



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Análisis bibliométrico sobre los métodos de pirólisis de residuos plásticos de polietileno de baja densidad y polipropileno

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Ambiental**

**AUTORES:**

Orejuela Soto, Maria Alejandra (orcid.org/0000-0003-0968-8107)

Otiniano Santillan, Adrian Franco (orcid.org/0000-0002-0906-3169)

**ASESOR:**

MsC. Silva Chuquipoma, Diego Honorato (orcid.org/0000-0001-9561-087X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2022

## DEDICATORIA

A nuestras familia y amigos por el apoyo y consejos, en general a todos los que estuvieron para motivarnos en seguir adelante y culminar con éxito nuestro trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

Primero a Dios por darme salud y sabiduría ya que sin él nada sería posible, a mis padres por la dedicación, consejos y valores, a nuestro asesor por la paciencia y comprensión brindada.

**María Alejandra Orejuela Soto**

A Dios por darme vida y salud, a mi madre por estar siempre para mí y guiarme día a día, a mis maestros por las enseñanzas y transferir sus conocimientos, y una mención especial a la compañía de bomberos Víctor Larco Herrera N° 224 por ser mi segundo hogar.

**Adrian Franco Otiniano  
Santillan**

## Índice de contenidos

Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1. Tipo y diseño de investigación .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de categorización.....</b>	<b>10</b>
<b>3.3. Escenario de estudio .....</b>	<b>10</b>
<b>3.4. Participantes .....</b>	<b>11</b>
<b>3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>11</b>
<b>3.6. Procedimientos.....</b>	<b>11</b>
<b>3.7. Rigor científico.....</b>	<b>13</b>
<b>3.8. Método de análisis de la Información.....</b>	<b>14</b>
<b>3.9. Aspectos éticos .....</b>	<b>14</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>16</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>23</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>24</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>25</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>36</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación de plásticos	7
<b>Tabla 2.</b> Estrategia de búsqueda	12
<b>Tabla 3.</b> Criterios de Inclusión y Exclusión	12
<b>Tabla 4.</b> Matriz apriorística	14
<b>Tabla 5.</b> Condiciones de los métodos de pirólisis de polietileno de baja densidad y polipropileno.	16
<b>Tabla 6.</b> Métodos de pirólisis de los residuos plásticos según la metodología empleada por los autores.	17
<b>Tabla 7.</b> Productos obtenidos en los diversos métodos de pirólisis de residuos plásticos.	18
<b>Tabla 8.</b> Ventajas y desventajas que poseen los métodos de pirólisis.	20

## **Índice de figuras**

Figura 1. Diagrama de procedimiento.	11
Figura 2. Proceso de recolección de investigaciones	13

## **Resumen**

El plástico es un material muy empleado por su bajo costo de producción y su alta demanda generando millones de toneladas de residuos. El estudio tiene por objetivo principal comparar los métodos de pirólisis en los residuos plásticos elaborados de polietileno de baja densidad y polipropileno para ver cuál de ellos es el mejor método para obtener productos líquidos, sólidos y gaseosos. Se obtuvieron 461 artículos para el análisis bibliométrico, se escogieron 20 representativos teniendo en cuenta la cantidad de citas. Los resultados fueron los métodos de pirólisis (lenta, rápida, térmica, con reactores y catalítica), las condiciones en las que se realizaron, productos obtenidos (Aceite derivado del plástico, Cera residual, gases). Se concluyó que la pirólisis lenta es el mejor método para obtener productos líquidos (metanol), ya que la pirólisis rápida da productos gaseosos de la síntesis del metanol y carbón vegetal; la pirólisis térmica, pirólisis con reactores y catalítica se relacionan entre sí, ya que la pirólisis térmica es la base para implementar las otras; los reactores brindan gran transformación de la materia en tres categorías de productos: líquido, sólido y gaseoso, sumándole a eso catalizadores logrando reducir la energía de activación para obtener productos de mejor calidad.

### **Palabras claves:**

Pirólisis, Pirólisis catalítica, residuos plásticos

## **Abstract**

Plastic is a widely used material due to its low production cost and its high demand, generating millions of tons of waste. The main objective of the study is to compare the pyrolysis methods in plastic waste made from low-density polyethylene and polypropylene to see which of them is the best method to obtain liquid, solid and gaseous products. 461 articles were obtained for the bibliometric analysis, 20 representative ones were chosen taking into account the number of citations. The results were the pyrolysis methods (slow, fast, thermal, with reactors and catalytic), the conditions in which they were carried out, products obtained (oil derived from plastic, residual wax, gases). It was concluded that slow pyrolysis is the best method to obtain liquid products (methanol), since fast pyrolysis gives gaseous products from the synthesis of methanol and charcoal; thermal pyrolysis, pyrolysis with reactors and catalytic are related to each other, since thermal pyrolysis is the basis for implementing the others; The reactors provide great transformation of matter into three categories of products: liquid, solid and gaseous, adding to that catalysts, managing to reduce the activation energy to obtain better quality products.

## **Keywords:**

Pyrolysis, Catalytic Pyrolysis, plastic waste



## I. INTRODUCCIÓN

Los plásticos por el bajo costo y la facilidad de fabricación, así como las aplicaciones con las que cuentan, se convirtió actualmente en el material más empleado en varios campos, como en la construcción, medicina, ingeniería, embalaje, entre otras; llegó a involucrarse al nivel de ser indispensable en la vida moderna (Gu et al. 2017, p. 4), logrando que la gran demanda aumente la producción de este con el pasar de los años; solo en el año 2015 en el mundo se produjeron 322 millones de toneladas (Plastics Europe 2016, p. 15), para el 2018 la elaboración de plástico llegó los 359 millones de toneladas y siguió incrementando, de tal manera que, para el 2019 se produjeron 368 millones de toneladas, siendo Asia el continente con mayor producción de plásticos, teniendo el 51% de la producción total; se sabe que, China es el país con la mayor producción de plásticos contando con el 31% de plásticos (Plastics Europe 2019, p. 6).

Si bien América del sur es el continente con menor producción de plásticos en el mundo es importante destacar que solo en Perú cada año se producen aproximadamente 3 mil millones de unidades de bolsas plásticas (MINAM 2020, p. 2). Se sabe que existen diversos tipos de plásticos en estos lo que mayor producción tienen son: polietileno (PE) (36 %), polipropileno (PP) (21 %) y Policloruro de vinilo (PVC) (12 %) (Geyer et al. 2017, p. 7).

Únicamente en Lima Metropolitana y el Callao se genera el 46 % de los residuos totales a nivel nacional o lo que equivale a 886 toneladas. La media de uso de plástico por persona es de 30 kilogramos y con respecto a las bolsas plásticas se utilizan alrededor de 3000 millones al año o unas 6000 bolsas por minuto (MINAM 2020, p. 6). Actualmente el avance de la ciencia y tecnología ha logrado solucionar diversos problemas a los que estamos enfrentamos, por ello la ingeniería toma a la pirólisis de plásticos como la solución más óptima, ya que es un proceso en la que ocurre una degradación térmica de moléculas poliméricas en ausencia de oxígeno a alta temperatura y presión, transformándose en diferentes productos (Dan et al. 2021, p.9) Frente a esta realidad problemática se planteó el siguiente problema de la investigación: ¿Cuáles son las diferencias entre los

métodos de pirólisis que se pueden realizar en los residuos plásticos elaborados de polietileno de baja densidad y polipropileno?. Como problemas específicos se plantean:

**PE1:** ¿Cuáles son los principales reactores y catalizadores empleados en la pirólisis para residuos plásticos de polietileno de baja densidad y polipropileno?

**PE2:** ¿Cuáles son los productos obtenidos en los métodos de pirólisis para residuos plásticos de polietileno de baja densidad y polipropileno?

**PE3:** ¿Cuáles son ventajas y desventajas de los métodos de pirólisis de residuos plásticos de polietileno de baja densidad y polipropileno?

La presente investigación tiene justificación teórica, debido a que se investigará el conocimiento que ya está establecido sobre pirólisis de residuos plásticos de polietileno de baja densidad y polipropileno, buscando aportar al problema de los plásticos en el mundo, teniendo como finalidad servir de base a futuras investigaciones para la identificación de tecnologías eficientes en cuanto a los residuos plásticos. Como justificación ambiental, se buscó fomentar la relevancia de la pirólisis como una alternativa a la situación problemática del medio ambiente, debido a que, en nuestro país los plásticos son un importante contaminante. Asimismo, presenta una justificación metodológica porque el desarrollo de la investigación ofrece información sobre la pirólisis de residuos plásticos de polietileno de baja densidad y polipropileno.

De la misma manera el objetivo general fue el comparar los métodos de pirólisis que se pueden realizar en los residuos plásticos elaborados de polietileno de baja densidad y polipropileno; y como objetivos específicos:

**OE1:** Identificar los principales reactores y catalizadores usados en la pirólisis de residuos plásticos de polietileno de baja densidad y polipropileno

**OE2:** Identificar los productos obtenidos en los métodos de pirólisis de residuos plásticos de polietileno de baja densidad y polipropileno

**OE3:** Explicar las ventajas y desventajas que poseen los métodos de pirólisis de residuos plásticos de polietileno de baja densidad y polipropileno

Para concluir se formuló como hipótesis general que el análisis bibliométrico sobre los métodos de pirólisis son diversos para los residuos plásticos elaborados de polietileno de baja densidad y polipropileno.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes, según Mohamed (2021, p. 3) Analizó los avances que se dieron en los procesos de conversión termoquímica de desechos plásticos, en el cual estudia la pirólisis con plasma o gasificación por plasma, gasificación de agua supercrítica, irradiación de microondas - pirólisis asistida, así mismo estudia el comportamiento de degradación térmica de los residuos plásticos, llegando a la conclusión que todos los procesos recientes para la degradación de residuos plásticos son métodos viables para la reducción de los residuos, así como convertir los desechos plásticos en productos químicos de valor agregado.

Abnisa y Adeniyi (2021, p. 4) describió los tipos de residuos plásticos que estudiaron: Cloruro de polivinilo (PVC), Polietileno de alta densidad (HDPE), Polietileno de baja densidad (LDPE), Poliestireno (PS), Polipropileno (PP) y por último el Tereftalato de polietileno (PET), los cuales se transformaron en combustible a través de la pirólisis catalítica, los resultados obtenidos fueron que en un rango de 400 - 500 °C en condiciones de alta velocidad de calentamiento, donde casi todos los plásticos en excepción del PET tuvieron un rendimiento líquido superior al 50%, donde se llegó a la conclusión que mediante la pirólisis de plásticos de desecho, se pudo producir una gama de hidrocarburos valiosos potencialmente considerados como combustibles y materias primas químicas valiosas.

Bhasha et al. (2021, p. 3) nos muestran cómo se transformaría nuestro planeta si seguimos sin entender la gravedad y empezamos actuar, así mismo analizando los tipos de plásticos nos da como solución la aplicación de pirólisis para la transformación de estos en combustible, llegando a la conclusión que para poder realizar una buena transformación de los plásticos se debe estudiar sus propiedades ya que algunos producen gases corrosivos como el cloruro de hidrógeno que son peligrosas tras la combustión del PVC.

Kaminsky (2021, p. 2) estudió diferentes tipos de plásticos, pero los que más destacamos son el polietileno y polipropileno que a temperaturas de 400 - 550 °C se transforman en principalmente productos cerosos, a temperaturas de 700 °C se transforman en gas y petróleo, dando como resultados que ambos plásticos son los

que más productos dan, por otro lado, en el caso del poliestireno, la tasa de estireno recuperado se limita a aproximadamente el 77% en peso.

Kremer et al. (2021, p. 5) en su artículo mencionó el proceso de pirólisis de los plásticos no reciclables, incluidos "otros" plásticos sobre catalizadores comerciales de zeolita (Fe-ZSM y FCC), utilizó como método la pirólisis con dos tipos de catalizadores: primero fue un catalizador de craqueo catalítico de fluido fresco (FCC) (Grace). El segundo catalizador contenía óxido de hierro (III) ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) cargado en soporte de zeolita ZSM-5 (Grace) etiquetado como Fe-ZSM, dando como resultado que el uso de catalizador afecta la viscosidad del condensado (de cera a aceite).

Armenise et al. (2021, p. 2) analizó diferentes estudios para identificar tendencias de investigación, temas candentes y nuevas dinámicas entre campos de investigación, países e investigadores, a través del método PRISMA, este requiere seguir cuatro pasos sistemáticos: identificación, selección, elegibilidad y síntesis cualitativa, y completar una lista de verificación final, después de analizar los documentos llegan a la conclusión que la infraestructura y las tecnologías actuales tienen una capacidad limitada para seleccionar y transformar todos los diversos tipos de plásticos en materias primas de alto valor por lo que un estudio previo de cada uno haría más fácil la selección y separación para el aprovechamiento completo.

Abdy et al. (2022, p. 3) Realizó una comparación y discusión de los métodos actuales de gestión de residuos plásticos y la necesidad para nuevas capacidades de reciclaje sostenible e investigar el desarrollo de la pirólisis térmica para las poliolefinas de residuos plásticos más abundantes, polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno de alta densidad (HDPE) y polipropileno (PP), con un enfoque directo en los productos de cera pesada. Teniendo como resultado que el uso de plásticos poliolefinicos reciclados en pavimentos flexibles es una ruta práctica ya que tiene la capacidad de incorporar altos volúmenes de plásticos, además de reducir el costo de los materiales vírgenes, así como en su uso en la modificación de ligantes asfálticos y mezclas posteriores.

Peng et al. (2022, p. 2) mencionó que los esfuerzos de investigación fundamental y aplicada para la elaboración de productos de importancia a partir de la pirólisis catalítica de los desechos plásticos y su óptimo manejo para instruir el ímpetu tecnológico y a su vez económico que son necesarios para lograr una economía circular, explica los tipos de reciclaje que existen, así como la pirólisis de polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LDPE), PVC, PP y PS. tiene como resultado que el PS es particularmente adecuado para la pirólisis catalítica debido a su alto rendimiento de aceite líquido y aromático en comparación con PET, PE, PVC y PP, las Zeolitas usadas fueron ampliamente para la despolimerización de poliéster (PET, etc.); Las zeolitas (HZSM 5, HY, H $\beta$ , MCM-41, SBA-15, etc.) El gas no condensable es otro producto el cual puede usarse directamente para generar calor.


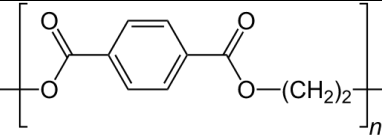

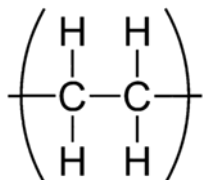

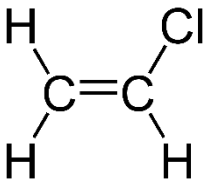

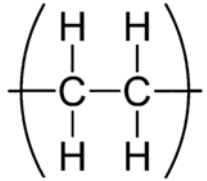

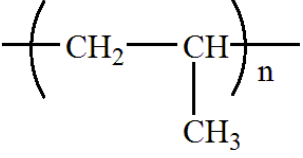

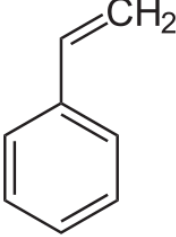
Harussani et al. (2022, p.4) Nos explican el desarrollo de la tecnología de pirólisis plástica, específicamente en el tratamiento de plástico PP, este estudio explica los tipos de pirólisis que existen como son pirólisis lenta, rápida, catalítica y de plasma, así como la pirólisis de polipropileno material del cual se elaboran las mascarillas. Llegando a la conclusión que la técnica de pirólisis rápida y catalítica puede optimizar significativamente la cantidad y calidad del aceite de pirólisis que se adapta para ser utilizado en aplicaciones de combustible.

Campos y Tenazoa (2018, p. 5) mencionan que extrajeron residuos de un botadero, en el cual la mayoría de residuos era a base de polipropileno, así mismo nos dicen que la pirólisis de polipropileno empieza una temperatura de 387°C como resultado a la pirólisis de polipropileno se logró obtener un combustible fuel-oil con características químicas y físicas con una similitud muy bajas respecto al Diésel B5.

Después de analizar todos los estudios previos relacionados a la pirólisis de residuos plásticos, se realizará la presentación de todos los conceptos que nos llevan a elaboración de la investigación.

Para Díaz et al. (2020, p. 2) los plásticos son polímeros que se elaboran a base de los derivados del petróleo, en la actualidad se producen a gran escala, ya que son usados en todos los hogares o en diferentes actividades de la vida diaria por su gran elasticidad y resistencia a diferentes temperaturas.

**Tabla 1. Clasificación de plásticos**

Tipos de Plásticos			
Símbolo	Nombre	Estructura Química	Aplicaciones
 PET	Tereftalato de Polietileno		Botellas de agua, bandejas de comida
 HDPE	Polietileno de alta densidad		Contenedores para jugos, leche, agua, botellas de detergente.
 PVC	Vinílicos o Cloruro de Polivinilo		Botellas de champú, algunas botellas de agua mineral, tubos, cañerías, cables electricos
 LDPE	Polietileno de baja densidad		Bolsas de todo tipo
 PP	Polipropileno		Vasos, juguetes, tarros, tapas de botellas, cañitas
 PS	Poliestireno		Vasos, bandejas, cajas de cd, cubiertos descartables.

Fuente: Elaboración propia

Según Das (2018, p. 5) La pirólisis es un proceso termoquímico que consiste en la descomposición de la materia prima en moléculas más pequeñas utilizando calor en una atmósfera inerte, después de estar expuestos a temperaturas elevados

se transforman en productos gaseosos, líquidos o sólidos que pueden ser: aceites, petróleo, gasolina, cera, coque, entre otros, las condiciones que se evaluarán en el proceso de pirólisis son la temperatura, presión, tiempo de residencia y velocidad de calentamiento (Eriksen et al., 2019, p. 3).

Verma et al. (2019, p. 5). nos dice que la pirólisis es un método eficaz y viable para la reducción de residuos sólidos, además, en nuestra sociedad unos de los plásticos que aumentaron es el polipropileno (PP), ya que estos, se encuentran en las mascarillas quirúrgicas que usamos en el tiempo de pandemia de la Covid-19 por lo que, al realizar la pirólisis de PP se producirá un producto final gaseoso (hidrógeno, metano y monóxido de carbono). Mientras que, con una temperatura de funcionamiento alta, las salidas de líquido se recogerán en su mayor parte de metanol, acetona, entre otros (Kairyty et al. 2020, p. 4).

La pirólisis se clasifica en varias categorías según el funcionamiento (Zaman et al. 2017, p.5) estas pueden ser pirólisis rápida, lenta e instantánea siendo los tres tipos principales de pirólisis basados en la velocidad de calentamiento.

Para Singh et al. (2019, p. 6) la pirólisis lenta como su nombre lo da entender se produce a una menor temperatura de funcionamiento entre 300 y 550 °C, con un largo tiempo de residencia, otro nombre con el que se le conoce es carbonización, así mismo la pirólisis lenta, también produjo una mayor cantidad de producto de petróleo. Por otro lado, también menciona que la pirólisis rápida es un tipo de pirólisis que tiene una rápida descomposición térmica con mayores velocidades de calentamiento y/o alta temperatura de proceso las temperaturas pueden variar entre 300 y 1000 °C, para el enfriamiento rápido de productos, siendo este admirado por la formación de productos líquidos, obteniendo el combustible líquido con mayor poder calorífico (Jung et al. 2020, p.7).

Para Kim et al. (2017, p. 3); Ryu et al. (2020, p. 5) la pirólisis catalítica es uno de los mejores procesos de pirólisis, ya que ayuda en la formación de hidrocarburos aromáticos (metano, butano, propano, benceno) a través de la pirólisis catalítica de residuos plásticos entre estos residuos se destaca el PP, PE y PS; además, la presencia del catalizador acelera la reacción química mediante la reducción de la



energía de activación del proceso, conduce al ahorro de energía esto aplicado en industrias e investigaciones.

Para Datta et al. (2018, p. 8) durante el proceso de pirólisis de plasma, los gases calientes se apagan de 500 a 700 °C para evitar reacciones de recombinación de moléculas gaseosas que dificultan la generación de dioxinas y furanos, ya que este proceso conduce a una temperatura alta, alrededor de 1200 °C. En el estado de plasma, el gas ionizado puede conducir la corriente eléctrica, entonces, la energía eléctrica se transforma en energía térmica debido a su alta resistencia.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

La presente investigación presentó un enfoque cualitativo, debido a que se realizó un análisis bibliométrico viendo, así como el tema de pirólisis en plásticos de polietileno de baja densidad y polipropileno se fue investigando con el pasar del tiempo.

El tipo de investigación fue aplicada debido a que se desarrolló para lograr buscar respuesta a los problemas anteriormente planteados buscando la unificación hasta lograr una solución a nuestro problema general (Sánchez, Reyes y Mejía 2018, p. 15).

El diseño de investigación fue no experimental, ya que la investigación completa se basó en la recolección de artículos que ya están publicados en bases de datos indexadas logrando así la revisión y análisis de estos mismos, de igual manera no se realizó una manipulación o modificación de variables (PENG, et al. 2022, p.7).

De la misma manera posee una naturaleza descriptiva, debido a que se explicó cada uno de los datos investigados y los métodos usados en los estudios.

#### **3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de categorización**

El presente estudio de análisis bibliométrico tuvo una sola variable, siendo los métodos de pirólisis de residuos plásticos de polietileno de baja densidad y polipropileno. Con respecto a las categorías y subcategorías fue detallada en el anexo 1.

#### **3.3. Escenario de estudio**

El escenario de estudio fueron las bases de datos de la cual se extrajeron las investigaciones en este caso Web of Science y Scopus.

### 3.4. Participantes

Los participantes fueron la cantidad de artículos o estudios que son elegidos después de pasar por unos filtros los cuales son los criterios de inclusión y exclusión (Espinoza 2016, p. 5), por ello se obtuvo la muestra total de 20 investigaciones.

### 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la presente investigación se empleó la técnica análisis documental, dicha técnica nos ayudó a recaudar la mayor cantidad de documentos a través de fuentes con artículos científicos indexados, así mismo se hizo uso de fichas de recolección de datos para lograr conseguir un documento que represente todo el análisis realizado de estos documentos.

Pasos por seguir para el análisis bibliométrico:

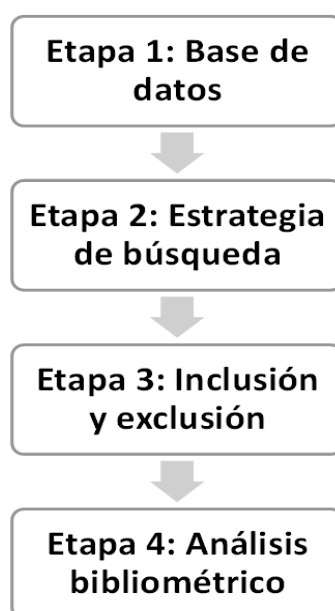


Figura 1. Diagrama de procedimiento

### 3.6. Procedimientos

#### Etapa 1: Base de datos

Se utilizó las bases de datos Web of Science y Scopus, siendo estas las bases de datos que cubren una gran cantidad de revistas internacionales e incluso indexan gran contenido científico de calidad, a su vez estas se complementan a través de sí mismas.

## **Etapa 2: Estrategia de búsqueda**

Para la búsqueda sobre la base de datos se utilizó palabras claves como: pyrolysis, pyrolysis of plastic waste. De tal manera que nos facilitó la delimitación en la búsqueda de las investigaciones.

Por lo tanto, los artículos de investigación y las revisiones que aportan sus propios resultados se incluirán en la investigación, que ha sido científicamente evaluada con una estructura tradicional como la introducción, los materiales, los métodos, los resultados, la discusión y las referencias, como la aplicación de citas de texto similares a las encuestas encontradas para este estudio.

**Tabla 2.** Estrategia de búsqueda

<b>Base de datos</b>	<b>Cadena de búsqueda</b>
Web of Science	(pyrolysis AND of AND plastic AND waste)
Scopus	

Fuente: Elaboración propia

## **Etapa 3: Inclusión y exclusión**

En la siguiente tabla se hace un resumen de los criterios de inclusión y exclusión:

**Tabla 3.** Criterios de Inclusión y Exclusión

<b>N.º</b>	<b>CRITERIOS DE INCLUSIÓN</b>	<b>CRITERIOS DE EXCLUSIÓN</b>
1	<i>Pertenecer a revistas indexadas</i>	<i>Publicaciones duplicadas</i>
2	<i>Ser información publicada entre el 2017 y 2022</i>	<i>Publicaciones con respecto a plásticos diferentes a PP y LDPE</i>
3	<i>Respondan a los objetivos trazados</i>	-

Fuente: Elaboración propia

#### **Etapla 4: Análisis bibliométrico**

El análisis de datos se realizó con la utilización de las fichas de recolección de datos, las cuales se completaron para lograr hallar los métodos, y condiciones en las que se realiza la pirólisis.

En la Figura 2, se señala el proceso de búsqueda de información en artículos de investigación necesarios para la elaboración del análisis bibliométrico.

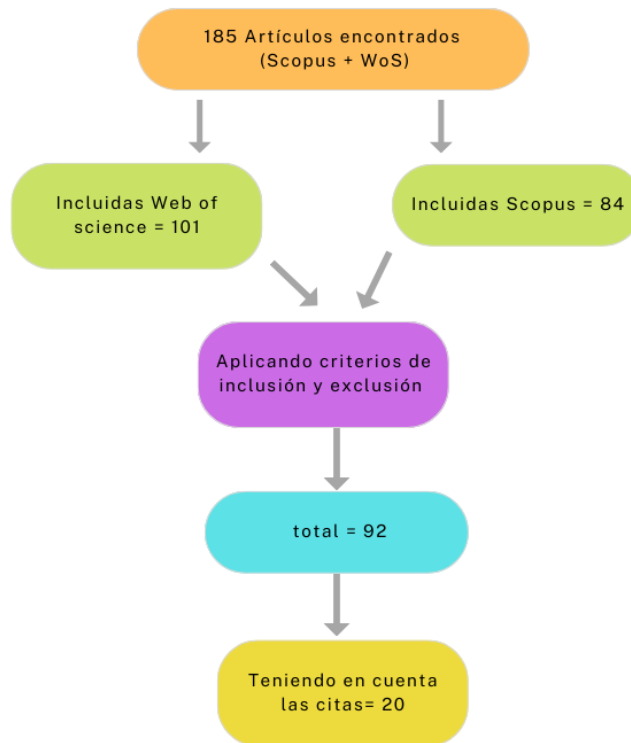


Figura 2. Proceso de recolección de investigaciones

#### **3.7. Rigor científico**

El rigor es un concepto transversal en el desarrollo de una investigación, el cual valora la aplicación científica y rigurosa de métodos de investigación y técnicas analíticas a la recolección y procesamiento de datos (Moscoso y Diaz, 2018, p.55).

**Tabla 4. Matriz apriorística**

<b>Criterio</b>	<b>Características</b>	<b>Procedimiento</b>
<b>Credibilidad</b>	Los resultados obtenidos de la investigación, deben tener un aproximado frente al fenómeno observado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adoptar una responsabilidad con el cometido de campo.</li> <li>• Obtener datos enriquecidos.</li> <li>• Comparar y contrastar la información obtenida.</li> <li>• Buscar asesoramiento</li> <li>• Observaciones de colegas investigadores y personas ajenas al estudio.</li> </ul>
<b>Transferibilidad</b>	Los resultados procedentes de la investigación no son generalizables, sino transferibles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción detallada de contenidos y participantes.</li> <li>• Muestreo teórico.</li> <li>• Recojo de datos descriptivos absolutos.</li> </ul>
<b>Auditabilidad</b>	Los resultados de la investigación deben garantizar la autenticidad de las descripciones de los participantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparación de los resultados de la bibliografía existente.</li> <li>• Análisis de descubrimientos por otros estudios.</li> <li>• Identificación y especificación de restricciones y calidades del investigador.</li> </ul>
<b>Relevancia</b>	Ayuda a valorar la consecución de los objetivos marcados y saber si se ha obtenido un mejor conocimiento del fenómeno de investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disposición de nuevos bosquejos conceptuales y teóricos</li> <li>• conocimiento extenso del tema</li> <li>• debe de existir una proporción entre la justificación y los resultados obtenidos</li> </ul>

Fuente: Tabla adaptada (Rojas y Osorio, p.71)

### **3.8. Método de análisis de la Información**

El método de análisis de la información que se usará para la revisión es la matriz de categorización, en la cual se explicarán las categorías y subcategorías que se detallarán en los resultados la cual se encuentra en el Anexo 1.

### **3.9. Aspectos éticos**

Los aspectos éticos en los cuales se realizó esta revisión principalmente es la guía de elaboración de productos de investigación de fin de programa

actualizada en la resolución del vicerrectorado de investigación N.º 110- 2022- VI - UCV, así como para la autoría de los estudios que serán citados en la revisión se consideró la norma ISO 690 y 690-2, por último, para verificar la autenticidad de nuestro trabajo se empleó el software antiplagio Turnitin.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. OE1: Identificar los principales reactores y catalizadores usados en la pirólisis de residuos plásticos de polietileno de baja densidad y polipropileno

En la tabla 4 y 5 se encontraron como principales reactores : de lecho fijo, reactor de lecho fluidizado/ chorro, reactor de microondas, reactor semicontinuo sin agitar, reactor de doble cámara vertical, reactor de pirólisis de película descendente en concordancia con lo mencionado se identificó como más empleados en la pirolisis de plástico al reactor semicontinuo que permite suprimir reacciones secundarias, ayudando a que el producto final de la pirolisis tenga un buen rendimiento, por lotes se puede lograr una alta conversión de materia y en otros permiten realizar diversas operaciones y por lecho Fluidizado que nos ayuda a obtener productos más líquidos en tiempos más cortos , apoyando esta teoría (Liu, 2020, p.9 ) nos dice que la pirólisis con reactores para polietileno de baja densidad y polipropileno más adecuados son los reactores semicontinuos, por lotes y por lecho fluidizado, por otro lado Mohamed (2021, p. 3) empleó la pirólisis con plasma a temperaturas de 2 000 –14 000 °C y un tiempo de residencia de 30 min, así mismo pirólisis por microondas a temperatura de 573 K – 1073 K.

En cuanto catalizadores se halló como principales catalizadores al Níquel, zeolita ZSM-5, pirólisis catalítica: Ni-Ti-Al las más usadas para la pirólisis de plásticos son las zeolitas entre estas destacada según (Daligaux et al., 2021, p. 9) HZSM-5 mostrando resultados con una fracción gaseosa importante, de igual manera aportando para el craqueo del coque, otro estudio es el de Kremer et al. (2021, p. 5) utilizó como método la pirólisis con dos tipos de catalizadores: primero fue un catalizador de craqueo catalítico de fluido fresco (FCC) (Grace). El segundo catalizador contenía óxido de hierro (III) (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) cargado en soporte de zeolita ZSM-5 (Grace) etiquetado como Fe-ZSM, dando como resultado que el uso de catalizador afecta la viscosidad del condensado (de cera a aceite).



**Tabla 5.** Condiciones de los métodos de pirólisis de polietileno de baja densidad y polipropileno.

Método	Tipo de catalizador /reactor	Temperatura (°C)	Tasa de Calentamiento (°C/Min)	Tamaño de la Muestra	Tiempo de Residencia	Referencia
Pirólisis Lenta	Reactor de lecho fijo	600	5 - 20	5 - 10 mg	-	(Escalante et al. 2022, p. 12)
Pirólisis Lenta	Reactor de lecho fijo	500	-	3 g	15	(Das Pallab y Tiwari Pankaj, 2018, p. 3)
Pirólisis Lenta	zeolita ZSM-5	450	10	-	30 min	(Mangesh, et al. 2020 p. 2)
Pirólisis Rápida	Lecho fijo	500	10	7	10 min	(Yayun et al. 2019, p. 3)
Pirólisis lenta	Reactor de microondas	500	-	500 mg	20 min	(Ding, et al. 2019, p 7)
Pirólisis lenta	Lecho fijo	450	20	-	60 min	(Bernard, et al. 2018 p. 5)
Pirólisis lenta	zeolita ZSM-5	450	10	1000 g	3 h	(Rashid, et al. 2019 p. 6)
Pirólisis rápida	lecho fluidizado	530	10	-	15 min	(Fivga A., Dimitriou I.2018 p.3)
Pirólisis Lenta	pirólisis catalítica: Ni	550	-	3 und.	30min	(Dingding, et al 2018 p.2)
Pirólisis Lenta	Reactor semicontinuo sin agitar	350	10	-	-	(Hussam, et al. 2018 p.8)
Pirólisis Lenta	lecho fijo	500	-	1 kg	-	(Sembiring, Purnomo y Purwono, 2018, p. 4)
Pirólisis Lenta	reactor con calefactor infrarrojo	350	-	500 g	60	( Yohandry, Rusdianasari y Pudjiastuti, 2019, p. 3)
Pirólisis Rápida	autoclave de acero inoxidable	430 - 490	15	85 g	20 min	(Medrano et al. 2022, p. 4)
Pirólisis Rápida	doble cámara vertical	500 °C	-	500 mg	60 min	(Stanislav et al. 2018, p. 3)
Pirólisis Rápida	película descendente	550 °C a 700 °C	-	300 g	-	( Zechner et al. 2018, p. 3)
Pirólisis Rápida	Zeolita ZSM-5	437–486	10- 15	-	60 min	(Gebre, Sendeku y Bahri, 2019, p. 5)
Pirólisis Rápida	lecho fijo	490°C	10	-	10 min	(Qiang et al. 2020, p.3)
Pirólisis Lenta	Ni-Ti-Al	600 °C	-	500 g	60 min	( Luo et al. 2022, p.5)
Pirólisis Lenta	Fe/Al 2 O 3	500 °C	10	-	30 min	(Ning et al. 2021, p. 3)
Pirólisis Lenta	Lecho fijo	501 °C	10	-	-	(Dyer , Nahil y Williams, 2021, p.4)

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 6.** *Métodos de pirólisis de los residuos plásticos según la metodología empleada por los autores.*

<b>Método</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipos</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Tiempo de residencia (min)</b>	<b>Referencia Bibliográfica</b>
<b>Pirólisis térmica</b>	Pirólisis base para el desarrollo de otras	Único	500 - 800	-	(Yansaneh y Zein, 2022, p.5) (Torres y De-la Torre, 2021, p.7).
<b>Pirólisis con reactores</b>	Los reactores se inventaron para la transformación de una diversa variedad de biomasa en tres categorías de productos: líquido, sólido y gaseoso.	Reactor semicontinuo	300	-	(Sogancioglu et al., 2017, p. 5) (Anene et al. (2018, p. 6)
		Por lotes	350	180	(Putri et. al., 2022, p.10)
		Por lecho Fluidizado	520	300	(Sogancioglu et al., 2020, p. 8)
<b>Pirólisis catalítica</b>	Los catalizadores reducen la energía de activación y bajan la temperatura ideal necesaria para pirolizar plásticos en pirólisis térmica	Zeolitas	500 - 600	-	(Miandadá et al., 2019, p. 6).

Fuente: Elaboración propia

4.2. OE2: Identificar los productos obtenidos en los métodos de pirólisis de residuos plásticos de polietileno de baja densidad y polipropileno

**Tabla 7.** *Productos obtenidos en los diversos métodos de pirólisis de residuos plásticos.*

Temperatura	Reactor/ catalizador	Producto	Referencia
350 °C	Reactor tubular semi-continuo (SS 316)	Aceite derivado del plástico (DOP), gases de hidrocarburos	Cera de (Das y Tiwari, 2018, p. 8)
-	reactor semicontinuo, zeolita ZSM-5	Aceite de pirólisis, ceras	(Mangesh, Padmanabhan, Tamizhdurai y Ramesh, 2020 ,p. 6)
500 °C	Reactor tubular de lecho fijo, catalizadores de carbón activado	de hidrógeno, etano, etileno, propano , butano y buteno	(Yayun et al. 2019, p. 3)
500 °C	Reactor de microondas, NiO , Zeolita HY	Petróleo, coque y gas	(Ding, et al. 2019, p 7)
500 °C	pirólisis catalítica: Ni-Ti-Al	Aceite de pirólisis, gas	( Luo et al. 2022, p.5)
800 °C.	Pirólisis catalítica: Fe/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	hidrógeno de alto valor, combustibles líquidos y nanotubos de carbono (CNT)	(Ning et al. 2021, p. 3)

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 7 se mencionan los productos que se obtienen del tratamiento de los residuos plásticos de polietileno de baja densidad y polipropileno entre ellos los productos encontrados tenemos Aceite derivado del plástico (DOP), Cera residual, aceite de pirólisis, coque, ceras, productos líquidos: alcanos e hidrocarburos aromáticos, gases: hidrógeno, metano, etano, etileno, propano, propileno, butano y buteno, petróleo, coque, hidrógeno de alto valor, combustibles líquidos y nanotubos de carbono (CNT), tal como señala Mohamed (2021, p. 4) en sus resultados que obtuvo mediante la pirólisis con plasma y microondas biogás, bio aceite, hidrógeno y los hidrocarburos de cadena larga, otro estudio señala que mediante la pirólisis catalítica en un rango de temperatura de 400 - 500 °C en condiciones de alta velocidad de calentamiento, el polietileno de baja densidad y el polipropileno tuvieron un rendimiento líquido superior al 50% produciendo una gama de hidrocarburos valiosos potencialmente considerados como combustibles (Abnisa y Adeniyi, 2021, p. 4), coincidiendo con lo encontrado Kaminsky (2021, p. 2) menciona que el polietileno y polipropileno que a temperaturas de 400 - 550 °C se transforman en principalmente productos cerosos, a temperaturas de 700 °C se transforma en gas y petróleo.

La pirólisis es un tipo de reciclaje nuevo en nuestro país por lo que se consideró ventajas y desventajas en la Tabla 8, como ventajas más resaltantes se obtuvo que se puede acelerar o mejorar el proceso con reactores o catalizadores reduciendo el consumo de energía, los reactores también nos ayudan en la eliminación de subproductos, los catalizadores reducen la temperatura de pirólisis necesaria, aumentan la velocidad de reacción; por otro lado las desventajas de estos son que la pirólisis implica temperaturas altas lo que trae consigo un gasto de energía elevado, la inconsistencia del producto obtenido y los altos costos de mano de obra lo hacen inadecuado para la producción a gran escala (industrial).

- 4.3. OE3: Explicar las ventajas y desventajas que poseen los métodos de pirólisis de residuos plásticos de polietileno de baja densidad y polipropileno

**Tabla 8.** *Ventajas y desventajas que poseen los métodos de pirólisis.*

MÉTODO	VENTAJA	DESVENTAJA
<b>Pirólisis térmica</b>	Está en constante mejora por trabajar con reactores y catalizadores, caracterizarse ampliamente y combinarse con diferentes aplicaciones en diferentes industrias (Ragaert et al., 2017, p. 8) (Ruiyu et al., 2021, p. 5).	Implica una temperatura y un consumo de energía relativamente altos. (Demirbas, 2018, p. 7)
<b>Pirólisis con reactores</b>	<i>Semi continuo</i> permite la adición de reactivos y la eliminación de subproductos durante el proceso (Singh et al. 2019, p. 6).	Los diseños de desempeño son complejos ya que estos operan en un estado transitorio (Singh et al. 2019, p. 6).
	<i>Por Lotes</i> se puede lograr una alta conversión de materia (Miandadá et al., 2019, p. 7).	La inconsistencia del producto y los altos costos de mano de obra lo hacen inadecuado para la producción industrial. (Miandadá et al., 2019, p. 7)
<b>Pirólisis catalítica</b>	<i>Lecho Fijo</i> tiene corto tiempo de residencia, diseño adecuado, alta superficie de contacto, la transferencia adecuada de calor y masa (Orozco, 2021, p. 5).	Reduce el área de superficie para que ocurra la reacción. (Itsaso et al., 2018, p. 6)
	Reducen la temperatura de pirólisis necesaria, aumentan la velocidad de reacción y la formación de isoalcanos y aromáticos que son deseables para el combustible diésel (Sebesty, 2018, p. 3).	

Fuente: Elaboración propia.

Entre las ventajas y desventajas obtenidas en los resultados la pirólisis térmica está en constante mejora por trabajar con reactores y catalizadores, caracterizarse ampliamente y combinarse con diferentes aplicaciones en diferentes industrias, la desventaja es que implica una temperatura y un

consumo de energía relativamente altos. La pirólisis con reactores: Semi continuo permite la adición de reactivos y la eliminación de subproductos durante el proceso, por Lotes se puede lograr una alta conversión de materia y lecho fijo tiene corto tiempo de residencia, diseño adecuado, alta superficie de contacto, la transferencia adecuada de calor y masa entre las desventajas. Los diseños de desempeño son complejos ya que estos operan en un estado transitorio, la inconsistencia del producto y los altos costos de mano de obra lo hacen inadecuado para la producción industrial. Por último, la pirólisis catalítica es una de las preferidas por los investigadores para reducir la temperatura de pirólisis necesaria, aumentan la velocidad de reacción y la formación de isoalcanos y aromáticos que son deseables para el combustible diésel. Tal como señala Mohamed (2021, p. 6) las desventajas de estos son los altos costos de capital iniciales de la planta de operación, el alto consumo de energía del proceso, todo lo contrario a Abdy et al. (2022, p. 3) quien menciona que la pirólisis es una tecnología simple, adecuada para desechos mixtos/de baja calidad, alta eficiencia y rendimiento del producto, alta capacidad para generar electricidad y productos valiosos a partir de desechos, lo que traería ahorro en gastos por energía eléctrica; en cuanto ventajas ambientales este proceso genera menores emisiones de GEI y consumo de recursos de combustibles fósiles en comparación con otros métodos convencionales de reciclaje.

## V. CONCLUSIONES

1. De la comparativa se obtuvo que la pirólisis lenta es el mejor método para obtener productos líquidos (metanol), ya que la pirólisis rápida por su acortado tiempo y gran incremento de temperatura nos da productos gaseosos de la síntesis del metanol y carbón vegetal. Por otro lado, al realizar la comparativa de la pirólisis térmica, pirólisis con reactores y catalítica evidenciamos que se relacionan entre sí, ya que la pirólisis térmica es la base para implementar las otras, los reactores brindan gran transformación de la materia en tres categorías de productos: líquido, sólido y gaseoso, sumándole a eso catalizadores que logran reducir la energía de activación ayudando a obtener productos de mejor calidad.
2. Los principales reactores identificados fueron: el reactor de lecho fijo, reactor de lecho fluidizado/ chorro, reactor de microondas, reactor semicontinuo sin agitar, reactor de doble cámara vertical, reactor de pirólisis de película descendente; entre los catalizadores se obtuvieron el Níquel, zeolita ZSM-5 y Ni-Ti-Al.
3. Entre los productos obtenidos se identificaron Aceite derivado del plástico (DOP), Cera residual, gases de hidrocarburos, coque, producto líquido: alcanos e hidrocarburos aromáticos; Gases: hidrógeno, metano, etano, etileno, propano, propileno, butano y buteno, Petróleo, hidrógeno de alto valor y combustibles líquidos.
4. La pirólisis de residuos plásticos tiene la ventaja de ser una excelente alternativa para la disminución del impacto de los residuos plásticos y tiene la desventaja de que, está limitada en el escalado a nivel industrial y en la adopción mundial, esto incluye la alta demanda energética requerida para la realización de los diversos métodos de pirólisis de residuos y los limitados resultados en pruebas reales, aunque en la actualidad las investigaciones con rutas termoquímicas son un punto crítico, y lo seguirán siendo en los siguientes años.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Investigar sobre la eficiencia de los métodos de pirólisis de residuos plásticos.
- Analizar los catalizadores empleados para la pirólisis, logrando ver cual da mayor rendimiento líquido.
- Reforzar la investigación en cuanto a la pirólisis en nuestro país.
- Investigar sobre la viabilidad económica del método para comprender la factibilidad de la industrialización de la pirólisis de residuos plásticos.



## REFERENCIAS

ABDY, Charlotte, YUQING Zhang, JIAWEI Wang, YANG Yang, Ignacio Artamendi, Bob Allen, Pyrolysis of polyolefin plastic waste and potential applications in asphalt road construction: A technical review, *Resources, Conservation and Recycling*, [en línea]. Volume 180, 2022, [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106213>

ISSN 0921-3449

ABNISA Faisal y ADENIYI Alaba, Peter, Recovery of liquid fuel from fossil-based solid wastes via pyrolysis technique: A review, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, [En línea]. Volume 9, Issue 6, 2021, [ fecha de consulta: 20 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.106593>

ISSN 2213-3437

ANENE, A.F., FREDRIKSEN, S.B., SÆTRE, K.A., TOKHEIM, L.-A., Experimental study of thermal and catalytic pyrolysis of plastic waste components. *Sustainability* 10,[en línea], 2018, [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su10113979>

ARMENISE Sabino, WONG Syie Luing, José M. Ramírez-Velásquez, Franck Launay, Daniel Wuebben, Norzita Ngadi, Joaquín Rams, Marta Muñoz, Plastic waste recycling via pyrolysis: A bibliometric survey and literature review, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, [en línea] Volume 158, 2021, [Fecha de consulta: 24 de mayo de 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2021.105265>

ISSN 0165-2370

BERNARD, Benjamin, XIUHUA He, SHUANG Wang, ABD ABOMOHRA El-Fatah, YAMIN Hu, QIAN Wang, Co-pyrolysis of biomass and waste plastics as a thermochemical conversion technology for high-grade biofuel production: Recent progress and future directions elsewhere worldwide, *Energy Conversion and Management*, [en línea], Volume 163,2018, [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.02.004>

ISSN 0196-8904

BHASHA Sharma, Shashank Shekhar, Shreya Sharma, Purnima Jain. The paradigm in conversion of plastic waste into value added materials, *Cleaner*

Engineering and Technology, [en línea] Volume 4, 2021, [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100254>  
ISSN 2666-7908

CAMPOS, Carlos, TENAZOA, Frecia. Combustibles fuel-oil obtenidos de residuos plásticos mediante pirólisis, Pucallpa – Ucayali, 2018. Tesis (magíster en ingeniería) Lima: Universidad César Vallejo, 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/32380>

DALIGAUX, Vivien, ROMAIN Richard y MANERO Marie-Hélène, Desactivación y regeneración de catalizadores de zeolita utilizados en la pirólisis de desechos plásticos: un proceso y una revisión analítica, Catalysts 11, [en línea], 2021, [Fecha de consulta: 18 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/catal11070770>

DAN Li, Shijun LEI, Ping Wang, Lei Zhong, Wenchao Ma, Guanyi Chen, *Study on the pyrolysis behaviors of mixed waste plastics*, Renewable Energy, Volume 173, [en línea]. 2021, [Fecha de consulta: 11 de mayo 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.04.035>  
ISSN 0960-1481

DAS Pallab, TIWARI Pankaj, The effect of slow pyrolysis on the conversion of packaging waste plastics (PE and PP) into fuel, Waste Management, [en línea] Volume 79, 2018, Pages 615-624. [fecha de consulta: 25 de mayo de 2022], Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.08.021>  
ISSN 0956-053x

Datta, P., Mohi, G.K., Chander, J., 2018. Biomedical waste management in India: critical ap-praisal. J. Lab. Phys. 10, 6. [ Fecha de consulta: 28 de mayo del 2022] Disponible en: [http://doi.org/10.4103/JLP.JLP\\_89\\_17](http://doi.org/10.4103/JLP.JLP_89_17)

DEMİRBAS Ayhan. Pyrolysis of municipal plastic wastes for recovery of gasoline-range hydrocarbons, Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, Volume 72, Issue 1, [en línea], 2018, Pages 97-102, [Fecha de consulta: 25 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2004.03.001>  
ISSN 0165-2370

DÍAZ C., et al. Plastics and microplastics, effects on marine coastal areas: a review [en línea]. 2020, vol. 27, no. 32, pp. 39913-39922 [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10394-y>

DING Kuan, SHASHA Liu, YONG Huang, SHIYU Liu, Nan Zhou, Peng Peng, Yunpu Wang, Paul Chen, Roger Ruan, Catalytic microwave-assisted pyrolysis of plastic waste over NiO and HY for gasoline-range hydrocarbons production, Energy Conversion and Management, [en línea] Volume 196, 2019, [fecha de consulta: 23 de julio 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.07.001>

ISSN 0196-8904v

DINGDING Yao, HAIPING Yang, HANPING Chen, Paul T. Williams, Co-precipitation, impregnation and so-gel preparation of Ni catalysts for pyrolysis-catalytic steam reforming of waste plastics, Applied Catalysis B: Environmental, [en línea] Volume 239, 2018, [fecha de consulta: 23 de agosto del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2018.07.075>

DYER Andrew C., MOHAMAD A. Nahil, Paul T. Williams, Catalytic co-pyrolysis of biomass and waste plastics as a route to upgraded bio-oil, Journal of the Energy Institute, [en línea] Volume 97, 2021, [fecha de consulta: 23 de agosto del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joei.2021.03.022>.

ISSN 1743-9671

ERIKSEN M.K., J.D. Christiansen, A.E. Daugaard, T.F. Astrup, Closing the loop for PET, PE and PP waste from households: Influence of material properties and product design for plastic recycling, Waste Management, [en línea], Volume 96, 2019, Pages 75-85 [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2022], Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.07.005>

ISSN 0956-053X

ESPINOZA Iván, Muestreo, [en línea ] 2016 [fecha de consulta: 23 de julio de 2022] disponible en : <http://www.bvs.hn/Honduras/Embarazo/Criterios.de.Muestreo.Marzo.2016.pdf>

ESCALANTE Jamin, Wei-Hsin Chen, Meisam Tabatabaei, Anh Tuan Hoang, Eilhann E. Kwon, Kun-Yi Andrew Lin, Ayyadurai Saravanakumar, Pyrolysis of lignocellulosic, algal, plastic, and other biomass wastes for biofuel production and circular bioeconomy: A review of thermogravimetric analysis (TGA) approach, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [en línea] Volume 169, 2022, [fecha de consulta 22 de agosto del 2022] disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112914>  
ISSN 1364-0321,

FIVGA Antzela, Ioanna Dimitriou, Pyrolysis of plastic waste for production of heavy fuel substitute: A techno-economic assessment, *Energy*, [en línea] Volume 149, 2018, [fecha de consulta: 24 de agosto del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.02.094>.  
ISSN 0360-5442

GEBRE Shushay Hagos, SENDEKU Marshet Getaye, MOHAMED Bahri. Recent Trends in the Pyrolysis of Non-Degradable Waste Plastics. [Fecha de consulta: 24 de agosto del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/open.202100184>

GEYER, R., Jambeck, J. R. y Law, K. L. 2017. *Production, use, and fate of all plastics ever made*. *Science Advances* [en línea]. 3(7), pp. 25-29. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2022]. DOI:10.1126/scidev.1700782

HARUSSANI, M.M., S.M. SAPUAN, Umer Rashid, A. Khalina, R.A. Ilyas, Pyrolysis of polypropylene plastic waste into carbonaceous char: Priority of plastic waste management amidst COVID-19 pandemic, *Science of The Total Environment*, [en línea] Volume 803, 2022, [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2022], Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149911>  
ISSN 0048-9697

HUSSAM Jouhara, AHMAD Darem, BOOGAERT Inge van den, KATSOU Evina, SIMONS Stefaan, SPENCER Nik, Pyrolysis of domestic based feedstock at temperatures up to 300 °C, *Thermal Science and Engineering Progress* [en línea], Volume 5, 2018, [fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2017.11.007>.

ISSN 2451-9049

ITSASO, BARBARIAS, LOPEZ, Gartzzen, ARTETXE, Maite, ARREGI, Aitor, BILBAO, Javier, OLAZAR, Martin, Valorisation of different waste plastics by pyrolysis and in-line catalytic steam reforming for hydrogen production, Energy Conversion and Management, [en línea], Volume 156, 2018, [Fecha de consulta: 09 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.11.048>

ISSN 0196-8904

JUNG, Sungyup, et al. Valoración de mascarilla desechable COVID-19 mediante proceso termoquímico. Revista de ingeniería química [en línea], 2021, vol. 405, pág. 126658 [fecha de consulta: 26 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.126658>

KAIRYTĖ, Agnė, KREMENSAS, Arūnas, VAITKUS, Saulius, CZŁONKA, Sylwia and STRĄKOWSKA, Anna. Fire Suppression and Thermal Behavior of Biobased Rigid Polyurethane Foam Filled with Biomass Incineration Waste Ash. Polymers [online]. 19 March 2020. Vol. 12, no. 3, p. 683. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/polym12030683>

Kim, Y.-M., Lee, H.W., Choi, S.J., Jeon, J.-K., Park, S.H., Jung, S.-C., Kim, S.C., Park, Y.-K., 2017. Catalytic co-pyrolysis of polypropylene and Laminaria japonica over zeolitic materials. International Journal of Hydrogen Energy, [en línea] Volume 42, Issue 29, 2017, Pages 18434-18441 [fecha de consulta: 26 de mayo del 2022], Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.04.139>

ISSN 0360-3199

KREMER Irma, TIHOMIR Tomić, Zvonimir Katančić, Matko Erceg, Saša Papuga, Jelena Parlov Vuković, Daniel Rolph Schneider, Catalytic pyrolysis of mechanically non-recyclable waste plastics mixture: Kinetics and pyrolysis in laboratory-scale reactor, Journal of Environmental Management [en línea], Volume 296, 2021, [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113145>

ISSN 0301-4797

LIU, Xuan, Kiran G. BURRA, Zhiwei WANG, Jinhu Li, Defu Che, Ashwani K. Gupta, on deconvolution for understanding synergistic effects in co-pyrolysis of pinewood and polypropylene, *Applied Energy*, [en línea], Volume 279, 2020, [Fecha de consulta: 18 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115811>

ISSN 0306-2619

LUO Shan-, KUO, Jia-Hong Ming-yen Wey, Thermal degradation of waste plastics in a two-stage pyrolysis-catalysis reactor over core-shell type catalyst, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, [en línea], Volume 142,2019 [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2019.104641>

MANGESH V.L., S. Padmanabhan, P. Tamizhdurai, A. Ramesh, Experimental investigation to identify the type of waste plastic pyrolysis oil suitable for conversion to diesel engine fuel, *Journal of Cleaner Production*, [en línea] Volume 246,2020, [fecha de consulta: 22 de agosto del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119066>.

ISSN 0959-6526

MEDRANO, Fulgencio- Laura; Garcia-Fernandez, Sara; Asueta, Asier Oil Production by Pyrolysis of Real Plastic Waste [en línea] Volume14, [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2022]. Disponible en: 10.3390/polym14030553

Ministerio del Ambiente (MINAM). *Cifras del mundo y el Perú*. [en línea].2017 [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/menos-plasticomas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/>

MIANDADA, R., Rehan, M., Barakat, M., Aburizaiza, A., Khan, H., Ismail, I., Nizami, DA-S., Pirólisis catalítica de residuos plásticos: avanzando hacia biorrefinerías basadas en pirólisis. *Res. de energía* 7, [en línea] 2019, 1–27 [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fenrg.2019.00027>

Mohammed B. Al Rayaan, Recent advancements of thermochemical conversion of plastic waste to biofuel - A review, *Cleaner Engineering and Technology*, Volume 2. [en línea]. 2021, 100062, [Fecha de consulta: 13 de mayo 2022], Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100062>

ISSN 2666-7908

MOSCOSO LOAIZA, *Luisa Fernanda and DIAZ HEREDIA, Luz Patricia. Aspectos éticos en la investigación cualitativa con niños. rev.latinoam.bioet. [online]. 2018, vol.18, n.1 [citado 2022-05-27], pp.51-67. Available from: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1657-47022018000100051&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-47022018000100051&lng=en&nrm=iso)>. ISSN 1657-4702. <https://doi.org/10.18359/r/bi.2955>.*

NING Cai, XIAOQIANG Li, SUNWEN Xia, Lin Sun, Junhao Hu, Pietro Bartocci, Francesco Fantozzi, Paul T. Williams, Haiping Yang, Hanping Chen, Pyrolysis-catalysis of different waste plastics over Fe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalyst: High-value hydrogen, liquid fuels, carbon nanotubes and possible reaction mechanisms, *Energy Conversion and Management*, [en línea] Volume 229, 2021, [Fecha de consulta: 13 de mayo 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.113794>.

ISSN 0196-8904

OROZCO, Santiago, ALVAREZ, Jon, GARTZEN Lopez, Maite ARTETXE, Javier BILBAO, Martin OLAZAR, Pyrolysis of plastic wastes in a fountain confined conical spouted bed reactor: Determination of stable operating conditions, *Energy Conversion and Management*, [en línea], Volume 229, 2021, [Fecha de consulta: 14 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.113768>

ISSN 0196-8904

PENG Yujie, Yunpu Wang, Linyao Ke, Leilei Dai, Qiu hao Wu, Kirk Cobb, Yuan Zeng, Rongge Zou, Yuhuan Liu, Roger Ruan, A review on catalytic pyrolysis of plastic wastes to high-value products, *Energy Conversion and Management*. [en línea] Volumen 254. 2022. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.115243>

ISSN 0196-8904

PLASTICSEUROPE, *Plastics—The Facts 2015. An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data*. Plastics Europe [en línea], 2016. [Fecha de

Consulta: 09 de mayo de 2022]. Disponible de:  
<http://www.plasticseurope.org/cust/documentrequest.aspx?DocID=67651>

PLASTICSEUROPE, *Plastics—The Facts 2019. An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data*. Plastics Europe [en línea], 2020 [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2022]. Disponible de: <https://plasticseurope.org/es/hub-de-conocimiento/>

PUTRI Humairah, MONASHOFIAN Putra, SHAIFULAZUAR Rozali, Muhamad Fazly Abdul Patah, Aida Idris, A review of microwave pyrolysis as a sustainable plastic waste management technique, *Journal of Environmental Management*, Volume 303, [en línea] 2022, [Fecha de consulta: mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114240>

ISSN 0301-4797

QIANG Wang, BERNARD, Benjamin, XIUHUA He, SHUANG Wang, ABD ABOMOHRA EI-Fatah, YAMIN Hu, Co-pyrolysis of biomass and waste plastics as a thermochemical conversion technology for high-grade biofuel production: Recent progress and future directions elsewhere worldwide, *Energy Conversion and Management*, [en línea], Volume 163, 2018, [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.02.004>

ISSN 0196-8904

RAGAERT Kim, LAURENS Delva, Kevin Van GEEM, Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste, *Waste Management*, [en línea], Volume 69, 2017, [Fecha de consulta: 18 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.044>

ISSN 0956-053

RASHID Umer, A. Khalina, R.A. Ilyas, Pyrolysis of polypropylene plastic waste into carbonaceous char: Priority of plastic waste management amidst COVID-19 pandemic, *Science of The Total Environment*, [en línea] Volume 803, 2022, [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2022], Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149911>



ISSN 0048-9697

ROJAS, Xiomara y OSORIO Belkis. Criterios de Calidad y Rigor en la Metodología Cualitativa. Gaceta de pedagogía. [En línea]. 2017, n ° .36, pp.62-74. [Consulta: 28 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/337428163> Criterios de Calidad y Rigor en la Metodología Cualitativa

ISSN 0435 - 026X

RYU, S., Lee, H.W., Kim, Y.-M., Jae, J., Jung, S.-C., Ha, J.-M., Park, Y.-K., 2020. Catalytic fast co-pyrolysis of organosolv lignin and polypropylene over in-situ red mud and ex-situ HZSM-5 in two-step catalytic micro reactor. Applied Surface Science, [en línea], Volume 511, 2020, 145521 [fecha de consulta: 26 de mayo del 2022], Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2020.145521>

ISSN 0169-4332

RUIYU Chen, Renming PAN, QUANWEI Li, Thermal degradation characteristics, kinetics and thermodynamics of micron-sized PMMA in oxygenous atmosphere using thermogravimetry and deconvolution method based on Gauss function, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, [en línea], Volume 71, 2021, [Fecha de consulta: mayo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2021.104488>

ISSN 0950-4230

SANCHEZ, Hugo; REYES, Carlos y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. [en línea]. 2018. [consulta: mayo de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1480>

SEBESTYÉN Z, Barta-Rajnai E, Bozi J, Blazso M, Jakab E, Miskolczi N, et al. Termo pirólisis catalítica de biomasa y mezclas plásticas utilizando HZSM-5. Appl Energy [en línea], 2018 [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.06.032>

SEMBIRING, Ferdianta; Purnomo, Chandra Wahyu ; Purwono, Suryo , Quality In Research: International Symposium On Materials, Metallurgy, And Chemical Engineering, IOP Conference Series-Materials Science and Engineering [en línea]

Volume31, 2018 [fecha de consulta: 22 de agosto del 2022] Disponible en 10.1088/1757-899X/316/1/012020

SINGH Rohit Kumar, Biswajit Ruj, A.K. Sadhukhan, P. Gupta, Impact of fast and slow pyrolysis on the degradation of mixed plastic waste: Product yield analysis and their characterization, Journal of the Energy Institute, [en línea], Volume 92, Issue 6,2019, Pages 1647-1657 [fecha de consulta: 26 de mayo del 2022], Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joei.2019.01.009>

ISSN 1743-9671

STANISLAV Honus, Shogo Kumagai, Gabriel Fedorko, Vierošlav Molnár, Toshiaki Yoshioka, Pyrolysis gases produced from individual and mixed PE, PP, PS, PVC, and PET—Part I: Production and physical properties, Fuel, [en línea ] Volume 221, 2018, [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2022], disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.02.074>.

ISSN 0016-2361

SOGANCIOGLU, Merve, ESRA Yel, GULNARE Ahmetli, Pyrolysis of waste high density polyethylene (HDPE) and low-density polyethylene (LDPE) plastics and production of epoxy composites with their pyrolysis chars, Journal of Cleaner Production, [en línea], Volume 165, 2017, [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.157>

ISSN 0959-6526

TORRES Fernando G., DE-LA-TORRE Gabriel E., Face mask waste generation and management during the COVID-19 pandemic: An overview and the Peruvian case, Science of The Total Environment, [en línea]. Volume 786,2021,.[Fecha de consulta: 20 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147628>

ISSN 0048-9697

VERMA, A., BUDIYAL, L., SANJAY, MR, Siengchin, S., Análisis de procesamiento y caracterización de compuestos de mezcla de polímeros epoxi y caucho de aceite pirolizado (de llantas de desecho) para estructuras livianas y aplicaciones de

recubrimientos. polim. Ing. Ciencia 59, [en línea] 2019, 2041–2051 [fecha de consulta: 25 de mayo 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/pen.25204>

KAMINSKY Walter, Chemical recycling of plastics by fluidized bed pyrolysis, Fuel Communications, [en línea], Volume 8, 2021, [Fecha de consulta: 24 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jfueco.2021.100023>

ISSN 2666-0520

YANSANEH, OY; ZEIN, SH. Avances recientes en la pirólisis térmica de residuos plásticos: una descripción crítica. Procesos, [en línea], 2022, vol. 10, [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2022], Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/pr10020332>

YAYUN Zhang, DENGLE Duan, Hanwu Lei, Elmar Villota, Roger Ruan, Jet fuel production from waste plastics via catalytic pyrolysis with activated carbons, Applied Energy, [en línea] Volume 251, 2019, [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113337>.

ISSN 0306-2619

YOHANDRI Bow, Rusdianasari; Pujiastuti, Sutini L. Pyrolysis of Polypropylene Plastic Waste into Liquid Fuel, 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE AGRICULTURE, FOOD AND ENERGY, [en línea] Volume347 Disponible en: 10.1088/1755-1315/347/1/012128

ZAMAN, Chowdhury Zaira, et al. Pirólisis: una forma sostenible de generar energía a partir de residuos. Rijeka, Croacia [en línea]. 2017. [Fecha de consulta 24 de mayo del 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.69036>

ZECHEN Jin; YIN Lijie, CHEN, Dezhen, JIA Yuanjie, Yuan, Jun, Co-pyrolysis characteristics of typical components of waste plastics in a falling film pyrolysis reactor, [ en línea] Volume26, 2018, [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2022]. Disponible en: DOI10.1016/j.cjche.2018.07.005

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de categorías y subcategorías apriorísticas

Ámbito temático	Problema de investigación	Preguntas de investigación	Objetivos generales	Objetivos específicos	Categorías	Subcategorías	
Pirólisis de plásticos	¿Cuál es el método de pirólisis más efectivo para los residuos plásticos de polietileno de baja densidad y polipropileno?	¿Cuáles son los principales reactores y catalizadores empleados en la pirólisis para residuos plásticos?	Comparar los métodos de pirólisis que se pueden realizar en los residuos plásticos elaborados de polietileno de baja densidad y polipropileno.	Identificar los principales reactores y catalizadores usados en la pirólisis de residuos plásticos de baja densidad y polipropileno	Tipos de reactores de Pirólisis	Lenta rápida	
		¿Cuáles son los productos obtenidos en los métodos de pirólisis para residuos plásticos?		Identificar los productos obtenidos en los métodos de pirólisis de residuos plásticos de polietileno de baja densidad y polipropileno		Condiciones y productos	Temperatura tiempo de residencia
		¿Cuáles son ventajas y desventajas de los métodos de pirólisis de residuos plásticos?		Explicar las ventajas y desventajas que poseen los métodos de pirólisis de residuos plásticos de polietileno de baja densidad y polipropileno		Ventajas y desventajas	Productos obtenidos Tiempo de residencia Elaboración a escala industrial

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

Ficha 1 Características de las investigaciones recolectadas sobre métodos de pirólisis de polietileno de baja densidad y polipropileno							
Título:	Análisis Bibliométrico sobre los Métodos de Pirólisis de Residuos Plásticos de Polietileno de Baja Densidad y Polipropileno						
Línea de investigación:	Tratamiento y Gestión de los Residuos						
Responsables:	Orejuela Soto, María Alejandra						
	Otiniano Santillan, Adrian Franco						
Asesor:	Silva Chuquipoma, Diego Honorato						
Fecha:							
N°	Revista	Base de datos	Tipo de plástico	Tipo de reactor	País	Autor (es)	Doi

Fuente: Elaboración propia

**Ficha 2 Condiciones de los métodos de pirólisis de polietileno de baja densidad y polipropileno**

Título:	Análisis Bibliométrico sobre los Métodos de Pirólisis de Residuos Plásticos de Polietileno de Baja Densidad y Polipropileno					
Línea de investigación:	Tratamiento y Gestión de los Residuos					
Responsables:	Orejuela Soto, María Alejandra					
	Otiniano Santillan, Adrian Franco					
Asesor:	Silva Chuquipoma, Diego Honorato					
Fecha:						
N°	Temperatura (°C)	Tasa de calentamiento (°C/min)	Tamaño de la muestra	Tiempo de residencia	Tipo de método	Referencia

Fuente: Elaboración propia

### Ficha 3. Análisis bibliométrico de las investigaciones

<b>Título</b>	Análisis Bibliométrico sobre los Métodos de Pirólisis de Residuos Plásticos de Polietileno de Baja Densidad y Polipropileno			
<b>Línea de investigación</b>	Tratamiento y Gestión de los Residuos			
<b>Responsables</b>	Orejuela Soto, María Alejandra			
	Otiniano Santillan, Adrian Franco			
<b>Asesor</b>	Silva Chuquipoma, Diego Honorato			
<b>Fecha</b>				
<b>N°</b>	<b>Título</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resultados</b>	<b>Conclusiones</b>

Fuente: Elaboración propia



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SILVA CHUQUIPOMA DIEGO HONORATO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Análisis Bibliométrico sobre los Métodos de Pirólisis de Residuos Plásticos de Polietileno de Baja Densidad y Polipropileno", cuyos autores son OTINIANO SANTILLAN ADRIAN FRANCO, OREJUELA SOTO MARIA ALEJANDRA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 05 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SILVA CHUQUIPOMA DIEGO HONORATO <b>DNI:</b> 47196626 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9561-087X	Firmado electrónicamente por: DSILVA el 17-12- 2022 20:59:21

Código documento Trilce: TRI - 0472671