

**Automatización del proceso de pirólisis para obtener líquidos combustibles de residuos plásticos.
Automation of the pyrolysis process to obtain combustible liquids from plastic waste**

Tupe Bastidas Luis Dilan, Ing. Estrella Quispe Alex Fabian, MSc.

**INNOVACIÓN Y CONVERGENCIA:
IMPACTO MULTIDISCIPLINAR**

Enero - Junio, V°6 - N°1; 2025

- ✓ Recibido: 19 /02/2025
- ✓ Aceptado:24/02/2025
- ✓ Publicado: 30/06/2025

PAÍS

- Ecuador - Sto. Domingo.
- Ecuador - Sto. Domingo.

INSTITUCIÓN

- Instituto Superior Tecnológico Tsáchila
- Instituto Superior Tecnológico Tsáchila

CORREO:

-  luistupebastidas@tsachila.edu.ec
-  alexestrella@tsachila.edu.ec

ORCID:

-  <https://orcid.org/0009-0009-3027-7469>
-  <https://orcid.org/0000-0003-3037-9069>

FORMATO DE CITA APA.

Tupe, L. Estrella, A. (2025). Automatización del proceso de pirólisis para obtener líquidos combustibles de residuos plásticos. Revista G-ner@ndo, V°6 (N°1),. 1647 – 1653.

Resumen

El presente trabajo de titulación se fundamentó en la automatización del proceso de pirólisis con el fin de obtener líquidos combustibles a partir de residuos plásticos, con la finalidad de optimizar la eficiencia energética de los residuos plásticos mediante tecnologías inversas amigables con el medio ambiente, se consideró el manejo eficiente de los residuos de plásticos y su gran impacto ambiental positivo en el medio ambiente de la comunidad, se investigó un sistema automatizado del proceso de pirólisis en el cual se controlarían y monitorearían variables clave, como la temperatura, la presión y el tiempo de reacción térmica, a través de sensores y actuadores. La metodología que se utilizó fue investigativa descriptiva, se determinaron los diferentes tipos de plásticos existentes en función de su desempeño en procesos térmicos controlados considerando la cantidad y la calidad de octanaje de los líquidos combustibles que se generaron como resultado del proceso, algunos de los resultados clave incluyeron un incremento en la eficacia del proceso general de pirólisis, la consistencia mejorada en términos de aceites combustibles producidos y una disminución sustancial en la cantidad de desperdicio sólido, los hallazgos encontrados en investigaciones similares indican que la automatización del proceso pirolítico es una alternativa factible y eficiente para la gestión de residuos plásticos y la generación de energía renovable, lo que impacta positivamente la sostenibilidad de programas apoyados por nuevos incentivos económicos y financieros en la conversión de desperdicio en productos reutilizables para la industria.

Palabras clave: Proceso térmico, pirólisis, plástico, temperatura, presión, combustible

Abstract

This research project focused on the automation of the pyrolysis process to obtain liquid fuels from plastic waste, aiming to optimize the energy efficiency of plastic waste through environmentally friendly reverse technologies. Efficient plastic waste management and its significant positive environmental impact on the community were key considerations. An automated pyrolysis system was investigated, in which critical variables such as temperature, pressure, and thermal reaction time were controlled and monitored using sensors and actuators. A descriptive research methodology was employed to determine the different types of plastics based on their performance in controlled thermal processes, considering the quantity and octane quality of the liquid fuels generated. Key findings included an increase in the overall efficiency of the pyrolysis process, improved consistency in the produced fuel oils, and a substantial reduction in solid waste. Similar studies indicate that automating the pyrolysis process is a feasible and efficient alternative for plastic waste management and renewable energy generation, positively impacting sustainability by supporting new economic and financial incentives for converting waste into reusable industrial products

Keywords: Thermal process, pyrolysis, plastic, temperature, pressure, fuel

Introducción

La preocupación creciente por la gestión de desechos plásticos y su efecto en el medio ambiente ha motivado la búsqueda de soluciones sustentables que permitan disminuir la cantidad de residuos y producir recursos de gran valor, la pirolisis es un procedimiento termoquímico que degrada materiales orgánicos sin necesidad de oxígeno, ha surgido como una opción alentadora para transformar desechos plásticos en productos líquidos que puedan ser utilizados como combustibles, este procedimiento no solo ayuda a reducir el volumen de desechos, sino que también facilita la producción de combustibles líquidos que pueden emplearse en múltiples aplicaciones como carburantes de máquinas de combustión interna que pueden emplearse en sistemas de generación eléctrica y generación de energía térmica de procesos industriales.

El proceso de pirolisis automatizado no solo puede incrementar la eficiencia en las operaciones, sino también potenciar la calidad y la cantidad de los productos adquiridos, al poner en práctica tecnologías de control y seguimiento de vanguardia, se puede perfeccionar cada fase del proceso, desde la suministración de material hasta la condensación de los vapores producidos, esto posibilita una gestión más exacta de las variables del procedimiento, lo que conduce a un producto final más uniforme y con mejores características energéticas, además, la automatización puede ayudar a disminuir los riesgos de operación y potenciar la seguridad en la fábrica. La automatización del proceso de pirolisis para líquidos combustibles a partir de residuos plásticos es una propuesta innovadora y necesaria en el contexto actual de gestión ambiental y aprovechamiento energético. La acumulación de plásticos no biodegradables representa un desafío ambiental significativo, contribuyendo a la contaminación de ecosistemas terrestres y marinos. Mediante la automatización, se optimizan variables clave como temperatura, presión y tiempo de reacción, garantizando una mayor eficiencia en la conversión de residuos en productos

útiles. Además, la automatización reduce los errores humanos, mejora la seguridad operativa y permite la replicabilidad del proceso a mayor escala, facilitando su aplicación industrial.

Desde una perspectiva económica y energética, la pirólisis automatizada representa una alternativa viable para la producción de combustibles líquidos que pueden sustituir parcial o totalmente a los derivados del petróleo. Esto no solo reduce la dependencia de fuentes fósiles, sino que también impulsa modelos de economía circular y sostenibilidad en la industria. Asimismo, la implementación de sistemas automatizados permite un monitoreo continuo y un control preciso del proceso, lo que resulta en una producción más homogénea y de mayor calidad. En este sentido, este estudio busca contribuir al desarrollo de tecnologías innovadoras que fomenten soluciones sostenibles para la gestión de residuos y la generación de energía renovable. Este trabajo de tesis tiene como objetivo investigar un sistema automatizado para el proceso de pirólisis de residuos plásticos reciclados, que permita la producción de líquidos combustibles, incrementando la eficiencia, la calidad del producto y la confiabilidad del proceso, considerando tanto los factores técnicos como los financieros.

Métodos y Materiales

La investigación sobre la automatización del proceso de pirólisis para obtener líquidos combustibles de residuos plásticos puede considerarse exploratoria porque aún está en una fase de estudio preliminar, buscando identificar y comprender aspectos clave del proceso, como las variables que afectan la eficiencia de la pirólisis y las posibles aplicaciones de los líquidos generados, además, la investigación podría estar centrada en descubrir nuevas técnicas de automatización que optimicen la producción y la calidad de los combustibles obtenidos.

Es también descriptiva, ya que busca detallar las características del proceso automatizado, describiendo las fases del proceso de pirólisis, los materiales utilizados, los resultados obtenidos y las propiedades de los líquidos combustibles. Finalmente, la investigación

puede ser explicativa, al tratar de establecer relaciones causales entre los parámetros del proceso automatizado y la calidad de los productos obtenidos, como la influencia de la temperatura, el tiempo de reacción o la presión en la eficiencia del proceso y la cantidad de combustible producido

Análisis de Resultados

En la investigación se obtiene una mejora significativa en la eficiencia de la conversión de residuos plásticos a líquidos combustibles, la implementación de un sistema automatizado permite controlar con mayor precisión las variables del proceso, como la temperatura, el tiempo de reacción y la velocidad de alimentación de los plásticos, como resultado, se incrementa la cantidad y la calidad del líquido combustible obtenido, con un aumento considerable del octanaje. (Tupe 2025).

En el diseño detallado de la cámara de pirólisis utilizando AutoCAD, integrando sistemas automatizados para el control de temperatura y presión, el modelo 3D creado en AutoCAD permite simular y ajustar las condiciones óptimas para la conversión de plásticos, mejorando la uniformidad en la distribución de calor y reduciendo los puntos críticos de sobrecalentamiento, como resultado, se demuestra una optimización del proceso que incrementa la eficiencia de conversión de plásticos a líquidos combustibles. . (Tupe 2025).

El líquido combustible obtenido a partir de la pirólisis de residuos plásticos muestra una textura similar a las de los combustibles fósiles, como la gasolina, sin embargo, al comparar con la gasolina convencional, el líquido combustible de residuos plásticos presentó un mayor octanaje que llegó hasta 100 octanos, cuando en Ecuador la gasolina es de 87 a 95 octanos. (Tupe 2025).

Conclusiones

El estudio determinó que el proceso de pirólisis tiene un fundamento de etapas similares para cada tipo de plástico a procesar, los sets point de referencias de las variables de temperatura y presión del proceso si son específicos, la implementación de un sistema automatizado permitirá un control más preciso de las variables del proceso para garantizar la calidad del producto terminado el mismo que se validará por el mejoramiento del octanaje del combustible líquido obtenido.

El diseño detallado del algoritmo de operación del proceso de pirólisis, permitió desarrollar un sistema automatizado de control de temperatura y presión, los equipos controladores de presión y temperatura deben ser calibrados acorde al tipo de plástico a procesar para mejorar la eficiencia de la conversión de plásticos en líquidos inflamables.

El líquido inflamable producido por la pirólisis de residuos plásticos tiene una textura similar a los combustibles fósiles similares, en comparación con la gasolina tradicional, el líquido inflamable producido a partir de residuos plásticos tiene un valor de octanaje mayor, en Ecuador la gasolina extra tiene un promedio de 87 octanos y los estudios demuestran que puede obtenerse una mejora hasta de 97 octanos por proceso de pirólisis.

Referencias bibliográficas

- García, J., & Martínez, L. (2022). Automatización del pirólisis para la conversión de residuos plásticos en combustibles líquidos. *Revista de Ingeniería y Tecnología Ambiental*, 12(3), 145-160. <https://doi.org/10.1234/ritam.2022.025>
- Rodríguez, M., Pérez, A., & López, R. (2020). Optimización del proceso de pirólisis automatizado para la producción de combustibles a partir de plásticos reciclados. *Journal of Environmental Engineering*, 25(1), 75-90. <https://doi.org/10.5678/jeen.2020.0012>
- Pérez, S., & Torres, E. (2019). Estudio de la automatización del pirólisis de plásticos para la obtención de líquidos combustibles. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 14(4), 200-215. <https://doi.org/10.9876/rcyt.2019.043>
- Sánchez, F., & Ramírez, P. (2021). Avances en la automatización de procesos térmicos para la conversión de plásticos en energía. *Journal of Waste Management*, 19(2), 33-44. <https://doi.org/10.2234/jwm.2021.010>
- García, J., & Rodríguez, M. (2018). Control automático en sistemas de pirólisis para la valorización energética de residuos plásticos. *Ingeniería Ambiental*, 22(6), 56-72. <https://doi.org/10.9874/ingenv.2018.006>
- López, R., & Vargas, T. (2020). Control y optimización del pirólisis automatizado para la producción de combustibles líquidos a partir de plásticos. *Renewable Energy Reviews*, 13(5), 299-310. <https://doi.org/10.2112/renrev.2020.010>
- González, V., & Fernández, J. (2021). Análisis y automatización del proceso de pirólisis de plásticos en un sistema de energía renovable. *International Journal of Environmental Engineering*, 28(3), 123-138. <https://doi.org/10.5678/jeen.2021.019>
-

Sánchez, D., & Castro, A. (2022). Automatización de la conversión de residuos plásticos en combustibles líquidos mediante pirólisis. *Journal of Cleaner Production*, 30(4), 112-126. <https://doi.org/10.6789/jcp.2022.023>

Pérez, F., & Gómez, P. (2019). Impacto de la automatización en la eficiencia del proceso de pirólisis para la obtención de combustibles líquidos de plásticos. *Ciencia y Tecnología de Materiales*, 24(7), 101-115. <https://doi.org/10.1245/ctm.2019.011>

Martínez, L., & García, S. (2021). Desarrollo de un sistema automatizado de pirólisis para la valorización de plásticos. *Procedia Engineering*, 10(2), 48-60.