



TECNM: Instituto Tecnológico de Hermosillo.

Carrera:

Ing. Aeronáutica.

Asignatura:

Taller de Investigación I.

Trabajo Final:

Desarrollo del prototipo de un dron de uso general no funcional reciclable.

Equipo 2:

Amézquita Mazón Nomar Esau

Bogarín Rentería Juliana

Galindo Vega Kevin Eduardo

González Gómez Eldrykh José

Guerrero Rojo Sosimo

Leal Valencia José Alberto

Zepeda Valenzuela Osvaldo

Grupo:

C5B

Docente:

Ing. Betzaida Varela Palma.

Hermosillo, Sonora. 29 de noviembre del 2023.

Índice

Introducción	3
Antecedentes	4
Retos y Oportunidades	6
Planteamiento del Problema.....	¡Error! Marcador no definido.
Objetivo.....	8
Justificación.....	9
Magnitud	9
Trascendencia.....	10
Marco Teórico	11
Marco Conceptual	16
Cronograma de Tareas.....	1¡Error! Marcador no definido.
Presupuesto	21
Desarrollo y resultados preliminares.....	23
Dibujo a mano alzada.....	30

No se encontraron entradas de tabla de contenido.

Introducción

En la era moderna, la innovación tecnológica avanza a pasos agigantados, brindando soluciones creativas a diversas problemáticas globales. Entre los desafíos más apremiantes se encuentra la necesidad de desarrollar tecnologías sostenibles que no solo optimicen la eficiencia, sino que también minimicen su impacto ambiental. En este contexto, surge la imperante preocupación por el uso de drones de uso general, su diseño y producción pueden contribuir a mitigar el impacto negativo de la tecnología en nuestro entorno.

Esta investigación se centra en el desarrollo de un prototipo de dron no funcional reciclable, con la utilización de PETG en una impresora 3D como material clave. La iniciativa se gesta

en respuesta a la creciente preocupación por la contaminación generada por la producción y disposición de dispositivos electrónicos, así como por la necesidad de reducir la dependencia de materiales no reciclables en la fabricación de tecnología.

El abuso desmedido de recursos naturales y la emisión de contaminantes por parte de las industrias tradicionales han llevado a una crisis ambiental sin precedentes. En este contexto, se plantea la siguiente investigación como una contribución activa hacia la creación de soluciones sostenibles, donde el diseño de drones reciclables se convierte en un componente esencial para abordar los desafíos medioambientales que enfrentamos.

Al explorar las posibilidades ofrecidas por el PETG y la impresión 3D, esta investigación busca no solo avanzar en la tecnología de drones, sino también establecer un paradigma de producción más consciente, donde la reutilización y el reciclaje son consideraciones fundamentales. La adopción de enfoques eco-amigables en la fabricación de dispositivos aéreos de uso general no solo alienta la eficiencia, sino que también contribuye a la preservación de nuestro planeta.

A medida que nos sumergimos en el desarrollo de este prototipo, aspiramos no solo a crear un dron innovador, sino a sentar las bases para una nueva era en la que la tecnología y la responsabilidad ambiental convergen de manera armoniosa. Esta investigación, por ende, se propone como un paso significativo hacia la construcción de un futuro tecnológico más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

Antecedentes

En las últimas décadas, el vertiginoso avance de la tecnología ha propiciado una proliferación de dispositivos electrónicos, incluyendo drones, que desempeñan un papel crucial en diversas industrias y aplicaciones. Sin embargo, este progreso tecnológico ha venido acompañado de un aumento alarmante en la generación de desechos electrónicos, contribuyendo significativamente a la contaminación ambiental.

Se confirma que *“El diseño convencional de drones, en muchos casos, implica el uso de materiales no reciclables y procesos de fabricación que generan una huella ambiental considerable. El plástico, en particular, ha sido un componente predominante en la*

construcción de estos dispositivos debido a sus propiedades ligeras y duraderas. Sin embargo, la falta de consideración ambiental en la producción y disposición final de estos materiales ha generado una crisis de residuos que exige soluciones innovadoras y sostenibles” (Santiago Huete, Alejandro, 2023).

La urgencia de abordar este problema se acentúa con la creciente conciencia global sobre el impacto negativo de las actividades humanas en el medio ambiente. Empresas y consumidores están cada vez más comprometidos con la búsqueda de alternativas que reduzcan la contaminación y promuevan la sostenibilidad. En este contexto, el uso de materiales reciclables y procesos de fabricación eco-amigables se presenta como una vía prometedora para mitigar los efectos adversos de la tecnología en nuestro entorno.

El PETG (Polietileno Tereftalato Glicol) ha surgido como un polímero versátil que combina resistencia, durabilidad y reciclabilidad. Su capacidad para ser procesado mediante impresión 3D ofrece nuevas posibilidades en la fabricación de dispositivos aéreos, permitiendo la creación de estructuras ligeras y eficientes. Este enfoque innovador busca fusionar la tecnología de drones con prácticas de fabricación sostenible, sentando las bases para un cambio significativo en la industria.

Al examinar los antecedentes de esta investigación, se evidencia la necesidad apremiante de desarrollar alternativas responsables desde el punto de vista ambiental en el ámbito de los drones de uso general. Este proyecto se sitúa en la vanguardia de esta búsqueda, explorando las posibilidades ofrecidas por el PETG y la impresión 3D para crear un prototipo pionero que no solo redefine las capacidades de los drones, sino que también establece un nuevo estándar de sostenibilidad en la industria tecnológica.

Una línea del tiempo de la evolución de los drones de uso general

- **Década de 1840:** El pionero británico Sir George Cayley es considerado uno de los primeros en concebir conceptos de vuelo no tripulado. Diseñó y construyó modelos de planeadores no tripulados.

- **Década de 1910:** Durante la Primera Guerra Mundial, los aviones teledirigidos, como el "Kettering Bug" de Estados Unidos, se desarrollaron con fines militares para llevar a cabo misiones de reconocimiento.
- **Década de 1980:** Los drones evolucionaron con motores a reacción y se utilizaron en la Guerra de Corea y la Guerra de Vietnam para tareas de reconocimiento y combate.
- **Década de 2010:** La disponibilidad de microcontroladores y sistemas de navegación GPS permitió el desarrollo de drones de uso general más pequeños y asequibles, lo que los hizo accesibles para aplicaciones civiles, desde la fotografía aérea hasta la vigilancia agrícola.
- **Década de 2010 en adelante:** Los drones de uso general se vuelven omnipresentes y se utilizan en una variedad de aplicaciones, desde la entrega de paquetes y la cartografía aérea hasta la fotografía y la videografía. Sin embargo, este aumento en el uso ha generado preocupaciones ambientales debido a la fabricación con materiales no sostenibles y a la posible contaminación por desechos plásticos.

Esta línea de tiempo enfoca específicamente los hitos relacionados con los drones de uso general, lo que nos lleva a la importancia de abordar las preocupaciones ambientales mediante el desarrollo de drones eco-amigables y sostenibles, cuyo objetivo es reducir el impacto ambiental a través de materiales biodegradables y prácticas de diseño responsable.

Retos y Oportunidades Actuales

Algunos fabricantes y proyectos de investigación han estado trabajando en el uso de materiales biodegradables o reciclables en drones, especialmente en piezas no críticas para el vuelo. Por ejemplo, se han utilizado bioplásticos en conjunto con materiales compuestos biodegradables en la construcción de carcasas y estructuras secundarias de drones.

Sin embargo, por la necesidad de mantener ciertos estándares de resistencia y durabilidad en las piezas críticas de los drones, como las hélices o los componentes electrónicos, la fabricación de drones completamente biodegradables aún presenta desafíos técnicos. La

industria de los drones ha estado trabajando en encontrar un equilibrio entre la sostenibilidad y la funcionalidad.

“El uso responsable de los drones implica conocer y cumplir con las regulaciones y normativas establecidas en cada país. Estas regulaciones buscan asegurar la seguridad y privacidad de las personas, así como minimizar el impacto ambiental de los drones.” (s. f.).

Hoy en día, los drones se han convertido en una herramienta invaluable en muchas industrias. Sin embargo, se ha vuelto urgente abordar su impacto ambiental y sus implicaciones en la gestión de residuos. En este contexto, el desarrollo de un prototipo de dron eco-amigables, con una carcasa, hélices y estructura construidas a partir de materiales biodegradables, ofrece una solución innovadora para mitigar estos problemas y promover la sostenibilidad en la tecnología de drones.

“En términos generales, los drones tienen un impacto ambiental menor que los aviones tradicionales, no solo por su menor tamaño, sino porque en vez de utilizar combustibles fósiles en la mayoría de los casos funcionan con baterías LiPo, baterías de polímero de iones de litio.” (s. f.).

Este proyecto de investigación se centrará en explorar en detalle la viabilidad de la iniciativa eco-amigables, así como en abordar los desafíos técnicos, económicos y ambientales asociados con la creación de drones biodegradables. La búsqueda de alternativas sostenibles en el diseño y la construcción de drones marca un paso significativo hacia un futuro más responsable desde el punto de vista ecológico en la industria de los vehículos aéreos no tripulados en México.

El planteamiento del problema

Se plantea la pregunta "¿Cómo se podría reducir el impacto ambiental en el proceso de manufactura de un dron y su reciclaje posterior?", ha sido elegida debido a su capacidad para abordar una problemática crucial en el contexto actual de creciente conciencia ambiental y sostenibilidad. A continuación, se proporcionan algunas razones adicionales que respaldan esta elección:

- **Complejidad y Desafío Técnico:** La fabricación de drones implica una serie de procesos complejos y el uso de materiales que tradicionalmente generan una gran cantidad de residuos. Abordar la reducción del impacto ambiental en este proceso no solo es una tarea desafiante, sino que también presenta oportunidades para la innovación en diseño y fabricación.
- **Ciclo de Vida del Producto:** La pregunta considera tanto la fase de manufactura como el reciclaje posterior del dron. Este enfoque integral reconoce que la sostenibilidad no se limita a la producción, sino que también abarca la gestión responsable de los desechos electrónicos al final de la vida útil del dispositivo.
- **Impacto Ambiental de los Drones:** Dada la creciente adopción de drones en diversas industrias, su impacto ambiental ha aumentado significativamente. Considerar la sostenibilidad en el diseño y la fabricación de estos dispositivos es esencial para mitigar su huella ecológica a medida que se vuelven más omnipresentes.
- **Relevancia Social y Económica:** La sostenibilidad en la fabricación de drones no solo beneficia al medio ambiente, sino que también puede tener repercusiones sociales y económicas positivas. La adopción de prácticas más sostenibles puede influir en la toma de decisiones de los consumidores y mejorar la reputación de las empresas, además de potencialmente reducir costos a largo plazo.
- **Contribución a la Investigación y Desarrollo Sostenible:** La pregunta plantea la posibilidad de contribuir a la creciente base de conocimientos en el campo de la fabricación sostenible de dispositivos electrónicos. Las soluciones desarrolladas podrían tener aplicaciones más amplias en la investigación y desarrollo sostenible de tecnologías emergentes.

En conjunto, el planteamiento del problema elegido no solo identifica una problemática significativa, sino que también ofrece un terreno fértil para la exploración de soluciones novedosas y prácticas que pueden tener un impacto positivo tanto en la industria de los drones como en la sostenibilidad ambiental en general.

Objetivo

El propósito fundamental de esta investigación es desarrollar un prototipo de dron versátil, con aplicaciones de uso general, que cumpla con el criterio clave: ser reciclable. Este dron se materializará a partir de PETG, un material termoplástico conocido por su durabilidad y capacidad de reciclaje, utilizando tecnología de impresión 3D para su fabricación.

Este estudio busca explorar una nueva dimensión en la creación de drones, desafiando el paradigma convencional que enfatiza principalmente la funcionalidad. En lugar de centrarse en su operatividad, se priorizará la sostenibilidad y la reutilización de materiales, abriendo la puerta a una perspectiva más eco-amigable en la industria de los drones.

El enfoque principal de la investigación recae en la evaluación de la viabilidad técnica de este tipo de diseño, considerando aspectos como resistencia estructural, durabilidad y factibilidad de producción en masa. Además, se analizará a fondo el ciclo de vida del dron, desde la extracción de materia prima hasta su desecho o reutilización, para comprender y maximizar su contribución a la reducción de residuos electrónicos.

Asimismo, se busca establecer un estándar para la fabricación de drones mediante impresión 3D con PETG, brindando pautas y recomendaciones que podrían aplicarse en la producción a gran escala, promoviendo así prácticas más sostenibles en la industria de la tecnología aérea.

En resumen, esta investigación pretende no solo crear un prototipo innovador, sino también sentar las bases para una visión más ecológica y responsable en el diseño y fabricación de drones, aportando al desarrollo de tecnologías aéreas más amigables con el medio ambiente

Justificación

En la actualidad la demanda de drones de uso general ha aumentado globalmente, generando un impacto positivo en distintos aspectos. Sin embargo, también ha ocasionado efectos negativos, principalmente en el ámbito ambiental. Este es un resultado del uso de materiales que no son reciclables de parte de empresas sin responsabilidad social, estas, durante su

proceso de manufactura se abstienen de no generar residuos, con solo el objetivo de generar el producto.

Dicho esto, se ha realizado esta investigación con el objetivo de ofrecer una alternativa eco-friendly a las empresas, donde se utilizan materiales reciclables, los cuales reducen el impacto ambiental durante la manufactura del mismo y en su posterior reciclaje.

Magnitud

la magnitud de esta investigación radica en su capacidad para abordar problemas a escala global, influir en la industria tecnológica, fomentar la innovación, generar conciencia pública y proponer soluciones que no solo son específicas para la fabricación de drones, sino que también tienen el potencial de impactar positivamente en la sostenibilidad ambiental en un sentido más amplio.

- **Impacto Ambiental de las industrias:** La investigación se sumerge en la problemática global del impacto ambiental asociado a la fabricación y disposición de drones. Al proponer soluciones que podrían reducir este impacto, se contribuye directamente a la búsqueda de alternativas sostenibles en un contexto donde la preocupación por la salud del planeta está en aumento.
- **Alcance Internacional:** Dada la naturaleza global de la contaminación y los desechos electrónicos, esta investigación posee una magnitud que trasciende fronteras. Los resultados y las soluciones propuestas podrían tener aplicaciones prácticas en diversas regiones del mundo, impactando positivamente en la gestión de residuos electrónicos a nivel internacional.
- **Industria de Drones:** La investigación aborda directamente la industria de drones, la cual ha experimentado un rápido crecimiento en los últimos años. Al proponer métodos más sostenibles para la manufactura, se sugiere un cambio en las prácticas industriales, potencialmente influenciando la dirección futura de la producción de drones y estableciendo estándares más ecológicos.

- **Innovación Tecnológica:** La investigación no solo se enfoca en reducir la contaminación, sino que también busca innovar en la tecnología aplicada a la fabricación de drones. La introducción de materiales reciclables como el PETG y la impresión 3D representa una evolución en las prácticas tecnológicas, ofreciendo soluciones creativas y sostenibles.
- **Conciencia Pública y Empresarial:** Al plantear la problemática y las posibles soluciones, la investigación puede aumentar la conciencia tanto entre el público general como en el ámbito empresarial. Esto puede traducirse en una demanda creciente de productos más sostenibles y en la adopción de prácticas ambientalmente responsables por parte de las empresas.
- **Potencial de Generalización:** Dado que la investigación se centra en principios y prácticas sostenibles en la fabricación de drones, los hallazgos podrían generalizarse a otras áreas de la tecnología. Esto amplía la magnitud de la investigación, ya que sus resultados podrían tener aplicaciones más allá de la industria de drones, influyendo en la fabricación de dispositivos electrónicos en general.

Trascendencia

En la actualidad, el impacto ambiental causado por la apatía de las grandes empresas, ha generado cambios irreversibles, ya que priorizan el uso de materiales que no son amigables con el ambiente, con la finalidad de tener más ganancias.

Esto hace que el consumidor ignore el impacto ambiental generado por la empresa, justificándose en que ellos no están cometiendo un incumplimiento moral ecológico.

Sin embargo, las decisiones del consumidor influyen en que las empresas continúen con estas prácticas, y de no tratarse, el problema continuará hasta que sea irreparable.

En cambio, ofreciendo y consumiendo un producto eco-friendly, ambas partes se ven beneficiadas de manera social, generando un cambio puntual al consumo y reciclaje de este producto.

Marco Teórico

Se entiende que *"The GHG emissions of a package delivery by drone will depend on the total electricity needed for the delivery and the emissions intensity of the regional electricity grid."*²⁰ Our analysis shows that variations in the cruise speed have a large impact on the total energy consumption per trip and, consequently, the range of the drone. Because the total time of flight is reduced as the speed increases, a faster speed (with normal operating parameters) for a quadcopter generally enables longer delivery distances for the same amount of energy." (Rodrigues et. Al., 2022). Este análisis se centra en la influencia de la velocidad de vuelo de los drones utilizados en entregas en las emisiones de GEI. Además, se exploran otros factores que pueden contribuir a la eficiencia energética y la reducción de emisiones, como la tecnología de baterías, la planificación de rutas y las fuentes de energía utilizadas en la recarga de los drones. El objetivo final de este análisis es proporcionar una base sólida para la toma de decisiones informadas en el diseño y la implementación de sistemas de entrega por drones más respetuosos con el medio ambiente.

Entiéndase *"The appeal of delivery robots also reflects new physical distancing demands to avoid the spread of coronavirus in product deliveries, and as autonomous delivery technologies advance, new companies emerge to compete for this market niche. At the same time, alternative transport modes, such as electric cargo bicycles, are becoming cost-effective alternatives to delivery trucks for short-distance deliveries, drastically reducing the CO2 emissions of last-mile delivery in dense metropolitan areas."* (Rodrigues et. al, 2022)

Lo anterior mencionado se enfoca en la evolución de las soluciones de entrega en respuesta a las demandas de distanciamiento físico durante la pandemia de COVID-19 y en la medida en que las tecnologías de entrega autónoma están dando lugar a una competencia creciente en este mercado. Además, se aborda el surgimiento de alternativas sostenibles, como las bicicletas de carga eléctricas, como medios de transporte rentables que reducen las emisiones de CO2 en las entregas de última milla en áreas urbanas densamente pobladas. El objetivo es comprender cómo estas tendencias están dando forma al panorama de la entrega de productos y sus implicaciones en términos de sostenibilidad y eficiencia operativa.

Se grafica que *"In these scenarios, we found that drones can reduce the energy consumption by 94% and 31% and GHG emissions by 84% and 29% per package delivered by replacing diesel trucks and electric vans, respectively. We also found that electric cargo bicycles had similar or lower GHGs per package than drones."*(Rodrigues et. al., 2022) Estos porcentajes se centran en la eficiencia y las implicaciones ambientales de diversas tecnologías de entrega, incluyendo drones, camiones diésel, furgonetas eléctricas y bicicletas de carga eléctricas. Se observa cómo los drones pueden reducir significativamente el consumo de energía y las emisiones de GEI en comparación con las alternativas terrestres, y cómo las bicicletas de carga eléctricas también ofrecen una opción sostenible. El objetivo es comprender cómo estas tecnologías pueden contribuir a la sostenibilidad y eficiencia en el proceso de entrega de paquetes.

Es comprensible que *"Dust contains a variety of chemical compositions because it originates from a variety of sources, including the climate, human activities, soil particles and rocks, pollen, hair, clothing fibers, bacteria, dust mites, bits of dead bugs, microscopic specks of plastic, plant materials, and dander (dead skin cells shed by animals)."* (Baah et al., 2023). El polvo contiene una variedad de composiciones químicas debido a su origen en diversas fuentes, incluyendo el clima, actividades humanas, partículas del suelo y rocas, polen, cabello, fibras de ropa, bacterias, ácaros del polvo, restos de insectos muertos, partículas microscópicas de plástico, materiales vegetales y caspa (células muertas de la piel de los animales). Esto destaca la importancia de utilizar materiales biodegradables en la fabricación de drones para minimizar su impacto ambiental.

Se ha dado que *"Metal contamination in the soil might pose an ecological problem. Cd and Hg were discovered to pose the greatest potential ecological concerns. Metal-polluted food causes substantial health concerns to local populations, including Itai-itai disease and even cancer."* (Baah et al., 2023). Es comprensible que la contaminación de metales en el suelo puede representar un problema ecológico significativo. Se ha identificado que el Cd y el Hg

plantean las mayores preocupaciones ecológicas potenciales. Es esencial considerar materiales biodegradables para prevenir la contaminación del suelo, especialmente al fabricar drones no funcionales para uso general.

Se encuentra que *"Exposure to these metals may have several health repercussions for this or future generations."* (Baah et al., 2023). La exposición a estos metales puede tener varias repercusiones para la salud de esta o futuras generaciones. Por tanto, el desarrollo de drones con materiales biodegradables es crucial para evitar consecuencias adversas para la salud y el medio ambiente.

Por eso mismo *"In previous work, a 3D-VRP model exposed in was developed using an objective function that uses the distance between the nodes as a cost parameter of the objective function, which was validated with six drones in a single case of application."* (Dérpich & Rey, 2023). En trabajos previos, se desarrolló un modelo 3D-VRP utilizando una función objetivo que emplea la distancia entre los nodos como parámetro de costo de la función objetivo, validado con seis drones en un único caso de aplicación. Esto resalta la importancia de optimizar la eficiencia energética en el uso de drones en entornos tridimensionales.

Se comprende *"The contribution of this paper aims to extend the studies for UAV routing inside the industries with more than one level, considering the goal that drones fly from the base to a factory workstation and ideally return without making stops on other floors."* (Dérpich & Rey, 2023). La contribución de este documento busca ampliar los estudios para el enrutamiento de UAV dentro de industrias con más de un nivel, considerando el objetivo de que los drones vuelen desde la base hasta una estación de trabajo de la fábrica y, idealmente, regresen sin realizar paradas en otros pisos. Esto subraya la importancia de la planificación eficiente de rutas para minimizar el consumo de energía de los drones en entornos de múltiples niveles.

De la misma forma *"The 3D VRP model, derived from, enables the determination of material distribution routes between the warehouse and workstations while minimizing the associated energy cost. The objective function (OF) minimizes the total distances traveled independently in both the horizontal plane and the vertical axis."* (Dérpich & Rey, 2023). Se busca que el modelo 3D VRP permita la determinación de rutas de distribución de materiales entre el almacén y las estaciones de trabajo, minimizando el costo energético asociado. La función objetivo minimiza las distancias totales recorridas de manera independiente tanto en el plano horizontal como en el eje vertical, evidenciando la importancia de optimizar la eficiencia energética en la logística de los drones.

Se hace hincapié en *"The present study was designed in order to investigate differences in behavioral intentions that included intention to use, word-of-mouth, and willingness to pay more which were based on demographic characteristics and past experiences in the field of eco-friendly drone food delivery services."* (Hwang et al., 2023). Este estudio subraya la importancia de comprender cómo las características demográficas y las experiencias pasadas influyen en las intenciones de comportamiento hacia servicios de entrega de alimentos con drones ecológicos. Esto es relevante para el diseño de drones biodegradables, ya que permite identificar factores clave que podrían afectar la aceptación y la disposición a utilizar tecnologías sostenibles.

Con anterioridad *"The findings present theoretical contributions, because the effects of demographic characteristics on behavioral intentions in the drone food delivery service context are associated with pro-environmental behavior."* (Hwang et al., 2023). Los hallazgos teóricos de esta investigación sugieren que las características demográficas influyen en las intenciones de comportamiento en servicios de entrega de alimentos con drones y se relacionan con conductas proambientales. Esto es esencial para el diseño de drones biodegradables, ya que permite alinear las características de los usuarios con la adopción de tecnologías amigables con el medio ambiente.

A su vez *"The study suggests that future research consider differences in social motives in the context of drone food delivery services."* (Hwang et al., 2023). Este proyecto destaca la necesidad de investigar diferencias en motivaciones sociales dentro del contexto de servicios de entrega de alimentos con drones. Esta consideración es crucial para el diseño de drones biodegradables, ya que permitiría comprender mejor las expectativas y necesidades sociales de los usuarios en relación con la sostenibilidad y la ecología.

Se explica que *"los drones han evolucionado hasta convertirse en una herramienta eficiente y rentable para los investigadores en ecología y gestores ambientales. Son valiosos para el monitoreo y vigilancia de la fauna debido a su amplia cobertura y acceso a áreas de difícil alcance, ya sea por condiciones naturales o restricciones logísticas. Sin embargo, la tecnología de los drones puede ocasionar impactos no deseados en la vida silvestre. Por esta razón, es imperativo establecer un código de buenas prácticas, adaptando la estructura y el modo de utilización de los drones en condiciones adversas, a fin de minimizar los riesgos que puedan perjudicar a la vida silvestre, además de considerar recomendaciones para no alterar o poner en peligro a la fauna autóctona."* (Palacios & Iván, 2017). Este estudio resalta la importancia de los drones como herramienta valiosa para la vigilancia ambiental y la observación de la fauna, al tiempo que destaca la necesidad de manejar de manera responsable esta tecnología para evitar impactos negativos en la vida silvestre. Para el desarrollo de drones de uso general biodegradables, es esencial considerar estas recomendaciones y códigos de buenas prácticas, asegurando que los nuevos avances tecnológicos minimicen cualquier riesgo potencial para el medio ambiente y la fauna autóctona. Esto resalta la importancia de la sostenibilidad y la responsabilidad ecológica en la evolución de estos dispositivos.

Marco conceptual

PETG

- El filamento PETG (polyethylene terephthalate glycol-modified) es un tipo de material termoplástico utilizado en la impresión 3D que combina las propiedades del

PET (polietileno tereftalato) y el glicol para obtener una mayor flexibilidad y resistencia a la deformación en las piezas impresas.

Se entiende que *“El PETG es uno de los materiales más empleados en la impresión 3D, ya que es ideal para construir piezas mecánicas, envases, juguetes, productos electrónicos o fabricación de botellas de plástico para bebidas, entre otros.”* (Quimiadmin, 2017).

Manufactura

- Una manufactura es el resultado de convertir materias primas en un producto elaborado por medio de un proceso industrial. De ese modo se obtienen los bienes terminados, listos para su venta en los distintos mercados

Por otra parte, *“se entiende que el proceso de manufactura engloba desde el diseño inicial del producto hasta el ensamblaje de sus componentes, abarcando todas a las fases de transformación para dar forma a este para su venta final”* (Formizable, 2019).

Reciclaje

- Se explica que *“El reciclaje trata de convertir residuos plásticos, la basura que consumimos diariamente, en nuevos productos o en materia prima para su posterior utilización, esto como una medida ante el creciente derroche de este material, ya que mayoría de los plásticos que consumimos sólo satisfacen un uso, por lo que se convierten en un problema medioambiental grave.”* (Quimiadmin, 2017).

El diseño asistido por computadora (CAD):

- *“Es un procedimiento tecnológico en el cual cualquier persona puede hacer uso de las computadoras para la creación, modificación y optimización de diversos diseños. Este proceso de lo que es el CAD se caracteriza por ser utilizado principalmente por ingenieros, arquitectos, entre otros similares que están interesados en el diseño y*

creación en 2D o 3D. Lo que es el diseño o dibujo asistido por computadora trae grandes beneficios para el usuario, ya que permite crear grandes proyectos digitales de una forma ágil. Por lo tanto, el trabajo se ve optimizado con su implementación: se reducen los tiempos de trabajo y se mantiene una calidad increíble.” (Formizable, 2019)

Dron

- Un dron, también conocido como UAV (Vehículo Aéreo No Tripulado) o RPAS (Sistema de Aeronave Pilotada a Distancia), es una aeronave no tripulada que es controlada de forma remota por un operador humano o por un programa de vuelo preestablecido. Se plantea que *“Estas aeronaves pueden variar en tamaño, desde pequeños drones recreativos hasta grandes vehículos utilizados en aplicaciones militares o industriales.”* (Formizable, 2019). Los drones suelen estar equipados con cámaras y sensores que les permiten capturar imágenes y datos desde el aire. Se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, como la fotografía y videografía aérea, la vigilancia, la inspección de infraestructuras, la agricultura de precisión, la entrega de paquetes, la cartografía, la búsqueda y rescate, entre muchas otras.

Impresora 3D

- Una impresora es un dispositivo que permite imprimir: estampar o marcar una materia con caracteres gráficos o letras. *“Las impresoras más populares son aquellas que se conectan a una computadora (un ordenador) y que sirven para la impresión en papel de un documento digital, como un texto o una fotografía”* (Formizable, 2019). 3D, por su parte, alude a lo tridimensional. Un elemento resulta tridimensional cuando tiene tres dimensiones (como profundidad, altura y anchura, por citar el caso más frecuente). Se denomina la máquina que puede producir una pieza volumétrica partiendo de un diseño tridimensional. Estos diseños, a su vez, pueden desarrollarse con una computadora u obtenerse mediante un escáner 3D.

Contaminación por el uso de polímeros

- Se producen en grandes cantidades por ser baratos y livianos. En 2016 se produjeron 335 millones de toneladas de materiales plásticos (termoplásticos y poliuretanos) y otros plásticos (termoestables, adhesivos, revestimientos y sellantes).
- Su eliminación constituye un problema a nivel mundial.
Tardan cientos de años en degradarse en el medio ambiente, dependiendo algunos tardan más de mil años.
- *“Su acumulación en distintos puntos del planeta. La Gran Mancha de Basura del Pacífico (GPGP) Está formada por 1,8 billones de desechos tóxicos que pesan 79.000 toneladas”* (Frackiewicz, 2023).
- Los animales marinos ingieren micro plásticos, provocando bloqueos gastrointestinales y alteraciones en sus patrones de alimentación y reproducción.
- Los desastres naturales provocan su dispersión. Su alcance llega a áreas verdes, ríos y océanos donde se concentran hasta poder degradarse.

PLA

- El ácido poli-láctico es un polímero biodegradable derivado del ácido láctico. Es un material altamente versátil, que se hace a partir de recursos renovables al 100%, como son el maíz, la remolacha, el trigo y otros productos ricos en almidón. *“Este ácido tiene muchas características equivalentes e incluso mejores que muchos plásticos derivados del petróleo, lo que hace que sea eficaz para una gran variedad de usos.”* (Formizable, 2019).

Eco-friendly

- Significa actuar de manera responsable con nuestro medio ambiente y promover un estilo de vida más saludable para todas las personas. *“Estos aspectos están muy relacionados, porque tener buena salud también depende del entorno en el que vivimos, como la calidad del aire, el agua limpia y la disminución de químicos contaminantes.”* (Frackiewicz, 2023).

Cronograma de Tareas

El cronograma dividido en tres equipos (manufactura, texto y diseño CAD) es una estrategia eficiente que permite organizar y llevar a cabo la investigación de manera estructurada y colaborativa. Cada equipo se enfoca en una fase específica del proceso, aprovechando las habilidades y conocimientos especializados de sus miembros. Aquí hay una explicación detallada de cada equipo y su función en el cronograma:

El **Equipo de Manufactura** se encarga de desarrollar el prototipo del dron utilizando el material PETG y la tecnología de impresión 3D.

Actividades:

- **Investigación de Materiales y Métodos de Fabricación:** Se realiza una revisión exhaustiva de las propiedades del PETG y se identifican los mejores métodos de impresión 3D para lograr un dron resistente y reciclable.
- **Adquisición de Materiales y Equipos:** Se establece un plan para adquirir el PETG necesario y cualquier equipo adicional requerido para la impresión 3D.
- **Prototipado y Pruebas:** Se inicia el proceso de impresión 3D para crear el prototipo del dron. Se realizan pruebas de resistencia y funcionalidad para evaluar la idoneidad del material y el diseño.
- **Optimización del Proceso:** Basándose en los resultados de las pruebas, se realizan ajustes en el proceso de fabricación para mejorar la eficiencia y la calidad del prototipo.

El **Equipo de Texto** elabora la documentación escrita de la investigación, incluyendo la introducción, antecedentes, planteamiento del problema, objetivos, marco teórico, marco conceptual, cronograma, presupuesto y conclusiones.

Actividades:

- **Revisión Bibliográfica:** Se realiza una exhaustiva revisión de la literatura relacionada con la sostenibilidad en la fabricación de drones, la impresión 3D con PETG y otros temas pertinentes.
- **Redacción de Documentación:** Se redactan los diferentes componentes de la investigación, asegurando la coherencia y la fluidez del contenido.
- **Edición y Corrección:** Se lleva a cabo un proceso de revisión para garantizar la claridad y precisión del texto. Se corrigen errores gramaticales y se ajusta el formato según las normativas establecidas.

El **Equipo de Diseño** crea los modelos digitales en 3D del dron y asegurar la viabilidad del diseño para la manufactura.

Actividades:

- **Investigación de Software de Diseño:** Se selecciona y se adquiere el software de diseño CAD más adecuado para crear modelos tridimensionales del dron.
- **Desarrollo de Modelos 3D:** Se trabaja en la creación detallada y precisa de los modelos del dron, teniendo en cuenta los requisitos de manufactura y las propiedades del PETG.
- **Revisión de Viabilidad:** Se analiza la viabilidad técnica de los modelos en términos de fabricación y funcionalidad. Se realizan ajustes según sea necesario.
- **Colaboración con el Equipo de Manufactura:** Se mantiene una comunicación constante con el equipo de manufactura para asegurar que los modelos 3D sean compatibles con los procesos de impresión 3D y los requisitos de manufactura.

Un coordinador general o líder del proyecto supervisará la colaboración entre los equipos, asegurando que se cumplan los plazos establecidos y facilitando la comunicación efectiva entre los distintos aspectos de la investigación.

Taller de Investigación																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Desarrollo de un prototipo no funcional de un dron de uso general reciclable																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

Ilustración 1: Cronograma de Actividades (Tabla) Fuente: Elaboración propia.

Presupuesto

El presupuesto es una estimación financiera que detalla los recursos económicos necesarios para llevar a cabo la investigación de la reducción del impacto ambiental en la fabricación de un dron y su reciclaje posterior. Se divide en diferentes categorías para abarcar todos los aspectos relacionados con el proyecto. Aquí se presenta un Excel de las categorías y sus componentes.

Presupuesto proyecto de investigación

Método OPM (Modificado)

INGRESOS MENSUALES PREVISTOS	Ingreso Principal (Financiación)	\$0.00
	Ingresos adicionales (Donativos o propios)	\$8,000.00
	Total de ingresos mensuales	\$8,000.00
INGRESOS MENSUALES REALES	Ingreso Principal (Financiación real obtenida)	\$0.00
	Ingresos adicionales (Donativos o propios)	\$0.00
	Total de ingresos mensuales	\$0.00

SALDO PREVISTO (ingresos previstos menos gastos)	-\$127,450.00
SALDO REAL (ingresos reales menos gastos)	-\$162,833.00
DIFERENCIA (real menos estimado)	-\$35,383.00

Lugar de Trabajo	Costo previsto	Costo real	Diferencia
Renta Fija	\$5,500.00	\$16,250.00	-\$10,750.00
Teléfono	\$2,400.00	\$5,000.00	-\$2,600.00
Electricidad	\$1,000.00	\$0.00	\$1,000.00
Cafetería	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Uniformes	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Agua	\$50.00	\$0.00	\$50.00
Internet	\$600.00	\$600.00	\$0.00
Licencias de Software necesarias	\$14,500.00	\$0.00	\$14,500.00
Equipo de cómputo	\$18,000.00	\$0.00	\$18,000.00
Otros	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Subtotal	\$42,050.00	\$21,850.00	\$20,200.00

Papelería	Costo previsto	Costo real	Diferencia
Hojas blancas	\$50.00	\$0.00	\$50.00
Impresora	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Tinta / Toner	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Lápices	\$50.00	\$70.00	-\$20.00
Plumas	\$200.00	\$100.00	\$100.00
Grapas	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Engrapadoras	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Gis	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Otros	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Subtotal	\$300.00	\$170.00	\$130.00

Transporte	Costo previsto	Costo real	Diferencia
Gasolina	\$2,800.00	\$500.00	\$2,300.00
Taxi	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Mantenimiento	\$250.00	\$0.00	\$250.00
Recargas tarjeta camión	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Flete	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Boleto de transporte por traslado a ot	\$3,500.00	\$3,425.00	\$75.00
Otro	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Subtotal	\$6,550.00	\$3,925.00	\$2,625.00

Capacitaciones	Costo previsto	Costo real	Diferencia
Curso	\$1,200.00	\$1,200.00	\$0.00
Taller	\$500.00	\$0.00	\$500.00
Diplomado	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Otros	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Subtotal	\$1,700.00	\$1,200.00	\$500.00

Gastos Médicos	Costo previsto	Costo real	Diferencia
Consulta Médica	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Revisión de Urgencia	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Psicólogo	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Otros	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Subtotal	\$0.00	\$0.00	\$0.00

Asesoría legal	Costo previsto	Costo real	Diferencia
Asesoría por registro de Investigaci	\$1,100.00	\$0.00	\$1,100.00
Pago en registro	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Gastos de imprenta final	\$200.00	\$0.00	\$200.00
Otros	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Subtotal			\$1,300.00

Comida	Costo previsto	Costo real	Diferencia
Delivery	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Restaurantes	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Tortenio	\$12,000.00	\$8,000.00	\$4,000.00
Subtotal	\$12,000.00	\$8,000.00	\$4,000.00

COSTO PREVISTO TOTAL			\$135,450.00
GASTO REAL TOTAL			\$162,833.00
DIFERENCIA TOTAL			-\$27,383.00

Nómina	Costo previsto	Costo real	Diferencia
Sueldos	\$70,000.00	\$125,888.00	-\$55,888.00
Salarios			\$0.00
Honorarios	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Horas extra	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Otros	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Subtotal	\$70,000.00	\$125,888.00	-\$55,888.00

Ilustración 2: Prepuesto (Tabla) Fuente:
Elaboración propia.

Materiales	Costo previsto	Costo real	Diferencia
Impresora 3D	\$300.00	\$1,000.00	-\$700.00
Filamento	\$250.00	\$500.00	-\$250.00
Cámara de video	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Cautín	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Estaño	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Componentes varios	\$1,000.00	\$300.00	\$700.00
Otros			\$0.00
Subtotal			-\$250.00

Desarrollo y resultados preliminares

El PETG, o polietileno tereftalato modificado con glicol, se ha consolidado como una elección destacada en el ámbito de la impresión 3D debido a su conjunto único de propiedades. Uno de sus atributos más notables es su destacada capacidad de reciclaje, lo que lo convierte en una opción eco amigable en comparación con otros filamentos. Este enfoque hacia la sostenibilidad contribuye significativamente a la reducción de residuos, alineándose con prácticas más respetuosas con el medio ambiente.

Desde la perspectiva de la resistencia, el PETG exhibe propiedades mecánicas y químicas notables. Su mayor tenacidad en comparación con el estándar PLA le confiere una resistencia superior a impactos y flexiones. Además, su resistencia química lo hace idóneo para entornos que implican exposición a productos químicos y agentes atmosféricos, ampliando su aplicación a escenarios más exigentes.

En términos de costos, es cierto que el PETG puede tener un precio ligeramente superior en comparación con filamentos más convencionales como el PLA. Sin embargo, su durabilidad y versatilidad pueden justificar este costo adicional en numerosas aplicaciones. La inversión inicial podría traducirse en beneficios a largo plazo debido a la vida útil prolongada de las impresiones realizadas con PETG.

La facilidad de adquisición y la accesibilidad son aspectos fundamentales. El PETG está ampliamente disponible en el mercado y es compatible con una extensa variedad de impresoras 3D. Su capacidad para imprimir a temperaturas moderadas y su buena adherencia a la cama de impresión son ventajas que simplifican su utilización, haciendo que sea adecuado para usuarios de todos los niveles de experiencia en el mundo de la impresión 3D.

Posteriormente se encuentra una tabla en la que se comparan diversos materiales que se pueden utilizar para realizar impresiones 3D entre las que se encuentra el precio y diversas propiedades las cuales serán representadas con el símbolo “+” entre más del mismo tenga mejor es;

Material	Densidad	Dificultad impresión	Dureza	Resistencia a térmica	Resistencia al impacto	Costo x Kg
PETG	1.27	+	+++	85	+++	\$ 890.00
PLAN ZETA	1.22	++	+++++	60	++	\$6,300
PVA	1.23	++	++	60	+	\$3,077
ACETAL	1.15	++	+	85	++++	\$427.00

Ilustración 3: Tabla Comparativa de Materiales (Tabla) Fuente: Elaboración propia.

La gestión de los sobrantes o residuos de filamento de impresión 3D, que incluyen materiales como el PETG, se ha convertido en una consideración crucial para reducir el desperdicio y promover prácticas sostenibles en la comunidad de impresión 3D. Una de las estrategias más efectivas es el enfoque en el reciclaje, que ofrece una serie de beneficios ambientales.

Muchos fabricantes de filamentos han implementado programas de reciclaje que permiten a los usuarios devolver los restos de filamento. Este proceso implica recoger los residuos de impresión 3D, especialmente aquellos fabricados con materiales como el PETG, y enviarlos de vuelta al fabricante. Estos fabricantes, a menudo, tienen instalaciones especializadas para reciclar y procesar estos materiales de manera adecuada. Al reciclar los sobrantes, se contribuye a cerrar el ciclo de vida del material, evitando que termine como desperdicio y reduciendo así la demanda de nuevos recursos.

Además de ser una opción respetuosa con el medio ambiente, el reciclaje de filamentos también puede tener beneficios económicos. Al participar en programas de reciclaje ofrecidos por los fabricantes, los usuarios pueden recibir descuentos o incentivos para futuras compras, fomentando así la participación activa en iniciativas de sostenibilidad.

En resumen, la incorporación de prácticas de reciclaje en la gestión de residuos de filamentos de impresión 3D, como el PETG, no solo ayuda a reducir el impacto ambiental, sino que también fortalece la comunidad de impresión 3D en su conjunto al fomentar un enfoque más sustentable y consciente.

Softwares Utilizados

En el dinámico mundo del diseño de drones, la selección del software adecuado puede marcar la diferencia entre el éxito y la mediocridad. En este contexto, SOLIDWORKS 2021 resalta como una elección sobresaliente, proporcionando una plataforma integral y avanzada que supera a la competencia en diversos aspectos clave.

Sólida Integración de Modelado 3D

- SOLIDWORKS 2021 destaca por su capacidad de modelado 3D, ofreciendo una plataforma intuitiva y potente para la creación de modelos precisos y detallados. La interfaz fácil de usar permite a los diseñadores esculpir virtualmente cada componente del dron con una precisión milimétrica. La integración fluida de herramientas de modelado facilita la generación de diseños complejos, brindando a los ingenieros una visión completa de la aeronave desde todos los ángulos posibles.

Eficiencia en la Creación de Planos Técnicos:

- SOLIDWORKS simplifica el proceso de generación de planos técnicos, proporcionando herramientas avanzadas de documentación que aceleran la producción de dibujos detallados. La capacidad de vincular automáticamente las vistas del modelo 3D con los planos reduce errores y garantiza una coherencia precisa entre el diseño y la documentación. Esta eficiencia se traduce en ahorro de tiempo significativo, permitiendo que los equipos de ingeniería se enfoquen más en la innovación y la optimización.

Renderización Realista y Presentación Visual:

- La capacidad de SOLIDWORKS 2021 para producir renders realistas y visualizaciones sorprendentes es una de sus características más notables. La herramienta de renderización integrada permite a los diseñadores crear imágenes fotorrealistas del dron en cuestión de minutos. Esta capacidad no solo facilita la presentación de propuestas a clientes y partes interesadas, sino que también facilita la detección de posibles problemas de diseño antes de pasar a la fase de prototipado físico.

Colaboración Sin Fronteras:

- La plataforma SOLIDWORKS 2021 va más allá del diseño individual, promoviendo la colaboración efectiva en equipos distribuidos geográficamente. La función de PDM (Product Data Management) garantiza una gestión integral de datos, permitiendo un acceso seguro y eficiente a los archivos del proyecto. Esto facilita la colaboración simultánea en el diseño del dron, promoviendo la cohesión del equipo y acelerando el tiempo de desarrollo.

Actualizaciones y Soporte Continuo:

- SOLIDWORKS se distingue por su compromiso con la mejora continua. La versión 2021 presenta actualizaciones significativas en rendimiento y funciones, manteniéndose a la vanguardia de las demandas de diseño modernas. Además, la robusta red de soporte técnico y la comunidad global de usuarios brindan un respaldo valioso, asegurando que los diseñadores cuenten con recursos para superar cualquier desafío.

Comparación con Otros Softwares:

- Al contrastar SOLIDWORKS con otras opciones en el mercado, su versatilidad y profundidad funcional lo sitúan en una posición única. La capacidad de integrar múltiples aspectos del proceso de diseño, desde modelado hasta documentación y renderización, en una única plataforma, otorga a SOLIDWORKS una ventaja competitiva.
- En resumen, SOLIDWORKS 2021 no solo es un software de diseño; es una suite completa que potencia la creatividad, eficiencia y colaboración en el desarrollo de drones. Su robustez y versatilidad hacen de SOLIDWORKS la opción superior para aquellos que buscan la excelencia en cada fase del ciclo de vida del producto.

Impresión 3D

La impresión 3D es una opción atractiva para la fabricación de prototipos de drones por varias razones:

1. **Personalización y Diseño Iterativo:** La impresión 3D permite una gran flexibilidad en el diseño. Puedes personalizar y ajustar fácilmente el diseño del dron según tus necesidades específicas. Esto facilita la creación de prototipos iterativos para mejorar el rendimiento y la eficiencia del dron.
2. **Rápido Tiempo de Prototipado:** La impresión 3D permite la creación rápida de prototipos. Puedes fabricar rápidamente diferentes iteraciones del dron para probar diversas configuraciones y realizar ajustes según sea necesario. Esto acelera el proceso de desarrollo y optimización.
3. **Costos y Ahorro de Material:** En comparación con métodos tradicionales de fabricación, la impresión 3D puede ser más económica para la producción de pequeñas cantidades de prototipos. Además, la capacidad de imprimir solo lo que se necesita reduce el desperdicio de material.

4. **Complejidad Geométrica:** La impresión 3D permite la fabricación de piezas con geometrías complejas que serían difíciles o imposibles de lograr con métodos convencionales. Esto puede ser beneficioso para optimizar la aerodinámica y la eficiencia del dron.
5. **Material PETG:** El PETG (polietileno tereftalato glicol) es un material popular para la impresión 3D debido a su durabilidad, resistencia química y facilidad de impresión. Es una opción sólida para la fabricación de drones, ya que proporciona la combinación adecuada de resistencia y peso.
6. **Reciclabilidad:** Siendo un material reciclable, el PETG es una elección consciente desde el punto de vista ambiental. La capacidad de reciclar prototipos o piezas defectuosas es importante para reducir la huella de carbono y minimizar el impacto ambiental.
7. **Facilidad de Modificación:** Si se requieren cambios en el diseño del dron durante el proceso de desarrollo, la impresión 3D permite realizar modificaciones fácilmente sin requerir herramientas o procesos adicionales.
8. **Acceso a la Comunidad de Diseño:** Existen comunidades en línea de diseñadores de impresión 3D que comparten modelos y conocimientos. Esto puede ser útil para obtener ideas, solucionar problemas y beneficiarse de la experiencia colectiva en el diseño de drones.

Aunque la impresión 3D tiene muchas ventajas, también es importante considerar las limitaciones, como el tamaño de impresión, la resistencia del material y la velocidad de producción. Sin embargo, para prototipos y pequeñas producciones, la impresión 3D suele ser una elección eficaz y eficiente.

Ultimaker Cura

Para el desarrollo de los modelos en software decidimos explorar diversas aplicaciones, pero al final decidimos decantarnos por la aplicación conocida como Ultimaker Cura como software de preparación de impresiones 3D ya que cuenta con diversas ventajas como lo pueden ser.

Interfaz Intuitiva:

- Interfaz fácil de usar para usuarios principiantes y avanzados.
- Proceso de preparación de impresión simplificado.

Amplia compatibilidad:

- Soporte para una amplia variedad de impresoras 3D, sin limitación a Ultimaker.
- Integración optimizada con impresoras Ultimaker.

Configuración Personalizada:

- Numerosas opciones de configuración para ajustar parámetros de impresión.
- Perfiles preconfigurados para diferentes materiales y escenarios.

Visualización 3D Detallada:

- Representación visual detallada del modelo y del proceso de impresión. - Simulación de impresión para identificar posibles problemas antes de imprimir. 5.

Soporte para Materiales Múltiples:

- Perfiles preconfigurados para una amplia gama de materiales de impresión.
- Facilita la impresión con diferentes tipos de filamentos.

Historial y retroceso de Configuraciones:

- Guarde un historial de configuraciones para facilitar la vuelta a ajustes anteriores.
- Permite experimentar con configuraciones sin perder preferencias previas.

Sistema de complementos:

- Arquitectura de complementos para ampliar funcionalidades según necesidades específicas. Personalización adicional a través de complementos de la comunidad.

Actualizaciones y Desarrollo Activo:

- Actualizaciones regulares con nuevas características y mejoras.
- Equipo de desarrollo activo y comunidad participativa.

Dibujo a mano alzada

El dibujo a mano alzada puede ser importante en el contexto de la investigación sobre la reducción del impacto ambiental en la fabricación de drones y su reciclaje posterior por varias razones:

1. Creatividad y Conceptualización:

- El dibujo a mano alzada puede ser una herramienta valiosa para expresar ideas de manera rápida y creativa. Antes de entrar en el modelado CAD detallado, el dibujo a mano alzada permite a los diseñadores explorar conceptos, formas y disposiciones de manera libre y sin las restricciones de la precisión técnica.

2. Comunicación Inicial de Ideas:

- En las primeras etapas del proyecto, especialmente durante la fase de conceptualización, el dibujo a mano alzada facilita la comunicación de ideas entre los miembros del equipo. Es una forma rápida y efectiva de transmitir visualmente conceptos básicos antes de pasar a representaciones más detalladas en el modelado CAD.

3. Exploración Estilística y Estética:

- Para aspectos estilísticos o estéticos del diseño, el dibujo a mano alzada proporciona una manera intuitiva de explorar diferentes estilos y formas. Puede capturar la esencia visual del dron de manera más libre y artística que el modelado CAD inicial.

4. Fomenta la Creatividad Individual:

- El acto de dibujar a mano alzada puede estimular la creatividad individual. Puede permitir a los diseñadores pensar fuera de los límites y proponer soluciones originales antes de entrar en el entorno más estructurado de un software CAD.

5. Facilita la Comunicación con No Especialistas:

- Cuando se comparte con partes interesadas no especializadas en diseño o ingeniería, un dibujo a mano alzada puede ser más accesible y comprensible que un modelo CAD complejo. Esto facilita la comunicación con el público en general o con aquellos que pueden no tener experiencia técnica.

6. Registra Anotaciones y Ideas Rápidas:

- Durante reuniones o sesiones de lluvia de ideas, el dibujo a mano alzada permite registrar anotaciones e ideas rápidas de manera visual. Puedes capturar detalles importantes y comentarios visuales de manera inmediata.

Bocetado Inicial

En la fase de bocetado inicial se reúnen las primeras líneas ideas resultantes del estudio previamente realizado en relación con el cuerpo central del dron. Se muestran diferentes bocetos que distinguen un cuerpo central aerodinámico y continuo. Además, se incluye un ala delantera de tamaño reducido, pues trata de cumplir una función más estética que aerodinámica. En la parte trasera, también se observan variantes que incorporan un pequeño alerón trasero, y otras que lo eliminan por completo.

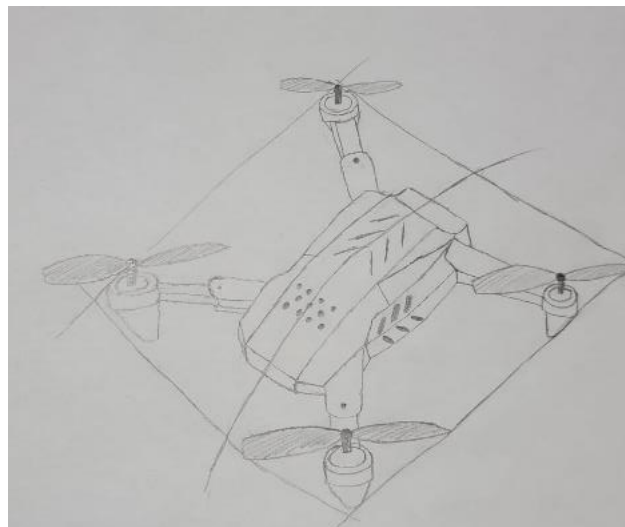


Ilustración 4: Diseño a mano alzada (imagen) Fuente: Elaboración propia.

Proceso de modelado

A continuación, se describe el proceso seguido para la creación del modelado. Este proceso no detalla exhaustivamente cada una de las piezas, ya que esa información será incluida en la justificación detallada de los elementos. La fase inicial del modelado se inicia con el desarrollo del suelo inferior, concebido para albergar la batería y las conexiones con los brazos de los rotores. En esta etapa, se ha considerado la inclusión de un espacio central diseñado para albergar una batería, aunque en nuestra implementación no colocaremos una batería; sin embargo, se dejará este espacio vacío para su posible instalación en versiones futuras. Se han añadido guías laterales de la misma altura que la batería, y se han creado orificios estratégicamente ubicados para instalar un soporte destinado a la placa base, que se posicionará encima de la batería.

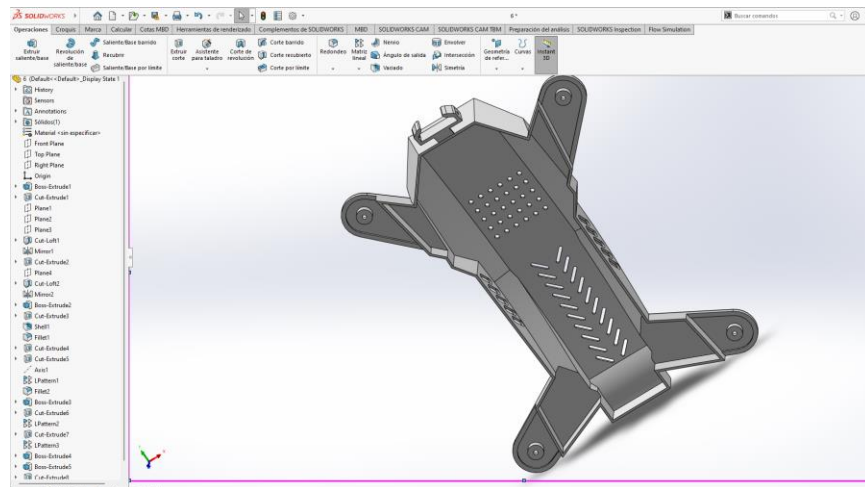


Ilustración 5: Proceso de modelado del cuerpo (imagen) Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se procede con el modelado de los brazos destinados a albergar los motores. Estos brazos se conectan al chasis a través de cuatro torres, distribuyendo cada motor a una distancia de 160 mm de su respectivo homólogo. Cada brazo consta de dos partes: la superior, que incluye el espacio designado para los tornillos, y la inferior, que cuenta con el espacio para insertar los mismos. Ambas partes poseen un hueco diseñado para acomodar el motor, y en los extremos se finaliza con la cubierta cónica de los engranajes del motor.

Como resultado final, logramos obtener un modelo de dron que satisface los criterios predefinidos. Este dron presenta una estética atractiva, especialmente gracias a su cubierta superior que, a pesar de compartir similitudes con la línea de los monoplazas, logra mantener una forma visualmente equilibrada y ligera. El peso total, calculado por el software, asciende a 65 g, excluyendo la batería, lo que confirma que se trata de un chasis compacto y liviano.



Ilustración 8: Render (imagen) Fuente: Elaboración propia

Desarrollo del prototipo

Aquí se describe detalladamente el proceso de creación y ensamblaje del prototipo, el cual se llevó a cabo mediante una secuencia de pasos clave. La fase inicial del proyecto se enfocó en el diseño de las distintas piezas del dron utilizando el software SolidWorks, una herramienta versátil y potente para la creación de modelos 3D. A través de esta plataforma, se logró obtener un modelado minucioso y preciso, teniendo en cuenta tanto la estética como la funcionalidad del dron.

Una vez completado el modelado final del prototipo, se planificaron los siguientes pasos para su fabricación. El método de fabricación elegido corresponde a la impresión 3D utilizando Ultimaker Cura, una técnica que posibilita la impresión tridimensional de las piezas utilizando PETG, un material conocido por su alta resistencia y durabilidad. Tras obtener las piezas impresas, se someten a un proceso de chorreo de arena para eliminar imperfecciones e impurezas.

A continuación, se lleva a cabo la creación de agujeros en frío en cada una de las piezas y la unión de los componentes mediante soldadura. Este paso es fundamental para asegurar la

estabilidad y cohesión del dron. Finalmente, se procede al montaje y verificación minuciosa de cada una de las partes del prototipo final.

Este enfoque integral, desde el diseño hasta la fabricación y ensamblaje, garantiza que el dron se haya construido de manera precisa y que cumpla con los estándares de calidad y funcionamiento establecidos.

Hélices

Aquí podemos mostrar las 4 hélices en el programa, se decidió poner todas juntas para ahorrar el mayor tiempo posible, es muy importante el controlar a la impresora 3D a nuestro favor.

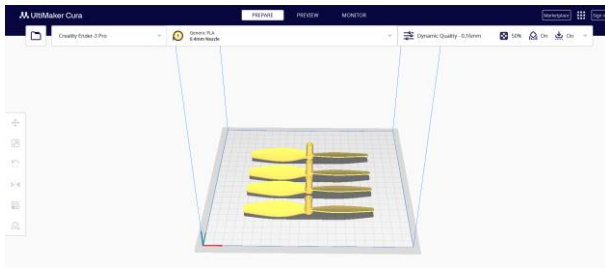


Ilustración 8: Primera Impresión de Hélices (imagen)
Fuente: Elaboración propia.

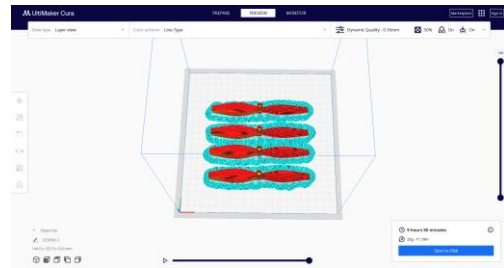


Ilustración 9: Impresión de Hélices con residuos (imagen) Fuente: Elaboración propia.

Soportes

Los soportes son una de las partes más sencillas de imprimir debido a su tamaño, decidimos imprimir todos juntos para lograr un mejor producto.

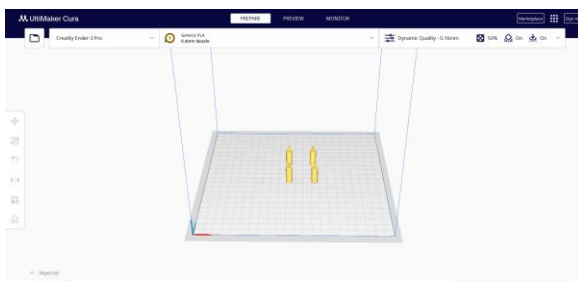


Ilustración 10: Primera Impresión de Soportes (imagen)
Fuente: Elaboración propia.

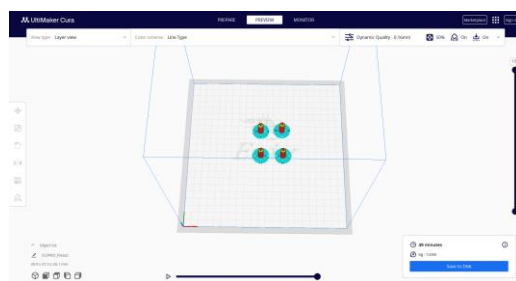


Ilustración 11: Impresión de Soportes con residuos (imagen) Fuente: Elaboración propia.

Brazos

Los Brazos de nuestro dron, tuvieron que ser impresos de una manera muy detallada, esto se debe a que deben soportar el peso de los motores y las hélices cuando se encuentren trabajando. Un factor muy importante que nos hicimos notar, es que las hélices a comparación de los demás prototipos dejan más residuos, por eso mismo al ser un material reutilizable se puede empezar a dejar en sus mismos depósitos.

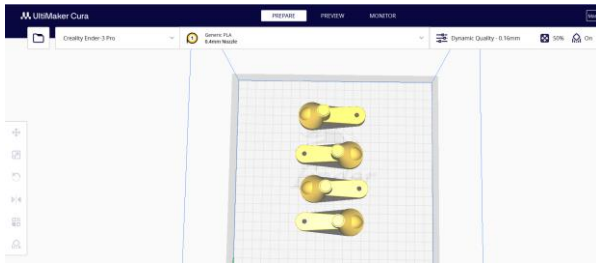


Ilustración 12: Primera Impresión de Brazos (imagen)
Fuente: Elaboración propia.

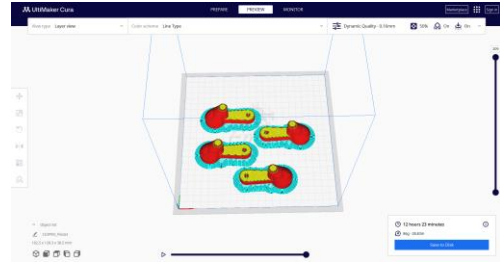


Ilustración 13: Impresión de Brazos con residuos (imagen)
Fuente: Elaboración propia.

Soporte de Hélices

Nuestro soporte no debería de ser impreso en 3D ya que es una representación a donde se deben de colocar los baleros que hagan girar las mismas hélices, pero es una muy buena representación de cómo se llegará al prototipo final.



Ilustración 13: Primera Impresión de Soporte de Hélices (imagen)
Fuente: Elaboración propia.

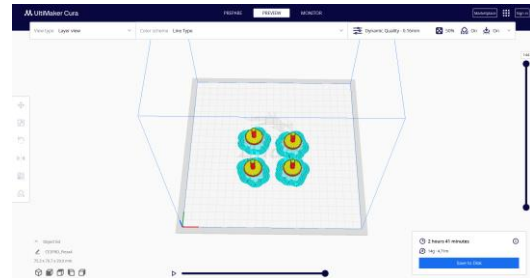


Ilustración 14: Impresión de Soporte de Hélices con residuos (imagen)
Fuente: Elaboración propia.

El cuerpo

El cuerpo de nuestro prototipo es la parte más fundamental de esta investigación debido a su gran peso, tamaño, coste y tiempo de impresión, por eso mismo, el cuerpo tomó más de un día completo para su etapa de impresión, todos los residuos que dejó el cuerpo fueron reciclados.

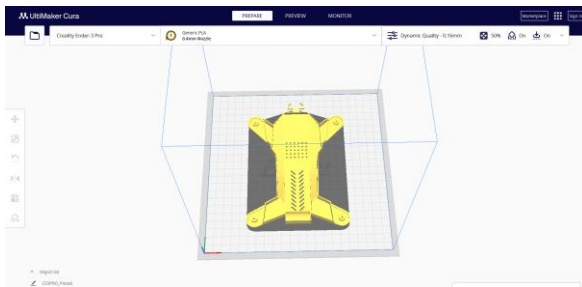


Ilustración 14: Primera Impresión del cuerpo (imagen)
Fuente: Elaboración propia.

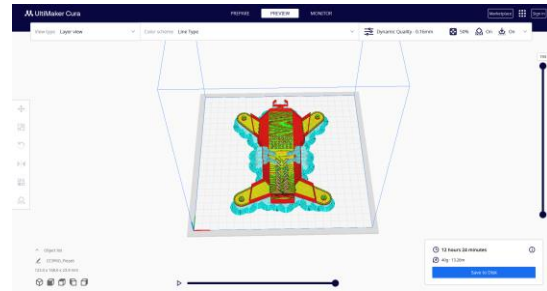


Ilustración 14: Impresión del cuerpo con residuos
(imagen) Fuente: Elaboración propia.

Equipo y aérea de trabajo

En la impresión 3D se utilizó una impresora “**Ender P202J05I14420**” la cual tiene unas propiedades bastante modernas al ser muy amplia, el encargado en realizar esta impresión fue Jorge Armando De la toba Delgado el cual se encontraba supervisando el avance de la misma.



Ilustración 15: Impresora 3D (imagen) Fuente:
Elaboración propia.

Como se ilustra en la imagen, nuestra locación de trabajo es bastante casera, esto puede proporcionar varias ventajas en el tema de comodidad ya que no se tenía la necesidad de hacer pagos de transporte.

Es importante tomar en cuenta que el estar realizando una impresión desde tu casa también tiene sus desventajas, una de esas es que, al no tener una mesa de trabajo amplia, se tenía que estar moviendo mucho las piezas. Parte de nuestro proyecto se basa en que a la hora de realizar la manufactura se pueda evitar el generar desechos, por eso mismo todos los sobrantes se tiraban a los depósitos reciclables correspondientes.



Ilustración 16: Impresora 3D en acción 1
(imagen) Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 17: Impresora 3D en acción 2
(imagen) Fuente: Elaboración propia.

Manufactura

Una vez teniendo nuestras piezas ya impresas, llega la hora de realizar el ensamble el cual será realizado por nuestro equipo de manufactura, antes de entrar a detalle con nuestro ensamble, es importante mencionar las herramientas que se utilizarán en el mismo las cuales son:

1. Lija:

- **Importancia:** La lija es crucial para preparar las superficies de las piezas impresas en 3D. Después del proceso de impresión, puede haber pequeñas irregularidades, líneas de capas visibles o imperfecciones en las superficies. La lija permite suavizar y nivelar estas áreas, asegurando que las piezas se ajusten perfectamente durante el ensamblaje. Además, contribuye a mejorar la estética del dron al proporcionar una superficie uniforme.

2. Destornillador:

- **Importancia:** Un destornillador es esencial para fijar y ajustar tornillos durante el ensamblaje. Puede utilizarse para apretar los tornillos que unen las diferentes partes del dron, como los motores a los brazos o la cubierta al chasis. La elección del tipo y tamaño adecuado de destornillador es crucial para garantizar un apriete adecuado y la integridad estructural del dron.

3. Kola Loka o Top (Adhesivo Instantáneo):

- **Importancia:** Este tipo de adhesivo instantáneo, como Kola Loka o Top, puede ser útil para fijar componentes que no están destinados a moverse después del ensamblaje. Por ejemplo, podría ser utilizado para asegurar pequeñas piezas decorativas, soportes no móviles o para proporcionar una sujeción adicional en áreas específicas. Es importante utilizarlo con moderación y precisión, ya que se seca rápidamente.

4. Tornillos:

- **Importancia:** Los tornillos son elementos de fijación esenciales que mantienen unidas las diferentes partes del dron. Pueden ser utilizados para unir los brazos a la base, sujetar la cubierta al chasis, o para fijar los motores a sus ubicaciones designadas. La elección de tornillos adecuados en términos de longitud y resistencia es crucial para garantizar la solidez y estabilidad del ensamblaje.

En conjunto, estas herramientas aseguran un ensamblaje preciso y robusto del dron. La lija perfecciona las superficies, el destornillador garantiza la sujeción adecuada, el adhesivo instantáneo proporciona una fijación firme en áreas específicas, y los tornillos son los elementos fundamentales de unión. Utilizar estas herramientas de manera adecuada contribuirá a la calidad, estabilidad y funcionalidad del dron final.

Ensamble

El ensamblaje no pudo ser realizado debido a la falta de tiempo, lo cual es una pena debido a que se buscaba terminar de manera concreta el prototipo, esperamos que en un futuro se puedan mejorar los tiempos del mismo.

Igualmente les mostramos la mayor parte del adelante que tenemos, es bastante importante ilustrar los avances del mismo.



Ilustración 18: Ensamble (imagen) Fuente: Elaboración propia.

Discusión

Uno de los problemas más grandes que se llegó a tener en el diseño CAD fue la falta de precisión de los diseños a mano alzada, las medidas no fueron muy favorables. Al realizar una impresión en 3D, uno de los factores más importantes es el grosor, ya que a la hora de la extrusión la hélice se quebraba y no lográbamos tener el resultado esperado, como se utilizó el programa Solid Works, se pudo editar el grosor de la hélice para solucionar ese problema.

El hecho de usar una impresora 3D representa que, al cometer algún fallo, son horas perdidas de impresión, por lo tanto, se tiene que actuar de manera rápida y precisa.

Al no tener un espacio propio para realizar la manufactura, se tuvo que recurrir a llevar la impresora 3D a la casa de uno de nuestros compañeros, al pasar eso, se perdió tiempo el cual se recuperará al imprimir las 24 horas del día, en vez de solo las 8 horas que nos prestaban la impresora en el taller.

Conclusión

En el curso de nuestra conversación, hemos explorado diversos aspectos relacionados con la investigación, diseño y fabricación de un dron de uso general no funcional reciclable. Desde la identificación de los problemas ambientales asociados con la contaminación generada por la industria hasta la conceptualización y modelado detallado del prototipo, cada fase ha sido un viaje fascinante.

La investigación nos ha llevado a cuestionarnos cómo la innovación en la fabricación de drones puede contribuir a la sostenibilidad ambiental. La elección de materiales reciclables, como el PETG, y el proceso de impresión 3D no solo destacan la importancia de la tecnología en este campo, sino que también resaltan la responsabilidad de diseñadores e ingenieros en la mitigación de impactos ambientales negativos.

La importancia de herramientas como SolidWorks, Ultimaker Cura, lijas, destornilladores y adhesivos se evidencia en la sinergia necesaria para convertir un concepto en un prototipo tangible. Desde el modelado CAD hasta la fabricación y ensamblaje, cada herramienta desempeña un papel crucial en la transformación de una idea en un producto concreto.

El planteamiento del problema, centrado en reducir el impacto ambiental en la fabricación y reciclaje de drones, nos ha llevado a considerar la magnitud de la investigación. No solo se trata de crear un producto funcional, sino de influir en la mentalidad de la industria hacia prácticas más sostenibles.

En el análisis del proceso de modelado, la importancia del dibujo a mano alzada se destacó como un medio para fomentar la creatividad y comunicar ideas de manera más accesible. A través del modelado CAD y la impresión 3D, hemos vislumbrado el potencial de la tecnología para transformar conceptos abstractos en objetos físicos.

En el ensamblaje del prototipo, desde la elección de herramientas hasta la selección de materiales, se enfatiza la interconexión de cada elemento en la creación de un producto

integral. La atención a los detalles, la precisión en el uso de las herramientas y la consideración de la sostenibilidad resaltan la complejidad y responsabilidad inherente al proceso.

En conclusión, este viaje nos ha llevado más allá de la mera creación de un dron. Nos ha sumergido en un proceso de pensamiento crítico, innovación tecnológica y conciencia ambiental. La investigación y diseño de un dron no son solo actividades técnicas, sino un ejercicio que impulsa cambios en la percepción y prácticas de fabricación. Cada herramienta, cada decisión, y cada elección de material reflejan no solo el estado actual de la tecnología, sino también la dirección hacia un futuro más sostenible e innovador.

Referencias

- Alejandro, A. M. S. (2017). *Adecuación de la estructura morfológica de un drone aeronáutico con fines de exploración y monitoreo de fauna*. <https://repositorio.pucesa.edu.ec/handle/123456789/1917>
- Alsrehin, N. O., Klaib, A. F., & Magableh, A. A. (2019). Intelligent Transportation and Control Systems using data mining and Machine learning techniques: A Comprehensive study. *IEEE Access*, 7, 49830-49857. <https://doi.org/10.1109/access.2019.2909114>
- Castro, C. C., Gómez, J., Martín, J. D., Sánchez, B. A. H., Cereijo, J. L., Tuya, F. A. C., & Varela, R. A. D. (2020). An UAV and satellite multispectral data approach to monitor water quality in small reservoirs. *Remote Sensing*, 12(9), 1514. <https://doi.org/10.3390/rs12091514>
- Dérpich, I., & Rey, C. (2023). Drone optimization in factory: Exploring the minimal level vehicle routing problem for efficient material distribution. *Drones*, 7(7), 435. <https://doi.org/10.3390/drones7070435>
- El Diario de Sonora. (2020a, junio 16). Drones repartidores, con potencial en México - El diario de Sonora. *El Diario de Sonora - Un periodico de verdades*. <https://eldiariodesonora.com.mx/drones-repartidores-con-potencial-en-mexico/>
- El Diario de Sonora. (2020b, junio 16). Drones repartidores, con potencial en México - El diario de Sonora. *El Diario de Sonora - Un periodico de verdades*. <https://eldiariodesonora.com.mx/drones-repartidores-con-potencial-en-mexico/>
- Formizable. (2019, 27 noviembre). *Cómo construir tu propio drone quadcopter*. Formizable. <https://formizable.com/como-construir-tu-propio-drone-quadcopter/>
- Frąckiewicz, M. (2023, 6 mayo). *Examinando el impacto ambiental de los drones*. TS2 SPACE. <https://ts2.space/es/examinando-el-impacto-ambiental-de-los-drones/>
- Jain, S., Ahuja, N. J., Srikanth, P., Bhadane, K. V., Nagaiah, B., Kumar, A., & Konstantinou, C. (2021). Blockchain and autonomous vehicles: recent advances and future directions. *IEEE Access*, 9, 130264-130328. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3113649>

- Melo, M. F. (2023, 24 mayo). El mundo está inundado de residuos plásticos. *Statista Daily Data*. <https://es.statista.com/grafico/30051/produccion-mundial-de-residuos-plasticos-por-tipo/>
- ¿Qué es el PETG? (s. f.). https://filament2print.com/es/blog/49_petg.html
- Quimiadmin. (2017, 11 septiembre). *Más que reciclar botellas: Usos del PETG – blog*. <https://quimiaplastic.com.mx/blog/2017/09/11/usos-del-petg/>
- Urbanas, O. (2020, 25 mayo). *UrbanBees: La contaminación en beneficio de la sociedad*. RPAS Drones. <https://www.rpas-drones.com/urbanbees-contaminacion-beneficio/>
- Vega, U.-. M. (2019a, mayo 14). *#Ecotech: Drones, los nuevos aliados del medio ambiente*. unocero. <https://www.unocero.com/gadgets/drones-aliados-del-medio-ambiente/>
- Vega, U.-. M. (2019b, mayo 14). *#Ecotech: Drones, los nuevos aliados del medio ambiente*. unocero. <https://www.unocero.com/gadgets/drones-aliados-del-medio-ambiente/>