economía circular.

Además, se destaca que la falta de conocimiento sobre la economía circular conduce al desperdicio de residuos en esta industria por la falta de técnicas adecuadas para la reutilización, restauración, reciclaje y remanufacturado. Se plantea la obligación de abordar el problema de los materiales que solo tienen un solo uso desde una perspectiva más sostenible, considerando la economía circular como una posible solución. [31]

La economía circular ha emergido como un modelo económico ampliamente adoptado a nivel mundial, incluyendo Colombia, gracias a sus innegables beneficios económicos, medioambientales y sociales. Este enfoque, cuando se aplica en la industria de envases desechables de alimentos, muestra un potencial significativo para reducir los valores de materiales a escala global y estimular el establecimiento de empleo. Su premisa fundamental radica en la optimización tanto en la entrada y salida de materia prima en los procesos de producción, generando mejoras notables en ambas etapas.[31]

En Colombia, se enfrenta una imperiosa necesidad de abordar la problemática de los plásticos, especialmente los de un solo uso, en respuesta al creciente deterioro de fuentes hídricas, océanos y otros ecosistemas naturales. Se proyecta que para el año 2030, el país habrá implementado medidas concretas para una gestión sostenible de los

plásticos, promoviendo la prevención, sustitución, reducción y reincorporación de materiales en el ciclo productivo, además de estimular la investigación, la innovación y los negocios sostenibles.[31]

El favor de adoptar un enfoque de economía circular se evidencia por medio de la disminución en el agotamiento de materiales, agua y energía, lo que favorece a mejorar los ecosistemas y al alivio de los recursos naturales no renovables. Además, promueve la creación de empleo y el impulso a la innovación. En este contexto, el proyecto tiene como meta realizar un análisis en la economía circular a escala nacional, especialmente en relación con la fabricación de envases biodegradables de un solo uso en la industria alimentaria, considerando sus impactos ambientales, económicos y sociales. Asimismo, busca concienciar sobre los efectos negativos asociados al uso de plásticos y vidrio en envases desechables para alimentos a la sociedad. [31]

La implementación de la economía circular en la Universidad de América se interpreta en una serie de beneficios significativos que contribuyen al bienestar tanto de la institución como del entorno circundante. Al adoptar prácticas de economía circular, la universidad puede experimentar una reducción notable en el consumo de materiales, agua y energía. Este enfoque eficiente no solo optimiza los recursos que existen, también disminuye la huella ambiental de la institución.

Además de los aprovechamientos ambientales, la economía circular fomenta la generación de empleo y estimula la innovación. Al crear sistemas eficientes de reciclaje y reutilización, la universidad puede contribuir al desarrollo de nuevas oportunidades laborales relacionadas con la gestión sostenible de recursos. Este enfoque también estimula la innovación al promover la búsqueda de soluciones creativas y sostenibles para los desafíos actuales.

En resumen, la adopción de la economía circular en la Universidad de América no solo promueve prácticas ambientales responsables, sino que también genera beneficios económicos y sociales tangibles. Este proyecto busca analizar la situación de la economía circular a nivel nacional, proporcionando así un marco valioso para la implementación de prácticas sostenibles en la universidad, que redundarán en un impacto positivo tanto a nivel local como a escala más amplia.

«Se han logrado gestionar 13.262 toneladas de residuos de las que 7.349 ton son residuos de envases y empaques fabricados de: cartón 3083 ton (41.95%), PET 1508 (20.51%), plásticos flexibles PP-PE 1008 ton (13.71%), plásticos rígidos PP-PE 888 (12.08%), vidrio 709 ton (9.64%), papel 104 ton (1.41%), cartón para bebidas 24 tn (0.33%), metales ferrosos 21 tn (0.32%), y metales no ferrosos 4 tn (0.05%).» [7]

Los proyectos mencionados anteriormente, buscan facilitar de manera más adecuada el reciclaje, de igual forma no se basan principalmente en el consumidor, si no en el final del producto y reciclaje del mismo, por esto este proyecto quiere facilitar de manera menos compleja a las ya existentes, la forma de separación de los residuos; el fomentar en las personas programas de reciclaje, tiene muy poca acogida como lo muestra el estudio realizado por World Economic Forum, el enseñar a reciclar es difícil cuando el sistema por el cual se enseña no es efectivo [4].

En estudios a nivel nacional, se encuentra que en Bogotá se producen alrededor de 2,3 millones de residuos en toneladas anualmente, esto significa que el número de residuos que se generan afectan de una manera exponencial, ya que en este balance se dice que solamente se reciclan 92.826 toneladas de residuos, esto a nivel porcentual representa solo el 3,97%, es un porcentaje básicamente bajo respecto a otras ciudades importantes en el país; el Registro Único de Recicladores de Oficio cuenta en su organización con 18,335 recicladores que aportan con esta situación tan crítica que está presentando la ciudad. [23]

Tabla 1. Porcentaje del tipo de residuos que se generan en la ciudad de Bogotá

TIPO DE RESIDUO	PORCENTAJES
ORGÁNICOS	51,32%
PLÁSTICOS	16,88%
CELULOSAS	13,67%
TEXTILES	4,54%
VIDRIOS	3,67%
OTROS	3,36%
MADERA	1,60%
FINOS	1,43%
METALES	1,13%
COMPLEJOS	0,96%
INERTES	0,84%
PELIGROSOS	0,61%

Nota. La tabla representa el porcentaje del tipo de residuos que se generan en Bogotá. Tomado de <https://bogota.gov.co/yo-participo/blogs/basura-en-bogota-una-responsabilidad-de-todos-los-ciudadanos>

Se trazan lugares estratégicos en donde se puede empezar a pequeña escala la recolección de las botellas PET, como en este caso que se implementará en las áreas comunes de la Universidad América, ya que las actividades y funciones que se realizan dentro de la universidad permiten hacer uso de residuos aprovechables que se pueden separar y reciclar, por ende, también se pueden reutilizar.

El separar de forma adecuada los residuos implementa grandes cambios y genera grandes ventajas en el ámbito ecológico. en la página oficial “Ecorecyclar-gestión sostenible” se mencionan algunos de los beneficios de separar y reciclar adecuadamente, plantean en su artículo “El reciclaje – (reducir, reutilizar y reciclar)”, que una chaqueta puede ser el producto de 40 botellas de plástico recicladas, de igual forma el ahorro de una tonelada de petróleo puede ser el resultado de dos toneladas de plástico recicladas, también se menciona que por una tonelada de papel reciclado se evita la tala de 5 árboles y el consumo de 4.100 Kwh, al igual que con el cartón que por una tonelada del mismo, bien reciclada, previene la tala de 17 árboles de 10 metros de altura.[24]

Por esta razón los la recolección eficiente de botellas PET en la universidad facilitarán la implementación de sistemas y programas en la separación de residuos, así será más temático y divertido reciclar, permite a los estudiantes y profesores y demás personal de la universidad hacer parte del proceso de creación de filamento.

6. MARCO REFERENCIAL

A continuación, se presentarán diferentes teorías, conceptos y hechos históricos sobre los temas definidos para dar mayor entendimiento y validez a la idea principal de la indagación.

6.1. Marco conceptual

En las siguientes definiciones se encontrará el marco conceptual, que tiene como finalidad exponer los diferentes términos y conceptos de las diferentes palabras clave, dando total entendimiento y rendimiento a la investigación

6.1.1. Reciclaje

Para el siguiente proyecto se optará por la definición presentada por la Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos (Última reforma 18-01-2021). Resultado que favorece en mayores proporciones a la investigación.

Figura 3.

Definiciones Reciclaje

DEFINICIÓN
<i>“Transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos” [8]</i>
<i>“Toda operación de valoración mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación del material orgánico, pero no la valorización energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operaciones de relleno” [9]</i>
<i>“Es el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva acopio, reutilización, transformación y comercialización.” [10]</i>

Nota. La figura presenta las diferentes definiciones del concepto “Reciclaje”.

6.1.2. Residuos

En el siguiente proyecto se optará por la definición presentada por Calidad y servicio de proximidad en el pequeño comercio, Paraninfo, 2014. Resultado que favorece en mayores proporciones a la investigación.

Figura 4.

Definiciones Residuos

.DEFINICIÓN
<i>“Cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar” [9]</i>
<i>“Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven” [8]</i>

Nota. La figura presenta las diferentes definiciones del concepto “Residuos.

6.1.3. Gestión de residuos sólidos

Para el siguiente proyecto se optará por la definición presentada por el “Decreto 1713 de 2002” Nivel Nacional. Resultado que favorece en mayores proporciones a la investigación.

Figura 5.

Definiciones Gestión de residuos sólidos

DEFINICIÓN
<i>“la recogida, el transporte y tratamiento de residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, así como el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos, incluidas las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente” [9]</i>

“Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región” [8]

“Es el conjunto de operaciones y disposiciones encaminadas a dar a los residuos producidos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final.” [10]

Nota. La figura presenta las diferentes definiciones del concepto “Gestión de residuos sólidos”.

6.2. Marco Teórico

A continuación, se presentará en base a las definiciones del marco conceptual el desglose de los términos mencionados.

6.2.1. Reciclaje

El reciclaje es una evolución y variación de los materiales como lo son el papel, el vidrio, uno que otro plástico, lata y los desperdicios orgánicos, se transforman en materias primas que la mayoría de las industrias en la manufactura puede volver a usar.

Además de esto también se puede decir que el reciclaje está asociado a un grupo de movimiento que se encarga de reutilizar partes de algunos objetivos, de algún material que ya haya terminado su función de vida, pero que se pueden utilizar para algún tipo de actividad relacionado o no relacionado con su función dada.

El reciclar es algo muy importante y esencial para el medio ambiente, esto también quiere decir que es bastante sano para las personas, en cuestión de salud.

Para aprender a reciclar se puede ver que la aplicación de las tres R funciona al máximo ya que es bastante práctico (REDUCIR, REUTILIZAR Y RECICLAR) [13]

Una manera de aprender a reciclar es teniendo claro que:

- El bote azul: Plásticos

- El bote verde: Desperdicios orgánicos
- El bote café: Cartón y papel

Esto es una manera bastante práctica ya que los colores suelen identificarse de manera más sencilla, reciclar es una parte muy importante de la vida. Ya que es parte esencial para prevenir riesgos catastróficos por culpa de la contaminación del medio ambiente. [14]

6.2.2. Tipos de Residuos

Conocido comúnmente como residuo, referente a cualquier actividad en la que una persona se deshace del material, debido a que son componentes que no son de uso para cumplir su objetivo original. Aun así, mantienen la posibilidad de ser reutilizados como materia prima para la creación de un nuevo material o producto. En contraste, la basura no puede ser usada después de haber cumplido su propósito inicial, lo que resulta en su disposición final.

Esto es de suma importancia ya que esta gestión de lo que son los residuos sólidos está realizando un entorno que sea sostenible para desarrollar un buen nivel socioeconómico que sea viable para que esté involucrado en el medio ambiente y por obvias razones a la sociedad. En Colombia se han encaminado bastantes leyes para que se implementen estrategias y diferentes procesos para generar un desarrollo sostenible más acorde a la situación actual del mundo por la contaminación; un potencial que se tiene en este país es la gestión integral de los residuos sólidos. [15]

Los residuos tienen por su naturaleza diferentes etapas de descomposición, por ende, tienden a ser separados según su clasificación, desde el 1 de enero del 2021 los municipios y distritos pertenecientes a Colombia, han integrado en sus planes de gestión integral el código nacional de colores, que con su función lo que cumple es separar los diferentes residuos. En la guía NACIONAL para la adecuada separación de los residuos, presentada para el 2022 por el departamento nacional de planeación, se define la adecuada separación por colores [22]; Residuos que son separados de la siguiente manera como:

- Aprovechables: papel, cartón plástico vidrios, textiles, metales, estos dos últimos en cantidades pequeñas, en contenedores de color blanco [22]
- Orgánicos aprovechables: residuos de jardinería y comida, en contenedores verdes. [22]
- No aprovechables: elementos sanitarios, papel metalizado, desechos domésticos, colillas de cigarrillo, etc., en contenedores de color negro. [22]
- Con gestión diferenciada: residuos con entrega en puntos especiales o autorizados, como baterías, medicamentos, etc., en contenedores de color crema. [22]

6.2.3. Separación en la fuente

Es un control de lo que es el reciclaje, esto aumenta también la gran parte de materiales reciclados y disminuye drásticamente la cantidad de basura y los residuos que se generan y que van a parar al relleno sanitario, la educación es importante en este paso para desde las generaciones principales ayudar a disminuir el riesgo ambiental que se puede presentar en los diversos sectores del país. [16]

El lugar de origen para utilizar el reciclaje empieza desde la separación en la fuente, esto quiere decir que ayuda a mitigar y a disminuir todo el impacto que producen los residuos y la basura, también ayuda a mantener el medio ambiente y alarga la vida útil de lo que son los rellenos sanitarios; para ayudar a estas disminuciones de riesgo, se debe empezar un hábito o una rutina desde casa hasta lugares públicos.[17]

6.2.4. Gestión de Residuos Sólidos

Esta gestión propone muchas estrategias que son importantes para el desarrollo de esto, esto porque el objetivo principal es mitigar y disminuir de una manera competente los riesgos que producen los residuos, para un apoyo al medio ambiente y de las personas; también disminuir el peligro (advertencia) de los residuos que llegan a los rellenos sanitarios o a los sitios donde lleguen al finalizar su vida útil, esto ayuda a la protección del ambiente y a un crecimiento a nivel financiero.

Se plantea unas etapas que ya están definidas por orden jerárquico, lo cuales son:

- Reducción en el origen

- Aprovechamiento y valorización de materiales orgánicos e inorgánicos
- Tratamiento y transformación para reducir volumen y algún peligro
- Disposición final controlada

A nivel mundial, en algunas reuniones y eventos como los son en la Cumbre de Rio y de Johannesburgo, existen una continuidad de directrices que definen las jerarquías en esta gestión integral, fueron nombrados anteriormente. [15]

6.2.5. Reciclaje de plásticos

El proyecto se enfoca en la transición de plásticos provenientes de recipientes y contenedores en filamento extruido. Los plásticos de interés que se tienen en cuenta en el proyecto pertenecen a el PET, polietileno de alta densidad, polipropileno y poliestireno, que se encuentran en productos de uso diario como envases de alimentos y bebidas. [29]

En el ámbito del reciclaje de plásticos, se emplean métodos primarios, secundarios, terciarios y cuaternarios. El método primario se relaciona con el uso de partes del plástico en aplicaciones diferentes. El secundario implica la fusión de desechos para crear productos diferentes a los originales. El terciario es un proceso químico que aprovecha los componentes químicos del plástico, y el cuaternario consiste en la incineración para recuperar energía [27]

Dado la diversidad de tipos de plásticos, se utilizan códigos numéricos dentro del triángulo según el Sistema de Identificación de Plásticos (SPI). Por ejemplo, el Tereftalato de polietileno (PET) se codifica con el número 1 y se usa en envases de bebidas, cosméticos, fibras textiles, películas radiográficas, entre otros. Otro plástico común es el Polietileno de alta densidad (PEAD), que se encuentra en envases de aceites de vehículos, detergente, bolsas de supermercado y más.[28]

6.2.6. PET

Es una clase de plástico termoplástico que, cuando se calienta a temperaturas relativamente altas, se vuelve un líquido viscoso y, al enfriarse, se endurece sin experimentar cambios químicos en su punto de transición vítrea. Este polímero tiene un

punto de transición que oscila entre 60 y 80°C y un punto de fusión que varía entre 255 y 265°C. Interesantemente, aproximadamente el 64% del contenido de un kilogramo de PET proviene del petróleo, un 23% de derivados líquidos del gas natural y un 13% del aire.

El PET se forma mediante la combinación de ácido tereftálico y etilenglicol. Este plástico se utiliza en una variedad de aplicaciones, siendo una de las más comunes la fabricación de preformas de botellas para la industria de bebidas gaseosas, agua mineral, cosméticos, medicamentos, aceites y envases en general, en la producción de cintas de video y audio, bandejas aptas para microondas, geotextiles y fibras para la industria textil. [29]

Los diferentes tipos de plástico se deben exponer a diferentes tipos de temperaturas según sean sus factores para lograr una fusión completa de los mismos sin llegar a dañar su calidad.

Figura 6.

Temperatura de materiales plásticos reciclables

Plástico	Melt Point
PET (unfilled, amorfo) [41]	260 - 280 °C
HDPE (unfilled, uso común) [27]	177 - 274 °C
PP (homopolímero) [28]	208 - 251 °C
PS (unfilled, uso común) [42]	177 - 260 °C

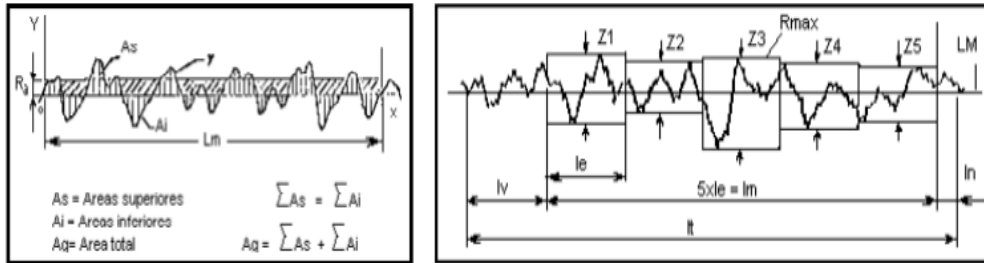
Nota. La figura presenta las diferentes temperaturas de fusión a las que se exponen los diferentes tipos de plástico. [En línea]. Disponible <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/11024/T08590.pdf>

6.2.7. Rugosidad

Existen dos medidas típicas para saber la rugosidad del material, Ra que significa que la media aritmética de los valores absolutos de las coordenadas de los puntos que conforman el perfil de rugosidad con la Línea Media a lo largo de la distancia de medición Y Rz parámetro que corresponde a la media aritmética de los valores parciales de rugosidad Zi. Este cálculo se aplica en situaciones en que los puntos aislados no tienen un impacto en la función de la pieza que se está evaluando.[29]

Figura 7.

Características rugosidad Ra y Rz



$$R_a = \frac{1}{L_m} \int_0^{L_m} |y| dx$$

$$R_z = \frac{1}{5} (Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5)$$

Nota: la figura representa las características y formulas para el calculo de rugosidad [En línea]. Disponible

<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/11024/T08590.pdf>

6.3. Marco Histórico

En la antigüedad el ser humano no representaba un daño inminente para la vida en la tierra, el consumo natural que presentaba no era significativo debido a su baja población, a su constante movimiento de territorio y a que su consumo al ser tan natural pasaba a ser un cambio desapercibido por la naturaleza, puesto que sus desperdicios se erradicaban rápida y fácilmente, todo esto en la era prehistórica, en donde la mayoría de los desperdicios eran consumidos en su gran mayoría por otros animales, o simplemente se descomponían en hoyos que se cavaban para su disposición. [11]

No fue, si no hasta cuando se empezaron a crear las primeras civilizaciones, que se comenzaron a percibir los cambios, las personas acumulaban la basura en las casas y en las calles sin pavimentar, la forma más fácil de ignorar este deterioro se basaba en cubrir los escombros con barro o arcilla debido a los malos olores, esta mala gestión incrementaba la altura de los pisos de las casas y de los caminos, obligando así a los habitantes a construir techos más altos y nuevas puertas. [11]

La llegada de los primeros vertederos o botaderos surge con los griegos, quienes al año 500 a.c. contaban con reglas que eran la de arrojar basura a una milla de la ciudad, también poseían vertederos y fosas de abonos; a mediados de este mismo año, en

Atenas se creaban las primeras leyes en contra de la contaminación de las calles de la ciudad; en China cerca del siglo II a.c. ya se contaba con grupos organizados para la recolecta de la basura en sus principales ciudades; para mejores resultados y se podría decir que una de las primeras formas de reutilizar, aparece en la civilización Maya, los cuales contaban con vertederos para desperdicios orgánicos y utilizaban algunos de sus objetos que ya no funcionaban, como las vasijas de barro, para el relleno de sus estructuras; En Roma, la disposición de la basura no fue su fuerte, debido a su vasta sociedad y sus grandes ciudades, el método utilizado por los romanos más ricos para deshacerse de la basura eran los esclavos. [11]

Para la época de la edad media las poblaciones ya eran significativamente grandes, en estas zonas urbanas los habitantes arrojaban sus desperdicios (basuras y excrementos) por puertas y ventanas, por lo general, los animales del pueblo se paseaban por las calles de la ciudad buscando desperdicios.[11] Estas malas gestiones en las urbanizaciones traían consigo, ratas, pulgas, y otra variedad de plagas que se esparcían de ciudad en ciudad generando grandes daños a la salud [12], contribuyendo de esta manera a grandes pestes, como la conocida y ocasionada en la población europea, peste bubónica. No fue sino hasta los finales de la edad media que las condiciones mejoraron al pavimentar las calles y erradicar los desperdicios en las calles.[11]

La llegada de la industria, traería consigo innumerables problemas, al incrementar las poblaciones en las ciudades, se generan más desperdicios, las personas de bajo recursos se acumulaban en un solo lugar, generando más desperdicios por localidad, las carrozas funcionales por caballos contribuyen también en gran sentido al daño ambiental y la falta de higiene en las ciudades, el miedo a grandes plagas y pestes generó en estos tiempos una mayor preocupación por los desperdicios, dando campo abierto a la otra mala gestión de los residuos, puesto que comenzaron a arrojar estos contaminantes a los ríos, que a su vez llegaban a las playas, para evitar que los residuos llegaran a estas playas, se comenzaron a arrojar mar adentro; en el año 1874 aparece el primer incinerador de basura, método de gestión de basura que pronto se dejó de lado por sus altos costos de producción, dando paso a los métodos de reducción, que servían entre

otras cosas, para crear con desperdicios de animales y orgánicos, productos como el jabón y fertilizantes, este método también fue desechado debido a los malos olores que emanaba su gestión [11]

Con la llegada del siglo XX aparecen nuevas gestiones de residuos, se comienzan a desplegar por las ciudades, trabajadores encargados de la limpieza de las calles, barriendo y recogiendo basura. Los desperdicios recogidos se destinaban a botaderos al aire libre, se quemaban, se arrojaban al agua, entre otras malas disposiciones de los residuos. [11] a mediados de este mismo siglo, se emplea nuevamente la quema de residuos para reducir espacios, sin embargo, estas actividades incrementaban los daños ambientales al afectar la calidad del aire; se empezó a reutilizar menos y gastar más, ya que lo que se usaba se podía reemplazar fácilmente, por ende, era más fácil reemplazar que reutilizar, el incremento de los químicos aumentaba el daño al medio ambiente por los desperdicios. [11]

La entrada triunfal del siglo XXI y la feliz despedida del siglo XX trajo grandes cambios al pensamiento lógico del ser humano, en gestión del ambiente, puesto que se comenzó a emplear el control de desperdicios, con el fin de reducir los desperdicios, empezaron a aparecer abonos con desperdicios orgánicos, y se llegó a mejor conciencia para reutilizar mejor los desperdicios, a pesar de que de que ha crecido la importancia y las actividades para salvar el medio ambiente, aún hay mucha basura por gestionar, algunos métodos son caros, pero requieren de esfuerzo comunitario y global para emparejar las necesidades del planeta con las humanas.[11]

6.4. Marco Normativo

El marco que se mostrará a continuación busca encontrar las respectivas normas nacionales que se encuentran en el impacto hacia el medio ambiente:

Figura 8.

Resolución No. 2184 de 2019

NORMA	DESCRIPCIÓN
Resolución No. 2184 de 2019	“Construir el proceso de separación de residuos de una manera más sencilla para todos los colombianos, en donde solo existan tres colores para este proceso de selección y así podamos crear una verdadera cultura del reciclaje en donde aportemos al medio ambiente y todos nos veamos favorecidos” [18]

Nota. La figura muestra la Definición de la normativa del Ministerio de Medio Ambiente, empezará a regir desde el 2021, establecimiento del código de colores.

El MADS expidió esta ley, que es vigente a partir del año 2021 y lo que busca es codificar colores: negro, blanco y verde para separar la basura o el reciclaje según corresponda, es decir que se utilizarán en los contenedores, las canecas y las bolsas que se usan en la separación en la fuente; el color blanco se destinará para insertar los residuos aprovechables como lo son el vidrio, el metal, el cartón, el papel, y por supuesto el plástico. El color negro se utilizará para insertar los desechos no aprovechados como lo son los papeles o cartones que están con comida, el papel como las servilletas, paños, entre otros; y el color verde se utilizará para insertar los materiales orgánicos como los restos de comida y los desperdicios.

Figura 9.

Resolución 1407 de 2018

NORMA	DESCRIPCIÓN
Resolución 1407 de 2018	“Aumentar la cantidad de residuos que se reciclan y se reutilizan en el país. Actualmente, según datos del Departamento Nacional de Planeación (DNP) en el país se

	generaron 12 millones de residuos sólidos en 2019 y solo se recicló el 16,5%.” [19]
--	---

Nota. La figura muestra la normativa reglamentada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible debido al reciclaje de empaques y envases que están en el mercado nacional.

Esta normativa se basa básicamente en el no aprovechamiento de los residuos sólidos no peligrosos, entre este dato se encuentra que el mayor número de residuos se encuentran en las casas, lo que se busca con este documento es que los desperdicios puedan volver nuevamente a un ciclo económico, aparte de que las organizaciones deberán realizar una inversión para cumplir que la normativa y generar cierta cultura ciudadana para que se puedan generar varios manejos y así sensibilizar a la gente para que aprenda a utilizar bien las normas de reciclaje.

Figura 10.

Decreto 2811 de 1974 (Artículo 12)

NORMA	DESCRIPCIÓN
Decreto 2811 de 1974 (Artículo 12)	“El Gobierno procurará evitar o prohibirá la utilización de elementos ambientales y recursos naturales renovables que puedan producir deterioro ambiental en países no vecinos, en alta mar o en su lecho, o en la atmósfera o espacio aéreo más allá de la jurisdicción territorial.” [20]

Nota. La figura muestra el Decreto en donde el Gobierno adoptará medidas ambientales para minimizar el impacto negativo que generan.

Para la propuesta de mejoramiento del reciclaje en Colombia, con la ayuda del Gobierno y el decreto que se presenta a continuación, ayudará a minimizar el impacto ambiental que se está generando, es decir que con este decreto ayudaremos al medio ambiente, a

la salud de las personas utilizando la prohibición de los recursos y elementos que deterioren el medio ambiente.

Figura 11.

Ley 09 de 1979

NORMA	DESCRIPCIÓN
<p>Ley 09 de 1979</p>	<p>“Los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente. En esta norma se realizan precisiones en cada uno de sus capítulos para:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● El control sanitario de los usos del agua <ul style="list-style-type: none"> ● Manejo de residuos líquidos ● Manejo de residuos sólidos <ul style="list-style-type: none"> ● Disposición de excretas ● Áreas de captación” [21]

Nota. La figura muestra la ley presentada por el Ministerio de Salud para regular y controlar los descargos de los residuos que afectan el medio ambiente.

La Ley tiene que ver con los reglamentos que se presentan en los manejos de los residuos sólidos, todo lo que tiene que ver con su regulación, con la actividad financiera, hay factores que dependen del cuidado de estos residuos, esto también lo hacen con el fin de mejorar la condición humana ya que últimamente se presentan muchas enfermedades, virus, que afectan gracias a la contaminación.

Figura 12.

Ley 253 de 1996

NORMA	DESCRIPCIÓN
Ley 253 de 1996	“Esta Ley tiene por objetivo el “control de los movimientos transfronterizos de los desperdicios peligrosos y su eliminación adecuada” (Congreso de Colombia, 1996), puesto que, se busca la mitigación de los posibles daños que se puedan presentar en la salud humana y en el medio ambiente a la hora de su disposición.” [21]

Nota. La figura muestra la ley presentada por el Ministerio de Salud para regular y controlar los descargos de los residuos que afectan el medio ambiente

Ley 511 de 1999: Esta legislación establece el reconocimiento oficial del Día Nacional del Reciclador y del Reciclaje, designando el primero de marzo de cada año para celebrarlo. En su artículo 6, la ley instruye a los alcaldes municipales y/o a las empresas de servicios públicos encargadas de la recolección de basuras a ejecutar campañas periódicas con la función de involucrar a toda la comunidad en el proceso de reciclaje (Congreso Nacional de la República de Colombia, 1999). [32]

Ley 1466 de 2011: En esta normativa se implementa a nivel nacional la aplicación del Comparendo Ambiental para sancionar a quienes infrinjan las normas relacionadas con la limpieza, recolección de escombros y aseo. En su artículo octavo, la ley establece la responsabilidad de las Alcaldías y Concejos Distritales y Municipales de organizar la actividad del reciclaje, fomentar la cultura de la separación en la fuente, e incentivar a la sociedad para comprender y proteger la labor del reciclaje y la recuperación ambiental. Asimismo, se insta a promover la asociatividad y formalización entre la población de recuperadores ambientales, haciendo especial énfasis en la protección de esta población. Se destaca la importancia de llevar a cabo la recolección de residuos de manera organizada y limpia (Congreso Nacional de la República de Colombia, 2011). [32]

El Decreto 261 de 2010 de la Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. introduce modificaciones al Decreto Distrital 620 de 2007, el cual complementó el Plan Maestro de Residuos Sólidos. Estas modificaciones se centran en los Subsistemas del servicio público de aseo y de reciclaje. También abordan aspectos relativos a rellenos sanitarios, plantas de compostaje, plantas de incineración para residuos hospitalarios y residuos peligrosos, infraestructuras destinadas al manejo integral de los residuos peligrosos, estaciones de transferencia, centros de acopio temporal, licencia ambiental y trámite ante la curaduría (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2020).[32]

7. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1. Tipo de investigación

El proyecto se esclarece en base a un estudio tipo formulativo, de investigación proyectiva, tomando como referencia información primaria y secundaria para un mejor manejo de la información que permita ampliar la visión en campos imprevistos, delimitado en zonas específicas en las que se desarrollará principalmente la propuesta.

7.2. Fuentes y técnicas de información

La investigación se basará en fuentes primarias y secundarias, de donde se desplegará información pertinente perteneciente a libros, artículos técnicos, tesis, revistas, documentos, informes científicos, informes pertenecientes a instituciones certificadas, todo bajo el campo online encontrado en bases de datos universitarias o búsquedas propias de buscadores educativos.

7.3. Fases

Se presentan a continuación las fases correspondientes al proyecto que identificarán las diferentes actividades que componen el cumplimiento del desarrollo de la investigación en la propuesta.

7.3.1. Fase Exploratoria

Se encuentra en esta fase los métodos investigativos utilizados para el correcto planteamiento del proyecto, basado en fuentes primarias y secundarias que permitan una investigación profunda de las correctas separaciones de residuos sólidos, tipos de residuos, frecuencia de recolección, entre otras variables a tomar en consideración en el diseño del prototipo para mejorar la calidad del filamento, así como la investigación para el correcto uso del PET para realizar el filamento, representado en las siguientes actividades:

- Búsqueda de información pertinente para la recolección de datos estadísticos sobre la falta de recogida de basura sólida a nivel mundial.
- Búsqueda confiable de documentos oficiales de casos que expliquen el por qué las personas no reciclan

- Búsqueda confiable en revistas o artículos principales que esclarezcan el comportamiento del ciudadano al reciclar
- Búsqueda de información pertinente de datos estadísticos de basura a nivel Nacional
- Revisión de problemáticas y factores que afectan directamente la fabricación de filamentos PET para impresoras 3D
- Búsqueda de información pertinente de datos estadísticos de plástico a nivel sectorial.
- Revisión de informes gubernamentales estadísticos que permitan una correcta recolección de información ambiental sectorial y nacional enfocada en el tratamiento y calidad de los hilos pet.

7.3.2. Fase descriptiva

Basado en los resultados de las búsquedas, se describen las principales causas por las que el ciudadano colombiano es indiferente al reciclaje, al igual que la interrogante basada en la falta de gestión efectiva por parte de sectores gubernamentales, especificando sus principales causas y consecuencias, desarrollando de manera más concreta el valor principal de la propuesta

- Características de los residuos generados en la universidad de América.
- Identificación de los diferentes métodos de reciclaje.
- Identificación de la zona preferente para la ubicación de botellas PET.
- Investigación de datos cuantitativos acerca de costos disminuidos en los filamentos para impresoras
- Descripción de los estudios que tienen relación con filamentos desarrollados para impresoras 3D.
- Identificar los principales problemas que conllevan a la implementación del reciclaje.

7.3.3. Fase diseño

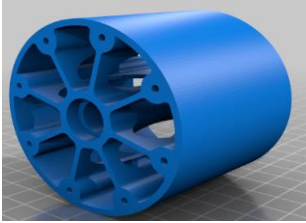
- Tiene como fin la implementación de la información recopilada con el propósito de modelar y diseñar la propuesta del proyecto. El objetivo principal de esta propuesta es producir filamentos por medio de botellas PET para su uso en impresoras 3D.

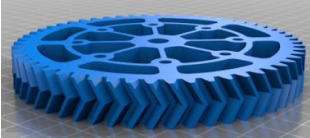

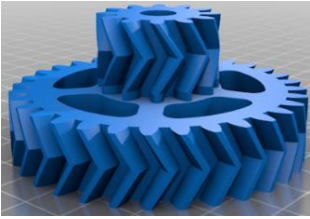
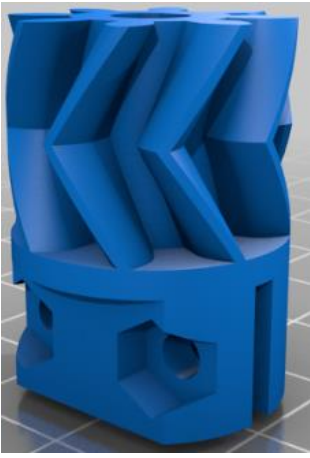
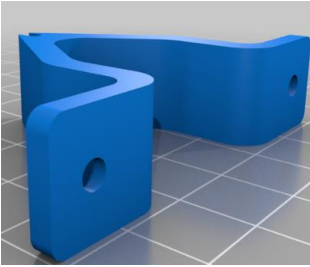
- Establecer los ideales principales sobre el impacto ambiental en las áreas comunes de la universidad de América.
- Identificar las principales características de los filamentos para aumentar su calidad.
- Diseñar la propuesta para mejorar la disposición final de botellas PET , mejorando la calidad de los filamentos extraídos del mismo.

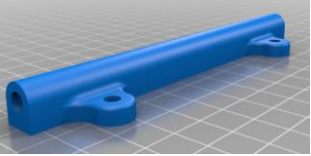
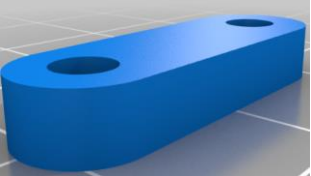
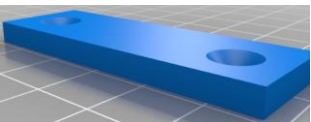
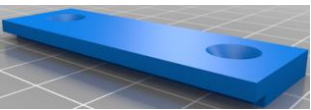
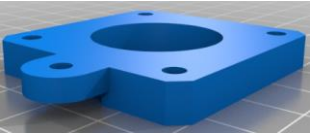
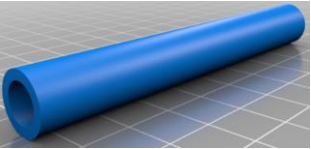
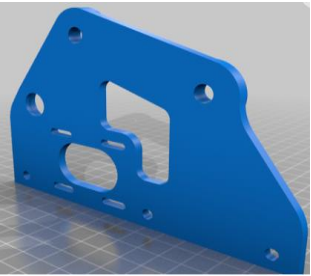
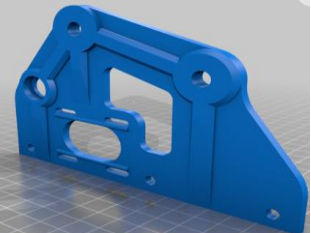
8. PLAN DE VIABILIDAD FINANCIERA

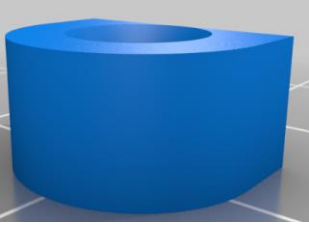
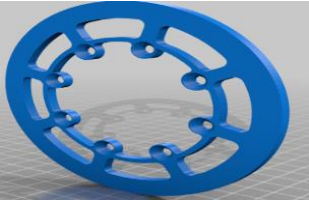
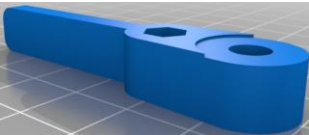



Figura 13.

Presupuesto estimado del prototipo.

Partes	Pieza	Precio	Función
<i>Buje replazo rodamiento</i>		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>
<i>Bobina</i>		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>
<i>Espaciador rodamiento</i>		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>
<i>Cuerpo</i>		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>
<i>Soporte placa motor</i>		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>

Engranaje 1		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>
Engranaje 2		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>
Engranaje 3		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>
Engranaje 4		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>
Traba		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>

<i>Espaciador (3)</i>		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>
<i>Empuje</i>		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>
<i>Soporte placa motor 1</i>		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>
<i>Soporte placa motor 2</i>		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>
<i>Soporte motor</i>		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>
<i>Espaciador rodamiento</i>		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>
<i>Pared 1</i>		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>
<i>Pared 2</i>		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>

Arandela		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>
Tapa		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>
Palanca		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>
<i>Motor paso a paso y plaqueta para el control</i>		\$60.000	<i>Controla la velocidad de los ejes para la correcta recolección del filamento</i>
<i>Tabla reutilizada</i>		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo</i>
<i>Kit Bloque Calefactor Para Impresora 3d Ender 3 S1 /pro</i>		\$129.000	<i>Calienta el plástico para convertirlo en filamento</i>

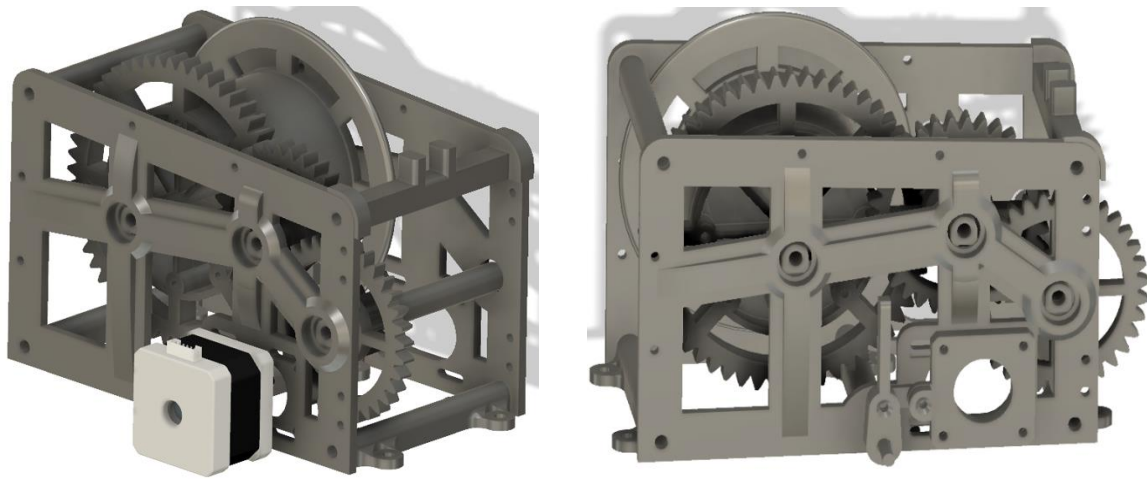
<i>Termostato digital W1209</i>		\$15.000	<i>Controla la temperatura del calefactor para mejorar la calidad del filamento</i>
<i>Tapa termostato</i>		\$0	<i>prototipo del termostato</i>
<i>Pulsador (3)</i>		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo del termostato</i>
<i>Base</i>		\$0	<i>Parte del diseño del prototipo del termostato</i>
<i>Fuente energía reutilizada de PC</i>		\$0	<i>Fuente de alimentación energética para dar funcionamiento al proceso</i>
<i>Total</i>		\$204.000	

Nota. La figura identifica los posibles costos del prototipo realizado con el filamento extraído de las botellas PET con la descripción de los funcionamientos de las partes del prototipo. Tomado de. <https://www.thingiverse.com/thing:5427208>

Cabe resaltar que en los presupuestos de los diseños en 3D se presupone un costo de cero pesos, sin embargo, se menciona que este costo no es principalmente cero, puesto que para realizar las piezas se requiere de energía y trabajo manual, el valor cero que aparece en la figura 13 frente a las piezas de diseño en 3D es netamente significativo a valores monetarios inmediatos.

Figura 14.

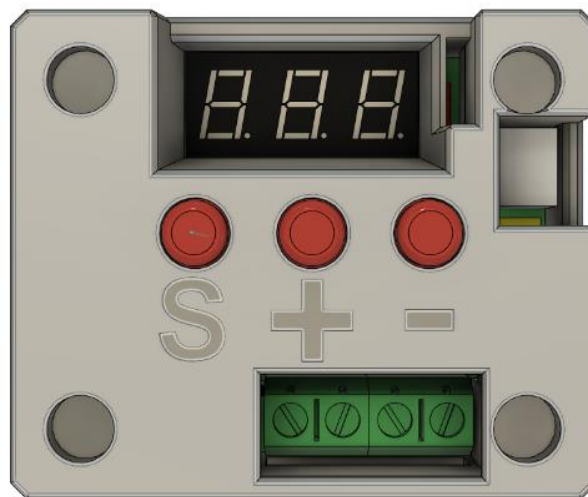
Diseño del prototipo



Nota. La figura representa el posible diseño del prototipo para el desarrollo del filamento para impresoras 3D. [En línea]. Disponible: <https://www.thingiverse.com/thing:4900782> [Acceso: 03 de noviembre de 2023]

Figura 15.

Diseño carcasa termostato



Nota. La figura representa el diseño para la carcasa del termostato. [En línea]. Disponible: <https://www.thingiverse.com/thing:5370792> [Acceso: 03 de noviembre de 2023]

9. RESULTADOS

Para garantizar la adecuada recepción de las botellas PET, se propone la instalación de un contenedor exclusivo destinado a este material. Esto simplificará la recolección de botellas PET para su posterior almacenamiento y procesamiento, de acuerdo con los requisitos del proceso de fabricación de filamento 3D utilizando material PET.

En la actualidad, el precio del filamento para impresoras 3D varía significativamente, oscilando entre setenta mil y cuatrocientos mil pesos colombianos, según sea la calidad deseada.

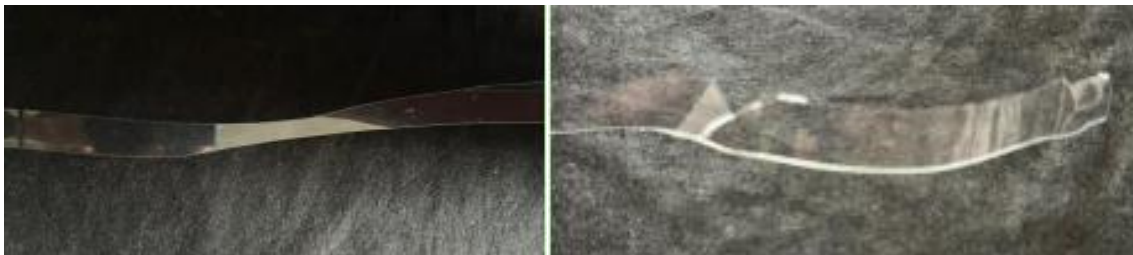
Los diferentes tipos de filamentos requieren temperaturas específicas para su extrusión y adhesión a la cama de impresión. Estos parámetros varían en función de los materiales utilizados, la sensibilidad de los filamentos y el tipo de objeto a imprimir.

El prototipo de recolección de filamento se ha construido utilizando materiales reutilizables disponibles en el hogar (consulte el Anexo 2). Esto ha permitido identificar las primeras deficiencias y realizar ajustes para garantizar la calidad del filamento. Como se observa en la figura 16, los cortes realizados en las botellas presentan irregularidades. Para obtener un filamento de alta calidad, es necesario contar con cortes perfectamente simétricos, con un grosor aproximado de 1 cm.

Estos ajustes y mejoras en el proceso de recolección y preparación del filamento PET son fundamentales para garantizar resultados óptimos en la impresión 3D y para reducir los costos asociados a la adquisición de filamentos en el mercado.

Figura 16.

Primeras muestras de cortes en botellas PET



Nota. La figura identifica las fallas presentadas en las primeras cintas realizadas por el primer prototipo.

Se realizan modificaciones necesarias en el prototipo, lo que ha dado como resultado una mejora significativa en la cinta, como se puede apreciar en la figura 17. Ahora, el grosor de la cinta es más uniforme y constante.

Figura 17.

Muestras de cortes en botellas PET



Nota. La figura identifica los arreglos presentados en las cintas realizadas por el prototipo.

Para mejorar el proceso de desarrollo del filamento, se ha implementado el uso de un calentador de pistola de silicona, como se ilustra en la figura 18. Esta adición ha demostrado ser poco beneficiosa al permitir la extracción de filamento defectuoso. La falta de control sobre la temperatura del calentador y la velocidad de extrusión había resultado en la producción de filamento de baja calidad. Ahora, gracias al control preciso de la temperatura y la velocidad, se puede lograr obtener un filamento de mayor calidad y coherencia en sus propiedades.

Figura 18.

Muestras de cortes en botellas PET



Nota. La figura identifica el calentador de silicona usado para el prototipo.

La ejecución de múltiples intentos y prototipos ha sido fundamental en el proceso de investigación para lograr una extrusión exitosa del filamento. Como resultado de los errores y resultado demostrados e investigaciones efectuadas, se consigue el prototipo final que garantiza una extrusión de alta calidad del filamento. Es importante destacar que la precisión en la medición de la temperatura y la gestión de la velocidad son elementos cruciales para asegurar la calidad del filamento en la máquina, esto se traduce en una excelente fabricación e impresión de objetos en las impresoras 3D.

El comportamiento más común del material PET se basa en el funcionamiento en la correcta extracción del filamento y en su tratamiento en la configuración en la Máquina 3D, tal y como se evidencia en la figura 19

Figura 19.

Propiedades de calidad del PET

Propiedades del PET	
Temperatura de la impresión	210°-255° C
Temperatura de la plataforma	55° C
Método de polimerización	Por pasos (condensación)
Grado de cristalinidad	De amorfo a 30% de cristalina
Densidad	1.34 - 1.39 g/cm ³
Módulo de elasticidad	2300Mpa
Resistencia de la tensión	59 - 72 Mpa
Dureza	Rockwell M94 M101
Elongación	200%
Dilatación Térmica	15.2 - 24 (10-3°C)
Calidad de mecanizado	EXCELENTE

Nota. La figura identifica las características para el correcto funcionamiento y mejor calidad en el uso del filamento extraído de las botellas PET. Tomado de: <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/tecnologia/262-numero-30/472-impresion-3d-con-pet.html>

10. CONCLUSIONES

A pesar de que al igual que los demás materiales, el material PET, maneja temperaturas específicas para su correcto funcionamiento, su costo es prácticamente nulo, debido a que muchos de los envases que se utilizan a diario por parte de los estudiantes, profesores y demás colaboradores en la universidad de América (botellas plásticas) son desechados, muchas veces en lugares en los que no deberían estar, por esta misma razón el hacer uso del PET para impresiones 3D reduciría significativamente los costos en la Universidad y permitiría crear recordación a los estudiantes por las medidas que se toman para contribuir al medio ambiente.

Como se evidencia en las fotos del Anexo 1, los contenedores que tiene la universidad en sus diferentes puntos referentes, presentan inconvenientes para las participes en el arrojamiento de desperdicios, puesto que se obtiene un deficiente uso de los contenedores, vislumbrando desperdicios en los contenedores erróneos, por esta razón, el poder ejercer el uso de contenedores exclusivos para botellas PET, disminuiría el mal uso de los contenedores, puesto que este contenedor sería exclusivo para este tipo de material, evitando que pueda ser mezclado en los diferentes contenedores, permitiendo sea más fácil su separación, los contenedores exclusivos para botellas PET deben ser utilizados en zonas comunes donde mas consumo se presente de estos envases, por esta razón, las zonas de deporte son principales objetivo para poder ubicar los contenedores, además de las zonas de comidas.

El filamento PET se presenta como una excelente elección en una variedad de aplicaciones debido a sus cualidades excepcionales. Su versatilidad, resistencia, durabilidad y facilidad de procesamiento lo convierten en una opción de primer nivel para la impresión 3D, envases de bebidas, cosméticos, textiles y muchas otras aplicaciones. El hecho de que una parte significativa de su composición provenga de recursos renovables, como el petróleo y el gas natural, respalda su sostenibilidad en comparación con otros plásticos.

Además, el PET es altamente reciclable, lo que contribuye a reducir el impacto ambiental y promueve la economía circular. Su capacidad para mantener sus

propiedades después del reciclaje lo hace aún más atractivo como una opción respetuosa con el medio ambiente.

El filamento PET sobresale gracias a su excelente rendimiento, su reducida huella ecológica y su versatilidad en diversas industrias. Su utilización en numerosas aplicaciones diarias respalda su reputación como una elección fiable y sostenible, destinada a seguir desempeñando un papel esencial en la innovación y el desarrollo de productos en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] El 78% de los hogares colombianos no recicla. Semana. [En línea]. Disponible: <https://www.semana.com/medio-ambiente/articulo/el-78-de-los-hogares-colombianos-no-recicla/44231/>
- [2] E. Garcia Prado, Calidad y servicio de proximidad en el pequeño comercio, Paraninfo, 2015. [En línea]. Disponible: <https://www.paraninfo.es/catalogo/9788428397285/uf2382---calidad-y-servicios-de-proximidad-en-el-pequeno-comercio>
- [3] Caldas, B. N. BC Noticias. Obtenido de BC Noticias: <http://www.bcnoticias.com.co/colombia-entierra-anualmente-2-billones-de-pesos-en-plasticos-que-se-pueden-reciclar/>
- [4] A. Savino, G. Solórzano, C. Quispe, M. C. Correal, United Nations Environment Programme. 2018. *Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe*. [en línea]. Disponible en: <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/26448>.
- [5] A.K. Garcia A., L.N. Ochoa R., Modelo de internacionalización del sector de reciclaje en Colombia, tesis pre., Facultad de administración, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia, 2011. [En línea]. Disponible: <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/2736/OchoaRodriguez-LauraNatalia-2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [6] Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 2021. *trash hack action learning for sustainable development: a teacher's guide*, [papel Electrónico]. Disponible: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375408>
- [7] S. Snell., World Economic Forum, SAP, Qualtrics. 2020. Toward a more Sustainable World A global study of public opinión [En línea]. Disponible: https://www3.weforum.org/docs/WEF_More_Sustainable_World.pdf
- [8] Receco. 2019. *Consecuencias de no reciclar*. [En línea]. Disponible: <https://gestorderesiduosmadrid.es/consecuencias-de-no-reciclar/>

- [9] Naciones Unidas, “actúa ahora”. 2021. *Datos y cifras, Todos podemos cambiar la situación en los siguientes ámbitos*. [En línea]. Disponible: <https://www.un.org/es/actnow/facts-and-figures>
- [10] R. H. Juan, Revista de plásticos modernos: Ciencia y tecnología de polímeros, Fabricación de filamentos para impresión 3D como segunda vida de los residuos plásticos [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8907889>
- [11] R. E. Giancarlo, L.G. Guillermo Andrés “Diseño e implementación de extrusión de filamento para impresora 3D a partir de botellas recicladas” universidad autónoma de occidente. Santiago de Cali 2019 [En línea]. Disponible en: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/11024/T08590.pdf>
- [12] A. Phillips. La historia de la humanidad contada a través de la basura. La Vanguardia. 2021. [En línea]. Disponible: [https://www.lavanguardia.com/historiayvida/20210220/6255806/historia-humanidad-contada-traves-basura.html#:~:text=El%20concepto%20moderno%20de%20basura,en%20torno%20al%205000%20aC\).](https://www.lavanguardia.com/historiayvida/20210220/6255806/historia-humanidad-contada-traves-basura.html#:~:text=El%20concepto%20moderno%20de%20basura,en%20torno%20al%205000%20aC).)
- [13] Proyecto Campaña Hiperecicla [En línea]. Disponible: <https://sites.google.com/site/artesvisualesmultimedios/estructuracion-del-marco-teorico-o-referencial>
- [14] Proyecto de Investigación El arte del reciclaje como estrategia didáctica, con estudiantes del grado prejardín del hogar comunitario huellitas mágicas del municipio de Chocontá. [En línea]. Disponible: https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/7623/1/UVDT.EDI_PrietoLizarazoSandraMilena_2018.pdf
- [15] Racionalidad Ltda (Marco Teórico: Residuos Sólidos). [En línea]. Disponible: <https://racionalidadltda.wordpress.com/2016/09/19/marco-teorico-residuos-solidos/>
- [16] Implementación del programa de separación de residuos sólidos en el conjunto residencial villa duarte en Facatativá a través de la ejecución de estrategias de

educación ambiental. [En línea]. Disponible:
<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/2762/ParraZuly2019.pdf.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

[17] Programa de manejo integral de residuos sólidos en el parque nacional natural gorgona, cauca, Colombia. [En línea]. Disponible:
<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/771afae6-9de0-455b-9135-73a9fcc12666/content>

[18] Canecas de reciclaje. conozca el nuevo código de colores para reciclar a partir del 1 de enero de 2021 [En línea]. Disponible:
<https://canecasdereciclaje.com/noticias/reciclaje-blog/conozca-el-nuevo-codigo-de-colores-para-reciclar-a-partir-del-1-de-enero-de-2021/#:~:text=El%20Ministerio%20del%20Medio%20Ambiente,de%20residuos%20en%20la%20fuente>

[19] Tecnología del plástico. nueva norma cambia las reglas de juego en cuanto a reciclaje en colombia 20 noviembre. [En línea]. Disponible:
<https://www.plastico.com/temas/Nueva-norma-cambia-las-reglas-de-juego-en-cuanto-a-reciclaje-en-Colombia+136185>

[20] República de Colombia. decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974. [En línea]. Disponible: https://www.anla.gov.co/documentos/normativa/decretos/18-08-2021-decreto_2811_de_1974.pdf

[21] Anexo A. Leyes para el manejo de residuos sólidos en Colombia [En línea]. Disponible:
<https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/33176/EchajayaMurcia-DavidAlejandro-1-2021.pdf?sequence=2>

[22] Guía NACIONAL para la adecuada separación de residuos sólidos. [En Línea]. Disponible:
https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Vivienda%20Agua%20y%20Desarrollo%20Urbano/Guia_Residuos%20Solidos_Digital.pdf

- [23] Bogotá como vamos, es la hora de reciclar. <https://bogotacomovamos.org/es-la-hora-de-reciclar/#:~:text=Entre%20otros%20resultados%2C%20el%20estudio,Barranquilla%20que%20recicla%205%2C5%25>
- [24] El reciclaje – (reducir, reutilizar y reciclar.). Ecorecyclar gestión sostenible. [En línea]. Disponible: <https://www.ecorecyclar.org/2019/06/06/el-reciclaje/>
- [25] Centro RS. 2021. “Reciclar tiene valor Bogotá” ha recuperado más de 12.000 toneladas de residuos en 2021. [En línea]. Disponible: <https://centrors.org/reciclar-tiene-valor-ha-recuperado-mas-de-12-000-toneladas-de-residuos/>
- [26] Cámara de diputados del h. congreso de la unión. 2021. *Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos*. [En línea]. Disponible: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_180121.pdf
- [27] L. H. Gomez Garcia "el reciclaje de PET, PEAD, PEBD, PS Y PP en estibas plásticas como modelo de negocio", Sc Admon., U. del Rosario, Bogotá, Cund., Colombia, 2017. pp. 21-22. [En línea]. Disponible en: <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/13097/1101693416.pdf>
- [28] J. G. Hachi Quintana, J. D. Rodriguez Mejía, "Estudio de factibilidad para reciclar envases plásticos de polietileno tereftalato (PET), en la ciudad de Guayaquil", Fac Ing., U. Politéc. Salesiana, Guayaquil, Ecuador, 2010. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2450/20/UPS-GT000106.pdf>
- [29] presidente de la república de Colombia, DECRETO 1713 DE 2002, Constitución política de Colombia, 2005. [En línea]. Disponible: <https://www.mincit.gov.co/ministerio/normograma-sig/procesos-de-apoyo/gestion-de-recursos-fisicos/decretos/decreto-1713-de-2002.aspx#:~:text=Reciclaje,.la%20fabricaci%C3%B3n%20de%20nuevos%20productos.>

- [30] La basura a través del tiempo. Sustainable Forestry Initiative Inc. [En línea]. Disponible: https://www.plt.org/wp-content/uploads/pdf/PLT-MSW_Actividad-1_Pagina-del-estudiante_La-basura-a-traves-del-tiempo.pdf
- [31] B. A. Leidy, C. P. Cristian, M. V. Andrés, O. A. Diego, “Análisis del desarrollo de la economía circular aplicada al uso de envases para alimentos y bebidas en Colombia” , Universidad del Bosque 2021 [En línea]. Disponible en: https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/6575/Bueno_Arias_Leidy_Constanza_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [32] P. S. Diana María, “desarrollo de herramienta para la evaluación de la gestión ambiental en instituciones de educación superior: estudio de caso, el plan institucional de gestión ambiental (piga) de la universidad distrital francisco José de caldas, sede vivero”, universidad distrital francisco José de caldas 2021 [En línea]. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/28965/PrietoSanabriaDianaMaria2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

ANEXO 1

CANECAS UNIVERSIDAD AMÉRICA

Figura 20.

Canecas Universidad América Cafetería piso 7



Nota: Canecas para separación de residuos en la universidad de América. Tomado de: Fotografías propias

Figura 21.

Canecas tipo organicos Universidad América Cafetería piso 7



Nota. Canecas para separación de residuos en la universidad de América. Tomado de: Fotografías propias

Figura 22.

*Canecas tipo no aprovechable
Universidad América Cafetería
piso 7*



Nota. Canecas para separación de residuos en la universidad de América.
Tomado de: Fotografías propias

Figura 23.

*Canecas Universidad América
Cafetería piso 7*



Nota. Canecas para separación de residuos en la universidad de América.

Figura 24.

Canecas Universidad América entrada Quinta de Bolívar



Nota. Canecas para separación de residuos en la universidad de América.

Figura 25.

Canecas Universidad América frente a fotocopiadora



Nota. Canecas para separación de residuos en la universidad de América.

Figura 26.

Canecas Universidad América Cafetería quinto piso



Nota. Canecas para separación de residuos en la universidad de America.

Figura 27.

Canecas tipo organico Universidad América Cafetería quinto piso



Nota. Canecas para separación de residuos en la universidad de America.

Figura 28.

Canecas Universidad América Salones piso 7



Nota. Canecas para separación de residuos en la universidad de América.

ANEXO 2

PROTOTIPO EN CASA

Figura 29.

Prototipo materiales reciclados 1



Nota: Motor prototipo

Figura 30.

Prototipos materiales reciclados 2



Nota. En la figura se puede evidencia los materiales reciclados con los que se armó el prototipo

Figura 31.

Prototipo materiales reciclados 3



Nota. En la figura se puede evidencia los materiales reciclados con los que se armó el prototipo

Figura 32.

Prototipo materiales reciclados 4



Nota. En la figura se puede evidencia los materiales reciclados con los que se armó el prototipo