

Diseño y construcción de una máquina para producción de filamento 3D a partir de botellas plásticas

Trabajo presentado para optar al título de Tecnólogo en Desarrollo de Software

Proyecto de grado presentado por:	Kaiser Andrés Alvarez Jiménez
Carrera:	Desarrollo de Software
Línea de Investigación:	Desarrollo local y emprendimiento eco-amigable
Tutor académico:	Mgs. Juan Marcelo Pérez Pérez

Cuenca, 31 de Mayo de 2022

DERECHOS DE AUTOR

Los derechos de esta obra son irrenunciables y corresponden a su **AUTOR**, incluido sus derechos patrimoniales. El **Instituto Tecnológico Superior Particular Sudamericano** tiene licencia gratuita e intransferible sobre esta obra para uso no comercial, de necesitar uso comercial requiere autorización de su titular.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, **ALVAREZ JIMENEZ KAISER ANDRES**, estudiante del **Instituto Tecnológico Superior Particular Sudamericano** de la ciudad de Cuenca - Ecuador, que cursó la Tecnología en **Desarrollo de software**, declaro en forma libre y voluntaria que la presente investigación que versa sobre **“Diseño y construcción de un máquina para producción de filamento 3D a partir de botellas plásticas”** así como las expresiones vertidas en la misma, son autoría de la compareciente, quien ha realizado en base a recopilación bibliográfica, consultas de internet y consultas de campo.

En consecuencia, asumo la responsabilidad de la originalidad de la misma y el cuidado al remitirme a las fuentes bibliográficas respectivas para fundamentar el contenido expuesto.

Atentamente,



ALVAREZ JIMENEZ KAISER ANDRES

Cédula: 0105542203

CARRERA DE DESARROLLO DE SOFTWARE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Aprobación del Trabajo de Titulación

Doy fe que el trabajo desarrollado por el/la/los estudiantes: **ALVAREZ JIMENEZ KAISER ANDRES**, con el título “**Diseño y construcción de una máquina para producción de filamento 3D a partir de botellas plásticas**”, cumple con los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

Atentamente,



Mgs. Juan Marcelo Pérez Pérez

ÍNDICE

<u>ÍNDICE</u>	2
<u>ÍNDICE DE TABLAS</u>	4
<u>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</u>	5
<u>RESUMEN</u>	6
<u>ABSTRACT</u>	7
<u>INTRODUCCIÓN</u>	8
<u>Objetivos de la investigación</u>	8
<u>Preguntas de investigación (entre 5 a 10).</u>	8
<u>Justificación</u>	8
<u>Determinación de hipótesis</u>	8
<u>Capítulo I: Problemática</u>	9
<u>Capítulo II: Marco Referencial.</u>	10
<u>Marco Teórico</u>	10
<u>Marco Contextual</u>	10
<u>Marco Conceptual</u>	10
<u>Capítulo III: Metodología de Investigación</u>	11
<u>Enfoque de investigación</u>	11
<u>Tipo de investigación</u>	11
<u>Corte de la investigación</u>	11
<u>Instrumentos y técnicas para el levantamiento de la información</u>	11
<u>Metodología de trabajo</u>	11
<u>Capítulo IV: Análisis e Interpretación de los Resultados</u>	12
<u>Capítulo V: Propuesta de Investigación</u>	13
<u>Cronograma de actividades</u>	14
<u>Conclusiones</u>	15
<u>Recomendaciones</u>	16
<u>A nivel institucional</u>	16
<u>A nivel técnico</u>	16
<u>A nivel teórico</u>	16
<u>BIBLIOGRAFÍA - WEBGRAFÍA</u>	17

ÍNDICE DE TABLAS

Cronograma de actividades	24
---------------------------------	----

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	https://www.wwf.mg/?342392/Que-paises-han-dejado-de-usar-pitillos-en-Latinoamerica	17
Ilustración 2	https://twitter.com/unep_espanol/status/1003679574776078336?s=20&t=RedKllz-gLeO3Ms8JaIVJw	18
Ilustración 3	https://elmercurio.com.ec/2021/09/17/como-reciclar-tus-botellas-de-plastico-con-las-maquinas-pichaybot-en-cuenca/	21
Ilustración 4	https://elmercurio.com.ec/2021/09/17/como-reciclar-tus-botellas-de-plastico-con-las-maquinas-pichaybot-en-cuenca/	24
Ilustración 5	Perfiles de aluminio 2040 tipo V	28
Ilustración 6	Prototipo de máquina recicladora de botellas	32
Ilustración 7	Plato de corte de botella a tira de 8mm de diámetro	32
Ilustración 8	Sistema de transmisión de ruedas dentadas	33
Ilustración 9	Soportes verticales de placa, fuente y base	33
Ilustración 10	Electrónica y base	33
Ilustración 11	Cubo de prueba de 2cm x 2cm x 2cm	35

RESUMEN

El proyecto, es una máquina portable bajo la primicia del reciclaje, dedicada a la producción de filamento a partir de desechos plásticos, más en específico de botellas plásticas de un solo uso, de tal manera que se pueda llegar a obtener material de calidad a un costo prácticamente irrisorio acortando incluso la obtención del material estándar que muchas veces suele tener costos elevados, más aún si se necesita gran cantidad de material, la facilidad que nos brinda este dispositivos para producir el material es muy eficiente según las pruebas realizadas, tanto así que se considera como un objeto de investigación para otros usos. Con la finalidad de aportar un pequeño grano de arena en la lucha contra el cambio climático y la contaminación desmedida por el uso de botellas, se han realizado varios prototipos, algunos de gran éxito que nos aportaron información para aumentar la eficiencia, peso y calidad de producción, dando como resultado una máquina relativamente ligera, capaz de funcionar durante horas, sin producir gases u olores tóxicos para el usuario, optimizando así el tiempo que se usa para producir y luego usarlo en la impresión 3D, siendo este el primer caso de uso exitoso del material. A partir de esta iniciativa se generan productos de gran calidad, fuerza mecánica incluso como productos para el sector gastronómico fusionando de una vez por todas varias tecnologías para la innovación, entendiendo el proyecto como un modelo inicial para la fabricación de máquinas con objetivos similares y mayores alcances, dándonos la oportunidad de influir positivamente en el medioambiente y la sociedad.

ABSTRACT

The project is a portable machine under the principle of recycling, dedicated to the production of filament from plastic waste, more specifically single-use plastic bottles, in such a way that quality material can be obtained at a practically ridiculous cost shortening even the obtaining of the standard material that often has high costs, even more so if a large amount of material is needed, the facility that this device offers us to produce the material is very efficient according to the tests carried out, so much so that it is considered as a research object for other uses. In order to contribute a small grain of sand in the fight against climate change and excessive pollution due to the use of bottles, several prototypes have been made, some of them highly successful, which provided us with information to increase the efficiency, weight and quality of production, resulting in a relatively light machine, capable of operating for hours, without producing toxic gases or odors for the user, thus optimizing the time used to produce and then use it in 3D printing, this being the first use case successful of the material. From this initiative, high quality products are generated, mechanical strength even as products for the gastronomic sector, merging once and for all various technologies for innovation, understanding the project as an initial model for the manufacture of machines with similar and greater objectives. scope, giving us the opportunity to positively influence the environment and society.

INTRODUCCIÓN

Con las tendencias tecnológicas actuales, la impresión 3D se ha vuelto más común entre los diseñadores de objetos, o incluso entre usuarios domésticos que usan la impresión como un medio para fabricar rápidamente repuestos que a veces son necesarios y bien no se encuentran o ya no se fabrican en la actualidad. Actualmente se ha desarrollado una máquina que se piensa cambiará el mercado de la impresión 3D, tendrá un impacto directo sobre la comunidad educativa incluso la docente, esta máquina fabrica filamento para las impresoras 3D a partir de botellas plásticas como de coca cola, botellas de agua, etc.

Podremos obtener diferentes colores de filamentos dando la capacidad de mezclar colores entre objetos al imprimir con un par de simples pasos, se realizara aún más investigación sobre este campo para obtener filamentos bicolors, o incluso mezclar varios para así obtener una mezcla llamada "rainbow" o arcoíris, podremos consumir botellas de un solo uso incluso con el solo propósito de obtener materia prima y construir prototipos que necesiten de soporte mecánico como ruedas dentadas, sistemas de poleas que necesiten manejar una fuerza considerable.

Incluso fabricar una impresora 3D con piezas impresas en este material, obtener botellas personalizadas e impresas en casa o la oficina, no emite olores, ni residuos tóxicos ya que por su origen, es un plástico que no deja residuos como humo o gases, existen otras ventajas como el uso de varias máquinas a la vez para conseguir una cantidad de material considerable, se puede animar a los centros educativos a reciclar y obtener fondos para sus propios gastos, animar a los estudiantes a conocer este tipo de tecnología y así obtener personas que tengan un interés autentico no solo por el reciclaje o la impresión 3D sino en la innovación.

El costo referente a la producción de una de estas máquinas es relativamente bajo, considerando la capacidad de proceso de botellas y materia que se obtiene mediante este proceso, llegando a obtener como resultado otras máquinas impresas con el material reciclado, teniendo un

costo único de la electrónica, misma que puede ser un Arduino (microcontrolador de bajo costo, arquitectura de 8 bits) o una placa de mayor capacidad (actualmente tienen un costo muy bajo, arquitectura de 32 bits), con perfiles resistentes y livianos de aluminio, el resto de sus componentes plásticos tienen un peso ideal para ser llevado a mano sin causar cansancio al usuario, de fácil ensamblaje.

Objetivos de la investigación

Objetivo general

- Construir una máquina recicladora de envases plásticos contenedores de agua o soda para la obtención de filamento 3D.

Objetivos específicos

- Investigar documentación existente sobre la construcción, diseño y uso de máquinas similares para construir una extrusora de filamento 3D.
- Definir la metodología de investigación mediante la selección de información para desarrollar la investigación.
- Construir una máquina extrusora de plástico que produzca filamento 3D para la reutilización de botellas plásticas.
- Testear el filamento obtenido en impresoras 3D para comprobar la calidad del filamento 3D

Preguntas de investigación

¿Cómo reutilizar las botellas plásticas que generan los estudiantes de las Unidades Educativas e Instituciones de educación superior en la ciudad de Cuenca?

¿Por qué construir una máquina extrusora que produzca filamento 3D?

¿Por qué es importante el reciclaje de botellas plásticas?

¿Qué tan comprometidos están los estudiantes y docentes con el reciclaje correcto de botellas plásticas?

Justificación

El mundo al pasar los años ha extendido un problema que se ha mantenido a lo largo de estas últimas décadas, el uso de botellas plásticas no retornables o también llamadas de un solo uso, han invadido no solo las calles de varias ciudades del mundo, sino también a llegado a los lugares más extraños del planeta dando lugar incluso a las llamadas islas de basura que en su gran mayoría están conformadas por estos desechos de un solo uso, no existen actualmente políticas en varios países sobre el reciclaje o el tratamiento para evitar la contaminación con este tipo de productos.

La población se ha visto forzada a crear alternativas para aminorar el impacto ambiental que tiene este tipo de contaminante, dando lugar a la llamada economía circular, misma que promueve el reúso de contenedores de diferentes materiales para darles una segunda vida, a modo de procesamiento y producción o también con ideas creativas como creación de sistemas de recogimiento de agua de lluvia para cultivos, paneles de ventilación casera, lámparas de reacción solar, entre otros.

Tomando en cuenta que, en existen varios lugares que producen una cantidad considerable de estos desechos por ser los centros de mayor consumo de bebidas azucaradas, agua, energizantes entre otras mismas que vienen en botellas de plásticos que para los emprendimientos o usuarios domésticos sería un ahorro significado en la materia prima en cuanto a la impresión 3D se refiere ya que el material 3D constituye un gasto evidente, el PET de botellas recicladas representa una alternativa a este material para impresión, mismo que cuenta con mejores características tanto de durabilidad como en resistencia mecánica.

Este trabajo se puede tomar como referencia para otros tipos de desarrollo similares, como por ejemplo para el desarrollo de máquinas de fusión de otros polímeros con diferentes

características al PET, como pueden ser ABS siendo uno de los polímeros plásticos más conocidos y usados a diario, a nivel alimentario, con un debido tratamiento se podrá obtener productos para la gastronomía tal como moldes, vasos, incluso botellas personalizadas, aparte de ser amigable con el medio ambiente.

CAPÍTULO I: PROBLEMÁTICA

En la actualidad, según experiencias obtenidas mediante el uso de sistemas de impresión 3D entre otros, he llegado en algún punto a pensar en cómo ser más rentable en este tipo de servicio de impresión, ya que el componente polímero del cual está constituido el material de impresión, otorgará o restará ciertas características específicas, otras no cambiarán tanto.

A nivel mundial existe el problema de las llamadas “Islas de basura”, mismas que en algún momento de la carrera pude investigar, logre obtener información alarmante, considerando que están constituidas en gran parte por plásticos mismos que usamos a diario, muchas de las veces ni siquiera pensamos en cuál será el fin de estos, el reciclaje es algo que siempre me llamó la atención por el hecho de que se puede obtener diferentes tipos de componentes de interés personal, mismos que muchas de las veces he llegado a obtener productos de muy buena calidad.

Considerando que hace un par de años se dio en todo el mundo la pandemia del COVID, las cifras de consumo según análisis de la ONU, aumentaron dramáticamente y de una manera alarmante en cuanto refiere al consumo masivo de productos plásticos, entre ellos el más usado a causa de la pandemia, la mascarilla, una gran variedad es fabricada con polímeros plásticos.

El aumento de los desechos plásticos y médicos es una realidad en todo el mundo y ha llegado a colapsar los sistemas de reciclaje existentes en algunos lugares. En Singapur, durante un cierre de ocho semanas, se generaron 1470 toneladas adicionales de desechos plásticos solo a partir de envases para llevar. En Wuhan, China, los desechos médicos aumentaron seis veces a 240 toneladas por día durante la pandemia, sobrecargando la capacidad de incineración de la ciudad de 49 toneladas diarias. Un solo hospital en Jordania produjo diez veces más desechos médicos por día, con solo 95 pacientes de COVID-19, de lo que normalmente produce. En Teherán, la capital iraní, los desechos médicos de los hospitales aumentaron entre el 17,6% y el 61,9% durante los

primeros meses de la pandemia (de 52 a 74 toneladas por día a 80 a 110 toneladas por día). (ONU, 2021)

Esta problemática en Latinoamérica ha sido abordada directamente por entidades gubernamentales, uno de estos es el caso de Chile mismo que decidió optar por la prohibición.

“Chile acaba de anunciar una ley que prohíbe el uso de bolsas plásticas. Antigua y Barbuda lo hicieron hace tres años. Perú ahora está en proceso de negociar y determinar con las industrias para la preparación de una ley nacional”. (ONU, 2018)

En otros países latinos se está dando el mismo método para intentar apaciguar en algo la cantidad de plástico consumido, la prohibición del uso de plásticos en Latinoamérica es el del uso de sorbetes o pitillos plásticos, optando por animar a las personas a usar estos productos, pero de materiales más resistentes y puedan usarse nuevamente sin desecharlos o tener que cambiarlos cada cierto tiempo.

En la siguiente ilustración podemos observar los países que se unieron a esta iniciativa:



¿Qué países han dejado de usar pitillos en Latinoamérica?

- Prohibidos
- En proceso de prohibición
- En un proceso complicado



Ilustración 1 <https://www.wwf.mg/?342392/Que-paises-han-dejado-de-usar-pitillos-en-Latinoamerica>

América Latina no puede quedarse de brazos cruzados ante la contaminación por plásticos. La región custodia 16 millones de kilómetros cuadrados de mar y es la fuente del 24% de la pesca global. Diversos países han aprobado legislaciones para restringir el uso de bolsas plásticas. El caso más reciente es Chile, como menciona el representante, cuyo congreso el pasado 30 de mayo aprobó la prohibición de bolsas plásticas de un solo uso en todo el territorio nacional.

“En Chile se utilizan 3400 millones de bolsas plásticas al año, con todo el daño que eso implica para el ecosistema marino. Hasta ahora, había regulaciones a nivel de comunas costeras y solo de manera voluntaria, mientras que con la nueva ley habrá criterios uniformes y la restricción se aplicará en todo Chile. Este es un paso sustantivo”, declaró al PNUMA la ministra de Medio Ambiente de Chile, Marcela Cubillos. Por su parte Antigua y Barbuda fue el primer país de la región en prohibir las bolsas plásticas, seguido por Colombia, que en 2016 acabó con la circulación de bolsas inferiores a 30x30 centímetros y designó después un impuesto para las demás, exigiendo una mayor resistencia para que pudiesen ser reutilizadas. Según las autoridades colombianas se ha logrado reducir el consumo de estos productos en un 35%. Asimismo, Ecuador lanzó una restricción progresiva de sorbetes, bolsas y botellas desechables en las Islas Galápagos y Perú debate el tema de añadir un impuesto a estos productos.



Ilustración 2 https://twitter.com/unep_espanol/status/1003679574776078336?s=20&t=RedKilz-gLeO3Ms8JaIVJw

En Ecuador actualmente existen políticas contra el consumo de plásticos de un solo uso, se incentiva a la población al uso de bolsas sostenibles, amigables con el medio ambiente y que

se puedan volver a usar cuantas veces sea necesaria, como resultado obtenemos una población más consciente sobre el consumo y contaminación que se puede llegar a evitar con simples prácticas diarias

Según Registro Oficial 218 de 03-abr.-2014, Ecuador crea una serie de políticas para la gestión integral de plásticos en el Ecuador, garantizando así la creación de la llamada producción circular, misma que intenta mantener la producción de diferentes productos capaces de poder reciclarse y producir nuevos a partir de estos desechos reciclables considerando los costos de desarrollo de los mismos.

“Apenas en el año 2021 el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) ha promulgado una Ordenanza Metropolitana para prohibir la entrega de plásticos de un solo uso en establecimientos comerciales la cual para la mayoría de los plásticos de un solo uso normados entrará en vigencia para el 2024”. (Concejo Metropolitano de Quito, 2021)

“Desde la Asociación Ecuatoriana de Plásticos (ASEPLAS) se menciona que los principales usos que se le dan al plástico son en los sectores: automotriz, agrícola, alimentos, higiene, entre otros. Por lo que el Ecuador importa plásticos, en 2017 ingresaron 373776 toneladas de artefactos hechos de plástico principalmente en artículos de higiene y cuidado personal” (ASEPLAS, 2019)

En su Título II “Derechos”, Capítulo segundo, sección segunda “ambiente sano”, artículo 14 que “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*”. (CRE, 2008, p.13)

En su Título II “Derechos”, Capítulo sexto, “Derechos de libertad” artículo 66 que “reconoce y garantiza a las personas”, numeral 27 “el derecho a vivir en un ambiente sano,

ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza”.
(CRE, 2008, p.29)

En su Título II “Derechos”, Capítulo séptimo “Derechos de la naturaleza” artículos del 71 al 74 se establecen los derechos que tienen la naturaleza o Pacha Mama a ser respetada, protegida, restaurada entre otros.

En su Título II “Derechos”, Capítulo noveno “Responsabilidades” artículo 83 indica como deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos entre otros: 6. “Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible”. (CRE, 2008, p.35)

Según el Libro blanco de economía circular del Ecuador, tiene como objetivos hasta el 2035:

1. Reducir la generación de residuos sólidos que deben gestionarse por el GADM.
2. Priorizar el aprovechamiento de residuos sólidos generados sobre su disposición final.
3. Garantizar la inclusión de recicladores de base en el modelo de gestión de la GIRS a nivel nacional.
4. Asegurar mecanismos de financiamiento de la GIRS.
5. Articular al sector privado-público-social y académico para desarrollar mecanismos innovadores y eficientes de GIRS.

En la ciudad de Cuenca, Ecuador, se han generado un par de proyectos sobre reciclaje de plásticos, en específico botellas como es el llamado PICHAYBOT, una máquina ubicada en

varias zonas de la urbe con la capacidad de ofrecer una recompensa a cambio de las botellas entregadas.



Ilustración 3 <https://elmercurio.com.ec/2021/09/17/como-reciclar-tus-botellas-de-plastico-con-las-maquinas-pichaybot-en-cuenca/>

El usuario debe llevar sus botellas a la máquina y pasarla por un lector de barras, se la pesa y registra. Luego se la ingresa en un agujero. A cambio, el ciudadano tiene cuatro opciones de canje: recibir un centavo por la botella, obtener puntos en una tarjeta que luego servirá para hacer trueques, donar el centavo, o jugar en una ruleta en la que se puede duplicar o perder el saldo. En el caso de la tarjeta, está ya funciona con BioEMAC. Quienes accedan a ella podrán, por lo pronto, canjear sus puntos por plantas. Se espera que en los próximos días se pongan en circulación 2.000 tarjetas que serán repartidas, en primera instancia, a ciclistas y deportistas amateurs que ocupan los parques del cantón. (Mercurio, 2021)

“Si el usuario desea donar el centavo obtenido por botella tendrá dos opciones: entregar el dinero a una colecta que realiza la Universidad Católica de Cuenca para elaborar material

mobiliario elaborado con plástico reciclado, o donar el dinero al fondo de reciclaje inclusivo de la EMAC.”. (Mercurio, 2021)

En la actualidad, el Instituto Tecnológico Superior Sudamericano, no cuenta con políticas de reciclaje que incentiven a la economía circular mencionada previamente, las políticas actuales son las establecidas por el gobierno sin tener otra interacción más que el reciclaje común (generalmente este produce gases nocivos o tóxicos), considerando esto y que en los institutos educativos es donde se produce la mayor cantidad de desechos plásticos, se optó por generar un proyecto que incluya una economía circular en el mismo, reduciendo costos para el material de impresión 3D, dando también así la oportunidad de incentivar el reciclaje en el instituto.

Si consideramos que la impresión 3D está inundando en especial centros educativos por su capacidad para producir y fabricar objetos personalizados o a medida, se ha optado por tomar en cuenta el ciclo de economía circular ya que este tipo de fabricación nos permite integrar un sistema de fabricación de material para impresora partiendo de desechos de botellas plásticas, en el mundo existen varios proyectos con este objetivo, algunos muy rudimentarios, otros más profesionales y que cuentan ya con normas de calidad o incluso una marca propia de máquinas con este fin como es el caso de ProtoCycler, una máquina capaz de producir filamento para impresión a partir de cualquier material compatible con la impresora 3D.

Según su creador, Denon Oosterman, “ProtoCycler es un sistema de reciclaje de impresoras 3D todo en uno que te permite hacer tu propio filamento a partir de residuos reciclados y bolitas de plástico virgen. ProtoCycler viene con una trituradora para triturar los desechos de tu impresora 3D, una extrusora para la producción de filamentos, un completo control informático para garantizar la resistencia de los filamentos y el funcionamiento automático y un carrete integrado.”. (C., 2018)

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

Marco Teórico

Uno de los principales atractivos de las tecnologías 3d es que están muy relacionadas con la ecología, innovan para la creación de nuevos filamentos y el reciclan materiales para cuidar del medio ambiente. (Lucia C., 2016), para lograr la generación de la propuesta metodológica, se realizó una investigación de necesidades, permitiendo identificar la oportunidad para desarrollar productos sostenibles basándonos en el reciclaje.

Así también se realizó una investigación tanto en tesis como en publicaciones relacionadas con el tema, buscadores como Google Academic, Science direct, se investigó antecedentes en el desarrollo de productos sostenibles mediante métodos de reciclaje de botellas plásticas e impresión 3D y contaminación ambiental, se encontró un nicho para diseñar y manufacturar productos de diferente uso, al nivel de grado alimentario.

El plástico es el material más frecuentemente encontrado a escala global en costas y ambientes marinos. Asimismo, los residuos sólidos representan una fuente de emisión y reproducción de vectores, con aportaciones a la contaminación atmosférica en entornos urbanos. Incorporar materia prima derivada de desechos plásticos a la cadena de suministro para generar productos de alto valor, como lo sugiere el concepto de economía circular, ayudaría a disminuir la contaminación. Una forma de lograrlo es a través de la implementación de tecnologías en crecimiento como la manufactura aditiva (MA), con la cual se pueden manufacturar productos atractivos, innovadores y personalizables. (María Paulina Restrepo Salgado, 2021)

Marco Contextual

Considerando que este proyecto, es sobre titulación y culminación de la carrera, se ha considerado generar un medio de emprendimiento como resultado del mismo, teniendo presente la experiencia que se ha obtenido durante varios años sobre la manufactura aditiva o impresión 3D, se ha considerado el reciclaje como un medio de obtención de materia prima para su uso en diferentes proyectos futuros, varios de ellos enfocados en la gastronomía, tomando en cuenta que actualmente los costos de filamentos varían en precio y el desecho que se genera con botellas plásticas, se ha optado por generar dicho desarrollo.

En la ciudad de Cuenca, Ecuador, se han generado un par de proyectos sobre reciclaje de plásticos, en específico botellas como es el llamado PICHAYBOT, una máquina ubicada en varias zonas de la urbe con la capacidad de ofrecer una recompensa a cambio de las botellas entregadas.



Ilustración 4 <https://elmercurio.com.ec/2021/09/17/como-reciclar-tus-botellas-de-plastico-con-las-maquinas-pichaybot-en-cuenca/>

El usuario debe llevar sus botellas a la máquina y pasarla por un lector de barras, se la pesa y registra. Luego se la ingresa en un agujero. A cambio, el ciudadano tiene cuatro opciones de canje: recibir un centavo por la botella, obtener puntos en una tarjeta que luego servirá para hacer trueques, donar el centavo, o jugar en una ruleta en la que se

puede duplicar o perder el saldo. En el caso de la tarjeta, está ya funciona con BioEMAC. Quienes accedan a ella podrán, por lo pronto, canjear sus puntos por plantas. Se espera que en los próximos días se pongan en circulación 2.000 tarjetas que serán repartidas, en primera instancia, a ciclistas y deportistas amateurs que ocupan los parques del cantón.

(Mercurio, 2021)

Marco Conceptual

Impresión 3D: “Una impresora 3D es una máquina capaz de realizar réplicas de diseños en 3D, creando piezas o maquetas volumétricas a partir de un diseño hecho por ordenador, descargado de internet o recogido a partir de un escáner 3D. Surgen con la idea de convertir archivos de 2D en prototipos reales o 3D. Comúnmente se ha utilizado en la prefabricación de piezas o componentes, en sectores como la arquitectura y el diseño industrial” (Matute, Impresoras 3D).

PET: “Materia prima de las botellas plásticas, este material es fácilmente maleable a la temperatura adecuada, considerando que existen puntos de fusión, fundición o formado, se pueden obtener resultados asombrosos, dando la posibilidad de reusar plástico sin necesidad de comprar materia prima” (Singh, 2019).

Fusor 3D: “El hotend o fusor de una impresora 3D es un conjunto de piezas por las cuales pasa el filamento, es el elemento encargado de fundir el filamento y depositarlo en la base o cama de nuestra impresora 3D” (Matute, 2017).

Motor PAP: “A este tipo de motores también se los llama motores de pasos, sus bobinados constituyen parte de estator, su motor también logra ser un imán estable, sus controladores han sido creados de tal forma que pueda mantener una posición fija, asimismo pueda rotar de un sentido a otro. En su mayoría su avance se da por frecuencias de audio, permitiéndoles rotar con mayor velocidad, un adecuado control permite que avance o se detenga en un instante y en una determinada posición.” (Anonimo, Motor paso a paso).

Fuente de alimentación modulada: “La máquina se conecta directamente a la red y la fuente de alimentación principal de la máquina convierte los 110V CA en 24V CC. Se requieren 24V CC para los elementos de potencia como los extrusores, la superficie calefactada, motores paso a paso y ventiladores. Como todo el subsistema digital necesita ser alimentado a 5V, es necesario incorporar una fuente de alimentación en la PCB” (Matute, Impresoras 3D).

Placa de control o mainboard 3D: “El mainboard o subsistema digital es el encargado del control de la impresora y de las comunicaciones con un ordenador mediante USB. Se compone por un microcontrolador principal, el cual contiene el código y un chip que realiza de puente entre el USB y el microcontrolador.” (Matute, Impresoras 3D).

Extrusión: “la extrusión de plásticos es un proceso termoplástico en el cual se pueden emplear algunas clases de polímeros y obtener distintas formas tales como filamentos , las máquinas extrusoras han ido evolucionando gracias a la incorporación de técnicas y conocimientos referentes a Tecnología de Materiales, Electrónica, Mecánica y Programación” (Ortiz, 2018).

Perfil de aluminio tipo V 2040: “Los perfiles de aluminio extruido V-Slot fueron diseñados por Openbuilds como una mejora a los perfiles T-Slot. Los perfiles V-Slot permiten construir de forma rápida y sencilla estructuras mecánicas, soportes y mecanismos. Reciben el nombre de V-Slot por la ranura en forma de "V" que permite actuar como guía lineal para las ruedas V, la unión tipo V es muy superior al tipo T para la construcción de mecanismos lineales, por esta razón los perfiles V-Slot son ideales para construir estructuras de máquinas CNC, impresoras 3D, robots cartesianos y cualquier diseño que puedas imaginar.” (Anonimo, PERFIL V-SLOT 2020 L3.2M, 2022).

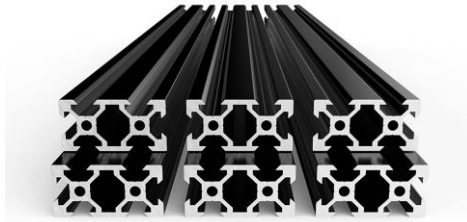


Ilustración 5 Perfiles de aluminio 2040 tipo V

TPU: “Poliuretano termoplástico (material TPU) es un termoplástico flexible y resistente a la abrasión. Se está utilizando en varios procesos de fabricación tanto para el consumo como para la industria. En ciertas mezclas puede llegar a ser muy blando, pero el material TPU ofrece muchos beneficios y características. Las piezas impresas en 3D con TPU son duraderas y tienen la capacidad de soportar temperaturas ambientales de hasta 80 grados centígrados.” (Tractus3D, s.f.).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

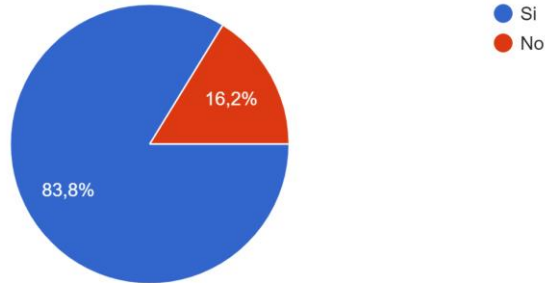
El presente proyecto se ha realizado con un enfoque de investigación mixto, mismo que permitirá recoger datos, para luego de su análisis generar un equipo que permita solventar ciertas problemáticas, dando lugar a la producción de nuevos productos, dando lugar así al uso de diferentes tecnologías que ya existen desde hace tiempo, pero no se han integrado en medios educativos de manera influyente, al punto que no se conoce sobre varios de los puntos de esta tesis.

En esta oportunidad se ha realizado una encuesta a diferentes personas que integran distintos ciclos de la carrera de Desarrollo de software del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano, mismos que se representan en los siguientes gráficos con cada una de las preguntas correspondientes. Con esto se tiene como objetivo un enfoque investigativo de consumo de diferentes plásticos, mismos que son parte de esta investigación, podemos observar que los datos indican un conocimiento mínimo en ciertas áreas como la impresión 3D o el reciclaje de materiales para la fabricación de diferentes productos.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

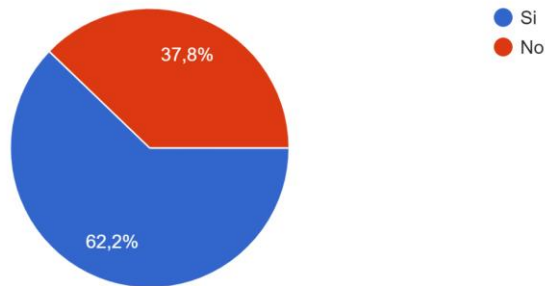
¿Consumes plásticos de un solo uso?

37 respuestas



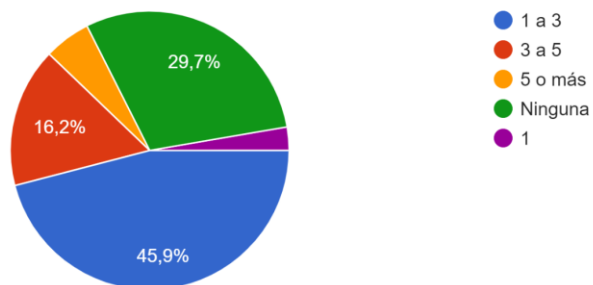
¿Reusa algún plástico de un solo uso como botellas de agua o refresco?

37 respuestas



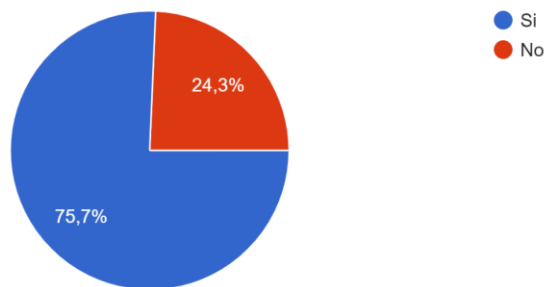
¿Actualmente al asistir a clases cuántas botellas consume a promedio en el día?

37 respuestas



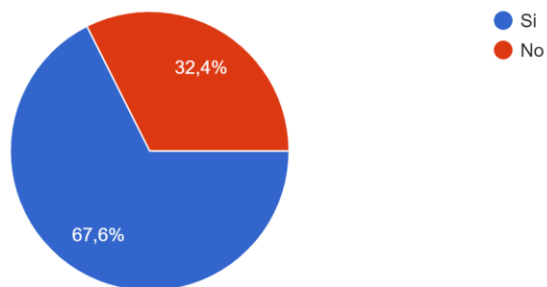
¿Compraría productos fabricados con plástico reciclado?

37 respuestas



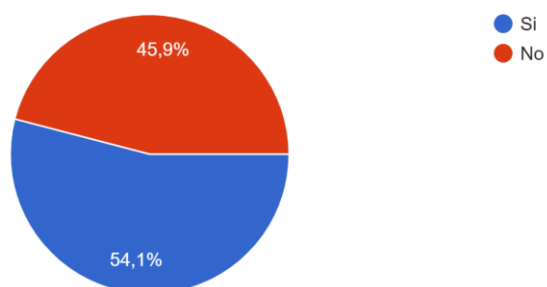
¿Conoce la impresion 3D?

37 respuestas



¿Es de su conocimiento que una impresora 3D tiene disponible en el Instituto para uso y diseños personalizados?

37 respuestas



CAPÍTULO V: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

Según los objetivos propuestos y las tecnologías a integrarse en este proyecto se ha fabricado un prototipo para la producción de filamento para impresión 3D, mismo que se muestra a continuación:

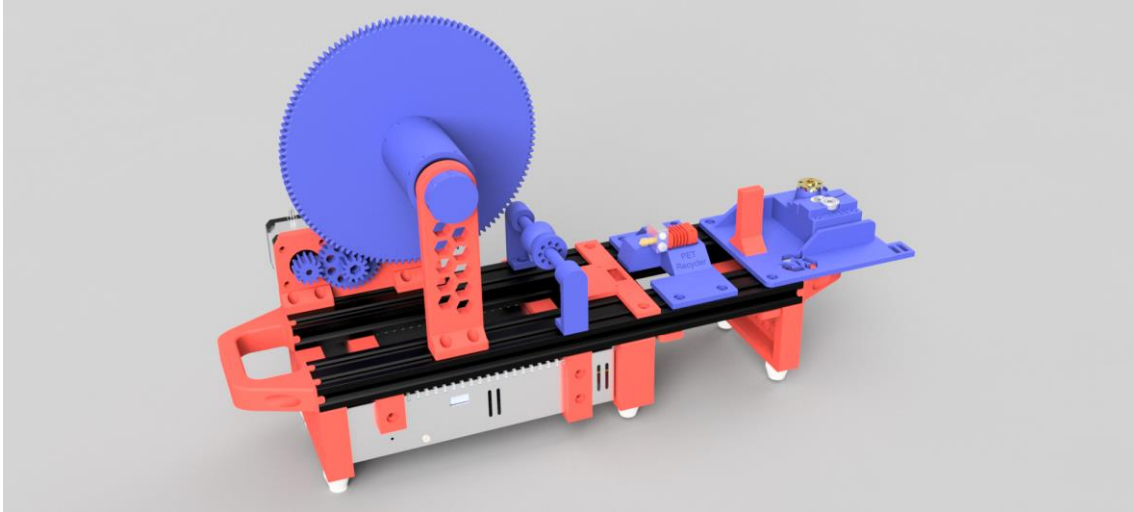


Ilustración 6 Prototipo de máquina recicladora de botellas

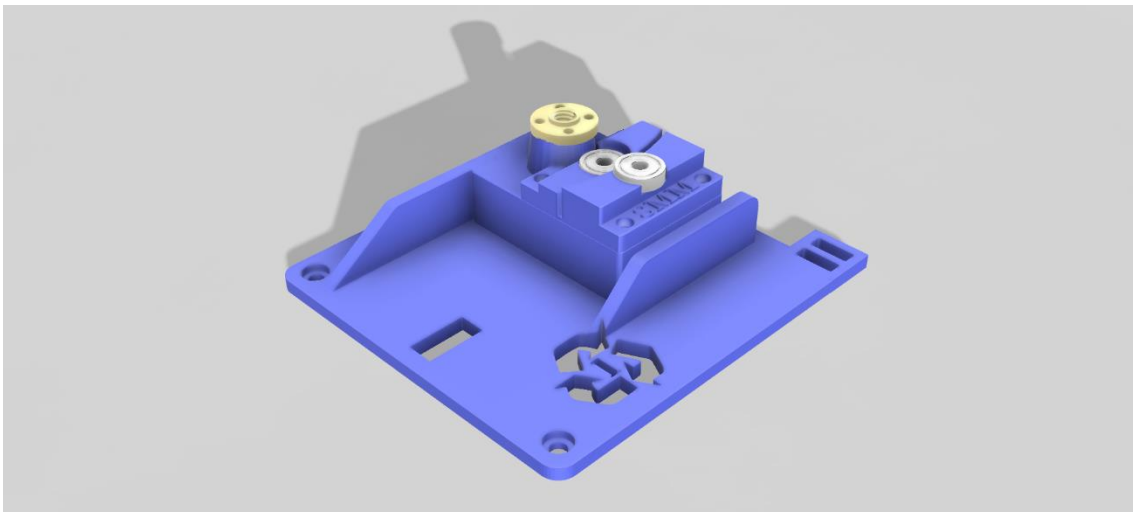


Ilustración 7 Plato de corte de botella a tira de 8mm de diámetro

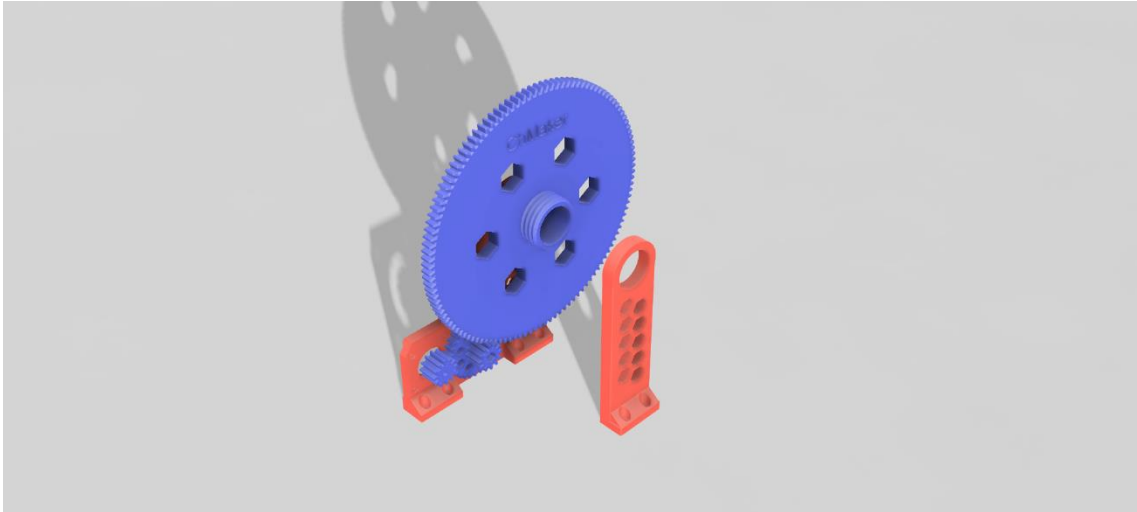


Ilustración 8 Sistema de transmisión de ruedas dentadas

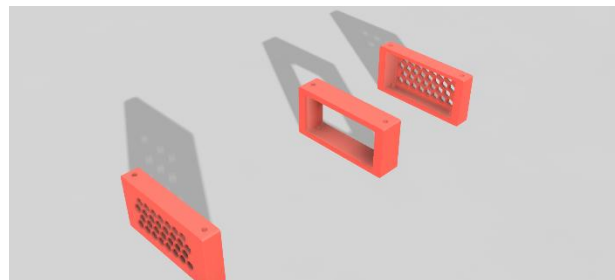


Ilustración 9 Soportes verticales de placa, fuente y base



Ilustración 10 Electrónica y base

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
Tarea 1	Generación de propuesta							
Tarea 2		Generación de encuestas e investigación						
Tarea 3			Aplicación de encuestas					
Tarea 4			Generación de prototipo en software de diseño 3D					
Tarea 5			Impresión de piezas y armado de estructura base 50%					
Tarea 6					Ensamblaje total del sistema eléctrico, electrónico y de movimiento			
Tarea 7						Configuración de software para control del prototipo		
Tarea 8							Pruebas del prototipo generado	
Tarea 9							Pruebas de filamento obtenido en impresión 3D	

Cronograma de actividades

CONCLUSIONES

Después de investigar sobre el tema en varios artículos relacionados, existen varios actualmente se ha considerado uno que ya se encuentra en el mercado como base para el desarrollo de esta tesis, seguido de pruebas de otros productos similares muy rudimentarios mismos que necesariamente interviene el usuario, se ha desarrollado esta máquina con el objetivo de aumentar la eficiencia de producción y eliminar en lo máximo posible la intervención de usuario final.

Mediante encuestas se ha logrado comprender medianamente la cantidad de botellas que consumen los estudiantes del Instituto que fue sujeto a investigación, dando la oportunidad de conocer cuando grande es la problemática y si esta solución es o no viable

Luego de diseñar y fabricar prototipos rudimentarios, se ha llegado a desarrollar un prototipo final mismo que cuenta con características similares a otras máquinas existentes muchas de código abierto, dándonos así flexibilidad para modificar los diseños a nuestro gusto y eficacia, ante todo.

El primer resultado obtenido es un cubo de 2cm cuadrados, mismo que tiene grabado 3 letras en diferentes caras para mostrar así el resultado no solo de la calidad del material sino también de la impresora.

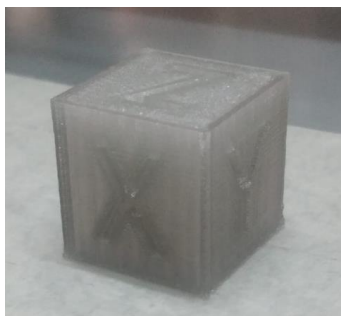


Ilustración 11 Cubo de prueba de 2cm x 2cm x 2cm

Como se puede apreciar en la figura, no existen fisuras o fallas en cualquier lugar del cubo, demostrando así que la calidad del filamento producido por la máquina.

- Puede ser un gran sustituto para líneas de pesca que requieran una fuerza un tanto considerable con la resistencia mecánica que tiene el filamento
- Podría introducirse filamento de menor diámetro en la industria de la moda que actualmente consideran el reciclaje como parte de su materia de producción.

RECOMENDACIONES

¿Cuáles recomendaciones pueden darse para ayudar a solucionar el problema?

A nivel institucional

Incentivar a los estudiantes a buscar medios para reciclar productos que generalmente terminan en el basurero.

Generar políticas que integren el reciclaje como punto de partida para obtener elementos en buen estado capaces de continuar su vida útil.

Generar propuestas que incentiven a los estudiantes al reciclaje no solo de plásticos sino también de componentes electrónicos para fabricar proyectos similares

A nivel técnico

Calcular el consumo eléctrico en relación a la cantidad de botellas para obtener el peso de 1kg (peso estándar para rollos de filamento).

Calcular la cantidad de botellas necesarias para producir el peso estándar

Generar un prototipo para detectar cuando una botella está por terminar de ser procesada

A nivel teórico

Realizar estudios sobre posibles usos del filamento resultante

Investigar sobre posibles mejoras en la fabricación de la máquina para aumentar la eficiencia

Investigar sobre posibles soluciones de menor costo, pero con resultados de calidad

BIBLIOGRAFÍA - WEBGRAFÍA

Al-Salem SM, Lettieri P, Baeyens J (2009) Rutas de reciclaje y recuperación de residuos sólidos plásticos (PSW): una revisión. *Gestión de residuos* 29:2625–2643.

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.06.004>

Anderson I (2017) Propiedades mecánicas de especímenes impresos en 3D con ácido poliláctico virgen y reciclado. *3D Print Addit Manuf* 4:110–115.

<https://doi.org/10.1089/3dp.2016.0054>

Andersson T, Stålbom B, Wesslén B (2004) Degradación del polietileno durante la extrusión. II. Degradación de polietileno de baja densidad, polietileno lineal de baja densidad y polietileno de alta densidad en la extrusión de películas. *J Appl Polym Sci* 91:1525–1537.

<https://doi.org/10.1002/app.13024>

Cruz Sanchez FA, Boudaoud H, Hoppe S, Camargo M (2017) Reciclaje de polímeros en un contexto de fabricación aditiva de código abierto: problemas mecánicos. *Addit Manuf* 17:87–105.

<https://doi.org/10.1016/j.addma.2017.05.013>

Duval C (2014) Residuos plásticos y medio ambiente. W: Impacto Ambiental de los polímeros. Wiley, Hoboken, artículos 13–25

Gu L, Ozbakkaloglu T (2016) Uso de plásticos reciclados en hormigón: una revisión crítica. *Gestión de residuos* 51:19–42

Lithner D, Larsson A, Dave G (2011) Clasificación y evaluación de los peligros ambientales y para la salud de los polímeros plásticos en función de la composición química. *Sci Total Medio Ambiente* 409: 3309–3324. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.04.038>

Pillin I, Montrelay N, Bourmaud A, Grohens Y (2008) Efecto de los ciclos termomecánicos sobre las propiedades fisicoquímicas del poli(ácido láctico). *Polym Degrad Stab* 93: 321-328. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2007.12.005>

Ragaert K, Delva L, Van Geem K (2017) Reciclaje mecánico y químico de residuos plásticos sólidos. *Gestión de residuos* 69:24–58

Shah AA, Hasan F, Hameed A, Ahmed S (2008) Degradación biológica de los plásticos: una revisión exhaustiva. *Biotecnología Adv* 26: 246–265

Shah J, Snider B, Clarke T, Kozutsky S, Lacki M, Hosseini A (2019) Impresoras 3D a gran escala para la fabricación aditiva: consideraciones y desafíos de diseño. *Int J Adv Manuf Technol* 104:3679–3693. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-04074-6>

Singh R, Singh J, Singh S (2016) Investigación para la precisión dimensional de AMC preparado por fundición de inversión asistida por FDM utilizando filamento reforzado a base de desechos de nylon-6. *Meas J Int Meas Confed* 78:253–259. <https://doi.org/10.1016/j.medida.2015.10.016>

Singh N, Hui D, Singh R, Ahuja IPS, Feo L, Fraternali F (2017a) Reciclaje de desechos sólidos plásticos: una revisión del estado del arte y aplicaciones futuras. *Compos B Eng* 115: 409–422. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.09.013>

Singh N, Hui D, Singh R, Ahuja IPS, Feo L, Fraternali F (2017b) Reciclaje de desechos sólidos plásticos: una revisión del estado del arte y aplicaciones futuras. *Compos B Eng* 115: 409–422.
<https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.09.013>

Singh N, Singh R, Ahuja IPS (2018) Reciclaje de residuos de polímeros con refuerzo de SiC/Al₂O₃ para aplicaciones de herramientas rápidas. *Mater Today Commun* 15: 124–127.
<https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2018.02.008>

Singh R, Kumar R, Tiwari S et al (2019a) Sobre el reciclaje secundario de filamento de HDPE reforzado con ZrO₂ preparado a partir de residuos domésticos para una posible impresión 3D de rodamientos. *J Termoplástico Compos Mater*:089270571986462.
<https://doi.org/10.1177/0892705719864628>

Singh R, Singh H, Farina I et al (2019b) Sobre la fabricación aditiva de un dispositivo de almacenamiento de energía a partir de material reciclado. *Compos Parte B Eng* 156: 259–265.
<https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.08.080>

Noticias ONU. (14 de marzo de 2021) Noticias ONU. Recuperado el 10 de junio 2022 de
<https://news.un.org/es/story/2021/03/1490302>

Restrepo Salgado, M. P., Cortés Sáenz, D., & Arbeláez Ríos, S. E. (2021). 18(3), 1–8.
<https://doi.org/10.20983/culcyt.2021.3.2.1>

Noticias ONU. (5 de junio de 2018). O nos divorciamos del plástico, o nos olvidamos del planeta.

Noticias ONU. Recuperado el 10 de junio 2022 de <https://news.un.org/es/story/2021/03/1490302>

Ordenanza metropolitana reformativa del Capítulo II, Título I, Libro IV.3 del Código Municipal que incorpora la Sección VII “para la reducción progresiva de plásticos de un solo uso y el fomento al desarrollo de sustitutos reutilizables, biodegradables y compostables en el Distrito Metropolitano de Quito”. Concejo Metropolitano de Quito. Ordenanza Metropolitana No. 022-2021: 2021

Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador. Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador: 21-21, 2021.

<https://www.plastico.com/temas/Reciclaje-y-Sostenibilidad>. Asociación Ecuatoriana de Plásticos (ASEPLAS). Reciclaje y Sostenibilidad. Ecuador.: 2021

Constitución de la República del Ecuador (CRE). (Registro oficial 449 de 20 de octubre de 2008, pp. 13 a 117. Ecuador Ecoembes. 2017. Resultados de los Planes de Prevención para los Envases Domésticos.

Diario El Mercurio. (17 de septiembre de 2021). Con el «Pichaybot» se busca reciclar un millón de botellas en Cuenca este año. Diario El Mercurio. Recuperado el 10 de junio 2022 de <https://elmercurio.com.ec/2021/09/17/como-reciclar-tus-botellas-de-plastico-con-las-maquinas-pichaybot-en-cuenca/>

ErgoMet. Recuperado el 20 de junio 2022 de <https://1library.co/article/impresora-d-marco-conceptual-y-te%C3%B3rico.zgwdle2y>

Brazo robótico, Recuperado el 20 de Junio 2022 de <https://1library.co/article/motor-paso-a-paso-marco-te%C3%B3rico-referencial.q05p289y>

Perfiles de aluminio extruido tipo v 20 x 40mm <https://naylampmechatronics.com/perfiles-de-aluminio/687-perfil-v-slot-2020-l3m.html#:~:text=El%20Perfil%20V%20Slot%202020,Ideal%20para%20estructuras%20ligeras.>

Filamento TPU, flexible <https://tractus3d.com/es/materials/tpu/>